

# Ролята на новото поколение батерии при изграждане на устойчива енергийна среда за градска мобилност

**Владимир Зиновиев\***,  
**Евелин Виденев\*\***

**Резюме:** Преминването към задвижвани от електричество превозни средства е необратим процес. Батериите са този ключов елемент, който съхранява и впоследствие отдава енергията, получена от възобновяеми енергийни източници. Транспортният сектор е отговорен за въздействието както върху човешкото здраве, така и върху емисиите на парникови газове. Устойчивата енергийна среда за градска мобилност изисква пълното преминаване към електрически превозни средства. Повишаването на производството и потреблението на енергия от възобновяеми източници създава потребност от нови още по-големи мощности от батерии за съхранение и последващо използване на тази енергия. Внедряването на нови поколения батерии, които предлагат по-висока енергийна плътност на килограм тегло, по-бързо зареждане, повече цикли на зареждане и безопасност, ще ускори процеса за прекратяване на производството на превозни средства, задвижвани от изкопаеми горива. Постигането на приемлива цена за батериите ще създаде предпоставка за пълното постигане на декарбонизиране на транспортния сектор в градовете.

\* Владимир Зиновиев е доктор, доцент в катедра „Икономика на транспорта и енергетиката“ на УНСС.

\*\* Евелин Виденев е докторант в катедра „Икономика на транспорта и енергетиката“ на УНСС.

**Ключови гуми:** литиево-йонни батерии, твърди батерии, устойчива енергийна среда, електрически превозни средства, въглеродни емисии.

**JEL:** L94, L99.

## Увод

Приетите от Европейската комисия „Стратегия за устойчива и интелигентна мобилност“ и „План за действие“ създават предпоставка за бъдещата промяна в транспортния сектор към екологична мобилна устойчивост и безопасност. Определят се препоръки за политически действия с цел постигането на трите основни стълба: Устойчива мобилност, Интелигентна мобилност и Справедлива мобилност.

Трябва да се създаде среда, в която всички видове транспорт да станат по-устойчиви, да има достъпни зелени алтернативи на транспортните средства и енергийните източници, и да се въведат стимули за тази трансформация. Амбициозните цели са до 2030 година в Европа да има пуснати в движение над 30 милиона електрически автомобили с нулеви емисии и поне 100 европейски града да станат неутрални по отношение на климата. Предвижда се пътуванията пог 500 километра да бъдат с неутрални въглеродни емисии, високоскоростният железопътен транспорт да се удвои и да се създадат алтернативи за екологичен транспорт.

Създава се предпоставка планът на Европейската комисия „Fit for 55“ да успее

да доведе до намаляване на емисиите от парникови газове с 55%, което ще създаде предпоставката за преминаване към екологична и устойчива градска среда.

Акумулаторните батерии са този важен фактор за достигането на неутрални въглеродни емисии и трансформирането на обществото по отношение на климата, който е нужен за да се постигнат ниски нива на замърсявания.

Всички тези амбициозни цели могат да се постигнат с въвеждането на нови поколения батерии с по-високи капацитети на единица тегло, по-високо КПД и по-бързо зареждане до максималните си капацитети.

Батериите са тази важна част от веригата за производство и съхранение на енергията от възобновяеми източници, която ще направи възможно използването на електрическа енергия във всяка точка, в която няма възможност за зареждане или липсва инфраструктура за производство на енергия.

През последните няколко години се забелязва ясна тенденция за повишаване на стойността за добиване на изкопаеми енергийни източници, което от своя страна води до повишаване на цените на електроенергията и горивата за моторните превозни средства. Тази ясна тенденция създава предпоставката за бързото преминаване към възобновяеми източници и потребност от нови мощности за съхранение и отдаване на енергията. Новото поколение батерии ще доведат до по-високи капацитети, по-бързо зареждане и ще намали теглото поради по-компактните си размери. От друга страна, продължава работата за внедряване на нови технологии, които ще гарантират рециклирането на използваните батерии, като по този начин от една страна ще се премахне възможността от бъдещи замърсявания и от друга ще се създаде възможност тези материали отново да се вложат в производството.

Изграждането на нови съоръжения за производството на батерии е следващата

стъпка към преминаването към нулеви нива на въглеродни емисии. От друга страна, идва момент, в който водещите икономически заявяват пълната си готовност да се отдалечат от използването на превозни средства, задвижвани от бензин и дизел.

### Основно изложение

Заместването на изкопаемите горива в превозните средства с алтернативни енергийни източници както в личните превозни средства, така и в превозните средства за градския транспорт е предизвикателство, защото пред тази алтернатива има множество препятствия. Пречките пред внедряването на електрическите превозни средства са свързани с технологични проблеми за съхранение на енергията и инфраструктура за тяхното зареждане.

Решението на века за ефективно оползотворяване на енергията от възобновяеми източници е създаването на ново поколение батерии, които притежават висока енергийна плътност, бързо зареждане, увеличени цикли на експлоатация и относително ниска маса за единица обем. Създава се предпоставка от все по-голямо търсене на батерии, което води след себе си необходимостта от намаляването на изкопаемите горива и оттам до създаване на устойчива среда за живот.

Към настоящия момент осигуряването на съхранение на енергия в батериите е най-критичната област от бъдещата енергийна икономика – именно в автомобилната и електронната индустрия трябва да се работи, за да се постигне устойчивост и увеличаване на капацитетите. Създаването на устойчива енергийна среда за градска мобилност е свързана с постигането на целите за преминаване към напълно задвижвани от зелена енергия превозни средства. Пълното оползотворяване на енергията от възобновяеми източници преминава през процеса за нейното складиране и съхранение. Именно тук е важната роля

на батериите. Те са този важен елемент, който все още играе негативна роля поради своята висока цена за пълната замяна на превозните средства, задвижвани от двигатели с вътрешно горене. Към настоящия момент има няколко основни фактори, които ще бъдат изключително важни, за да се постигне наистина нулеви емисии в градовете в периода до 2050 г.

## Фактори, движещи развитието на пазара

### 1. Цена на батерии

Цената на батериите е най-важният фактор, влияещ върху масовото им използване – тенденцията е тя с всяка година да намалява, което води след себе си увеличаване на търсенето и предлагането.

Нивото на технологиите се подобрява, като се повишава средната плътност с по около 7 (седем) % на годишна база. Времето за зареждане до максималните обеми се намалява, което води от своя страна и възможността за използването на по-ниски обеми на батериите в ежедневните нужди.

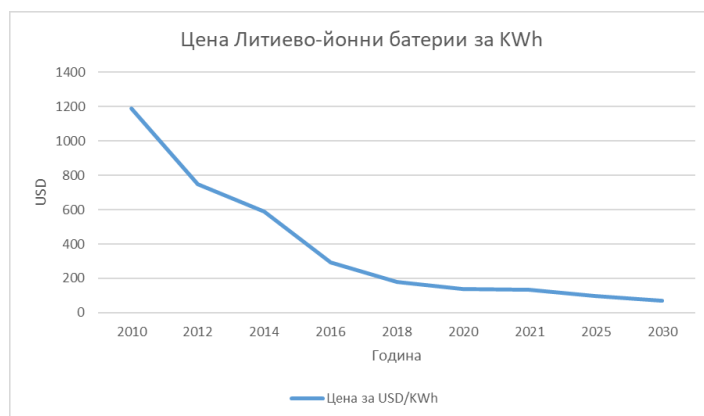
Тенденцията през последните 10 (десет) години е цените на литиево-йонните батерии да се понижават ежегодно. Започва нова технологична революция в който основна роля ще играят съхранението на енергията в ба-

териите и бъдещото и контролирано използване в дълги интервали от време.

Цената за производството на литиево-йонните батерии бележи ежегодни спадове – за периода 2010-2020 г. бяха достигнати спадове от около 89% (По данни от доклад на Блумберг – <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>) (фигура 1). Спадовете на производствените разходи започнаха от 2010 г. при цена от 1191 USD/KWh и достигнаха през 2020 г. цената от 137 USD/KWh. Затварянето на икономиките по време на пандемията от COVID-19 донесе негативен ефект върху цените на електролитите и другите ключови материали. Така се създаде негативна среда и доведе до леко повишение на цените и последващо забавяне на спада в производствените цени. За периода между 2020-2021 г. спадовете бяха само около 6 (шест) % – в реални цифри това беше повишаване на цената до около 140 долара и последвало намаляване до 132 долара за KWh.

Повратна точка в преминаването към производство на изцяло електрически превозни средства ще бъде намаляването на производствените разходи и оттам на цената за производство за обем на батерия, на един KWh под 100 USD.

Тази цена е постижима в следващите няколко години, като в момента има ясно



Фигура 1. Намаляване на цената на Литиево-йонни батерии по години за KWh

заявени цели от страна на Правителствата в Европейския съюз за постигане на напълно неутрална градска среда. Новите финансови стимули от страна на Правителствата допълнително ще мотивират крайните потребители и градския транспорт за преминаване към електрически превозни средства. Пълната забрана за влизане в централните градски зони на превозни средства, задвижвани от изкопаеми горива, допълнителните въглеродни данъци или налози ще ускори тази трансформация.

Пътят за постигането на цена под 100 долара/KWh е ясен, но е възможно прогнозиите за достигането на тази цел да се преместят след 2025 г. В публикувани пътни карти от големите производители Рено и Форд публично се обявява намерение за достигане на цени на батерии под 80 USD/KWh през 2030 г.

## **2. Енергийна плътност на батериите**

Енергийната плътност (Wh/kg) е вторият важен фактор за масовото внедряване на електрически задвижвани превозни средства. През последните 30 години този показател се увеличи почти 4 (четири) пъти. Първите използвани батерии в началото на 90-те години бяха никелово-кадмиеви (Ni-Cd) с енергийна плътност около 70 Wh/kg, при бъдещото внедряване на никел-металхибридните (Ni-MH) батерии в началото на 2000 г. плътността се увеличи до около 100 Wh/kg. В новата съвременна ера на задвижване с литиево-йонните (Li-Ion) се постигнаха стойности над 250 Wh/kg. Тази тенденция за повишаване на капацитета е необратима, като ежегодно се постига увеличаване енергийната плътност на батериите (фигура 2).

С внедряването на нови технологии за производство на батерии се опитва да се заобиколят и да се редуцират всички проблеми, които създава технологията за производство и експлоатация на литиево-йон-

ните батерии. Това са: прегряване на батерията, възможност от запалване, високо тегло при съотношение тегло-капацитет, краен брой цикли на зареждане, влияние на околната среда при експлоатация и други.

Една от тези бъдещи технологии е литиево-йонната твърда батерия (Solid State battery), която е много по-компактна, по-лека, има по-висока плътност, зарежда се по-бързо и има много по-дълъг живот. Енергийната плътност на твърдите батерии е по-голяма, липсват предпазни и охлаждащи компоненти, което допълнително намалява теглото на опаковката. С масовото внедряване на този тип батерии ще се постигне два до три пъти по-висока енергийна плътност от съществуващите досега литиево-йонни батерии. Следователно ще се осигури по-голям пробег, по-кратко време за зареждане, но дълги интервали за спиране и намаляване на теглото на превозните средства. Първото голямо предимство е значителното подобрение в безопасността: твърдите електролити са незапалими при нагряване, което е съществена разлика с течните батерии. Второ, позволява използването на иновативни, високоволтови материали с голям капацитет, позволяващи по-плътни, по-леки батерии с по-добър срок на годност в резултат на намалено саморазреждане. Всички тези предимства довеждат до по-лесната и по-широка употреба на този тип батерии поради факта, че имат изключително опростена схема и управление на отдаваната топлина.

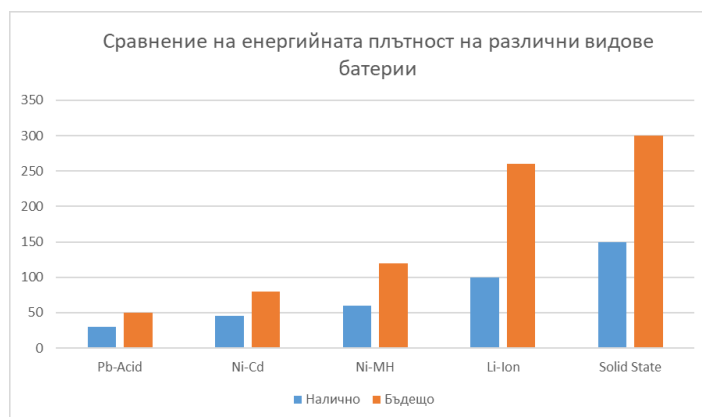
Технологията за производството на твърди батерии все още е в стадий на тестване – очакванията са през 2025 г. те да бъдат въградени в електрическите автомобили, но тяхната цена прогнозно се очаква да бъде почти два пъти по-висока от стандартните литиево-йонни батерии. Този тип батерии ще бъдат въградени в превозните средства от висок клас, от които ще се очаква по-дълъг преход и висока надеждност. Прогнозата на Bloomberg New Energy Finance е до

## Управление на ресурси и разходи

2030-2032 г. цените на твърдите батерии да се понижат до цената на литиево-ионните батерии и да ги заменят (<https://about.bnef.com/>). Цените на литиево-ионните батерии са основен фактор, възпрепятстващ бързото им внедряване още от създаването им в началото на 90-те години на XX век. Основният компонент в литиево-ионната батерия е клетката, която представлява над 60% от нейната цена. Допълнително електрониката и стойността за сглобяване също влияят на цените за производството.

Според изследването това води до спестяване от 6000 до 10000 USD за целия експлоатационен живот на автомобила.

Инвестициите в добиване на материали за батерии, изграждането на съоръженията за производство на батерии, разширяването на производствения капацитет на електрически задвижваните превозни средства и внедряването на нова инфраструктура за зареждане ще доведе до повишаване на търсенето на батерии. Тази тенденция е необратима и ще доведе до



Фигура 2. Сравнение на енергийната плътност на различни видове батерии

### Очаквания

Пазарът на електрически превозни средства през 2021 г. достигна 170 милиарда USD или около 6,6 милиона продадени превозни средства. Очакванията на анализаторите са този пазар да расте бързо и до края на 2030 г. да достигне 1100 милиарда USD (По данни на Precedence Research), което означава ръстове на годишна база от 23% за периода 2022-2030 г.

Експлоатация на електрически превозни средства според доклад на Асоциацията за транспортиране с нулеви емисии (Zeta) е драстично по-евтино в САЩ от подобни автомобили, задвижвани с двигатели с вътрешно горене (ZETA – [https://drive.google.com/file/d/1\\_d6OXxWpF6GzBjZiFP3oj0QqQTM1P5io/view](https://drive.google.com/file/d/1_d6OXxWpF6GzBjZiFP3oj0QqQTM1P5io/view)).

изграждане на устойчива енергийна среда за градска мобилност.

Регистрациите на Електрически автомобили за периода 2010-2021 г. бележат бърз растеж – ако през 2010 г. техният пазарен дял е бил под 0,1% от общо регистрираните превозни средства, то през 2021 г. те достигат до 8,57% от всички регистрирани превозни средства за годината. Тази тенденция е трайна и се дължи на бързото поевтиняване на батериите за този период. Различните пазари по света имат огромни разлики в процентите на новорегистрирани електрически превозни средства. Норвегия води пред всички останали държави с 72%, Швеция и Холандия са съответно с 45% и 30%, Германия изостава с 25% от всички регистрации, следвана от Великобритания

## Управление на ресурси и разходи

и Франция с по 15%. САЩ изостава в регистрациите на електрически превозни средства, като постига пазарен дял от 4,50% регистрациите. Големи световни пазари като Индия, Бразилия, Индонезия и Япония остават далеч назад с пазарен дял на електрически автомобили от под 1% (фигура 3).

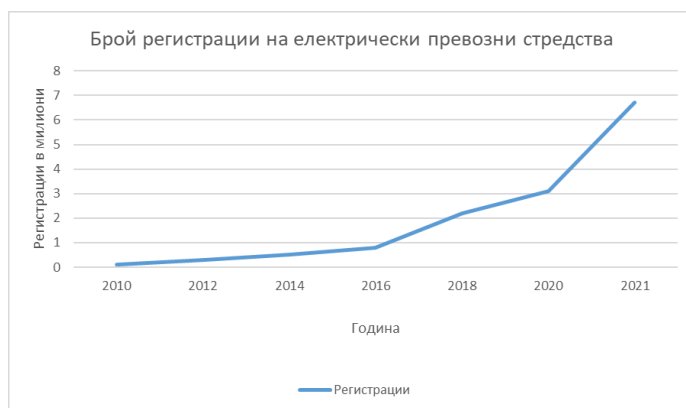
Основният замърсител в градска среда е автомобилният превоз и именно от там започва декарбонизацията на градовете. Бъдещото постигане на приемлива цена и пробег на електрическите превозни средства ще може да направи реална прогнозата до 2035 г. всички регистрирани автомобили в Европейския съюз да бъдат с нулеви емисии (фигура 4).

Подобни цели са трудно осъществими без

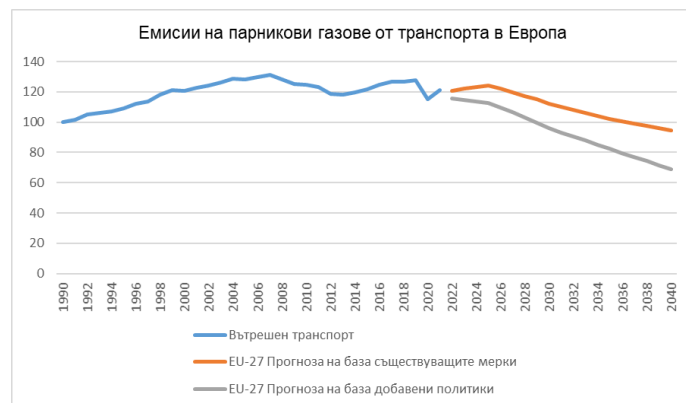
## Ново поколение батерии

активната намеса на Правителствата и въвеждането на мерки за подкрепа за развитието на технологиите. Поставените цели от ЕС за периода 2020-2024 г. за леки автомобили от 95 g CO<sub>2</sub>/km и за микробуси от 147 g CO<sub>2</sub>/km са изключително амбициозни и показват желанието да се работи в тази посока.

Президиумите пред новите технологии за производство на батерии преминават през повишаване на енергийната плътност, времето за зареждане и безопасността, но това е пътят за насърчване на бъдещата въглеродна неутралност. Батериите са този основен елемент за дългочаквания преход към чиста енергия, който може да осигури устойчивост на градската среда.



Фигура 3. Брой регистрациите на електрически превозни средства



Фигура 4. Емисии на парникови газове в ЕС за периода 1990-2040 година

Източник: Европейската агенция по околна среда (ЕАОС) (<https://www.eea.europa.eu/>)

## Заклучение

Идва краят на петролната ера и започва нова технологична революция, базирана на производството на енергия от възобновяеми източници и нейното съхраняване във все по-евтини съоръжения. Твърдите батерии с електролити привличат голямо внимание и са предмет на изследвания като заместители на течните електролити (Yue et al., 2016, pp. 139-164). Новите поколения батерии са тези високоефективни и устойчиви системи за съхранение на енергия от възобновяеми източници, които са ключовият фактор за развитието на градската и индивидуалната мобилност в бъдеще. Инвестициите в разработването на нови и високо иновативни батерии е ключов елемент за постигането на устойчива среда за градска мобилност. Новите технологии ще спомогнат да се намали стойността за производство и плътността на батериите, вложани в превозните средства. Създава се предпоставка за пълното преминаване към нулеви емисии в сектор Транспорт в градска среда, което ще доведе до устойчива градска среда.

## Източници на финансиране

Това изследване не е получило никаква конкретна безвъзмездна помощ от финансиращи агенции в публичния, търговския или нестопанския сектор.

## Конфликти на интереси

Авторите на тази статия заявяват, че няма конфликт на интереси, свързан с този ръкопис.

## Цитирани източници:

Данни от Европейската агенция по околна среда (ЕАОС) – <https://www.eea.europa.eu/>  
(Danni ot Everopeyskata agentsia po okolna sreda (EAOS) – <https://www.eea.europa.eu/>)

Ajanovic, A., and R. Haas, 2019. Economic

and Environmental Prospects for Battery Electric- and Fuel Cell Vehicles: A Review. *Fuel Cells* 19.5 (2019): 515-529.

Chen, Jing, et al., 2021. Research progress and application prospect of solid-state electrolytes in commercial lithium-ion power batteries. *Energy Storage Materials* 35 (2021): 70-87.

Dia, Hussein, 2019. Rethinking Urban Mobility: Unlocking the Benefits of Vehicle Electrification. *Decarbonising the Built Environment*. Palgrave Macmillan, Singapore, 2019, 83-98.

IEA, Annual EV battery demand projections by region and scenario, 2020-2030, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-ev-battery-demand-projections-by-region-and-scenario-2020-2030>

IEA, Глобални прогажби и пазарен дял на прогажбите на електрически автомобили, 2010-2021, IEA, Париж <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-sales-and-sales-market-share-of-electric-cars-2010-2021>

(IEA, Globalni prodazhbi i pazaren dyal na prodazhbite na elektricheski avtomobili, 2010-2021, IEA, Parizh <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-sales-and-sales-market-share-of-electric-cars-2010-2021>)

Lu, Yang, et al., 2021. Critical Current Density in Solid-State Lithium Metal Batteries: Mechanism, Influences, and Strategies. *Advanced Functional Materials* 31.18 (2021): 2009925.

Rodrigues, Alyson L.P., and Sonia R.C. Seixas, 2022. Battery-electric buses and their implementation barriers: Analysis and prospects for sustainability. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 51 (2022): 101896.

Tan, Darren H.S., et al., 2020. From nanoscale interface characterization to sustainable energy storage using all-solid-state batteries. *Nature nanotechnology* 15.3 (2020): 170-180.

Yue, L., J. Ma, J. Zhang, J. Zhao, S. Dong, Z. Liu, et al., 2016. All solid-state polymer electrolytes

for high-performance lithium ion batteries. *Energy Storage Materials* 5 (2016): 139-164.

Zhang, Xue-Qiang, et al., 2018. Recent Advances in Energy Chemical Engineering of Next-Generation Lithium Batteries. *Engineering* 4.6

(2018): 831-847.

Zubi, Ghassan, et al., 2018. The lithium-ion battery: State of the art and future perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 89 (2018): 292-308.