

PERSPECTIVE DE DEZVOLTARE A MOBILITĂȚII ELECTRICE

VASILE POPA¹

Abstract: *Perspectives for the development of electrical mobility. Air pollution, especially in large urban areas, is a reality that is more and more difficult to bear. It is also known that pollution is responsible for the premature death of millions of people worldwide. Between the sources of pollution, road transport has a significant contribution. Under these circumstances, it is imperative to develop alternative technologies, including electric mobility. The gradual replacement of internal combustion engine vehicles is also necessary in view of the fact that they use fuels from non-renewable resources. Currently, electric cars are less attractive due to the high cost, infrastructure or charge rate of electric batteries. In addition, the electricity consumed mainly comes from fossil fuels. Thus, in the future, the expansion of electric mobility and the achievement of the pollution reduction target will depend on the technological improvements in the field, the accessibility and the price of raw materials and the widespread use of renewable energy sources.*

Key-Words: electric vehicles, air pollution, carbon dioxide emissions, factors of influence

1. Introducere

Poluarea aerului din marile zone urbane și emisiile de bioxid de carbon (CO₂), principalul gaz cu efect de seră din atmosferă, au reprezentat motivele pentru încurajarea mobilității electrice. Sectorul transporturilor afectează mediul și sănătatea umană prin emisiile de oxizi de azot, particule în suspensie, monoxid de carbon sau hidrocarburi și contribuie cu circa 24% la emisiile de CO₂, din care 75% transporturile rutiere (IEA, 2017). **În plus, trebuie să se aibă în vedere și epuizarea zăcămintelor de hidrocarburi** pe termen mai lung (în 2017, rezervele au fost cu 0,5 miliarde de barili mai mici față de 2016). La nivelul producției din 2017, rezervele cunoscute (1696,6 miliarde de barili) ar satisface nevoile globale de petrol doar pentru următorii 50 de ani (BP, 2018).

Autovehiculele electrice nu produc emisii directe, ceea ce contribuie, în mod special, la îmbunătățirea calității aerului în zonele urbane. De asemenea, sunt mai eficiente în privința consumului de energie și au costuri mai mici de utilizare și întreținere.

În ultimii 12 ani, a avut loc o creștere semnificativă a numărului mașinilor electrice pe șosele lumii [Tabel 1, Fig.1]. Dacă în 2005 erau în utilizare doar 1890 de autovehicule electrice ușoare (autovehicule pentru pasageri și utilitare

de dimensiuni mici), în 2017 numărul acestora a depășit 3,1 milioane (dintre care 1,1 milioane de autovehicule hibride reîncărcabile, care, pe lângă bateria electrică, dețin și un motor cu ardere internă). Împreună cu autobuzele (370 de mii) și utilitarele de dimensiuni mari, numărul total al autovehiculelor electrice depășea 3,7 milioane. În plus, numărul vehiculelor cu două și trei roți era de circa 300 de milioane de unități (IEA, 2018).

În 2017, din totalul autovehiculelor electrice ușoare, 40% se găseau în China (1,2 milioane de unități), această țară fiind urmată de: SUA (762 060), Japonia (205 350), Norvegia (176 310), Marea Britanie (133 670), Olanda (119 330), Franța (118 770) și Germania (109 560).

Dacă ne raportăm la ponderea autovehiculelor electrice, Norvegia ocupă prima poziție, cu 6,4% din totalul național, fiind urmată de Olanda (1,6%) și Suedia (1%). În privința ponderii autovehiculelor electrice din totalul autovehiculelor în exploatare la nivel mondial, care depășește 1,28 miliarde de unități, dintre care 947 milioane de autovehicule de pasageri cu mai puțin de 10 locuri (OICA, 2018), aceasta este încă foarte redusă, de doar 0,3%. Scăzut este și nivelul producției anuale. În 2017, producția mondială de autovehicule a fost de peste 98 de milioane de unități, iar cea a autovehiculelor electrice de 1,1 milioane, adică 1,1%.

¹ Universitatea din București, Facultatea de Geografie, Departamentul de Geografie Regională și Mediu, Bd. Nicolae Bălcescu, nr.1, sector 1, București, România, popavasile2005@yahoo.com

Tabel 1. Evoluția numerică a autovehiculelor electrice ușoare în perioada 2005-2017, în mii de unități (Sursa: IEA, 2018)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Autovehicule electrice	1,89	2,23	2,69	5,16	7,48	13,87	51,95	109,72	220,58	409,09	726,91	1185,6	1928,36
Autovehicule hibride reîncărcabile	-	-	-	-	-	0,39	9,38	69,31	160,72	294,56	512,54	796,44	1180,69
Total	1,89	2,23	2,69	5,15	7,48	14,26	61,33	179,03	381,3	703,65	1239,45	1982,04	3109,05

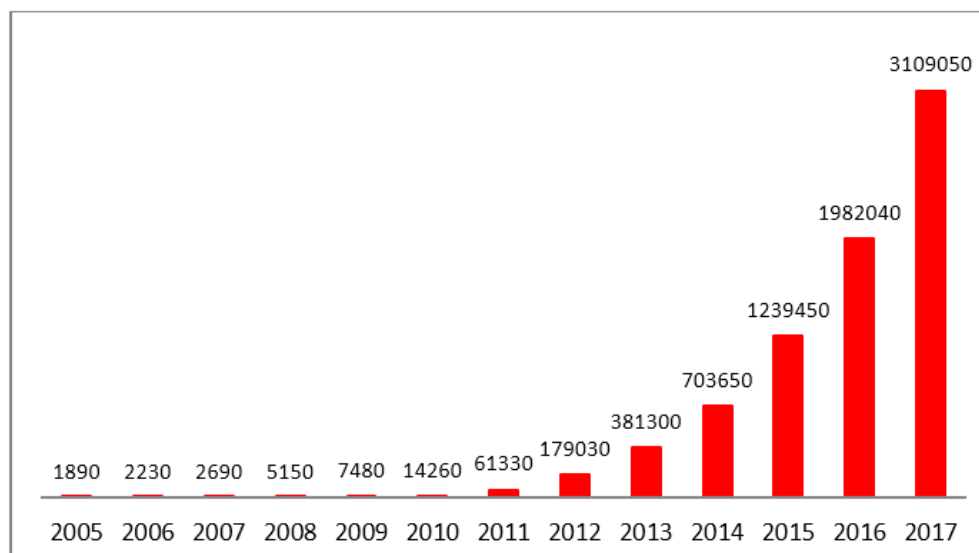


Fig.1. Evoluția numerică a autovehiculelor electrice ușoare (inclusiv hibride reîncărcabile) în perioada 2005-2017

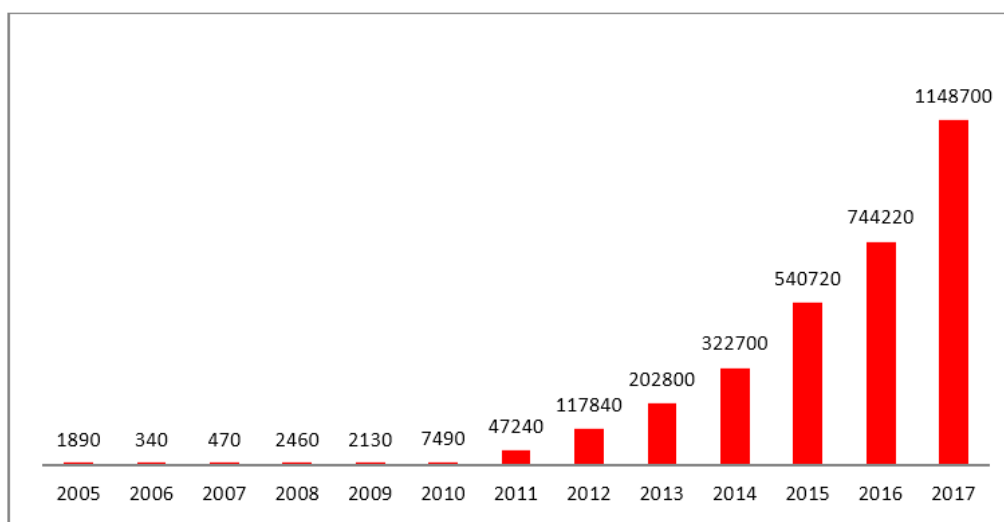


Fig. 2. Evoluția vânzărilor de autovehiculelor electrice ușoare noi (inclusiv hibride reîncărcabile) în perioada 2005-2017 (Sursa: IEA, 2018)

În privința vânzărilor [Fig.2], în 2017, Norvegia a fost țara cu cea mai mare pondere (39%) a vânzărilor de autovehicule electrice noi din totalul vânzărilor, fiind urmată de Islanda (11,7%) și Suedia (6,3%). Deși mai mult de

jumătate din mașinile electrice noi au fost vândute în China (580 de mii), ponderea acestora din totalul vânzărilor a fost de 2,2% (EIA, 2018). În China s-au vândut și cele mai multe autobuze electrice.

2. Metodologia

Studiul de față se bazează pe analiza datelor privind dinamica mobilității electrice, precum și a factorilor care influențează evoluția acesteia în perspectivă, provenite din surse și baze de date internaționale (International Energy Agency, International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, European Automobile Manufacturers Association sau BP Statistical Review of World Energy), dar și pe consultarea unei bibliografii specializate și alte surse. Au fost utilizate date pentru o perioadă de cel puțin zece ani, atât pentru evoluția numerică a autovehiculelor electrice, cât și pentru evoluția vânzărilor sau alți parametri analizați. Pentru a evidenția evoluția acestor indicatori s-au folosit metode grafice care au fost interpretate ulterior.

3. Factori de influență a evoluției în perspectivă a mobilității electrice

În viitor, mobilitatea electrică va depinde de mai mulți factori precum: politicile publice, dezvoltarea tehnologică, performanțele și costul bateriilor, infrastructura de încărcare a bateriilor, disponibilitatea și costul materiilor prime și a energiei electrice.

3.1. Politicile publice

Până în prezent, industria autovehiculelor electrice a fost în mare parte sprijinită de factorul politic. Cele mai importante măsuri au fost stimulentele fiscale la achiziționarea autovehiculelor electrice, programele de achiziții publice și standarde mai stricte privind emisiile. În cazul Chinei, țara cu cea mai dezvoltată mobilitate electrică dar și cu cele mai mari emisii de CO₂, încă din ianuarie 2009 a fost implementată o schemă de subvenționare a autovehiculelor electrice. Sprijinul financiar a fost considerabil, doar în 2017 fiind alocate 7,7 miliarde de dolari (Forbes, 2018).

Din totalul mondial al autobuzelor electrice, 99% sunt în China. Orașul Shenzhen, din sudul țării, la sfârșitul anului 2017 deținea peste 16 mii

de autobuze electrice, fiind primul și singurul oraș din lume în care întreaga flotă de autobuze este electrică (South China Morning Post, 2018). În Europa, mai multe orașe dețin deja autobuze electrice, iar altele au participat la proiecte pilot, precum Ze EUS (Zero Emission Urban Bus System). În 2017, Marea Britanie avea cea mai mare flotă de autobuze electrice din Europa (344 de unități, dintre care 153 hibride reîncărcabile), fiind urmată de Germania și Olanda (BNEF, 2018).

Aproape toate statele lumii s-au angajat să reducă emisiile de gaze cu efect de seră ca obligație față de *Acordul de la Paris* (Paris Climate Agreement), care are ca obiectiv limitarea încălzirii globale mult sub 2°C (SUA au anunțat retragerea din acord). În acest context, în 2017, Comisia Europeană a propus noi standarde privind emisiile de CO₂ pentru autovehiculele noi, ca parte a pachetului privind *Mobilitatea Curată* (Clean Mobility), de reducere cu 30% a emisiilor de CO₂/km pentru autoturismele noi până în 2030, comparativ cu anul 2021 (CE, 2018). Acesta a fost cel de-al doilea pachet important pentru mobilitate prezentat în 2017, primul fiind *Europa în mișcare* (Europe on the Move), ambele urmând *Strategiei europene privind mobilitatea cu emisii scăzute*, adoptată în 2016.

Achiziționarea mașinilor electrice poate fi determinată și de restricțiile de circulație pentru autovehiculele poluante. În septembrie 2018, Curtea de Justiție din Wiesbaden a decis interzicerea, din februarie 2019, autovehiculelor diesel cu standarde de emisii sub Euro 5 (iar din septembrie 2019 și a celor Euro 5) și a celor pe benzină sub Euro 3 în centrul orașului Frankfurt, la sesizarea grupului de mediu Deutsche Umwelthilfe, ca urmare a depășirii nivelurilor maxime de siguranță ale oxizilor de azot. Nu este singurul caz din Germania. Încă din luna mai 2018, orașul Hamburg a impus restricții de circulație în districtul central Altona-Nord pentru autovehiculele care nu îndeplinesc standardele de emisii Euro 6 (DW, 2018). Acțiuni similare sunt așteptate în unele capitale ale lumii (Paris, Madrid, Atena sau Mexico City) începând din 2025. În aceste condiții, o serie de producători auto, precum Toyota sau Nissan, și-au anunțat deja intenția de a stopa vânzarea modelelor diesel în Europa.

3.2. Investițiile în dezvoltarea tehnologică

Industria auto este primul investitor european în cercetare și dezvoltare, cheltuind în 2016 aproape 54 miliarde de euro (ACEA, 2018). Investițiile au vizat atât reducerea poluării și eficientizarea consumului de energie pentru mașinile cu motoare cu ardere internă cât și dezvoltarea autovehiculelor electrice și hibride. În primul caz, datorită îmbunătățirii motoarelor și convertizoarelor catalitice, emisiile autovehiculelor au fost reduse considerabil, în timp ce eficiența consumului de combustibil s-a îmbunătățit. Conform ACEA (2018), între 1992 (introducerea standardelor de emisii Euro) și 2014, a avut loc o reducere de 92% a emisiilor de oxizi de azot și o reducere de 96% a emisiilor de particule. În prezent, atenția este îndreptată către emisiile de CO₂, principalul gaz de seră. În 2017, emisiile medii ale autovehiculelor noi erau de 119 g CO₂/km față de 186 g CO₂/km în 1995, ceea ce înseamnă o scădere de 36% în două decenii.

Investițiile în mobilitatea electrică vizează diversificarea modelelor de mașini electrice și hibride, îmbunătățirea performanțelor autovehiculelor și bateriilor electrice sau extinderea infrastructurii de încărcare a bateriilor. În noiembrie 2017, Volkswagen a aprobat un plan de cheltuieli de 34 de miliarde de euro (40 de miliarde de dolari) până în 2022 pentru accelerarea eforturilor de a deveni lider mondial în domeniul autovehiculelor electrice (Reuters, 2017). Și alți producători, precum Ford Motor Co, General Motors Co, Toyota Motor Corp, au anunțat deja planuri ambițioase de extindere a autovehiculelor electrice. Ford a anunțat la Salonul Auto de la Detroit din ianuarie 2018 o majorare semnificativă a investițiilor în autovehiculele electrice, de 11 miliarde de dolari până în 2022 (Reuters 2018).

Investițiile trebuie să vizeze și reducerea amprentei de carbon a mașinilor electrice. După Romare și Dahllöf (2017), fabricarea unei baterii de 100 kWh (ex. pentru Tesla) poate elibera în atmosferă tot atâta CO₂ cât ar rezulta din conducerea unui autovehicul pe benzină timp de opt ani. Eelingsen et. al (2016) consideră că autovehiculele electrice pot genera creșteri nete de CO₂ atunci când se iau în considerare emisiile

pe durata ciclului de viață în țările care utilizează combustibili fosili pentru generarea electricității (ex. China și India).

3.3. Performanțele și costul bateriilor

Deși în ultimii ani s-au înregistrat progrese remarcabile, performanțele și costul bateriilor încă depind de compoziția chimică, capacitatea, viteza de încărcare a bateriilor și volumul producției. În prezent, bateriile pentru vehiculele electrice de tipul litiu-ion, diferă în funcție de compoziția catodului. Materiile prime utilizate în producerea catodului (litiu, cobalt, mangan, nichel) sunt foarte importante în costul total al bateriei. În acest sens, schimbarea compoziției chimice a catodului, pentru diminuarea ponderii materiilor prime scumpe și nesigure, cum este cobaltul, poate reduce costul bateriilor (în funcție și de evoluția prețurilor materiilor prime).

Capacitatea bateriilor, de care depinde autonomia mașinilor electrice, variază considerabil, fiind cuprinsă între 20 și 100 kWh. Nissan Leaf, cea mai vândută mașină 100% electrică din lume (peste 300 de mii de unități comercializate din 2010), are o autonomie de peste 270 km în regim mixt (conform sistemului de omologare WLTP) pentru bateria de 40 kWh. Pentru autobuze, care au o masă mult mai mare, capacitatea bateriilor poate depăși 300 kWh. De exemplu, autobuzele chineze BYD ebus de 12 m lungime au o baterie cu o capacitate de 324 kWh, care le conferă o autonomie de până la 250 km după o încărcare completă (BYD, 2019).

În ce privește viteza de încărcare a bateriilor electrice, ea poate varia, în funcție de echipamentul utilizat, de la circa 30 de minute, dacă se folosește o stație rapidă (ex. stațiile de încărcare Tesla), până la câteva ore. La Nissan Leaf, timpul de încărcare a bateriei este cuprins între 1 și 7 ore (în funcție de echipamentul de încărcare).

Bateriile reprezintă, încă, principalul motiv al costului mai mare al autovehiculelor electrice. La prețul din 2017, de 230 \$/kWh (McKinsey&Company, 2018), o baterie de 40 kWh costă peste 9000 \$. Încurajator este faptul că, din 2010, prețul bateriei a scăzut cu 80% [Fig.3]. În 2010, prețul bateriei era de circa 1000 \$/kWh (BNEF, 2017).

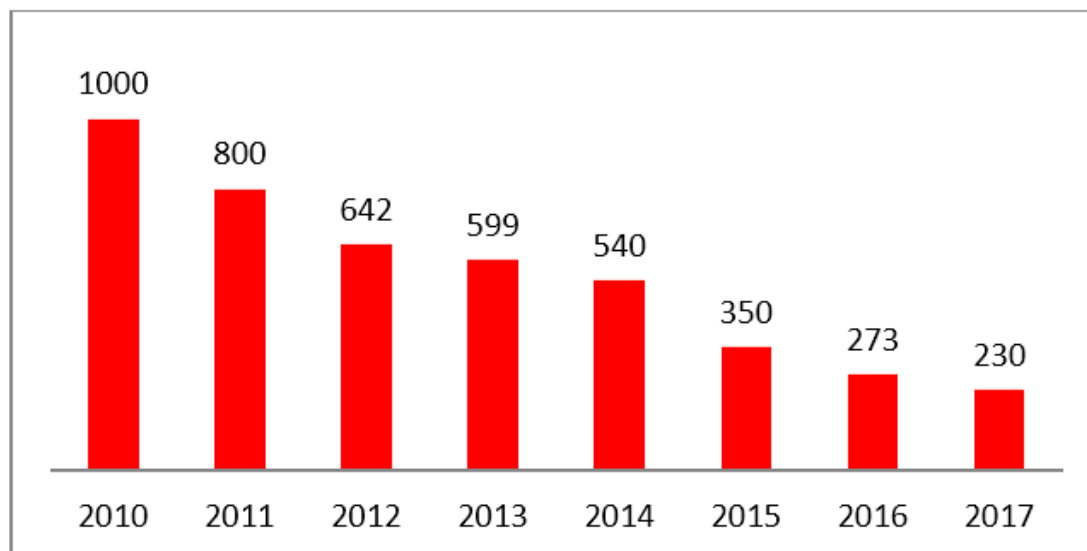


Fig.3. Evoluția prețului bateriei litiu-ion în perioada 2010-2017 (în \$/kWh)
(Sursa: Bloomberg New Energy Finance, 2017; McKinsey&Company, 2018)

3.4. Infrastructura de încărcare a bateriilor

Pentru sporirea atractivității mașinilor electrice, distribuția largă a instalațiilor de încărcare și viteza de încărcare a bateriilor sunt esențiale, mai ales în zonele urbane și pentru călătoriile pe distanțe mari. În 2017, cele mai numeroase și mai folosite instalații de încărcare a bateriilor erau private (de reședință și la locul de muncă), estimate la circa 3 milioane de unități (IEA, 2018). În privința instalațiilor publice (circa 430 de mii în întreaga lume), cele mai multe aveau viteză de încărcare lentă. Stațiile rapide Tesla (1375 de stații cu 11414 puncte de încărcare la nivel mondial) asigură încărcarea bateriilor în circa 30 de minute (Tesla, 2018). Pe lângă obiectivele și planurile de dezvoltare guvernamentale, unele companii petroliere, precum Royal Dutch Shell și British Petroleum, s-au implicat în dezvoltarea infrastructurii de încărcare a bateriilor. Acești giganți din domeniul petrolier au achiziționat companiile New Motion și Chargemaster, ce dețineau mari rețele publice de încărcare.

3.5. Disponibilitatea și prețul materiilor prime și a energiei electrice

Expansiunea mobilității electrice va spori cererea pentru unele materii prime necesare producției bateriilor electrice, precum cobalt și litiu. În 2017, producția celor circa un milion de baterii pentru vehiculele electrice a necesitat 6% din cererea globală de cobalt, 9% din cea de litiu și 0,4% din cea de nichel (Hamilton, 2018). Livrările sau costul materiilor prime pentru producția bateriilor, precum și al electricității ar putea constitui o constrângere în privința dezvoltării autovehiculelor electrice pe termen lung. De exemplu, oferta de cobalt este limitată, circa 65% din producție fiind concentrată în R. D. Congo (care deține și 49% din rezervele cunoscute), o țară instabilă politic în trecut. Acest lucru face riscantă furnizarea cobaltului. La nivelul producției din 2017, rezervele cunoscute de cobalt (7,1 milioane de tone) ar satisface nevoile globale pentru următorii 52 de ani (BP, 2018).

Conform McKinsey&Company (2018), mai ales ca urmare a cererii de baterii pentru mașinile electrice, între 2017 și 2025 cererea de cobalt va crește cu circa 60%. În cazul litiului, cererea va fi de peste trei ori mai mare (669 mii de tone echivalent carbonat de litiu)[Fig.4]. Litiul provine, în special, din Chile, Australia, Argentina și China, care împreună dau cea mai mare parte din producția mondială.

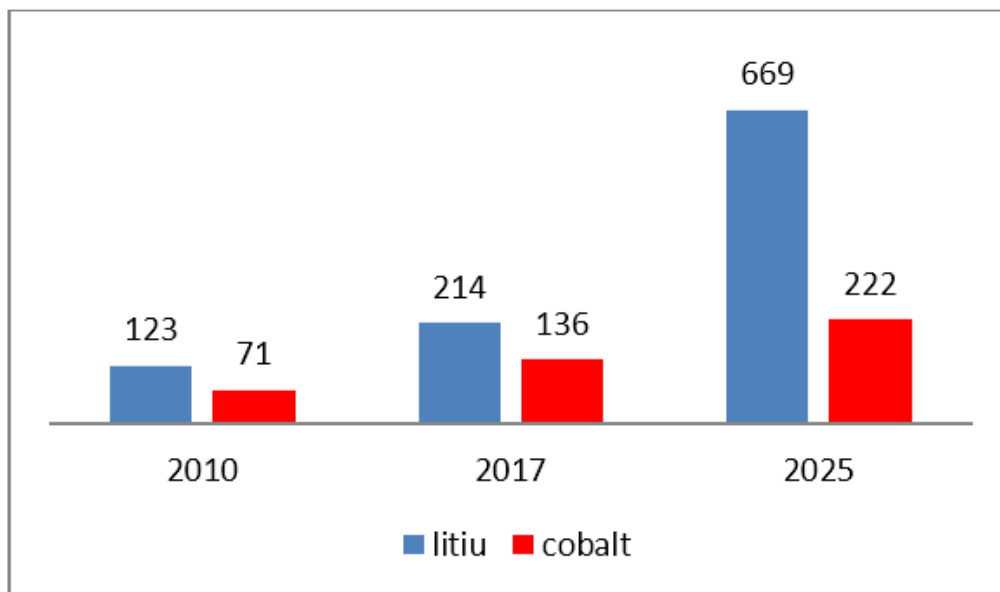


Fig.4. Evoluția cererii de litiu și cobalt în intervalul 2010-2025, în mii de tone
(Sursa: McKinsey&Company, 2018)

Dacă prețul nichelului nu a fost afectat de cererea pentru baterii electrice, în cazul cobaltului și litiului creșterea prețurilor a fost semnificativă: prețul cobaltului s-a dublat în 2017 în timp ce prețul carbonatului de litiu a crescut cu 37% (BP, 2018).

Deși în 2017 consumul total de electricitate al autovehiculelor electrice a fost foarte redus, estimat la 54 TWh, adică 0,2% din electricitatea consumată la nivel global (IEA, 2018), în perspectivă, mobilitatea electrică ar putea exercita o presiune semnificativă

asupra sistemului energetic mondial, mai ales în perioadele cu cerere mare de electricitate. Chiar și fără cererea de electricitate din partea autovehiculelor electrice, care a fost destul de redusă până acum, în ultimul deceniu a avut loc o creștere importantă a nevoilor energetice globale [Fig.5]. În această perioadă, rata medie de creștere anuală a producției de electricitate a fost de circa 2,7%, creștere datorată, în mare măsură, statelor în curs de dezvoltare, precum China, India sau Indonezia.

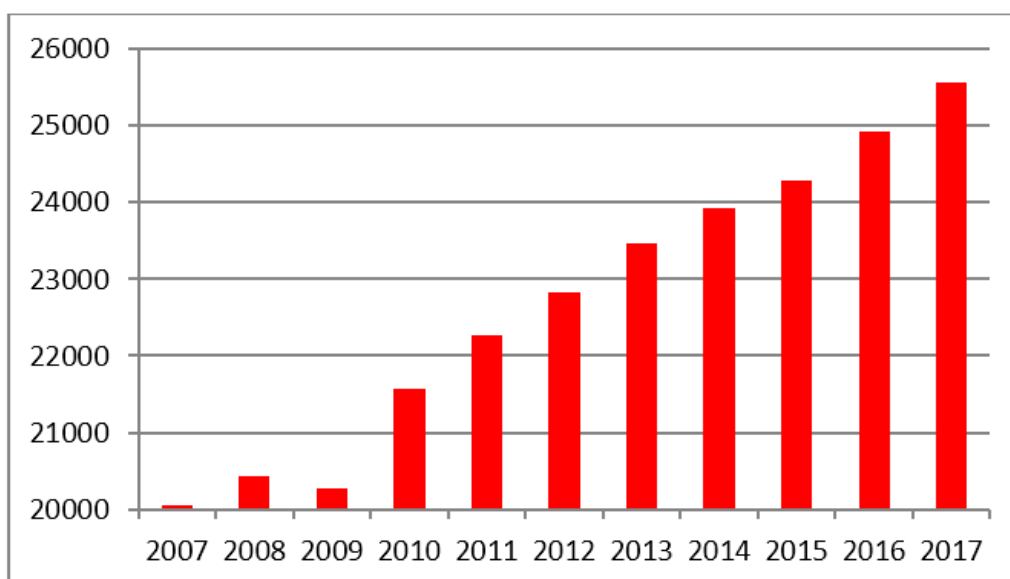


Fig.5. Producția globală de electricitate în perioada 2007-2017 (în TWh)
(Sursa: BP, 2018)

Se estimează că în 2030 consumul de electricitate al mobilității electrice va fi cuprins între 404 și 928 TWh. Din acest consum, între 29 și 47% va reveni Chinei (IEA, 2018), țară care încă folosește mari cantități de cărbune pentru obținerea energiei electrice.

Sectorul energetic bazat pe arderea combustibililor fosili reprezintă cea mai importantă sursă de emisii de CO₂ în atmosferă. Îngrijorător este faptul că, în ciuda creșterii semnificative a surselor regenerabile de energie din ultimii ani, nu a existat o îmbunătățire semnificativă a mixului de combustibil din sectorul energiei electrice în ultimele două decenii. Ponderea cărbunelui în obținerea energiei electrice a fost în 2017 exact la fel ca în 1998, adică 38%. Pentru ca mobilitatea electrică să-și atingă obiectivul de reducere a emisiilor de CO₂, este necesară diminuarea ponderii combustibililor fosili în producția de electricitate în favoarea surselor nepoluante. În 2017, contribuția surselor regenerabile de energie în producția globală de electricitate a fost de 8,4%, iar a hidroenergiei de aproape 16% (BP, 2018).

4. Scenarii privind evoluția în perspectivă a mobilității electrice

Dinamica mobilității electrice în perspectiva anului 2030 a fost estimată de două scenarii principale: New Policies Scenario și EV30@30 Scenario. New Policies Scenario, ce aparține Agenției Internaționale a Energiei, a luat în considerare politicile și măsurile existente, precum și efectele probabile ale politicilor anunțate. EV30@30 Scenario este un scenariu al Inițiativei Vehiculelor Electrice, forum politic multigubernamental dedicat accelerării introducerii vehiculelor electrice la nivel mondial, care a luat în considerare politici mai ambițioase privind clima și durabilitatea mediului.

Astfel, până în 2030, conform celor două scenarii, numărul total al autovehiculelor electrice va ajunge la circa 130 milioane, respectiv 228 milioane de unități, marea majoritate fiind mașini electrice ușoare (123-220 milioane), a căror pondere este estimată la 6 - 12% din totalul categoriei.

Ambele scenarii dau evoluții rapide ale electrificării autobuzelor (1,5 - 4,5 milioane), mai ales în zonele urbane din China și Europa. Până în 2030, autobuzele electrice vor reprezenta 15 - 35% din vânzările totale de autobuze. În privința camioanelor electrice, se estimează un număr de 1 - 2,5 milioane de unități, cu o cotă de piață între 1 și 3%. Unii producători au anunțat deja modele de camioane electrice, cum ar fi Tesla, Daimler sau Volvo. Sunt însă o serie de bariere tehnice și economice de surmontat, precum încărcarea rapidă a bateriilor de-a lungul autostrăzilor.

În privința vehiculelor cu două și trei roți (scutere, motociclete, etc.) se estimează un număr de 455 milioane, respectiv 585 milioane de unități, majoritatea în China, India și ASEAN. Ponderea lor în cadrul vehiculelor pe două roți ar putea ajunge la 39%, respectiv 50% din stocul global.

5. Concluzii

Deși în prezent ponderea autovehiculelor electrice este foarte redusă, de doar 0,3% din total, sunt premise ca mobilitatea electrică să reprezinte o componentă consistentă a transporturilor rutiere pe termen lung. ***În contextul actualului nivel de dezvoltare tehnologică, în următorii ani ne putem aștepta la o extindere a mobilității electrice*** mai ales în mediile urbane și periurbane, inclusiv prin electrificarea transportului public. Astfel, lipsa emisiilor directe va contribui la îmbunătățirea calității aerului în orașe.

Deși principalul motiv al dezvoltării mobilității electrice îl reprezintă poluarea mediului și încălzirea globală ca urmare a emisiilor de gaze cu efect de seră, amprenta de carbon a autovehiculelor electrice (pe durata ciclului de viață) va depinde ***încă*** de consumul de electricitate (mai ales dacă este produsă din combustibili fosili), fabricarea autovehiculelor și bateriilor sau reciclarea acestora. Astfel, pentru a se asigura că autovehiculele electrice au un impact redus asupra schimbărilor climatice este de importanță primordială diminuarea producției de electricitate pe bază de combustibili fosili, mai ales cărbune.

Deși cererea de materii prime și electricitate pentru fabricarea și funcționarea mașinilor

electrice a fost destul de redusă până în prezent, numărul tot mai mare al mașinilor electrice din viitor poate crea o presiune semnificativă asupra aprovizionării și prețului acestora. Pentru a obține rezultate notabile în combaterea încălzirii globale este necesară o creștere considerabilă a ponderii surselor regenerabile (eolian, solar, etc.) **în producția de energie** electrică. Această creștere trebuie să fie însoțită de o dezvoltare tehnologică care să contribuie la ieftinirea energiei regenerabile.

Bibliografie

- [1] BBC NEWS, (2018), *BP buys UK's largest car charging firm Chargemaster*, June 28;
- [2] BLOOMBERG NEW ENERGY FINANCE (BNEF), (2018), *Electric Buses in Cities, Driving Towards Cleaner Air and Lower CO₂*, March 29;
- [3] BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY (BP), June 2018, 67th edition (<https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>); accesat la 17.12.2018);
- [4] BYD, (2018), *Build Your Dreams* (<http://en.byd.com/la/auto/index.html>); accesat la 11.12.2018);
- [5] COMISIA EUROPEANĂ (CE), (2018), *Europa la cârma tranziției globale spre transportul curat* (https://ec.europa.eu/environment/efe/themes/climate-action/europe-driver%E2%80%99s-seat-global-shift-clean-transport_ro); accesat la 14.01.2019);
- [6] DEUTSCHE WELLE (DW), (2018), *Frankfurt must ban old diesel cars, court rules*, September 5;
- [7] DEUTSCHE WELLE, (2018), *Hamburg drivers caught breaching diesel ban*, July 13;
- [8] ELLINGSEN, L., B. SINGHAND AND A. HAMMER, (2016), *The size and range effect: lifecycle greenhouse gas emissions of electric vehicles*, Environmental Research Letters, 11. doi:doi:10.1088/1748-9326/11/5/054010;
- [9] EUROPEAN AUTOMOBILE MANUFACTURERS ASSOCIATION (ACEA), (2019), *The Automobile Industry Pocket Guide 2018/2019* (https://www.acea.be/uploads/publications/ACEA_Pocket_Guide_2018-2019.pdf); accesat la 14.01.2019);
- [10] EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, (2019), *Greenhouse gas emissions from transport* (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases/transport-emissions-of-greenhouse-gases-11>); accesat la 29.01.2019)
- [11] FORBES, (2018), *What China's Shifting Subsidies Could Mean For Its Electric Vehicle Industry*, July 13;
- [12] HAMILTON, C., (2018), *Battery raw materials - The fundamentals*, BMO Capital Markets Limited (www.iea.org/media/Workshops/2018/Session3ColinHamiltonBMO.pdf); accesat la 14.01.2019);
- [13] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), (2018), *Global EV Outlook 2018, Towards cross-modal electrification*, OECD/IEA (<https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/globalevoutlook2018.pdf>); accesat la 19.12.2018);
- [14] INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, (2017), *CO₂ emissions from fuel combustion, Highlights*, OECD/IEA (<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2017.pdf>); accesat la 29.01.2019);
- [15] INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MOTOR VEHICLE MANUFACTURERS (OICA), (2019), *World Vehicle in Use* (<http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>); accesat la 9.01.2019);
- [16] MCKINSEY&COMPANY, (2018), *Lithium and cobalt: A tale of two commodities*, Metals and Mining, June 2018 (<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/metals%20and%20mining/our%20insights/lithium%20and%20cobalt%20a%20tale%20of%20two%20commodities/lithium-and-cobalt-a-tale-of-two-commodities.ashx>); accesat la 22.01.2019);

- [17] NISSAN ROMÂNIA, (2019), *Noul Nissan Leaf* (<https://www.nissan.ro/gama/modele/leaf.html>; accesat la 9.01.2019);
- [18] REUTERS, (2018), *Ford plans \$11 billion investment, 40 electrified vehicles by 2022*, January 15;
- [19] REUTERS, (2017), *Volkswagen accelerates push into electric cars with \$40 billion spending plan*, November 17;
- [20] SOUTH CHINA MORNING POST, (2018), *Shenzhen's all-electric bus fleet is a world's first that comes with massive government funding*, October 23;
- [21] TESLA, (2018), *Sur la route* (https://www.tesla.com/fr_BE/supercharger?redirect=no; accesat la 11.12.2018);
- [22] UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, (2019), *Sources of Greenhouse Gas Emissions* (<https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>; accesat la 29.01.2019);
- [23] Ze EUS (Zero Emission Urban Bus System), (2019), *Bringing electrification to the heart of the urban bus network* (<http://zeeus.eu/>; accesat la 20.01.2019);