

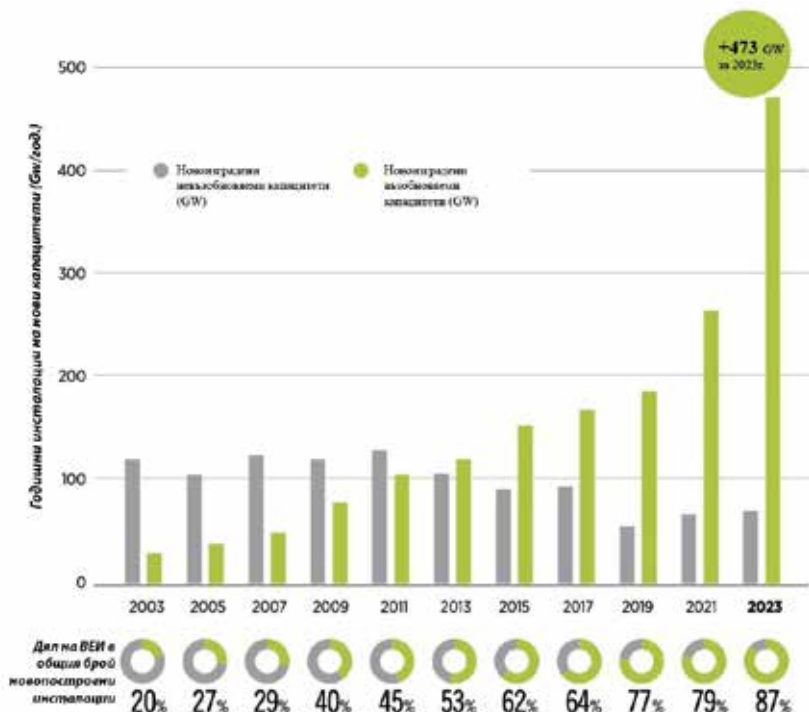
ЕНЕРГИЕН ФОРУМ 2024

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА СЛЪНЧЕВАТА ЕНЕРГИЯ В СВЕТОВЕН АСПЕКТ

Антон Адамов, Мирослав Ангелов, Момчил Луков

ВЪВЕДЕНИЕ

През 2023 година увеличението на инсталираните възобновяеми мощности в света достигна 473 GW. На конференцията за климата в Дубай COP28 през 2023 г. страните решиха да удвоят енергийната ефективност до 2030 г. и да утроят инсталирането на ВЕИ инсталации, за да се постигне целта от 1,5 градуса. Фиг.1. Новоинсталирани капацитети от 2003 г. до 2023 г.



Фиг.1. Новоинсталирани капацитети от 2003 г. до 2023 г.

Берлинския диалог за енергиен преход (BETD), събра делегации от 75 държави [1], като според проучванията на "ИРЕНА" делът на фотоволтаиците в тези 473 гигавата е 73%, BETD констатира, че трябва да се увеличат инвестициите не само за изграждането на ВЕИ, но и за мрежи, системи за съхранение и за квалификация на хората които ще осъществяват енергийния преход (фиг.1). През 2023 година са инвестирани за енергийния преход над два трилиона щатски долара, но инвеститорите са разпределени неравномерно - само около 15% са отишли за развиващите се 120 страни.



Фиг.2. Добавени ВЕИ източници според сценарий 2024-2030 г.

BETD също така установи, че за да се постигнат целите на COP28 е необходимо да се изградят още 7.5 теравата ВЕИ до 2023 г, което съответства на 1100 гигавата годишно. Реализирането на такива експанзии може да се осъществи, ако годишните инвестиции за ВЕИ се увеличават от 570 милиарда щатски долара до 1550 милиарда през следващите няколко години.

Ядрената енергетика не е в състояние да реши проблема на енергийния преход. През 2023 г. са инсталирани около 370 гигавата ядрени мощности, по-малко от колкото са ВЕИ. Ако до 2050 г. производството на ел. енергия от атомните централи се утрои, то тя ще има дял само 4% от общата генерация на ел. енергия. Най-голямо предизвикателство и ключов въпрос е проблема с увеличаването на инвестициите за ВЕИ. Установено е, че годишните инвестиции от 2015 г. насам са се удвоили. Очаква се през 2025 г. огромни количества втечен газ от Катар да залее световните пазари и нивото на емисиите да падне чувствително. Целта е CO₂ да се премахне от атмосферата и да се съхранява постоянно. Уругвай вече генерира 98% от електроенергетиката си от ВЕИ, Намибия строи най-големия завод в света за зелен амоняк, с което ще тласне развитието на водородните технологии чувствително напред, а Оман изгражда няколко мега соларни проекта, които ще задоволят стотици хиляди семейства с електроенергия [1].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Испанското председателство на съвети на Европа обсъжда въпроси за постигане на интеграция и цифровизиран вътрешен енергиен пазар, междусистемни връзки, управление на генерирането и съхраненията, както и реформата на пазара на електроенергия. Заявява се, че междусистемните връзки не могат да се третират като „двустраниен въпрос“ между две държави, като „никоя държава не трябва да поставя под съмнение необходимостта от сигурна система за цяла Европа“. Планира се ВЕИ да достигнат до 69% в енергийния микс до 2030 г. и до 80% през 2050 г., като гъвкавостта на интелигентните мрежи да нарасне до 30% през 2030 г. За целта трябва да се улесни придобиването на разрешителните за инсталиране на ВЕИ и подобряване на съоръженията за съхранение на енергия. В тази връзка е необходимо създаване на Европейски закон за чисти технологии, който да гарантира достъпа до критични суровини, както и развитие на капацитета за рециклиране на елементите, които могат да бъдат възстановени. За напредъка на компаниите в сектора се предвижда финансово обезпечаване със 160 млн.€ [5].

В САЩ са разработени десетки програми, осигуряващи на енергийно бедните и американците с ниски доходи, спестявания и печалби от соларни проекти. Министерството на енергетиката на САЩ (DOE) награди пет организации през 2023 г. с по 10 хиляди долара за добри практики в подпомагането на хората да възприемат соларния иновативен модел [8]. На Арктическият кръг в Аляска е разработен проект включващ 223 kW слънчева батерия и втора батерия, която позволява, захранване за 8+10 часа през деня [15]. Във Вашингтон, Колумбия, по програма за устойчиво развитие министерството на енергетиката и околната среда, се предоставят безплатни абонаменти за слънчева енергия на домакинства с ниски до умерени доходи, спестявайки им средно 520\$ на година. Понастоящем обществените слънчеви проекти са 160 и с тях се обслужват около 6000 домакинства с перспектива до 2032г. да станат 100 000, като сметките им за ел. енергия да намалееят с 50%. В програмите се предвижда и участие на населението с 5 месечен платен стаж, който осигурява развитие на умения, обучение на работното място, получаване на сертификати, менторство и съдействие при намиране на работа. Много от соларните проекти са изградени върху обществени сгради, училища, църкви и еднофамилни къщи [6].

В Бруклин, Ню Йорк, соларен проект 1,2 MW, осигурява гарантирани спестявания на сметки за ел. енергия на 500 абониращи семейства с ниски доходи. Проектът предлага обучение и работа на „слънчеви инсталатори“, а всички абонати получават акции към слънчевия масив, който обслужва тяхната общност [8].

При аналогичен проект във Фарибо, Минесота, всички абонати получават годишен дял от печалбите чрез дивиденди и имат право на глас при ключови решения на Кооперацията. Подобен е и проекта в Ашланд, Масачузетс, с мощност 6 MW, обслужващ 500 домакинства с ниски доходи [6].

Министерството на енергетиката на САЩ създаде Zero Energy Design Designation (Z.E.D.D.) за признаване на академични програми, които да подготвят студентите да проектират и изградят високоефективни сгради с ниско съдържание на въглерод, захранвани от ВЕИ. Учебните програми трябва да удовлетворяват следните изисквания [9] :

Изграждане на учебна програма за научно образование:

Вариант 1: Слънчеви Decathlon Building Science Education учебни модули;

Вариант 2: Създадена от университет образователна програма по строителни науки.

Практикум по проектиране с нулева енергия:

Вариант 1: Solar Decathlon Design и/или Build challenge чрез окончателно изпращане;

Вариант 2: Проект за проектиране на сграда с нулево потребление на енергия, отговарящ на сертификата DOE Zero Energy Ready Home или по-строг.

За 2022г. 12 институции от целия свят са представили 17 програми. Програмата отбелязва своята 20 годишнина и е отворена за нови кандидати през тези и следващите години [9].

В Индия, в щата Чхатисгарх, фирмата Tata пусна в експлоатация през 2024 г. ФВЦ с мощност 100 MW, комбинирана със система за съхранение на енергията от батерии с мощност 120 MW (BESS). В страната се провежда търг за диспечеруема PV енергия с обща мощност 480 MW плюс съхранение, с твърда цена от 0,068 \$/kWh [2].

Във Филипините компанията ACEN започна през настоящата година разработване на портфолио 1 GW възобновяема PV енергия [2]. Австралийската фирма MES е разработила стандартизирана система за соларни велоалеи със структура-дължина 12 м и различни ширини между 2 м. и 4,5м. Системата не изисква промяна в инфраструктурата като изкопи, използване на бетон и др. строителни компоненти. През 2024 г. българските компании могат да кандидатстват за финансиране по два нови търга, които ще осигурят 425 MW капацитет за производство на възобновяема енергия, комбинирано с 350 MW съхранена енергия. В Бангладеш са одобрени проекти за 300 MW соларна енергия с тарифи около 0,1 \$/kWh [2].

Международната агенция по енергетиката (IEA) очаква производственият капацитет за всички фотоволтаични компоненти

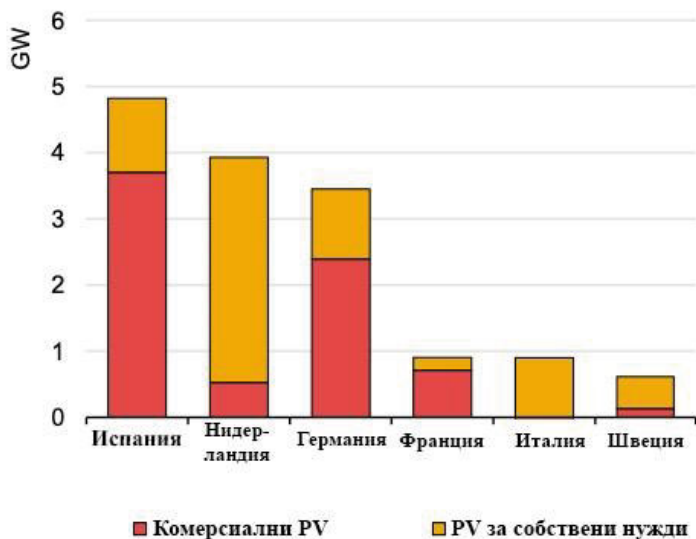
да се увеличи с повече от 1000 GW до 2024 г. В това отношение водещ е Китай и нарастващата диверсификация на доставките в Съединените щати, Индия и Европа. През 2030 г. светът ще има достатъчно, за да отговори на нивото на годишното търсене. Също през тази година 107 GW фотоволтаични системи ще бъдат инсталирани в света, което представлява 65% увеличение на произведената възобновяема енергия, която надхвърли 440 GW инсталирана мощност през 2023 година [4].

Растежът ще бъде увеличен със 7% през 2024 г., когато IEA прогнозира най-голямото абсолютно увеличение в историята - 310 GW. Китай потвърди своята лидерска позиция: очаква се той да постигне почти 55% от новия инсталиран капацитет, както през 2023 г., така и през 2024 година.

Единствено изключение е Бразилия, където политическите промени в правилата ще доведат до намаляване на капацитета на ВЕИ през 2024 г. спрямо 2023 година.

Агенцията изчислява, че новите инсталирани слънчеви фотоволтаични и вятърни мощности са спестили на потребителите на електроенергия в Европейския съюз (ЕС) 100 милиарда евро през 2021-2023 г., като са изместили по-скъпото производство на изкопаеми горива. Цените на електроенергията на едро в Европа биха били с 8% по-високи през 2022 г. без допълнителния възобновяем капацитет, според новия доклад на МАЕ [4].

IEA подчертава, че Испания ще води по собствено потребление в Европа през 2023 и 2024 г., където почти 5 GW ще бъдат инсталирани през двете години. Всъщност жилищните и търговските соларни фотоволтаични системи представляват 74% от увеличението в прогнозите на Агенцията за Европа, като най-големият дял (82%) идва от шест ключови пазара: Германия, Холандия, Франция, Италия и Испания. На фиг.2 са представени прогнози за нови ФВИ за собствена консумация в Европа [4].



Фиг.3. Прогнози за нови ФВИ за собствени нужди в Европа

През първата половина на 2023 г. производството на слънчева енергия се е увеличило на повечето от европейските пазари, в сравнение със същия период на предната година. Най-силно увеличение е отчетено на португалския пазар - около 41%, следван от испанския (31%) и френския (23%). От големите пазари, единствено в Германия е отчетено намаление през първите 6 месеца на 2023 г. с 10%. В Италия е регистрирано минимално увеличение 1,9% на годишна база [4].

В сравнение с втората половина на 2022 г., през първата половина на 2023 г. производството на слънчева енергия се е увеличило на всички пазари. Отново най-голямото увеличение е регистрирано на Иберийския полуостров, с повишения от 38% и 30% съответно в Португалия и континентална Испания. По-умерени увеличения от съответно 12%, 13% и 16% се наблюдават в Германия, Италия и Франция. На испанския, френския, италианския и португалския пазар, полугодишното производство на слънчева фотоволтаична енергия е най-високото в историята,

с генерирани 18 080 GWh в Испания, 10 772 GWh във Франция, 12 054 GWh в Италия и 1780 GWh в Португалия [4].

През първата половина на 2023 г. средните цени на европейските пазари на електроенергия се понижиха, записвайки най-ниската си стойност от втората половина на 2021 г. Основните причини за тези спадове са понижаването на цените на газа и търсенето на електроенергия от някои пазари, както и вследствие увеличаването на производството на възобновяема енергия на повечето пазари. Производството на фотоволтаична слънчева енергия за периода е рекордно на южноевропейските пазари, същото е и за производството на вятърна енергия в Испания и Франция [4].

От януари до май 2023г. от Китай са изнесени 88GW фотоволтаични модули, което е ръст от 39% на годишна база. Само през май Китай е изнесъл 19 GW модули, което е с 5% повече от 18 GW през април и с 32% повече от същия месец през 2022 г. От януари 2023 г. Бразилия е внесла приблизително 7,7 GW модули от Китай. Със спада на цените на модулите, бразилския пазар за наземни инсталации показва значителен растеж. Чилийския пазар нарасна от началото на 2023 г. до м. май с 2 GW китайски модули. Като цяло Северна и Южна Америка са внесли основно от Китай от януари до май 2023 г. 12,4 GW фотоволтаични модули, което е ръст на годишна база от 26% [13].

В Европа през първите 5 месеца на 2023 г. са внесени 51,9 GW модули от Китай, което е ръст на годишна база 16%. Европа и Бразилия през изминалата 2022 г. имаха бърз растеж, но през 2023 г. губят инерция. Някои нововъзникващи пазари, благодарение на високите цени на електроенергията и падащите цени на модулите, проявяват по-силен от очаквания растеж. В Южна Африка през януари до май 2023 г. са внесени над 2,6 GW модули, което е с 4, 5 пъти повече от предната година. Саудистска Арабия също показва значителен растеж, като е внесла до м. май 1,8 GW. Това е дял около 40% за близкия изток, където участват с най-голяма тежест Израел и Обединените арабски емирства [12].

През 2021 г. за ВЕИ в световен мащаб бяха инвестирани над 400 милиарда долара и не повече от 140 милиарда долара за мощности от изкопаеми горива. Към индийската помощна програма, NTPC в която работят около 10 хил. инженера, са

инсталирани 3 GW възобновяеми мощности, като до 2032 г. ще се достигне 60 GW. Програмата NTPC си поставя за цел голямата задача за преквалификация на специалисти от изкопаеми горива към ВЕИ. Освен това бъдещето на слънчевите технологии е преплетено с технологиите на изкуствения интелект и в тази насока трябва да се търси голяма промяна в енергетиката през следващите години [13].

Според Международната агенция по енергетика (МАЕ) през 2023 г., PV и вятърните източници са нараснали съответно с 85% и 60% и са близо 540 GW, като Китай има най-голям дял и за двете. Това се дължи на повишените инвестиции за чиста енергия, които от 2019 до 2023 г. са се увеличили с близо 50%, достигайки 1,8 трилиона долара за 2023 г., като нарастването за този период е с около 10% годишно. Както стана ясно по-горе, за 2023г. светът е изградил рекордните 473 GW слънчеви фотоволтаични мощности, като делът на Китай е 261 GW, т.е. повече от половината. Тази цифра е по-голяма от изградените мощности в целия свят през 2022 г., което се дължи основно на 50% намаление на разходите за PV модули от декември 2022 г. насам. В ЕС през 2023 г. са инсталирани 52 GW PV мощности. През същата година вятърната енергия регистрира 117 GW нови мощности в световен мащаб, в сравнение със 75 GW през 2022 година [3].

Производството на ел. енергия от PV система е без емисии, но ресурсното им осигуряване, транспорта, онсталацията и др., т.е. т.н. “въглеродна раница”, са процеси свързани с въглеродни емисии. Модулните алуминиеви рамки, произвеждани в Китай, могат да се заменят с произвежданите в САЩ рамки от рециклирана стомана, при които емисиите на парникови газове са намалени с 90,4%[8]. Един от основните фактори при изграждане на ФВС, освен намалените разходи трябва да бъде намаляване на въглеродния отпечатък във “въглеродната раница” от страна на доставчиците на компоненти и разработчиците на проекта. Използването на стоманата за тракери, сплави, стойки, тръби и др. е вече широко прието в слънчевата индустрия, т.к. стоманата е богат земен ресурс, добиването и е по-малко енергоемко от алуминия и има по-малък въглероден отпечатък.

Австралийската агенция за възобновяема енергия (ARENA) от създаването си през 2012 г., е ангажирала над 2,3 милиарда

долара за около 670 проекта в цяла Австралия. През 2016 г. са предоставени 92 милиона долара безвъзмездно финансиране за 12 проекта, избрани чрез конкурентен принцип[10]. През 2017 г. за 8 мащабни проекти за батерии, безвъзмездно са отпуснати 176 милиона долара, което е 7% от капиталните разходи на проектите на стойност 2,5 милиарда долара. В момента ARENA инвестира около 300 милиона долара в 50 водородни проекта от програмата Hydrogen Headstart на стойност 2 милиарда долара.

ARENA има за цел да намали цената на възобновяемата енергия под \$20/MWh и се фокусира върху т.н. "ултра евтина слънчева енергия". Тази постановка е формулирана като „Solar 30-30-30“. Това означава постигане на ефективност на модулите от 30%(понастоящем тя е 22%);цена за пълномощна инсталация 30 цента за ват, което е спад с \$1 на ват днес и това да се достигне до 2030 г. Следователно“30-30-30“ означава 30% ефективност, при 30 цента на ват до 2030 година [10].

Бразилия достигна историческа стойност от 40 GW оперативна инсталирана мощност от слънчеви фотоволтаични източници, включително големи слънчеви централи и системи за производство на електроенергия на покриви, фасади и малки парцели, съобщава Бразилската асоциация за фотоволтаична енергия(Absolar). Според асоциацията от 2012 г. насам са генерирани около 1,2 милиона работни места.В сегмента на разпределеното производство на електроенергия има 27,5 GW инсталирана слънчева енергия. Това се равнява на повече от 822 000 работни места. Соларната технология в момента се използва в 99,9% от всички разпределени генерационни връзки в страната, водейки сегмента досега.

Малките микрогенерационни централи, тези с мощност до 75 kW, общо 22,7 GW,са разпределени в 2,4 милиона системи. Освен това жилищните системи натрупват 13,2 GW капацитет, идващ от 1,9 милиона малки централи.В сегмента на централизираното производство Бразилия има около 12,5 GW инсталирани мощности в големи слънчеви централи. От 2012 г. насам големите фотоволтаични проекти са допринесли за повече от 378 000 кумулативни работни места.

Според картографирането на Absolar, слънчевата енергия в момента представлява 17,4% от електрическата матрица на

Бразилия и все повече допринася за водещата роля на Бразилия в геополитиката на декарбонизиране на икономиките. Само за 2024г. соларният сектор ще е добавил 3 GW към страната, което ще помогне за диверсифициране на националната електрическа матрица и ще отговори на търсенето в моменти на пиково потребление на електроенергия.

Освен това, според изчисленията на асоциацията, фотоволтаичният сектор вече е избегнал емисиите на 48,9 милиона тона CO₂ при производството на електроенергия [11].

На 12 март 2024 г. Европейския парламент одобри новата версия на Директивата за енергийните характеристики на сградите в съответствие с която соларните инсталации ще бъдат интегрирани в строителните обекти. Регламента ще почне да се прилага за нови търговски и обществени сгради от 2026 г., за сгради които са в процес на основен ремонт от 2027 г. и за съществуващи обществени сгради от 2030 г. След като директивата бъде приета, държавите членки на ЕС разполагат с две години за да я транспонират в националното си законодателство[12].

Европейската соларна карта (ESC) беше подписана на 15 март 2024 г. в Брюксел от 23-те държави членки на ЕС, а също от ЕК, Европейския съвет за производство на слънчева енергия (ESMC) и Solar Power Europe (SPE) в подкрепа на европейската фотоволтаична индустрия [14].

ESMC смята, че конкретните резултати от ESC ще зависят от три последователни основни стъпки: *ангажимент на държавите-членки за постигане на количествени цели за закупуване на устойчиви фотоволтаични модули на ЕС, ясни ангажименти от страна на търговците на едро, дистрибуторите и монтажниците да включат фотоволтаичните продукти от ЕС в своите портфейли и финансиране за осигуряване на окончателните инвестиционни решения на проекта на ЕС за производство на фотоволтаици.*

Последната точка е свързана с достъпа до финансиране от ЕС, което следва да бъде улеснено за европейските проекти за производство на фотоволтаици, за да се получат най-малко 10 GW допълнителни окончателни инвестиционни решения до 2025 г.,

като целта е да се преодолее недостигът на финансиране и да се ускори разширяването на производствените мощности на фотоволтаиците в Европа.

Германската инвестиционна компания Hansainvest Real Assets откри слънчева централа с мощност 605 MW във Вицниц, близо да Лайпциг, Германия [7]. В момента съоръжението е най-големият действащ фотоволтаичен проект в Европа. Преди да бъде пусната в експлоатация, най-голямата соларна инсталация в Европа беше 300 MW система в Сестас, Южна Франция. Тя беше включена през 2015 г. Разработчикът на 605-мегаватовата централа, Move On Energy, ще инсталира още 45 MW на площадката до лятото на 2024 г. За изграждането на проекта Witnitz бяха необходими по-малко от две години. Церемонията по първа копка на съоръжението се състоя през юни 2022 година.

Централата е изградена от 1,1 милиона соларни модула на площ над 500 хектара от бившата открита мина за кафяви въглища "Witnitz II". Като част от проекта бяха създадени нови велоалеи и пътеки за езда. По оградите около огромната електроцентрала бяха създадени живи плетове. (фиг. 4)

Hansainvest Real Assets също планира да създаде паралелно земеделско използване на площта под соларните модули. За целта има предвидена площ от 5 до 10 хектара.



Фиг.4. Най-големият ФВЦ в Европа с мощност 605 MW

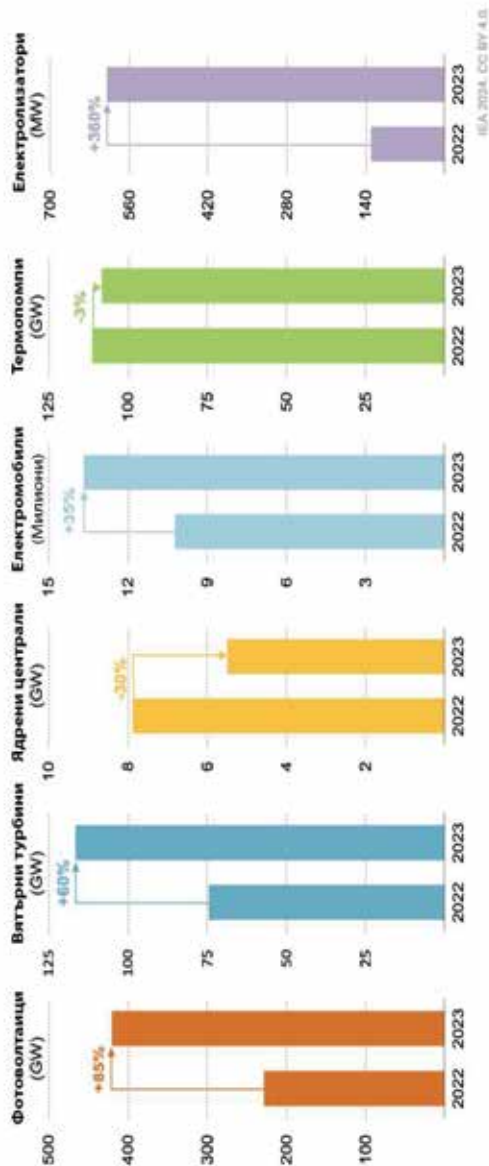
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Международната агенция по енергетиката (МАЕ), през март 2024 г. публикува в т.н. “Обсерватория за чиста енергия”, развитието на възобновяемата енергия по сектори и на глобално ниво [7] - фиг.5.

В световен мащаб потреблението на енергия се е увеличило в сравнение с 2022 г., а емисиите на CO₂ са достигнали най-високото ниво за всички времена - 37,4 милиарда тона. Производството на ел. енергия с ниски емисии се е увеличило с 1800 TWh, а увеличението на електроенергия от изкопаеми горива е около 850 TWh. Прираста на производството на ел. енергия от ВЕИ за 2023 г. е еквивалентен на около 5% от изкопаемата енергия.

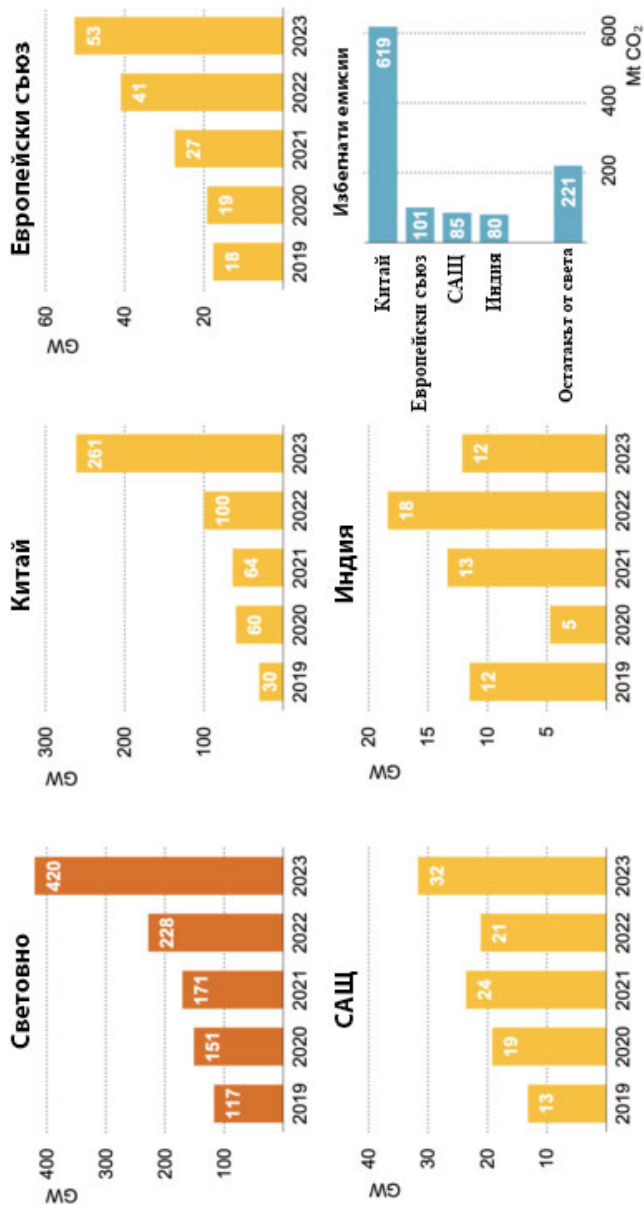
Както беше маркирано по-горе, а също и на фиг.2, слънчевата енергия нарасна с 85%, като достигна 420 GW (според Ирена тази цифра е 473 GW за 2023 г.). От тези 420 GW на Китай се падат 261 GW нови инсталации, което е в резултат на до 50% намаление на цената на фотоволтаични модули. В ЕС през 2023 г. са добавени рекордните 52 GW PV мощности, което е като резултат от намаляване на вноса на газ от Русия след 2021 година [7] - фиг.6

Големите инсталации и промяна на определени технологии с чиста енергия, 2022 и 2023 г.



Фиг.5. Развитие на възобновяемата енергия по сектори за 2022 и 2023 г.

Добавени фотоволтаични мощности и избегнати емисии



IEA 2024. CC BY 4.0.

Забелешка: "Избегнати емисии" се отнасят за избекнатите емисии за една година при текущото разпространение от 2019 до 2023 год.

Фиг.6. Развитие на PV системи според МАЕ

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Irena: Weltweit mehr Investitionen in Erneuerbare nötig und nicht auf Atomenergie hoffen - pv magazine Deutschland (pv-magazine.de)
- [2]. Píldoras solares: India conecta solar y almacenamiento, 1 GW de renovables en Filipinas y Bulgaria licita - pv magazine Mexico (pv-magazine-mexico.com)
- [3]. El apoyo político y la continua caída de costes llevan a récords de solar y eólica en un informe muy positivo de la AIE - (pv-magazine.es)
- [4]. En 2024 se instalarán 310 GW fotovoltaicos, y España liderará el autoconsumo en Europa, según la AIE - (pv-magazine.es)
- [5]. Europa, imparabile en Transición Energética: propuestas, leyes, reglas y votaciones de los últimos días - (pv-magazine.es)
- [6]. Five Organizations Turning Community Solar Into Savings For Low-Income Americans - (pv-magazine-usa.com)
- [7]. L'Agence internationale de l'énergie publie l'observatoire du marché des énergies propres 2023 - (pv-magazine.fr)
- [8]. U.S. steel solar module frames have one tenth embodied carbon of Chinese aluminum alternatives - (pv-magazine-usa.com)
- [9]. Zero Energy Design Designation recognizes schools for sustainable building curriculum - (pv-magazine-usa.com)
- [10]. Green hydrogen and ultra-low cost solar key to Australia's superpower vision (pv-magazine-australia.com)
- [11]. La energía solar alcanza el hito histórico de 40 GW en Brasil - (pv-magazine-latam.com)
- [12]. China exportou 88 gw de modulos entre janeiro e maio - (pv-magazine-brasil.com)
- [13]. Conquering change: Artificial Intelligence and how to be future ready - (pv-magazine.com)
- [14]. Firmata la Carta Solare Europea, qui il testo completo - (pv-magazine.it).
- [15]. Илиев, И., Обзор и критичен анализ на постиженията в областта на възобновяемите източници на енергия. стр.5 сборник част трета Енергиен форум НТСЕБ 22-25 юни 2016г., ISSN 2367-6728

АВТОРИ:

инж. Антон Йорданов Адамов, Докторант МГУ “Св. Иван Рилски”,
e-mail: a.adamov@abv.bg

инж. Мирослав Любомиров Ангелов, Докторант МГУ “Св. Иван
Рилски”, e-mail: miroslav_angelov88@abv.bg

Момчил Любомиров Луков, Студент ТУ-Варна, e-mail:
momchil.lukovly@gmail.com