



ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ РАКУРСИ

брой **17 / 2022**
септември-ноември

entsoe



ГОДИНИ **ЕСО**

В ТЪРСЕНЕ НА ВЕРНИТЕ РЕШЕНИЯ
ЗА ЕНЕРГЕТИКАТА







Краят на всяка година е време за равностетки и поглед напред към новите цели, обусловени от отминалото време. 2022 година, която изправи Европа и света пред ново изпитание, за Електроенергийния системен оператор беше юбилейна – 15 години от обособяването на компанията в самостоятелно търговско дружество. 15-та годишнина отбеляза и страната ни като пълноправен член на Европейския съюз. През 2022 година смисълът на ЕС много отчетливо се откри в търсене на солидарно решение на кризата с енергийните доставки и цените на енергоносителите. Екипът на независимия електропреносен оператор на България, който е пълноправен член на Европейската асоциация на електропреносните оператори – ENTSO-E, продължи да следва отговорно изпълнението на задачите за устойчиво развитие на електропреносната система в отговор на целите за постигане на беземисионна енергетика за всички европейци. 2022 година беше белязана от сериозен ръст на постъпилите в ЕСО заявления за изграждане на нови ВЕИ-мощности в страната. Само за шест месеца заявленията за изграждане на нови ВЕИ-мощности нараснаха от 19 000 MW до 28 000 MW инсталирана мощност. Тази картина налага неотложното и солидарно разширяване на европейската електропреносна мрежа, за да се осигури необходимият капацитет като мярка срещу претоварването на системата и недопускане на проблеми с

електрозахранването. На заседанието на Борда на ENTSO-E в началото на месец октомври, на което Електроенергийният системен оператор беше домакин в София, запознахме ръководството на Асоциацията с тенденцията у нас за галопиращ ръст в инвестициите в нови ВЕИ-мощности. Отправихме предложение към всички европейски институции да бъде създадена свързваща електропреносна инфраструктура в цяла Европа, която да осигури оползотворяването по най-ефективния начин на произведената електроенергия от ВЕИ в реално време от всички европейски потребители.

Новите реалности, диктувани от зеления преход, още повече подчертават значението и необходимостта от оптимизиране управлението на енергийната система и нейната дигитална трансформация. Електроенергийният системен оператор и през отминаващата година интензивно продължи изпълнението на програмата за автоматизиране управлението на подстанциите. До момента сме инвестирали над 130 млн. лв. в изграждането на системи за дистанционно управление – в експлоатация са пет опорни пункта в цялата страна, от които автоматизирано вече се управляват 150 подстанции. Планът ни е до края на 2023 година всички 297 подстанции на ЕСО ще се управляват дистанционно от опорен пункт.

Решително влагаме усилия и в подкрепа на професионалното образование в областта на енергетиката, за да осигурим нужните кадри за градивното и модерно развитие на сектора. Успех бележи програмата на ЕСО „Училище за енергетици“, която амбициозно си е поставила за цел да привлече интереса на младите хора към професионална реализация в енергийния сектор.

Зад всички тези проекти, изпълнени задачи и отговорни цели занапред стои екипът от експерти на Електроенергийния системен оператор, с който заедно гледаме към следващите 15 години на електропреносния оператор на България. С признателност и пожелание за здраве и благоденствие към всички вас вървим към 2023 година, за да продължим да преследваме нови достижения и успехи за гарантиране сигурната работа на електроенергийната система в интерес на българските и европейските граждани.

Ангелин Цачев

изпълнителен директор на
Електроенергийния системен оператор

Газовата връзка България - Гърция в реална експлоатация от началото на месец октомври 2022 година	6
България е напълно интегрирана към Единния европейски пазар на електроенергия	9
Електроенергийният системен оператор домакин на среща на Борда на Европейската асоциация на електропреносните оператори- ENTSO-E	15
Рубрика „Форум“ - Дискусия с широко международно участие обсъди необходимите технологични решения и инвестиции в мрежовите услуги в отговор на Зелената сделка	20
Рубрика „Мнения“ - Възможностите за развитие на ядрената енергетика в България- статия на Антон Иванов - БЕМФ	22
Рубрика „С поглед в бъдещето“ - Водородната електромобилност в България - реализуема мечта - статия на проф. Дария Владикова - БАН	26
Рубрика „Екология“ - Водородна зарядна инфраструктура - задължителна първа стъпка за водородна мобилност - статия на Благой Бурдин - БАН	32
Рубрика „ В партньорство с науката“ - Акумулаторни и водородни електромобили - особености на различните технологии - доц. Борислав Трайков - ТУ-София	36
Рубрика „Успешни проекти“ - Инструменти и методи за откриване на кибератаки срещу критична инфраструктура със SDN MICROSENSE - статия на Тихомир Гоглев - администратор оптична преносна мрежа в ЕСО	40
Рубрика „Експертният капитал на ЕСО“ - Диспечерите на ЕСО призвани да гарантират непрекъснатата и сигурна работа на електропреносната система на България	45
Рубрика „С поглед в бъдещето“ - Успешен финал за второто издание на Стажантската програма на ЕСО	52
Рубрика „Благотворство“ - Човешината на едно „храбро сърце“ протяга ръка на турист в беда - разказ на Иван Иванов от МЕПР Ловеч на ЕСО, отличен с „Храбро сърце“ за оказване на животоспасяваща първа помощ	55
15 години Електроенергиен системен оператор - Разказ в картини за значението и ролята на Електроенергийния системен оператор в българската и европейската енергетика	57

**СПИСАНИЕ „ЕНЕРГЕТИКА-ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИ РАКУРСИ“ -
ИЗДАНИЕ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИЯ СИСТЕМЕН ОПЕРАТОР**

ГЛАВЕН РЕДАКТОР:
Свилена Димитрова

РЕДАКТОР:
Боряна Петрова

Автор на концепцията за списание
„Енергетика-Електроенергийни ракурси“:
Свилена Димитрова



2022 година - динамични цени, екзотични идеи, турбулентни времена за света, белязани от война и всички последици, които може да произведе конфликтността. Необходимостта от диверсификация на енергийните източници рязко придоби спешен характер, особено след като Русия демонстрира как съвсем не на шега може да спре доставките на синьо гориво към Европа и започна на 26 април с България и Полша. Търсенето на алтернативни източници на природен газ мобилизира европейските лидери, а в България форсира завършването на българо-гръцката газова връзка, за да може след няколко официални откривания, тя да влезе в реална експлоатация от 1 октомври 2022 година и по нея да бъде доставено на страната ни цялото количество азерски природен газ, договорено по дългосрочните договори. Тревогите за недостига на синьо гориво за зимата повдигнаха въпроса ще издържат ли електропреносната и електро-разпределителната мрежи, ако потребителите на природен газ и топлоенергия преминат към отопление с електроенергия. Страховете бяха успокоени с аргументираните уверения за стабилността на електроенергийната система, която може да се справи и да обезпечи евентуално по-високо потребление.

В тази усложнена геополитическа обстановка, която никак не обещава да се успокои бързо, докато инфлацията растеше стремглаво и се задаваше рецесия в Западна Европа, за България

2022 година не успя да премине без провеждане на нова порция парламентарни избори. Така важните за решаване въпроси с осигуряване на енергийните доставки, компенсациите за индустрията, подкрепата на уязвимите потребители на електроенергия се стовариха на плещите на поредния служебен кабинет, този път начело с Гълъб Донев. В навечерието на зимата освен гарантиране на енергийните доставки остана актуален въпросът за ценовите нива на енергийните услуги. И ако компенсациите за индустрията останаха в сила до края на годината, то за регулирания пазар тревогата на какви цени ще се отопляват битовите потребители от началото на 2023 година не получаваше решение до 22 октомври, когато беше оповестено намерението по-високата консумация на електроенергия да се таксува по пазарни цени. Но идеята оцеля само 40 часа, а другата - за еднакви цени на електроенергията, природния газ и топлоенергията за бита, се загуби в суматохата на обществения отклик срещу първата.

Гасенето на пожарите обаче изисква и предприемане на мерки за недопускане на нови, което предполага далновидност и дългосрочно мислене. Тук е мястото да отместим поглед от кризисните въпроси към проблемите с по-голям хоризонт, каквито са целите на Зелената сделка. За кратко мерките за постигане на беземисионна енергетика за всички европейци привидно загубиха темп на напредък, но само привидно. В ЕСО за деветте месеца на 2022 година инвестиционният интерес към изграждане на нови ВЕИ достигна обща инсталирана мощност от 28 хил. MW. Тенденцията налага спешно разширяване на европейската електропреносна мрежа за посрещане на предстоящия ръст в производството на зелена електроенергия, успоредно с развитието на ядрената енергетика, системите за съхранение на енергия и възможностите за производство на зелен водород. Именно потенциалът на България да развива производството на зелен водород лансира българският служебен министър Росен Христов в края на октомври на среща на европейските енергийни министри в Люксембург.

Развитието на водородните технологии и перспективите пред разгръщането на ядрената енергетика у нас са водещите акценти в настоящия брой на списание „Енергетика – Електроенергийни ракурси“, посветен на темата: „Европа в търсене на верните решения за енергетиката в условията на зелен преход“.

Свилена Димитрова

главен редактор

списание „Енергетика-Електроенергийни ракурси“ на ЕСО

ГАЗОВАТА ВРЪЗКА БЪЛГАРИЯ-ГЪРЦИЯ В РЕАЛНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ ОТ НАЧАЛОТО НА МЕСЕЦ ОКТОМВРИ 2022 ГОДИНА

Междусистемната газова връзка Гърция - България засилва енергийната независимост на България и Югоизточна Европа

На 1 октомври междусистемната газова връзка Гърция - България наистина беше въведена в реална търговска експлоатация с официална церемония с високо международно участие в НДК в София, в края на която специално видео илюстрира началото на функционирането на интерконектора. Домакинът на тържественото откриване на газопровода - българският държавен глава Румен Радев, подчерта в приветствието си ключовата роля на газова връзка за повишаване икономическия потенциал на региона. Той определи интерконектора като много повече от инфраструктурен проект. „Реализацията му е символ на нарастващия потенциал на нашия регион, на успешното сътрудничество и свързаност, допринасящи за устойчиво развитие, чрез прилагане на съвместната стратегия на Европейския съюз за по-достъпна и сигурна енергия“, изтъкна в речта си българският държавен глава.



Знаковото събитие събра в българската столица председателя на Европейската комисия Урсула фон дер Лайен, президентите на Сърбия, Северна Македония и Азербайджан - Александър Вучич, Стево Пендаровски и Илхам Алиев, и премиерите на Гърция и Румъния - Кириакос Мицотакис и Николае Чука. На официалната церемония присъстваха изпълнителните директори на компанията ICGB - Теодора Георгиева и Джордж Сатлас, българският служебен министър-председател Гълъб Донев и президентите Петър Стоянов и Георги Първанов.



В изказванията на всички участници беше подчертано стратегическото значение на новата газова инфраструктура за повишаване на енергийната сигурност на региона.



Председателят на ЕК Урсула фон дер Лайен поздрави всички участници в проекта, както и всички български и гръцки правителства, спомогнали „с много желание, страст и воля“ за успешната му реализация. По думите ѝ новата газова инфраструктура между България и Гърция задава нова ера в енергийната сигурност на България и Югоизточна Европа и благодарение на проекти като този Европа ще бъде подсигурана с необходимите количества газ.



Диверсификацията и енергийната сигурност на Европа бяха и във фокуса на изказването на президента на Азербайджан Илхам Алиев. Той увери присъстващите, че на базата на подписания през лятото Меморандум за сътрудничество с ЕК, страната му се очаква да удвои доставките на природен газ за Европа до 2027 г. Азербайджанският президент подчерта, че „от години азерският газ е на пазара в Европа, а южният газов коридор е един от най-големите инфраструктурни проекти в региона. Азербайджан е горд, че инициира този коридор и пренася газ до потребителите по нов път и от нов източник. Досега единственият източник е от Каспийско море, но има няколко други газови полета в Азербайджан, които скоро ще започнат да произвеждат и ще допринесат за увеличаването на количествата“.

Лидерите на балканските страни подчертаха стратегическо значение на съоръжението за разнообразяване на доставките на природен газ не само в България, но и на Балканите и Югоизточна Европа. Гръцкият премиер Кириакос Мицотакис наблегна на факта, че интерконекторът е резултат не само на енергийното сътрудничество, но е израз и на европейската солидарност, стояща над националните интереси, благодарение на която могат да се превъзмогнат сложните предизвикателства пред Общността. Министър-председателят на Румъния Николае Чука призова за ускоряване на енергийната диверсификация на доставки и маршрути с цел по-бързото превъзможване на европейските енергийни зависимости. В приветствените думи на президентите на Сърбия и Северна Македония освен възможността, която предоставя новото съоръжение за облекчаване на последствията от разрастващата се енергийна криза, се отвори и стереомежът на двете балкански страни за ускоряване на европейската им интеграция.



Ден преди церемонията по откриването на газовата връзка президентите на България и Азербайджан проведоха официална среща в София, на която обсъдиха възможностите за допълнителни доставки на азерски газ за България и Европа. Дискутирано беше и предложението на газопреносните оператори на България, Румъния, Унгария и Словакия да транзитират договорените между Европейската комисия и президента на Азербайджан допълнителни количества газ за Европа, което ще даде възможност за бързи, евтини и сигурни доставки на синьо гориво до Централна, Западна и Южна Европа. Двамата президенти направиха преглед на стратегическото партньорство между България и Азербайджан и потвърдиха, че София и Баку ще продължат да развиват сътрудничеството във всички области от взаимен интерес.

Ефективното въвеждане в експлоатация на газовата връзка осигурява на страната ни пълния обем от договорените количества азерски газ по дългосрочния договор на България с Азербайджан. По силата на споразумението доставките за срок от 25 години започнаха през 2020 г., но в ограничени количества и по пазарни цени от терминала при Ревитуса през връзката Кулата-Сидирокастро.

Доставките по IGB доведоха през октомври до спад от 34% на цената на синьото гориво в страната с очакването количествата да успеят да задоволят голяма част от търсенето на природен газ у нас през предстоящия зимен сезон. Предвиденият първоначален капацитет на интерконектора е 3 млрд. куб. м/год., а в зависимост от пазарния интерес към ползване на по-голям капацитет и възможностите на съседните газопрееносни системи, капацитетът е проектиран да се увеличи до 5 млрд. куб. м/год. Има възможност и за реверсивно подаване на синьо гориво от България към Гърция след допълнително изграждане на компресорна станция в Гърция. Планирана е и директна връзка с новия терминал до Александруполис, който ще бъде завършен в края на 2023 година и в който газопрееносният оператор на България - Булгартрансгаз е акционер.

Към момента около половината от капацитета на връзката - 1,57 млрд. куб. метра, е резервиран по дългосрочните споразумения със срокове до 25 години. Останалият наличен капацитет ще бъде предлаган на търгове на две от водещите платформи - PRISMA и RBP. Всички търгове ще се провеждат съгласно тръжния календар на Европейската мрежа на операторите на преносни системи.

Реализацията на междусистемната връзка - плод на усилията на няколко правителства

След като в началото на юли тази година тогавашният премиер на България Кирил Петков и премиерът на Гърция Кириакос Мицотакис символично демонстрираха официалното приключване на строителните дейности по съоръжението, се оказа че са необходими още доста дейности и издаване на необходимата документация за въвеждането му в реална експлоатация.

Финализирането на газовата връзка между България и Гърция и пускането ѝ в търговска експлоатация възможно най-скоро стана основен приоритет на четвъртото служебно правителство, назначено от президента Румен Радев. Пълна мобилизация на всички участници в строителството, ежедневни срещи и преглед на хода на изпълнението с гръцката компания AVAX, активна работа за издаване на всички разрешителни за

ползване и законово изискуеми разрешителни за въвеждане в експлоатация на съоръжението доведоха успешния старт на газопровода на 1 октомври 2022 година.

Служебният министър на регионалното развитие и благоустройството Иван Шишков отчете, че през тези два месеца държавата е била изцяло на разположение на строителя и в лицето на 7 министерства изцяло го е подпомагала, за да завърши съоръжението. Финалният етап на реализация на интерконектора приключи в последните дни на септември с последователното издаване на Акт 15 и Акт 16 от българска страна и изготвянето на съответните документи от гръцката държава. На 30 септември КЕВР прие последните три решения, с които осигури правната възможност за старта на търговската експлоатация на газовия интерконектор на 1 октомври 2022 г.

Проектът датира от 2009 г. с подписване на меморандум за разбирателство между Гърция и България. Обявен е за „проект с национално значение“ от българското и гръцкото правителство, включен е в списъка на проектите от общ интерес на ЕС и е водещ проект в инициативата за Централно и югоизточно европейско свързване на газ (CESEC).

Реалната работа по проекта стартира в края на 2015 г. с Окончателното инвестиционно решение на акционерите, структуриращо финансирането на проекта на стойност 240 млн. евро, от които 45 милиона евро са предоставени по Европейската енергийна програма за възстановяване (ЕЕПВ), 39 милиона евро са отпуснати по Оперативна програма „Иновации и конкурентоспособност“ (ОПИК 2014-2020), 109,9 милиона евро са предоставени под формата на заем от Европейската инвестиционна банка (ЕИБ), а останалите средства се осигуряват от акционерите в проекта - БЕХ и IGI Poseidon.

Същинското строителство започна през 2019 година. Пандемията от коронавирус, сложният терен на трасето на българо-гръцката газова връзка - под Родопите и под дъната на язовир „Студен кладенец“ и река Марица, доведоха до забавяне изпълнението на проекта и въвеждането му в реална експлоатация на 1 октомври 2022 г.

БЪЛГАРИЯ Е НАПЪЛНО ИНТЕГРИРАНА КЪМ ЕДИННИЯ ЕВРОПЕЙСКИ ПАЗАР НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЯ

На 29 ноември 2022 България окончателно финализира интегрирането на българския електроенергиен пазар към Единния европейски пазар

с въвеждането в реална работа на пазарното обединение в рамките на деня на българо-гръцката граница.



Процесът по интегриране на българския електроенергиен пазар към единния европейски пазар започна през есента на 2019 година с успешното обединение в рамките на деня на българо-румънската граница. Това първо пазарно обединение се осъществи в рамките на локалния проект LIP 15, част от втората вълна, включваща общо девет граници на Румъния, Унгария, Хърватска, Словения, Чехия и Полша. Българските страни се присъединиха към локалния проект със закъснение от около година, като само за няколко месеца успяха да наваксат забавянето, разработвайки необходимите функционалности, правила и организация. Компаниите преминаха успешно всички локални, регионални и централни тестове и стартираха проекта.

Последва 2021 година, когато беше постигнат исторически прогрес по отношение интеграцията на българския пазар в основния пазарен сегмент - ден напред, а в европейски план беше завършен европейският целеви модел, чрез включването първо на Гърция и на следващ етап и на България в него. Така на 11 май 2021 година успешно стартира пазарното обединение на България с Гърция в сегмента „ден напред“, осъществено в рамките на регионалния проект IBWT - за пазарно обединение на италианските граници. През същата година - на 27 октомври се случи още едно ключово обединение - на българската пазарна зона с румънската в сегмента „ден напред“.

Последната стъпка за пълното интегриране на българската пазарна зона със съседните държави членки е именно присъединяването на българо-гръцката граница към единния пазар „в рамките на деня“ на 29 ноември 2022 г., чрез локалния проект LIP 14. Това обединение допринася за интеграцията на Италия и Гърция към общоевропейския пазар в сегмента „в рамките на деня“.

С успешното присъединяване на българо-гръцката граница към пазара „в рамките на деня“ в края на 2022 г. България вече е напълно интегрирана със съседните държави членки във всички краткосрочни времеви сегменти. Отчитайки важната роля на пазарната интеграция за успешното преодоляване на предизвикателствата пред европейската енергетика, ЕСО допълнително участва в два пилотни проекта за пазарна интеграция - със Северна Македония и с Хърватия и Сърбия.

Ефективното функциониране на пазарите за търговия с електрическа енергия е основен залог за успешното осъществяване на енергийния преход. През следващите години се очаква пазарът на електроенергия да се променя динамично, отговаряйки адекватно на нуждите на всички търговски участници и на тенденциите за развитие на съоръженията за съхранение на енергия и широкото включване на активните потребители.

ПЛАНЪТ НА ЕВРОПА ЗА ПРЕОДОЛЯВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА КРИЗА НА КОНТИНЕНТА

Военият конфликт в Украйна скоростно пренареди приоритетите в енергийната политика на Европейския съюз и декарбонизацията на европейската икономика временно беше изместена от приоритета за гарантиране на енергийната и продоволствената сигурност на Общността. В отговор на военната инвазия на територията на европейския континент ЕС наложи санкции спрямо Русия, които не останаха без последствия. Ограниченията и спирането на руските газови доставки към Европа манипулираха европейския газов пазар, като създадоха изкуствен дефицит и несигурност, водещи до нереално високи котировки по енергийните борси. Рязко нарасналото търсене на синьото гориво и енергийните суровини като цяло се разпростря и върху пазара на електроенергия. Котировките и на електроенергийните борси достигнаха невиджани досега върхове и засегнаха тежко домакинствата и бизнеса. Още в първите седмици от възникването на военния конфликт в Украйна европейските институции набелязаха програма за неутрализиране на очакваните негативни ефекти от войната.

Първата важна стъпка - на стойност над 300 млрд. евро, беше представена през май от ЕК. Това е планът за отказ от руските изкопаеми горива и декарбонизация на икономиката, известен като REPowerEU. Той противодейства на тежките последствия от новата геополитическа ситуация в три посоки - икономия на енергия, развитие на ВЕИ за замяна на изкопаемите горива в домовете, промишлеността и производството на електроенергия и диверсификация на енергийните доставки. Усилено се работи за еманципиране от руските енергийни ресурси, чрез осигуряване на надеждни алтернативни доставчици като САЩ, Норвегия, Азербайджан, Алжир и други. Следвайки тези общи насоки, както и в резултат на предприетите индивидуални действия от всяка страна, консумираният руски природен газ в общността от 40 % преди войната спадна до 9 на сто. Над 30-процентният спад е постигнат с мерки за пестене на енергия и осигуряване на алтернативни доставки.



От края на юни е в сила и друга защитна за Общността мярка – приет е нов регламент за запълването преди зимата на капацитета на газохранилищата в страните от ЕС и готовност за споделяне на запасите в дух на солидарност. Месец по-късно – в края на юли, министрите на енергетиката на Европейския съюз се споразумяха и за доброволно 15-процентно намаление на потреблението на природен газ от 1 август тази година до края на март 2023 година. Предвидено е при необходимост мярката, с известни изключения, да прерасне в задължителна.

Набелязаните през лятото на 2022 година европейски мерки дадоха търсения резултат и в средата на октомври средната запълняемост на газохранилищата в ЕС надхвърли 92 %. Българското подземно газово хранилище в Чирен също успя да постигне изискваните 80 % ниво на запълване още в началото на октомври, за да достигне до 90 на сто от капацитета си до края на същия месец.

С ескалацията на геополитическата обстановка продължи и задълбочаването на икономическата криза на континента. В отговор на усложняващата се обстановка Европейската комисия анонсира нов пакет от мерки в подкрепа на домакинствата и бизнеса, свързани с намаляване на търсенето на електроенергия и преразпределяне на излишъка от приходи от енергийния сектор към крайните потребители.



Първоначално предложенията на Комисията бяха свързани с урегулиране на цените на газа, таван на приходите на компаниите, които произвеждат евтина електроенергия, ориентиране към надеждни енергийни доставчици, икономия на електроенергия в пиковите часове, реформа на електроенергийния пазар и освобождаване цената на електроенергията от зависимостта на ценовите равнища на природния газ. Предстои да се създаде европейска водородна банка, която

ще съдейства за финансиране производството на водород от възобновяеми източници. В нея са предвидени 3 млрд. евро за изграждане на новия водороден пазар на Общността.

След две извънредни заседания на енергийните министри – на 9 и на 30 септември беше постигнато политическо съгласие по предложените текстове в регламента за справяне с високите цени на енергията. Документът влезе в сила, след като на 6 октомври с писмена процедура беше официално одобрен от Съвета на Европейския съюз, и още на 7 октомври беше публикуван в Официалния вестник на Съюза.

Между двете обсъждания на пакета от мерки 15 държави от Общността, между които и България, излязоха с призив към Европейската комисия за незабавно въвеждане на таван на цените на газа в целия ЕС. Предложението беше включено в дневния ред на дискусията на 30 септември. Повечето държави се обединиха около идеята за въвеждане на таван на цената не само на руския газ, а на цялото количество синьо гориво, внасяно в страните от Европейския съюз.

Одобреният и обнародван на 7 октомври регламент за справяне с високите цени на енергоносителите въвежда общи мерки за намаляване търсенето на електроенергия и за събиране и преразпределяне на свръхприходите от енергийния сектор към крайните клиенти. Мерките са временни и извънредни. Те ще се прилагат от 1 декември 2022 година до края на 2023 година. Целите за ограничаване на енергийното потребление ще се прилагат до 31 март 2023 г. Въвежда се задължително спестяване на поне 5 % от консумацията на електроенергия в пиковите часове от денонощието, когато се налага включване на газовите централи, както и постигане на 10-процентни икономии за всяка страна между 1 декември 2022 г. и 31 март 2023 г.

Задължителната горна граница на пазарните приходи ще се прилага до 30 юни 2023 г. Специфични изключения са въведени за Кипър и Малта. За дружествата в областта на петрола, газа, въглицата и рафинериите ще бъде въведен допълнителен данък върху ръст на печалбите им над 20 % от средната за предходните три години. 180 евро за мегават час ще бъде таванът на печалбата за производителите на електроенергия от ВЕИ, ядрена енергия и лигнитни въглища, тъй като реализират големи печалби през последните месеци без оперативните им разходи да са се увеличили. Въведеният праг е съобразен със запазване рентабилността на тези производители и цели да не се допуска възпрепятстване на инвестициите във възобновяема енергия.



На поредната неформална среща на енергийните министри на 11-12 октомври в Прага бяха обсъдени инициативите на ЕК за следващия пакет от мерки за преодоляване на енергийната криза. В своята позиция българският служебен министър Росен Христов призова ЕК за нов обективен преглед на ситуацията и прецизиране на сферите, в които мерките имат приложение. Той увери, че България работи детайлно и задълбочено в тази посока.



На 20-21 октомври в Брюксел европейските лидери разгледаха и одобриха дискутираните нови предложения на ЕК – между които бяха и тези за въвеждане на временна рамка за ограничаване на цената на газа за производство на електричество, мерките за енергийна солидарност между дър-

жавите в случай на прекъсване на доставките на газ за някои от тях и др. Българската страна беше представена на лидерската среща от президента Румен Радев.



Лидерите на европейските страни се съгласиха съвместните поръчки на газ да бъдат доброволни, с изключение на задължителните 15% от доставките, необходими за запълване на националните хранилища. Европейските лидери възложиха на Комисията разработването на механизъм за въвеждане на временен динамичен ценови коридор за сделките с природен газ.

Темите от срещата на европейските лидери влязоха в дневния ред и на заседанието на енергийните министри, проведено в Люксембург на 25 октомври. Европейската комисия представи новия механизъм за регулиране на цените на електроенергията като алтернатива на тавана върху цените на газа за производство на електроенергия. Министрите изразиха силна подкрепа за съвместни покупки на синьо гориво, както и за предложения механизъм за солидарност. Продължават дебатите за т. нар. динамичен ценови коридор, който ще бъде обсъждан и на срещата на енергийните министри в края на ноември.



ДОСТАВКИТЕ НА ПРИРОДЕН ГАЗ ЗА СТРАНАТА ЗА ЗИМНИТЕ МЕСЕЦИ СА ОСИГУРЕНИ

България беше една от първите страни, засегнати от спирането на доставките на природен газ от Русия. Страната ни е с неголямо потребление на синьо гориво от около 3 милиарда кубически метра годишно и 14-процентен дял в енергийния микс - основно за когенерация в топлофикациите. Това ѝ отрежда дял от едва 0,8% в общото потребление на природен газ в ЕС. Независимо от това ръстът на доставните цени спрямо предварително калкулираните доведоха до сериозни проблеми за бизнеса, топлофикационните дружества и гражданите.

За да гарантира енергийната сигурност на страната в навечерието на зимния сезон, служебното правителство разгледа абсолютно всички възможности за доставка на газ, включително и възобновяване на доставките от „Газпром“. Още с встъпването си в длъжност енергийният министър Росен Христов заяви, че приоритет на правителството е максимална диверсификация на доставчиците на газ, така че да бъдат осигурени необходимите количества и постигната удовлетворяваща всички потребители пазарна цена. Служебният министър определи диверсификацията като добър инструмент за овладяване на кризата с намиране на много доставчици и постигане на конкурентни условия и стабилни количества.

Българската страна направи постъпки да получи дължимите количества природен газ по действащия договор с Газпром Експорт. Те останаха обаче без резултат. Паралелно се търсеха и други опции и източници на конкурентни цени. Освен доставянето на договорените и евентуални допълнителни количества азерски газ се разглеждаха и възможностите за LNG през Гърция и Турция, и увеличаване на количествата тръбен газ.

В потвърждение на заявените цели съвместните усилия на служебното пра-

вителство и ръководството на Булгаргаз доведоха до понижение с 34 % на цената на природния газ за октомври месец спрямо действащата цена през август, а на 1 ноември „Булгаргаз“ предложи още над 47 % понижение на цената за ноември. Понижението беше постигнато благодарение на решителните действия на служебния кабинет за пускане в експлоатация на интерконектора с Гърция и успешно провежданите прозрачни търгове за доставки на втечен и тръбен природен газ за различни периоди, които Булгаргаз обяви в края на септември. Друга съществена причина е понижението на цените на газовите пазари, поради почти запълнените газови хранилища в страните от ЕС и топлия октомври на континента.

За втечнения газ има четири процедури - за месеците ноември и декември 2022 г., за 2023 г. и за периода 2024-2034 г., а за тръбния газ търгът е за 14 месеца - от ноември 2022 до края на 2023 г.



По обявените тръжни процедури за октомври и ноември повече от 15 компании са подали оферти, което осигурява достатъчни количества синьо гориво за периода на конкурентни цени.

Последователно и прагматично на различни форуми бяха проведени поредица от разговори от служебните министри на енергетиката и икономиката за доставяне на допълнителни

количества природен газ от Azerbaijan. България предложи и износ на електроенергия за Azerbaijan срещу насрещни доставки на синьо гориво, което принципно беше прието. От Azerbaijan страната ни беше определена като приоритетен партньор и получи уверението, че ще бъде направено възможното за гарантиране на допълнителни количества природен газ за България в дългосрочен план.



Доставките на допълнителни количества азерски природен газ за България бяха обсъдени и от президентите Румен Радев и Илхам Алиев по време на официалното посещение на държавния глава на Azerbaijan в България за откриването на междусистемната газова връзка с Гърция. Тогава беше дискутиран и вариант българските индустриални потребители на природен газ да получават директно доставки от Azerbaijan.

В хода на усилията за осигуряване на газовите доставки за страната ни в навечерието на зимния

сезон успех беше постигнат и за гарантиране безпроблемната работа на най-голямото топлофикационно дружество в страната - Топлофикация София. Подписаният между Булгаргаз и Топлофикация София договор за доставки на природен газ през цялата 2023 г. гарантира сигурната работа на столичната топлофикация, което ще облекчи експлоатацията на електропреносната система и ще ограничи евентуалните претоварвания на електрическата мрежа през зимния сезон.



ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИЯТ СИСТЕМЕН ОПЕРАТОР ДОМАКИНСТВА ПРЕЗ ОКТОМВРИ СРЕЩА НА БОРДА НА ЕВРОПЕЙСКАТА АСОЦИАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОПРЕНОСНИТЕ ОПЕРАТОРИ - ENTSO-E

Предизвикателствата пред европейската електропреносна мрежа в навечерието на есенно-зимния сезон дискутираха членовете на Борда на ENTSO-E в София под домакинството на ЕО.



Членовете на Борда на ENTSO-E обсъдиха и предприетите мерки от европейските електропреносни оператори за гарантиране на сигурните и непрекъснати доставки на електроенергия през предстоящия зимен сезон. Специален акцент беше поставен на солидарността и ефективната координация между преносните оператори в Европа за минимизиране на възможните рискове в работата на европейската електропреносна мрежа.

В рамките на двудневната среща членовете на Борда на ENTSO-E дискутираха темите за задълбочаване на съвместните им дейности, както и на координацията с операторите на разпределителните мрежи. Разговорите се фокусираха и върху промените в регламентите за изпълнение на програмите от европейската Зелена сделка. Бордът на ENTSO-E се обедини около необходимостта от разширяване на сътрудничеството, чрез съвместно планиране и изграждане на цялостна енергийна инфраструктура.

По време на срещата членовете на Борда на европейската асоциация на електропреносните оператори се запознаха с успешната работа на Регионалния координационен център по сигурността на електроенергийните мрежи на страните от Югоизточна Европа в град Солун, Гърция, в

който Електроенергийният системен оператор на България е акционер и активен съучредител.



Изпълнителният директор на ЕО Ангелин Цачев приветства членовете на Борда на ENTSO-E и изтъкна необходимостта от проактивни действия на европейските оператори на преносни системи за развитие на енергийната инфраструктура в отговор на растящия инвестиционен интерес към изграждане на нови ВЕИ.



Ангелин Цачев подчерта, че е наложително изграждането на допълнителна европейска инфраструктура, която да посрещне потенциала и увеличаващото се производство на енергия от ВЕИ, както и да осигури балансираното управление на електропреносната мрежа и последващото ефективно използване на зелената електроенергия.

ЕЛЕКТРОПРЕНОСНАТА СИСТЕМА НА БЪЛГАРИЯ В ГОТОВНОСТ ДА ПОСРЕЩНЕ ЕСЕННО-ЗИМНИЯ СЕЗОН

Съоръженията, стопанисвани от Електроенергийния системен оператор, са подготвени от екипите на дружеството да осигурят безаварийната и сигурна работа на електропреносна система през есенно-зимния сезон 2022/2023 година.

Над 200 милиона лева вложи ЕСО през 2022 година в изпълнение на заложените проекти в инвестиционната и ремонтната програми на дружеството. През 2022 година приключи изграждането на електропровода 110 kV Варна Север – Каварна, както и на новата въздушна линия 110 kV за присъединяване на новоизградената подстанция 110 kV „Обзор“. Планирана е реализацията на нова въздушна линия 110 kV, свързваща подстанции 110 kV „Курило“ и 400 kV „Металургична“, която е от съществено значение за обезпечаване сигурното и непрекъснато електрозахранване на град София.

ЕСО посреща предстоящия зимен сезон с най-развитата в Югоизточна Европа мрежа 400kV, която през последните години беше удвоена по направление Пловдив – Марица изток – Бургас – Варна с изпълнението на пет проекта от общ европейски интерес.

При подготовката на електропреносните съоръжения за есенно-зимния сезон 2022/2023 година е извършена още реконструкция на 148 км въздушни линии 110 kV, прочистени са над 10 000 декара просеки на въздушните линии. Направен е обход на електропроводи на разстояние от близо 30 000 км. Извършена е пълна профилактика на 71 подстанции. Направена е реконструкция на откритите разпределителни уредби 110 kV на подстанции „Пловдив“, „Ихтиман“, „Девня 1“, „Каварна“. Продължава работата по модернизацията на откритите разпределителни уредби 110 kV на подстанции „Хисаря“, „Лазур“, „Ловеч“, „Луковит“ и други. Подменени са над 500 километра мълниезащитни въжета. Осигурени са високопроходима техника и автомобили.



Сериозен напредък бележи електропреносният оператор и в изграждането на системите за автоматично управление на подстанции в цялата

страна. В експлоатация са пет опорни пункта, от които вече се управляват над 150 подстанции. От началото на 2022г. са модернизирани 38 подстанции с изградени системи за дистанционно управление. По програмата за дигитализация се изпълняват строително-монтажни дейности в 11 обекта – в подстанции 110 kV Ловеч; Хисаря; Лазур; подстанция ТЕЦ Пловдив; подстанция Шумен център; Луковит; Велинград; подстанция Търговище 2 и други. До края на годината още 35 подстанции ще преминат на дистанционно управление, а през следващите две години управлението на още 75 подстанции ще бъде автоматизирано. ЕСО изгради оптична мрежа от над 5000 км, която непрекъснато се разширява. В тази мрежа са включени 294 обекта, от които 223 подстанции на ЕСО, 30 административни центрове на ЕСО и 41 обекта на производители и подстанции на големи индустриални потребители.



Електропреносният оператор интензивно работи за разширяване на електропреносната мрежа и осигуряване на необходимите преносни възможности за присъединяване на новите ВЕИ-проекти, беземисионните генериращи мощности и гарантиране на балансираното управление на електроенергийната система.

Планирана е мащабна програма за трансформиране на мрежа 220 kV към напрежение 400 kV с цел увеличаване на преносните способности.

През 2022 година фокусът на Електроенергийния системен оператор остана насочен към осигуряване на ефективни модели за управление на електроенергийната система при растящ дял на производството от ВЕИ, както и към модернизирането и разширяването на електропреносна инфраструктура за гарантиране сигурността на доставките на електрическа енергия.



ПРОГРАМАТА ЗА КОМПЕНСАЦИЯ НА ЕНЕРГИЙНИТЕ ЦЕНИ ЗА БИЗНЕСА Е УДЪЛЖЕНА ДО КРАЯ НА ГОДИНАТА

В началото на октомври месец Министерският съвет одобри поредната целева вноска на Българския енергиен холдинг към Фонд „Сигурност на електроенергийната система“ в размер на 650 млн. лева. Средствата са предназначени за продължаване до края на годината на програмата за компенсиране на бизнеса заради високите цени на свободния пазар на електроенергия. Според приетия механизъм небитовите потребители ще бъдат компенсирани в пълен размер от разликата между средномесечната борсова цена в сегмента „ден напред“ и базовата цена, която е 250 лв./MWh. Средствата ще бъдат изплатени до 31 март 2023 г. Както и досега от програмата ще могат да се възползват всички 633 хиляди крайни небитови потребители, както и операторите на електропреносната и електроразпределителните мрежи за електроенергията, която закупуват от свободния пазар за покриване на технологичните си разходи.

Общият размер на компенсациите, които ще бъдат изплатени до края на годината, възлиза на близо 3,6 млрд. лв. Средствата идват от фонд „Сигурност на електроенергийната система“, в който съгласно приетия Закон за изменение и допълнение на Закона за държавния бюджет за 2022 г., се събират целеви вноски от свръхпечалбите на държавните енергийни дружества. Размерът на вноските и срокът им за внасяне се определят от Министерския съвет по предложение на министъра на енергетиката при отчитане на пълната

себестойност на произведената електрическа енергия и необходимите средства за изпълнение на инвестиции и ремонти.

За операторите на електропреносната и електроразпределителните мрежи са предвидени 380 млн. лв. от общата сума от 650 млн. лв., които спомагат за намаляване на финансовия им дефицит и предотвратяване поскъпване на мрежовите услуги.

В началото на месец август беше създаден Кризисен щаб по енергетика, който анализира различни варианти за справедливи енергийни компенсации за домакинствата и бизнеса. В средата на октомври месец щабът предложи законопроект за механизъм за енергийни компенсации и тяхното финансиране от свръхпечалбите на всички производители на електроенергия. Предложението е базирано на приетия в началото на октомври Регламент (ЕС) 2022/1854 на Съвета за справяне с високите цени на енергията и е съобразено със спецификите на българския пазар на електроенергия и енергийната система на страната. Законопроектът предвижда механизмът да е със срок на действие до юли 2023 г. и облагане на свръхпечалбите на всички енергийни дружества, а не само на държавните. Новите законови текстове предлагат и диференциран подход при компенсациите за небитовите потребители на електроенергия с оглед на предприетите от тях мерки за енергийна ефективност.



Сериозен смут и дискусии предизвика оповестеното на 22 октомври от служебния министър на енергетиката вече обсъждано в енергийните среди предложение за уеднаквяване на цените за отопление, независимо от вида на използваната енергия. То обаче се изгуби на фона на още по-шокиращото за въвеждането на двутарифен ценови модел на регулирания пазар на електроенергия в зависимост от месечната консумация на битовите потребители. Идеята, която преживя 40 часа преди да бъде оттеглена, предвиждаше

през зимата консумираната електроенергия до 800 kWh, а през лятото до 300 kWh да се плаща по регулирани цени, а над тези количества да се таксува по пазарни цени. Мярката, очевидно почиваща на подвеждащо некоректни данни, както и предсрочно либерализираща част от потреблението на битовите клиенти, срещна мигновено острата обществена критика. Това доведе до оттегляне на предложението само ден след неговото оповестяване.



Министерство на енергетиката увери, че като трети нетен износител на електрическа енергия в Европа българската страна няма да допусне непосилни сметки за електроенергия за българските потребители.

В хода на дискусиите по темата беше анонсирано и ново предложение на политическа партия

ГЕРБ, подкрепено от всички Евроатлантически сили в Народното събрание за продължаване на компенсациите за бизнеса през цялата 2023 г. и забрана за либерализация на регулирания пазар на електроенергия до 1 януари 2026 г.

ПРОЕКТНИ ЗАЯВЛЕНИЯ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА НОВИ ВЕИ ЗА НАД 28 000 MW ИНСТАЛИРАНА МОЩНОСТ СА ПОСТЪПИЛИ В ЕСО ДО КРАЯ НА СЕПТЕМВРИ 2022 ГОДИНА

Неотложните мерки за адекватното развитие на електропреносната мрежа обсъдиха ръководството на ЕСО с ВЕИ-инвеститори в края на месец август. В срещата участие взеха председателят на КЕВР Иван Иванов и служебният заместник-министър на енергетика Еленко Божков.

От 2019 година до началото на месец август 2022 година постъпилите заявления за изграждане на нови ВЕИ бяха за над 24 000 MW инсталирана мощност, за да достигнат в края на септември 28 000 MW. Инсталираните генериращи мощности в електроенергийната система на страната са над 12 000 MW. Със заявления до момента за изграждане нови ВЕИ от над 28 000 MW е достигнат абсолютният лимит на електроенергийната система, което изисква неотложното и адекватно планиране на бъдещото разширяване на електропреносната система.

Темата беше във фокуса на разговорите на работната среща в края на месец август с ВЕИ-инвеститори от Североизточна и Южна България и участието на председателя на КЕВР Иван Иванов и служебния заместник-министър на енергетика Еленко Божков. До началото на месец септември за района на Североизточна България са заявени за изграждане 3000 MW ВЯЕЦ и ФЕЦ, а в района на градовете Любимец и Свиленград инвестиционните проекти са за близо 1000 MW ФЕЦ.

Участниците в срещата дискутираха и какви законодателни инициативи трябва да бъдат предприети за регламентиране на процедурите за навременно планиране и реализиране на нужните инвестиции за развитие на електропреносната мрежа и изграждане на необходимата инфраструктура за присъединяване на новоизграждащите ВЕИ-мощности.



По време на срещата ръководството на ЕСО очерта визията си за координирано с ВЕИ-производителите развитие на електропреносната мрежа и осигуряване на необходимия електропреносен капацитет, което трябва да се базира на заявления инвеститорски интерес. Пред ВЕИ-производителите беше изтъкнато, че Министерството на енергетиката съвместно с Електроенергийния системен оператор са подготвили проект на нормативни промени, с които да се гарантират изпълнението на реформите, залегнали в Плана за възстановяване и устойчивост.

Изпълнителният директор на Електроенергийния системен оператор Ангелин Цачев подчерта, че плановите за разширяване на електропреносната мрежа и осигуряването на оптимално най-добрите технически решения за присъединяване на новите ВЕИ-мощности трябва да следва инвеститорския интерес в съответния регион.

ДИСКУСИЯ С ШИРОКО МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ ОБСЪДИ В НАЧАЛОТО НА ОКТОМВРИ НЕОБХОДИМИТЕ ТЕХНОЛОГИЧНИ РЕШЕНИЯ И ИНВЕСТИЦИИ В МРЕЖОВИТЕ УСЛУГИ В ОТГОВОР НА ЗЕЛЕНАТА СДЕЛКА

Дискусията в началото на месец октомври среща визиите за неотложните мерки за развитие на електропреносната и електроразпределителните мрежи на служебния министър на енергетиката Росен Христов, на Кристиан Руби - генерален секретар на EURELECTRIC, на председателя на

КЕВР Иван Иванов, на ръководителя на Американската мисия към ЕС на Министерството на търговията на САЩ в Брюксел - Майкъл Лали и на изпълнителния директор на Електроенергийния системен оператор - Ангелин Цачев.



Ръстът в заявленията за изграждане на нови ВЕИ мощности изисква неотложното разширяване на европейската електропреносна мрежа, за да се осигури необходимият капацитет като мярка срещу претоварването на системата и недопускане на проблеми с електрозахранването. Нуждата от спешно решаване на това предизвикателство акцентира в изказването си изпълнителният директор на Електроенергийния системен оператор Ангелин Цачев по време на дискусията, организирана от Института за енергиен мениджмънт, на тема „Зеленият преход – инвестиции в технологии и мрежови услуги.“



До края на септември заявленията в ЕСО за изграждане на нови ВЕИ достигат 28 000 MW събщи на форума Ангелин Цачев и подчерта необходимостта от планирането и изграждането на допълнителна европейска електропреносна инфраструктура, която да посрещне потенциала и увеличаващото се производство на енергия от ВЕИ, както и да осигури балансираното управление на енергийната система и последващото ефективно използване на зелената електроенергия.



Предложението на ЕСО, адресирано до европейските институции, цели да бъде създадена свързваща електропреносна инфраструктура в цяла Европа, която да осигури оползотворява-

нето по най-ефективния начин на произведената електроенергия от ВЕИ в реално време от всички европейски потребители.



В изказването си председателят на КЕВР Иван Иванов подкрепи и детайлно обоснова необходимостта от целенасочени инвестиции в електропреносната мрежа.

„Необходимо е да бъдат извършени корекции в Плана за устойчивост и развитие с цел по-справедливото разпределение на източниците за финансиране. В Плана се предвиждат над 1,5 млрд. лв. инвестиции за осигуряване на съхранение и управление на енергията от ВЕИ - трансформатори, устройства за съхранение, силова електроника, инвертори. В същото време в Механизма за възстановяване и устойчивост заложените средства за развитие на електроенергийната система са близо четири пъти по-малко“, изтъкна доц. Иван Иванов и добави, че се налагат инвестиции не толкова за увеличаване на мощностите, а за управление на електроенергийната система чрез въвеждане на т.нар. „умни мрежи“ за автоматизация на процесите.

Председателят на КЕВР подчерта и необходимостта от приемане в ускорени срокове на актуализирана Енергийна Стратегия на България, която да разпише бъдещето на възглицните централи у нас, развитието на ядрената енергетика, на електроенергийните мрежи и на ВЕИ сектора.



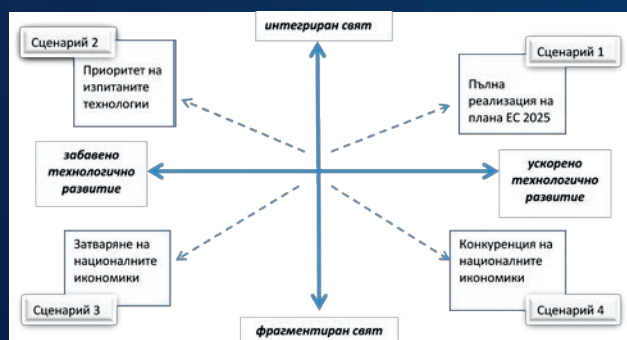
ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА РАЗВИТИЕ НА ЯДРЕНАТА ЕНЕРГЕТИКА В БЪЛГАРИЯ

Статия на Антон Иванов - Български енергиен и минен форум

ОБСЪЖДАНЕ НА ВЪНШНАТА СРЕДА

Класическият подход при моделиране и оценка на ефективността на дългосрочен проект включва отчитане влиянието на външната среда на база прогнозите за икономическо и технологично развитие. Но актуалната среда е изпълнена с противоречиви тенденции, определени от поредицата кризи, през които преминаваме, както на глобално, така и на континентално ниво. Списъкът е дълъг - бежански потоци, COVID-19, природни бедствия, международни конфликти, нарушени вериги за доставки, недостиг на храни, високи цени на енергийните ресурси. Това е проява на комплексност – глобална система, в която околната среда, икономиката, демографските аспекти, политиката и технологиите постоянно се сблъскват по непредсказуеми начини. Това състояние поражда съмнения в изводите от класическите подходи за моделиране и оценяване на перспективите за нови проекти.

Един подход за формиране на сценариите на концептуално ниво може да се онагледява чрез съпоставяне на интеграционните процеси и потенциала за технологично развитие, **фигура 1**.



Фигура 1. - Спектър от сценарии за социално-икономическо развитие [1]

Преди 2020 година се приемаше за очевидно реализацията на сценария с висока степен на интеграционно и технологично развитие, който отразява и базовите постановки на Зеления пакт. Текущите кризи подлагат на тест устойчивостта на дългосрочните планове, а нуждата от надеждна доставка на енергийни ресурси доведе до преразглеждане на заявените политики. Действията на националните правителства в ЕС ни връщат към сценария със забавени интеграционни процеси и конкуренция по отношение на достъп до технологии и финансиране.

Тезата ни е, че базова ядрена мощност, при която има възможност за дългосрочно осигуряване на горивен резерв и за диверсификация на доставките, представлява устойчив източник на енергия при всички сценарии, като осигурява гаранции

за местно производство в дълъг период от време. От друга страна конфигурацията на микс от генериращи мощности, при които се допуска значителна зависимост от внос, са устойчиви само при реализация на сценарий 1.

Влиянието на външната среда върху процеса на планиране на големи инвестиционни проекти намира отражение през базовите политики за финансиране. Пример за формиране на такива е разработването на Европейската таксонометрия [2]. Когато се подготвяше делегираният акт на ЕК за включване на нови енергийни източници в обхвата на таксонометрията, изглеждаше, че ядрената енергетика се приема в „сянката“ на природния газ, който беше определян като преходното гориво към нискоемисионна икономика. Сега перспективите за използване на природния газ са силно ограничени, а нуждата от надеждно базово производство на електрическа енергия отново се свързва с ядрените технологии от следващо поколение.

Таксонометрията има за цел да ограничи политическия риск при финансиране на някои технологии за производство на енергия, чрез постигане на съгласие на Европейско ниво за препоръчителност при разглеждане на алтернативи за предоставяне на финансиране.

В редица публикации, разглеждащи въпросите за планиране на нови ядрени мощности, се посочва силната зависимост на финансовите модели от оценките на риска. Забавянията в изпълнението или допълнителните разходи са част от рисковете за нова ядрена централа, но съществена роля играе и политическият риск. Както посочва проф. Я.Янев [3], политическият риск е доминиращ при моделиране на сценариите за изграждане на нова ядрена мощност у нас, и то в условията на стабилна пазарна и геополитическа среда, каквато имаше в периода преди 2020 година.

Понастоящем намирането на начини за намаляване на чувствителността на моделите за финансиране по отношение на политическия риск при всички големи енергийни обекти имат ключово значение за успех, а терминът „de-risking“ вече не е приложим само към ядрените проекти, а към всички проекти с дълъг срок на откупуване.

НАЦИОНАЛНА БАЗА ЗА РАЗВИТИЕ НА ЯДРЕНА ЕНЕРГЕТИКА

България развива ядрената си програма вече над 65 години и има редица добри постижения, включително висока надеждност при експлоатацията на 6 ядрени блока и развита инженерна инфраструктура за управление на ядрено гориво и радиоактивни отпадъци. Наличието на детайлна регулаторна среда и компетенции в експлоатацията и проектирането на ядрени съоръжения

следва да се използва при по нататъшно развитие на ядрената енергетика у нас.

Има и конкретни причини темата за развитие на отрасъла да е между основните стратегически алтернативи за енергийния сектор. Такива са:

➤ Доставка на оборудване и проектна готовност за площадка Белене

Това са активи, които дават възможност за много по-ускорена актуализация на съществуващо или ново инвестиционно намерение както на площадка Белене, така и на площадка Козлодуй. Следва да се посочи, че обвързването на оборудването с дълъг срок на производство в общото планиране и проектиране е един от критичните въпроси при управление на ядрен обект, което обуславя посочената възможност за ускорена проектна подготовка.

За съжаление тези предимства с течение на времето започват да губят стойност.

➤ Напреднала лицензионна процедура

У нас са осъществени действия и има завършени етапи от лицензионната процедура и за двете възможни площадки за реализация на нов ядрен проект.

За площадката на АЕЦ „Козлодуй“ е взето решение по принцип на Министерски съвет през 2012 година и има решение на АЯР за одобряване на избора на площадка от 2020. През 2020 и 2021 Министерският съвет одобрява доклади, касаещи площадката на АЕЦ „Козлодуй“, а именно за развитие на технологии от типа на Малки модулни реактори, както и за рационално използване на доставеното оборудване за АЕЦ „Белене“.

За площадката на АЕЦ „Белене“ са взети решения на Министерски съвет по принцип през 2004 и по същество през 2005 година. Има заповед на Агенцията за ядрено регулиране за одобряване на избора на площадка от 2006 и одобрение на Техническият проект от 2009 година. Има и разрешение за строителство от 2008 година. Има действащо решение по ОВОС на база на одобрен доклад от 2004 година.

Отново и тук част от получените разрешения или решения имат срокове или са обвързани с конкретна технология, които правят тези предимства временни и относителни.

➤ Добри финансови възможности за инициране на проект

Поради текущата ценова конюнктура на пазара на електрическа енергия АЕЦ „Козлодуй“, но и НЕК, имат добри възможности за финансиране на начални устройствени и проектни дейности по нов ядрен проект. И докато НЕК вече има ангажменти за развитие на проекта „Яденица“, то АЕЦ „Козлодуй“ може да предприеме фактически действия по подготвеното досие за нов ядрен блок, което включва Идеен проект и Технико-икономически анализи и финансов модел. Ключовото тук е да се започнат строителни дейности, които да осигурят възможност за реализация на проекта в средносрочен план.

Имайки пред вид горното, въпросът е как тези положителни предпоставки да се използват за формиране на оптимална стратегия за изграждане на нова ядрена мощност и за развитие на ядрения сектор в хоризонта след 2050 година.

ДВЕ ПЕРСПЕКТИВИ ЗА РАЗВИТИЕ

В съвременния свят вече ясно са се оформили две перспективи за развитие на ядените програми – реализация на проекти от III-то поколение или подготовката за осъществяване на следващо поколение реактори, най-вече асоциирани с малки

модулни реактори (ММР).

Изграждане на блокове с висока мощност

Това са блокове от III-то поколение, които се изграждат в момента от редица страни и включват апробираните технологии, които са добре познати у нас. Тази опция все още може да се реализира на площадка Белене чрез използване на доставеното оборудване за ВВЕР 1000.

„Висящата“ процедура и липса на активност при собственика на проекта – НЕК ЕАД, не са в полза на тази опция. Все по-вероятно изглежда, че е по-рентабилно използването на площадката за общи индустриални дейности, отколкото да се продължава поддържането на един замразен обект.

Оборудването за ВВЕР 1000 може да се използва частично и на площадката на АЕЦ „Козлодуй“ за изграждане на нова ядрена мощност, но отново процедурните въпроси и затруднения при работата с основния доставчик правят трудно планирането на такъв вариант.

Разработеното сега и технически добре обосновано инвестиционно намерение за изграждане на два нови ядрени блока от АЕЦ „Козлодуй“, е на база на хибриден вариант с използване на доставено за Белене оборудване и привличане на комплексен изпълнител, който може да комплектова цялостната доставка и да изготви нов технически проект в рамките на процеса на лицензиране.

По-долу се предлага вариант за използване на положителните предпоставки и оптимизиране на ресурсите, така че да се преодолеят трудностите при възобновяване на намеренията за реализация на нова ядрена мощност на площадката на АЕЦ „Козлодуй“.

В изпълнение на такъв план следва да се отчитат следните особености при реализация на нова ядрена мощност, навсякъде в Европа:

- Все по-трудни и продължителни процедури по съгласуване и одобрение на доклада по ОВОС АЕЦ „Козлодуй“ притежава одобрен доклад по ОВОС и положително решение за изграждане на един ядрен блок. Процедурата по одобряване на доклада и влизането в сила на решението на МОСВ отне 6 години, което може да се приеме за добро постижение, отчитайки сроковете по подобни процедури на други страни в ЕС.

Намерението за изграждане на два нови ядрени реактора не трябва да води до отказ от сегашното положително решение, а следва да се развива чрез инициране на отделна процедура за следваща мощност на по-късен етап.

Сега проектът следва да се продължи с намерението за изграждане на VII-ми блок, за което има все още валидно решение по ОВОС.

- Трудно привличане на необходимото финансиране за големи проекти

За разлика от общото правило, при което проекти с по-висок капацитет постигат по-добра рентабилност и привличат интереса на големи финансови институции, при ядрените обекти твърде високата единична мощност все повече се разглежда като риск.

Освен ограничения набор от финансови институции, които приемат за обсъждане проекти за финансиране или застраховане на нови или съществуващи ядрени мощности, привличането на необходимото финансиране се затруднява от изисквания за доказване на пазарна устойчивост в първите 20 години от експлоатацията. Анализите на текущата пазарна среда и прогнозите за регионалното търсене не са достатъчно условие за обосноваване на възможността за възстановяване на инвестициите. В тази връзка остава алтернативата за сключване на договори за изкупуване

на произведената електрическа енергия, но крайни клиенти със съизмеримо потребление на производството от два големи ядрени блока са твърде малко. По същия начин може да се посочи, че са рядкост търговците със съизмеримо портфолио от крайни клиенти.

В общия случай Държавата е един от малкото субекти, които могат да осигурят надеждна гаранция за пазарна реализация при структуриране на проект. Но в такъв случай при обосноваване на нуждата от държавно участие не следва да се излиза извън нуждите на националния пазар. С отчитане на дадените приоритети за развитие на БЕИ мощности не само у нас, но и в региона, прогнозите за необходими базови мощности, каквито са ядрените, са твърде внимателни и се ограничават до 1000 MW.

Например от разглежданите в рамките на работата на Комисия за енергиен преход към Консултативния съвет за Европейската зелена сделка [4] четири независими стратегически анализа два въобще не разглеждат алтернативата за нова ядрена мощност през следващите две десетилетия, а другите два допускат сценарии с нови ядрени мощности, но се препоръчва те да бъдат с по-ниска инсталирана мощност.

По-задълбочените анализи посочват, че при липса на ядрени мощности, за да се гарантира сигурността на доставките, са необходими нови парогазови централи, както и значително по-висок дял на БЕИ, но в комбинация с батерии и други технологии за системна интеграция. Изводът е, че оптималният микс след 2030 година следва да включва нова ядрена мощност с капацитет 500 до 1000 MW. Анализите обръщат внимание, че както ядрените мощности, така и мощностите за съхранение, наземните вятърни мощности и фотоволтаичните мощности ще се нуждаят от подкрепа, защото е необходимо да се постигне намалена рискова експозиция при финансиране на големи проекти.

Така препоръката за реализация на проект с единична мощност до 1000 MW намира подкрепа, поради нуждите на националния електроенергиен баланс. Въпреки това за реализацията на такъв проект са необходими мерки за намаляване на риска за пазарна реализация, което прави наложително обсъждането на възможностите за държавна подкрепа.

- Обосновката на държавното участие в ядрен проект

При обсъждане на темата за държавно участие в ядрен проект се отчита, че всички други алтернативи за производство на нискоемисионна електрическа енергия ползват финансова подкрепа, както и регулаторни преимущества.

Когато се обсъжда инвестиционен проект с участието на АЕЦ „Козлодуй“, задължително следва да се обоснове инициативата от гледна точка на държавното участие. Правилата на ЕС не забраняват такова участие, но изискват да бъде доказано, че по този начин се постигат важни за обществото цели и не се нарушава конкурентната пазарна среда.

В тази връзка е подходящо да се обсъди подходът, предложен в [5] за структуриране на ядрен проект в Полша. При него Държавата реализира проекта за нова АЕЦ, а впоследствие продава дялове на потребителите на електроенергия.

Създаденото дружество със специална цел (SPV) е контролирана от държавата компания. Първоначалният инвеститор организира целия инвестиционен процес, включително финансиране и поема всеки вид риск, който може да бъде ефективно управляван от правителството (политически, регулаторен, икономически и т.н.).

Първоначалният инвеститор продава своите дялове на потребителите на електроенергия (крайни инвеститори) в периода преди началото на експлоатацията. Оттам нататък те ползват електроенергията, в качеството си на собственици в централа, по производствени цени.

В периода между създаването на проектната компания и присъединяването към мрежата, първоначалният инвеститор постепенно продава своите дялове на потребителите на електроенергия (крайни инвеститори). Колкото по-близо е завършването на проекта, толкова по-малък е рискът за купувача. Това намира отражение в цената на акциите – тя е най-ниска в началото и най-висока точно преди присъединяването към мрежата, но все още привлекателна за потенциалните крайни инвеститори.

Това е модел на иницирана от Държавата публично-частна кооперация на крайни потребители. Енергийните компании също са възможни участници в собствеността, но това е по-скоро изключение. Този модел използва доказани механизми на подобни кооперативни модели, прилагани от полската промишлена мощност (автопроизводители), американските кооперации и финландският модел „Mankala“.

Малки модулни реактори (ММР)

Следва да се посочи, че проектите за малки модулни реактори в общия случай имат различна пазарна ниша и се планират в различен времеви хоризонт, спрямо обсъжданите алтернативи с голям ядрен блок. В този смисъл перспективата за работа по малки модулни реактори от IV-то поколение не противоречи на идеите за изграждане на нова ядрена мощност с доставеното оборудване, като това твърдение е валидно при работа по проект, ограничен само до изграждане на един нов ядрен блок 1000 MW.

Понастоящем има голямо разнообразие на пилотни разработки в категорията на малките модулни реактори [6]. Поради това, че все още липсва пазарен прототип, който да се разглежда в рамките на проект за реализация, на преден план излиза анализът на възможностите за участие в началната фаза за развитие на бъдещ пазарен продукт.

Участието във фазата на разработване на пазарен прототип на ядрена технология е съществено предизвикателство, но и съдържа възможности за научно и индустриално развитие. Сред предизвикателствата на първо място следва да се посочи необходимостта от изграждане на компетентност успоредно с развитието на проектната инициатива.

Формулата за развитие на пилотни проекти се основава на съвместна работа на екипа, носител на специализирано знание и патентни права от една страна, и на местна трансферираща научна или инженерна организация, от друга. На следващ етап се търси инвеститор, който впоследствие да управлява експлоатацията на съоръжението. У нас се обсъждат или има рамкови споразумения за работа по няколко различни типа малки модулни реактори, но все още липсва ясно ангажиране и съвместна работа по тях.

КАКВО Е НЕОБХОДИМО ЗА АКТИВИЗИРАНЕ НА ПРОЕКТ

Независимо че алтернативата за развитие на националната ядрена програма има широка публична подкрепа, реални действия в това направление липсват.

Тук са обсъдени три важни направления, по

които е задължително да се ускори работата на държавните институции.

Стратегия за управление на отработило ядрено гориво и радиоактивни отпадъци

Наличието на стратегия за управление на отработеното ядрено гориво и радиоактивните отпадъци, както и планове за изграждане на дълбоко геолошко хранилище за погребване на високоактивните отпадъци, е задължително условие за планиране на нова ядрена мощност. Въпреки че подготовка в това направление има още от 2019 година, България се бави с ангажиране и планиране на окончателно решение за задния край на ядрения цикъл.

Реализацията на проекти за погребване на високоактивните отпадъци в дълбоки геоложки формации обхващат дълъг период от десетки години и въпреки че у нас има подходящи условия и натрупан предварителен опит и знания, липсата на институционална активност задържа критично възможностите за планиране на нова ядрена мощност.

Стратегия за развитие на енергийния сектор

Освен че има законово изискване за разработване и актуализиране на енергийната стратегия, липсата на стратегическа визия за развитие е значителна пречка за осъществяване на инициативи в ядрената област.

За такъв тип инвестиции държавните дружества са обвързани пряко с решения и планове на собственика, т.е. на Държавата. В този смисъл националните стратегии са подходящите документи за обосноваване и първоначално обсъждане на визията за развитие.

В подкрепа на това становище следва да се посочи записът в Закона за държавния бюджет от юли 2022 година, който регламентира механизма за предоставяне на средства от държавните дружества за компенсация на потребители на свободен пазар. Изискването е държавните дружества да правят целеви вноски във Фонд „Сигурност на електроенергийната система“, като превеждат онази част от приходите си, която остава след покриване на разходите за производство, ремонт и инвестиции.

Така ако сега имаше утвърден план за работа по нова ядрена мощност, АЕЦ „Козлодуй“ щеше да има основания да задържа малка част от приходите си и да осъществява дейности, които имат високо значение за бъдещото гарантиране на доставките за нашия пазар.

Процедура за избор или инициатива на Държавата

В процедурата за изява на интерес от 2018 година участие взеха редица фирми с потенциал за разработване на ядрен проект. Министерството на енергетиката изпрати писма до компаниите от „краткия списък“, за да потвърдят подаването на обвързващи оферти и по-нататъшното участие в процедурата. Както информира енергийното министерство през 2019 година, фирмите от „краткия списък“ са Китайската национална ядрена корпорация (CNNC), „Атоменергопром“ АД, част от Росатом, Корейската хидро-ядрена корпорация, Фраматом САС, Франция и Дженерал Електрик, САЩ.

Вероятно част от участниците ще имат проблем да обосноват формата на финансиране и съвместната работа с наша държавна компания, с оглед на насоките на ОИСП [7] за корпоративното управление на държавните предприятия, но за фирми като Корейската хидро-ядрена корпорация, Фраматом САС и Дженерал Електрик, не би било проблем да развият конкретно предложение, било то за доизграждане на АЕЦ „Белене“ или за нов ядрен

блок на площадката на АЕЦ „Козлодуй“.

За ангажиране на Държавата за реализация на инвестиционен проект е необходимо решение на Народното събрание за одобрение на стратегическа рамка за секторно развитие или за одобрение на конкретна инвестиционна инициатива. И в двата случая е необходимо подготовка на доклад и детайлна обосновка от страна на министъра на енергетиката. През 2020 година за целите на подобно решение на Народното събрание, министърът на енергетиката възложи на АЕЦ „Козлодуй“ да разработи подробна обосновка, но по тях нямаше развитие. С оглед на съществено променената външна среда подготвените преди една година обосновки следва да се актуализират, за което отново се очаква инициатива от Министерство на енергетиката.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обсъждането на възможностите за развитие на ядрената енергетика у нас засега има по-скоро информационен характер, защото подобен тип големи проекти изискват ясно ангажиране на собственика на активите, като се отчитат ангажиментите за надеждно електрооснабдяване.

С оглед на перспективата за ограничаване на работата на въглищните централи в следващите 10 години, Министерството на енергетиката следва да обоснове пътищата за осигуряване на националния електроенергиен баланс, съгласно Закона за енергетиката.

Възможностите за реализация на проект за нова ядрена мощност с използване на доставеното оборудване вече са твърде ограничени и изискват неотложни действия от страна на Държавата.

Възможно е нашата ядрена програма да продължи със следващо поколение реактори, но отново е необходимо това ясно да бъде заявено и обосновано, което отново ни връща към въпроса за национална стратегия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] А.Иванов, Изграждане на един ядрен блок с реактор ВВЕР-1000 на площадката на АЕЦ „Козлодуй“: технически аспекти и държавни ангажименти, конференция на БЕМФ, Ядрената енергетика на либерализирани енергийни пазари, София, 2015
- [2] Изменение на Делегиран регламент (ЕС) 2021/2139 по отношение на икономическите дейности в някои сектори на енергетиката и на Делегиран регламент (ЕС) 2021/2178 по отношение на специфичното публично оповестяване на информация за тези икономически дейности, от 9 март 2022
- [3] The risk of completing Belene NPP, 2018, Prof. Dr. Yanko Yanev, Vienna International Nuclear Center Competence (Nuclear Energy Policy Risks and Market Risks are critical)
- [4] Комисия за енергиен преход към КСЕЗС - информация към някои от сценариите и енергийни модели, 14 юли 2022 (https://saveti.government.bg/web/cc_2002/1)
- [5] B. Horbaczewska, Ł. Sawicki, The SaHo Model for Nuclear Power, IAEA Virtual EventEVT1904634, 1-3 March 2022
- [6] Advances in Small Modular Reactor Technology Developments, IAEA, 2020 (<https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-power-for-the-future-new-iaea-publication-highlights-status-of-smr-development>)
- [7] OECD (2019) Guidelines on Corporate Governance of State-owned Enterprises, 2015 edition

ВОДОРОДНАТА ЕЛЕКТРОМОБИЛНОСТ В БЪЛГАРИЯ – РЕАЛИЗУЕМА МЕЧТА¹

Статия на проф. Дария Владикова - Институт по електрохимия и енергийни системи „Акад. Евгени Будевски“, Българска академия на науките

Ако трябва с няколко думи да охарактеризираме 20-век, бихме го нарекли векът на големите технологични открития, които за жалост заслепиха и окуражиха човечеството към нови технологични хоризонти, negliжирайки настъпващия дисбаланс на планетата, водещ до екологична катастрофа със сериозни последици.

И така, в разгара на този световен икономически бум, учените чуха обезпокоителния сигнал на природата. През 80-те години на 20-ти век започна да се говори за „озоновата дупка“, емисиите от въглероден диоксид, фините прахови частици и др. В генерален план вредите от настъпващите климатични промени са огромни. Обнадеждаващото е, че бързо е намерена формула, с която приближаващата екологична криза може да бъде предотвратена, а именно чрез **преход от въглеродна към водородна икономика**. Производството на водород обаче не може да започне бързо, защото реструктурирането на глобалната икономика чрез тотална промяна на енергетиката – гръбнакът на всяка икономика, е сложен технологичен и социален процес. Въвеждането на водородната икономика е свързано с разработването на нови технологии, финансово неконкурентни спрямо съществуващите. Те изискват допълнителни инвестиции, което е в противоречие с пазарните механизми. И тук идва ролята на институциите, на политиките, на стимулите, на образоваността и далновидността на хората, които трябва да проявят загриженост за бъдещето. Обществената система е силно инерциална, задвижването ѝ в дадена посока е бавно, но веднъж задвижена, тя работи с голямо ускорение. Днес навлизаме вече във фаза, когато количествените натрупвания дават качествен резултат и може да сме горди като европейци, че старият континент е лидер в глобалната политика на декарбонизация.

Европейският преход към водородна икономика официално стартира през 2004 г. с откриването на Европейската технологична платформа по водород и горивни клетки от тогавашния председател на Европейската комисия Романо Проди.

През 2008 г. бе структуриран първият Стратегически план за енергийни технологии на Европа (SET план). През същата година бе създадено и Съвместното предприятие „Горивни клетки и водород“ (СП ГКВ) като публично-частна инициатива между Европейската комисия, европейската индустрия и европейската наука с цел ускорено комерсиализиране на водородните технологии. От 2014 г. БАН е член на това съвместно предприятие. Въвеждането на водородната електромобилност е един от 3-те основни стълба в дейността на предприятието още от неговото създаване, като

този приоритет продължава и в новата водородна стратегия на ЕС [1].

За реализирането на ускорен преход към чиста и ефективна енергийна система през 2016 г. бе разработен енергийният пакет „Чиста енергия за всички европейци“ [2-4], който започна въвеждането на конкретни мерки и инструменти за обвързването на всяка държава-членка, в т.ч. и България, със своя собствена Рамкова програма, базирана на предложените мерки.

Днес в Европа се движат около 2000 леки автомобили и 300 автобуса, за което основна заслуга имат демонстрационните проекти на съвместното предприятие, започвайки през 2010 г. с 26 експериментални автобуса и съответната инфраструктура в 5 европейски държави в проекта CHIC [5]. Следват H2ME (2014 – 2020) с въвеждане в реална пазарна експлоатация на 1230 леки автомобили и микробуси и съответно на 20 зарядни станции [6]. В момента приключва JIVE 2 [7], който реализира 150 водородни автобуса в 7 европейски държави (Норвегия, Дания, Швеция, Холандия, Германия, Франция, Великобритания).

С новите политически инициативи на Европейската зелена сделка от 2020 г. енергийният пакет „Чиста енергия за всички европейци“ прерасна в най-амбициозната европейска програма за постигане на неутрална по отношение на климата икономика до 2050 г. [8].

Световната пандемия КОВИД 19 от март 2020 г. и последвалите икономически проблеми и несигурност показаха, че ЕС трябва да заложи на модерните иновативни технологии, за да се направи технологичният скок, който ще осигури по-нататъшен ефективен и икономически целесъобразен преход към водородна икономика.

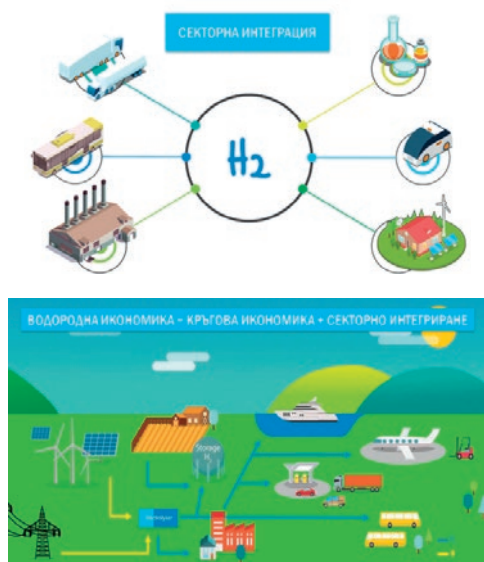
С тази цел на 8 юли 2020 г. по предложение на Европейската комисия беше приета „Стратегия за използването на водорода за неутрална по отношение на климата Европа“ [9], в която водородът се определя като „ключов приоритет за реализиране на Зелената сделка и прехода към чиста енергия“. Ключовият документ подпомага мащабното внедряване на водорода за постигане на амбициозните цели за климата – намаляване на емисиите на парникови газове с 55% до 2030 г., което означава, че делът на водорода в енергийния микс на Европа ще нарасне от сегашните под 2% на 13-14% до 2040 г. Прогнозното производство през 2030 г. е 2 x 40 GW (40 GW капацитет на територията на ЕС и още толкова – внос. Войната в Украйна постави ново предизвикателство – енергийната независимост на Европа, която засили ролята на водорода. В последната Европейска програма REPowerEU (от май 2022 г.), Европа трябва да

1. Статията се базира на аналитичния доклад „Водородната електромобилност в България – реализуема мечта“ от Дария Владикова, Благой Бурдин и Гертана Райкова от Института по електрохимия и енергийни системи „Акад. Евгени Будевски“, Българска академия на науките

осигури над 100 GW собствен електролизьорен капацитет. Европейските компании производителки на електролизьори приеха предизвикателството, подписвайки общ меморандум.

За последните 10 години много от водородните технологии достигнаха комерсиално ниво на технологична зрялост, т.е. те излизат на пазара, но все още не могат да бъдат конкурентоспособни на съществуващите енергийни технологии, които са развивани през последните 100 години и са утвърдени с традиционна широко разпространена инфраструктура. Нужни са още усилия, нужна е и финансова подкрепа, за което бяха създадени финансовите инструменти на Европейския план за възстановяване и устойчивост [10].

Въвеждането на водородната електромобилност в секторна интеграция **фиг. 1**, засягаща електропроизводство и индустрия, може да осигури устойчив преход към използването на възобновяеми енергийни източници (ВЕИ) и съответно ограничаване на вредните емисии в атмосферата, тъй като транспортът създава над една четвърт от емисиите на парникови газове, при това се забелязва стабилна тенденция за нарастването им.



Фигура 1. – Схематично представяне на водородната икономика и нейното секторно интегриране.

Технологията е подходяща за големи превозни средства: автобуси, товарни автомобили, влакове в близка перспектива, морски транспорт и авиация – в по-дългосрочен план. Анализ, базиран на интересите на Европейските региони [11], както и националните рамкови програми за алтернативни горива, показват, че технологиите са разработени, интерес има, но все още няма достатъчна продукция, което е причина за по-високите цени, независимо че през последните 2 години те са спаднали с близо 50 %. До 2025 г. се очаква електромобилността на база водород да поеме 0,3 - 0,4 % от общия брой превозни средства, а разрастването на зарядната инфраструктура в Европа да достигне 820-840 станции, обслужващи около 1 млн. превозни средства. Прогнозите за 2030 г. в глобален аспект са за 2,5 млн. водородни електромобили, след което ще започне един много бърз и масов преход към водородна електромобилност.

Мерките за въвеждане на водородна електромобилност са насочени в няколко направления:

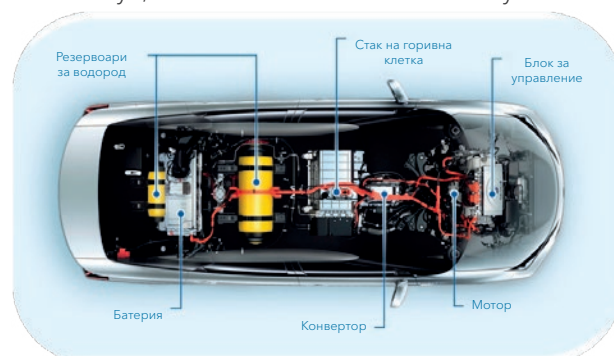
технологично развитие, мащабни демонстрационни проекти, законодателни инициативи и координирани действия, които ангажират националните политики чрез разработването на Национални рамкови програми. От 2016 г. се наблюдава динамично актуализиране на европейските директиви, касаещи транспортния сектор, като се поставят сериозни ограничения по отношение на емисиите по категории транспортни средства и държави и изисквания за мобилност с нулеви емисии, която зеленият водород може да осигури.

ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ НА ВОДОРОДНИЯ ЕЛЕКТРОМОБИЛ

Когато говорим за водородни автомобили, трябва да имаме предвид, че става въпрос за водородни електромобили (**Фиг. 2**). Те работят на водород, който, заедно с кислорода от въздуха, захранва горивната клетка (**Фиг. 3**). На практика електромобилът работи с батерия от единични горивни клетки, т.нар. стак (**Фиг. 3а**), но е възприето да се използва терминът „горивна клетка“. Единичният елемент на горивна клетка (**Фиг. 3б**) е с дебелина около 300 микрона.

За водородна електромобилност се използват т.нар. ПЕМ горивни клетки (горивни клетки с полимерна мембрана). Те работят при ниски температури (80°C) и използват платинови катализатори за протичане на окислително-редукционните процеси, които генерират електрически ток за задвижване на електродвигателя. Вече има много успешни разработки, които заменят платиновите катализатори с неплатинови, което ще доведе до намаляване цената на ПЕМ горивните клетки. Горивните клетки произвеждат електрически ток чрез електрохимична реакция, при която продуктът на реакцията е чиста дестилирана вода. Произведената електроенергия задвижва електродвигателя. Тъй като горивната клетка работи при постоянен режим, всички допълнителни натоварвания (при стартиране, изкачване по наклони, големи ускорения и т.н.), се поемат от батерията, която се захранва от горивната клетка при лек режим на работа (спускане надолу) и от рекуперация на енергия при спиране.

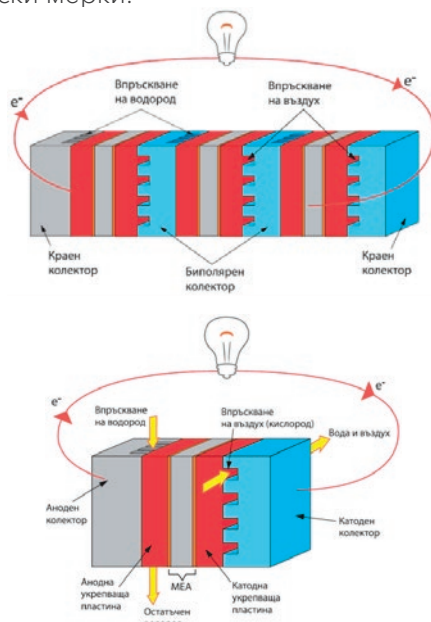
Основните предимства на водородните електрически превозни средства са - възможност да работят изцяло с нулеви емисии (при работа със зелен водород), пробег с едно зареждане, подобен на този при двигателя в вътрешно горене (за леки автомобили – 600÷700 км), време на зареждане – 3 минути за лек автомобил и 10 минути за автобус, както и че са напълно безшумни.



Фигура 2. – Основни компоненти на водороден електромобил

Водородните електромобили комбинират позитивите на батерийните електрически превозни средства и тези на моторните превозни средства с двигател с вътрешно горене.

Недостатъците им са свързани с все още висока цена, липса на зарядна инфраструктура, липса на масово производство, все още слаба нормативна база (особено в някои държави като България). Обнадеждаващото е, че това са преодолими бариери, за които в момента се взимат общоевропейски мерки.



Фигура 3. – ПЕМ горивна клетка: а) стак; б) единична клетка

Таблица 1. – Прогнози за въвеждане на водородна електромобилност в Европа през 2030 г. по данни от НРП

№	Вид транспортно средство/ВЗС	Брой 2020 г.	Брой 2030 г.
1.	Леки автомобили	2000	1 235 000
2.	Автобуси	300	5200
3.	Товарни автомобили	40	45 000
4.	Влакове	3	53
5.	Кораби	20	584
6.	Зарядни станции	150	62300



Фигура 4. – Прогнозен брой зарядни станции в Европа през 2025 г. въз основа на данни от НРП на страните-членки

РАЗВИТИЕ НА ВОДОРОДНАТА ЕЛЕКТРОМОБИЛНОСТ В ЕВРОПА И БЪЛГАРИЯ

Оценка на ЕК, базирана на данните на Националната рамка за политика за развитието на пазара на алтернативни горива в транспорта (НРП) [12] на държавите членки показва, че през 2025 г. делът на водородния електротранспорт ще бъде между 0,3 и 0,4% от общия европейски транспорт. Планираните водородни зарядни станции са между 820 и 840 (Фиг. 4). Те трябва да обслужват между 0,9 и 1,1 млн. водородни превозни средства. Данните бяха актуализирани през 2019 г., като всяка държава-членка бе задължена да предостави Национален доклад в изпълнение на разпоредбите на чл. 10, параграф 1 от директива 2014/94/ЕС на Европейския парламент и на съвета от 22 октомври 2014 г. за разгръщането на инфраструктура за алтернативни горива с прогнозни данни до 2030 за въвеждането на водороден транспорт и инфраструктура както по видове, така и като инвестиции. Прогнозните данни са дадени в Таблица 1.

Европейската Зелена сделка и амбициите за намаляване на емисиите с 55% до 2030 г. вероятно ще направят програмата още по-амбициозна, което налага мобилизация на всички ресурси за много рязко повишаване на производствения капацитет и търсене на нови решения като ретро-фитинга, тъй като в момента възможностите за производство са много по-ниски от очертаващото се търсене.

България бе една от първите 14 държави-членки, която прие официално водорода като алтернативно гориво чрез Националната рамка за политика за развитието на пазара на алтернативни горива в транспортния сектор и за разгръщането на съответната инфраструктура, одобрена от Министерския съвет през 2017 г. и изменена през 2018 г. Нейната цел е създаването на благоприятна среда за по-широко прилагане на алтернативни горива и задвижвания в сектора на транспорта и постигането на условия, сравними в областта с други развити страни от Европейския съюз.

В България все още няма водородна електро-мобилност, но съществуват добри предпоставки за въвеждането ѝ в транспорта, базирани на:

- Силна и дефрагментирана наука, която осигурява необходимата изследователска и развойна дейност;
- Начало на национални инвестиции в научната инфраструктура и демонстрационни проекти;
- Увеличаване на интереса от страна на индустриалния сектор;
- Обединение на национални и регионални усилия в съчетание с новопоявяващи се бизнес интереси;
- Повишена политическа информираност, за което през последните месеци тласък даде Зелената сделка [2] и особено Европейския план за възстановяване [13], както и Европейската водородна стратегия [9]. В тази посока има какво още да се желае както на високо политическо ниво, така и в държавната администрация.

Първият Национален доклад, който страната ни представи в началото на 2020 г., на практика създаде реалистична национална рамка за въвеждането на водорода в транспортния сектор за периода 2020-2030, каквито бяха и изискванията към документа. България последва примера на другите европейските държави от последните месеци и спешно се готви да приеме своя национална водородна концепция, в която един от приоритетите ще бъде водородният транспорт, за който на практика вече има консолидирана и приета програма.

През ноември 2019 г. на България бе предоставена възможност да се включи в проекта JIVE 2 на Съвместното предприятие „Горивни клетки и водород“ (СПГКВ) и да закупи 5 водородни автобуса на цена, съизмерима с тази на електрическите автобуси. Така страната ни щеше първа в региона да въведе водородна електро-мобилност. За жалост тази възможност не беше реализирана в рамките на приоритетна ос 5 „Подобряване на качеството на атмосферния въздух“ на ОП „Околна среда“ поради две основни причини, свързани с ниското ниво на осведоменост и неподготвеност

на държавната администрация по отношение на водородния транспорт, който все още не се възприема като електротранспорт и нахлуването на пандемията, която тотално блокира възможностите за адекватни промени в терминологията на документите на Оперативна програма „Околна среда“. Тази нереализирана възможност има и положителен ефект – тя повиши бързо информираността и интереса към водородната електро-мобилност и пътищата за реализирането ѝ. Три общини в България се активираха и изявиха интерес към закупуването на петте водородни автобуса. Те се подготвят за новия програмен период с амбицията да въведат както батерийна, така и водородна електро-мобилност с нулеви емисии. Това налага адекватна реакция и от страна на органите, които са отговорни за подготовката на оперативните програми и другите документи, които проправят пътя за реализиране политиките на Зелена икономика.

АНГАЖИМЕНТИ НА БЪЛГАРИЯ ЗА ВЪВЕЖДАНЕ НА ВОДОРОДНА ЕЛЕКТРОМОБИЛНОСТ СЪГЛАСНО НАЦИОНАЛНА РАМКА ЗА ПОЛИТИКА ЗА РАЗВИТИЕТО НА ПАЗАРА НА АЛТЕРНАТИВНИ ГОРИВА В ТРАНСПОРТНИЯ СЕКТОР И ЗА РАЗГРЪЩАНЕТО НА СЪОТВЕТНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

България е поела ангажимент до 2025 г. да бъдат регистрирани 120 водородни електрически превозни средства и да започнат да функционират 5 зарядни станции, едната от които – подвижна. До 2030 г. броят им трябва да нарасне съответно с още 599 транспортни средства и 14 зарядни станции. Прогнозното разпределение по типове водородни превозни средства е представено в Таблица 2.

Таблица 2. – Прогнози за разпространение на електрически превозни средства, задвижвани с водород до 2030 г.

Тип транспорт	Транспортно средство	2025 г.	2030 г.	Общо 2030 г.
Пътен	Двуколесни превозни средства	10	40	50
	Леки автомобили	20	100	120
	Леки търговски превозни средства	10	50	60
	Тежкотоварни търговски превозни средства	0	5	5
	Градски и туристически автобуси	80	400	480
	Общо	120	595	715
Воден	Речни кораби	1	1	2
	Морски кораби		1	1
	Общо	1	2	3
Релсов	Локомотиви		2	2
Общо		122	599	721

В момента в България няма централизирано производство на водород, нито инфраструктура на водородни зарядни станции, поради което прогнозното планиране на водородните зарядни станции както по местоположение, така и по

тип и капацитет, ще претърпи промени с цел повишаване на ефективността и намаляване на себестойността. Предвижда се първите зарядни станции да произвеждат на място водород чрез електролиза с енергия от ВЕИ. По-големият ка-

пацитет на електролизаторите понижава тяхната себестойност, но при положение, че се осигури консумацията, което налага паралелно изграждане на транспортния парк и инфраструктурата при предварителни разчети за Общата цена на притежание (ОЦП), в т.ч. при поетапно нарастване на консумацията. Вариантът с производство на водород на място е по-скъп като начална инвестиция. Очаква се обаче към 2025 г. да има централизирано производство с акцент за индустриални цели и производство на електроенергия. Това ще промени типа на зарядните станции, в които водородът ще се доставя отвън, като този процес ще зависи от сроковете за изграждане на централизираното производство. Така например Община Бургас съвместно с ЛУКОИЛ проектира въвеждането на мащабно производство на зелен водород за рафинерията, като част от него ще се използва за градския водороден електротранспорт. По първоначални данни до 2023 г. ще бъде изградена инсталация за поне 7 MW електролиза, като за транспорта в Бургас са предвидени 300 т/година водород, които могат да захранват парк от около 40 водородни градски автобуса. Стара Загора, която е член на европейската платформа „Водородни долини“, също планира да получава зелен водород за градския транспорт от бъдещия водороден хъб в района на Марица изток.

В предстоящото актуализиране на Директива 94/2014/ЕС[14] се предвижда водородните зарядни станции да са разположени на разстояние една от друга 120 км, преференциално по TEN-T коридорите. Прогнозното им разположение съгласно водородната пътна карта на Министерството на транспорта информационните технологии и съобщенията за момента е до 2025 г. водородни зарядни станции да има в София, Стара Загора, Бургас, Русе, както и една подвижна демонстрационна станция, планивана да бъде разработена до 2022 година в Центъра по върхови постижения ХИТМОБИЛ, финансиран по ОП „Наука и образование“ за интелигентен растеж“.

Една от нишите за водороден транспорт, която силно ще се разрасне, е международният превоз с товарни автомобили, където България има силни позиции. Това ще наложи осигуряване на съответната национална инфраструктура и построяване на зарядни станции по магистралите, което е предвидено за периода след 2025 г., но във връзка с ускореното въвеждане на водородна електромобилност в тежкотоварния транспорт, този процес може да започне и по-рано. За периода 2025-2030 г. е предвидено изграждане на нови водородни зарядни станции в София (3 станции, едната на Околовръстно шосе), Пловдив, Стара Загора (на магистралата), Благоевград (на магистралата), Бургас (на магистралата), Варна, Видин, Плевен, В. Търново, Кулата, Свиленград. Тъй като в зависимост от типа на превозното средство се използва различно налягане, а компресията до по-високо налягане е по-скъпа, трябва също така да се прецени къде и кога да се постави колонка за зареждане на 700 бара.

За момента се очертават два подхода за въвеждане на водородна електромобилност в България: чрез директно закупуване на водородни транспортни средства и инфраструктура за зареждане и чрез ретро-фитинг (конверсия).

Предвижда се въвеждането на водородния електротранспорт да започне от градския автобусен транспорт, за който отговарят общините. Този

подход е икономически по-целесъобразен поради възможността за по-мащабно стартиране с голям брой транспортни средства и по-голяма зарядна инфраструктура с висок процент на регламентирана използваемост.

За момента в България 4 общини проявяват интерес към въвеждане на водороден автобусен транспорт: София, Стара Загора Бургас и Русе. Софийска община и Община Русе спечелиха проекти по програмата на съвместното предприятие „Горивни клетки и водород“ за подпомагане изготвянето на проекти за въвеждане на водородни технологии в общини и региони, касаещи изграждане на автобусна инфраструктура и ретро-фитинг съответно на тролейбуси и кораб-влекач, в т.ч. обучение за използване на Европейски финансови механизми. Другите общини също се включват в това обучение, което би довело до съвместна подготовка на обществена поръчка за автобусна инфраструктура. Тази възможност за изграждането на национална транспортна инфраструктура може да бъде един от зрелите национални инвестиционни (flagsheet) проекти в областта на транспорта и да се комбинира с TEN-T и TEN-E коридорите. София се подготвя за 30 автобуса и 30 тролейбуса с хибриден удължител на пробега горивна клетка/батерия, Русе ще комбинира зарядна инфраструктура за кораба с въвеждането на 15 водородни автобуса. Очаква са Стара Загора и Бургас също да разширят градския си транспорт с по 20 водородни автобуса с нулеви емисии, използващи зелен водород. Инициативата на общините заслужава да срещне национална подкрепа, която ще осигури изпълнението на ангажиментите по НРП за 2025 г. Не бива да се пренебрегва отличната възможност която предоставя Програмата за възстановяване и устойчивост. В замяна експлоатацията на водородна транспортна инфраструктура от 120 автобуса ще спести отделянето на над 10000 т/г. CO₂, ще въведе в транспортния сектор 58 GWh/г. възобновяема енергия и ще създаде около 400 нови работни места.

Преходът към въглеродна неутралност изисква мащабни внедрявания, за които както на европейско, така и на световно ниво все още няма достатъчна технологична база и финансови ресурси. Ето защо ретро-фитингът се превръща в перспективна ниша за локално преоборудване на съществуващи тежкотоварни транспортни средства в такива с водородно задвижване. За да се осъществи това е необходимо (1) изграждане на експертиза на национално ниво за преоборудване на съществуващи транспортни средства; (2) обучение на необходимия технически персонал; (3) демонстриране на тези технологии сред обществеността с цел тяхното разпознаване и възприемане.

За България и по-специално за общините по река Дунав се очертава още една перспективна ниша за ретро-фитинг – водният транспорт. От няколко години Дунавският транспортен коридор е европейски приоритет, но с разработването на Европейската водородна стратегия, както и стратегиите на Германия [15] и Австрия, ролята на водородния транспорт по реката нараства. Следвайки философията на Зелената сделка, европейските държави се обединяват за единни действия, за да може да се използва потенциалът на всяка държава – едни региони имат условия да произвеждат възобновяема енергия, други са по-напред с технологиите за производство на водород от нея, а трети имат нужда от този водород. Общоевропейската форма, която в

момента се предлага, са т.нар. „важни проекти от общоевропейски интерес (ВПОИ), един от които - Green Hydrogen and Blue Danube [16] касае TEN-T коридора по река Дунав. Предвижда се той да се използва за транспорт на произвеждания в Югоизточна Европа (България, Румъния, Украйна) зелен водород с кораби за Австрия и Германия. За момента са планирани 40 кораба.

Участието на Община Русе в програмата на Съвместно предприятие „Горивни клетки и водород“, за подпомагане изготвянето на проект за ретро-фитинг на кораб-влекач, ще повиши регионалната експертиза и ще осигури силни позиции на България за участие във ВПОИ „Green Hydrogen & Blue Danube“. В рамките на тази подготовка се структурира и консорциум, в който участват наука и бизнес, тъй като задачата на проекта е иновативна и високо технологична.

АНАЛИЗ НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ ЗА ВЪВЕЖДАНЕТО НА ВОДОРОДНА ЕЛЕКТРОМОБИЛНОСТ В БЪЛГАРИЯ, ПОТЕНЦИАЛНИ БАРИЕРИ И ПОДХОДИ ЗА ОТСТРАНЯВАНЕТО ИМ

България прие водорода като алтернативно гориво още през 2017 г. с Националната рамка за политика за развитието на пазара на алтернативни горива в транспортния сектор НРП [12], актуализирана в началото на 2020 г. През септември 2020 г. трябваше да бъде представен план за изграждане на инфраструктура от водородни зарядни станции, в резултат на което на практика беше разработена Пътна карта до 2030 г. Първият български документ, свързан с водородните технологии – Наредбата за водородните зарядни станции, отново касае водородния транспорт. Първият национален демонстрационен проект по водород, финансиран от МОН, който е насочен към национално производство, е отново свързан с транспорта, при това темата ретро-фитинг става авангардна на европейско ниво. Откриват се и възможности за български фирми да участват във веригата на стойността. България няма автомобилостроене, но тя е специализирана в разработване и производство на компоненти за тази индустрия. Експертизата в областта на електродвигателите може да намери добра почва във водородната електромобилност. По отношение на публичната ангажираност, отново оценката е много висока. Четири общини се готвят сериозно за новото предизвикателство, което осигурява транспорт с нулеви емисии, демонстрирайки добри познания, осведоменост по отношение на политиките и технологиите и работейки с научната общност и местната индустрия, което е сериозна предпоставка за успех. Основните принципни трудности са от финансов характер, но Европейската програма на Зелената сделка и механизмите за нейното реализиране осигуряват силни финансови механизми.

Какви са все пак опасностите от провали в изпълнението на тази амбициозна програма: за щастие те са предимно от субективен характер, което не ги омаловажава, но дава по-големи шансове за елиминирането им. Те идват от все още забавеното приемане от страна на изпълнителната власт на ключовия за програмата за въглеродно неутрална Европа приоритет – изграждането на

водородна икономика, т.е. секторно интегриране на водородните технологии.

В заключение – водородът не е единственият подход към декарбонизация, но той осигурява възможността за мащабна интеграция на възобновяемите източници, от което в момента се нуждаем. Днес водородът се радва на едно обновено и бързо нарастващо внимание в Европа и по света, което трябва да намери разумен и адекватен отклик и в България. Неговото универсално приложение – като суровина, като гориво или енергиен носител, който осигурява съхранение на възобновяема енергия и нулеви емисии при използването му, го прави незаменим съюзник за постигане на въглеродно неутралитет до 2050 г. при осигуряване на секторно интегриране, което е предпоставка за изграждането на водородна икономика до края на 21-ви век. Затова 21 век бе обявен за век на водородна икономика, защото преобразуването и съхранението на енергия като възобновяем газ осигурява лесното ѝ преразпределение между секторите и регионите, т.е. осигурява условия за декарбонизация на сегменти в енергетиката, транспорта, сградния фонд и промишлеността и същевременно служи като буфер за възобновяеми енергийни източници. Едно от приоритетните в момента направления за въвеждането му в икономиката, е транспортният сектор, за който ЕК разработи Стратегия за устойчива и интелигентна мобилност [17].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Стратегия за използването на водорода за неутрална по отношение на климата Европа, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN>
- [2] Clean Energy For All Europeans, COM(2016) 860 final, Brussels, 30.11.2016, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0860&from=EN>
- [3] ANNEX: Accelerating clean energy in building to COM(2016) 860 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0860&from=EN>
- [4] ANNEX: Action to boost the clean energy transition to COM(2016) 860 final <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52016DC0860&from=EN>
- [5] FCH JU Project CHIC, <https://www.fch.europa.eu/press-releases/fch-ju-project-chic-demonstrates-fce-buses-already-acts-decarbonisation-process>
- [6] FCH JU Project Hydrogen Mobility Europe (H2ME), <https://h2me.eu/>
- [7] FCH JU Project Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe (JIVE 2) <https://www.fuelcellbuses.eu/projects/jive-2>
- [8] The European Green Deal, COM(2019) 640 final, Brussels, 11.12.2019, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>
- [9] Стратегия за използването на водорода за неутрална по отношение на климата Европа, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=EN>
- [10] Европейски план за възстановяване и устойчивост, SWD(2020) 205 final, https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/3_en_document_travail_service_part1_v3_en_0.pdf
- [11] Fuel Cells and Hydrogen for Green Energy in European Cities and Regions, <https://www.fch.europa.eu/publications/fuel-cells-and-hydrogen-green-energy-european-cities-and-regions>
- [12] Национална рамка за политика за развитието на пазара на алтернативни горива в транспортния сектор и за разгръщането на съответната инфраструктура, <https://www.mticg.government.bg/bg/category/280/nacionalna-ramka-za-politika-za-razvitiето-na-pazara-na-alternativni-goriva-v-transportniya-sektor-i-za-razgrushtaneto-na-suotvetnata-infrastruktura>
- [13] Recovery plan for Europe, https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en
- [14] ДИРЕКТИВА 2014/94/ЕС НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА от 22 октомври 2014 година за разгръщането на инфраструктура за алтернативни горива <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=EN>
- [15] The National Hydrogen Strategy, <https://www.bmwj.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.html>
- [16] IPCEI Green Hydrogen @ Blue Danube. https://static1.squarespace.com/static/5d3f0387728026000121b2a2/t/5dbfe6477d73c16ddb6d2c5e/1572857419557/2019.10.09+H2+for+CA_Blue+Danube_final.pdf
- [17] Стратегия за устойчива и интелигентна мобилност, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0022.02/DOC_1&format=PDF

ВОДОРОДНА ЗАРЯДНА ИНФРАСТРУКТУРА – ЗАДЪЛЖИТЕЛНА ПЪРВА СЪПКА ЗА ВОДОРОДНА МОБИЛНОСТ

гл.ас. д-р Благой Бурдин

Институт по електрохимия и енергийни системи - Българската академия на науките

Изменението на климата и нарушаването на екосистемите е възприето като заплаха пред Европа и света. За преодоляване на тези предизвикателства Европейският съюз (ЕС) приема за цел достигане на климатична и ресурсна неутралност при нулеви нетни емисии на парникови газове до 2050 г. Емисиите, които не могат да бъдат елиминирани до 2050 г., ще трябва да бъдат компенсирани чрез естествено поглъщане, например от гори, както и чрез технологиите за улавяне и съхранение на въглероден двуокис. Междинната цел за този преход е към 2030 г. ЕС да намали нетните емисии на парникови газове с най-малко 55 % спрямо приетите за сравнение нива от 1990 г. Международното положение и смущенията на световния енергиен пазар, водещи и до появата на физически недостиг на енергия, доведе до необходимост от ускоряване на вече доста амбициозния план за енергиен преход и увеличаване на енергийната независимост на Европа. За целта Европейската комисия представи плана „REPowerEU“, чиито основни стълбове са в посока икономия на енергия, производство на възобновяема енергия и диверсифициране на енергийните доставки. Изключително амбициозните цели за 2050 г. представляват сериозно предизвикателство пред ЕС, но на практика още по-голямо пред България. Достигането им ще изисква на практика почти пълна енергийна трансформация във всички сектори, както и замяна на голяма част от съществуващата инфраструктура с нова.

Отказът от изкопаеми горива и преминаването към възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) ще изисква все по-голям процент електрификация в крайното енергийно потребление. Предвид волатилния характер на производството на енергия от ВЕИ и техния нисък коефициент на годишна използваемост, особено нисък при фотоволтаичните централи, се поставят на първо място въпросите, свързани с осигуряването на устойчивост на енергийната система и сигурността на енергийните доставки. При насищане на енергийната система с ВЕИ, гарантирането им ще изисква осигуряване на сезонен и дори годишен баланс на енергия – въпроси, които на този етап все още нямат икономически издържан отговор. Предизвикателствата стоят пред всички сектори в България. Въпреки че в обществените дискусии не е достатъчно видно, то едни от основните

предизвикателства са свързани с транспортния сектор. Основните фактори за това са няколко:

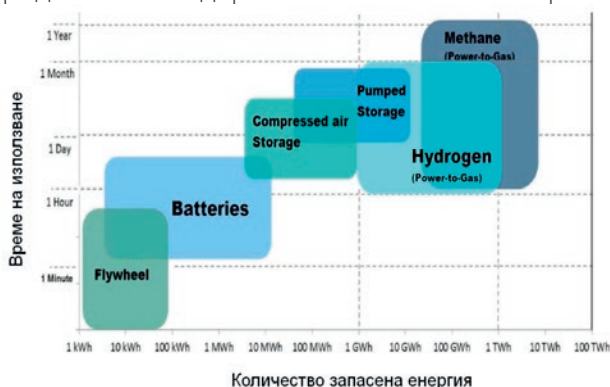
- Сектор транспорт е секторът с най-високо крайно енергийно потребление в България – по данни на Националния статистически институт за 2020 година то се равнява на 3 215,3 хил. т н.е. или приблизително на 37,4 TWh. От тях само 9,1 % са възобновяема енергия, основно базирана на биогорива. В енергиен аспект до 2050 г. трябва да бъдат заменени течни и газообразни изкопаеми горива, използвани от транспорта в България, с еквивалент повече от 1,5 пъти производството на електроенергия от въглищните ни централи, които също би следвало да бъдат заменени с енергия от ВЕИ – последното само по себе си считано на този етап за непреодолимо висока цел до средата на века. Очакваното намаление на енергийната консумация в транспорта с поне 30 % поради по-високата енергийна ефективност на електрическите превозни средства практически не променя сложността на проблема, пред който сме изправени;
- За да бъде насочена към сектор транспорт, ВЕИ енергията първо трябва да бъде произведена в достатъчен мащаб. Електрическата енергия, произведена от ВЕИ в България като дял от брутното потребление на електрическа енергия за 2020г., отново по данни от Националния статистически институт, се равнява на близо 24%. Наред с необходимото значително увеличаване на производството на ВЕИ енергия за вече електрифицираните крайни потребители и все още недостатъчно реални проекти за достигане на целите към 2030г., тепърва ще трябва да бъде произведена и ВЕИ енергия в по-големи мащаби за замяна на изкопаемите горива в транспорта;
- Автопаркът в България, представляващ над 3,5 млн. автомобили, трябва да бъде почти изцяло обновен с нови задвижващи системи до 2050 г. със скорост над 150 хил. автомобили на година. На този етап това изглежда невъзможно, тъй като от една страна пазарът на нови автомобили е около 30 хил. на година, а от друга – все още липсват употребявани електрически автомобили на ниска цена и в достатъчен мащаб, за да бъде достигната необходимата скорост на замяна на автомобилния парк. В нито една прогноза или стратегически

документ в България не се вижда подобна скорост, което поставя под силно съмнение постигането на целите в сектор транспорт към 2050 г.;

- Замяната на източниците на енергия за транспорта ще изисква изграждане на почти изцяло нова инфраструктура за зареждане на транспортните средства, която трябва да бъде оптимално проектирана и изградена, за което ще трябват също инвестиции в огромен мащаб;
- Поради неравномерното производство на енергия от ВЕИ, необходимостта от гарантиране сигурността на доставките на енергия за транспорта ще изисква допълнителни големи системи за баланс и съхранение на енергия;
- И може би последно, но не и по важност, изключително слабо дискутираният както в публичното пространство, така и в експертните среди въпрос – как при един силно електрифициран сектор транспорт ще бъде осигурен 60-90-дневен запас на горива? При посоченото по-горе енергийно потребление това означава запасяване на горива/енергия с енергиен еквивалент в TWh-ов мащаб, при това не само енергия, която да бъде запасена под някаква форма и при необходимост да бъде преобразувана в електрическа, а и енергия, която да може лесно и директно да бъде насочвана към транспортните средства.

Така описани предизвикателствата изглеждат силно демотивиращи и обезсърчаващи. Но тъй като настоящата ситуация показва колко е важна енергийната независимост на България, а от друга страна и самото име на невъзобновяемите енергийни източници показва тяхното изчерпване и/или силен недостиг в даден момент, то по-скоро сериозните предизвикателства трябва да бъдат разглеждани като много силен мотив за ускоряване на енергийния преход и трансформация на необходимите сектори на икономиката на страната, в т.ч. и транспорта.

За да се даде отговор или поне посока как да бъде организиран преходът в сектор транспорт, е необходимо стратегически да се оценят наличните технологии, в какво съотношение и как да бъдат приложени. На **фиг. 1** са показани основните технологии за запасяване на енергия [1]. Видно е, че в TWh-ов мащаб, необходим за осигуряване на сезонен баланс на ВЕИ енергията, както и за осигуряване на резерв на горива за критични ситуации, са позиционирани единствено водородът и негови деривати – синтетичните горива.

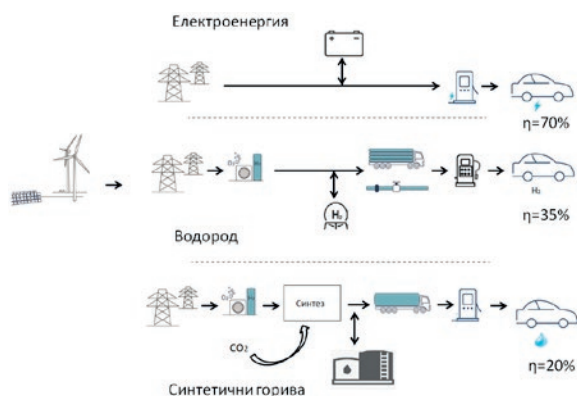


Фигура 1. – Технологии за запасяване на енергия

Отговорът, обаче, не е еднозначен или с други думи водородът и синтетичните горива не са единственото решение, което трябва да се прилага самостоятелно. В повече дълбочина и в паралел трябва да бъдат разгледани и въпросите, свързани с енергийната ефективност по цялата верига от производството на ВЕИ енергия до задвижване на транспортното средство, както и необходимата нова инфраструктура за доставяне на тази енергия. На **фиг. 2** са показани схематично основните начини за доставяне на ВЕИ енергия за транспорта.

Директната електрификация и използването на батерийни електромобили е начинът за доставяне на ВЕИ енергия с най-висока енергийна ефективност – около 70% от нейното производство до образно казано колелата на автомобила. Но този път на енергията е свързан със следното основно предизвикателство – осигуряване на баланс между производство на енергия и нейното зареждане на транспортното средство, което при насищане с електрически автомобили на транспортния сектор в България ще изисква GWh-ов или дори TWh-ов мащаб на системите за съхранение. Също така на пръв поглед не е необходимо мащабно изграждане на много нова инфраструктура, но противно на очакваното зарядната инфраструктура не се свежда до нова зарядна точка или допълнителен контакт в дома или офиса. За да се отговори на необходимия мащаб на електрификация в транспорта, ще са необходими огромни инвестиции в разширяване на електропреносните и електроразпределителните мрежи, както и в системите за сезонно запасяване на енергия.

Необходимостта от тези системи, както и на практика единствените възможни начини за запасяване на такова количество енергия под формата на водород и синтетични горива обуславя и другите два начина за захранване на транспорта. При бъдещо наличие на сезонни складове за сезонно съхранение на енергия под формата на водород, вместо той да бъде преобразуван в електрическа енергия, водородът може директно да бъде използван за гориво в транспорта. По този начин се решават голяма част от въпросите, свързани с балансиране на енергия от ВЕИ, както и тези свързани с времето за зареждане на транспортното средство. За реализиране на този подход обаче се изисква изграждане на изцяло нова водородна инфраструктура, но в допълнение и загубите от преобразуване на енергия ще са по-големи в сравнение с директната електрификация. В случая само 35% от наличната в началото енергия ще се използва за задвижване на транспортното средство. При синтетичните горива загубата на енергия е още по-голяма – до 80% от наличната в началото, но при този подход голяма част от наличната инфраструктура и конвенционални транспортни средства могат да бъдат използвани, а възможностите за сезонно запасяване на енергия на ниска цена са значително по-големи. Също така синтетичните горива могат да осигурят лесно резерв на горива за транспорта, необходим за критични ситуации, например към отделни региони при наличие на бедствия или аварии.



Фигура 2. – Схематично изображение на основните възможни пътища за използване на възобновяема енергия в транспорта

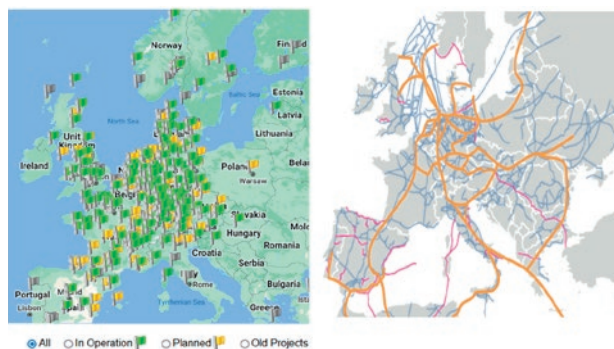
Очевидно, в противовес на по-ниската енергийна ефективност при водорода и синтетичните горива, е възможността за балансиране на енергия в голям мащаб. По отношение на баланса по мощност също – за да се отговори на желанието и необходимостта на крайните потребители за ниско време за зареждане на автомобила, се изисква неминуемо висока мощност на зареждане. На **фиг. 3** е показано сравнение на мощностите на зареждане на транспортното средство в зависимост от използвания енергиен носител. За сравнение с начините за зареждане на батерийни електромобили – постояннотокови (DC) или променливотокови (AC), са използвани данните за скорост за зареждане на газообразен водород – съгласно стандарт SAE J2601 [2] и техническа информация за скоростта на зареждане на зарядни колонки за компресиран природен газ [3] и дизелово гориво [4]. Синтетичното гориво от своя страна може да използва наличната зарядна инфраструктура, при което времето за зареждане ще бъде същото и на практика за крайния потребител няма да има никаква разлика в начина на зареждане и използване на транспортното средство, захранвано със синтетично гориво. Очевидно от фигурата, водородът се доближава като мощност, съответно и разликата като време за зареждане с конвенционално гориво не е значителна за крайния потребител. При това водородът позволява значителни балансиращи възможности за електроенергийния сектор. При батерийните електромобили разликата в порядъци означава както много дълго време на зареждане, възможност от натрупване на опашки пред зарядните станции, така и значително повишаване на предизвикателствата пред електрическите мрежи.



* Дизелово гориво

Забележка: Посочените стойности са максимални и могат да варират

Очевидно от гореизложеното водородът има своето важно място като енергиен носител в транспорта и тук възниква въпросът защо този вид транспорт все още не присъства в България? Относително високата цена на водородните технологии в сравнение с конвенционалните и необоснованите притеснения на хората, свързани с безопасността при използване на водород, не са причина за пълно отсъствие на водородни електромобили. Всъщност, основната причина за това е липсата на зарядна инфраструктура. Докато за използване на един батерийен електромобил не е необходима нова инфраструктура – макар и бавно, електромобил с батерии може да бъде зареден през обикновен контакт в дома и в най-малките населени места с налична електрическа мрежа, то за водородните автомобили е необходимо изграждане на зарядна водородна станция. Тези станции са скъпи и сложни съоръжения за компресиране на водород при високо налягане – 350 bar за автобуси и товарни автомобили и 700 bar за леки автомобили. За да може да бъде търсен икономически смисъл от изграждането им обаче, е необходимо осигуряване на достатъчна дневна консумация от водород – около 500-1000kg/ден за всяка зарядна станция. За да се осигури тя, са необходими транспортни средства от порядъка на 20-30 товарни автомобила или 40-50 водородни автобуса или пък няколко стотин леки автомобила, разбира се или комбинация между тях. При положение, че никой транспортен оператор или краен потребител няма да закупи такива превозни средства без наличие на зарядна инфраструктура, то тя се явява критична необходимост за начало на водородния транспорт в България. Икономически най-обосновано е паралелно изграждане на екосистемата от зарядни станции и водородни автомобили, но при всички случаи инфраструктурата трябва да предхожда транспортните средства и трябва да бъде подпомогнато нейното изграждане на национално ниво. В Западна Европа този процес е започнал преди повече от 10 години и вече са налични няколко стотин станции за зареждане с водород (**Фиг.4 ляво**) [5].



Фигура 4. – Разположение на водородните зарядни станции в Европа (ляво) и първоначално очертание на основната водородна инфраструктура - оранжеви линии (дясно)

От картата е видно и че Източна Европа, в т.ч. и България, все още не присъства в този процес. Въпреки налични мощни инструменти за финансиране на инфраструктурата като „Проекти от общ интерес“ (IPCEI) или Механизъм за свързване на Европа (CEF), България все още не успява да реализира стъпки в тази посока. В краткосрочен

и средносрочен аспект, наличието на водородни зарядни станции по основните транспортни коридори в Европа на всеки 150км се очаква да стане задължително. При запазване на текущото състояние в даден момент това може да доведе и до санкции за страната ни. Същевременно при непланирано разгръщане на екосистемата автомобили-водородни зарядни станции можем да достигнем и до момент, в който ще се налага да изграждаме зарядна инфраструктура независимо дали водородните електромобили присъстват в автомобилния ни парк или не. В паралел на зарядната инфраструктура за транспорта се разрабатват и планове с хоризонт 2040г.-2050г. за изграждане на основна преносна инфраструктура за водород (**Фиг.4 дясно**) [6] – свързваща основни производители, потребители и системи за сезонно запасяване на водород, като за съжаление България все още не участва достатъчно активно и в този процес.

Въпреки че в началния момент зарядната инфраструктура за водородни транспортни средства, отнесена към броя на транспортните средства, е изключително скъпа в сравнение с тази за батерийни електромобили, при по-голям автомобилен парк тази зависимост се обръща. Това се дължи на комбинацията от висока скорост на зареждане, съотносно и голям брой заредени автомобили за единица време от зарядната станция, както и на възможностите за балансиране на енергийната система с използване на водород. В резултат, при голям мащаб и автомобилен парк наситен с водородни автомобили усилията и разходите за изграждане на зарядна инфраструктура за водородни транспортни средства биха били значително по-ниски от тези за изграждане на зарядна инфраструктура за батерийни електромобили. За преодоляване на тази специфика и достигане на икономически обоснован водороден транспорт е необходимо начално масирано изграждане на критична маса от зарядни станции и подкрепа на закупуването на автомобили, които да ги използват.



Фигура 5. – Зарядна инфраструктура – усилия и разходи за изграждане

Една от реалните първи стъпки при изграждане на водородна зарядна инфраструктура в България е планирана в рамките на Център по компетентност „ХИТМОБИЛ – Технологии и системи за генериране, съхранение и потребление на чиста енергия“, АДБФП № BG05M2OP001-1.002-0014, финансиран от ОП „Наука и образование и интелигентен растеж“, съфинансирана от ЕС чрез Европейския

фонд за регионално развитие (ЕФРР). Предвижда се закупуване на мобилна водородна зарядна станция, в комбинация с водороден електромобил с очакван срок за въвеждане в експлоатация преди края на 2023г. Тази първа стъпка ще даде възможност както за демонстриране на водородните технологии в транспорта пред обществеността в България, така и провеждане на изследователски задачи, свързани с балансиране на енергия от ВЕИ, производство на „зелен“ /нискоемисионен водород и неговото зареждане на борда на транспортното средство.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Европа, а и светът, са поели път към енергиен преход от невъзобновяема енергия към енергия от ВЕИ, който ще се случва със скорост, която не зависи от страни като България. Всъщност, преходът е толкова значим, че нито една страна самостоятелно не би могла да му влияе. Това означава, че за да е максимално икономически ефективен и без сериозни сътресения, преходът в България трябва да бъде максимално организиран и много добре планиран в съответствие с общата скорост на промяна. Вероятно в транспортния сектор, поради неговите специфики, промяната към ВЕИ ще бъде най-сложна и скъпа. Необходимо е равномерно изграждане на всички видове инфраструктура за алтернативни горива. Паралелно е необходимо и балансирано разгръщане на автопарка от батерийни, водородни електромобили и автомобили с конвенционални двигатели, използващи биогорива или синтетични горива. Задачата за оптимизиране е с много фактори – различни пътища за прилагането на ВЕИ в транспортните средства с различна енергийна ефективност, цена за изграждане и поддържане на новата зарядна инфраструктура, цена на новите транспортни средства, цена за балансиране и за сезонно запасяване на ВЕИ енергия в TWh-ов мащаб, сигурност на доставките на енергия, в т.ч. и необходимост от физически резерв на горива за транспорта. Хаотичен преход би довел освен до изключително високи цени, но и до проблеми със сигурността на доставките на енергия. Само при прецизен технико-икономически анализ и използване на предимствата на всяка налична технология преходът към ВЕИ ще може да бъде извършен в икономически възможен мащаб и без сериозни сътресения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] School of Engineering, RMIT University
- [2] Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles J2601_202005
- [3] https://www.tatsuno-europe.com/_en/cng-dispensers-series-ocean-euro-cng.html
- [4] <http://www.adastsystems.com/fuel-dispensers>
- [5] <https://www.faber-italy.com/eng-press-2020-03-18-hydrogen.html>
- [6] <https://www.cedigaz.org/germany-hydrogen-industry-and-national-strategy/>

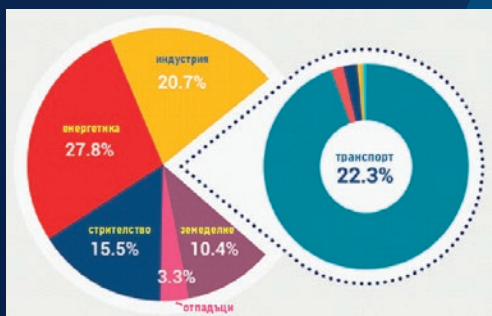
АКУМУЛАТОРНИ И ВОДОРОДНИ ЕЛЕКТРОМОБИЛИ – ОСОБЕНОСТИ НА РАЗЛИЧНИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

Статия на доц. Борислав Трайков – ТУ – София

Глобалното затопляне и значителните климатични промени през последните десетилетия създават сериозни проблеми за хората по всички континенти. Проблеми, които надскочат националните граници. В резултат – макар и по различни начини, практически всички региони в света са засегнати от климатичните промени.

През декември 2019 г. Европейският съвет одобри дългосрочната стратегия за растеж, която има за цел превръщането на Европейския съюз в справедливо и благоденстващо общество с модерна, ресурсно ефективна и конкурентоспособна икономика, в която през 2050 г. няма да има нетни емисии на парникови газове, т.е. Европа да стане континент, неутрален към климата – инициатива известна като Зелен пакт.

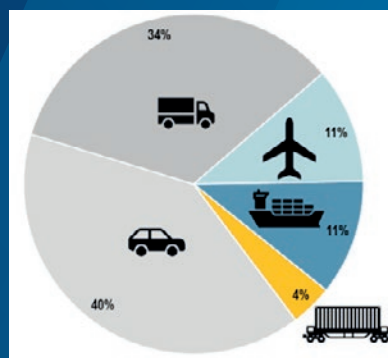
Основният фактор за изменението на климата са емисиите на парникови газове в атмосферата (на първо място въглероден диоксид CO₂). Освен естествените източници и различните аспекти на човешката дейност генерират значителни количества въглероден диоксид. Резултатите от много изследвания показват, че в Европейския съюз транспортният сектор е източник на 22,3% от емисиите на парникови газове, като 21,1% са от автомобилния транспорт.



Разпределение на емисиите на CO₂ по сектори

Причините са свързани с масовото използване на автомобилите, както и широкият обхват на техните възрастови и технологични показатели. Така например общият брой на експлоатираните в Европа през 2020 г. автомобили превишава 550 милиона, като средната възраст на автомобилите за 2020 г. е 11,8 години, конкретно за камиони-

те е 13,9 години, а за автобусите – 12,8 години. Основната част от новорегистрираните автомобили през 2020 г. – 93,7%, използват традиционните нефтени горива. При камионите и автобусите практически всички – 96,8% са с дизелови двигатели.



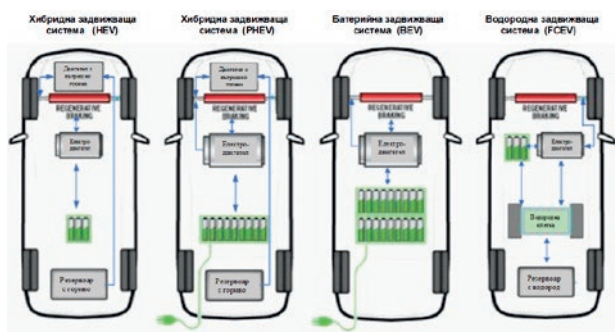
Разпределение на емисиите на CO₂ по видове транспорт

Използването на електрическа енергия за задвижване на транспортните средства, в това число и на автомобилите, наричана кратко електромобилност, е една от най-реалните възможности за декарбонизация на транспортния сектор. **Електрически** се наричат превозните средства, които са задвижвани от електродвигател, независимо от това как получават необходимата им за движение електрическа енергия. Използването на електрическа задвижваща система има редица предимства, като например:

- Лесно и ефективно управление на режимите на работа;
- Висока динамика на превозното средство, осигурена от тяговите характеристики на електродвигателя, като в голяма част от случаите не се налага и използването на допълнителен редуктор;
- Нулеви емисии и шум;
- Позволява да се използва енергия от възобновяеми енергийни източници (ВЕИ);
- Възможност за регенерация на енергия при спиране.

Електрическите превозни средства се базират на две технологии:

- **Акумулаторна (BEV)** – при която енергията за захранването на електродвигателя се получава от акумулаторна периодически зареждаща се батерия, разположена на транспортното средство;
- **Водородна (FCEV)** – при която електрическата енергия се произвежда директно на превозното средство от електрохимичен генератор (горивна клетка), използващ водород.



Видове електрически задвижващи системи

Понастоящем, тези две технологии се реализират в четири вида задвижващи системи:

- Хибридна задвижваща система HEV;
- Хибридна задвижваща система PHEV;
- Батерийна задвижваща система BEV;
- Водородна задвижваща система FCEV.

При хибридната задвижваща схема (HEV) към двигателя с вътрешно горене (ДВГ) се свързва електрически генератор, който зарежда неговата тягова батерия, осигуряваща автономен пробег 60 – 70 км. Системата позволява за задвижване на автомобила да се използва само двигател с вътрешно горене, само електродвигателя или и двата двигателя заедно. Във варианта PHEV тяговата батерия може да се зарежда и от външен източник на електрическа енергия.

Хибридната задвижваща схема е компромисно решение за осъществяване на електромобилност, но спомага за нейното реализиране.

Батерийната задвижваща система се базира на акумулаторната технология и най-пълно олицетворява общоприетата представа за електромобил. Най-масово при тази задвижваща система се използват литиево-йонни акумулаторни батерии (LIB). Те имат добри технически показатели като специфична мощност (до 5 000W/kg), ефективност при зареждане (95-98%) и срок на експлоатация над 10 години (15 000 цикъла). В тяхната конструкция обаче се използва голямо количество редкоземни метали, като например в зависимост от технологията на производство и модела електромобил една батерия съдържа около 8 kg литий, 35 kg никел, 20 kg магнезий и 14 kg кобалт.

При електромобилите **FCEV** електрическата енергия за електродвигателя се генерира от горивна клетка, захранвана с H_2 , който се съхранява компресиран в специален резервоар за водород на борда на автомобила.

Какво показва сравнението на двата вида електромобили **BEV** и **FCEV**?

ЦЕНА

Определящ показател за цената на нов електромобил **BEV** е цената на акумулаторната батерия. За постигане на по-голям пробег акумулаторната батерия трябва да бъде с по-голям капацитет (kWh), но с увеличаване на капацитета се увеличава масата на батерията, което води до увеличаване на разхода на енергия. С развитието на технологиите тенденцията е цената на 1 kWh батерия да намалява и през 2021 г. средната цена на 1 kWh литиево-йонна батерия е 132 \$/kWh. Показването на цената на редкоземните метали обаче забавя тази тенденция и дори има прогнози за спиране, дори за нарастване на цените на батериите. При електромобилите **FCEV** в настоящия момент, поради все още не така развитото и масово производство, цената на нов автомобил се определя от големината на серията произведени автомобили. При сегашното ниво на технологията на производство цената на водородна задвижваща система е около 55 USD/kW при годишно производство на 10 000 броя, с тенденция за намаляване.

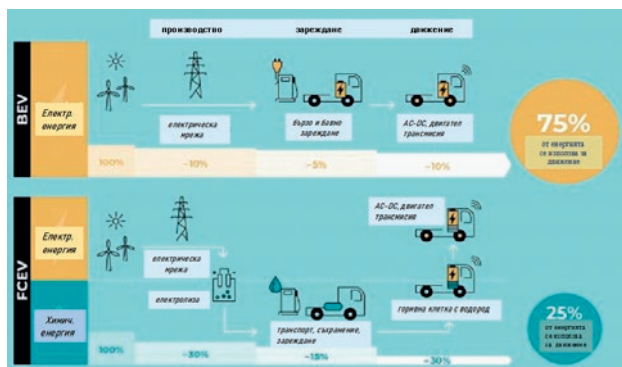
Данните показват, че началната цена на **BEV** електромобил е по-висока с около 20 – 30% от цената на съответния клас конвенционален лек автомобил, а тази на **FCEV** електромобила е почти двойна. За товарните автомобили и автобуси обаче, при актуалните цени на горивната клетка и на водородния резервоар, началната цена на **FCEV** варианта е съпоставима с цената на съответния автомобил с дизелов двигател.

В много страни, за да се стимулира закупуването на електромобили, се прилагат различни финансови инструменти и административни преференции, които правят цената на електромобилите достъпна и приемлива.

ЕНЕРГИЙНА ЕФЕКТИВНОСТ

Енергийната ефективност е един от показателите, влияещ силно при избора на различните технологии електромобили. Този показател, показващ в проценти съотношението между енергията, използвана за движение на електромобила, и общото количество използвана енергия, може да се представи по различен начин. В конкретния случай за сравнение на двете технологии за електромобилност е правилно да се използва формата WTW (от първичния източник до двигателните колела).

При електромобилите **BEV** след загубите в електропреносната мрежа, за зареждане и в задвижващата система реално се използва 75% от цялата енергия. При електромобилите **FCEV** електрическата енергия не се използва директно, което определя допълнителни загуби за производство на водород чрез електролиза (или от природен газ), транспорт и ново преобразуване на водорода в електрическа енергия. В крайна сметка електромобилите **FCEV** изразходват 2 – 3 пъти повече енергия от електромобилите **BEV** за един и същ пробег.



Енергийна верига за електромобили BEV и FCEV

ЕКОЛОГИЧНИ АСПЕКТИ

При експлоатация на електромобилите и при двете технологии не се отделят парникови газове и вредни емисии. При производството на електромобили **BEV** обаче, само за Li-ion батерии се отделят средно 160 kg CO_{2eq}/kWh. При електромобилите **FCEV**, извън емисиите за производството на самия автомобил други емисии няма.

За движението на електромобилите е необходима електрическа енергия - при технологията **BEV** за зареждане на акумулаторната батерия, а при технологията **FCEV** за производството на водород. Целта е електромобилите да използват електрическа „зелена“ енергия от БЕИ. В общия случай, когато се използва електрическа енергия от мрежата, в процеса на експлоатация се отделят емисии, количеството на които се определя от конкретния микс (EU-230,7 gCO_{2eq}/kWh, България - 413gCO_{2eq}/kWh).

Електромобилите **BEV** трудно могат да се зареждат с енергия само от БЕИ, и те обикновено използват енергия от електрическата мрежа. При електромобилите **FCEV**, може да се използва водород, добиван само от БЕИ, тъй като водородът може да се съхранява и да се транспортира. При електромобилите **BEV** съществува и още един екологичен проблем – рециклирането на излезлите от експлоатация акумулаторни батерии. Тук трябва да се отбележи, че една от 10-те основни точки в Зеления пакт е кръговата икономика - производство на стоки, използвайки по-малко материали и гарантирайки, че те ще могат да бъдат използвани повторно и да бъдат рециклирани.

С увеличаването броя на електромобилите се увеличава и броят на батериите за рециклиране. По данни на SNE Research през 2020 г. пазарът на батерии за рециклиране е над 350 милиона долара, като тенденцията е през 2040 г. да достигне 74 милиарда долара.

В момента съществуват две основни технологии за рециклиране на литиево-йонни батерии – пирометалургична и хидрометалургична, но все още тяхната икономическа ефективност е ниска, което определя и слабото им практическо използване.

СПЕЦИФИЧНИ РАЗХОДИ

Специфичните разходи на 100 km са показател, който дава интегрална оценка на използването на автомобила от закупуването му до края на неговата експлоатация. В тях освен данъци, застраховки, такси, инфраструктура и др. се включват цената на нов автомобил и разходите за гориво.

За електромобилите **BEV** лимитираща е цената на нов автомобил, респективно на акумулаторната батерия, а за електромобилите **FCEV** – цената на водорода.

Данните от някои изследвания и направени прогнози показват, че специфичните разходи за **BEV** и **FCEV** електромобилите, отнесени към целия срок на експлоатация, ще се изравнят към 2025 -2027 г. и към 2030 ще станат равни на специфичните разходи за класическите автомобили, с тенденция да продължат да намаляват.

Освен посочените показатели, при сравняването на двете технологии за електромобили трябва да се отчетат и някои допълнителни обстоятелства.

ЗАРЯДНА ИНФРАСТРУКТУРА

Зарядната инфраструктура е изключително важна за реализирането на масова електромобилност. В момента използването на батерийни електромобили има едно преимущество, че някаква зарядна инфраструктура съществува. За зарядната инфраструктура е важен моделът на потребление - как и къде потребителите предпочитат да зареждат електромобилите си. В градска среда 80 % от потребителите предпочитат да зареждат електромобила си от станция въщи или на работа, а останалите 20 % остават за публичната мрежа. Извън населените места се разчита най-вече на обществено достъпната инфраструктура, като основна тенденция в междуградската електромобилност е изграждане на все повече станции за бързо зареждане на електромобили.

Със зарядната инфраструктура за водород обаче състоянието е съвсем друго. Броят на водородни зарядни станции е малък, а в България такива липсват. На водорода се гледа по-скоро като на гориво за тежкотоварни камиони и автобуси, но не трябва да се изключва възможността да се използва също и за леки и лекотоварни автомобили така, че такава зарядна инфраструктура трябва да се изгради. Важно е да се има предвид, че техническите спецификации и изискванията към инфраструктурата за зареждане на електромобили с водород са напълно различни. Това в особена сила важи по отношение на местоположенията на зарядните станции, изискванията за необходимото свободно пространство около тях, а също и минимални нива на изходна мощност.

Освен със зарядни станции, трябва да се реши и въпросът с производството и транспортирането на водорода.

ПРОБЕГ С ЕДНО ЗАРЕЖДАНЕ

Пробеget с едно зареждане е от съществено значение при използването на електромобила. При **BEV** пробеget с едно зареждане се определя от капацитета на акумулаторната батерия и за промишлено произвежданите леки електромобили е от 300 до 500 km, а за товарни и автобуси - 700 - 800 km. При определени пътни и климатични условия, когато допълнителните системи на електромобила консумират значително количество енергия, водачът може да получи така нареченото „безпокойство за пробеget“ поради по-бързо разреждане на батерията.

За **FCEV** пробеget се определя от количеството водород съхраняван в резервоара на електромобила. Леки електромобили имат резервоар за 4 - 6 kg водород с който постигат пробеget 600 - 700 km. Товарните автомобили могат да съхраняват 30 - 70 kg водород и изминават пробеget 800 - 1200 km.

ВРЕМЕ ЗА ЗАРЕЖДАНЕ

Времето за зареждане освен икономическо измерение има и психологическо въздействие върху водача. Време за зареждане, различно от това на класическия автомобил нарушава стереотипа на управление, а при водачите на товарни автомобили и автобуси може да доведе до конфликти с правилата за шофиране и почивка. Независимо от разработените технологии за бързо зареждане, времето за зареждане на **BEV** електромобил, дори до 80% заредена батерия не може да бъде по-малко от 30 минути. Времето за зареждане с водород на **FCEV** автомобилите не се различава от това на класическите автомобили с ДВГ.

ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ ЕЛЕКТРИЧЕСКАТА МРЕЖА

Балансирането на производството и консумация на електрическа енергия от електрическата мрежа

е изключително важен и сложен проблем. В тази връзка **FCEV** електромобилите имат съществено предимство, тъй като водородът може да се добива, когато това е икономически изгодно, при това основно от ВЕИ, да се съхранява и да се използва в момент, когато е необходимо. При много голям брой електромобили на батерии всеки потребител ще се включва за зареждане в мрежата в удобен за него момент - случайно, така че не може да се осигури някакво балансиране на електрическата мрежа.

Показател	BEV	FCEV
Цена на нов автомобил	+	-
Енергийна ефективност, %	+	-
Специфични разходи, \$/100km	+	-
Емисия на CO ₂ за срока на експлоатация, g CO _{2eq} /100km	-	+
Време за зареждане	-	+
Пробеget с едно зареждане	-	+
Зарядна инфраструктура	+	-
Влияние върху електрическата система	-	+
Рециклиране	-	+

В заключение, трябва още веднъж да се подчертае, че електромобиността е реална, без алтернатива възможност за декарбонизация на транспортния сектор и постигане на неутрална към климата икономика. Понстоящем поради по-ниска цена и по-висока енергийна ефективност и въпреки не напълно изградена зарядна инфраструктура, предпочитанията са към батерийните електромобили. Двете съществуващи технологии за електромобилност обаче не трябва да се разглеждат едностранно, а трябва да се използват по тяхната целесъобразност. Така например батерийните електромобили са много подходящи за експлоатация в градски условия и на къси разстояния, докато задвижваните с водород автомобили имат предимство при големи товарни автомобили и автобуси за дълги разстояния, както и за тежки транспортни средства - локомотиви, кораби и др. Трябва да се отчита и фактът, че и двете технологии за електромобилност, особено водородната, са сравнително нови, което означава, че те все още не са достигнали нивото на развиваната от десетилетия класическа автомобилна технология и в бъдеще техните показатели значително ще се подобряват.



FCEV електромобил Hyundai Nexo



FCEV електромобил Mirai



BEV автомобил Tesla Model Y



FCEV камион Mercedes-Benz GenH2

ИНСТРУМЕНТИ И МЕТОДИ ЗА ОТКРИВАНЕ НА КИБЕРАТАКИ СРЕЩУ КРИТИЧНА ИНФРАСТРУКТУРА СЪС SDN MICROSENSE

инж. Тихомир Гоглев,
Администратор Оптична Преносна Мрежа



Тази статия има за цел да представи най-съвременните методи и инструменти за откриване на кибератаки срещу критична инфраструктура. Съдържанието е фокусирано върху начините за регистриране на кибератаки, описвайки основните киберзаплахи, свързани с най-популярните протоколи, използвани за управление на електроенергийната система (ЕЕС). Материалът е структуриран в две части.

Първата част описва атаките, инструментите и механизмите за откриване на атаки, свързани с протоколите IEC60870-5-101/104, използвани за обмен на информация между обекти и контролен център.

Втората част подробно описва основните инструменти, които прилагат методите за откриване, описани в първата част. Това са инструменти, които са съставна част от приложния слой на проекта SDN MicroSENSE, по-конкретно от системата XL-SIEM.



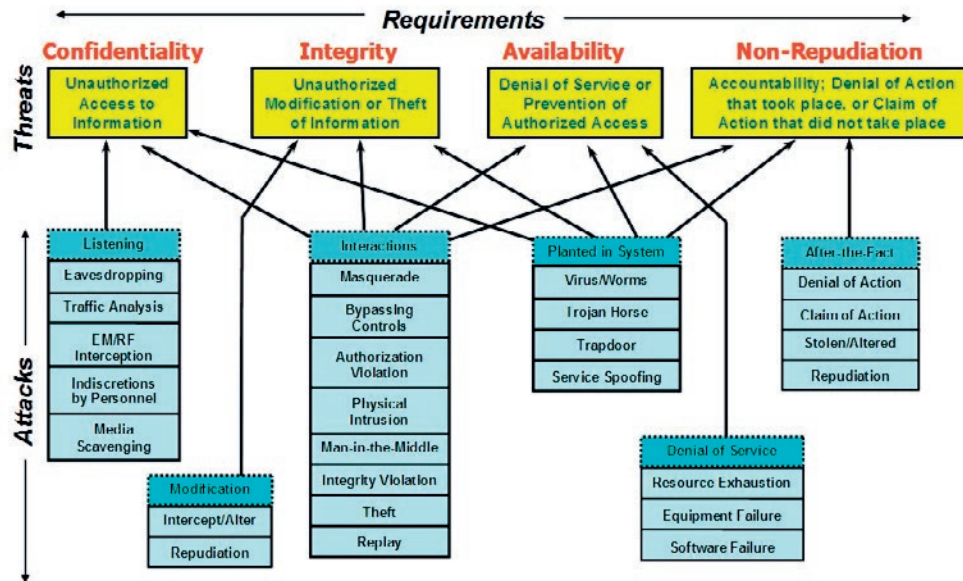
SDN-μSense

В статията ще бъдат представени ключови индикатори за ефективност - Key Performance Indicators (KPI), свързани с тези решения.

ОСНОВНИ ВИДОВЕ КИБЕРАТАКИ

Фигура 1 се позовава на спецификацията на IEC 62351-1 и представя набор от кибератаки, които

е вероятно да бъдат насочени срещу критична инфраструктура. Едновременно с това представя връзка между видовете кибератаки и киберзаплахи в зависимост от това дали застрашават конфиденциалността, интегритета или разполагемостта.



Фигура 1. – Видове кибератаки

Най-типичните кибератаки срещу интелигентни електронни устройства – IED, използвани за управление на ЕЕС, са следните:

- Отказ от обслужване – Denial of Service (DOS). Най-често се среща като насищане или „затръстване“ на комуникационните канали.
- Нерегламентиран достъп до интелигентно електронно устройство (IED) с цел кражба на информация.
- Измамна самоличност. Поемане контрола над дадено интелигентно електронно устройство (IED), за да се извършат неразрешени действия.
- Кибератака с подменени данни - False Data Injection (FDI). Този тип атака прихваща съобщения с данни от контролния център на ЕЕС, модифицира ги по подходящ начин и ги инжектира отново с цел да бъдат подавани фалшиви команди към енергетичните съоръжения. Пример за такъв тип атака е атакуване на незащитени комуникационни линии. След като нарушителят компрометира такава незащитена комуникационна линия, могат да бъдат изпълнени атаки, насочени срещу целостта на данните, т.е. фабрикуван пакет от данни, който може да подаде фалшиви команди за изключване, когато не е необходимо, или да забави времето за изпълнение на специфичен код, необходим за бърза работа за балансиране на системата.

прихващане, анализиране, създаване и изпращане на нови мрежови пакети.

Такъв тип киберзаплаха и нейното потенциално негативно въздействие върху критична инфраструктура налага непрекъснат мониторинг на киберсигурността. Това създава необходимост от създаване на подходящи решения за наблюдение и одит на сигурността.

ОСНОВНИ ИНСТРУМЕНТИ ЗА РЕГИСТРИРАНЕ НА КИБЕРАТАКИ И МОНИТОРИНГ НА КИБЕРСИГУРНОСТТА

Техниките за откриване на кибератаки, описани в тази статия, се поддържат от основни базови инструменти, които позволяват тяхното внедряване в по-големи завършени софтуерни продукти и решения, които включват допълнителни възможности - SIEM системи, използвани в центрове за киберзащита (SOC). Такива продукти са Cisco IOS IPS, Real Secure Network от IBM или McAfee Network Security Platform. Въпреки това най-популярният стандарт в технологиите за регистриране на прониквания е Intrusion Detection System (IDS) – Snort. Snort е базиран на правила, които анализират трафика в реално време или от предварително записани мрежови пакети. Подобрена версия на Snort е Suricata, която подобрява Snort по отношение на поддръжката за многонишкова процесорна обработка, повишавайки производителността. Suricata използва същия формат на правилата като Snort. Поради тази причина Suricata е избрана като най-добра опция за интегриране методите за откриване на кибератаки в компонента XL-SIEM.

АТАКУВАЩИ ИНСТРУМЕНТИ

За пробив в сигурността и оценка на уязвимостите на протокол IEC104 е използван инструментът Scaru, предназначен за манипулиране на пакети от данни в компютърни мрежи. Scaru позволява

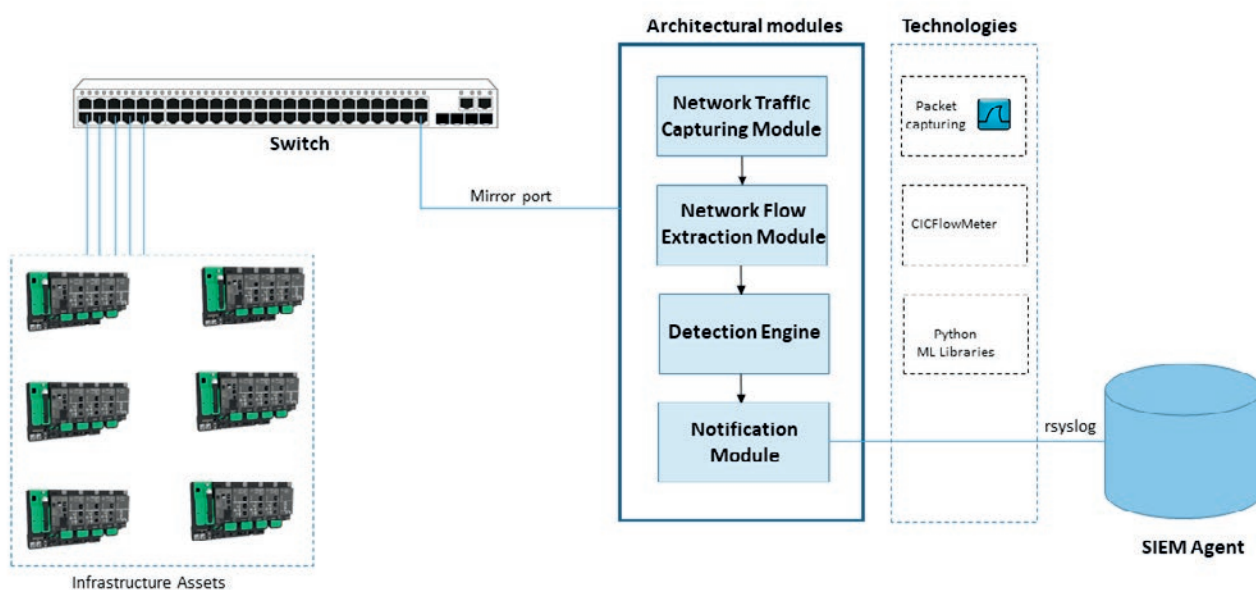
ОТКРИВАНЕ НА КИБЕРАТАКИ, БАЗИРАНО НА МАШИННО САМООБУЧЕНИЕ

Архитектурата на система за откриване на кибератаки, насочени срещу протокол IEC 608070-5-104, е изобразена на **фигура 2**. Състои се от четири модула:

- Модул за наблюдение и анализ на мрежов трафик;
- Модул за извличане на мрежов трафик, съдържащ данни по протокол IEC 608070-5-104;

- Механизъм за откриване;
- Модул за уведомяване.

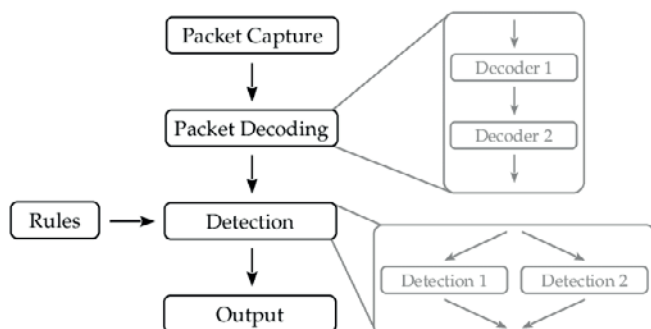
Модулът за наблюдение следи и записва мрежовия трафик, свързан с протокол IEC60870-5-104, след което модулът за извличане на мрежови потоци натрупва съответните статистически данни за самите TCP/IP мрежови потоци, съдържащи протокол IEC60870-5-104. След това тези статистически данни и функции се предават на модула за откриване (Detection Engine), който отговаря за откриването на потенциални кибератаки срещу протокол IEC60870-5-104. Накрая модулът за известие предава на XL-SIEM резултатите от откриването на IEC60870-5-104 TCP/IP Detection Engine.



Фигура 2. – Архитектура на базирана на машинно самообучение система за откриване на кибератаки срещу IEC 60870-5-104

ВХОДНИ ДАННИ

В зависимост от вида и типа мрежов трафик, както е показано на **фигура 3**, се прилагат няколко декодера, след което декодираните пакети се предават през активните правила. Ако има правило, което съвпада (едно или повече) с даденото събитие (или повече от едно, в случай че съвпадат повече от едно), то се регистрира на изхода. Изходите се записват в текстов файл.



Фигура 3. – Декодиране на мрежов трафик

ИЗХОДНА ВРЪЗКА КЪМ SIEM

Изходните данни, изведени в чист текст, се записват в различни регистрационни файлове. XL-SIEM получава регистрационни файлове от различните детектори (като напр. Suricata) чрез rsyslog. Следователно е необходимо да се конфигурира rsyslog по подходящ начин, за да се изпращат всички събития, записани от Suricata в неговите изходни регистрационни файлове (т.е. fast.log), към XL-SIEM агента. Пример за конфигурация на rsyslog, която изпраща регистрационни файлове на fast.log и eve.json (и двете произведени от Suricata) към агента XL-SIEM, е:

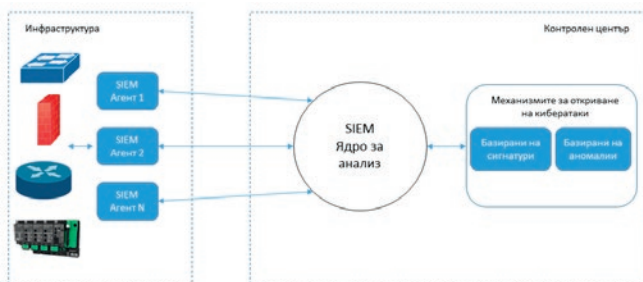
```

$ModLoad                                imfile
$InputFileName                          /var/log/suricata/fast.log
$InputFileTag                            suricata_fastlog
$InputFileStateFile                      fast.log
$InputFileSeverity                       alert
$InputFileFacility                       local6
$InputRunFileMonitor                    local6.*@XX.XX.XX.XX:xx
  
```

```
$InputFilePollInterval 1
$ModLoad imfile
$InputFileName /var/log/suricata/eve.json
$InputFileTag suricata_evelog
$InputFileStateFile eve.json
$InputFileSeverity alert
$InputFileFacility local7
$InputRunFileMonitor
local7.*@@ XX.XX.XX.XX:xx
$InputFilePollInterval 1
```

SIEM СИСТЕМИ

SIEM системите представляват технология за непрекъснат мониторинг на киберсигурността. В проекта SDN MicroSENSE SIEM софтуерът е част от главния компонент и представлява изключително бърз инструмент за регистриране на събития по сигурност и анализ на тези събития в реално време. Извличането на събития от наблюдаваната инфраструктура се извършва от софтуерни агенти (SIEM Agents), разпределени в инфраструктурата. SIEM агентът е софтуер, който събира данни от различни видове източници – мрежови комутатори, маршрутизатори, защитни стени и RTU, поддържащи стандартизирани протоколи за наблюдение като SNMP, Syslog или NetFlow. Източници на такъв тип данни също са и устройства, работещи по метода Deep packet inspection (DPI), свързани на огледален (подслушващ) порт на мрежов комутатор или защитна стена, през която минава мрежов трафик. SIEM агентите изпращат извлечените данни криптирано посредством Transport Layer Security (TLS) протокол на SIEM ядрото (SIEM Engine) за следваща обработка и класификация.



Фигура 4. – Система за откриване на кибератаки SIEM

Механизмите за откриване на кибератаки (прониквания), използвани от системите за откриване (Intrusion Detection Systems), могат да бъдат класифицирани като базирани на сигнатури или базирани на аномалии в самите наблюдавани системи. Сигнатурно базираните са в състояние да открият само известни атаки чрез мониторинг на мрежовия трафик за известни байтови рамки или трафични поредици. Това води до ниско фалшиво положително отношение – ниски резултати, които погрешно са категоризирани като атаки, но неизвестни атаки не могат да бъдат открити.

Системите, базирани на основата на аномалии, са в състояние да откриват тези неизвестни атаки чрез идентифициране на отклонения от нормално поведение. Обща характеристика на повечето аномалии в мрежовия трафик е, че променят разпределението на заглавните полета в IP пакетите (IP header fields). Полета като адреси и портове на източника и получателя. В контекста на откриване на аномалии промяна на тези полета характеризира отклонение от нормалното поведение.

СИМУЛИРАНЕ И РАЗПОЗНАВАНЕ НА КИБЕРАТАКА СРЕЩУ ПРОТОКОЛ IEC 60870-5-104

Този тест има за цел да разпознае кибератаката с подменени данни тип C_SE_NA_1. Това е команда тип Set point с нормализирана стойност, използвана за регулиране. Тази кибератака е от типа неототоризиран достъп. Неототоризираният клиент е създаден чрез подмяна на IP адрес на вече ототоризиран клиент. Цялата рамка на протокола се копира и предава към сървъра, като са подменени данните тип C_SE_NA_1 в 20 пакета и са пратени 100 нормални.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
304	173.75397411	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
305	173.75397412	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
306	173.75397413	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
307	173.75397414	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
308	173.75397415	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
309	173.75397416	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
310	173.75397417	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
311	173.75397418	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
312	173.75397419	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
313	173.75397420	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
314	173.75397421	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
315	173.75397422	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
316	173.75397423	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
317	173.75397424	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
318	173.75397425	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
319	173.75397426	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
320	173.75397427	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
321	173.75397428	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
322	173.75397429	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
323	173.75397430	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
324	173.75397431	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
325	173.75397432	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
326	173.75397433	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
327	173.75397434	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
328	173.75397435	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
329	173.75397436	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
330	173.75397437	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
331	173.75397438	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
332	173.75397439	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
333	173.75397440	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
334	173.75397441	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
335	173.75397442	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
336	173.75397443	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
337	173.75397444	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
338	173.75397445	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
339	173.75397446	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
340	173.75397447	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
341	173.75397448	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
342	173.75397449	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
343	173.75397450	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
344	173.75397451	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
345	173.75397452	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
346	173.75397453	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
347	173.75397454	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
348	173.75397455	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
349	173.75397456	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
350	173.75397457	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
351	173.75397458	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
352	173.75397459	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
353	173.75397460	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
354	173.75397461	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
355	173.75397462	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
356	173.75397463	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
357	173.75397464	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
358	173.75397465	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
359	173.75397466	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
360	173.75397467	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
361	173.75397468	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
362	173.75397469	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
363	173.75397470	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
364	173.75397471	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
365	173.75397472	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
366	173.75397473	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
367	173.75397474	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
368	173.75397475	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
369	173.75397476	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
370	173.75397477	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
371	173.75397478	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
372	173.75397479	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
373	173.75397480	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
374	173.75397481	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
375	173.75397482	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
376	173.75397483	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
377	173.75397484	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
378	173.75397485	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
379	173.75397486	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
380	173.75397487	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
381	173.75397488	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
382	173.75397489	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
383	173.75397490	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
384	173.75397491	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
385	173.75397492	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
386	173.75397493	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
387	173.75397494	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
388	173.75397495	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
389	173.75397496	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
390	173.75397497	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
391	173.75397498	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
392	173.75397499	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
393	173.75397500	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
394	173.75397501	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
395	173.75397502	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
396	173.75397503	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
397	173.75397504	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
398	173.75397505	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2
399	173.75397506	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 Act 10m2
400	173.75397507	19	24	TCP	60	19 → 24 [0,0] AS0w1 C_SE_NA_1 ActCon 10m2

Фигура 5. – Файл с подменени IEC 104 данни

КЛЮЧОВИ ИНДИКАТОРИ ЗА ЕФЕКТИВНОСТ - KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPI)

Кибератаките могат да възникнат по безброй начини, което прави невъзможно да се разработи специфичен набор от KPI, които да разпознаят всяка такава.

Съгласно точка 3.3.3 от публичен документ Deliverable D2.1 State of the Art on Cybersecurity Solutions & Technologies, по-надолу ще бъдат представени най-обичайните и полезни KPI, които ще бъдат използвани за оценка на механизма и способността на платформата за регистриране на киберзаплахи.

Точност (Accuracy - ACC) – изразява съотношението на правилните класификации спрямо общия брой инстанции

$$ACC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} = \frac{20 + 100}{20 + 100 + 0 + 0} = 1$$

TP (True Positive) – определя броя на класификациите, които са били разпознати правилно като аномалия или кибератака (проникване);

TN (True Negative) – определя броя на правилните

класификации, които се разпознават като незло-
намерени (нормално поведение);
FP (False Positive) - определя броя на неправилните
класификации, които категоризират нормално
поведение като кибератака проникване;
FN (False Negative) - определя броя грешни кла-
сификации, които класифицират аномалните
или злонамерени инстанции като нормално
поведение.

Истински положителен процент (True Positive Rate - TPR) - TPR изчислява процента от прониквания, които наистина представляват злонамерено пове-
дението и са били класифицирани правилно като кибератака. За разлика от Precision, TPR осигурява информация по отношение на FN. TPR също се определя и като чувствителност.

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} = \frac{20}{20 + 0} = 1$$

Истински негативен процент (True Negative Rate - TNR) - TNR се изчислява като се раздели TN на сумата от TN и FP. Определя процента на нор-
малното поведение, което е класифицирано като нормално. С други думи TNR е обратното на TPR. В някои случаи TNR се нарича още селективност -

$$TNR = \frac{TN}{TN + FP} = \frac{100}{100 + 0} = 1.$$

Фалшиво положително отношение (False Positive Rate - FPR) - FPR е обратното на TNR, което показва процента на нормалното поведение, което се класифицира като проникване. По-специално,

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} = \frac{0}{0 + 100} = 0.$$

FPR е известно още и като очакване -
Съотношение между правилните прогнози и
общия брой инстанции

$$F1 = \frac{2TP}{2TP + FP + FN} = \frac{2 \times 20}{2 \times 20 + 0 + 0} = 1.$$

ПОЛУЧЕНИ РЕЗУЛТАТИ

Accuracy	TPR	TNR	FPR	F1
1	1	1	0	0

Кибератаката с подменени данни тип **C_SE_NA_1** е успешно разпозната и е генерирана следната аларма:

```
{,"timestamp": "2020-04-27T18:15:11.108586+0300", "flow_id": "695148895097382", "pcap_cnt": "672", "event_type": "alert", "src_ip": "XX.XX.XX.XX", "src_port": "XX", "dest_ip": "XX.XX.XX.XX", "dest_port": "XX", "proto": "TCP", "flow":
```

```
,"pkts_toserver": "5", "pkts_toclient": "2", "bytes_toserver": "360", "bytes_toclient": "146", "start": "2020-04-27T18:15:01.086566+0300", "alert": {"action": "allowed", "gid": "1", "signature_id": "52174", "rev": "1", "signature": "PROTOCOL-SCADA IEC 104 C_SE_NA_1", "category": "Generic Protocol Command Decode", "severity": "3"}}
```

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резултатите от симулационния модел правят оценка на ефективността на платформата SDN MicroSENSE при откриване на кибератаки с фалшиви данни (FDI). Проектът ще приложи процеси за оценка на киберриска за всеки компонент на ЕЕС и способността на самата ЕЕС за самовъзстановяване и изолиране на критичните части от нея. Проектът прилага широкомащабни инструменти за защита и превенция на поверителността при обмена на информация.

Сигурността на оперативните мрежи трябва да бъде приоритет при дигиталната трансформация и прехода към „умни“ електроенергийни системи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Рамка за подобряване киберсигурността на критична инфраструктура - Версия 1.1 Национален институт по стандарти и технология 16 април 2018
- [2] Deliverable D2.1 State of the Art on Cybersecurity Solutions & Technologies in EPES. Accessed on: July, 2021. [online]. Available: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5ca191115&appld=PPGMS>
- [3] S. Karnouskos, "Stuxnet worm impact on industrial cyber-physical system security," in IECON 2011-37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society, 2011.
- [4] Jung, O., Smith, P., Magin, J. and Reuter, L. Anomaly Detection in Smart Grids based on Software Defined Networks. Proceedings of the 8th International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems (SMARTGREENS 2019), p.157-164.
- [5] Deliverable D5.2 SS-IDPS System. Accessed on: June, 2022. [online]. Available: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5d79865fd&appld=PPGMS>
- [6] Deliverable D5.3 ADS and CLS Discovery Systems. Accessed on: June, 2022. [online]. Available: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5d79865fd&appld=PPGMS>



ДИСПЕЧЕРИТЕ НА ЕСО ПРИЗВАНИ ДА ГАРАНТИРАТ НЕПРЕКЪСНАТА И СИГУРНА РАБОТА НА ЕЛЕКТРОПРЕНОСНАТА СИСТЕМА НА БЪЛГАРИЯ

Среща -разговор с Божидар Джамбазов -
енергиен диспечер в Териториално диспечерско управление - Юг на ЕСО

Една от ключовите функции на Електроенергийния системен оператор е осигуряване на балансираното и непрекъснато функциониране на електропреносната система на България 24 часа в денонощието, 7 дни в седмицата, 365 дни в годината. За качественото изпълнение на тази задача се грижат в реално време Централно диспечерско управление и териториалните диспечерски управления на ЕСО в цялата страна. Териториалните диспечерски управления на независимия електропреносен оператор на България следват четирите посоки и са ситуирани в Плевен, Варна, Пловдив и София. В това издание на списанието ще ви отведем в ТДУ-Юг и ТДУ-Изток, за да ви срещнем с двама енергийни диспечери, които ще ни разкажат за спецификата на отговорната професия да управляваш и осигуряваш непрекъснатото електроподаване на страната и региона.

Първата ни спирка е Пловдив, където е Териториално диспечерско управление-Юг на ЕСО, което управлява електропреносната система на територията на 9 области -Пловдив, Стара Загора, Бургас, Пазарджик, Смолян, Хасково, Кърджали, Сливен и Ямбол. Под оперативното управление на ТДУ-Юг са 257 подстанции, 288 електропровода с обща дължина от близо 5000 километра, от които три междусистемни електропровода 400 kV - Сакар и Одрин към Турция, и новоизградения Марица Изток-Неа Санта към Гърция. Под оперативното ръководство на диспечерското управление в

Пловдив са големите ВЕЦ на каскадите Батак, Доспат-Въча и Арда, както и ТЕЦ „Марица изток 2“, ТЕЦ „КонтурГлобал“ и ТЕЦ „ AES Гълъбово“. В близост до ТДУ-Юг е разположен и един от петте опорни пункта на ЕСО, които обезпечават дистанционното управление на автоматизираните подстанции на дружеството. Другият опорен пункт на територията на диспечерско управление - Юг е в град Стара Загора. Двата опорни пункта управляват общо 58 автоматизирани подстанции на ЕСО. Предстои още 58 подстанции да преминат на дистанционно управление от опорните пунктове в Пловдив и Стара Загора.



Оставаме в Териториално диспечерско управление – Юг в Пловдив, за да ви срещнем с един от енергийните диспечери. Разговаряме с Божидар Джамбазов за отговорността на професията и спецификата на работата да обезпечаваш балансираното функциониране на електропреносната система.



Г-н Джамбазов, защо избрахте кариерно развитие в енергийния сектор? С какво Ви привлече в своя екип Електроенергийният системен оператор?

Още от ранна младежка възраст изпитвах увлечение към електротехниката. Много обичах да гледам, а понякога и да помагам в работата на дядо ми, чиято професия беше електротехник. Родителите ми, забелязвайки увлечението ми в областта на електротехниката, ме насочиха да продължа средното си образование в Техникума по електротехника в родния ми град Пазарджик. След военната служба продължих образованието си в Техническия университет в София в специалност „Електротехника“. Когато през 2003 г. се дипломирах със степен магистър, вече няха никакви съмнения, че професионално животът ми ще е свързан изцяло с енергетиката.

През есента на 2003 г. започнах работа в местния клон на Електроразпределителното дружество в родния ми град на длъжност електромонтьор. През 2005 г. бях повишен в длъжност „Ръководител Поддръжка“ и на тази длъжност работих до 2015 г., когато взех решение да сменя работното си място

и да започна в Електроенергийния системен оператор. Явих се на обявления от дружеството конкурс и бях одобрен за обявената позиция енергиен диспечер в ТДУ-Юг. Отчитам това като огромна крачка напред в професионалното ми развитие. Вземането на това важно за мен решение бе мотивирано от възможността да надградя и усъвършенствам знанията си в областта на мрежи и съоръжения високо напрежение и свързаните с тяхната работа спомагателни системи като релейни защиты, съобщителна и комуникационна техника, системи за сигнализация и дистанционно управление на съоръженията в енергийните обекти и други. За мен е огромна гордост, но същевременно и голяма отговорност пряко да участвам в оперативното управление на толкова голям брой енергийни обекти.



Какви са спецификите на Вашата работа? Какви предизвикателства срещате при управлението на ЕЕС? Разкажете за най-трудните моменти от Вашата практика?

При изпълнение на служебните си задължения ежедневно се сблъсквам с най-различни ситуации, изискващи строго индивидуални и почти винаги различни решения. Това в най-голяма степен се отнася при възникване на аварийни ситуации, които са нормална част от нашата ежедневна работа и изискват бързи и адекватни решения. Големият брой енергийни обекти, които са под наше пряко оперативно разпореждане се характеризират с индивидуални, строго специфични особености по отношение на експлоатацията. Това изисква от нас диспечерите индивидуален подход в работата с всеки един от тях. Работата ни изисква отлично познаване на особеностите на всеки един енергиен обект и съоръженията, намиращи се на територията му, за да сме в състояние да реагираме адекватно по всяко време, независимо дали се касае за планови дейности или за отстраняване на аварии.

За седем години като диспечер в ТДУ-Юг съм се сблъскал с много трудности в работата ми, свързани с голям брой аварии, вследствие на влошена метеорологична обстановка. Веднага се сещам за събитията от март 2015 г., когато вследствие на обилен снеговалеж без електрозахранване останаха почти всички населени места на територията на Родопите. Мисля, че най-трудната и най-стресова ситуация в моята практика като диспечер се случи през 2017 г. В един съботен ден около 11 часа получихме сигнал, че в близост до град Брацигово на стълб, част от електропровод високо напрежение, се е качил човек с намерението да сложи край на живота си. С колегата ми трябваше възможно най-бързо да установим кой е електропроводът и незабавно да разпоредим изключването му. За щастие успяхме да изключим точния електропровод на време преди човекът да успее да премине опасната зона в близост до проводниците, и така спасихме живота му.



На какви качества и умения залага един опитен диспечер, за да бъде обезпечено непрекъснатото и качествено електроснабдяване на страната?

Според мен основното качество, което трябва да притежава един диспечер е умението за работа в екип. Доброто и безпогрешно изпълнение на ежедневните ни задължения е невъзможно, ако хората които сме на смяна в командна зала не сме добър екип. В определени моменти работата ни е толкова динамична и забързана, че изисква да се разбираме само с една дума или един жест. Без добър екип това е невъзможно. Всеки един от нас трябва да е максимално концентриран. Дори и едно разсейване в неподходящ момент може да е с фатални последици за хора и съоръжения. Също така добрият диспечер трябва да бъде добър психолог. Всеки ден при изпълнение на задълженията си разговаряме със стотици хора,

всеки от които с различен характер и моментно настроение. В критични ситуации, които са част от нашето ежедневие, се изисква различен подход в комуникацията с хората. В даден случай е необходимо по-строго поведение, докато при други този подход не сработва, дори има обратен ефект. Тук добрият диспечер трябва да съумее да прецени как да постъпи в конкретната ситуация, за да постигне успешен краен резултат. Смятам, че добрият диспечер трябва да се ползва с респект и уважение от страна на персонала в оперативно подчинените му енергийни обекти, но за да извоюва това уважение е необходимо да притежава много комплексни качества.



Какъв е професионалният пример, който Ви мотивира да се развивате и надграждате експертността си?

Мотивиран съм да се развивам непрекъснато и да надграждам качествата си като диспечер с надеждата един ден да имам привилегията името ми да е сред тези на най-опитните колеги диспечери.

Професионалният опит се придобива постепенно с годините. Многобройните ситуации, които се разиграват ежедневно в нашата работа, особено аварийните събития, които изискват бързи и адекватни решения изграждат личността на диспечера. Понякога си мисля, че за седем години съм станал свидетел на всякакви ситуации и съм видял всичко, което може да се случи, но ежедневието винаги успява да поднесе нещо ново и различно, което поставя нов казус и изисква нови действия за неговото разрешаване. От една страна това е интересното в нашата работа, но признавам, че същевременно е и малко плашещо. И точно това ме мотивира да съм максимално концентриран и отдаден на работата си във всеки един момент.



Как съвременните технологии, които скоростно навлизат във всички аспекти от дейността на дружеството, рефлектират във Вашата работа и подпомагат надеждното диспечирание на електроенергийната система?

Всеки ден ставаме свидетели на въвеждането в експлоатация на най-новите и най-модерните технологии, свързани с дистанционното управление на съоръженията в енергийните обекти от електроенергийната система. Това са нововъведения, свързани с визуализация, сигнализация и комуникация с обектите. Много голям брой обекти преминаха изцяло на дистанционно управление. Създадох се Опорни пунктове, чрез които дистанционно се управляват обектите от електроенергийната система. Това в огромна степен улеснява ежедневната работа на диспечерите.

Бяха изградени и въведени в експлоатация нови електропроводи 400 kV. Извършиха се и продължават и в момента да се извършват цялостни реконструкции на основни системни подстанции, което повишава значително сигурността на електроенергийната система на страната ни и улеснява ежедневната работа на диспечерите.

Какви са професионалните Ви цели оттук нататък?

Професионалните ми цели са да продължа да надграждам знанията си и да се усъвършенствам в областта на енергетиката, за да мога да изпълнявам все по-добре служебните си задължения. Надявам се един ден да достигна нивото на най-опитните колеги в нашия екип от тринайсет диспечери.



На финала няколко думи, с които да мотивирате младите хора с професионален интерес към енергийния сектор, да се насочат към Вашата професия? Какво прави ЕСО добър и желан работодател?

На всички млади хора, които са се насочили към професионална реализация в енергетиката бих казал, че длъжността на енергийния диспечер в ТДУ е много престижна и интересна, но в същото време и изключително отговорна и трудна. Когато влезеш в командна зала и приемеш смяната от колегите, когато започне поредният работен ден или нощ, с твоите оперативни разпореждания се съобразяват хиляди хора на територията на стотици обекти от електроенергийната система. В тези моменти заставаш на предпоследното най-високо ниво на оперативно диспечирание. Над теб стоят само диспечерите от Централно диспечерско управление. Това е изключително авторитетно, но и много отговорно.

Всеки, който е решил да стане енергиен диспечер в ТДУ трябва да е подготвен, че това не е лесна задача. Всеки, преминал предварителния конкурс, преминава през дълго и трудно обучение, което продължава шест месеца. Когато обучаващият се докаже пред прекия си ръководител, че е усвоил всички необходими знания за длъжността енергиен диспечер, бива допуснат да се яви на изпит пред комисия в Централно диспечерско управление. След като издържи изпита и премине необходимия брой смени, под наблюдението на старши диспечер, придобива право да упражнява длъжността на енергиен диспечер.

Целта ми не е да изплаша младите хора, които са избрали тази професия, а да илюстрирам високата отговорност. Сигурен съм, че има много млади, образовани, амбициозни и отговорни хора, които заинтригувани от професията енергиен диспечер, ще се насочат подготвени към това отговорно поприще.

ДИСПЕЧЕРИТЕ НА ЕСО ПРИЗВАНИ ДА ГАРАНТИРАТ НЕПРЕКЪСНАТАТА И СИГУРНА РАБОТА НА ЕЛЕКТРОПРЕНОСНАТА СИСТЕМА НА БЪЛГАРИЯ

Среща -разговор с Деян Йорданов -
енергиен диспечер в Териториално диспечерско управление - Изток на ЕСО

Териториално диспечерско управление-Изток на ЕСО се намира в град Варна и отговаря за оперативното ръководство на електропреносната мрежа на територията на 7 области - Варна, Добрич, Силистра, Русе, Разград, Шумен и Търговище. Под оперативното управление на ТДУ-Изток са 115 подстанции и 3000 километра електропроводи, от които два междусистемни електропровода 400 kV - Дружба и Съединение към северната ни съседка Румъния. Диспечерското управление на ЕСО във Варна се грижи и за преноса на произведената електроенергия от 5 големи ВЯЕЦ. Във Варна е ситуиран и един от петте опорни пункта на ЕСО, който управлява дистанционно 30 автоматизирани подстанции, като предстои да поеме ръководството на още 17 обекта на дистанционно управление. Другите четири опорни пункта за дистанционно управление на автоматизираните обекти на ЕСО са разположение в градовете Пловдив, Стара Загора, Горна Оряховица и Плевен.

В Териториално диспечерско управление - Изток на ЕСО срещаме за разговор енергийния диспечер Деян Йорданов, който ни разказва за предизвикателствата, пред които го изправя отговорната професия.



Г-н Йорданов, предизвикателство или възможност е да работите като енергиен диспечер в Електроенергийния системен оператор? С какво се отличава ЕСО от другите големи работодатели в българския енергиен сектор?

Работата в ТДУ-Изток със сигурност е свързана с огромни предизвикателства, както с постоянната модернизация, така и с осигуряване на безпроблемната работа на електроенергийната система във всякакви условия. За намирането на оптимални решения при възникване на критични ситуации по електропреносната мрежа е необходим сериозен опит и подготовка, хладнокръвие и увереност, и несъмнено подлага на изпитание професионалните качества на всеки от нас. Нашата работа може да се определи като изключително интересна, изискваща висока концентрация и екипен дух, носеща високо морално и професионално удовлетворение, тъй като от успешното ѝ прилагане зависят благополучието, здравето и живота на много хора.

Следвайки основната си мисия за ефективно управление и стопанисване на електропреносната мрежа високо напрежение на страната, ЕСО като работодател предлага оптимални условия за професионална реализация и израстване на служителите си, изключително динамична и креативна работна среда с отговорна грижа за всеки отделен служител. Лично аз съм силно впечатлен от изключителната коректност в професионалните взаимоотношения между работодател и работник.



Разкажете малко повече за себе си. Защо избрахте тази професия? Как протича един работен ден на диспечера, когато електропреносната система е в нормален режим на работа, без извънредни ситуации?

Имам щастието да съм потомствен енергетик - моят баща е работил цял живот в енергетиката. Впечатлен от неговия пример и аз се насочих към енергийния сектор. От 1985 г. реално съм в управлението на електроенергийната система - започнал съм като дежурен оператор в подстанция Шумен Запад. От 1991 г. съм диспечер във варненската диспечерска служба, а от 2006 г. до 2009 г. бях ръководител на службата. Следвайки йерархията в оперативното управление на електроенергийната система, съвсем естествено дойде в средата на 2010 г. постъпването ми на работа в ТДУ-Изток на ЕСО. От тогава всеки работен ден, независимо дали е свързан с екстремни или нормални условия по мрежата, е интересен и носи нови предизвикателства и задачи.

Какво е чувството да съзнаваш и носиш отговорността за обезпечаване в реално време на оперативното управление на електроенергийната система и да съумяваш да запазиш самообладание за вземане на адекватните мигновени решения в критичните ситуации?

В работата си диспечерът няма право на грешка. Той управлява изключително скъпо струващи съоръжения - за милиони, и взема решения, от които зависят човешки животи, затова носи огромна отговорност. Решителност в работата и уменията за адекватни действия се натрупват с много практика. Ежедневието във всеки момент ни предизвиква в професионален план да се изграждаме като специалисти и да даваме най-доброто от себе си.



Кои Ваши лични качества Ви помагат за успешното посрещане на ежедневните задачи и най-вече на критичните ситуации, изискващи бързи и верни решения?

Качествата, които ми помагат в критични ситуации, са уменията за запазване на самообладание, за бързи реакции и психическата устойчивост. В работния процес възникват напрегнати моменти, при които спокойствието е много важно за вземане на мигновени, хладнокръвни и добре обмислени решения. Разбира се, тук опитът води до изграждане на увереност и държи емоциите на страна. Не на последно място диспечерът трябва да бъде добър психолог - да разбира събеседника в процеса на телефонния разговор и да оцени неговите способности да се справи с конкретната задача.

Кой е най-ценният урок и най-голямото Ви постижение в практиката Ви до момента?

Професията на електроенергийния диспечер изгражда знания и умения, които помагат за превъзможването на различни трудности и предизвикателства не само в професионален, но и в личен план.

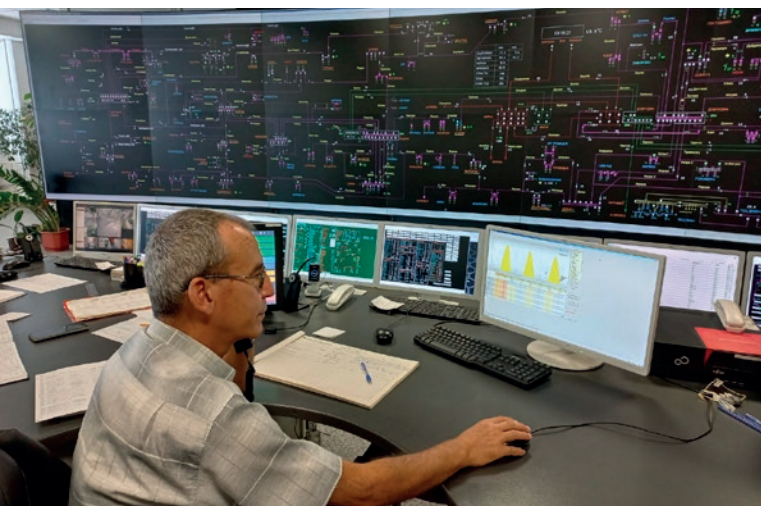
От досегашната си практика съм се убедил, че не трябва да се правят никакви компромиси с изискванията, описани в правилниците и наредбите в нашата работа, и да се спазват стриктно Правилата за управление на електроенергийната система, за да не се допускат евентуални злополуки. Винаги изпитвам морално удовлетворение от добре свършената работа, когато успея максимално бързо с адекватни реакции да захраня големи потребители, останали без електрозахранване заради аварии. Спомням си един случай в подстанция Варна - Юг, когато работех във варненската диспечерска служба. Тогава работещият трансформатор автоматично изключи от релейни защиты срещу вътрешни повреди. Веднага с телемеханика включих резервния трансформатор и центърът на Варна остана без електрозахранване само за минута.

Доколко съвременните автоматизирани системи за управление и администриране в диспечерските управления подпомагат и оптимизират работата Ви? Възможно ли е в бъдеще те напълно да изместят необходимостта от намесата на човешкия фактор?

Различните софтуерни приложения и SCADA/EMS оптимизират значително работния процес, което има огромно значение за управлението на мрежата. Те са в помощ както на съгласуването на плановата работа в електропреносната мрежа, така и за контрола на режима на работа на системата и за следене на изправността на системите за диспечерско управление. Модернизацията на изградените SCADA/EMS, телемеханичните, телекомуникационните и захранващите системи и изгражданите на нови, безспорно ще подобрят управлението на електроенергийната система и ще ускорят диагностиката на предавателни ситуации, както и ще намалят времето за отстраняване на аварии. Категорично бъдещето в нашата професия принадлежи именно на съвременните автоматизирани системи и всички трябва да сме готови и да се адаптираме към него.

Как ЕСО като работодател мотивира и стимулира професионалните Ви амбиции?

Безпроблемната работа на електроенергийната система е най-силният мотиватор за всеки енергиен диспечер. Организираните от дружеството инициативи за повишаване на професионалната квалификация, засилване на екипността и подобряване на взаимодействието в работния процес осигуряват на служителите нужното обучение и участие в проекти за повишаване не експертността. В Електроенергийния системен оператор са осигурени отлични условия и работна атмосфера, способстващи развитието и изявата на всеки служител. Социалната програма на дружеството също е насочена към опазване на здравето и благополучието на служителите. В личен план винаги съм се стремил да подобрявам професионалните си качества, да давам максимума от себе си, защото обичам работата си и фирмата, в която работя. Смятам, че с опита, който притежавам и продължавам да трупам, ще мога да дам още много за развитието на дружеството.



УСПЕШЕН ФИНАЛ ЗА ВТОРОТО ИЗДАНИЕ НА СТАЖАНТСКАТА ПРОГРАМА НА ЕСО

24 студенти от 9 университета в страната и чужбина се включиха във второто издание на лятната стажантска програма на ЕСО

Успешно приключи второто издание на лятната стажантска програма на Електроенергийния системен оператор, насочена към студентите от висшите учебни заведения в страната и чужбина с професионални амбиции за реализация в сектор енергетика. Общо 50 студенти от различни специалности в българските университети и от висши учебни заведения в Германия и Холандия придобиха практически знания и умения в структурите на ЕСО през двете издания на програмата през 2021 и 2022

година. 8 от тях избраха да станат част от екипа на Електроенергийния системен оператор и вече прилагат своите знания в дружеството, а 3-ма продължиха да бъдат подкрепяни от компанията като част от стипендиантската програма. През стипендиантската програма на Електроенергийния системен оператор до момента са преминали 31 студенти, а 23-ма вече са ангажирани с трудови договори да прилагат експертизата си в структурите на дружеството.



Изпълнителният директор на Електроенергийния системен оператор Ангелин Цачев приветства стажантите с успешното приключване на практическото им обучение и подчерта огромното необходимост от млади специалисти, които да продължат да развиват с труда си електроенергийния сектор в отговор на съвременните цели за постигане на въглероден неутралитет и чиста енергия за всички потребители.



Стажантите споделиха задоволството си от придобитите практически знания по време на работата си в ЕСО през летните месеци на 2022 година и признателността си за подкрепата и професионалните насоки, получени от техните ментори. Разговаряхме с двама от тях, за да чуем от първо лице впечатленията и мотивите им да изберат Електроенергийния системен оператор за придобиване на практически умения.

Силвия Иванова учи в Технически университет-София и през лятото на 2022 година се дипломира в специалността „Електроенергетика и електрообзавеждане“. Казва, че оценява високо възможността да премине стаж в ЕСО, защото „освен теоретичните знания от университета, си трябва практика“. И продължава: „в един реален екип, носейки реална отговорност за проект, който е съвсем истински, може да се научи най-добре и най-много.“ Питаме я кои обекти на ЕСО е посетила в рамките на стажа и какво е най-интересното, което е научила от практиката си в дружеството. Тя разказва за възможността на терен да стане свидетел на аварирал електропровод вследствие на буря и да види как екипите са укрепвали пораженията от поривите на вятъра стълб. „След това посетихме няколко подстанции, но най-дълго работихме в подстанцията „Красно село“. Сблъсъкът още в началото с екстремните ситуации на терен в енергетиката Силвия Иванова разчита като знак и обещание за успешна реализация в професията.



Георги Солаков е на 24 години от град Банско, студент втора година в УНСС в специалност „Финансов контрол“. В Електроенергийния системен оператор преминава практическо обучение в Управление „Главен счетоводител“. Споделя, че с радост би продължи да работи в ЕСО, защото е харесал колегите, начина на работа, и завършва с усмивка: „Всичко ми хареса по време на стажа в ЕСО“. Желанието на Георги да продължи да трупа професионален опит в електропреносния оператор се сбъдва, защото той е одобрен за стипендиант на дружеството.





Стажантите на ЕСО направиха колажи с мотивиращи послания защо електропреносният оператор на България заслужава да бъде избран от студентите за трупане на знания в реална работна среда.



Стажантската и стипендиантската програма на Електроенергийния системен оператор са част от амбициозната програма на дружеството „Училище за енергетици“, която цели да допринесе за създаването на квалифицирани кадри за електроенергийния сектор като започне работа с тях още от средните училища. В рамките на програмата за дуално обучение на възпитаниците на професионалните средни училища е осъществено сътрудничество с над 15 училища в цялата страна и повече от 80 ученика. От началото на учебната година през септември 2022 година успешно стартира дуалното обучение в професионалните училища и гимназии в столицата, в Софийска област, в градовете Горна Оряховица и Бургас.

Програмата на ЕСО „Училище за енергетици“ има за цел да привлече интереса на младите хора към професията на енергетика. Електроенергийният системен оператор се стреми да подкрепи професионалното образование, за да останат младите хора в България.



ЧОВЕЩИНАТА НА ЕДНО „ХРАБРО СЪРЦЕ“ ПРОТЯГА РЪКА НА ТУРИСТ В БЕДА

Разказ на Иван Иванов от МЕПР Ловеч на ЕСО, отличен с „Храбро сърце“ за оказване на животоспасяваща първа помощ

Разгара на лятото е. Черноморските ни курорти са препълнени с туристи. Иван Иванов, служител на ЕСО в Мрежови експлоатационен подрайон-Ловеч, е на почивка в град Приморско. Натъква се на обезпокоителна ситуация – човек в безпомощно състояние и притеснената му съпруга са в очакване на екип на Бърза помощ, който се бави твърде дълго. Оказва се, че линейките по Южното ни Черноморие не достигат през летния сезон, защото са само 12 автомобили за цялата област. Без грам колебание Иван Иванов се притичва на помощ на хората в беда. Несъмнено тази проява на човеколюбие и решителната помощ, оказана от Иван Иванов на колабиралия човек, стана повод ръководството на ЕСО да отличи колегата от Ловеч с приза „Храбро сърце“. Разказваме тази история не за да хвалебстваме излишно една нормална проява на човештина, а за да дадем пример за неподправена добрина и да алармираме за сериозния проблем с ограничения ресурс на Спешната помощ у нас, което възпрепятства изпълнението на основната ѝ функция- оказване на бърза и често животоспасяваща първа помощ. Срегнахме се с Иван Иванов, за да ни сподели преживяното от него в онзи горещ августовски ден, когато може би спасява един човешки живот.



Г-н Иванов, това лято вероятно спасихте човешки живот с Вашата решителна намеса и помощ на човек в беда, който чака линейка. Разкажете какво се случи в Приморско, където сте на почивка през август, когато видяхте мъж в безпомощно състояние и разтревожената му съпруга до него, чакащи линейка повече от 15 минути?

Сутринта на 16 август отивах до паркинга на хотела, където бяхме отседнали със съпругата ми за лятната ни почивка. Зад моята кола имаше паркиран друг автомобил и на шофьорското му място стоеше млад мъж на около 40 години във видимо лошо здравословно състояние. Около него се съетяха съпругата му и приятели и му даваха да диша одеколон, за да възбудят сетивата му и мозъчната дейност. Попитах какво му е и ми отговориха, че не може да диша, стягат го гърдите и когато преглъща има чувството, че "преглъща бръснарски ножчета".

Каква беше първата Ви мисъл, когато видяхте мъжа в това тревожно състояние?

От 1998 г. работя в електроснабдяването- първо в предприятие „Мрежи високо напрежение“, а след това в неговия наследник - ЕСО. Работата през всички тези години ме е научила бързо да обмислям спешните и аварийни ситуации и да успявам да намирам най-доброто решение на проблемите. Затова, след като разбрах за състоянието на човека, веднага предложих да го откарам с моята кола до Спешния център на Приморско, който се намира на няколко метра от хотела. Съпругата му обаче обясни, че вече са се обадили за линейка, но тя ще дойде чак от Царево, защото в Приморско няма линейки, от което бях изумен.

Какво се случи след това - мъжът добре ли е?

Излязох отново на главната улица, чакайки линейката, и притеснявайки се да не би, докато

дойде, да се случи най-лошото с човека. След около 20 минути пристигна автомобиля на Спешната помощ и заведох доктора до колабиралия мъж. Докато отивахме към паркинга, проведохме интересен разговор. Лекарят ме попита дали знаем, че викаме линейка от друга община, на което отговорих положително и му казах, че съм искал да закарам човека до Спешния център, но той не може да се движи. Попитах го дали, ако бях отишъл да взема лекар, за да го докарам до паркинга на хотела щеше да дойде с мен, на което той отговори отрицателно. Важното е, че на място лекарят реагира професионално, успокои пациента и го качиха в линейката за преглед.

Днес хората като че ли подминават такива ситуации и избират да не се намесват, страхувайки се да не си навредят по някакъв начин, или от малодушие...Има ли послание, което искате да направите към хората с тази Ваша постъпка?

След като вече нямаше нужда от мен, тръгнах към плажа и размишлявах как е възможно в курортен град с няколко хиляди туристи и жители да няма спешна помощ и то в работен ден, в работно време и в най-натоварения летен месец. Помислих си, че това можеше да се случи на мен или на съпругата ми и как няма спешна медицинска помощ, която държавата



е длъжна да осигури. Реших, че в бъдеще при избор на място за почивка, решаващо трябва да бъде потвърждението за осигурена 24-часова спешна медицинска помощ и ако такава не е гарантирана, да отказваме офертата. Идеята ми

е, че с натрупване на откази, туроператорите и хотелите ще реагират светкавично и ще натиснат държавата да си свърши работата, както и стана. Професор Георги Рачев - председател на Алианса на туристическата индустрия в България, след среща със служебния здравен министър д-р Асен Меджидиев, взеха решение да осигурят 24-часова спешна медицинска помощ в Приморско, Слънчев бряг и Златни пясъци.

ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЕН СИСТЕМЕН ОПЕРАТОР ЕАД
1610 София, бул. „Цар Борис III“ № 201; тел. (02) 9686802; факс (02) 9626189; e-mail: eeo@eeo.bg

ПОЗДРАВЛЕНИЕ - ОТЛИЧИЕ „ХРАБРО СЪРЦЕ“

до Иван Иванов

ръководител сектор „Релейна защита и автоматика“
МЕПР Ловеч

Уважаеми г-н Иванов,

От името на ръководството на Електроенергийния системен оператор и лично от мое име Ви поздравявам за навременните и решителни действия, спомогнали за спасяването на човешки живот!

Вашата непоколебима намеса демонстрира най-висшата ценност – спасяването на човешки живот, като утвърждава доброто име на Електроенергийния системен оператор и за пореден път доказва съпричастността и способността на служителите на дружеството да реагират адекватно в критични ситуации.

Желя на Вас и Вашите близки преди всичко здраве, успех във всичките Ви начинания и пълна удовлетвореност от постигнатите резултати!

22. 08. 2022г.

С уважение:

Ангелин Цачев
ИЗПЪЛНИТЕЛЕН ДИРЕКТОР

Посланието ми към всички хора е: Бъдете човеколюбиви и се стремете да правите добрини.

Какво обяснихте на децата си след това за случая? Какъв е урокът, на който искате да ги научите и примерът, който да запомнят от своя баща?

След събитията в Приморско обясних на децата си, че добрите неща се случват трудно и бавно. Ако искат да променят реалността, която не им харесва, трябва смело да отстояват правата си в комуникация с институциите.

Какво си пожелавате да се промени в обществото ни за момент? В какъв свят искате да се събудите един недалечен ден?

Пожелавам си, както аз се стремя да си върша работата по най-добрия начин, така и всеки в тази държава да дава най-доброто от себе си в областта, в която се реализира. Мисля си, че тогава ще заживеем в един по-добър свят.

РАЗКАЗ В КАРТИНИ ЗА ЗНАЧЕНИЕТО НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГИЙНИЯ СИСТЕМЕН ОПЕРАТОР ЗА БЪЛГАРСКАТА ЕНЕРГЕТИКА

Специално създаден видеоклип разказва за значението и ролята на Електроенергийния системен оператор в българската и европейската енергетика

През 2022 година независимият електропреносен оператор на България изпълни 15 години живот като самостоятелно търговско дружество. Историята на държавната електропреносна компания далеч надхвърля тази възраст. Зародило се с електрификацията на България още през първите години след 1944 година, преминало през дъщерно дружество на Националната електрическа компания като предприятия Мрежи високо напрежение, след асоциирането на страната ни към ЕС през 2007 година ЕСО ЕАД заживява самостоятелен живот като независимия електропреносен оператор на България. Връстник на

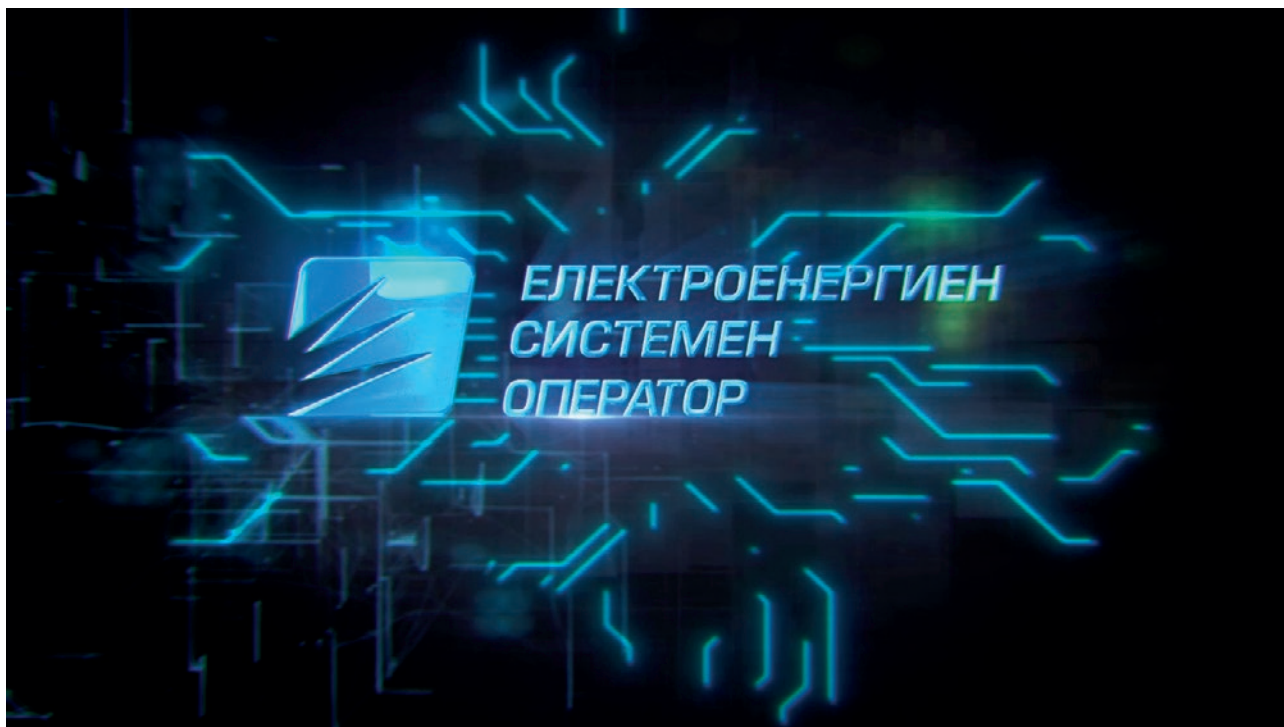
пълноправното ни членство в Европейския съюз, Електроенергийният системен оператор извървя изминалите 15 години стремително, осигурявайки балансираното и качествено функциониране на електропреносната мрежа на България 24 часа в денонощието, 7 дни в седмицата, 365 дни в годината.

15-годишнината на Електроенергийния системен оператор стана повод да разкажем в картини за ролята на електропреносната компания, за да достига до всички цивилизационното благо – качествена електроенергия.



Електропреносният оператор координира паралелната работа на електроенергийните системи на България с другите европейски електропреносни системи, както и със съседните държави. Елек-

троенергийният системен оператор Енергично, Сигурно и Отговорно осигурява балансираното и качествено функциониране на електропреносната мрежа на България.



15 години Електроенергийният системен оператор в качеството си на модерен и развиващ се наследник на предшественика си „Мрежи високо напрежение“ продължава да се променя, точно както електроенергията, която пренася и трансформира, за да осигури чиста енергия на конкурентна цена за всички потребители.

Днес, следвайки съвременните цели, ЕСО ЕАД с грижа за опазване на природата и околната среда добавя нови проекти и стремежи за изграждане на устойчиви и чисти енергийни източници. След

15 години живот на независим електропреносен оператор на България ЕСО ЕАД гледа към следващите 15 години със съзнанието, че успехът следва успеха.

Още за Електроенергийния системен оператор ще научите от видеото, което може да проследите на [YouTube](#) канала на ЕСО ЕАД, както и на страниците на дружеството в социалните мрежи: [Facebook](#), [Twitter](#), [LinkedIn](#), [Instagram](#)



