



ЕВРОПЕЙСКИ ЗЕЛЕН ПАКТ И ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА

**Мирияна Евтимова, Даниела Тодорова, Красимир Кръстанов, Благой Бурдин*,
Миглена Славова*, Веселин Найденов**

mevtimova@vtu.bg, dtodorova@vtu.bg, kkrastanov@vtu.bg, b.burdin@iees.bas.bg,
m Slavova@vtu.bg, v_naidenov@vtu.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“,
София, ул. „Гео Милев“ № 158,*

** Институт по електрохимия и енергийни системи „Академик Евгени Будевски“,
Българска академия на науките, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл.10, 1113 София,
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** Водородна икономика, Европейски Зелен пакт, Кръгова икономика, устойчива мобилност, декарбонизация.*

***Резюме:** Целта на това изследване е да се направи обзор и анализ на предизвикателствата за декарбонизация чрез използването на водорода за постигане на целите на Европейския зелен пакт за устойчива мобилност и принципите на кръговата икономика. Представени са технологичните направления за намаляване на емисиите от CO₂ до 2050 г., като използването на водорода и неговите производни има 10%-но участие.*

*Анализиран са основните аспекти на **Стратегията за използването на водорода за неутрална по отношение на климата Европа**, която определя този химичен елемент като ключов приоритет за осъществяване на Европейския зелен пакт и прехода към чиста енергия. Това се определя от най-важното предимство на водорода: той не отделя (при използването му не се образува) CO₂ и при неговата употреба няма замърсяване на въздуха. Описани са основните видове водород в зависимост от прилаганите технологии и енергийни източници за производството му, както и конкурентноспособността им.*

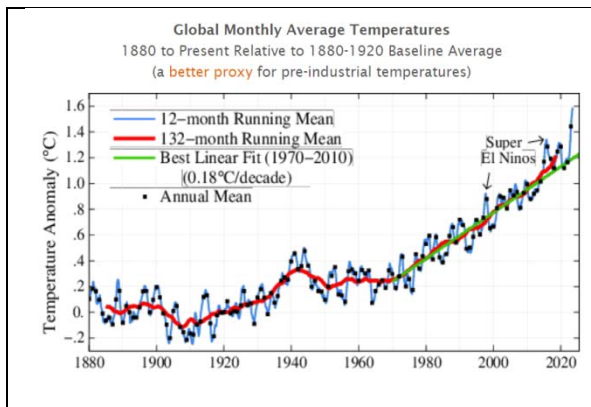
Представени са първите стъпки (малки, но важни) по пътя към водородната икономика за устойчива мобилност в България чрез първия водороден автомобил и първата водородна зарядна станция.

В заключение са описани основните предизвикателства пред изграждането на водородна икономика: веригата за създаване на стойност и необходимостта от голямо количество суровини; прилагането на подход, основан на жизнения цикъл; изграждането на инфраструктура за зареждане с водород и създаването на условия за образование и обучение за нови професии и работни места.

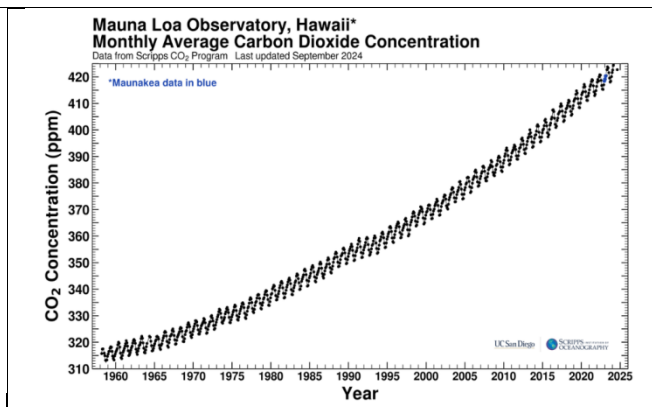
ВЪВЕДЕНИЕ

Данните от обсерваторията в Мауна Лоа на остров Хавай (Националната агенция на океанските и атмосферни изследвания, САЩ) показват две измервания: температура и концентрация на въглероден диоксид (CO₂). През юни 2024 г. средната глобална

температура е с $1,5^{\circ}\text{C}$ над средната за преиндустриалния сравнителен период (1880-1920) г., като месец юни 2024 г. е бил най-топлият от 1880 г. (фигура 1). Освен това през юни 2022 г., 2023 г. и 2024 г. концентрацията на въглеродния диоксид в атмосферата има стойности съответно: 420,94 ppm, 423,68 ppm и 426,91 ppm (фигура 2) [1]. Това доказва, че тенденцията за увеличаването му от 1959 г. се запазва, както бе установено и в предишни публикации на някои от авторите [2, 3, 4]. Ето защо проучването на възможностите за справяне с тези предизвикателства представлява особен интерес.



Фиг. 1. Средна месечна температура за периода 1880-2024 г. [1]



Фиг. 2. Средна месечна концентрация на CO2 [1]

Установено е, въпреки значителната научна подкрепа за целите за устойчиво развитие (ЦУР), има малък напредък. Преобладаващото линейно мислене, което предполага, че науката естествено ще генерира технологии и решения, докато различните дисциплини работят самостоятелно, не успява да създаде условия за устойчиво развитие. Ето защо, Общото събрание на Организацията на обединените нации (ООН), с резолюция A/77/L.100, приета на 18.08.2023 г., е обявило периода 2024-2033 година за Международно десетилетие на науките за устойчиво развитие [5].

Необходимо е преминаване към трансформираща ера на научно-базирано сътрудничество и прогрес за постигането на устойчиво развитие, което изисква глобален трансдисциплинарен и многоизмерен подход – такъв, който свързва научните дисциплини, всички форми на познание и областите на науката, политиката и действието. За осъществяване на напредък трябва да използва по-ефективен и приобщаващ глобален подход към устойчивостта, основан на синергичното сътрудничество на всички науки и всички форми на знание по интегративен и трансформиращ начин за изграждане на водородна екосистема и въглеродно неутрална кръгова икономика за постигане на целите на Парижкото споразумение за климата за поддържане на глобалното затопляне на безопасни равнища.

ЕВРОПЕЙСКИ ЗЕЛЕН ПАКТ

Добре известно е, че в края на 2019 г. Европейската комисия приема *Европейския зелен пакт*, в който се подновява ангажиментът за справяне с предизвикателствата, свързани с климата и околната среда [6]. Основната цел е създаването на модерна, ресурсно ефективна и конкурентоспособна икономика, в която през 2050 г. няма да има нетни емисии на парникови газове и икономическият растеж не зависи от използването на ресурси.

Зеленият пакт обхваща всички сектори: чиста енергия, устойчива промишленост, изграждане и саниране на сгради, устойчива мобилност, биологично

разнообразие, от фермата до трапезата, премахване на замърсяването, действия в областта на климата. Приоритетните области включват чистия водород, горивните клетки и други алтернативни горива, съхранението на енергия и улавянето, съхранението и използването на въглероден диоксид.

Добре известно е, че транспортът генерира около една четвърт от емисиите на парникови газове в ЕС, като неговият дял продължава да расте. За да се постигне неутралност по отношение на климата, до 2050 г. е необходимо намаляване на емисиите в транспортния сектор (за всички видове транспорт) с 90 %.

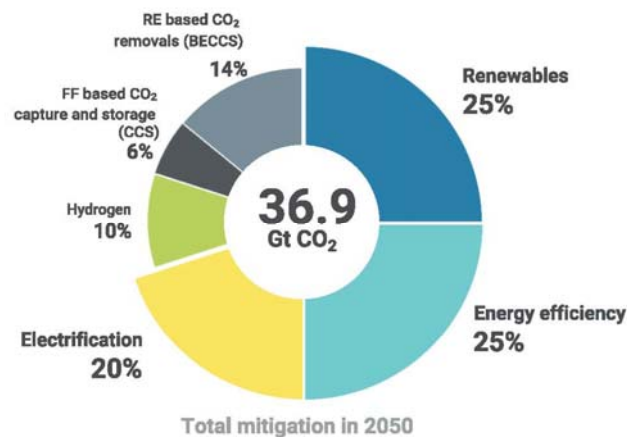
Проучването *Прогноза за световните енергийни преходи, 2022, Пътят 1,5°C* (WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2022, 1.5°C PATHWAY) на Международната агенция по възобновяеми енергийни източници (International Renewable Energy Agency, IRENA) представя шест технологични направления, чрез които до 2050 г. е постижимо годишно намаляване на емисиите от 36,9 Gt CO₂ (в сравнение към референтен случай въз основа на планирани цели и политики) (фигура 3), а именно [7]:

1. Възобновяеми източници (25%): за производство на електроенергия като слънчева фотоволтаична енергия, вятър и др. и използване на възобновяема енергия, като слънчева топлинна енергия и биомаса.

2. Енергийна ефективност (25%): намаляване на търсенето на енергия и увеличаване на енергийна ефективност на крайни приложения, включително структурни промени и практики на кръгова икономика.

3. Електрификация на секторите за крайна употреба (20%): директно използване на чиста електроенергия в транспортни и топлинни приложения.

Reducing emissions by 2050 through six technological avenues



Source: IRENA (2022), *World Energy Transitions Outlook* at www.irena.org



Фиг. 3 Технологични направления, чрез които до 2050 г. е постижимо годишно намаляване на емисиите от 36,9 Gt CO₂ [7].

(CCS = carbon capture and storage; BECCS = bioenergy with carbon capture and storage;

RE = renewables;

FF = fossil fuel; GtCO₂ = gigatonnes of carbon dioxide.)

4. Водород и неговите производни (10%): директно използване на чист водород (предимно зелен водород) заедно със синтетични горива (зелен амоняк и метанол) и чисти суровини на основата на водород.

5. Улавяне и съхранение на въглерод (CCS) (6%): въглеродът, уловен и съхраняван от точкови източници на изкопаеми горива и други емисионни процеси, главно в промишлеността.

6. Биоенергия, съчетана с улавяне и съхранение на въглерод (BECCS) и други мерки за отстраняване въглерод: биоенергия, съчетана с CCS в производството на електроенергия, топлина и промишлеността.

От анализа на данните става ясно, че интензивното и своевременно използване на водорода и неговите производни, би допринесло за годишно намаляване на емисиите с близо 4 Gt CO₂ до 2050 г.

ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА

През 2020 г. Европейската комисия приема *Стратегия за използването на водорода за неутрална по отношение на климата Европа* [8].

Известно е, че водородът може да се използва като изходна суровина, гориво или енергиен носител и средство за акумулиране на енергия и има множество възможни приложения в промишлеността, транспорта, енергетиката и строителството. Основното му предимство е, че при неговото използване не се образува CO₂ и няма замърсяване на въздуха. Ето защо, водородът се определя като ключов елемент за осъществяване на Европейския зелен пакт и прехода към чиста енергия. Това е решение за декарбонизация на промишлените процеси и икономическите отрасли, в които намаляването на въглеродните емисии е както неотложно, така и трудно за постигане. Ето защо, изграждането на водородна екосистема предоставя възможност за постигане на въглеродно неутрална икономика до 2050 г. и за изпълнение на целите на Парижкото споразумение по отношение на климата.

Съществуват различни начини за производство на водород, които имат съответните емисии на парникови газове и конкурентоспособност. В своята *Стратегия за използване на водорода*, Европейската комисия дефинира различни видове водород в зависимост от използваните технологии и енергийни източници за производството му [8], а именно:

- **„Водород, произведен с електроенергия“** - водород, произведен чрез електролиза на вода (в електролизатор, захранван с електрическа енергия), независимо от източника на електроенергия. Емисиите на парникови газове от целия жизнен цикъл на производството на водород с електроенергия зависят от това как се произвежда електроенергията (Емисиите на парникови газове от цялата верига на производство в ЕС са 14 kgCO₂eq/kgH₂ (въз основа на данни на Евростат за 2018 г., 252 t CO₂eq /GWh), докато средният глобален електроенергиен микс би довел до 26 kgCO₂eq/kgH₂ (MAE, 2019 г.).

- **„Водород от възобновяеми източници“** - водород, произведен чрез електролиза на вода (в електролизатор, захранван с електрическа енергия), от възобновяеми източници на електроенергия. Емисиите на парникови газове от целия жизнен цикъл на производството на водород от възобновяеми източници са близки до нула (MAE, 2019 г.). Водород от възобновяеми източници може да се произвежда също така чрез реформинг на биогаз (вместо на природен газ) или чрез биохимична конверсия на биомаса, ако е в съответствие с изискванията за устойчивост.

- **„Чист водород“** - водород от възобновяеми източници.

- **„Водород с произход от изкопаеми горива“** - водород, произведен чрез различни процеси, при които като изходна суровина се използват изкопаеми горива, основно чрез реформинг на природен газ или газификация на въглища. Това представлява по-голямата част от водорода, произвеждан понастоящем. Емисиите на парникови газове от жизнения цикъл на производството на водород от изкопаеми горива са високи (Емисиите на парникови газове от цялата верига на производство чрез реформинг на природен газ с водна пара са 9 kgCO₂eq/kgH₂ (MAE, 2019 г.).

- **„Водород с произход от изкопаеми горива, получен при улавяне на въглероден диоксид“** - подвид на водорода с произход от изкопаеми горива, при чието производство парниковите газове, отделяни като част от процеса на производство на водород, биват улавяни. Емисиите на парникови газове от производството на водород с произход от изкопаеми горива при улавяне на въглероден диоксид или пиролиза са по-ниски от тези за водорода с произход от изкопаеми горива, но трябва да се вземе предвид променливата „ефективност на улавяне на парниковите газове“ (максимум 90 %) (Емисиите на парникови газове от цялата верига на производство чрез реформинг на природен газ с водна пара с 90 % улавяне са 1 kgCO₂eq/kgH₂ и 4 kgCO₂eq/kgH₂ с коефициент на улавяне от 56 % (MAE, 2019 г.)).

- **„Нисковъглеродният водород“** - водород с произход от изкопаеми горива, получен при улавяне на въглероден диоксид, и водород, произведен с електроенергия, със значително намалени емисии на парникови газове през целия жизнен цикъл, в сравнение със съществуващото производство на водород.

- **„Синтетичните горива, получени от водород“** - различни газообразни и течни горива на базата на водород и въглерод. За да се считат синтетичните горива за възобновяеми, водородната съставка в синтетичния газ следва да е от възобновяеми източници. Синтетичните горива включват например синтетичен керосин в авиацията, синтетично дизелово гориво за автомобилите и различни молекули, използвани в производството на химикали и торове. Синтетичните горива могат да бъдат свързани с много различни нива на емисии на парникови газове в зависимост от използваните суровини и процеси. Що се отнася до замърсяването на въздуха, изгарянето на синтетични горива води до сходни нива на емисии на замърсители на въздуха като при изкопаемите горива.

От особено значение е факта, че понастоящем нито водородът от възобновяеми източници, нито нисковъглеродният водород, по-специално този с произход от изкопаеми горива, получен при улавяне на въглероден диоксид, са конкурентоспособни от гледна точка на разходите спрямо водорода с произход от изкопаеми горива. Прогнозните разходи за водорода с произход от изкопаеми горива са около 1,5 EUR/kg за ЕС и са силно зависими от цените на природния газ, без да се отчитат разходите за CO₂. Прогнозните разходи за водорода с произход от изкопаеми горива, получен при улавяне и съхранение на въглероден диоксид, са около 2 EUR/kg, а за водорода от възобновяеми източници — 2,5—5,5 EUR/kg. Към 2020 г. са необходими цени в диапазона от 55—90 EUR на тон CO₂, за да може водородът с произход от изкопаеми горива, получен при улавяне на въглероден диоксид, да бъде конкурентоспособен на водорода с произход от изкопаеми горива. Разходите за водород от възобновяеми източници намаляват бързо. Разходите за електролизьори намаляват с 60 % през последните десет години и се очаква да намалееят наполовина през 2030 г. в сравнение с днешните икономии от мащаба. В регионите, където електроенергията от възобновяеми източници е евтина, се очаква през 2030 г. електролизьорите да бъдат в състояние да се конкурират с водорода с произход от изкопаеми горива [8].

В *Стратегията* се определя като приоритет разработването на водород от възобновяеми източници, произвеждан предимно от вятърна и слънчева енергия, който е най-съвместимият вариант с целта на ЕС за постигане на неутралност по отношение на климата и нулево замърсяване в дългосрочен план и е най-тясно свързан с идеята за интегрирана енергийна система.

Освен това, за да може цялостната верига на доставки на водорода да служи на европейската икономика, са необходими допълнителни усилия в областта на научните изследвания и иновациите в различни аспекти като: генериране на енергия (създаване на електролизьор с мощност 100 MW); развитие на инфраструктурата за

разпространение, съхранение и доставка на водород в големи количества и евентуално на дълги разстояния; увеличаване използването на водород от възобновяеми източници в транспорта (напр. в тежкотоварния автомобилен транспорт, железопътния, водния и въздушния транспорт); измерението на безопасността и хармонизиране на стандартите.

Определени са кумулативните инвестиции във възобновяеми източници на водород в Европа, които биха могли да достигнат 180—470 милиарда евро до 2050 г. и в диапазона от 3—18 милиарда евро за нисковъглеродния водород с произход от изкопаеми горива [8]. При това е установено, че верига за създаване на стойност във връзка с водорода, която обслужва множество промишлени сектори и други крайни потребители, би могла да създаде **заетост пряко или непряко на приблизително 1 милион души**. Според анализаторите до 2050 г. чистият водород може да задоволи 24 % от световното потребление на енергия, с годишни продажби от порядъка на 630 милиарда евро.

ПЪТЯ КЪМ ВОДОРОДНА ИКОНОМИКА ЗА УСТОЙЧИВА МОБИЛНОСТ В БЪЛГАРИЯ

През 2023 г. е приета *Национална пътна карта за подобряване на условията за разгръщане на потенциала за развитие на водородните технологии и механизмите за производство и доставка на водород. Водородно бъдеще за България*, в която се определят следните цели [9]:

- ✓ **СТРАТЕГИЧЕСКИ ЦЕЛИ:** 1. Използване на водорода за декарбонизиране на икономиката и за алтернатива на други енергийни източници; 2. Създаване на капацитет за използване потенциала на водородните технологии.
- ✓ **ОПЕРАТИВНИ ЦЕЛИ:** (1) Насърчаване на последователното и ефективното въвеждане на технологии за производството, транспортирането и използването на зелен водород в индустрията, енергетиката и транспорта; (2) Интензифициране на научните изследвания и иновациите; (3) Създаване на условия за образование и обучение за нови професии и работни места и за информирана потребителска и административна среда, свързани с водородните технологии; (4) Стимулиране на европейското и международното сътрудничество.

На 30.03.2023 е регистриран първият в България водороден електромобил (Hyundai Nexo) на името на Институтът по електрохимия и енергийни системи (ИЕЕС-БАН). Задвижването му се осъществява от електрически двигател с мощност 120 kW и максимален въртящ момент от 395 Nm. Енергията за движение, както и за всички консуматори в автомобила, се произвежда от горивна клетка с мощност 95kW. Продукт на електрохимичната реакция в нея между водорода, доставен от резервоари на борда на автомобила и кислород от околния въздух е само вода. За осигуряване на необходимата максимална мощност в динамичен режим, автомобилът разчита на литиево йонна батерия с малък капацитет 1,56 kWh и мощност 40 kW. Зареждането на батерията се осъществява от горивната клетка или в режим на рекуперация (техн. възстановяване) при спиране на автомобила. Водородният електромобил с горивни клетки е с нулеви емисии, както на вредни вещества, така и на въглероден диоксид. Необходимият за Hyundai Nexo водород се съхранява в три резервоара (по 52,2 литра всеки) разпределени под втория ред седалки и пода на багажника, като времето на зареждане с водород е съизмеримо с това на автомобилите с конвенционални горива. Каталожният пробег с едно зареждане е до 660 километра, но през 2021 г. в Австралия е поставен рекорд от 887,5 километра. Предаването на въртящия момент към колелата на автомобила се осъществява от обичайната за електрическите автомобили едностепенна предавателна кутия. Hyundai Nexo ускорява от 0 до 100 километра в час

за 9,2 секунди. Максималната скорост е електронно ограничена до 179 километра в час [10].

На 10.05.2024 г. е открита първата в България водородна зарядна станция, която е част от инфраструктурата на Център за компетентност (ЦК) „ХИТМОБИЛ“ с водеща организация ИЕЕС-БАН. Лабораторията има възможности за изпитване на вариращи в различни комбинации режими на производство на енергия от ВЕИ. За целта е изграден фотоволтаичен парк с панели с фиксирани и следящи слънцето конструкции и е инсталиран емулятор на вятърен генератор, които позволяват безпроблемно протичане на изследванията в градска среда. Произведената в експерименталната полева лаборатория енергия от ВЕИ ще се съхранява както в познатите технологии (оловни акумулатори, литиеви батерии и суперкондензатори), така и в иновативни технологични решения като проточни батерии и инерциални системи с маховик, а също и под формата на зелен водород, получен чрез електролиза на вода [11].

ЦК „ХИТМОБИЛ“ поставя началото на инфраструктурата за зареждане на водородни транспортни средства в България. Производството на водород се осъществява с електролизатор, с капацитет 8 килограма на денонощие. Произведеният на място водород постъпва директно във водородната зарядна станция, където се компресираща до необходимото налягане за осъществяване на зареждането. Станцията разполага с два изхода за зареждане – при налягане 350 бара и 700 бара. Двете стандартни налягания покриват възможностите за зареждане на леки, лекотоварни и товарни автомобили, а използването на буферни съдове с високо налягане позволява зареждането на транспортните средства да се извършва в рамките на минути. При по-голяма консумация водородната зарядна станция има възможност да използва водород от бутилковы групи, произведен и от други източници. Водородната зарядна станция, произведена от австрийската фирма EDC-Anlagentechnik, е сертифицирана като преместваемо съоръжение [11].

Предизвикателствата по пътя към изграждане на водородна икономика са разнообразни и комплексни. Някои от тях са представени по-нататък.

Изграждането на икономика, основана на водорода, в Европа изисква цялостен подход по отношение на веригата за създаване на стойност. Освен това ще е необходимо голямо количество суровини. Поради това осигуряването на тези суровини следва да бъде разгледано и в плана за действие относно суровините от изключителна важност, изпълнението на плана за действие за новата кръгова. Необходим е също така подход, основан на жизнения цикъл, за да се сведе до минимум отрицателното въздействие на сектора на водорода върху климата и околната среда.

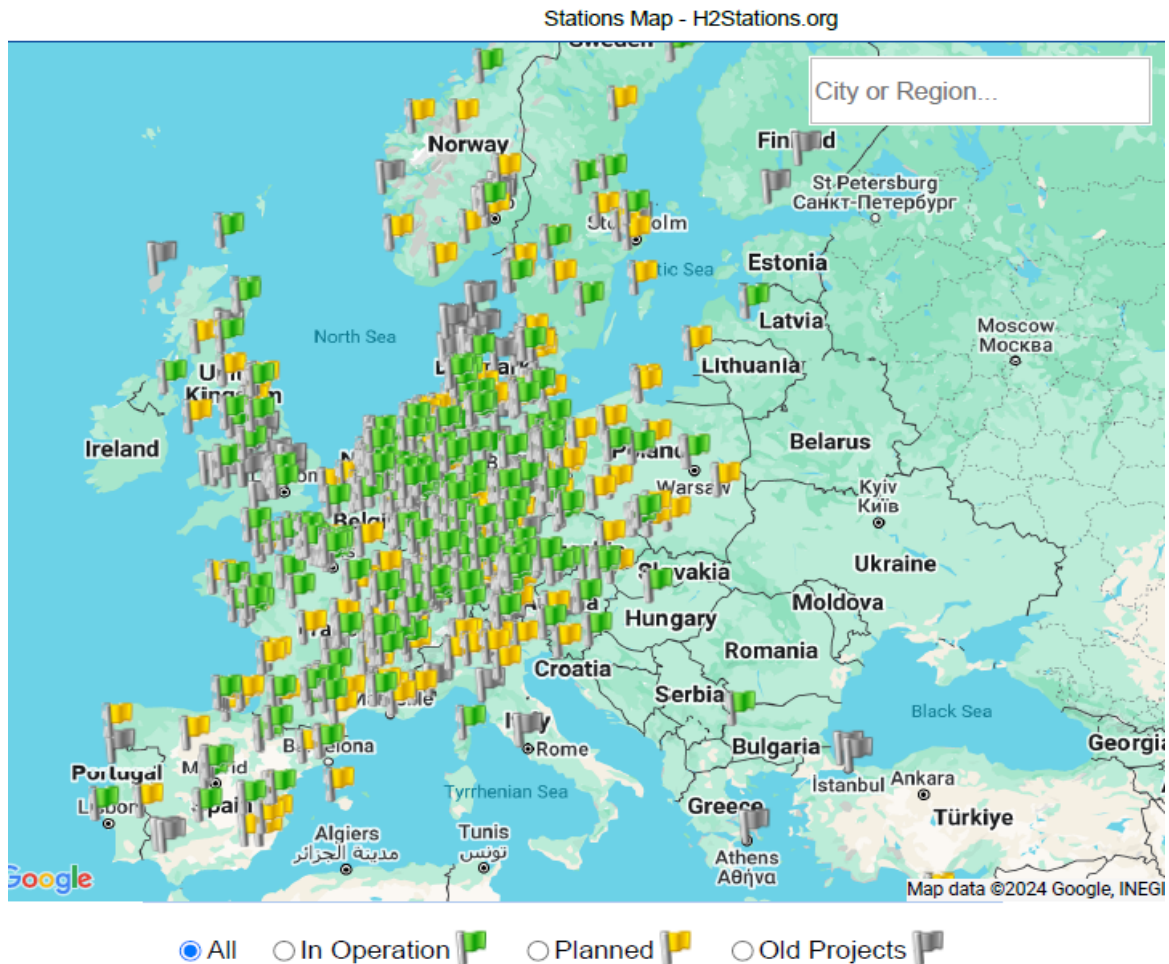
Европейският парламент приема РЕГЛАМЕНТ (ЕС) 2023/1804 от 13 септември 2023 година за *разгръщането на инфраструктура за алтернативни горива*, който поставя **Цели относно инфраструктурата за презареждане с водород на пътни превозни средства**, с което **„Държавите членки гарантират, че до 31 декември 2030 г. на тяхната територия е разположен минимален брой публично достъпни станции за презареждане с водород“** [12] както следва:

- до 31 декември 2030 г. по протежението на основната трансевропейска транспортна мрежа на отстояние от най-много 200 километра една от друга са разположени публично достъпни станции за презареждане с водород, проектирани за минимален кумулативен дебит 1 тон на ден, които са оборудвани като минимум с колонка с налягане 700 bar;
- до 31 декември 2030 г. във всеки градски възел ще бъде разположена най-малко една публично достъпна станция за презареждане с водород.

Водородните зарядни станции в Европа са представени на фигура 4 [13]. От данните на картата става ясно, че разпределението на зареждаща инфраструктура за

водородна мобилност е неравномерна – наситеност в западната част и отделни станции в източната част (една от които е в България).

„Българската водородна инфраструктура е ключова за транспорта на бъдещето в Европа“, според Бурдин, Б. който определя необходимостта от координиран подход за изпълнение на горепосочения регламент. Според него, до 2030 г. трябва да бъдат изградени повече от 600 водородни станции в Европа [14, 15].



Фиг. 1. Инфраструктура за зареждане с водород на пътни превозни средства в Европа, септември 2024 г. [13]

Освен това е необходимо да се създадат условия за образование и обучение за нови професии и работни места и за информирана потребителска и административна среда, свързани с водородните технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водородът от възобновяеми източници и нисковъглеродният водород могат да допринесат за намаляване на емисиите на парникови газове и са ключов фактор за изграждането на неутрална по отношение на климата икономика с нулево замърсяване през 2050 г. чрез замяна на изкопаемите горива в секторите, които са трудни за декарбонизация.

За изграждане на водородна екосистема и въглеродно неутрална кръгова икономика за постигане на целите на Парижкото споразумение за климата за поддържане на глобалното затопляне на безопасни равнища е необходимо провеждането на изследвания в областта на приложението на водорода за

декарбонизация на всички видове транспорт на база жизнен цикъл. За постигането на целите трябва да се създадат условия за глобален трансдисциплинарен и многоизмерен подход при образованието и обучението за нови професии и работни места и за информирана потребителска и административна среда, свързани с водородните технологии.

Изследването е подкрепено от ФНИ по Проект ФНИ №КП-06-Н55/10 - 16.11.2021 г. „Модел за измерване и оценка на качеството на образование във висшите училища в Р България“.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] <https://www.co2.earth/>, август 2022.
- [2] Тодорова, Даниела, Миряна Евтимова. КРЪГОВА ИКОНОМИКА: БРУТЕН ВЪТРЕШЕН ПРОДУКТ И ЕКОЛОГИЧЕН ОТПЕЧАТЪК. Механика. Транспорт. Комуникации: научно списание. София: ВТУ „Тодор Каблешков”, том 15, бр. 3, 2017, статия №1479, с. IX-1 - IX-6. ISSN 1312-3823.
- [3] Тодорова, Даниела, Миряна Евтимова. КРЪГОВА ИКОНОМИКА: НОВ ПЛАН ЗА ДЕЙСТВИЕ. Механика. Транспорт. Комуникации: научно списание. София: ВТУ „Тодор Каблешков”, том 19, брой 3, 2021 г., статия № 2128, с. IX-1 - IX-6. ISSN 1312-3823.
- [4] Тодорова, Даниела, Миряна Евтимова. ЕВРОПЕЙСКИ ЗЕЛЕН ПАКТ И КРЪГОВА ИКОНОМИКА. Механика. Транспорт. Комуникации: научно списание. София: ВТУ „Тодор Каблешков”, том 20, брой 3/3, 2022 г., статия № 2223, с. 0-1 - 0-10. ISSN 1312-3823.
- [5] <https://council.science/news/international-decade-of-sciences-for-sustainable-development/> и <https://digitallibrary.un.org/record/4019134?v=pdf>
- [6] Европейският зелен пакт Брюксел, 11.12.2019 г. COM(2019) 640 final. СЪОБЩЕНИЕ НА КОМИСИЯТА ДО ЕП, ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪВЕТ, СЪВЕТА, ЕИСК И КОМИТЕТА НА РЕГИОНИТЕ
- [7] IRENA (2022), World Energy Transitions Outlook 2022: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- [8] Стратегия за използването на водорода за неутрална по отношение на климата Европа. Брюксел, 8.7.2020 г. COM(2020) 301 final. СЪОБЩЕНИЕ НА КОМИСИЯТА ДО ЕП, ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪВЕТ, СЪВЕТА, ЕИСК И КОМИТЕТА НА РЕГИОНИТЕ
- [9] Национална пътна карта за подобряване на условията за разгръщане на потенциала за развитие на водородните технологии и механизмите за производство и доставка на водород. Водородно бъдеще за България, (Протокол на МС № 18/ 26 април 2023 година)
- [10] Първият в България водороден електромобил е регистриран на името на ИЕЕС-БАН. [https://iees.bas.bg/bg/aboutUs-108/news-165\(176\)](https://iees.bas.bg/bg/aboutUs-108/news-165(176))
- [11] Първата в България водородна зарядна станция вече е част от инфраструктурата на Център за компетентност „ХИТМОБИЛ“ с водеща организация ИЕЕС-БАН. <https://www.bas.bg/?p=47562>
- [12] РЕГЛАМЕНТ (ЕС) 2023/1804 НА ЕВРОПЕЙСКИЯ ПАРЛАМЕНТ И НА СЪВЕТА от 13 септември 2023 година за разгръщането на инфраструктура за алтернативни горива и за отмяна на Директива 2014/94/ЕС
- [13] Stations map. Септември, 2024.
- [14] <https://www.h2stations.org/stations-map/?lat=49.763948&lng=12.582221&zoom=4>

- [15] Българската водородна инфраструктура е ключова за транспорта на бъдещето в Европа, <https://www.bloombergtv.bg/a/17-v-razvitie/125978-balgarskata-vodorodna-infrastruktura-e-klyuchova-za-transporta-na-badeshteto-v-evropa>
- [16] Скоро цяла Европа ще се сблъска с регламента за водородна зарядна инфраструктура. <https://business.dir.bg/energien-pazar/dots-burdin-skoro-tsyala-evropa-shte-se-sblaska-s-reglamenta-za-vodorodnata-zaryadna-infrastruktura>

EUROPEAN GREEN DEAL AND HYDROGEN ECONOMY

**Miryana Evtimova, Daniela Todorova, Krasimir Krastanov, Blagoy Burdin*,
Miglena Slavova*, Veselin Naydenov**
mevtimova@vtu.bg, dtodorova@vtu.bg, kkrastanov@vtu.bg, b.burdin@iees.bas.bg
m Slavova@vtu.bg, v_naydenov@vtu.bg

*Todor Kableshkov University of Transport
158 Geo Milev str., Sofia,*

**Evgeni Budevski Institute of electrochemistry and energy systems,
Bulgarian academy of sciences, Acad. G. Bonchev str. Bl. 10, 1113 Sofia,
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

***Key words:** Hydrogen economy, European Green Pact, Circular economy, sustainable mobility, decarbonization.*

***Abstract:** The purpose of this research is to review and analyze the challenges of decarbonisation by the use of hydrogen to achieve the objectives of the European Green Deal for sustainable mobility and circular economy principles. The technological directions for reducing CO₂ emissions until 2050 are presented, with the use of hydrogen and its derivatives having a 10% share.*

The main aspects of the Strategy for the use of hydrogen for a climate-neutral Europe, which defines this chemical element as a key priority for the implementation of the European Green Pact and the transition to clean energy, are analyzed. This is determined by the most important advantage of hydrogen: it does not release (it does not form during its use) CO₂ and there is no air pollution when it is used. The main types of hydrogen are described depending on the applied technologies and energy sources for its production, as well as their competitiveness.

The first steps (small but important) on the way to the hydrogen economy for sustainable mobility in Bulgaria are presented through the first hydrogen car and the first hydrogen charging station.

In conclusion, the main challenges of building a hydrogen economy are described: the value creation chain and the need for a large amount of raw materials; applying a life cycle approach; building hydrogen refueling infrastructure and creating conditions for education and training for new professions and jobs.