

dr inż. Małgorzata Kwęstarcz, mgr inż. Maria Muszyńska,  
Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Politechnika Warszawska

# Mobilność elektryczna szansą na redukcję emisji zanieczyszczeń w sektorze transportu kołowego

W ciągu ostatnich dziesięcioleci na całym świecie podejmowane są starania mające na celu ograniczenie zanieczyszczeń powietrza i ochronę atmosfery przed szkodliwymi skutkami emisji gazów cieplarnianych. Jednym z sektorów, który w znacznym stopniu przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska i na którym skupiają się działania organów rządzących globalnych gospodarek, jest transport.

Transport jest nieodłącznym elementem rozwoju gospodarczego i społecznego, ponieważ łączy kontynenty, państwa, miasta i ludzi. Jego dynamizacja sprawia, że towary produkowane w dowolnym zakątku świata mają szansę dotrzeć w jego najdalsze części, a człowiek może odkrywać nowe obszary. Sektor ten także istotnie kształtuje nasze codzienne życie, bowiem wpływa na to, co konsumujemy, w co się ubieramy, z jakich usług korzystamy, gdzie żyjemy i dokąd możemy dotrzeć. Niemniej jednak, mimo wielu korzyści, które niesie ze sobą ta znacząca gałąź gospodarki, pociąga ona za sobą także wiele negatywnych skutków dla środowiska naturalnego i ludzkiego zdrowia.

Według Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) całkowity udział transportu w emisji gazów cieplarnianych na terenie UE w 2014 r. wynosił 25% [3]. Natomiast w samej Polsce w 2012 r. udział ten osiągał 14%, co stanowiło drugą najwyższą wartość spośród wszystkich dziedzin gospodarki (zaraz po przemyśle energetycznym) [1].

Poza emisją szkodliwych substancji do powietrza, transport generuje także kongestię i hałas, które szczególnie odczuwalne są w aglomeracjach miejskich oraz powoduje wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych i zużycie energii. Mimo poprawiającej się efektywności energetycznej silników nowych pojazdów szacuje się, że zapotrzebowanie na energię,

szczególnie w obszarze transportu drogowego, będzie rosło w związku z rocznie zwiększającą się liczbą rejestrowanych pojazdów samochodowych i poziomem natężenia ruchu. Dotychczasowe badania wskazują, że do 2020 r. natężenie ruchu samochodowego w skali światowej wzrośnie dwukrotnie, a do 2050 r. będzie to aż czterokrotnie wyższy poziom. Ze względu na przedstawione powyżej przewidywania i negatywne skutki, jakie niesie ze sobą sektor transportu uznaje się, że najmniej ekologiczną gałęzią tego obszaru gospodarki jest transport drogowy, a w szczególności ten odbywający się w rozwiniętych miastach. W niektórych miastach w Polsce duża część zanieczyszczeń

powietrza pochodzi z tego właśnie sektora, a największy jego wpływ odnotowuje się w Warszawie, gdzie aż 63% zanieczyszczeń ma pochodzenie transportowe [2].

Rozwój transportu opartego o energię elektryczną spowoduje zwiększone jej zużycie i wzrost zapotrzebowania na moc. W początkowym etapie intensywniejsze wykorzystanie może nie być istotnie odczuwalne, jednak w miarę pojawiania się na naszych drogach coraz większej liczby samochodów elektrycznych wystąpi konieczność przeprowadzenia modernizacji systemu sieci elektroenergetycznych. Według założeń Planu Rozwoju Elektromobilności w 2025 r. transport elektryczny wygeneruje roczny dodatkowy popyt na energię elektryczną w wysokości 2,3 TWh, co zobrazowano w tab. 1.

Polski przemysł energetyczny ma możliwości wytwórcze na tyle, aby pokryć przedstawione powyżej przewidywane wartości rocznego zużycia energii elektrycznej przez pojazdy z napędem elektrycznym, jednak warto sprawdzić jakie koszty będą wiązały się z tą dodatkową produkcją.

W tab. 5 zostały zamieszczone szacunkowe koszty związane z emisją zanieczyszczeń do atmosfery, generowanych podczas produkcji energii elektrycznej. Do wykonania obliczeń przyjęto następujące założenia:

- stawki opłat za korzystanie ze środowiska przyjęto zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Środowiska (tab. 2);
- dane dotyczące emisji poszczególnych gazów oraz produkcji energii elektrycznej pozyskano od Grupy TAURON [4] (tab. 3).

Roczna emisja zanieczyszczeń związana z produkcją energii elektrycznej na potrzeby pojazdów z napędem elektrycznym obliczona dla poszczególnych lat (2017-2025) została zamieszczona w tab. 4.

Przewidywane opłaty za emisję poszczególnych gazów zanieczyszczających atmosferę i pyłów obliczone dla

**Tab. 1. Przewidywany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną do 2025 r.**

Rok	Przewidywana liczba samochodów elektrycznych	Dobowe zużycie energii elektrycznej (MWh)	Roczne zużycie energii elektrycznej (MWh)	Roczne zużycie energii elektrycznej (TWh)
2017	5 704	35	12 621	0,0
2018	13 576	82	30 039	0,0
2019	32 310	196	71 492	0,1
2020	76 898	466	170 150	0,2
2021	183 017	1 109	404 958	0,4
2022	366 034	2 219	809 915	0,8
2023	549 051	3 328	1 214 873	1,2
2024	823 576	4 993	1 822 309	1,8
2025	1 029 470	6 241	2 277 886	2,3

Źródło: Ministerstwo Energii, Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce, s. 49

**Tab. 2. Stawki opłat za korzystanie ze środowiska na 2017 r. wykorzystane do obliczeń**

Lp.	Rodzaj gazów lub pyłów	Jednostkowa stawka w zł/kg
1.	Dwutlenek węgla (stawka w zł/Mg)	0,29
2.	Dwutlenek siarki	0,53
3.	Tlenki azotu	0,53
4.	Pyły pozostałe	0,58

Źródło: Obwieszczenie Ministra Środowiska

**Tab. 3. Produkcja energii elektrycznej oraz emisja zanieczyszczeń opublikowana przez Grupę TAURON w raporcie z 2015 r.**

Grupa TAURON	
Produkcja energii elektrycznej	16,8 GWh
Emisja dwutlenku węgla	16,4 mln ton CO <sub>2</sub>
Emisja tlenków azotu	19,0 ton NO <sub>x</sub>
Emisja tlenków siarki	26,0 ton SO <sub>x</sub>
Emisja innych pyłów	12,2 ton pyłów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4]

**Tab. 4. Roczna emisja zanieczyszczeń związana z produkcją energii elektrycznej na potrzeby pojazdów z napędem elektrycznym do 2025 r.**

Rok	Roczne zużycie energii elektrycznej [GWh]	Emisja CO <sub>2</sub> [mln Mg]	Emisja NO <sub>x</sub> [Mg]	Emisja SO <sub>x</sub> [Mg]	Emisja pyłów [Mg]
2017	12,6	12,3	14,3	19,5	9,2
2018	30,0	29,3	34,0	46,5	21,8
2019	71,5	69,8	80,9	110,6	51,9
2020	170,2	166,1	192,4	263,3	123,6
2021	405,0	395,3	458,0	626,7	294,1
2022	809,9	790,6	916,0	1253,4	588,2
2023	1 214,9	1185,9	1374,0	1880,2	882,2
2024	1 822,3	1778,9	2060,9	2820,2	1323,3
2025	2 277,9	2223,7	2576,2	3525,3	1654,2

Źródło: Opracowanie własne

**Tab. 5. Koszt emisji poszczególnych gazów do atmosfery i łączna roczna suma opłat**

Rok	Koszt emisji CO <sub>2</sub>	Koszt emisji NO <sub>x</sub>	Koszt emisji SO <sub>x</sub>	Koszt emisji pyłów	Roczna suma kosztów emisji
2017	3,6 mln zł	0,01 mln zł	0,01 mln zł	0,01 mln zł	3,6 mln zł
2018	8,5 mln zł	0,02 mln zł	0,02 mln zł	0,01 mln zł	8,6 mln zł
2019	20,2 mln zł	0,04 mln zł	0,06 mln zł	0,03 mln zł	20,4 mln zł
2020	48,2 mln zł	0,10 mln zł	0,14 mln zł	0,07 mln zł	48,5 mln zł
2021	114,6 mln zł	0,24 mln zł	0,33 mln zł	0,17 mln zł	115,4 mln zł
2022	229,3 mln zł	0,49 mln zł	0,66 mln zł	0,34 mln zł	230,8 mln zł
2023	343,9 mln zł	0,73 mln zł	1,00 mln zł	0,51 mln zł	346,2 mln zł
2024	515,9 mln zł	1,09 mln zł	1,49 mln zł	0,77 mln zł	519,2 mln zł
2025	644,9 mln zł	1,39 mln zł	1,87 mln zł	0,96 mln zł	649,1 mln zł

Źródło: Opracowanie własne

kolejnych lat (2017-2025) zestawiono w tab. 5.

Prezentowane obliczenia szacunkowe pokazują, jak duże ilości emisji poszczególnych zanieczyszczeń i wysokie opłaty będą generowane w związku z dodatkową produkcją energii elektrycznej. Niemniej, w niniejszym problemie można doszukać się też dużych korzyści, ponieważ wzrost liczby pojazdów z napędem elektrycznym doprowadzić może do zwiększonej produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Polski rząd zakłada, że dodatkowe zapotrzebowanie na energię zostanie pokryte właśnie ze źródeł alternatywnych (wiatru, słońca i wody). Co więcej, efektywne wykorzystanie energii pochodzącej z takich źródeł wymaga także odpowiedniego jej magazynowania, a akumulatory samochodów elektrycznych z powodzeniem mogłyby spełniać rolę magazynów energii. W przypadku szczytowego zapotrzebowania pojazd elektryczny, podłączony do sieci, stanowiłby magazyn energii, przyczyniając się tym samym do stabilizacji pracy sieci elektroenergetycznej. Właściciele tego typu pojazdów oddając nagromadzoną w baterii energię elektryczną mogliby otrzymywać w zamian środki finansowe, co realnie zachęcałoby do udziału w tego rodzaju obrocie energii. Działania te pozwoliłyby na zarządzanie popytem na energię elektryczną i koordynowanie pracą sieci.

Punkty ładowania pojazdów zyskałyby, dzięki takim zabiegom drugą funkcję, bo oprócz usługi ładowania pełniłyby rolę magazynów oddających energię, w trakcie szczytowego zapotrzebowania i ładujących się w czasie tzw. doliny nocnej, kiedy pobór jest niewielki i cena energii najniższa.

Elektryfikacja transportu i rozwój elektromobilności pomoże zoptymalizować pracę KSE, ponieważ zapewni dodatkową moc w momentach najwyższego poboru energii elektrycznej, pozwalając tym samym na oszczędność wynikającą z braku konieczności podtrzymywania nierentownych mocy wytwórczych, wykorzystywanych jedynie przez kilkaset godzin w roku.

Opisany system z pewnością wymaga wprowadzenia odpowiednich regulacji prawnych, stworzenia rozwiązań technicznych i budowy całego systemu, niemniej jednak jest to idea nowoczesnego miasta, regionu i kraju.

Budowa inteligentnych sieci w Polsce pozwoli na zapewnienie wysokiej jakości i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, a także zintegruje wszystkich działających w jej obrębie użytkowników - wytwórców energii, operatorów i odbiorców. Warunkiem pomyślnej integracji i poprawnego działania inteligentnych sieci jest wprowadzenie inteligentnego opomiarowania, np. powołując operatora informacji pomiarowych (OIP), który zapewni możliwość rozliczania energii na pod-

stawie uzyskanych danych pomiarowych. W związku z tym stworzenie odpowiedniego układu pomiarowo-rozliczeniowego będzie podstawą poprawnie działających stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Ponadto, ważną kwestią będzie wprowadzenie zmian w warunkach taryfowania energii, poprzez stworzenie więcej niż jednego sposobu podziału doby na strefy i okresy czasowe, aby zapobiec intensywnemu poborowi i oddawaniu dużej ilości energii w krótkich przedziałach czasu. W związku z tym, niezbędnym zabiegiem będzie wprowadzenie dynamicznych taryf, zapobiegających wystąpieniu zagrażających stanów pracy sieci elektroenergetycznej. □

#### Bibliografia:

1. Murawski J., Szczepański E., *Perspektywy dla rozwoju elektromobilności w Polsce*, *Logistyka*, 4/2014, 2014, s. 2249-2258.
2. Ministerstwo Energii, *Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”*, 2016.
3. *Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 6 maja 2010 r. w sprawie samochodów elektrycznych* (Dz.U.U.E.C.2011.81E.84).
4. <http://raport2015.tauron.pl/zrownowazony-rozwoj/ochrona-srodowiska-2/energia-i-emisje/>