



Gospodarka
i środowisko



www.atmoterm.pl

Raport końcowy

Analiza stanu rozwoju oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce

Warszawa 2019



Kierownik projektu	dr inż. Iwona Rackiewicz	ATMOTERM S.A.
Zespół autorski	mgr Elżbieta Płuska dr inż. Iwona Rackiewicz mgr inż. Marek Rosicki mgr inż. Ireneusz Sobecki mgr Iwona Szczepanik-Retka mgr inż. Magdalena Załupka	
	mgr inż. Anna Skarbek-Żabkin mgr Piotr Matuszewski	Forum Elektromobilności 

Spis treści

Wykaz pojęć i skrótów użytych w raporcie	2
1. Streszczenie.....	3
2. Summary	6
3. Syntetyczny opis przedmiotu analizy	9
4. Opis metodyki	11
4.1. Kontekst i cele badań.....	11
4.2. Zastosowane metody prowadzenia badań.....	12
4.3. Ograniczenia zastosowanych metod badawczych – problemy utrudniające badania	14
5. Wymagania prawne oraz cele dokumentów strategicznych wspólnotowych i krajowych	15
6. Analiza trendów i procesu rozwoju elektromobilności w Polsce.....	21
6.1. Potencjał innowacyjny i produkcyjny branży motoryzacyjnej w kontekście rozwoju elektromobilności	21
6.1.1. Produkowane w Polsce lub bliskie wdrożenia innowacyjne komponenty pojazdów	21
6.1.2. Produkowane w Polsce elementy infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym	30
6.1.3. Pożądane obszary wsparcia polskiego potencjału produkcyjnego	40
6.1.4. Najbardziej konkurencyjne i perspektywiczne gałęzie sektora produkcji pojazdów elektrycznych	44
6.1.5. Producenci OEM nieobecni w Polsce	48
6.1.6. Ocena dynamiki rozwoju elektromobilności w Polsce.....	52
6.1.7. Podstawowe bariery rozwojowe elektromobilności w Polsce.....	53
6.2. Dynamika elektryfikacji sektora transportu w Polsce z uwzględnieniem stanu przygotowania systemu elektroenergetycznego	55
6.2.1. Stopień przygotowania systemu elektroenergetycznego do wdrożenia PRE	56
6.2.2. Ocena dynamiki elektryfikacji sektora transportu w stosunku do prognoz	69
6.2.3. Aktualizacja prognoz dynamiki elektryfikacji sektora transportu.....	81
6.2.4. Bariery elektryfikacji sektora transportu	89
6.2.5. Szacunkowe koszty modernizacji sieci energetycznej w Polsce w związku z elektryfikacją sektora transportu.....	93
6.2.6. Wpływ elektryfikacji sektora transportu na krajowy popyt na energię.....	100
6.2.7. Prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną sektora transportu do roku 2050	111
6.3. Potencjał opracowania krajowej technologii recyklingu baterii wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych	116
6.3.1. Podmioty rozwijające technologie związane z recyklingiem ogniw elektrochemicznych stosowanych w pojazdach elektrycznych	124
6.3.2. Ocena potencjału wykorzystania zużytych ogniw z pojazdów elektrycznych oraz bariery rozwojowe	129
6.4. Potencjał jednostek samorządu terytorialnego (JST) w zakresie rozwoju elektromobilności.....	135
7. Wnioski i rekomendacje wynikające z analizy	145
8. Literatura i źródła danych.....	151
Spis tabel.....	156
Spis rysunków	157

Wykaz pojęć i skrótów użytych w raporcie

- **CAWI** – wspomagany komputerowo wywiad
- **CUPT** – Centrum Unijnych Projektów Transportowych
- **GR KIS 6** – Grupa Robocza ds. rozwiązań transportowych przyjaznych środowisku, w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji
- **IDI** – pogłębiony wywiad indywidualny
- **JST** – jednostka samorządu terytorialnego
- **KIS** – Krajowa Inteligentna Specjalizacja
- **Krajowe ramy** – Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, przyjęte uchwałą Rady Ministrów 29 marca 2017 r.
- **ME DIIRT** – Ministerstwo Energii, Departament Innowacji i Rozwoju Technologii
- **MPiT DIN** – Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii, Departament Innowacji
- **NCBiR** – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
- **NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
- **OSD** – operator systemu dystrybucyjnego
- **OSP** – operator systemu przesyłowego
- **PRE 2016** – Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości”, przyjęty przez Radę Ministrów RP dnia 16 marca 2017 r.
- **URE** – Urząd Regulacji Energetyki
- **Ustawa o elektromobilności** – Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 r., poz. 317, z późn. zm.)

1. STRESZCZENIE

Rozwój transportu niskoemisyjnego i zeroemisyjnego stanowi jeden z priorytetów polityki środowiskowej UE. W pracy przedstawiono analizę stanu rozwoju, potencjału kompetencji technicznych oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce. Wyniki analizy będą wykorzystane w pracach Grupy Roboczej ds. rozwiązań transportowych przyjaznych środowisku, w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji. Posłużą one również do aktualizacji założeń *Planu rozwoju elektromobilności w Polsce* oraz identyfikacji kluczowych i aktualnych barier jego realizacji.

W ramach pracy wykonano cztery główne analizy: potencjału innowacyjnego i produkcyjnego pod względem rozwiązań innowacyjnych oraz pożądanego kierunku rozwoju polskiej branży motoryzacyjnej, w kontekście rozwoju elektromobilności w Polsce i na świecie; możliwej dynamiki elektryfikacji sektora transportu w odniesieniu do stanu przygotowania systemu elektroenergetycznego w Polsce; możliwości opracowania krajowej technologii recyklingu (utyliczacji) baterii litowo-jonowych (i innych) wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych oraz potencjału jednostek samorządu terytorialnego (JST) w zakresie rozwoju elektromobilności.

Dane do analiz gromadzono za pomocą trzech metod: analizy treści, wywiadów oraz ankietyzacji. Następnie dokonano porównania i łączenia uzyskanych za ich pośrednictwem wyników. Celem zastosowania triangulacji metod było zapewnienie wyższej jakości prowadzonych analiz i badań oraz ograniczenie błędów oceny.

Analiza potencjału innowacyjnego i produkcyjnego wykazała, że ogólny udział polskich podmiotów w pracach projektowych, badawczych, rozwojowych i produkcyjnych, związanych z obszarem elektromobilności nie jest na dzień dzisiejszy znaczący. Ogranicza się on zasadniczo do większych i dłużej działających na rynku spółek. Istotny potencjał stanowią polskie spółki dostarczające autobusy elektryczne, takie jak Solaris Bus&Coach czy Ursus Bus, które posiadają solidne zaplecze techniczne i merytoryczne, a także wykwalifikowaną kadre inżynierów. Szanse wdrożenia do produkcji polskiego samochodu elektrycznego są stosunkowo niewielkie, co wynika między innymi z małego zainteresowania tego rodzaju produktem na naszym rynku. Na małą popularność samochodów elektrycznych w polskim społeczeństwie składa się m.in. bardzo mała liczba dostawców usług car-sharingu, które byłyby konkurencyjne pod względem ekonomicznym wobec korzystania z pojazdów prywatnych. Duży potencjał i rosnącą dynamikę rozwoju w naszym kraju ma produkcja komponentów do infrastruktury ładowania oraz produkcja magazynów energii. Podobnie jak w przypadku autobusów elektrycznych, znane są w Europie polskie marki. Rozwój elektromobilności w Polsce uzależniony jest od pokonania szeregu barier. Mają one charakter techniczny, ekonomiczny, społeczny i organizacyjny. Podstawowym utrudnieniem jest

niewystarczająca infrastruktura ładowania pojazdów. Potencjalnych konsumentów zniechęcają również wyraźnie wyższe koszty zakupu pojazdu elektrycznego w stosunku do spalinowego, nawet po uwzględnieniu proponowanych dopłat. Ponadto pojawiają się obawy związane z ewentualnymi kosztami i miejscem serwisowania pojazdów, a także przyszłymi kosztami wymiany baterii (w przypadku pojazdów osobowych koszty te stanowią obecnie ok. 35% kosztów pojazdu¹). Do tego dochodzi brak możliwości określenia wartości pojazdu elektrycznego na rynku wtórnym w przyszłości. Bariereą stanowi również model użytkowania pojazdu w Polsce, w którym użytkownicy preferują własność nad wynajmem na czas korzystania.

Zapewnienie zasilania dla dużej liczby punktów ładowania, szczególnie w przypadku szybkich ładowarek pobierających dużą moc, wiąże się z koniecznością modernizacji sieci elektroenergetycznych i może być istotną barierą techniczną rozwoju elektromobilności w Polsce. W początkowej fazie mogą być wykorzystywane dostępne moce w istniejących stacjach transformatorowych SN/nn (średnie obciążenie transformatorów SN/nn w Polsce to ok. 15%), później na potrzeby przyłączenia stacji ładowania konieczna będzie wymiana transformatorów SN/nn lub budowa nowych stacji SN/nn. Na pewno nie jest możliwa budowa stacji ładowania dla autobusów w zakresie istniejącej infrastruktury.

Plany rozwoju operatorów sieci energetycznej odpowiadają na stały wzrost zapotrzebowania na energię, rozwój odnawialnych źródeł i elektromobilności. W tym roku po raz pierwszy znalazły się w nich nakłady związane z budową punktów ładowania. Prowadzenie inwestycji w infrastrukturę sieciową obarczone jest jednak istotnym ryzykiem ich terminowego wykonania z uwagi na bariery prawne. Do najistotniejszych problemów związanych z procesem realizacji inwestycji infrastrukturalnych zaliczyć można problemy formalno-prawne związane z uzyskaniem zgód formalno-prawnych (m.in. prawa do dysponowania nieruchomościami znajdującymi się na trasie przedmiotowej inwestycji) umożliwiających ich realizację (uzyskanie pozwolenia na budowę) oraz uzyskanie zgód i pozwoleń środowiskowych.

W raporcie przedstawiono 4 możliwe scenariusze prognozowanego stanu floty pojazdów elektrycznych w Polsce, w latach 2020-2050. Największe prawdopodobieństwo wystąpienia przypisano scenariuszowi „podstawowemu” (S1), a w dalszej kolejności scenariuszowi „PRE” (S2). Wzrostowi liczby samochodów elektrycznych będzie towarzyszyć rozwój sieci ogólnodostępnych punktów ładowania. Dla scenariusza S1, oszacowano ich liczbę na poziomie 72 tys. w roku 2030 i 420 tys. w roku 2050. W roku 2025, zgodnie ze scenariuszem S1, zużycie energii elektrycznej wyniesie 0,67 TWh. Dla każdego roku ze scenariusza S1, prognozowane zużycie energii przez samochody elektryczne mieści się w zakładanym limicie wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną.

¹ Źródło: oszacowanie własne

Wraz ze zwiększaniem liczby i mocy stacji ładowania, w kolejnych latach mogą pojawiać się problemy związane z wpływem infrastruktury ładowania na jakość energii elektrycznej w sieci. Zwiększenie obciążenia linii w wyniku pracy stacji ładowania powoduje występowanie spadków napięcia dla odbiorcy końcowego. Praca stacji ładowania pojazdów elektrycznych wykorzystujących przekształtniki energoelektroniczne wpływa na odkształcenia napięcia w sieciach zasilających. Z uwagi na duże moce i prądy ładowania, rozwój infrastruktury ładowania może doprowadzić do zaburzeń w prawidłowym funkcjonowaniu sieci elektroenergetycznej. Mogą pojawić się znaczące zmiany w poziomie odkształceń prądu i napięcia.

Biorąc pod uwagę stan sieci elektroenergetycznej, wśród potencjalnych zagrożeń dla jej funkcjonowania w przypadku rozwoju elektromobilności można wskazać znaczący wzrost obciążenia istniejących elementów sieci dystrybucyjnej, głównie istniejących transformatorów rozdzielczych oraz linii elektroenergetycznych, lokalne zwiększenie zapotrzebowania na moc czynną i bierną oraz zmianę profilu obciążenia dobowego. Ze względu na charakter pracy ładowarek pojazdów elektrycznych i moce przez nie pobierane profil zapotrzebowania sieci zmieni swoje punkty charakterystyczne w stosunku do typowego profilu opartego na zużyciu mocy przez obecnych odbiorców. Jeżeli linie elektroenergetyczne są znacznie obciążone to dodanie punktów ładowania spowoduje większe prawdopodobieństwo wystąpienia awarii.

Rozwój elektromobilności i zwiększenie liczby baterii litowo-jonowych na rynku spowoduje, iż będą one musiały być poddawane recyklingowi. Do kategorii podmiotów z realnymi osiągnięciami w dziedzinie technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych aktualnie w kraju można zaliczyć zaledwie jeden podmiot – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach. Niezbędne jest dopracowanie i weryfikacja technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych w skali półtechnicznej lub w formie instalacji pilotażowej. W przypadku scenariusza S1, zakładającego, że liczba samochodów elektrycznych osiągnie w 2025 roku w Polsce 300 tys., do ponownego użycia albo do recyklingu co roku trafiać będzie 3 tys. akumulatorów, co daje masę ok. 600 ton baterii litowo-jonowych, demontowanych z pojazdów i kierowanych do ponownego użycia lub do recyklingu. „Drugie życie” akumulatorów zdemontowanych z pojazdów będzie ściśle uzależnione od upowszechnienia w Polsce energetyki prosumenckiej.

Oceniając potencjał JST w zakresie rozwoju elektromobilności, należy podkreślić przede wszystkim duże zainteresowanie ze strony władz samorządowych wprowadzaniem zeroemisyjnych środków w transporcie publicznym. Jednak rozwój tego sektora będzie istotnie uzależniony od wprowadzenia szeroko dostępnych źródeł wsparcia finansowania inwestycji w nowoczesny tabor pojazdów i obsługującą go infrastrukturę do ładowania.

2. SUMMARY

The development of low-carbon and zero-emission transport is one of the priorities of EU environmental policy. This report presents an analysis of the state of development, the potential of technical competence and the current trends in the area of electromobility in Poland. Analysis results will be used by the Working Group on environment-friendly transport solutions in the framework of National Smart Specialisations. They also can help to update the Plan for the development of electromobility in Poland and to identify key barriers of its implementation.

There are four main parts of the analysis: innovation and production potential of the automotive branch development in Poland, state of preparation of the national power system to follow the dynamic electrification of transport system, possibilities to develop a national technology of lithium-ion (and other) EV battery recycling as well as local administration potential to develop electromobility.

Input data applied for analysis were collected using three methods: content analysis, interviews and questionnaires. In the next step data comparison and data fusion was carried out. The aim of methods' triangulation was to assure high quality of research and to minimize possible errors of assessment.

The innovation and production potential analysis showed that currently general contribution of Polish entities to design, research, development and production works associated with the area of electric vehicles is not very significant. It is basically limited to the electric bus manufacturing companies like Solaris Bus&Coach and Ursus Bus which have reliable know-how and technical background as well as qualified engineering staff. Chances to implement for production a Polish electric passenger car are currently relatively small what results, inter alia, from the low interest in this kind of product. For example, there is still very low number of providers of EV car-sharing services which would be economically competitive for private vehicles.

Production of components for charging infrastructure and energy storage industry have growing development dynamics in Poland. As in the case of electric buses, Polish brands are known in Europe.

The development of electromobility in Poland depends on overcoming a number of technical, economic, social and organizational barriers. A fundamental problem is the inadequate charging infrastructure. The potential consumer is also discouraged by the higher purchase cost of EV vehicle compared to ICE vehicle, even after taking into account proposed discounts. There are also fears about places and costs of EV vehicles servicing as well as the future cost of battery exchange (in the case of passenger vehicles now it accounts for approx. 35% of vehicle cost²). Furthermore there is no possibility of

² Source: own study

determining the value of EV car on secondary market in the future. Another barrier is the car usage model in Poland in which users prefer ownership over rental for the time of use.

Providing power for a large number of charging points, especially in the case of fast chargers that draw high power, requires the modernization of power networks. This can be a significant technical barrier to the development of electromobility in Poland. In the initial phase, available capacities in existing transformer stations can be used (the average load on MV/LV transformers in Poland is around 15%). Later, for the needs of connecting the charging stations it will be necessary to replace the MV/LV transformers or to build new MV/LV stations. It is certainly not possible to build charging stations for buses in the scope of existing infrastructure.

The development plans of the grid operators respond to the constant increase in energy demand as well as to the development of renewable sources and electromobility. This year, for the first time, the expenditures related to the construction of charging points were included in these plans. Investment in network infrastructure, however, carries a significant risk of timely execution due to legal barriers. The most important problems related to the process of infrastructural investment implementation include the problems related to obtaining formal and legal permits (the right to dispose of real properties along the route of the investment concerned, construction permit) as well as obtaining environmental consents and permits.

Four possible scenarios of long-term EV fleet growth for the 2020-2050 period are presented in the report. Most likely is scenario S1 ('basic'), next in order is scenario S2 ('PRE'). The growth of the number of EV cars will be accompanied by the development of the public charging points network. For S1 scenario the number of charging points was estimated at the level of 72 thousands in 2030 and 420 thousands in 2050. Electric energy usage in 2025, according to S1 scenario, will amount to 0,67 TWh. For each forecast year in scenario S1 the total electric energy usage by EV vehicles falls within the limit of energy demand increase allowed in the system.

With the increase in the number and power of charging stations, in the coming years there may be problems related to the impact of charging infrastructure on the quality of electricity in the network. Increasing the line load as a result of the charging stations operation results in voltage drops for the final customer. The operation of EV vehicles charging stations using electronic power converters affects the voltage distortion in the supply networks. Due to the high charging power and currents, the development of charging infrastructure can lead to disturbances in the proper functioning of the power grid. Significant changes in the level of current and voltage distortions may occur.

Considering the condition of the power grid, potential threats resulting from implementation of electromobility in Poland include a significant increase in the load of existing distribution network elements (mainly distribution transformers and power

lines), local increase of active and reactive power demand and change of daily load profile. Due to the nature of the operation of electric vehicle chargers and the power absorbed by them, the demand profile of the network will change its characteristic points in relation to a typical profile based on the power consumption of current customers. If the power lines are heavily loaded, adding charging points will cause a higher probability of failure.

The development of electromobility and the increase of lithium-ion batteries amount on the market will cause the need of recycling. There is only one entity currently in Poland having real achievements in the field of lithium-ion batteries recycling – Institute of Non-Ferrous Metals in Gliwice. It is necessary to refine and verify the technology of lithium-ion batteries recycling on a semi-technical scale or as a pilot installation. In the case of S1 scenario, assuming 300 thousands of EV cars in 2025, approximately 3 thousands batteries will be sent every year to recycling or re-use what gives equivalent mass of approx. 600 tons. Potential re-use of batteries will be strictly dependent on the dissemination of prosumer energy in Poland.

Local administration units are very interested in the implementation of zero-emission vehicles in public transport. However, the development of this sector will be significantly dependent on the introduction of widely available sources of financing support. This investment support should include a modern fleet of vehicles as well as the charging points infrastructure that supports it.

3. SYNTETYCZNY OPIS PRZEDMIOTU ANALIZY

Celem niniejszego raportu jest analiza stanu rozwoju oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce. Analiza ta została zlecona przez Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii w związku z zapotrzebowaniem Grupy Roboczej ds. rozwiązań transportowych przyjaznych środowisku, w celu dostarczenia wiedzy merytorycznej z zakresu elektromobilności w związku z realizacją zadań przypisanych do realizacji dla Grup Roboczych ds. KIS.

Zakres przedmiotu analizy obejmuje następujące zagadnienia:

- A) analiza potencjału innowacyjnego i produkcyjnego pod względem rozwiązań innowacyjnych oraz pożądanych kierunków rozwoju polskiej branży motoryzacyjnej w kontekście rozwoju elektromobilności w Polsce i na świecie:
 - a) identyfikacja produkowanych w Polsce lub bliskich wdrożenia innowacyjnych komponentów pojazdów, w szczególności związanych z elementami automatyzacji transportu, magazynowaniem energii i bezpieczeństwem;
 - b) identyfikacja produkowanych w Polsce elementów infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym, w szczególności ładowarek, a także ocena możliwości produkcji ładowarki pojazdów elektrycznych lub jej komponentów z wyróżnieniem potencjalnych innowacji i podmiotów zdolnych do ich wdrażania;
 - c) wskazanie pożądanych obszarów wsparcia polskiego potencjału produkcyjnego w kontekście obowiązujących dokumentów strategicznych w Polsce i Unii Europejskiej.
 - d) identyfikacja najbardziej konkurencyjnych i perspektywicznych gałęzi sektora produkcji pojazdów elektrycznych i niezbędnych podzespołów (np. baterii, oprogramowania) w Polsce;
 - e) identyfikacja producentów (OEM) nieobecnych w Polsce oraz ocena, czy ich obecność w kraju jest niezbędna / potrzebna do rozwoju e-mobilności w Polsce;
 - f) określenie dynamiki rozwoju elektromobilności w Polsce;
 - g) określenie podstawowych barier rozwojowych elektromobilności w Polsce;
- B) analiza możliwej dynamiki elektryfikacji sektora transportu w odniesieniu do stanu przygotowania systemu elektroenergetycznego w Polsce:
 - a) analiza istniejących raportów dot. stopnia przygotowania systemu elektroenergetycznego do wdrożenia Planu Rozwoju Elektromobilności oraz określenie źródeł rozbieżności i sformułowanie wniosków;

- b) określenie zgodności dotychczasowej dynamiki elektryfikacji sektora transportu z wcześniejszymi prognozami;
 - c) aktualizacja prognoz dot. dynamiki elektryfikacji sektora transportu w Polsce;
 - d) opis barier elektryfikacji transportu, wynikających z ograniczeń sieci elektroenergetycznej z podziałem na sieć przesyłową i dystrybucyjną oraz wskazanie rozwiązań technicznych pozwalających na przezwyciężenie zidentyfikowanych barier;
 - e) określenie szacunkowego kosztu modernizacji sieci energetycznej w Polsce, związanej z procesem elektryfikacji sektora transportu (np. koszt produkcji energii, modernizacji elektrowni, sieci przesyłowych, budowy punktów ładowania, itp.);
 - f) określenie jaki wpływ na krajowy popyt na energię będzie mieć elektryfikacja sektora transportu;
 - g) określenie jakie będzie szacunkowe zapotrzebowanie samochodów elektrycznych na energię elektryczną w Polsce? Np. prognozy dla lat 2020, 2025, 2030, 2050 łącznie z szacunkami dotyczącymi liczby samochodów elektrycznych na drogach, wielkości produkcji energii elektrycznej w Polsce i wymaganego udziału tej energii dla pojazdów elektrycznych (z opcją rozbudowania o zieloną energię z OZE, itp.);
- C) analiza możliwości opracowania krajowej technologii recyklingu (utylicacji) baterii litowo-jonowych (i innych) wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych:
- a) Identyfikacja podmiotów, rozwijających technologie związane z recyklingiem ogniw elektrochemicznych stosowanych w pojazdach elektrycznych z opisem stanu zaawansowania prac i wskazaniem liderów innowacji;
 - b) Ocena potencjału wykorzystania zużytych ogniw z pojazdów elektrycznych w innych zastosowaniach, określenie barier rozwojowych oraz wskazanie liderów innowacji w tym obszarze;
- D) analiza potencjału jednostek samorządu terytorialnego (JST) w zakresie rozwoju elektromobilności (stanowiąca dodatkowy, proponowany przez Wykonawcę obszar badań).

Praca jest realizowana na podstawie umowy nr DIN/DBG-IV-POIR-23/18, z dnia 9 stycznia 2019 roku, zawartej pomiędzy Ministerstwem Przedsiębiorczości i Technologii a firmą Atmoterm Spółka Akcyjna z siedzibą w Opolu (lider konsorcjum).

4. OPIS METODYKI

Poniżej przedstawiono syntetyczny opis metodyki prowadzenia badań wraz z opisem zastosowanych metod, technik badawczych oraz narzędzi. Wskazano również ograniczenia przyjętych metod badawczych.

4.1. Kontekst i cele badań

Opracowany w roku 2016, przez Ministerstwo Energii, a przyjęty przez rząd 16 marca 2017 r., dokument pn. „Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce” (dalej: *PRE 2016*), zawierający propozycje działań mających doprowadzić do rozwoju nowego i konkurencyjnego rynku elektromobilności w naszym kraju, został opracowany na podstawie dostępnych wówczas danych i prognoz dotyczących zarówno samego rynku, jak i całego sektora elektroenergetycznego.

Następnie w latach 2016-2018 miały miejsce istotne zmiany w zakresie globalnego rozwoju technologii pojazdów elektrycznych, rozwoju infrastruktury towarzyszącej, a także zmiany otoczenia legislacyjnego.

Niniejsza analiza ma dostarczyć wiedzy na temat aktualnej sytuacji na rynku e-mobilności, jak również, jako że proces elektryfikacji sektora transportu jest ściśle powiązany z rozwojem/modernizacją systemu elektroenergetycznego Polski, ma dokonywać oceny stopnia jego przygotowania do wdrożenia założonych w *PRE 2016* działań.

Wyniki analizy stanu rozwoju oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce zostaną wykorzystane w pracach Grupy Roboczej ds. rozwiązań transportowych przyjaznych środowisku, w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji, co w założeniach ma przyczynić się do skuteczniejszego podejmowania decyzji w zakresie rozwoju tej inteligentnej specjalizacji. Wyniki te posłużą również do aktualizacji założeń *PRE 2016* oraz identyfikacji kluczowych i aktualnych barier jego realizacji.

Celem badań jest analiza i ocena stanu rozwoju elektromobilności w Polsce oraz wskazanie potencjału rozwojowego i barier w odniesieniu do stanu przygotowania systemu elektroenergetycznego do zmian związanych z rozwojem elektromobilności i powiązanych z tym szans i zagrożeń.

Ponadto celem badań jest również oszacowanie możliwej dynamiki elektryfikacji sektora transportu w Polsce, a także aktualizacja prognoz w zakresie kosztów wdrożenia elektromobilności oraz szacunkowego popytu i korzyści z zastosowania rozwiązań z tego obszaru.

Rozwój elektromobilności i zwiększenie liczby baterii litowo-jonowych na rynku spowoduje, iż będą one musiały być poddawane recyklingowi. Celem raportu jest zatem też ocena stanu przygotowania zakładów recyklingu w Polsce do tych procesów oraz analiza możliwości opracowania krajowej technologii recyklingu takich ogniw.

4.2. Zastosowane metody prowadzenia badań

W ogólnej koncepcji realizacji pracy założono zastosowanie triangulacji metod, mającej zapewnić wyższą jakość prowadzonych analiz i badań oraz ograniczyć błąd oceny.

Dane do analizy gromadzono za pomocą trzech metod, takich jak:

- analiza treści,
- wywiady,
- ankietyzacja.

Następnie dokonano porównania i łączenia uzyskanych za ich pośrednictwem wyników.

W ramach **analizy treści** zgromadzono i poddano przeglądowi (analizie), techniką desk research, najważniejsze dane zastane związane z przedmiotem pracy. Źródła tych danych stanowiły w szczególności dostępne raporty i publikacje, m.in.:

- *Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do Przyszłości”*,
- *Krajowa Inteligentna Specjalizacja (KIS)*,
- *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju oraz Strategia Produktywności*,
- *Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Ministerstwo Energii, Warszawa 2017*
- *Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku (projekt z dnia 9 listopada 2018 roku)*,
- *Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych*³,
- *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych*⁴,
- *W kierunku europejskiego rynku mobilności – raport końcowy, październik 2016 r.*⁵,
- *Analiza wpływu na klimat poprzez cykl życia pojazdów elektrycznych, Transport & Environment*⁶,

³ Dz. U. z 2018 r., poz. 317 z późn. zm.

⁴ Dz. Urz. UE 307/1 z dnia 28.10.2014 r.

⁵ Towards a European Market for Electro-Mobility, Final report for Transport & Environment - Element Energy Limited Terrington House
(<https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/Towards%20a%20European%20Market%20for%20Electro-Mobility%20report%20by%20Element%20Energy.pdf> dostęp 14.01.2019 r.)

- *Samochody niskoemisyjne w Europie: ocena społeczno-ekonomiczna, Cambridge Econometrics, luty 2018*⁷,
- *Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, Warszawa 2018*⁸,
- *Pojazdy elektryczne z perspektywy cyklu życia i gospodarki o obiegu zamkniętym, EEA Raport Nr 13/2018*⁹,
- *Elektryfikacja systemu transportowego. Badania i raporty, Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Badań i Innowacji Inteligentny, ekologiczny i zintegrowany transport, 2017*¹⁰.

Ponadto zostały one uzupełnione danymi pochodzącymi ze stron internetowych, krajowych i zagranicznych, instytucji oraz organizacji samorządu gospodarczego działających w obszarze elektromobilności, a także informacjami pochodzącymi z czasopism i portali branżowych.

Wywiadami, przeprowadzonymi techniką IDI (pogłębiony wywiad indywidualny) objęto następujące, kluczowe grupy interesariuszy:

1. NFOŚiGW, NCBiR, CUPT, ME DiIRT, MPiT DIN, GR KIS 6
2. OSD, OSP
3. JST (wybrane samorządy miast i gmin).

Ankietyzację, wykonaną techniką CAWI (wspomagany komputerowo wywiad), przeprowadzono w grupie ok. 100 podmiotów – instytutów naukowo-badawczych, stowarzyszeń, dostawców i producentów pojazdów elektrycznych, komponentów do pojazdów oraz infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym).

Poniżej przedstawiono zastosowane, w odniesieniu do poszczególnych zagadnień (stanowiących zakres pracy), metody, techniki oraz narzędzia badawcze.

Tabela 1. Wykaz zastosowanych w pracy metod, technik oraz narzędzi badawczych

Zagadnienie	Metoda badawcza	Technika badawcza	Narzędzie badawcze
A. Analiza potencjału innowacyjnego i produkcyjnego	<ul style="list-style-type: none">• Ankietyzacja• Wywiady• Analiza treści	<ul style="list-style-type: none">• CAWI (wspomagany komputerowo wywiad)• IDI (pogłębiony wywiad indywidualny)• Desk research	<ul style="list-style-type: none">• Kwestionariusz CAWI• Zestaw zagadnień do IDI• Raporty, publikacje, strony internetowe

⁶ Life Cycle Analysis of the Climate Impact of Electric Vehicles, Transport & Environment (<https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/TE%20-%20draft%20report%20v04.pdf> dostęp 14.01.2019 r.)

⁷ Low-carbon cars in Europe: A socio-economic assessment, Cambridge Econometrics, (<https://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2018/02/Fuelling-Europes-Future-2018-v1.0.pdf> dostęp 14.01.2019 r.)

⁸ http://pspa.com.pl/assets/uploads/2018/10/V2G_raport_PL.pdf (dostęp 14.01.2019 r.)

⁹ Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives, European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-from-life-cycle> dostęp 14.01.2019 r.)

¹⁰ Electrification of the Transport System, Studies and reports

Zagadnienie	Metoda badawcza	Technika badawcza	Narzędzie badawcze
B. analiza możliwej dynamiki elektryfikacji sektora transportu	<ul style="list-style-type: none"> Analiza treści Wywiady 	<ul style="list-style-type: none"> Desk research IDI (pogłębiony wywiad indywidualny) 	<ul style="list-style-type: none"> Raporty, publikacje, strony internetowe (ekstrapolacja trendów, jakościowe metody prognozowania) Zestaw zagadnień do IDI
C. Analiza możliwości opracowania krajowej technologii recyklingu (utyliczacji) baterii	<ul style="list-style-type: none"> Ankietyzacja Analiza treści 	<ul style="list-style-type: none"> CAWI (wspomagany komputerowo wywiad) Desk research 	<ul style="list-style-type: none"> Kwestionariusz CAWI Raporty, publikacje, strony internetowe
D. Analiza potencjału jednostek samorządu terytorialnego (JST) w zakresie rozwoju elektromobilności	<ul style="list-style-type: none"> Wywiady Analiza treści 	<ul style="list-style-type: none"> IDI (pogłębiony wywiad indywidualny) Desk research 	<ul style="list-style-type: none"> Zestaw zagadnień do IDI Raporty, publikacje, strony internetowe

Wyniki analiz posłużyły w dalszej kolejności do sformowania najważniejszych wniosków oraz rekomendacji w kontekście głównych celów pracy dot. oceny stanu rozwoju elektromobilności w Polsce, wskazania potencjału rozwojowego oraz identyfikacji barier.

4.3. Ograniczenia zastosowanych metod badawczych – problemy utrudniające badania

Planowane do zastosowania metody badawcze są adekwatne do czasu przeznaczanego na wykonanie analizy, który jest stosunkowo krótki.

Ankietyzacja metodą CAWI pozwala z jednej strony na w miarę szybkie dotarcie do respondentów, z drugiej zaś umożliwia zautomatyzowanie przetwarzania i prezentacji uzyskanych wyników, co niewątpliwie stanowi jej zaletę. Jednakże metoda ta posiada także swoje ograniczenia, wśród których należy wymienić:

- brak możliwości bezpośredniego kontaktu z respondentem;
- brak możliwości pogłębienia analizowanego zagadnienia;
- łatwość zignorowania kwestionariusza przez respondenta, co skutkuje niskim procentem zwrotu wypełnionych ankiet;
- ryzyko podania przez respondenta niezetelnych informacji.

Ograniczeniem metody IDI jest brak wpływu na dobór osób skierowanych do wywiadu przez daną instytucję oraz subiektywność wyrażanych opinii.

Z kolei metoda desk research, realizowana w warunkach niedoboru czasu poświęconego na analizę, może skutkować pominięciem ważnych istniejących danych ilościowych lub jakościowych. W zakresie prognozowania oraz foresightu technologicznego należy podkreślić wysoką niepewność, którą obarczone są dostępne w literaturze dane ilościowe, szczególnie te dotyczące perspektywy długoterminowej (do roku 2050).

5. WYMAGANIA PRAWNE ORAZ CELE DOKUMENTÓW STRATEGICZNYCH WSPÓLNOTOWYCH I KRAJOWYCH

Rozwój transportu niskoemisyjnego i zeroemisyjnego stanowi jeden z priorytetów polityki środowiskowej UE. W komunikacie Europa 2020: *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu* (COM(2010)2020 wersja ostateczna)¹¹ jednym z siedmiu najważniejszych projektów wiodących jest Projekt przewodni: Europa efektywnie korzystająca z zasobów. Celem projektu jest wsparcie zmian w kierunku niskoemisyjnej i efektywniej korzystającej z zasobów gospodarki, uniezależnienia wzrostu gospodarczego od wykorzystania zasobów i energii, ograniczenia emisji CO₂, zwiększenia konkurencyjności oraz zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego.

Konieczność rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie wyraźnie podkreśla się w Białej Księdze Komisji Europejskiej z 28 marca 2011 r. pt. *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*. W dokumencie tym wzywa się do zmniejszenia zależności transportu od ropy naftowej. Ponadto zakłada się obniżenie emisji gazów cieplarnianych z transportu do 2050 r. o 60% w stosunku do 1990 r.

W celu ujednoczenia i harmonizacji zasad budowy infrastruktury dla wykorzystania paliw alternatywnych na terenie UE, uchwalona została dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych. Artykuł 3 Dyrektywy stanowi o konieczności opracowania przez każde państwo członkowskie krajowych ram polityki w zakresie rozwoju rynku w odniesieniu do paliw alternatywnych w sektorze transportu i rozwoju właściwej infrastruktury.

W 2016 r. Komisja przedstawiła także Europejską strategię na rzecz mobilności niskoemisyjnej (COM(2016) 501 wersja ostateczna)¹², w której określono cel: „...emisje gazów cieplarnianych z sektora transportu muszą spaść do poziomu niższego o co najmniej 60% od poziomu w 1990 r. i podlegać dalszemu konsekwentnemu ograniczeniu aż do poziomu zerowego. Emisje szkodliwych dla zdrowia zanieczyszczeń powietrza pochodzące z transportu muszą niezwłocznie zostać drastycznie zmniejszone”. Strategia obejmuje m.in. działania z zakresu:

- zwiększenia wykorzystania niskoemisyjnych alternatywnych źródeł energii na potrzeby transportu, w tym tworzenia infrastruktury paliw alternatywnych,
- przechodzenia na bezemisyjne środki transportu (z uwzględnieniem rozwoju prac badawczo-rozwojowych).

¹¹ Komunikat Komisji <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?qid=1395649624365&uri=CELEX:52010DC2020>

¹² Komunikat Komisji <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pl/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0501>

Strategia ponadto porusza kwestię korytarzy transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T), jako elementu jednolitego obszaru transportowego w Europie, tym samym wskazując na rolę inteligentnej infrastruktury, która ma zapewnić zrównoważoną mobilność we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej.

Na poziomie krajowym, kluczowym dokumentem w obszarze średnio- i długofalowej polityki gospodarczej państwa jest Strategia na rzecz odpowiedzialnego rozwoju (SOR)¹³, a jej flagowym projektem Program *Elektromobilność*. Wśród działań SOR do roku 2020 wymienia się: tworzenie warunków do rozwoju elektromobilności m.in. poprzez ułatwienia w lokalizowaniu stacji do ładowania pojazdów elektrycznych, zakup elektrycznych autobusów itp. oraz wspieranie miast w rozwoju niskoemisyjnego transportu zbiorowego; a po roku 2020 – wprowadzanie uregulowań prawnych i organizacyjnych przyczyniających się do wzrostu użytkowania pojazdów elektrycznych oraz wspieranie miast w wymianie taboru transportu miejskiego na ekologiczny i niskoemisyjny (np. autobusy elektryczne we wszystkich miastach wojewódzkich). W SOR określono również wskaźniki dotyczące liczby punktów ładowania pojazdów elektrycznych w roku 2020, odpowiednio dla: wolnego ładowania – w liczbie 6 000 szt. oraz szybkiego ładowania – w liczbie 400 szt., a ponadto wskaźnik udziału autobusów na paliwa alternatywne (paliwa gazowe oraz elektryczne) w ogólnej liczbie autobusów służących do obsługi transportu miejskiego w roku 2020 na poziomie 4,2%.

Z SOR wynikają horyzontalne zintegrowane strategie rozwoju (HZSR), które określają cele, kierunki interwencji oraz działania. Obecnie jest 9 strategii zintegrowanych. Za istotne dla analiz trendów rozwoju elektromobilności można uznać: Strategię Produktyności, Krajową Strategię Rozwoju Regionalnego, Strategię rozwoju transportu, Politykę energetyczną Polski oraz Politykę ekologiczną państwa. Strategie te w ogólnym ujęciu zakładają tworzenie warunków dla rozwoju elektromobilności na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym, zarówno w wymiarze zbiorowym, jak i indywidualnym.

Wymagania unijne oraz wynikające z przedstawionych wyżej strategii krajowych zostały uwzględnione w dokumencie *PRE 2016*. Plan ten określa korzyści związane z upowszechnieniem stosowania pojazdów elektrycznych w Polsce oraz identyfikuje potencjał gospodarczy i przemysłowy, który się za tym kryje. Wskazuje na związaną z rozwojem elektromobilności poprawę jakości powietrza, zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, poprawę stabilności pracy sieci elektroenergetycznej oraz rozwój zaawansowanego przemysłu. Perspektywa rozwoju elektromobilności uzupełniona została w *PRE 2016* o kompleksowy zestaw propozycji instrumentów wsparcia, których wdrożenie przyczyni się do rozwoju przemysłu elektromobilności, wykreowania popytu na pojazdy elektryczne, modernizacji sieci elektroenergetycznej oraz poprawy współpracy nauki z sektorem przedsiębiorstw.

¹³ <https://www.miir.gov.pl/media/48672/SOR.pdf>

Z kolei implementacja unijnej dyrektywy 2014/94/UE w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych ma w naszym kraju dwa filary.

Pierwszym filarem są Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych (dalej: *Krajowe ramy*), przyjęte uchwałą Rady Ministrów 29 marca 2017 r. Stanowią one podstawę dla rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych w Polsce. Zawierają m.in.:

- ocenę istniejącego stanu i przyszłego rozwoju rynku paliw alternatywnych w sektorze transportu;
- krajowe cele ogólne i szczegółowe w zakresie infrastruktury do ładowania oraz rozwoju rynku pojazdów elektrycznych,
- listę aglomeracji miejskich i obszarów gęsto zaludnionych, w których mają powstać publicznie dostępne punkty ładowania pojazdów elektrycznych.

Drugi filar stanowi ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych¹⁴ (dalej: *ustawa o elektromobilności*). Określa ona m.in.:

- warunki rozwoju i zasady rozmieszczenia infrastruktury paliw alternatywnych w transporcie oraz zasady świadczenia usług w zakresie ładowania pojazdów elektrycznych,
- obowiązki podmiotów publicznych w zakresie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych i obowiązki informacyjne,
- zasady funkcjonowania stref czystego transportu.

Infrastruktura dla paliw alternatywnych w początkowej fazie powstawać ma w aglomeracjach miejskich, na obszarach gęsto zaludnionych i wzdłuż najważniejszych dróg. Ustawa w tym kontekście koncentruje się na stacjach ładowania pojazdów elektrycznych oraz stacjach gazu ziemnego. Ustawa przewiduje, że budowa i utrzymanie infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego oraz przedsięwzięcia niezbędne do przyłączenia do sieci punktów ładowania są celem publicznym w rozumieniu przepisów ustawy o gospodarce nieruchomościami.

Ponadto, stanowi, iż budynki użyteczności publicznej oraz budynki mieszkalne wielorodzinne (usytuowane w gminach o określonej wielkości) i związane z nimi stanowiska postojowe projektuje się i buduje, zapewniając moc przyłączeniową pozwalającą wyposażyć te stanowiska w punkty ładowania o mocy wskazanej w ustawie.

Ustawa definiuje też zasady dotyczące sposobu informowania konsumentów o paliwach alternatywnych, sposób oznakowania dystrybutorów i pojazdów oraz zasady tworzenia i funkcjonowania Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych.

Ustawa przewiduje szereg korzyści dla kierowców pojazdów elektrycznych, m.in. zwolnienie z akcyzy na zakup osobowych pojazdów elektrycznych i pojazdów napędzanych wodorem (a do dnia 1 stycznia 2021 r. również pojazdów osobowych

¹⁴ Dz. U. 2018 r., poz. 317, z późn. zm.

hybrydowych, w których energia elektryczna jest akumulowana przez podłączenie do zewnętrznego źródła zasilania), możliwość poruszania się pojazdów elektrycznych po pasach drogowych dla autobusów, dodatkowe miejsca parkingowe, podwyższenie stawek odpisów amortyzacyjnych oraz zwolnienie z niektórych opłat.

Ustawa tworzy również ramy prawne dla testowania pojazdów autonomicznych (tj. pojazdów samochodowych, wyposażonych w systemy sprawujące kontrolę nad ruchem pojazdu i umożliwiające jego ruch bez ingerencji kierującego, który w każdej chwili może przejąć kontrolę nad pojazdem) na drogach publicznych.

Ponadto, daje gminom podstawę prawną do wprowadzenia stref czystego transportu, przeznaczonych dla pojazdów przyjaznych środowisku. Decyzja o wprowadzeniu stref oraz zasadach ich funkcjonowania pozostaje w gestii samorządów.

Przepisy epizodyczne ustawy określają minimalną liczbę punktów ładowania, jakie powinny być zainstalowane do dnia 31 grudnia 2020 r.

Ustawą z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw¹⁵ wprowadzono zapis o utworzeniu Funduszu Niskoemisyjnego Transportu (FNT). Zadaniem Funduszu jest finansowanie projektów związanych z rozwojem elektromobilności oraz transportem opartym na paliwach alternatywnych.

Fundusz Niskoemisyjnego Transportu został powołany z dniem 28 lipca 2018 r. Wcześniej w polskim porządku prawnym nie stworzono tego typu funduszu celowego dedykowanego niskoemisyjnemu transportowi oraz paliwom alternatywnym.

Zgodnie z zapisami ustawy, środki Funduszu przeznacza się m.in. na:

- 1) wsparcie budowy lub rozbudowy infrastruktury do ładowania pojazdów energią elektryczną, wykorzystywanych w transporcie;
- 2) wsparcie dla producentów środków transportu wykorzystujących do napędu energię elektryczną oraz przedsiębiorców prowadzących działalność w zakresie produkcji podzespołów do ww. środków transportu;
- 3) wsparcie publicznego transportu zbiorowego działającego w szczególności w aglomeracjach miejskich, uzdrowiskach, na obszarach, na których ustanowione zostały formy ochrony przyrody zgodnie z przepisami o ochronie przyrody, wykorzystującego energię elektryczną;
- 4) wsparcie badań i wdrożeń eksploatacyjnych wyników badań związanych z wykorzystaniem energii elektrycznej w transporcie,

¹⁵ Dz. U. 2018 poz. 1356

- 5) wsparcie programów edukacyjnych promujących wykorzystanie energii elektrycznej w transporcie;
- 6) wsparcie zakupu nowych pojazdów wykorzystujących do napędu energię elektryczną.

W ustawie zawarto też delegację do wydania aktu wykonawczego w sprawie szczegółowych kryteriów wyboru projektów do udzielania wsparcia ze środków Funduszu Transportu Niskoemisyjnego.

Obecnie ukazał się Projekt rozporządzenia Ministra Energii z dnia 7 lutego 2019 r. w sprawie szczegółowych warunków udzielania wsparcia ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu¹⁶, który ma na celu określenie zasad udzielania oraz rozliczania wsparcia dla instrumentów określonych w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych¹⁷.

W paragrafie 47 przedmiotowego rozporządzenia określono poziom wsparcia i maksymalne kwoty, jakie mogą zostać przeznaczone w ramach środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu na jeden pojazd. Wsparcie udzielane będzie w formie dotacji. Wysokość dopłaty zależy będzie od rodzaju pojazdu. W przypadku samochodu elektrycznego dotacja wyniesie 30 % kosztów, ale nie więcej niż 36 tys. zł za jeden pojazd. Dla samochodu elektrycznego przeznaczonego do usług komunalnych dotacja wyniesie także 30 % kosztów, ale nie więcej niż 150 tys. zł. Z zapisów projektu rozporządzenia wynika, że wsparcie będzie udzielane nie indywidualnemu kupującemu, a przedsiębiorcy prowadzącemu sprzedaż pojazdów. Przepisy te mają dotyczyć także pojazdów przeznaczonych do leasingu.

Paragraf 33 rozporządzenia określa poziom i maksymalne kwoty jakie mogą być przekazane na wsparcie publicznego transportu zbiorowego działającego w szczególności w aglomeracjach miejskich, uzdrowiskach oraz na obszarach, na których ustanowiono formy ochrony przyrody. W przypadku nabycia autobusu elektrycznego wysokość dotacji wyniesie 55% kosztów, ale nie więcej niż 1 045 tys. zł. W przypadku budowy lub rozbudowy infrastruktury ładowania środków publicznego transportu zbiorowego wysokość dotacji wyniesie 80% kosztów, ale nie więcej niż 240 tys. na jedną stację ładowania.

Rozporządzenie określa też możliwość wsparcia w formie dotacji dla producentów środków transportu wykorzystujących energię elektryczną, sprężony gaz ziemny, skroplony gaz ziemny lub wodór oraz dla przedsiębiorców prowadzących działalność w zakresie produkcji podzespołów do takich środków transportu na rozbudowę i budowę zakładów lub instalacji. Zakres i maksymalne wielkość wsparcia w tym obszarze

¹⁶ <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//567/12321101/12569261/12569262/dokument380911.pdf> (dostęp: 20.03.2019)

¹⁷ Dz. U. 2006 nr 169 poz. 1199

określa rozporządzenie w sprawie ustalenia mapy pomocy regionalnej na lata 2014-2020.

Ukazał się również Projekt rozporządzenia Ministra Energii z dnia 9 stycznia 2019 r. w sprawie szczegółowych kryteriów wyboru projektów do udzielenia wsparcia ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu¹⁸, który ma na celu doprecyzowanie kryteriów wskazanych w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych. W projektowanym rozporządzeniu zostały określone szczegółowe kryteria wyboru projektów do wsparcia, kierując się koniecznością zapewnienia efektywnej realizacji celów wspieranych ze środków Funduszu oraz prawidłowego przebiegu wyboru projektów w toku postępowania w zakresie wyboru projektów do wsparcia. Przygotowanie kryteriów wyboru projektów do wsparcia pozwoli zagospodarować większość płaszczyzn wdrażania elektromobilności w Polsce.

Podsumowując analizę krajowych dokumentów strategicznych, należy stwierdzić, że zawarte w nich zapisy są spójne co do celów rozwoju elektromobilności w Polsce. Wpisują się też w unijne idee popularyzujące czysty transport we Wspólnocie.

Opracowane regulacje prawne w swoich uzasadnieniach wskazują na coraz większą popularność pojazdów elektrycznych w transporcie publicznym oraz w gospodarstwach domowych, co w założeniach ma doprowadzić do wykreowania nowych modeli biznesowych, które będą stymulować popyt.

Wskazuje się też na zwiększoną świadomość polskiego społeczeństwa w zakresie elektromobilności, pojazdów napędzanych paliwami alternatywnymi i wynikających z tego korzyści dla zdrowia obywateli, jakości środowiska naturalnego oraz gospodarki.

W aglomeracjach określonych w *ustawie o elektromobilności* zbudowana ma zostać infrastruktura zasilania pojazdów elektrycznych i napędzanych paliwami alternatywnymi.

Obecne regulacje prawne dotyczące narzędzi finansowych tj. FNT dla wsparcia rozwoju elektromobilności są na etapie wdrażania (projektów rozporządzeń) co wskazuje, że uruchomienie ich i możliwość wykorzystania środków przez beneficjentów, nastąpi nie wcześniej jak w 2020 r. Może wywierać to wpływ m.in. na tempo budowy infrastruktury dla zasilania pojazdów elektrycznych i napędzanych paliwami alternatywnymi jak i wzrostu udziału pojazdów elektrycznych w transporcie publicznym.

¹⁸ <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//567/12319953/12562887/12562888/dokument376619.pdf> (dostęp: 20.03.2019)

6. ANALIZA TRENDÓW I PROCESU ROZWOJU ELEKTROMOBILNOŚCI W POLSCE

6.1. Potencjał innowacyjny i produkcyjny branży motoryzacyjnej w kontekście rozwoju elektromobilności

Branża motoryzacyjna w Polsce to jeden z prężnie rozwijających się rynków pracy w Europie. Polska staje się obszarem inwestycji wielu zagranicznych, jak i polskich kapitałów, skupiając się na produkcji wielu różnego przeznaczenia komponentów pojazdów, a także realizując coraz to nowocześniejsze linie montażowe. Zakładane są filie i oddziały dużych grup kapitałowych, które w Polsce budują fabryki i przenoszą swoje procesy produkcyjne, jednocześnie dywersyfikując nasz rynek i zmniejszając stopę bezrobocia. W ślad za dużymi producentami zagranicznymi, polski rynek producentów coraz bardziej się rozrasta, a dzięki finansowaniu badań i rozwoju, polskie spółki z długim doświadczeniem i znaną marką, dostają szansę na testowanie innowacyjnych pomysłów i wdrażanie swoich innowacji do wcześniej przyjętych rozwiązań, bądź też całkiem nowych technologii. Dzięki programom dotacji m.in. z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, swój potencjał mogą rozwijać tzw. start-upy, które otrzymując finansowanie na początek, mogą przetestować, wypromować i ostatecznie wdrożyć innowacyjne produkty na rynek. Niemal wszystkie obecne w Polsce firmy planują inwestować w najbliższej przyszłości w elektromobilność.¹⁹ Według opinii Przemysłowego Instytutu Motoryzacji (PIMOT)²⁰, możliwe jest, że już w 2030 roku pojazdy elektryczne będą stanowić około 50% globalnego rynku motoryzacyjnego. Do osiągnięcia tego celu potrzebny jest nie tylko rozwój i doskonalenie napędów elektrycznych, ale także zmiany w technologii produkcji baterii elektrycznych. Jeżeli chodzi o polską gospodarkę, to nadrzędnym celem powinno być wykorzystanie zasobów i wiedzy jednostek naukowych i zakładów produkcyjnych działających na terenie Polski.

6.1.1. Produkowane w Polsce lub bliskie wdrożenia innowacyjne komponenty pojazdów

Na budowę i konstrukcję każdego pojazdu składa się wiele zespołów i mechanizmów, które wymagają nie tylko precyzji i solidności wykonania, ale także muszą posiadać potwierdzoną wieloma testami i certyfikatami sprawność i wytrzymałość. Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano umownego podziału na układy oraz przedstawiono ich produkcję na rynku polskim, w odniesieniu do elektromobilności.

¹⁹ Źródło: pod red. Macieja Dulaka i Pawła Musiałka, Z prądem czy pod prąd? Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce, raport 03/2018

²⁰ Źródło: Opinia Przemysłowego Instytutu Motoryzacji nt. szans opracowania projektu i wdrożenia do produkcji polskiego samochodu elektrycznego, wyrażona pismem z dnia 8 marca 2019 r., L.dz. 200/2019

W budowie pojazdu elektrycznego wyróżniono przede wszystkim następujące układy oraz komponenty:

- magazyny energii,
- silnik elektryczny,
- układy elektroniczne.

Poniżej dokonano omówienia każdego z wyżej wymienionych układów i komponentów, przedstawiając wybrane przykłady z zakresu polskich spółek i przedsiębiorstw specjalizujących się w ich produkcji. W dalszej części wskazano dodatkowe innowacje, mogące znaleźć zastosowanie w obszarze elektromobilności, niezwiązane ze wskazanymi powyżej komponentami.

Magazyn energii

Baterie litowo-jonowe oraz innego typu magazyny energii stanowią największą (w opinii respondentów, przebadanych w procesie ankietyzacji) obecnie grupę produktów dedykowanych pojazdom elektrycznym, dostępnych na polskim rynku. Wiodącą pozycję lidera mają w tym zakresie spółki produkujące i dostarczające baterie dla autobusów elektrycznych. Wśród nich wyróżniającym się przedsiębiorstwem z polskim kapitałem i zespołem inżynierskim jest Impact Clean Power Technology S.A. (ICPT S.A.). Firma jest polskim producentem systemów bateryjnych dla transportu: publicznego, przemysłowego, komercyjnego oraz robotów AGV. ICPT S.A. eksportuje szeroko swoje produkty na rynki zagraniczne – do głównych odbiorców należą Stany Zjednoczone, Niemcy, Hiszpania, Turcja i Włochy. Co ważne, odbiorcami baterii są także znani polscy producenci autobusów, w tym autobusów elektrycznych – Solaris oraz Ursus. Zespół ICPT S.A. kładzie nacisk na badania i rozwój, a posiadane kwalifikacje przekłada na rozwiązania, które pozwalają na realizację dużych projektów. W latach 2015-2017 firma realizowała projekt „E-bus” – jest to modułowy system bateryjny z możliwością użycia ogniwo o różnym składzie chemicznym do aplikacji w obszarze transportu publicznego, do ponownego użycia w aplikacjach stacjonarnych. Celem było opracowanie innowacyjnego modułowego systemu bateryjnego do autobusów elektrycznych, w którym mogą zostać użyte trzy różne chemiczne typy ogniwo przy zachowaniu ujednoczonej obudowy i z tą samą elektroniką nadzorującą. Typ ogniwo elektrochemicznych w baterii jest dobierany tak by sprostać wymaganiom operacyjnym pojazdu i potencjalnego nabywcy, podczas gdy obudowa i elektronika pozostają te same.

Ministerstwo Przedsiębiorczość i Technologii informowało w drugiej połowie 2018 roku, że Polska pozyskała nowego dużego inwestora – firmę Umicore²¹. Spółka jest międzynarodowym koncernem oraz potentatem z zakresu technologii i recyklingu materiałów. Belgijski inwestor zamierza produkować w Polsce katody do nowoczesnych

²¹ Źródło: https://motoryzacja.wnp.pl/jadwiga-emilewicz-lg-chem-umicore-i-northvolt-moga-miec-nasladowcow,332466_1_0_0.html

akumulatorów litowo-jonowych, wykorzystywanych m.in. w samochodach elektrycznych oraz sektorach, w których znajdują zastosowanie systemy magazynowania energii. Inwestycja jest realizowana w strefie Radzikowice w Nysie (woj. opolskie) i jest pierwszą tego typu fabryką w Europie. Umicore to zatem kolejny wkład w rozwijający się w Polsce trend elektromobilności.

Zlokalizowana w Gdańsku firma szwedzka Northvolt rozpocznie w 2019 roku produkcję modułów baterii elektrycznych dla przemysłu. Kompletne moduły mają powstawać we współpracy z polską spółką South Bay Solutions, która specjalizuje się w produkcji komponentów wykonywanych z aluminium, tytanu, stali nierdzewnej, miedzi, brązu, mosiądzu czy tworzyw sztucznych. Tak zbudowane systemy będą zawierać nie tylko baterie, ale również układy elektroniczne i chłodzące, które mogą znaleźć zastosowanie w stacjonarnych magazynach energii. Northvolt planuje współpracę także z opisaną powyżej spółką Umicore, aby realizować tzw. zamknięty cykl życia baterii, polegający na odbieraniu zużytych lub wycofanych produktów i ponownym włączaniu ich w procesy produkcyjne.

Kolejną spółką, która pojawiła się na rynku polskim w 2016 roku jest LG Chem Wrocław. Duże przedsiębiorstwo z zagranicznym kapitałem jest jednocześnie czołowym na świecie producentem baterii litowo-jonowych do aut elektrycznych. Baterie LG Chem są wykorzystywane w samochodach takich marek jak Daimler, Porsche czy Audi. Producent zapewnia zintegrowany system obejmujący produkcję wszystkich komponentów baterii – elektrod, ogniw, modułów i akumulatorów, a także serwis techniczny. Technologia produkcji opiera się o system magazynowania energii (ESS) - magazynuje energię elektryczną i wykorzystuje ją do późniejszego zużycia. Ma to na celu zwiększenie energooszczędności poprzez poprawę jakości energii odnawialnej przynoszącej stabilizację systemowi zasilania energią. System ten cechuje się według producenta długim okresem eksploatacji i dobrą jakością.

W Gliwicach powstała fabryka BMZ Poland Sp. z o.o., która oferuje seryjną produkcję systemów akumulatorowych dla przemysłu motoryzacyjnego. Biorąc pod uwagę zapisy *ustawy o elektromobilności*, BMZ skupił się na opracowaniu zaawansowanych rozwiązań akumulatorowych dla transportu publicznego – głównie autobusów elektrycznych. Specjalna konstrukcja baterii elektrycznych autobusów BMZ opiera się o technologię litowo-jonową. Elektryczne akumulatory BMZ ułatwiają szybkie ładowanie, zapewniają pracę z aktywną kontrolą temperatury w tym samym czasie, zgodnie z zatwierdzoną technologią bezpieczeństwa. BMZ Poland opracował i sprzedaje również wielopoziomową koncepcję bezpieczeństwa opartą na zintegrowanym systemie monitorowania akumulatorów.

Zaangażowanie w rozwój komponentów do pojazdów elektrycznych oraz potencjał polskiego rynku magazynów energii przejawia się również w działalności czołowych polskich placówek naukowych, czego dowodem jest zawiązanie Polskiego Konsorcjum

Elektrochemicznego Magazynowania Energii – „PolStorEn”. Założycielami są: Politechnika Warszawska (Lider Konsorcjum), Akademia Górniczo-Hutnicza, Instytut Metali Nieżelaznych w Poznaniu, Politechnika Gdańska, Politechnika Poznańska, Uniwersytet Jagielloński oraz Uniwersytet Warszawski. Celem powołania Konsorcjum naukowo-przemysłowego jest opracowanie i wdrożenie innowacyjnych rozwiązań z zakresu magazynowania energii, przede wszystkim z wykorzystaniem polskiego kapitału intelektualnego oraz gospodarczego. Organizacja Konsorcjum zakłada zaangażowanie jednostek naukowych, funduszy inwestycyjnych oraz branżowych partnerów przemysłowych zainteresowanych finalnym rozwojem i wdrażaniem opracowanych rozwiązań technologicznych. Konsorcjum PolStorEn jest niezbędnym elementem powstającego w Polsce łańcucha wartości zmierzającego do produkcji nowoczesnych ogniw i superkondensatorów²². Charakterystykę działalności podmiotów wchodzących w skład Konsorcjum szerzej opisuje rozdział 6.3.

Silnik elektryczny

Przed działającymi w Polsce producentami silników elektrycznych, elektromobilność stawia nowe wyzwania i niejako wymusza przestawienie się na inne tory, w odniesieniu nie tylko do technologii, ale też koncepcji zatrudnienia, zamówień publicznych i budżetów. Obecny trend oraz zapotrzebowanie na alternatywne paliwa przyczynia się do powstawania wielu nowych spółek, które specjalizują się w produkcji silników elektrycznych, ale także przedsiębiorstwa działające od wielu lat dla polskiego przemysłu wdrażają, testują i sprzedają silniki elektryczne.

Produkowane są silniki elektryczne dla różnych grup odbiorców, w szczególności w swojej ofercie producenci umieszczają silniki dedykowane autobusom elektrycznym. Przykładem może być firma Emit należąca do grupy kapitałowej Cantoni Group w Żychlinie, która działalność prowadzi od ponad 100 lat i znacznie wcześniej, nim pojawił się trend elektromobilności, produkowała silniki elektryczne, których odbiorcą był m.in. przemysł kolejowy.

W latach 2011-2013 w Instytucie KOMEL, zajmującym się konstrukcją silników na polski rynek, prowadzono projekt badawczo-rozwojowy „Bezemisyjny napęd elektryczny nowej generacji (E-Kit) do samochodów osobowych i dostawczych o masie całkowitej do 3.5 t.” E-Kit to kompleksowe i nowoczesne rozwiązanie do transformacji samochodu z napędem spalinowym na pojazdy w pełni elektryczne. Silnik spalinowy elektryfikowanego pojazdu jest zastępowany wysokosprawnym silnikiem elektrycznym z magnesami trwałymi, zasilanym z przekształtnika energoelektronicznego dedykowanego do zastosowań motoryzacyjnych. Napęd ten umożliwia osiągnięcie prędkości ok. 150 km/h i został zrealizowany w dostawczym samochodzie Fiat Fiorino. Samochód Fiat Fiorino z napędem E-Kit jest miejskim samochodem w pełni

²² Źródło: <http://pactt.pl/blog/konsorcjum-polstoren>

elektrycznym, przeznaczonym dla firm wykonujących jazdy w promieniu kilkudziesięciu kilometrów od swojej siedziby lub wykonujących przejazdy na trasie do około 120 kilometrów. Pojazd nadaje się do wykorzystania przez wszelkiego rodzaju służby miejskie, natomiast w firmie samochód może służyć celom drobnego zaopatrzenia dla potrzeb prowadzonej działalności. Oprócz tego, KOMEL wyprodukował i zastosował bezszczotkowe silniki elektryczne prądu stałego w mniejszym pojeździe Elipsa. Silniki te cechuje cicha praca i brak emisji spalin, co daje możliwość wykorzystania pojazdu m.in. na obszarach zamkniętych dla ruchu pojazdów spalinowych oraz w dużych halach, budynkach, magazynach.

Polski Fundusz Rozwoju podpisał w 2017 roku umowę opiewającą na kwotę 40 mln zł z Zakładami H. Cegielski Poznań S.A. Umowa umożliwia Zakładom restrukturyzację i przygotowanie się do budowy nowatorskiego 5-fazowego indukcyjnego silnika elektrycznego. Za konstrukcję silnika odpowiedzialna jest grupa inżynierów z Gdańska (pod kierunkiem profesora Zbigniewa Krzemińskiego). Inwestycja PFR w HCP będzie miała formę obligacji zamiennych na akcje. Jak podkreśla prezes Funduszu Paweł Borys, przedsięwzięcie wpisuje się w strategię PFR, polegającą na inwestowaniu „w perspektywiczne spółki branży przemysłowej, stawiające na rozwój w oparciu o innowacyjne projekty”²³.

W celu uzyskania dużej sprawności pojazdu, układ mechatroniczny powinien być zbudowany z wykorzystaniem podzespołów o najwyższej sprawności energetycznej. Jeżeli chodzi o silniki elektryczne, najwyższą sprawność i największy moment obrotowy mają silniki z magnesami trwałymi. Silniki elektryczne z magnesami trwałymi pozwalają na uproszczenie konstrukcji silnika²⁴. Konstrukcja wirnika zapewnia dużą gęstość momentu przy stosunkowo małej objętości. Dodatkowo silniki z magnesami trwałymi - PMSM (ang. Permanent Magnet Synchronous Motor) cechują się także dużą sprawnością oraz szerokim zakresem mocy, przy stałej prędkości obrotowej. Silniki te, oprócz wysokiej sprawności i momentu obrotowego, cechują się małą masą, co ma duże znaczenie w przypadku projektowania pojazdów elektrycznych. Silnik PMSM wykorzystano m.in. Rafako E-Bus w swoim prototypie autobusu zeroemisyjnego²⁵.

Na Politechnice Lubelskiej udało się stworzyć prototyp bezrdzeniowego, bezszczotkowego silnika prądu stałego, który jest dużo tańszy, lżejszy i wydajniejszy od obecnie stosowanych silników prądu stałego. Przewagą nowego silnika jest dużo prostsza konstrukcja, mniejsza o 25% masa, prostsze sterowanie i mniejszy o 15% pobór prądu. Nowy silnik, z powodu braku stalowego rdzenia, który nie ulega korozji, może pracować pod wodą lub w warunkach dużej wilgotności. Dodatkowo, silnik ten jest

²³ Źródło: <http://poznan.wyborcza.pl/poznan/7,36001,21742278,wicepremier-mateusz-morawiecki-w-cegielskim-ursus-elvi-ma-miec.html>

²⁴ Źródło: Silnik PMSM: analiza matematyczna, układy sterowania – T. Rudnicki, R. Czerwiński, A. Fręchowicz, Politechnika Śląska

²⁵ Źródło: <http://e-bus.rafako.com.pl/>

bardziej efektywny energetycznie, dzięki czemu może być stosowany w pojazdach elektrycznych²⁶.

Układy elektroniczne

Producenci działający w branży motoryzacyjnej produkują także różnego rodzaju układy elektroniczne. Układy te stanowią ważną część komponentów w pojazdach elektrycznych.

Łódzka firma Enika jest przykładem spółki zajmującej się projektowaniem, produkcją i serwisem urządzeń energoelektronicznych dla taboru kolejowego, tramwajowego, trolejbusowego, ale również dla autobusów elektrycznych. W swojej ofercie posiada m.in. przetwornice napięcia, falowniki czy systemy podtrzymania zasilania przy zaniku napięcia skierowane do producentów autobusów elektrycznych. Enika jest w stanie wyprodukować oraz dostarczyć różnego przeznaczenia i konstrukcji komponenty do autobusów, w tym z napędem elektrycznym:

- przetwornice statyczne do zasilania kompresora,
- sterownik napędu wraz z dotykowym panelem sterowniczo-pomiarowym,
- falownik napędu asynchronicznego,
- rozdzielnia napięcia WN i 3 x 400 V,
- układ chłodzenia cieczowego urządzeń (silnik, falownik, przetwornica).

Spółka pracuje również nad innowacyjnymi rozwiązaniami w zakresie układów umożliwiających jazdę autonomiczną pojazdów.

Kompleksowe układy napędowe, układy zasilania, sterowania i informacji pasażerskiej, szczególnie istotnej dla autobusów elektrycznych, oferuje także firma Medcom Sp. z o. o. z Warszawy. Spółka produkuje i dostarcza swoje produkty m.in. dla Solaris Bus&Coach, z którym współpracowała przy produkcji autobusu elektrycznego dla zachodnioeuropejskich miast.

Tworzenie oprogramowania i elektroniki, które pozwalają na automatyzację procesów, zdalne sterowanie, zdalne naprawianie, wykrywanie błędów, usterek i przesył informacji pomiędzy poszczególnymi komponentami pojazdu to nie tylko wizja przyszłości, ale przede wszystkim badania i wdrażanie idei polskich przedsiębiorców.

Przykładem może być zespół inżynierski z Biura Badań i Rozwoju firmy Solaris Bus&Coach, gdzie opracowano system zdalnej diagnozy autobusów elektrycznych. Nowe rozwiązanie nosi nazwę „eSConnect” i pozwala na usprawnienie i wsparcie możliwości diagnostycznych, poprawę możliwości serwisowych oraz umożliwienie analizy specjalistycznych danych gromadzonych przez pojazdy marki Solaris. Autobusy wyposażone w system zdalnej diagnozy pozwolą producentowi na stworzenie bazy

²⁶ Źródło: <https://kurierlubelski.pl/nowy-silnik-elektryczny-z-politechniki-lubelskiej-jest-mniejszy-lzejszy-i-wydajniejszy-zdjecia/ar/13833596#edukacja>

rzeczywistych danych eksploatacyjnych umożliwiających udoskonalenie stosowanych rozwiązań. Wśród uzyskiwanych w zdalny sposób danych są m.in. lokalizacja floty autobusowej w czasie i przestrzeni wraz z aktualnym stanem naładowania baterii, trasa przebyta przez dany autobus w określonym przez użytkownika czasie czy zużycie energii. System eSConnect pozwala także na zdalną identyfikację ewentualnych błędów zgłaszanych przez pojazd na pulpicie kierowcy, monitorowanie parametrów pracy autobusu oraz generowanie statystyk, m.in. dotyczących liczby cykli ładowania oraz czasu trwania uzupełniania energii w bateriach²⁷.

Krakowska firma Elte GPS Sp. z o.o. zajmuje się dostawą do autobusów elektrycznych interfejsu służącego do przesyłania danych z pojazdowej magistrali CAN, która jest szeregową siecią przesyłu cyfrowych informacji pomiędzy urządzeniami elektronicznymi w pojeździe. Stanowi główne medium zbiorcze dla czujników, układów wykonawczych i elementów dodatkowych. Magistrala CAN (Controller Area Network) jest szeregową siecią do przesyłania cyfrowych informacji pomiędzy urządzeniami elektronicznymi w pojeździe. Jedną z kluczowych cech magistrali CAN jest jej nadzwyczajna zdolność wykrywania wielu błędów podczas transmisji danych i odpowiedniego reagowania na nie. Błędy występują, ale można je rozpoznawać i skorygować²⁸. Interfejs CAN-BUS, którego producentem jest Elte GPS, pozwala połączyć magistralę CAN ze sterownikiem pojazdowym GPS. Informacje z komputera pokładowego pojazdu poprzez interfejs CAN-BUS przekazywane są do sterownika GPS, dalej drogą transmisji danych GPRS wysyłane są do serwera, zapisywane w bazie danych oraz wyświetlane na ekranie komputera. Każdy producent instaluje pewną liczbę czujników, których zadaniem jest zbieranie potrzebnych informacji²⁹. Interfejs CAN-BUS został zainstalowany w autobusie marki Solaris.

Wspomniana już wcześniej innowacyjna spółka Enika zajmuje się także produkcją i rozwojem technologii związanej z układami magazynowania odzyskanej w procesie hamowania energii (z wykorzystaniem superkondensatorów). W pojazdach z napędem elektrycznym i hybrydowym znaczna część tej energii może pozostać w systemie dzięki zastosowaniu hamowania odzyskowego. W napędach elektrycznych jest to możliwe ze względu na odwracalność pracy maszyn elektrycznych. W trybie napędzania pojazdu maszyna pracuje jako silnik elektryczny, natomiast podczas hamowania jako generator zamieniający energię mechaniczną od kół pojazdu na energię elektryczną przesyłaną do wtórnego źródła energii, w którym jest magazynowana. Czynnikiem ograniczającym skuteczność odzysku energii z zastosowaniem typowej baterii elektrochemicznej jako magazynu energii jest fakt, że proces hamowania odbywa się w krótkim czasie (zazwyczaj kilka sekund), w którym wydziela się duża ilość energii. Bateria akumulatorów

²⁷ Źródło: <http://www.elektro.info.pl/aktualnosc/id8849,solaris-bedzie-zdalnie-diagnozowac-autobusy-elektryczne>

²⁸ Źródło: mgr Marian MENDEL, Biuletyn Informacji - Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, „Magistrala CAN (controller area network) konfiguracja i transmisja danych”

²⁹ Źródło: <https://www.eltegps.pl/>

ma ograniczoną zdolność przejmowania dużej ilości energii w krótkim czasie. Uważa się, że swoją budową superkondensator przypomina elektrochemiczną baterię akumulatorów. Zbudowany jest z dwóch elektrod nasączonych elektrolitem, przedzielonych porowatym, przepuszczającym jony separatorem³⁰.

Dodatkowe innowacje mogące znaleźć zastosowanie w obszarze elektromobilności

Zespół spółki Fibratex z Pomorskiego Parku Naukowo-Technologicznego stworzył autorską strukturę tekstyliów kompozytowych. Rozwiązanie zakłada ułożenie włókien węglowych w taki sposób, by odpowiadały rozkładowi sił oddziałujących na felgę w trakcie jazdy. Pozwala to na lokalne i kontrolowane wzmacnianie struktury obręczy. To z kolei przekłada się na obniżenie masy felgi, która na etapie masowej produkcji ma ważyć około 8,5 kg (dla rozmiaru 20"×10") - czyli 15% mniej niż najlżejsze istniejące na świecie felgi (aluminiowe kute).

Co więcej, dzięki takiej redukcji samochód będzie mógł pokonać dłuższą trasę na tej samej ilości paliwa lub energii elektrycznej, co jest szczególnie istotne dla branży elektromobilności. W pierwszej kolejności pomysłodawcy będą chcieli skupić się na konkurencji ceną z producentami kutych felg aluminiowych. Wraz z rosnącą optymalizacją produkcji i przewidywanym spadkiem cen włókien węglowych i żywicy możliwe będzie otwarcie nowego segmentu na rynku - między "flow form" (tańsze od kutych aluminiowe felgi) a felgami kutymi³¹.

Powyższe przykłady dot. dostępnych lub wdrażanych na rynku polskim komponentów do pojazdów elektrycznych pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

- najbardziej innowacyjnymi komponentami pojazdów elektrycznych produkowanymi w Polsce są magazyny energii oraz silniki elektryczne;
- produkcja magazynów energii oraz silników elektrycznych to obszary wymagające szczególnego wsparcia (instrumentów finansowych), a także współpracy z jednostkami naukowo-badawczymi;
- spółki skupiające się na produkcji magazynów energii przyjmują formę dużych fabryk, ze stosunkowo dużą wydajnością produkcyjną;
- działający na rynku polskim producenci komponentów do pojazdów elektrycznych posiadają zaplecze techniczne i wysoko wykwalifikowaną kadrę inżynierską, by realizować trendy elektromobilności i wprowadzać swoje produkty na rynek nie tylko polski, ale również zagraniczny;
- pomimo ww. wysokich kompetencji jednostek, polscy producenci borykają się z problemem dostępności specjalistów na rynku pracy;

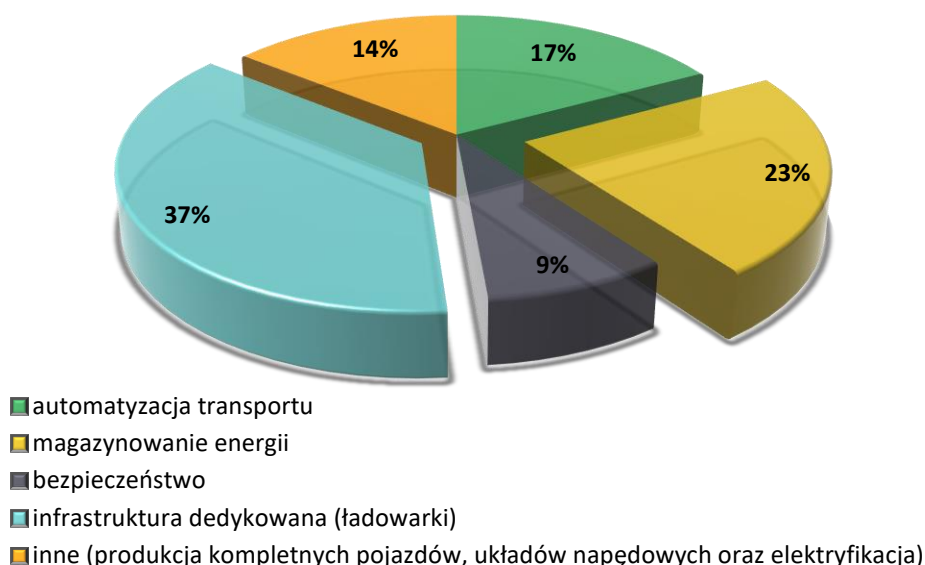
³⁰ Źródło: Czasopismo techniczne Politechniki Krakowskiej – zeszyt 6-M/2008, „Zastosowanie superkondensatorów w układzie odzysku energii pojazdu z napędem elektrycznym”

³¹ Źródło: <https://biznes.trojmiasto.pl/Fibratex-nagrodzony-za-ultralekka-felge-n129059.html>

- duża część wymienionych w niniejszym rozdziale komponentów dedykowana jest przede wszystkim autobusom elektrycznym (udział polskich producentów i dostawców autobusów elektrycznych w rynku europejskim wyniósł w 2018 roku 36,1%³²).

Rozwój elektromobilności w zakresie komponentów pojazdów umożliwiają programy takich jednostek jak Narodowe Centrum Badań i Rozwoju czy Centrum Unijnych Projektów Transportowych. NCBiR realizuje 3 główne projekty związane z autobusami elektrycznymi („Bezemisyjny Transport Publiczny”), alternatywnymi źródłami energii („System zasobnika wodoru”) oraz bezemisyjnych pojazdów do 3,5 tony, które znalazłyby zastosowanie w branży energetycznej, czy spółkach sieciowych („E-van”). CUPT koncentruje się wokół tematu rozwoju transportu niskoemisyjnego zbiorowego w miastach – środki w ramach POIŚ konkurs POIŚ.6.1/1/18 dla działania 6.1 wynoszą około 300 mln zł. Ponadto CUPT planuje wdrożenie planu szerzenia dobrych praktyk dla rozwoju elektromobilności, szczególnie w miastach (JST).

W drodze przeprowadzonej ankietyzacji, wśród podmiotów zaangażowanych w produkcję komponentów do budowy pojazdów elektrycznych lub infrastruktury towarzyszącej, pozyskane informacje i odpowiedzi respondentów potwierdzają założenia i wnioski płynące z przedstawionych w rozdziale przykładów. Poniższy wykres prezentuje stan w zakresie produkcji komponentów pojazdów elektrycznych wybranej grupy ankietowanych podmiotów.



Rysunek 1. Wyniki ankietyzacji respondentów zaangażowanych w produkcję komponentów do budowy pojazdów elektrycznych lub infrastruktury towarzyszącej – rodzaj i popularność produkowanych elementów

³² Źródło: Eurostat-Comext

6.1.2. Produkowane w Polsce elementy infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym

Wraz z pojawieniem się strategicznych dokumentów dotyczących elektromobilności w Polsce, na rynku pojawili się pierwsi producenci infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym, z której szczególnie istotne są stacje ładowania. Wprowadzona w 2018 r. *ustawa o elektromobilności*, definiuje w sposób bezpośredni punkt ładowania oraz stację ładowania, jednocześnie wskazując na kwestię rozgraniczenia tych pojęć. Punkt ładowania stanowi kluczowe pojęcie, które oznacza urządzenie umożliwiające jednoczesne ładowanie jednego pojazdu. W praktycznym ujęciu punkt ładowania będzie niczym innym jak gniazdem elektrycznym, do którego pojazd elektryczny będzie wpinany w celu ładowania. Wg zapisów *ustawy o elektromobilności* (art. 2 ust. 18):

- punkt ładowania o normalnej mocy – to punkt ładowania o mocy mniejszej lub równej 22 kW, z wyłączeniem urządzeń o mocy mniejszej lub równej 3,7 kW zainstalowanych w miejscach innych niż ogólnodostępne stacje ładowania, w szczególności w budynkach mieszkalnych.

Stacja ładowania rozumiana jest przez ustawodawcę jako urządzenie budowlane bądź to związane z obiektem budowlanym (stanowiące jakąś jego część) lub wolnostojące z zainstalowanym co najmniej jednym punktem ładowania, pozwalające na świadczenie usług ładowania wraz ze stanowiskiem postojowym³³. Wg zapisów *ustawy o elektromobilności* (art. 2 ust. 6 oraz art. 2 ust. 27):

- ogólnodostępna stacja ładowania – oznacza stację ładowania dostępną na zasadach równoprawnego traktowania dla każdego użytkownika pojazdu elektrycznego, pojazdu hybrydowego i pojazdu silnikowego niebędącego pojazdem elektrycznym w rozumieniu ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym
- stacja ładowania:
 - a) urządzenie budowlane obejmujące punkt ładowania o normalnej mocy lub punkt ładowania o dużej mocy, związane z obiektem budowlanym, lub
 - b) wolnostojący obiekt budowlany z zainstalowanym co najmniej jednym punktem ładowania o normalnej mocy lub punktem ładowania o dużej mocy
 - wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania, wraz ze stanowiskiem postojowym oraz instalacją prowadzącą od punktu ładowania do przyłącza elektroenergetycznego.

Od 10 grudnia 2018 roku w myśl rozporządzenia³⁴ do *ustawy o elektromobilności*, stacje ładowania podlegają w Polsce badaniom technicznym, przeprowadzanym przez Urząd

³³ Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce – poradnik 2018, publikacja: Grupa CDE Sp. z o.o.

³⁴ Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 10 grudnia 2018 r. w sprawie wzorów zgłoszeń dokonywanych do Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych przez operatora ogólnodostępnej stacji ładowania oraz operatora stacji gazu ziemnego (Dz.U. 2018 poz. 2514)

Dozoru Technicznego oraz zgłoszeniu dokonywanemu do Ewidencji Infrastruktury Paliw Alternatywnych przez operatora takiej stacji.

Jak można zauważyć, na przedstawionym w rozdziale 6.1.1 rysunku 1, największą grupą produktów dedykowanych elektromobilności są wskazane przez respondentów stacje ładowania.

Komponenty stacji ładowania różnią się zależnie od mocy i przeznaczenia urządzenia. Prostym podziałem stacji jest rozróżnienie na te, które służą ładowaniu samochodów elektrycznych oraz bardziej skomplikowane do procesu ładowania autobusów elektrycznych, które wymagają zdecydowanie większej mocy.

Stacja ładowania samochodów to urządzenie elektryczne, którego wyposażenie można podzielić na 3 grupy:

- elementy elektryczne i elektroniczne,
- elementy inteligentnego zarządzania (IT),
- elementy mechaniczne.

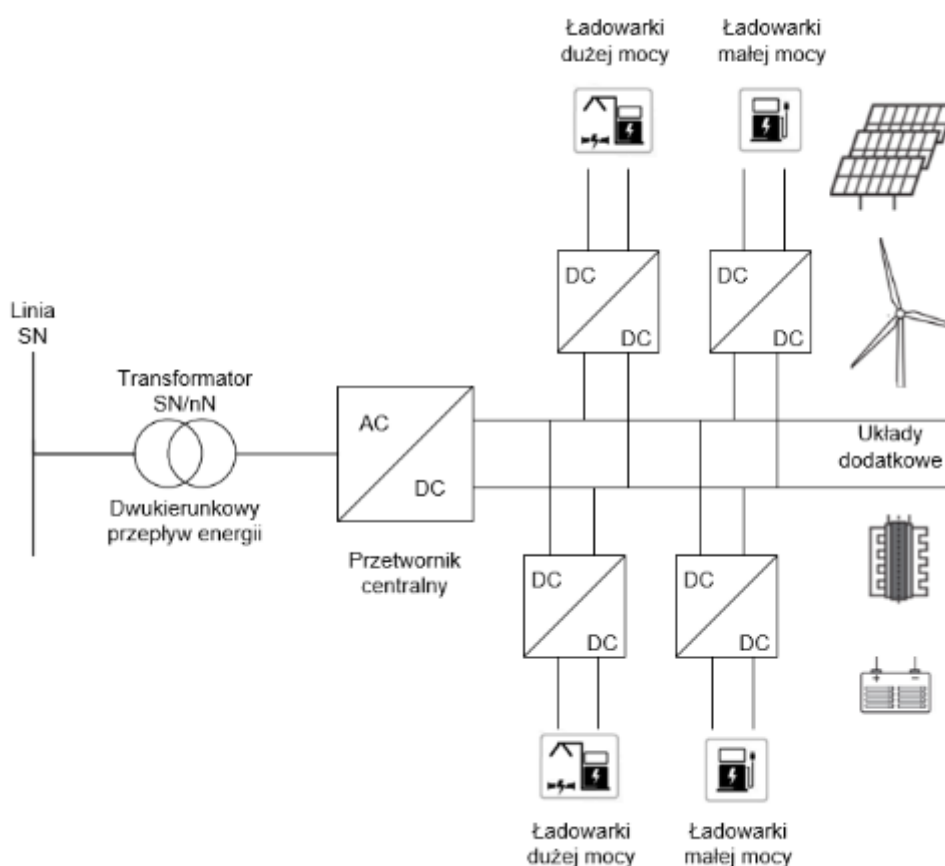
Elementy elektryczne i elektroniczne to przede wszystkim niezbędne okablowanie (instalacja 1- lub 3-fazowa w formie małej rozdzielni), przekładnik prądowy, zabezpieczenia – wyłącznik bezpieczeństwa, wyłącznik różnicowo-prądowy, oświetlenie LED na wyświetlaczu, liczniki energii oraz sterowniki i komponenty elektryczne IT, które stanowią połączenie z systemem zewnętrznym, np. z komputerem, na którym może być zainstalowana aplikacja służąca do kontroli parametrów stacji ładowania. Całość zamknięta jest w zwartej obudowie, najczęściej w postaci prostopadłościanu z zewnątrz umieszczonym gniazdem lub okablowaniem zakończonym wtyczką o odpowiednim standardzie (wg decyzji Komisji Europejskiej z 2013 r. europejskim standardem jest wtyczka zgodna z normą ISO 62196). Bardzo istotnym wyposażeniem każdej stacji ładowania jest wyświetlacz oferujący szereg funkcji dla potencjalnego użytkownika.

Aby stacja ładowania była urządzeniem inteligentnym - „smart”, potrzebne są jeszcze dodatkowe funkcje wpisujące się w ideę Przemysłu 4.0. Działanie stacji ładowania może zatem dzielić się na dwa systemy – otwarty oraz zamknięty³⁵. System otwarty cechuje się prostą, nieskomplikowaną technologią polegającą na podłączeniu się pojazdu elektrycznego do stacji i rozpoczęciu procesu (najczęściej) darmowego ładowania energii elektrycznej. Brak w systemie otwartym identyfikacji użytkownika, wizualnego podglądu parametrów ładowania, czy też dostępu do Internetu i połączenia z urządzeniem zewnętrznym (PC, tablet) umożliwiającym obróbkę i statystykę danych. Wszystkie te opcje zapewnia natomiast system zamknięty stacji ładowania. Jest to inteligentny system, który daje spore możliwości zarówno użytkownikom pojazdów elektrycznych jak i operatorom stacji ładowania. System zamknięty integruje takie komponenty Przemysłu

³⁵ Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce – poradnik 2018, publikacja: Grupa CDE Sp. z o.o.

4.0 jak Internet Rzeczy oraz Internet Usług. Internet Rzeczy to przede wszystkim zastosowanie czytników RFID, które odczytują w sposób bezprzewodowy numer z taga (chipu) RFID i przekazują do oprogramowania informację o odczycie. Oprogramowanie (aplikacja) to z kolei element Internetu Usług, który zapewnia takie funkcje jak tworzenie baz danych użytkowników, pojazdów, map stacji ładowania, a także możliwość doładowania karty RFID, zdalnego usunięcia usterki stacji ładowania przez operatora, czy też posługiwanie się tzw. „chmurą” danych, którą udostępnia się właścicielom samochodów elektrycznych i operatorom jednocześnie określając stopień dostępu do rodzaju danych dla poszczególnych użytkowników. Rozpatrując zatem system zamknięty, można dostrzec ogromne możliwości dla polskich producentów w strefie tworzenia oprogramowania oraz usług.

Konstrukcja i podział układu doprowadzającego energię do autobusu elektrycznego obejmuje dwa sposoby ładowania: pantografowe dużej mocy oraz małej mocy z wykorzystaniem ładowarek plug-in. Zasadniczo stacje podłączone są do sieci po stronie niskiego napięcia, a zakres ich napięć wyjściowych mieści się w przedziale od 550 do 750 kV DC³⁶.



Rysunek 2. Możliwe rozwiązania techniczne dla procesu ładowania autobusów elektrycznych³⁷

³⁶ Źródło: Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, r.94 nr 10/2018, 95 Franciszek Sidorski

³⁷ Źródło: Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, r.94 nr 10/2018, 95 Franciszek Sidorski

Jedną z dwóch powszechnie stosowanych metod ładowania autobusu elektrycznego jest zastosowanie ładowarki z tzw. wtyczką plug-in. Jest to wtyczka, która komunikuje stację ładowania z gniazdem w autobusie. Ładowanie to powszechnie odbywa się w nocy w zajezdni operatora komunikacji miejskiej, z racji potrzeby dłuższego czasu, by osiągnąć odpowiedni stopień naładowania. Istnieje jeszcze podział ładowania plug-in na ładowanie prądem stałym i przemiennym, co determinuje rodzaj zastosowanego wtyku. Jednakże, drugie z wymienionych rozwiązań jest rzadko spotykane ze względu na konieczność zastosowania instalacji prostownika w pojeździe elektrycznym, co wpływa na zwiększenie jego masy oraz zmniejszenie przestrzeni pasażerskiej. Maksymalna stosowana obecnie moc ładowarek tego typu wynosi 150 kW³⁸.

Drugą stosowaną metodą ładowania autobusów elektrycznych jest ładowanie pantografowe. Rozwiązanie to wykorzystuje się przede wszystkim na pętlach końcowych tras autobusu elektrycznego – po przyjeździe na pętlę pojazd zostaje doładowany w znacznie krótszym czasie, niż pozwala na to ładowanie typu plug-in, po czym kontynuuje realizację trasy powrotnej. W przypadku ładowarek pantografowych możliwe jest zastosowanie większych mocy, ze względu na brak takich problemów jak: nagrzewanie styków, wykorzystanie dużych przekrojów i ciężar przewodów. Komunikacja pomiędzy stacją ładującą, a autobusem elektrycznym następuje poprzez wysunięcie pantografu i rozpoczęcie ładowania. Konfiguracja układu zakłada wysunięcie pantografu ze stacji ładującej lub z pojazdu.

Analizując dostępne polskie produkty w zakresie infrastruktury ładowania, można wyróżnić kilkanaście podmiotów, które posiadają w ofercie ciekawe rozwiązania techniczne.

Z branży kolejowej wywodzi się firma EC Engineering Sp. z o.o., która stosunkowo niedawno poszerzyła swoją ofertę m.in. o systemy do szybkiego ładowania baterii dla rynku autobusów elektrycznych.

³⁸ Źródło: Przegląd elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, r.94 nr 10/2018, 95 Franciszek Sidorski



Rysunek 3. Układ ładowania pantografowego dla autobusu elektrycznego projektu EC Engineering Sp. z o.o.³⁹

Firma wywodząca się z Krakowa zwróciła uwagę na fakt, że obecnie w upowszechnieniu autobusów elektrycznych przeszkadza długi czas ładowania (proces ładowania typu plug-in w zajezdni), a także duża masa akumulatorów. Innowacyjny system opracowany przez EC Engineering ma niwelować te dwa negatywne czynniki.

Projekt i prototyp systemu szybkiego ładowania baterii powstały przy współpracy z krakowską Akademią Górniczo-Hutniczą, dzięki dofinansowaniu z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu INNOTECH. System został przetestowany przy współpracy z MPK Lublin⁴⁰.

Ekoenergetyka-Polska Sp. z o.o. to firma, która powstała w 2009 w Zielonej Górze, a jej głównym celem od początku było dostarczanie rozwiązań z dziedziny infrastruktury ładowania dla pojazdów elektrycznych. W ciągu 8 lat działalności Ekoenergetyka zdobyła klientów w całej Europie. Spółka dostarcza infrastrukturę ładowania wysokiej mocy w Polsce i Europie.

Ekoenergetyka specjalizuje się w produkcji ładowarek wysokiej mocy do elektrycznych autobusów oraz świadczy pełen zakres usług – od wdrożenia, przez serwis po inteligentne zdalne zarządzanie infrastrukturą ładowania.

³⁹ Źródło: <https://www.nakolei.pl/systemy-ladowania-autobusow-elektrycznych-ec-engineering-trafia-m-in-warszawy-bratyslawy/>

⁴⁰ Źródło: <https://www.nakolei.pl/systemy-ladowania-autobusow-elektrycznych-ec-engineering-trafia-m-in-warszawy-bratyslawy/>



Rysunek 4. Stacje ładowania typu pantograf produkcji Ekoenergetyka Sp. z o.o. w Inowrocławiu⁴¹

Z ładowarek firmy Ekoenergetyka korzystają na co dzień autobusy elektryczne Solaris w Warszawie i Jaworznie, a także za granicą – w Barcelonie, Oberhausen i Tampere.

Poza gotowymi produktami ładowarek, firma dąży do zapewnienia usług elektryfikacji zajezdni i optymalizacji poboru energii przez urządzenia. Podążając za potrzebami polskiej komunikacji miejskiej, Ekoenergetyka wdraża tzw. ładowanie matrycowe – ładowanie za pomocą stacji ładowania umożliwiających rozdzielanie mocy ładowania pomiędzy punkty ładowania, zależnie od potrzeby, co jest kluczowe dla wydajnej i zoptymalizowanej elektryfikacji zajezdni⁴². W Barcelonie natomiast spółka zrealizowała system monitorowania, który daje możliwość obserwowania infrastruktury ładowania w czasie rzeczywistym przez całą dobę.

Produkująca komponenty bezpośrednio do pojazdów elektrycznych, krakowska firma Elte GPS Sp. z o. o. w latach 2009-2011 uczestniczyła w realizacji projektu „Dostawy sprzętu do stacji monitorowania (GPS) oraz przygotowania i wykonania testów trakcyjno-ruchowych samochodów elektrycznych wraz z niezbędną infrastrukturą”. Projekt obejmował wdrożenie systemu monitoringu m.in. dla słupków doładowczych oraz oprogramowania stacji. Dzięki systemowi SMOK autorstwa Elte GPS możliwa jest bieżąca obserwacja pozycji samochodów elektrycznych na mapie oraz ich parametrów eksploatacyjnych, co zwiększyło bezpieczeństwo i wspomagało ich optymalne wykorzystanie. System pozwolił także na obserwację parametrów urządzeń ładujących, zapewniło to stały wgląd w pobór prądu oraz częstotliwość i długość doładowań⁴³.

Medcom Sp. z o.o. specjalizująca się zasadniczo w produkcji napędów do pojazdów szynowych i elektrycznych, wykonała projekt dostawy 8 stacji ładowania typu plug-in

⁴¹ Źródło: ekoenergetyka.com.pl

⁴² Źródło: <https://ekoenergetyka.com.pl/pl/uslugi/elektryfikacja-lini-zajezdni/>

⁴³ Źródło: www.eltegps.pl

o mocy 90 kW każda dla autobusów elektrycznych w Jaworznie oraz 5 stacji pantografowych o mocy 180 kW każda na potrzeby szybkiego ładowania.



Rysunek 5. Pantografowe stacje ładowania dostarczone przez MEDCOM dla Jaworzna⁴⁴

Ładowarki pantografowe oferowane przez MEDCOM Sp. z o.o. z Warszawy cechuje szeroki zakres dostępnych mocy ładowania - od 150 kW do 950 kW. Jest wyposażona również w złącze awaryjne plug in do 200 A, a także opcję komunikacji bezprzewodowej poprzez Wi-Fi i LTE. Spółka w ramach usług kompleksowych oferuje system zarządzania do stacji pantografowej, umożliwiającą zbiór i archiwizację danych.

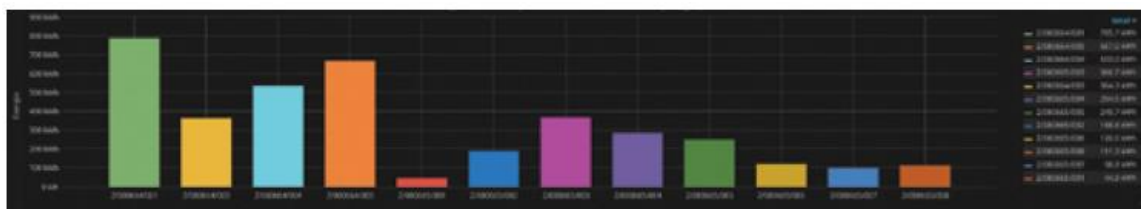
Ponadto, MEDCOM Sp. z o.o. proponuje urządzenie do ładowania samochodów elektrycznych w 3 dostępnych standardach ładowania: CHAdeMO, CCS Type 2, CCS w trybie ładowania prądem zmiennym. Ładowarka może pracować z aplikacją mobilną projektu MEDCOM, umożliwiającą zapis danych w chmurze, archiwizację czy raportowanie.

⁴⁴ Źródło: <http://medcom.com.pl>



Rysunek 6. Stacje ładowania osobowych pojazdów elektrycznych z dostępnymi różnymi standardami ładowania⁴⁵

Osobną usługą w obszarze elektromobilności dedykowanej autobusom elektrycznym jest oferowany przez MEDCOM system nadzoru typu MODBUS TCP. Aplikacja jest zaawansowanym produktem przeznaczonym do kompleksowego zarządzania szybkimi stacjami ładowania. Umożliwia ona zdalne sterowanie oraz monitoring i logowanie stanu pracy. Do komunikacji między systemem a stacją ładowania stosowana jest najnowsza wersja protokołu OCPP 1.6. Protokół ten umożliwia nawiązanie szyfrowanego połączenia ze stacją ładowania oraz uzyskanie parametrów procesu ładowania oraz diagnostykę⁴⁶.



Rysunek 7. Wykres obrazujący energię naładowaną według numeru VIN – widok z aplikacji MODBUS TCP⁴⁷

Skomplikowane układy baterii i ładowarek wysokiej mocy w autobusach elektrycznych wymagają odpowiedniego systemu kontrolno-pomiarowego. MEDCOM Sp. z o.o. oferuje szereg urządzeń energoelektronicznych wspomagających ich pracę – m.in. rejestrator pracy baterii, czy zestaw regeneracyjno-pomiarowy do baterii. Mikroprocesorowy rejestrator pracy baterii służy do pomiarów parametrów elektrycznych baterii akumulatorów stacjonarnych, a baza danych posiada prawie wszystkie baterie stosowane w Polsce.

Nieco mniejszy popyt wykazuje na chwilę obecną rynek stacji ładowania o przeznaczeniu dla samochodów osobowych. Większość mniejszych spółek działa w oparciu

⁴⁵ Źródło: MEDCOM: Energetyka i Przemysł 2018, portfolio produktów i usług

⁴⁶ Źródło: MEDCOM: Energetyka i Przemysł 2018, portfolio produktów i usług

⁴⁷ Źródło: [MEDCOM: Energetyka i Przemysł 2018, portfolio produktów i usług

o dystrybucję ładowarek, importując zachodnioeuropejskie, amerykańskie czy chińskie urządzenia i rozpowszechniając je na rynku krajowym. Wśród większych producentów funkcjonujących w Polsce wyróżnić można Kolejowe Zakłady Łączności Sp. z o.o. czy ABB.

Kolejowe Zakłady Łączności Sp. z o.o. to polska firma z ponad 160-letnim doświadczeniem wywodząca się również z branży kolejowej. Spółka swoją działalność rozpoczęła od produkcji urządzeń sygnalizacyjnych, przechodząc w miarę upływu czasu do coraz nowszych (i niekoniecznie związanych z ciężkim przemysłem kolejowym) systemów dynamicznej informacji pasażerskiej, takich jak tablice informacyjne, systemy zapowiedzi czy sieć czasu. Obecnie KZŁ Sp. z o.o. zajmuje się głównie rozwiązaniami mechanicznymi, elektronicznymi i programistycznymi oraz w odpowiedzi na rosnące znaczenie rynku elektromobilności firma zaprojektowała i wykonała stacje ładowania pojazdów elektrycznych, odpowiadające aktualnym trendom w polityce dystrybucji energii elektrycznej. Stacje ładowania produkcji KZŁ są zaprojektowane i wykonane w sposób w pełni zarządzalny dla użytkowników i operatorów, a ciągła wymiana danych pozwala reagować w czasie rzeczywistym na potrzebę załączenia lub odłączenia odbiorcy od sieci zasilającej. To istotna kwestia z punktu widzenia zapotrzebowania na moc w lokalnej sieci elektroenergetycznej - jeżeli dostawca energii zdecyduje o konieczności zmniejszenia poboru mocy, stacja ładowania odłączy użytkownika od sieci lokalnej i przełączy na inny typ zasilania, np. magazyn energii. Z drugiej strony odbiorca (użytkownik pojazdu) ma możliwość zaplanowania grafiku ładowania, odczytu danych z licznika oraz posiada dostęp do wszelkiego rodzaju logów i historii ładowania za pomocą intuicyjnego panelu, aplikacji mobilnej lub serwisu www. Potencjalny właściciel pojazdu korzystający z urządzenia może sam decydować o czasie ładowania lub zdać się na system automatyczny, który w sposób optymalny i inteligentny wykorzysta panujące warunki. Opisany sposób działania stacji ładowania produkcji KZŁ Sp. z o.o. wpisuje się w trend tzw. „smart gridu”, a także jest odpowiedzią na stan polskiej infrastruktury elektroenergetycznej ze względu na możliwość dopasowania się do warunków w niej panujących. Korzyści są obustronne – odbiorca korzysta ze zmiennych stawek za energię elektryczną w różnych porach doby (opcje taryfowe), a OSD jest w stanie optymalizować użytkowanie sieci energetycznej. Urządzenia posiadają również system autodiagnostyczny. W ofercie polskiego producenta są aktualnie 3-fazowe stacje ładowania Eco Moto do pojazdów elektrycznych o mocy 22kW, które umożliwiają dołączenie modułów stałoprądowych o mocy 50kW, tzw. modułów szybkiego ładowania.



Rysunek 8. Stacja ładowania produkcji KZŁ Sp. z o.o.

ABB Sp. z o.o. to kolejny podmiot, którego historia na polskim rynku sięga wdrażania produktów energoelektronicznych, natomiast w ostatnich latach skupia się na rozwoju elektromobilności i rozwiązań dedykowanych infrastrukturze pojazdów. Jednym z pierwszych modeli stacji ładowania DC, przedstawionym przez ABB, była Terra 53 - uniwersalna stacja do ładowania prądem stałym. Stacja daje możliwość ładowania mocą 20 kW, z jednym, dwoma lub trzema wyjściami. Dzięki swej elastyczności obsługuje ona standardy CCS, CHAdeMO i AC, zależnie od potrzeb danego klienta. Poza samą stacją ładowania, producent umożliwia skorzystanie z szeregu udogodnień, jako dodatkowego wyposażenia do stacji. Stanowią je:

- Zintegrowany terminal płatniczy,
- Autoryzacja kodem PIN,
- Systemowe ograniczenie mocy pozwalające ograniczyć koszty przyłącza,
- Narzędzia internetowe do zarządzania dostępem i statystykami,
- Integracja z systemami zarządzania, platformami płatniczymi i inteligentnymi systemami zasilania.

Niniejszy rozdział przedstawia i charakteryzuje w skrócie dostępną na rynku polskim infrastrukturę do ładowania wszelkiego rodzaju pojazdów z napędem elektrycznym oraz towarzyszące często usługi i opcje dodatkowe proponowane przez producentów. Przy merytorycznej pomocy placówek naukowych oraz wsparciu finansowemu, możliwe są dalsze prace nad produkcją stacji ładowania, szczególnie w kontekście pojazdów osobowych, w ilościach odpowiadających zapotrzebowaniu rynku. Wiąże się to jednak z dalszą strategią rozwoju elektromobilności oraz kwestią kierunkowości i wydajności produkcyjnej istniejących na rynku podmiotów, a także względami ekonomicznymi. Potencjał produkcyjny polskich ładowarek jest ogromny i dotyczy nie tylko wiedzy technicznej popartej badaniami, ale również różnorodności komponentów już dostępnych na rynku, które mogą stać się elementami składowymi stacji. Największe

możliwości mają tutaj spółki, które posiadają doświadczenie w obszarze przemysłu kolejowego, gdyż w przeszłości realizowały projekty związane z pojazdami elektrycznymi jak tramwaje czy trolejbusy. Dobry przykład stanowią Kolejowe Zakłady Łączności Sp. Z o.o., które jako jeden z pierwszych podmiotów wdrożyły w pełni polską stację ładowania.

W wyniku przeglądu dostępnych rozwiązań w zakresie infrastruktury ładowania na rynku polskim pojawiły się następujące obserwacje:

- producenci stacji ładowania w Polsce koncentrują się na branży autobusów elektrycznych, co wynika nie tylko z działalności znanych polskich marek tychże autobusów, ale także ogólnego zapotrzebowania i wskazań Ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. 2018 poz. 317) co do transportu zbiorowego w miastach,
- produkowane są zarówno stacje ładowania stacjonarne zajezdniowe, jak i stacje bazujące na ładowaniu pantografowym, co stwarza wiele możliwości dla operatorów komunikacji miejskiej,
- polskie rozwiązania w obszarze stacji ładowania przeznaczonych dla autobusów elektrycznych posiadają duży potencjał, co znajduje odzwierciedlenie w przetargach zagranicznych,
- stacje ładowania samochodów osobowych to aktualnie przede wszystkim urządzenia zagranicznych producentów importowane i dystrybuowane na terenie Polski.

6.1.3. Pożądane obszary wsparcia polskiego potencjału produkcyjnego

Dokumenty strategiczne w Polsce i Unii Europejskiej, które dotyczą zagadnienia elektromobilności wskazują na obszary potencjalnych rozwiązań, a także na instrumenty prawne i finansowe, które pomogą osiągnąć zawarte w nich założenia. Plany, programy i strategie określają pewne ogólne kierunki i działania oraz krótkoterminowe i długoterminowe cele do realizacji zrównoważonej gospodarki, optymalizacji energetycznej i ochrony środowiska naturalnego.

Zgodnie z opisem przedstawionym w rozdziale 5, wszystkie dokumenty strategiczne w zakresie elektromobilności koncentrują się wokół problematyki transportu miejskiego, w obrębie dużych aglomeracji. Tym samym, nadrzędnym staje się temat publicznej komunikacji i środków transportu, które wykorzystywałyby przede wszystkim paliwa alternatywne do swojego napędu i przemieszczania się na obszarach miast o dużej populacji ludności. Pożądaną branżą wsparcia ze strony państwowej polityki są zatem pojazdy elektryczne, pojazdy zasilane CNG oraz wodorowe. Produkcja m.in. autobusów

elektrycznych ma w Polsce ogromny potencjał dzięki spółkom, które już wypracowały i wyprodukowały modele, które sprawdziły się jako środki komunikacji miejskiej i stają się częścią flot transportu publicznego w Polsce i za granicą. *Ustawa o elektromobilności* przewiduje i nakłada obowiązek na organizatorów i operatorów publicznego transportu zbiorowego zapewnienia udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów, wynoszącego odpowiednio: 5% – od dnia 1 stycznia 2021 r.; 10% – od dnia 1 stycznia 2023 r.; 20% – od dnia 1 stycznia 2025 r.; przez jednostki samorządu terytorialnego, o których mowa w art. 36 ust. 1 (tj. jednostki samorządu terytorialnego, z wyłączeniem gmin i powiatów, których liczba mieszkańców nie przekracza 50 000). W związku z tym zapisem, istnieje duży nacisk nie tylko na produkcję pojazdów zeroemisyjnych, ale również na infrastrukturę ich ładowania, w formie stacjonarnej i mobilnej (magazyny energii). Spełnienie ustawowego wymogu przez jednostki samorządu terytorialnego stanowi szansę na rozwój i zwiększenie produkcji szczególnie autobusów elektrycznych i CNG.

Poza kwestią produkcji i wprowadzania autobusów elektrycznych do flot komunikacji miejskiej, *ustawa o elektromobilności* podejmuje również temat tworzenia tzw. stref czystego transportu. W zachodnioeuropejskich miastach takich jak Londyn, Kopenhaga czy Mediolan utworzenie stref ograniczonej emisji komunikacyjnej (low emission zones - LEZ) dało wymierne korzyści polegające na ograniczeniu zanieczyszczenia powietrza w centrach miast. Wprowadzenie stref czystego transportu w polskich miastach (charakteryzujących się bardziej restrykcyjnymi w stosunku do stref ograniczonej emisji komunikacyjnej, przepisami w zakresie możliwości wjazdu określonych kategorii pojazdów do strefy), jest zatem bardzo pożądane i uzasadnione ze względu na fakt istotnych w skali europejskiej przekroczeń norm jakości powietrza. Korzystanie z bardziej ekologicznych pojazdów może przyczynić się tym samym do powstania popytu i zapotrzebowania produkcyjnego.

Europa 2020: *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu* jako dokument strategiczny Wspólnoty Europejskiej, w swoich podstawowych założeniach kieruje uwagę na transport w miastach, będący źródłem zanieczyszczeń i hałasu w środowisku. Powstaje zatem popyt m.in. na autobusy elektryczne na rynkach krajów Unii Europejskiej, co otwiera szanse dla polskich uznanych producentów – spółek Solaris Bus&Coach, Ursus Bus czy Autosan.

Aby elektromobilność w miastach mogła się rozwinąć, z oczywistych względów potrzebne są dostawy energii elektrycznej. Konieczne zatem staje się wsparcie inteligentnych sieci. Stworzenie inteligentnej sieci dystrybucji energii w Polsce oznacza inwestycje i wsparcie produkcyjne w dziedzinie nowoczesnych urządzeń do sterowania i opomiarowania. Aby kontrolować układy integrujące pojazdy z infrastrukturą ładowania potrzebne jest także oprogramowanie i dostęp do baz danych, które będą przechowywać informacje dotyczące czasu i mocy ładowania, co z kolei pozwoli

na planowanie i zarządzanie sieciami elektroenergetycznymi. Założeniem istotnym z punktu widzenia polskiego systemu elektroenergetycznego jest proces ładowania pojazdów w tzw. dolinach nocnych, kiedy zapotrzebowanie na energię przez odbiorców jest stosunkowo niskie. Pożądanym zjawiskiem jest, aby przenosić energię ze szczytów zapotrzebowania właśnie w doliny, gdzie dodatkowo można wykorzystywać magazyny energii.

Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej wskazuje na fakt wykorzystania alternatywnych źródeł energii na potrzeby transportu. Ma to istotny wpływ na wsparcie istniejących i nowych odnawialnych źródeł energii. Ogniwa fotowoltaiczne wraz z zasobnikami energii to duży obszar produkcyjny, który będzie stanowił rozproszone układy ładowania dla wszystkich pojazdów elektrycznych, jednocześnie stabilizując lokalne sieci elektroenergetyczne. Lokalizacja mobilnych magazynów energii powinna odzwierciedlać realne potrzeby użytkowników pojazdów, a więc tworzyć integralne sieci skupiające się wokół głównych arterii ruchu, dużych ośrodków miejskich czy reprezentatywnych obiektów jednostek publicznych.

Kolejnym obszarem wsparcia potencjału produkcyjnego mogą być klastry energetyczne regulowane w dokumencie strategicznym Europa 2020: *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*. Ideą ich powstania była propagacja rozproszonych źródeł zapewniających bezpieczeństwo energetyczne i zmniejszenie zużycia konwencjonalnych paliw. Tego typu rozwiązania mogą stanowić wsparcie zarówno dla Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, jak i dla Programu Rozwoju Elektromobilności. Niewątpliwie sprzyjają również wdrażaniu innowacyjnych technologii zwłaszcza tam, gdzie są one najbardziej opłacalne. Klastry mogą być zatem mikrorynkiem wdrażania i sprzedaży dla producentów stacji ładowania, pojazdów elektrycznych, magazynów energii czy oprogramowania związanego z zarządzaniem siecią stacji ładowania.

Według *Europejskiej strategii na rzecz mobilności niskoemisyjnej* należy tworzyć infrastrukturę transportu elektrycznego na strategicznych trasach łączących regiony Europy – szczególnie korytarzach TEN-T. Celem rozwoju sieci TEN-T jest zapewnienie spójności terytorialnej UE i usprawnienie swobodnego przepływu osób oraz towarów. Efektywnie funkcjonujący w ramach Unii system transportowy ma przyczynić się do poprawy działania jednolitego rynku wewnętrznego, stymulować wzrost gospodarczy regionu, a także podnosić konkurencyjność poszczególnych państw członkowskich i całej UE w skali globalnej. Celem polityki Unii Europejskiej w kontekście rozwoju sieci TEN-T jest stworzenie spójnej i interoperacyjnej, multimodalnej sieci transportowej o ujednoliconych, wysokich parametrach technicznych w ramach całej UE. Na podstawie sieci TEN-T oraz prognozy natężenia ruchu na drogach krajowych w 2020 roku, możliwe było określenie odcinków dróg o największym i najistotniejszym znaczeniu. Wśród nich można wymienić drogę krajową nr 7 (Trójmiasto – Warszawa – Kraków), autostradę A1

(Trójmiasto – Łódź), autostradę A2 (Warszawa – Frankfurt nad Odrą), autostradę A4 (Świecko – Kraków), drogę ekspresową S8 – Autostrada A1 – drogę krajową 1 (Warszawa – Katowice) czy drogę krajową 17 (Warszawa – Hrebennie) [15]. Są to niewątpliwie obszary potencjalnego rozmieszczenia stacji ładowania typu DC (szybkiego), a także magazynów energii, dla których źródłem byłaby instalacja fotowoltaiczna. Zarówno stacje ładowania jak i magazyny energii mogłyby być zlokalizowane na istniejących stacjach benzynowych, które posiadają przyłącze energetyczne o określonej mocy lub ewentualność jej zwiększenia. W tych miejscach powstaje kolejny obszar wsparcia dotyczący inwestycji w modernizację i rozwój sieci elektroenergetycznych, inteligentnych liczników energii oraz elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej.

Wg rozdz. 8, art. 60 *ustawy o elektromobilności* (przepisy epizodyczne) powstaje wymóg dla niektórych dużych miast dotyczący posiadania określonej liczby punktów ładowania do 31 grudnia 2020 roku.

Minimalna liczba punktów ładowania zainstalowanych do dnia 31 grudnia 2020 r. w ogólnodostępnych stacjach ładowania, zlokalizowanych w gminach wynosi:

- 1 000 – w gminach o liczbie mieszkańców wyższej niż 1 000 000, w których zostało zarejestrowanych co najmniej 600 000 pojazdów samochodowych i na 1 000 mieszkańców przypada co najmniej 700 pojazdów samochodowych;
- 210 – w gminach o liczbie mieszkańców wyższej niż 300 000, w których zostało zarejestrowanych co najmniej 200 000 pojazdów samochodowych i na 1 000 mieszkańców przypada co najmniej 500 pojazdów samochodowych;
- 100 – w gminach o liczbie mieszkańców wyższej niż 150 000, w których zostało zarejestrowanych co najmniej 95 000 pojazdów samochodowych i na 1 000 mieszkańców przypada co najmniej 400 pojazdów samochodowych;
- 60 – w gminach o liczbie mieszkańców wyższej niż 100 000, w których zostało zarejestrowanych co najmniej 60 000 pojazdów samochodowych i na 1 000 mieszkańców przypada co najmniej 400 pojazdów samochodowych.

Zapis stwarza możliwości dla producentów stacji ładowania typu wolnego AC na rynek zbytu dla swoich produktów.

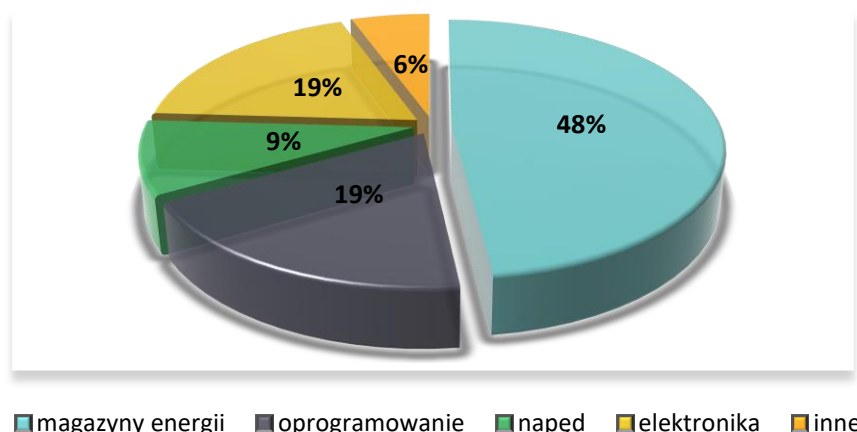
Ponadto, rozdz. 2 mówiący o zasadach rozwoju i funkcjonowania infrastruktury paliw alternatywnych nakłada na operatora stacji ładowania obowiązek wyposażenia jej w układ pomiarowo-rozliczeniowy umożliwiający minutowy pomiar zużycia energii elektrycznej i przekazywanie danych pomiarowych z tego układu do układu pomiarowo-rozliczeniowego tej stacji ładowania w czasie zbliżonym do rzeczywistego. W związku

z tym, pojawia się kolejny obszar wsparcia – produkcja liczników oraz systemu rozliczania płatności za pobraną energię elektryczną.

6.1.4. Najbardziej konkurencyjne i perspektywiczne gałęzie sektora produkcji pojazdów elektrycznych

Wraz z rozwojem elektromobilności polska gospodarka stoi przed perspektywą i szansą na otwarciu nowych sektorów, a także wyznaczeniem kierunków w już istniejących branżach. Światowy megatrend związany ze świadomością konieczności stopniowego przejścia na paliwa alternatywne i pojazdy nisko – i zeroemisyjne stwarza duży potencjał produkcyjny dla przedsiębiorców poszukujących modeli biznesowych, spółek aktywnie udzielających się w branży motoryzacyjnej, placówek badawczo-naukowych oraz firm z innych gałęzi gospodarki, których produkty mogą stać się elementami komponentów pojazdów bądź też infrastruktury.

W toku przeprowadzonych badań, ankietowani wyraźnie wskazali na zdecydowany potencjał polskiej gospodarki w zakresie produkcji magazynów energii, co zobrazowano na poniższym rysunku.



Rysunek 9. Najbardziej konkurencyjne i perspektywiczne gałęzie produkcji pojazdów elektrycznych i niezbędnych podzespołów – wyniki ankietyzacji respondentów

W przyszłości magazyny energii mogą odegrać kluczową rolę w rynku energetyki. Jest to bowiem sposób na przechowywanie wyprodukowanej energii w celu późniejszego jej wykorzystania. Magazyny energii mogą stanowić zaplecze awaryjne stacji ładowania i służyć ładowaniu w przypadku braku takiej możliwości ze strony ładowarki stacjonarnej. Oprócz tego, mobilne magazyny energii stanowią bezpieczny rezerwuar energii, który może być wyposażeniem każdego pojazdu elektrycznego. Polska gospodarka posiada wszystkie komponenty potrzebne do budowy magazynów energii, a także zaplecze inżynierskie i technologię wykonania. W Polsce działają już firmy, które wytwarzają akumulatory jako produkt finalny i opierają na nim swoją sprzedaż.

Z rozwiązań tych korzystają nie tylko rodzimi producenci, ale i zagraniczne marki - przykładem sukcesu w tej perspektywicznej gałęzi może być Impact Clean Power Technology S.A., który rozwija gamę produktów i zaopatruje rynki zagraniczne.

Kolejne miejsce pod względem potencjału i konkurencyjności produktów dla elektromobilności według opinii respondentów zajmuje oprogramowanie oraz elektronika. Rola oprogramowania dla szeroko rozumianej elektromobilności będzie na pewno rosta w kontekście coraz bardziej konkurencyjnej usługi na rynku. Z coraz większą liczbą stacji ładowania, szczególnie w systemie zamkniętym, z identyfikacją użytkownika, pojawi się także konieczność instalacji aplikacji i systemu archiwizującego dane. Ponadto oprogramowanie jest niezbędne z punktu widzenia pojazdów elektrycznych w kwestii sterowania i bezpieczeństwa. Z drugiej strony pojazdy elektryczne znajdą z dużym prawdopodobieństwem zastosowanie w technologii autonomizacji pojazdów, a to wymagać będzie rozwoju zaawansowanych narzędzi IT. Aby zaś tworzyć oprogramowanie, coraz bardziej konkurencyjne będą stawać się elementy składające się na skomplikowane układy elektroniczne.

Istniejącą już dziś branżą elektromobilności zdobywającą kolejne rynki jest produkcja autobusów elektrycznych. Działające polskie marki – Solaris Bus&Coach i Ursus Bus to niewątpliwie wychodzące aktualnie na pozycję lidera przedsiębiorstwa w obszarze elektromobilności. O wysokiej konkurencyjności na europejskich rynkach świadczy m.in. nagroda „Bus of The Year 2017” dla autobusu Solaris Urbino 12 electric.



Rysunek 10. Model Solaris Urbino Electric 12⁴⁸

Solaris Bus&Coach S.A. oferuje trzy modele autobusu elektrycznego: Urbino 8,9 LE electric, Urbino 12 electric, Urbino 18 electric.

Dzięki spółce, Polska już dziś jest jednym z największych producentów autobusów elektrycznych w Europie. Pierwszy w Polsce autobus elektryczny został wyprodukowany

⁴⁸ Źródło: <https://www.solarisbus.com/pl/pojazdy/napedy-alternatywne-elektryczne-hybrydowe-hybryda/grupa-urbino-electric>

w fabryce Solarisa pod Poznaniem, a jego publiczna prezentacja miała miejsce podczas posiedzenia Rady Ministrów UE ds. Energii w czasie polskiej prezydencji w Radzie Unii Europejskiej we wrześniu 2011 roku, we Wrocławiu. W 2017 roku podczas targów pojazdów użytkowych w Hanowerze Solaris Urbino został uznany za europejski autobus roku. To pierwszy taki tytuł dla pojazdu elektrycznego. Miejskie autobusy elektryczne, ze względu na stałą trasę, postoje wyznaczone w tych samych miejscach i przerwę nocną, mogą być ładowane podczas obowiązkowych, kilkunastominutowych postoi na pętłach autobusowych lub na postojach nocnych w zajezdni. W przyszłości, być może, będą one mogły ładować się podczas jazdy wykorzystując ładowanie indukcyjne⁴⁹.



Rysunek 11. Gniazda do ładowania typu plug-in – type 2 „Mennekes” oraz CCS combo 2 w autobusie Solaris Urbino Electric 12⁵⁰

Ursus Bus S.A. wchodzi w skład grupy kapitałowej POL-MOT Holding S.A. - firmy ze 100%-owym polskim kapitałem, działająca w odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie rynku na nisko i zeroemisyjne środki transportu publicznego. Ursus Bus produkuje autobusy o napędzie elektrycznym, trolejbusy i niskoemisyjne autobusy z silnikami diesel EURO6. Globalne postrzeganie sfery transportu publicznego, wyznaczanie nowych i unikalnych trendów w obszarze logistyki miejskiej, elektromobilności i ochrony środowiska naturalnego to hasła przewodnie marki.

⁴⁹ Źródło: <https://www.solarisbus.com>

⁵⁰ Źródło: <https://www.solarisbus.com/pl/pojazdy/napedy-alternatywne-elektryczne-hybrydowe-hybryda/grupa-urbino-electric>



Rysunek 12. Model elektryczny - Ursus CS12LFE⁵¹

Autobusy elektryczne Ursus Bus z rodziny City Smile charakteryzują się nowoczesną linią nadwozia w połączeniu z funkcjonalną i ergonomiczną przestrzenią pasażerską. Dzięki innowacyjnym rozwiązaniom technologicznym stosowanym podczas budowy pojazdów, odznaczają się one cichą i bezemisyjną pracą w miejscu ich użytkowania. Użycie wysokiej jakości komponentów do ich budowy m.in. baterii typu LTO i NMC, jak również wysokowydajnych silników elektrycznych instalowanych np. w piastach kół w połączeniu z rekuperacją energii podczas hamowania wpływają na ich niewielką energochłonność. Ursus w 2015 roku przejął projekt autobusu elektrycznego autorstwa przedsiębiorstwa AMZ – Kutno. Obecnie producent oferuje autobusy 9-, 10- i 12-metrowe, choć we współpracy ze szwedzkim producentem elektrycznych układów napędowych Hybricon Ursus przygotował na rynek skandynawski także odmianę przegubową o długości 18 metrów. Elektrobusy Ursusa kursują obecnie w Lublinie i Warszawie, a wkrótce trafią także do Środy Śląskiej, Katowic, Szczecinka i Zielonej Góry. Szczególne znaczenie ma ostatnie miasto. W październiku 2017 r. Ursus wygrał tam bowiem największy przetarg w Polsce na dostawę 47 autobusów elektrycznych⁵². Co więcej, konsorcjum Ursus Bus wygrało konkurs w ramach prowadzonego przez NCBiR programu „Bezemisyjny Transport Publiczny”, który zakłada opracowanie i budowę autobusów dla polskich miast. Autobusy elektryczne będą wykonane w kategoriach długości 10 m (zakres od 9 m do 10,5 m), 12 m (zakres od 11,8 m do 12,5 m) i 18 m (zakres od 17,5 m do 18,75 m), co odpowiada pojazdom MIDI, MAXI i MEGA⁵³.

Prace nad autobusem elektrycznym podjął także Autosan, który wygrał przetarg i w listopadzie 2017 roku podpisał umowę na dostawę 4 autobusów do niemieckiej

⁵¹ Źródło: <http://ursusbus.com/autobusy/ursus-cs12lfe/>

⁵² Źródło: pod red. Macieja Dulaka i Pawła Musiałka, Z prądem czy pod prąd? Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce, raport 03/2018

⁵³ Źródło: <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci>

spółki "ebe Europa". Przedmiotem kontraktu są 12-metrowe niskopodłogowe autobusy elektryczne wyposażone w baterie firmy BMZ⁵⁴.

Należy podkreślić, że potencjału sektora elektromobilności nie należy ograniczać jedynie do transportu samochodowego czy miejskiego, ponieważ napędy elektryczne mogą zostać wykorzystane w innych środkach transportu. Po polskich drogach porusza się około 3,5 mln pojazdów ciężarowych i ciągników drogowych, czy też około 200 tys. pchaczy i holowników. Przewozy ładunków, transport morski, spółki użyteczności publicznej, przesyłki pocztowe i kurierskie, rolnictwo i leśnictwo to potencjalni odbiorcy pojazdów elektrycznych i infrastruktury.

Biorąc pod uwagę gałęzie gospodarki pośrednio związane z tematyką elektromobilności, wyszczególniono branże, które mogą nie tylko czerpać zyski z rozwoju transportu alternatywnego, ale również przyczynić się do wzrostu zapotrzebowania na swoje usługi i wejść na nowe rynki. Perspektywa najbliższej przyszłości to rozwój technologii druku 3D w fabrykach, która w odniesieniu do motoryzacji tradycyjnej będzie jedną z bardziej konkurencyjnych obszarów produkcyjnych, a w przypadku pojazdów z napędem elektrycznym pozwoli na uzyskanie dalekich zasięgów dzięki lekkiej strukturze i kompozytom.

W zakresie producentów pośrednio związanych z elektromobilnością, także spółka KGHM Polska Miedź przewiduje swoją szansę na większy rozwój i zyski spowodowane gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na miedź, która jest surowcem do budowy nie tylko samych pojazdów elektrycznych, ale również komponentów stacji ładowania.

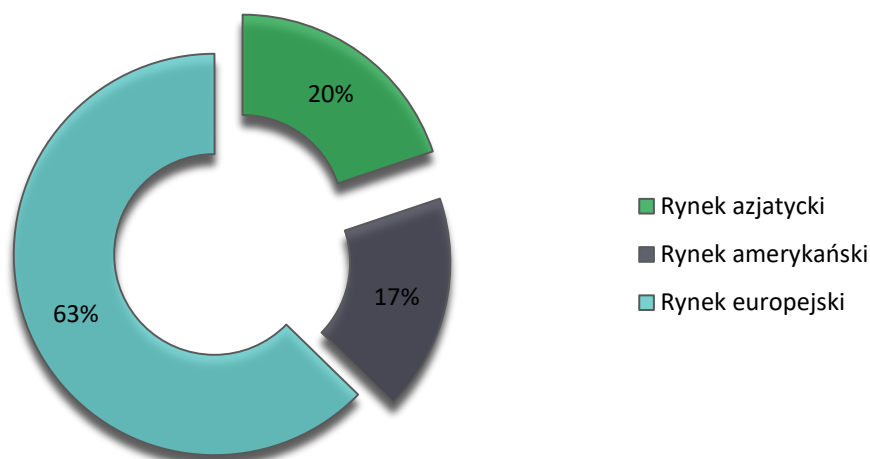
6.1.5. Producenci OEM nieobecni w Polsce

Sektor motoryzacji to jeden z najdynamiczniej rozwijających się rynków na świecie, a w połączeniu z elektromobilnością stanowi perspektywę rewolucji, która może zmienić podejście do zużycia paliw konwencjonalnych i zwiększenia świadomości ekologicznej w skali globalnej.

Megatrend elektromobilności w różnym stopniu rozwija się na świecie i jest zależny od wielu czynników. Zanieczyszczenie powietrza, dostęp do surowców, fluktuacje na rynku dostaw ropy naftowej, czy ukierunkowanie na coraz większy udział energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii to główne przyczyny rozwoju trendu w różnych częściach globu. Chęć lub też konieczność ukierunkowania się na elektromobilność otworzyła drogę producentom pojazdów i infrastruktury na rozwój własny i wdrożenie coraz bardziej zaawansowanych technologicznie produktów. Obecnie większość dużych, rozpoznawanych spółek motoryzacyjnych prowadzi badania nad projektami lub dysponuje gotowymi rozwiązaniami na rynku e-pojazdów. Według

⁵⁴ Źródło: <http://www.autosan.pl/historyczna-umowa-na-elektryki-autosan> [dostęp: 20.03.2019 r.]

źródła⁵⁵ na świecie wraz z pojazdami rozwinął się także rynek infrastruktury – głównie stacji ładowania o ogromnym wyborze parametrów technicznych i design. Obecnie strona „evtrader.com” skupia praktycznie wszystkich producentów stacji ładowania. Ich liczbę w podziale na poszczególne rynki pochodzenia przedstawia poniższy wykres.



Rysunek 13. Udział producentów stacji ładowania z różnych części świata w całkowitej liczbie⁵⁶

Rynek producentów stacji ładowania jest szeroko rozwinięty przede wszystkim w Europie – aż 63% firm prowadzi działalność na tym obszarze. Ma to swoje uzasadnienie w historii elektromobilności w Europie – wczesne początki samochodów elektrycznych w krajach skandynawskich, czy Holandii pociągnęły za sobą rozwój przedsiębiorstw dostarczających ładowarki.

Na rynku europejskim funkcjonuje kilka spółek sprzedających stacje ładowania, które jednocześnie należą do OEM nieobecnych w Polsce.

Rolec EV to brytyjska spółka zajmująca się produkcją sprzętu elektrycznego i elektronicznego, jeden z większych dostawców stacji ładowania w Wielkiej Brytanii, obsługujący również rynki pozostałych krajów Unii Europejskiej. W swojej ofercie posiada rozwiązania domowe, komercyjne oraz publiczne. Podobną grupę produktów proponują dwie hiszpańskie spółki Circutor i Circontrol, które specjalizują się w dostawach ładowarek małych kompaktowych na zabudowane, wewnętrzne parkingi czy centra biznesowe. Mniejszą serię stanowią duże urządzenia ładujące prądem stałym, o znacznych mocach.

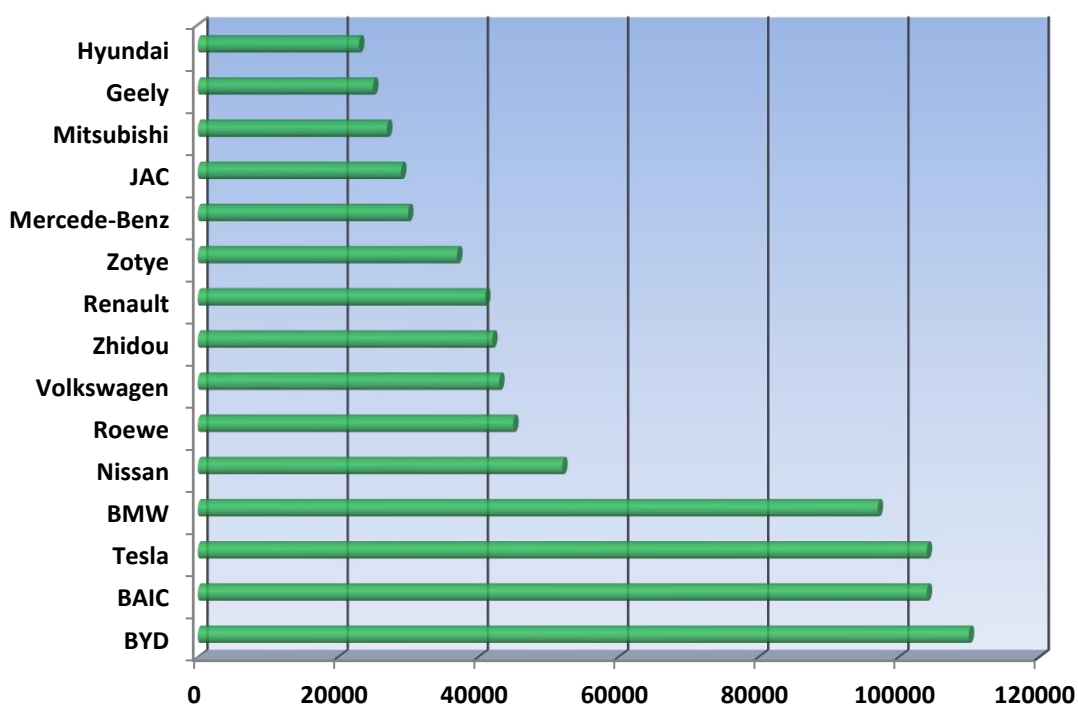
W Słowenii natomiast od kilku lat działa prężnie niewielka spółka Etrek, która sprzedaje stacje ładowania w dwóch wariantach – małe, kompaktowe stacje domowego przeznaczenia oraz większe, stojące wersje stacjonarne, o mocy ładowania do 44 kW (2 punkty ładowania po 22 kW każdy). Słoweńska firma wyróżnia się oryginalnym designem i komponentami stacji ładowania w większej mierze pochodzenia

⁵⁵ Źródło: <https://evtrader.com>

⁵⁶ Źródło: opracowanie własne na podstawie <https://evtrader.com>

europejskiego (automatyka zabezpieczeniowa m.in. produkcji Schneider Electric). Oprócz tego Etrele stworzył od podstaw własne, obecnie bardzo rozbudowane oprogramowanie do kontroli i zarządzania stacjami ładowania „Etrele Ocean” oraz przystępną, wielofunkcyjną aplikację dla użytkownika. Na uwagę zasługuje fakt, że wykonane projekty i bogate doświadczenie kadry pracowniczej przyciągają klientów z całej Europy – głównie z Irlandii, Wielkiej Brytanii, Holandii, Szwajcarii, Austrii, Niemiec oraz Francji. Ze spółką współpracuje duży chorwacki dostawca usług telefonicznych – Hrvatski Telekom. Ewentualna współpraca ze słoweńską spółką mogłaby przynieść wiele korzyści polskim początkującym producentom infrastruktury związanym z pozyskaniem rozwiązań w zakresie kontroli stacji ładowania typu AC, interpretacji danych, wyboru wariantu płatności, rozliczania energii, czy integracją sieci ładowarek i zarządzania ich mocą.

Największą grupę producentów w obszarze elektromobilności stanowią duże koncerny motoryzacyjne produkujące elektryczne pojazdy. W zależności od wielkości produkcji rynek spółek motoryzacyjnych na świecie kształtuje się w sposób zaprezentowany na wykresie.



Rysunek 14. Poglądowa wielkość sprzedaży samochodów elektrycznych w 2017 r. na świecie⁵⁷

Największy udział w produkcji i sprzedaży pojazdów elektrycznych mają 2 spółki chińskie – BYD i BAIC, które jednocześnie zaopatrują swój rodzimy rynek w ponad 95% samochodów elektrycznych. Drugim istotnym wnioskiem, który można wysnuć na podstawie prezentowanego wykresu jest fakt, iż ponad połowę marek samochodów

⁵⁷ Źródło: http://samochodyelektryczne.org/wyniki_sprzedazy_samochodow_ev_phev_na_swiecie_w_2017r.htm

elektrycznych stanowią firmy rynku azjatyckiego (BYD, BAIC, Nissan, Roewe, Zhidou, JAC, Geely, Hyundai). Dynamika rozwoju elektromobilności w Azji wynika z przyjętych założeń politycznych i stanu wykorzystania zasobów naturalnych. Ponadto dochodzi kwestia cen ropy na świecie i chęci uniezależnienia się od importu surowca z Bliskiego Wschodu.

BYD i BAIC dostarczają samochody elektryczne tylko i wyłącznie na rynek chiński, aktualnie nie prowadząc działań sprzedażowych w innych krajach. W przyszłości, jeżeli koncerny te zmienią politykę i rozpoczną ekspansję rynków europejskich i amerykańskich, może okazać się, że zakup samochodu elektrycznego pochodzącego z Chin jest po prostu bardziej opłacalny ekonomicznie dla indywidualnego użytkownika w Polsce, tym bardziej, iż aktualne ceny dostępnych samochodów producentów takich jak Tesla, Renault, BMW, czy Nissan są znacznie wyższe niż podobny samochód z napędem konwencjonalnym z przeciętnej półki. Zatem pojawienie się osobowych samochodów elektrycznych chińskich producentów w konkurencyjnych cenach mogłoby stać się tak potrzebnym impulsem do znacznie dynamiczniejszego rozwoju elektromobilności w Polsce.

Oprócz prężnie rozwijających się producentów rynku chińskiego, indyjski TATA Motors będący największym dostawcą aut ciężarowych w Indiach, planuje wyprodukowanie małego samochodu elektrycznego „Nano EV” z przeznaczeniem do ekonomicznej i ekologicznej jazdy w warunkach miejskich. Prototypem pojazdu miałby być TATA Nano, który okazał się nie spełnić stawianych mu wymagań w 2009 roku (rok premiery modelu). Nowy elektryczny pojazd TATA Motors byłby zwrotny, lekki i idealny do miast, gdzie zasięg baterii deklarowany jest na około 120 km. Przy rozsądnej cenie, mógłby stanowić wraz z chińskimi samochodami konkurencję dla obecnych w Polsce europejskich i amerykańskich modeli.

Wśród OEM nieobecnych na rynku polskim w odniesieniu do autobusów elektrycznych, sytuacja wygląda znacznie inaczej niż w przypadku osobowych samochodów elektrycznych. Spółka Yutong z rynku chińskiego, podobnie jak BYD i BAIC obsługuje tylko rodzimy rynek autobusów elektrycznych, w Wielkiej Brytanii jeździ sporo autobusów marki Optare, natomiast w USA działa producent Proterra. Jednak Polska ma znaczący wkład na arenie europejskiej w produkcję elektrycznych busów, głównie dzięki spółkom Solaris Bus&Coach i Ursus Bus. Wobec tego, nieobecność innych producentów na naszym rynku nie ma znaczenia, gdyż polskie marki wygrywają przetargi w polskich jednostkach samorządu terytorialnego i co za tym idzie sukcesywnie pojawia się ich coraz więcej w miastach. Autobusy elektryczne polskiej produkcji są też sprawdzonymi rozwiązaniami i dosyć konkurencyjnymi cenowo, co przyczynia się do braku konieczności poszukiwania innych modeli i producentów.

6.1.6. Ocena dynamiki rozwoju elektromobilności w Polsce

Przedstawionej w niniejszym rozdziale, oceny dynamiki rozwoju elektromobilności w Polsce dokonano z punktu widzenia rozwoju przemysłu elektromobilności. Oczywiście aby mógł rozwijać się przemysł (produkcja komponentów, podzespołów oraz infrastruktury dedykowanej pojazdom elektrycznym, w szczególności ładowarek), a producenci widzieli uzasadnienie dla ponoszonych przez nich dodatkowych nakładów inwestycyjnych związanych z implementacją nowych rozwiązań i technologii, konieczne jest wytworzenie popytu na pojazdy elektryczne. Oceny dotychczasowej dynamiki w zakresie przyrostu liczby samochodów elektrycznych oraz stanu infrastruktury służącej do ich ładowania, a także prognoz w tym zakresie dokonano w rozdziałach 6.2.2 i 6.2.3.

Przedstawione we wcześniejszych rozdziałach (6.1.1-6.1.5) informacje pozwalają na sformułowanie następujących wniosków w zakresie dynamiki rozwoju krajowego przemysłu elektromobilności:

- Ogólny udział polskich podmiotów w pracach projektowych, badawczych, rozwojowych i produkcyjnych, związanych z obszarem elektromobilności nie jest na dzień dzisiejszy znaczący, co potwierdza także opinia PIMOT⁵⁸. Analizując sytuację na rynku producentów komponentów, tylko większe i dłużej działające przedsiębiorstwa realizują pewne projekty związane z elektromobilnością, czego przykładem może być katowicki KOMEL, lub rzadziej spółki start-upowe, które zdołały pozyskać pewne fundusze na wdrożenia innowacji. Powodem takiego stanu rzeczy jest często brak odpowiednich środków finansowych, których dostępne instrumenty finansowe nie zabezpieczają w wystarczającym stopniu oraz podwyższony poziom ryzyka w odniesieniu do inwestycji. Szansą na poprawę tej sytuacji mogą być ogłaszane konkursy pod kątem opracowywania, a następnie wdrażania innowacyjnych projektów oraz większe kwoty dofinansowania, których uzyskanie byłoby możliwe także dla mniejszych przedsiębiorstw;
- Ogromny potencjał stanowią polskie spółki dostarczające autobusy elektryczne, takie jak Solaris Bus&Coach, czy Ursus Bus, które posiadają solidne zaplecze techniczne i merytoryczne, a także wykwalifikowaną kadrę inżynierów. Sukcesy sprzedażowe w Europie wskazują na dobrą jakość tych produktów, co jest bardzo dobrą prognozą na przyszłość elektromobilności. Z drugiej strony duża część komponentów do autobusów elektrycznych nadal pochodzi z rynków zagranicznych, szczególnie azjatyckich monopolistów. Ponadto, aby dorównać konkurencyjnym spółkom z Europy i świata konieczne są inwestycje w rozwój branży autobusów elektrycznych, co wiąże się z kolei z potrzebą dofinansowań i dotacji polskich spółek;

⁵⁸ Źródło: Opinia Przemysłowego Instytutu Motoryzacji nt. szans opracowania projektu i wdrożenia do produkcji polskiego samochodu elektrycznego, wyrażona pismem z dnia 8 marca 2019 r., L.dz. 200/2019

- Szanse wdrożenia do produkcji polskiego samochodu elektrycznego są raczej niewielkie, co wynika między innymi z faktu realnego zapotrzebowania w Polsce na pojazdy tego typu (rynku zbytu) i pojawiające się bariery ekonomiczne dla przeciętnego obywatela, w tym wciąż konkurencyjne ceny pojazdów konwencjonalnych lub niskoemisyjnych. Koszty wdrożenia takiego pojazdu także przyczyniają się do małej dynamiki rozwoju tego kierunku w polskiej motoryzacji;
- Na wciąż małą dynamikę produkcji i popularyzacji samochodów elektrycznych w społeczeństwie polskim składa się bardzo mała liczba firm świadczących usługi car-sharingu, co byłoby rozwiązaniem konkurencyjnym pod względem ekonomicznym wobec pojazdów własnych mieszkańców miast. Istotnym czynnikiem rozwoju tego typu usługi jest promocja i edukacja mieszkańców w zakresie korzyści wynikających z korzystania z wypożyczonego, zeroemisyjnego pojazdu;
- Duży potencjał i rosnącą dynamikę rozwoju ma infrastruktura ładowania oraz produkcja magazynów energii w Polsce. Podobnie jak w przypadku autobusów elektrycznych, znane są już polskie marki, jak Ekoenergetyka Polska Sp. z o.o., czy Impact Clean Power Technology S.A. zarówno na naszym krajowym poziomie, jak i europejskim. Postęp technologiczny w tych branżach widoczny jest także w zainteresowaniu obcego kapitału rynkiem polskim i chęcią lokowania swoich fabryk produkcyjnych, co przyczynia się do wzrostu gospodarczego kraju. Światowe marki jak LG, Umicore i Northvolt realizują już pierwsze projekty i produkty.

Wzrost dynamiki rozwoju elektromobilności będzie możliwy w przypadku konsolidacji współpracy polskich uczelni technicznych, instytutów i innych placówek naukowych z podmiotami, które następnie mogą upowszechniać i promować komponenty oraz wychodzić naprzeciw oczekiwaniom branży elektromobilności w Polsce.

6.1.7. Podstawowe bariery rozwojowe elektromobilności w Polsce

Rozwój elektromobilności w Polsce uzależniony jest od pokonania szeregu barier. Mają one charakter techniczny, ekonomiczny, społeczny i organizacyjny.

Podstawowym utrudnieniem jest niewystarczająca infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych na terenie Polski, co powoduje, że samochód elektryczny staje się zasadniczo autem miejskim. Przedstawione w rozdziale 6.2.2 rozmieszczenie stacji ładowania na obszarze naszego kraju wskazuje, że są one zlokalizowane przy głównych szlakach komunikacyjnych. Aktualny zasięg samochodów elektrycznych oraz czas

ładowania baterii sprawia, że dłuższe podróże muszą zostać rozłożone na etapy, co na pewno ogranicza grono zainteresowanych korzystaniem z pojazdów elektrycznych.

Poza zasięgiem możliwym do uzyskania dzięki pojemności dostępnych na rynku baterii do pojazdów elektrycznych, istotną kwestią pozostaje brak odpowiednio rozbudowanej sieci stacji ładowania i zarządzania nimi za pomocą specjalnie dostosowanego oprogramowania. Potencjał produkcyjny w zakresie rozwiązań ładowarek dla pojazdów osobowych jest znaczny, ale nadal względy ekonomiczne determinują zakup stacji ładowania od zagranicznych producentów, który i tak jest niewielki w skali kraju. Problematyczny stał się wymóg uzyskania pozwolenia na budowę stacji ładowania i konieczność przeprowadzenia badań technicznych przez Urząd Dozoru Technicznego lub zgłoszenia, co wskazywane jest jako nawet znaczące utrudnienie dla potencjalnych nabywców i operatorów stacji ładowania.

W kontekście oprogramowania do stacji ładowania, brakuje na i tak małym rynku elektromobilności pojazdów osobowych, prostych rozwiązań zakupu energii np. za pomocą terminala płatniczego. W związku z czym potencjalni kierowcy pojazdów elektrycznych wskazują nie tylko na brak koniecznych udogodnień w urządzeniach do ładowania, ale także w ich obsłudze.

Brakuje również edukacji i działań promocyjnych, które uświadomiłyby korzyści płynące z użytkowania pojazdów elektrycznych, ale także instalowania infrastruktury ładowania. Potrzebny jest także wzrost kompetencji w dziedzinie elektromobilności od strony technicznej – wyjaśnienie i wizualizacja działania pojazdów elektrycznych oraz stacji ładowania, by zachęcać potencjalnych nabywców pojazdów.

Z drugiej strony barierą w rozwoju elektromobilności jest niedostateczny poziom współpracy jednostek naukowych z przedsiębiorcami z sektora prywatnego. Utrudnione jest pozyskiwanie środków finansowych zarówno ze źródeł zewnętrznych, jak i w przypadku małych przedsiębiorstw wyodrębnienie puli pieniężnej ze środków własnych na rozwój innowacji i działań badawczych w swoich strukturach.

Ponadto obawy potencjalnych użytkowników związane są również z ewentualnymi kosztami i miejscem serwisowania pojazdów. Obecnie brak niezależnych punktów serwisowych dla samochodów elektrycznych, co jest wynikiem braku dostępu do procedur serwisowania tej kategorii pojazdów. Taka sytuacja może rodzić obawy „windowania” cen serwisu pojazdów. Nie bez znaczenia pozostaje fakt ograniczonej liczby modeli, jaką mają do wyboru potencjalni nabywcy.

Istotne są również czynniki ekonomiczne. Przede wszystkim wyraźnie wyższe koszty zakupu pojazdu elektrycznego w stosunku do spalinowego, nawet po uwzględnieniu proponowanych dopłat do zakupu tego rodzaju pojazdu. Samochód, którego wielkość jest dostateczna dla potrzeb 4-osobowej rodziny to koszt od ok. 160 tys. zł. Generalnie samochód spalinowy o podobnej klasie można kupić za 60% ceny elektrycznego.

Reklamowane korzyści związane z niskimi kosztami eksploatacji samochodów elektrycznych zderzają się z jednej strony z brakiem dokładnej wiedzy o metodologii porównywania całkowitego kosztu posiadania pojazdu elektrycznego wobec pojazdu spalinowego, z drugiej z obawami o możliwość wzrostu cen energii elektrycznej. Istnieją również duże rozbieżności w ocenie żywotności baterii, co oznacza, że trudno obecnie jednoznacznie wskazać po jakim czasie lub po jakim przebiegu konieczna będzie wymiana akumulatorów w samochodzie elektrycznym. Ponadto, nie jest znany też przyszły koszt takiej wymiany. Wiadomo natomiast, że obecnie, w segmencie samochodów osobowych, koszt baterii litowo-jonowej stanowi ok. 35% kosztów pojazdu⁵⁹. Niektórzy producenci podają liczbę cykli ładowania po jakich wyraźnie spada pojemność akumulatorów, ale zaznaczają, że szybkie ładowanie skraca żywotność baterii. Do tego dochodzi brak możliwości określenia wartości pojazdu elektrycznego na rynku wtórnym w przyszłości.

Warto również zwrócić uwagę na barierę, jaką jest model użytkowania samochodu w Polsce, w którym użytkownicy preferują własność nad wynajmem na czas korzystania. Szczególnie dotyczy to samochodów prywatnych, które przeciętnie użytkowane są przez 1 godzinę w ciągu dnia. Dążenie do zmiany tego modelu wymaga edukacji w celu zmiany świadomości społecznej, ale można przypuszczać, że byłoby to jednym z czynników pomagających w rozwoju elektromobilności.

Barierą rozwoju elektromobilności można rozpatrywać również w obszarze elektryfikacji i stanu polskiego systemu elektroenergetycznego, co zostało szczegółowo opisane w rozdziale 0.

6.2. Dynamika elektryfikacji sektora transportu w Polsce z uwzględnieniem stanu przygotowania systemu elektroenergetycznego

Dynamika elektryfikacji sektora transportu w Polsce jest uzależniona od rozwoju przemysłu elektromobilności i rynku pojazdów, który generowany jest przez popyt, ale równie istotną rolę w tym łańcuchu wzajemnych zależności odgrywa stan przygotowania systemu elektroenergetycznego. W niniejszym rozdziale dokonano analizy możliwej dynamiki elektryfikacji sektora transportu w odniesieniu do stanu przygotowania systemu elektroenergetycznego w Polsce.

⁵⁹ Źródło: oszacowanie własne

6.2.1. Stopień przygotowania systemu elektroenergetycznego do wdrożenia PRE

Zarówno regulacje unijne, jak i krajowe wskazują kluczową rolę operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) w rozwoju elektromobilności. OSD muszą zintegrować w systemie nowe zdolności wytwarzania energii elektrycznej, jak i nowe obciążenia, będące wynikiem m.in. spodziewanego rozwoju rynku pojazdów elektrycznych.

Operatorzy sieci elektroenergetycznej odgrywają ważną rolę przy tworzeniu infrastruktury dla pojazdów elektrycznych. Rozwój punktów ładowania pojazdów elektrycznych nie jest możliwy bez przyłączenia tych punktów do sieci przez OSD, a to pociąga za sobą szereg inwestycji w sieć energetyczną (ze względu na znaczące dociążenie istniejących elementów sieci dystrybucyjnej; głównie wymiana lub rozbudowa transformatorów rozdzielczych oraz modernizacja lub budowa linii elektroenergetycznych). Powyższe może mieć szczególne znaczenie w następstwie technologicznego rozwoju stacji ładowania i rosnących oczekiwań klientów. Użytkownicy pojazdów elektrycznych chcą coraz szybciej ładować baterie. Wiąże się to z większym zapotrzebowaniem na moc i koniecznością modernizowania lub budowania nowoczesnej sieci energetycznej, która umożliwi pobranie potrzebnej energii elektrycznej rosnącej liczbie użytkowników w krótkim czasie.

Stacje ładowania są przyłączane do sieci elektroenergetycznych średnich (SN) i niskich napięć (nn). Do podstawowych przesłanek wyznaczających potrzeby i kierunki rozwoju elektroenergetycznej infrastruktury sieciowej można zaliczyć wiele czynników, zarówno technicznych, jak i prawno-ekonomicznych. Należy tu wymienić m.in.:

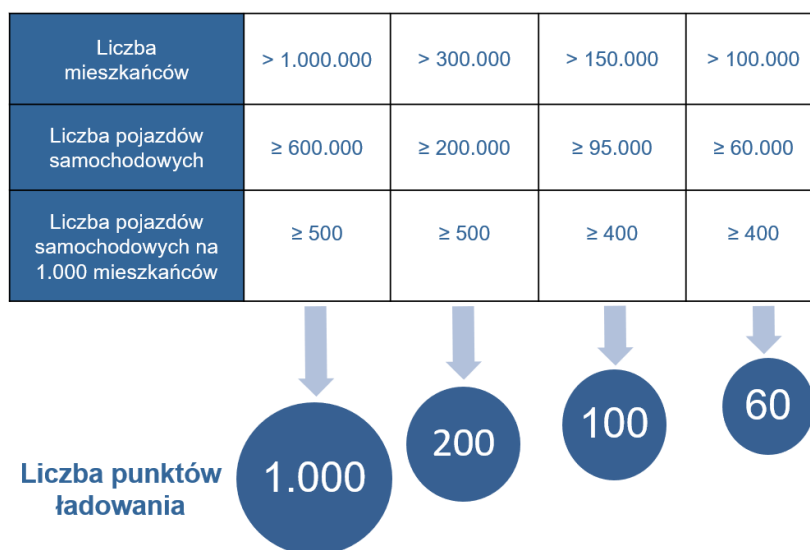
- możliwości techniczne przyłączania stacji ładowania szczególnie w przypadku sieci SN,
- rozwój zasobników lokalnych, mikrozasobników oraz zasobników mobilnych energii elektrycznej,
- rozwój i wdrożenie technologii inteligentnych sieci elektroenergetycznych (smart grids),
- uwarunkowania prawne procesu przyłączania,
- koszty modernizacji sieci w związku z elektryfikacją transportu.

Użytkowanie pojazdu elektrycznego wpisuje się w technologię inteligentnej sieci elektroenergetycznej, realizowanej przez OSD. Pojedynczy pojazd nie stanowi sam w sobie obiektu zainteresowania OSD, jednakże w przyszłości, przy większej liczbie pojazdów elektrycznych, należy wziąć pod uwagę ich agregację w sieci elektroenergetycznej. Z uwagi na powyższe warto szukać rozwiązań, które docelowo mogą stanowić wartość dodaną pojazdów elektrycznych dla sieci OSD, bądź możliwie minimalizować negatywne zjawiska w niej występujące. Odpowiedzią na tego typu problemy może być koncepcja Vehicle To Grid (V2G). Zgodnie z oczekiwaniami, pojazd,

stanowiący mobilny magazyn energii, będzie skomunikowany z siecią inteligentną lokalnego OSD. Dzięki dwustronnej komunikacji możliwe będzie zarządzanie cyklem ładowania i rozładowywania pojazdu podczas podłączenia do punktu ładowania. Tym samym docelowo pojazdy elektryczne mogłyby być wykorzystywane na potrzeby realizacji lokalnego bilansowania. Jednakże dużym wyzwaniem stojącym przed OSD w przyszłości będzie masowe korzystanie z pojazdów elektrycznych, które generować będzie znaczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną oraz nieprzewidywalność poboru energii na potrzeby ładowania w ciągu doby. Można tu jednak także upatrywać szansy dla lepszego bilansowania zapotrzebowania na energię elektryczną przy wykorzystaniu technologii V2G. Należy jednak wziąć pod uwagę wiele aspektów, które będą mieć znaczenie dla powodzenia tego procesu (m.in. zapewnienie komunikacji poprzez sieć IP z ładowanymi pojazdami, inwestycje w systemy i technologie informacyjne i komunikacyjne - ICT, implementacja systemów typu Demand Side Response)⁶⁰.

Ustawa o elektromobilności nakłada na OSD zadania przy tworzeniu ogólnodostępnych stacji ładowania w gminach, w przypadku, gdy minimalne cele wyznaczone w ustawie, dotyczące punktów ładowania, nie zostaną osiągnięte do końca 2020 r. W założeniu infrastruktura ta ma być rozwijana w pierwszej kolejności w oparciu o zasady rynkowe. Jeśli jednak minimalna liczba punktów ładowania wskazana w *ustawie o elektromobilności* nie zostanie osiągnięta, ciężar nie tylko przyłączenia, ale także rozwoju infrastruktury ładowania będzie spoczywał na OSD. Operatorzy systemów energetycznych odpowiedzialni są za opracowanie programów budowy ogólnodostępnych punktów ładowania, planowanie przedsięwzięć niezbędnych do przyłączenia tych punktów do sieci, a także jej rozbudowę i modernizację. Programy budowy punktów będą tworzone dla gmin, jeśli liczba mieszkańców danej miejscowości przekracza 100 tys., zostało w niej zarejestrowanych co najmniej 60 tys. pojazdów i 400 samochodów przypada na co najmniej 1000 mieszkańców danej gminy, co poglądowo przedstawiono na poniższym rysunku.

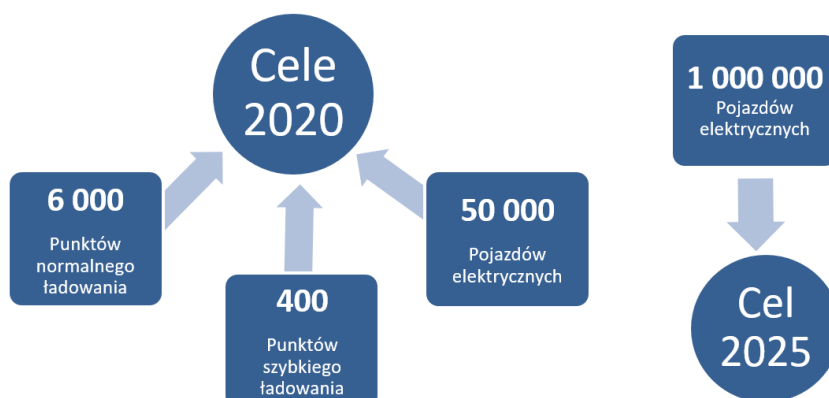
⁶⁰ Źródło: W. Drożdż (red.), *Elektromobilność w rozwoju miast*, PWN, 2018



Rysunek 15. Minimalna liczba punktów ładowania zainstalowanych do dnia 31.12.2020 roku w ogólnodostępnych stacjach ładowania zlokalizowanych w gminach⁶¹

Programy będą opracowywane na pięć lat i staną się częścią planu rozwoju danej gminy. Dokumenty powinny określać: liczbę planowanych ogólnodostępnych punktów ładowania, ich lokalizację i parametry techniczne, dostępne moce przyłączeniowe, przewidywane zapotrzebowanie na energię w transporcie drogowym oraz liczbę i parametry techniczne ogólnodostępnych punktów ładowania.

Rząd, podczas prac nad ustawą, zgodnie z tym co zostało zapisane w *Krajowych ramach*, zakładał, że na polskich drogach do 2025 roku pojawi się milion pojazdów elektrycznych, a do 2020 roku na obszarze 32 wybranych aglomeracji zbudowanych zostanie ponad 400 ogólnodostępnych punktów szybkiego ładowania i około 6000 punktów normalnego ładowania, które będą obsługiwały około 50 tys. pojazdów elektrycznych (rysunek poniżej).



Rysunek 16. Liczba punktów ładowania oraz liczba pojazdów elektrycznych⁶²

⁶¹ Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 11.01.2018 roku

⁶² Źródło: Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, 29.03.2017 r.

Rząd przewiduje, że firmy energetyczne zyskają na rozwoju elektromobilności, gdyż pojawi się szansa na zwiększenie sprzedaży i wejście na rynki zdominowane do tej pory przez koncerny paliwowe. Da to również impuls do budowy nowych sieci i infrastruktury (w tym smart grids) oraz rozwoju technologii magazynowania i zarządzania energią elektryczną. Poniżej zestawiono najważniejsze regulacje prawne i wynikające z nich zapisy, istotne z punktu widzenia przygotowania systemu elektroenergetycznego.

Tabela 2. Regulacje prawne dotyczące funkcjonowania elektromobilności w Polsce, istotne z punktu widzenia przygotowania systemu elektroenergetycznego do wdrożenia PRE 2016

Regulacje prawne dotyczące funkcjonowania elektromobilności w Polsce	
Dyrektywa Parlamentu Europejskiego 2014/94/UE z 22 października 2014 roku w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych	Wymagania UE dotyczące elektromobilności mówią o utworzeniu do 31 grudnia 2020 r. odpowiedniej liczby punktów dostępnych stacji ładowania energią elektryczną, aby pojazdy elektryczne mogły płynnie poruszać się przynajmniej w aglomeracjach gęsto zaludnionych. Dyrektywa ustanawia także swobodę kupowania energii elektrycznej przez operatorów punktów ładowania od dowolnego dostawcy w UE. Ponadto sankcjonuje doraźne ładowanie pojazdu elektrycznego bez zawierania umowy z dostawcą usługi ładowania. Współpraca pomiędzy OSD a operatorami ogólnodostępnych stacji ładowania ma się odbywać na niedyskryminacyjnych warunkach. Dyrektywa wprowadza także możliwość zakupu energii elektrycznej do celów użytkowania pojazdów elektrycznych od dowolnego dostawcy usługi ładowania.
Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 11 stycznia 2018 roku	Zgodnie z zapisami ustawy rozwój infrastruktury punktów ładowania podzielony jest na dwa etapy: 1) do 2020 r. - budowa ogólnodostępnych stacji ładowania oparta na zasadach rynkowych, 2) od 2020 r. - budowa przez OSD ogólnodostępnych stacji ładowania na terenach, gdzie liczba punktów ładowania (do 2020 r.) będzie niższa niż zakładana w <i>Krajowych ramach</i> . Liczba punktów ładowania, która powinna zostać wybudowana zgodnie z ww. etapami określona jest w ustawie i zależy od liczby mieszkańców danej miejscowości oraz liczby samochodów przypadających na 1 tys. mieszkańców. Ustawa wprowadza obowiązek dla instytucji publicznych udziału pojazdów niskoemisyjnych we flotach na poziomie co najmniej 50% do 2025 r. W regulacji pojawiają się także liczne propozycje instrumentów wsparcia oraz zachęt.
Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce przyjęty 17 marca 2017 roku	Dokument pokazuje obszary i fazy rozwoju elektromobilności w perspektywie do roku 2025 r. wraz z propozycją działań i instrumentów wsparcia. Plan postuluje osiągnięcie 1 mln aut elektrycznych w 2025 r., co według wyliczeń Ministerstwa Energii, stworzy popyt na 4,3 TWh energii elektrycznej rocznie.
Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych z 29 marca 2017 roku	Dokument zawiera ocenę obecnego stanu infrastruktury paliw alternatywnych (w tym infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych) oraz określa cele i narzędzia dalszego rozwoju tej infrastruktury. Znajduje się tu m.in. lista aglomeracji, w których mają powstać publicznie dostępne punkty ładowania pojazdów elektrycznych i punkty tankowania CNG.
Ustawa o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw	Ustawa powołuje Fundusz Niskoemisyjnego Transportu jako instrument finansowego wsparcia rozwoju transportu

Regulacje prawne dotyczące funkcjonowania elektromobilności w Polsce	
z 6 czerwca 2018 roku	niskoemisyjnego, w tym m.in. producentów i użytkowników pojazdów napędzanych energią elektryczną.
Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040) z 23 listopada 2018 roku	Strategia państwa w zakresie energetyki – stanowi odpowiedź na najważniejsze wyzwania stojące przed polską energetyką w najbliższych dziesięcioleciach oraz wyznacza kierunki rozwoju sektora energii z uwzględnieniem zadań niezbędnych do realizacji w perspektywie krótkookresowej.

Rozwój i właściwe funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego są kluczowe dla tempa wprowadzania floty pojazdów elektrycznych w Polsce. Sektor dystrybucji energii elektrycznej jest najbardziej narażony na potencjalne, negatywne interakcje z przyszłą, rozległą infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych.

Plany rozwoju operatorów odpowiadają na stały wzrost zapotrzebowania na energię, dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii oraz wyzwania związane z rozwojem elektromobilności. Jednocześnie należy wskazać, iż realizacja inwestycji w infrastrukturę sieciową obarczona jest ryzykiem ich terminowego wykonania. Do najistotniejszych problemów związanych z procesem realizacji inwestycji infrastrukturalnych zaliczyć można problemy formalno-prawne związane z uzyskaniem zgód i pozwoleń, w szczególności przy budowie nowych lub modernizacji istniejących linii elektroenergetycznych. Realizacja tych inwestycji wiąże się w większości przypadków z obowiązkiem uzyskania zgód formalno-prawnych (m.in. prawa do dysponowania nieruchomościami znajdującymi się na trasie przedmiotowej inwestycji) umożliwiających ich realizację (uzyskanie pozwolenia na budowę). Obowiązujące obecnie przepisy prawa powodują, iż niejednokrotnie sprzeciw właścicieli nieruchomości, na której posadowiona ma być niewielka tylko część odcinka linii lub wygórowane oczekiwania co do wysokości odszkodowania (np. kilkakrotnie przewyższające wysokość wycen dokonanych przez niezależnych biegłych rzeczoznawców), skutecznie wydłużają terminy realizacji inwestycji, czy wręcz uniemożliwiają jej wykonanie w zaplanowanym zakresie. Dlatego dla skutecznego realizowania inwestycji infrastrukturalnych na potrzeby rozwoju elektromobilności, konieczne jest wprowadzenie specustawy o realizacji strategicznych inwestycji w zakresie sieci dystrybucyjnych, analogicznie do tej, jaka obowiązuje w przypadku sieci przesyłowych. Taka regulacja pozwoliłaby na sprawne prowadzenie procesu inwestycyjnego i przyłączanie nowych punktów ładowania. Na podstawie przeprowadzonej analizy można wyciągnąć wnioski, że z perspektywy OSD rozwiązanie problemów związanych z aspektami formalno-prawnymi prowadzenia inwestycji sieciowych, jest znacznie istotniejszą kwestią, niż zagadnienia techniczne i ekonomiczne rozwoju elektromobilności.

Kolejnym istotnym problemem, mającym wpływ na tempo realizowanych inwestycji, jest konieczność uzyskania zgód i pozwoleń środowiskowych. Rosnące wymogi w zakresie ochrony zwierząt oraz roślin, i tym samym coraz bardziej rygorystyczne warunki, które

muszą zostać spełnione przez inwestora, mogą wpływać niekorzystnie na realizację inwestycji zgodnie z przyjętym harmonogramem. Wydanie pozytywnej opinii musi zostać niejednokrotnie poprzedzone długimi badaniami, np. migracji godowej wybranych zwierząt lub przedstawieniem rozbudowanych analiz możliwości wpływu powstającej infrastruktury na potencjalne zakłócenie symbiozy w przyrodzie.

Wymienione wyżej zewnętrzne czynniki ryzyka, pomimo dokładania przez OSD wszelkich starań w zakresie minimalizacji ich negatywnego oddziaływania, mają charakter powtarzalny, tzn. występują praktycznie przy realizacji każdej większej inwestycji liniowej i punktowej. Niestety konsekwencją tego są opóźnienia w planowanej modernizacji sieci, co stwarza ryzyko niedochowania wymaganych przez inwestorów harmonogramów przyłączania. Nie bez znaczenia jest również fakt, że obecne sieci dystrybucyjne budowane były, często wiele lat wcześniej, przy obowiązującym wówczas założeniu jednokierunkowego przepływu mocy od źródła do odbiorcy.

Wśród potencjalnych zagrożeń technologicznych, związanych z rozwojem floty pojazdów elektrycznych na funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej, można wskazać przede wszystkim znaczące dociążenie istniejących elementów sieci dystrybucyjnej, głównie istniejących transformatorów rozdzielczych oraz linii elektroenergetycznych, lokalne zwiększenie zapotrzebowania na moc czynną i bierną oraz zmianę profilu obciążenia dobowego. Istotny jest także wpływ infrastruktury ładowania na jakość energii elektrycznej, w tym zwiększenie spadków napięcia w sieci dystrybucyjnej i wzrost odkształceń napięcia wynikający ze wzrostu liczby odbiorników nieliniowych przyłączonych do KSE na poziomie sieci średniego napięcia. Problemy związane z wpływem infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych na jakość energii elektrycznej w sieci będą narastać wraz ze zwiększaniem się liczby i mocy stacji ładowania w kolejnych latach.

Na potrzeby opracowania niniejszego raportu zostały przeprowadzone wywiady bezpośrednie z przedstawicielami OSD i OSP mające na celu zebranie informacji dotyczących aktualnego stanu wdrożenia elektromobilności w Polsce z perspektywy przedsiębiorstw energetycznych. Celem badania było przede wszystkim zidentyfikowanie barier elektryfikacji transportu, wynikających z ograniczeń sieci elektroenergetycznej, a także oszacowanie kosztów modernizacji sieci energetycznej w Polsce oraz określenie, jaki wpływ na krajowy popyt na energię będzie mieć elektryfikacja sektora transportu. Poniżej przedstawiono pytania, które zadano tej grupie w czasie wywiadów, oraz zagregowane odpowiedzi.

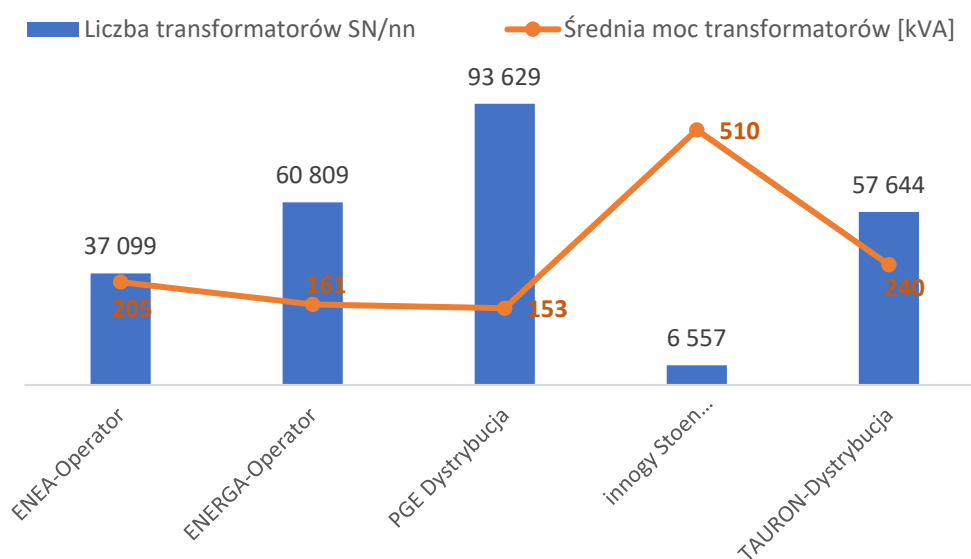
Czy szacują Państwo, jak wzrośnie obciążenie sieci przesyłowej po wprowadzeniu 1 miliona oraz 40 milionów samochodów elektrycznych?

W ramach działań operatora systemu przesyłowego (OSP) wykonywane są analizy wpływu wzrostu liczby samochodów elektrycznych na zmiany zapotrzebowania na moc i energię w systemie elektroenergetycznym. Zakładane są różne scenariusze rozwoju

elektromobilności w Polsce w zależności m.in. od tempa wzrostu liczby samochodów elektrycznych, udziału poszczególnych grup tych samochodów oraz zmian zachowań ich użytkowników. Obecny wpływ eksploatowanych pojazdów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny jest niezauważalny. Szacuje się, że w najbliższych latach podstawowym czynnikiem wynikającym z rozwoju elektromobilności, wpływającym (w szczególności lokalnie) na zmianę dobowego profilu zapotrzebowania, będzie wzrost liczby autobusów elektrycznych obsługujących transport publiczny w miastach, ładowanych za pomocą szybkich ładowarek w ciągu dnia, w tym w godzinach szczytu zapotrzebowania na energię. OSP na podstawie przeprowadzonych analiz wnioskuje, że rozwój elektromobilności w Polsce i związany z nim wzrost zapotrzebowania na moc i energię elektryczną stanie się wyraźnie widoczny począwszy od lat 30-tych.

OSD również wykonują analizy na różnym poziomie szczegółowości. W jednym z OSD wykonano analizę, która dostarczyła informacji w ilu stacjach transformatorowych na terenie miast z obszaru jego działania, jest dostępna moc 50 kW, która mogłaby zostać wykorzystana na przyłączenie stacji ładowania. Wyniki analizy wskazują, że w większości stacji transformatorowych istnieje możliwość dodatkowego obciążenia transformatorów mocą 150 kW, bo w większości przypadków obecne transformatory nie są dociążone. Gorzej wygląda sytuacja w przypadku stacji ładowania dla autobusów. Budowa stacji ładowania 350-500 kW w zakresie istniejącej infrastruktury nie jest możliwa i wymaga realizowania dodatkowych planów inwestycyjnych.

Uzupełniając ten temat, na poniższym rysunku przedstawiono analizę obciążenia istniejących stacji transformatorowych SN/nn poszczególnych OSD (ten parametr stacji transformatorowej decyduje o możliwości przyłączenia stacji ładowania).



Rysunek 17. Średnie moce transformatorów SN/nn⁶³

⁶³ Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018 r.

Z analizy wynika, że największe moce transformatorów są w aglomeracjach miejskich. W przypadku Warszawy jest to ponad 500 kVA, podobne wartości można byłoby wskazać także w Gdańsku i Gdyni. W pozostałych dużych miastach są to wartości około 300-400 kVA (analizy własne).

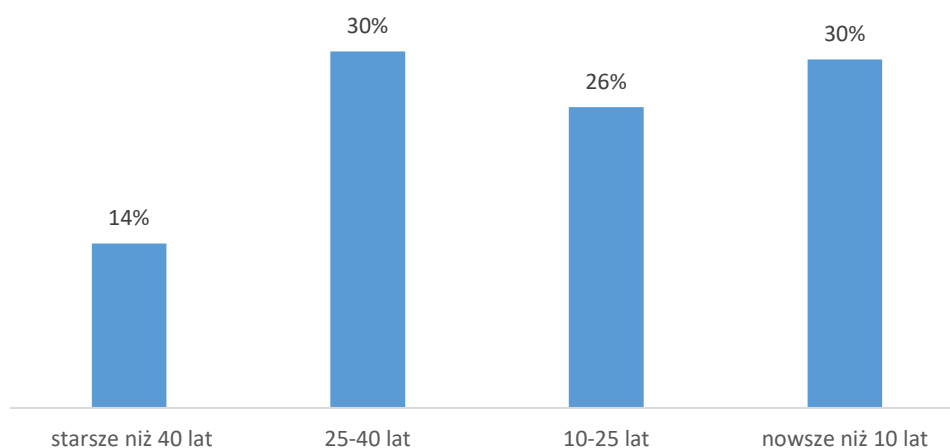
W celu obliczenia średniego stopnia obciążenia transformatora SN/nn można skorzystać z następującego wzoru:

$$k = \frac{E_{snn}}{\sum S_{tr} \times \cos \varphi \times T}$$

gdzie:

- k - średni stopień obciążenia transformatora SN/nn
- E_{snn} [MWh] - energia elektryczna sprzedana w ciągu roku na niskim napięciu w taryfach C, G i R, zgodnie ze sprawozdaniem G.10.4
- $\sum S_{tr}$ [MVA] - suma mocy transformatorów sieciowych (SN/nn) pracujących w danym roku (bez transformatorów rezerwowych w magazynach), zgodnie ze sprawozdaniem G.10.5
- $\cos \varphi$ - założony współczynnik mocy = 0,90
- T [h] - roczny czas pracy transformatora (T=8760 h)

Obliczone w ten sposób średnie obciążenie transformatorów SN/nn w Polsce jest na poziomie 15%. Zakładając, że maksymalne obciążenie transformatorów jest 2,5-3 razy większe niż obciążenie średnie widać, że w wielu miejscach przyłączenie stacji ładowania nie będzie wymagało przebudowy sieci. Ważną cechą transformatorów jest również ich wiek. Jak pokazano na poniższym rysunku, znaczna część transformatorów przekroczyła 25 lat.



Rysunek 18. Statystyka wiekowa transformatorów SN/nn⁶⁴

⁶⁴ Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018

Czy prowadzone prace konserwacyjne oraz rozbudowa Państwa sieci uwzględnia stopniowy rozwój pojazdów elektrycznych?

OSP i OSD w planach rozwoju sieci uwzględniają stopniowy rozwój pojazdów elektrycznych. OSD w obecnej chwili przede wszystkim dostosowują się do wymagań, jakie wynikają z ustawy o elektromobilności i przepisów prawa.

Co Państwa zdaniem jest największym problemem przy dostosowaniu sieci przesyłowej do sytuacji pełnej elektryfikacji transportu samochodowego?

Zdaniem OSP największym wyzwaniem jest zmiana rozkładu obciążenia, która będzie miała bezpośredni wpływ na potrzeby tworzenia odpowiednich planów inwestycyjnych. Będzie to szczególnie widoczne w sieciach dystrybucyjnych. Wpływ samochodów elektrycznych na sieć przesyłową będzie w dużym stopniu łagodzony przez równoczesny rozwój źródeł rozproszonych przyłączanych do sieci niższych napięć.

Co Państwa zdaniem jest największym problemem przy rozwoju infrastruktury ładowania?

Z punktu widzenia OSD zagrożeniem dla przygotowania infrastruktury sieciowej do rozwoju elektromobilności mogą być problemy formalno-prawne z prowadzeniem inwestycji (problem z dostępem do terenu pod budowę sieci). Obecnie nie ma przepisów, które by ułatwiały realizowanie inwestycji przez OSD w celu przyłączenia punktów ładowania pojazdów elektrycznych, zgodnie z celami wyznaczonymi ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Innym problemem, wskazywanym przez OSD, są również różnorodne prognozy dotyczące rozwoju pojazdów elektrycznych, a co się z tym wiąże, liczbą potrzebnych punktów ładowania, ich lokalizacją oraz horyzontem czasowym ich budowy.

Ile czasu oraz jaki nakład finansowy jest wymagany, aby przystosować sieć dystrybucyjną do w pełni zelektryfikowanego transportu samochodowego?

OSD nie są w stanie odpowiedzieć jednoznacznie na to pytanie - wymaga to bowiem szczegółowych analiz. Trwają prace nad wyznaczeniem docelowej wartości punktów ładowania. Szczegółowe obliczenia w zakresie niezbędnych nakładów finansowych na przystosowanie sieci dystrybucyjnej do rozwoju infrastruktury na potrzeby ładowania będą przeprowadzone w zależności od liczby punktów ładowania, które mają powstać lub mają zostać przyłączone do sieci, oraz i ich lokalizacji.

Czy planują Państwo wprowadzanie magazynów energii do swojej sieci dystrybucyjnej w celu jej odciążenia w okresach największego dziennego poboru prądu?

Z technicznej perspektywy przyłączenie magazynów energii do sieci może stanowić środek zaradczy poprawiający bilans mocy w KSE. Magazyny mogą ładować się w dolinie zapotrzebowania i oddawać energię w czasie pików zapotrzebowania na moc, wynikających także z ładowania samochodów elektrycznych. Niemniej jednak

rozwiązania takie muszą być opłacalne ekonomicznie, więc dla osiągnięcia takiego efektu konieczne jest m.in. stosowanie taryf dynamicznych. Duży potencjał, z punktu widzenia optymalizacji działania sieci, ma instalowanie magazynów energii przy samych stacjach ładowania. Takie rozwiązanie pozwala odciążyć bezpośrednio sieć dystrybucyjną i np. ograniczyć potrzebę jej rozbudowy.

W obecnej chwili istotnym ograniczeniem stosowania zasobników energii są wysokie koszty instalacji oraz ramy prawne, które nie pozwalają wliczyć inwestycji w budowę magazynu energii w koszty uzasadnione OSD. Ponadto, jak wykazały analizy przeprowadzone przez OSD, aktualnie wiele stacji dysponuje mocą wystarczającą do przyłączenia punktów ładowania pojazdów elektrycznych.

W przyszłości, przy większym stopniu elektryfikacji transportu, budowa magazynu energii będzie mieć uzasadnienie. Wówczas decyzje biznesowe częściej mogą wskazywać na budowę magazynu, jako rozwiązania bardziej opłacanego ekonomicznie niż budowa, czy modernizacja sieci energetycznej. Niemniej jednak wpływ takich inwestycji będzie głównie widoczny w odciążeniu sieci dystrybucyjnych.

Jak szacują Państwo wzrost liczby punktów i stacji ładowania w obrębie swojej sieci dystrybucyjnej na przestrzeni najbliższych kilku lat?

OSD bazują w tym zakresie na *Krajowych ramach oraz ustawie o elektromobilności*. Decydujące znaczenie ma skala takich inwestycji, w tym moc magazynów i ich lokalizacja.

Czy rozwój odnawialnych źródeł energii przyczyni się do odciążenia sieci przesyłowej, czy będzie raczej utrudniał przesył energii?

Poszczególne technologie OZE charakteryzują się odmienną specyfiką pracy. Ich rozwój w zależności od technologii oraz miejsca w systemie może zupełnie inaczej wpływać na warunki pracy sieci i każdy przypadek (w tym obszar) musi być analizowany indywidualnie.

Źródła OZE mają duży wpływ na plany rozwoju sieci – zarówno przesyłowych, jak i dystrybucyjnych. Dla przykładu wpływ OZE o dużej mocy takich jak elektrownie wiatrowe, których położenie nie jest skorelowane z odbiorcami energii, wymaga realizacji dodatkowych inwestycji sieciowych. Natomiast lokalne, niewielkie rozproszone źródła OZE, szczególnie zlokalizowane bezpośrednio przy odbiorcach energii mogą odciążać tę sieć.

Jeśli mówimy o rozwoju OZE w kontekście stacji ładowania, to należy zaznaczyć, że małe OZE są i będą powstawać na peryferiach miast, na wsiach, nie w centrach dużych aglomeracji. Stąd wydaje się, że naturalnej współpracy między nimi nie będzie. Duża w tym rola operatorów, aby produkcję energii z OZE i pobór w stacjach ładowania, bilansować zarządzaniem siecią.

Rok po wejściu w życie *ustawy o elektromobilności* spółki energetyczne ruszyły z realizacją wielu projektów w tym obszarze. By przygotować się na różne scenariusze rozwoju, Polskie Sieci Elektroenergetyczne badają perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce i jej wpływ na KSE. PSE Innowacje opracowały różne warianty tempa rozwoju rynku pojazdów elektrycznych w Polsce. Dzięki temu możliwe jest modelowanie popytu na ładowanie aut w ciągu doby oraz optymalne rozmieszczenie punktów ładowania. To z kolei pozwala na przygotowanie dokładniejszych prognoz zapotrzebowania na moc w Polsce w perspektywie najbliższych kilkunastu lat, a w dalszej perspektywie wykorzystanie pojazdów elektrycznych jako przenośnych magazynów energii.

Pracownicy Enei Operator biorą natomiast udział m.in. w spotkaniach dotyczących własności intelektualnej, elektromobilności i innowacji w OSD organizowanych m.in. przez Ministerstwo Energii oraz Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii. Przykładem jest współpraca przy projekcie „e-VAN” dotyczącym opracowania polskiego elektrycznego samochodu dostawczego, który został zainicjowany przez NCBR oraz Ministerstwo Energii. Spółka jest też mecenasem publikacji pt. „Elektromobilność w rozwoju miast”. Warto też wspomnieć o organizacji konferencji „Elektromobilność w nowoczesnych metropoliach” w ramach Forum Innowacyjnej Energetyki #EnergInn1.0 podczas targów EXPOPOWER 2018 organizowanych na Międzynarodowych Targach Poznańskich. W tym roku odbędzie się druga edycja konferencji.

Energa-Operator wspiera rozwój elektromobilności poprzez udział, podobnie jak pozostałe spółki, w innowacyjnych projektach, m.in. w projekcie „e-VAN”. Podejmuje także szereg działań sprzyjających rozwojowi elektromobilności np. poprzez stworzenie warunków do szybszego rozwoju branży pojazdów elektrycznych dzięki optymalizacji procesu przyłączeniowego infrastruktury ładowania pojazdów. W najbliższych latach Energa-Operator zamierza wspierać rozwój elektromobilności m.in. poprzez inicjatywy sprzyjające rozwojowi infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych na swoim obszarze działania, a także poprzez budowę stacji ładowania pojazdów elektrycznych na potrzeby własnej floty pojazdów elektrycznych na terenie obiektów należących do spółki.

W PGE Dystrybucja realizowano w 2018 roku projekt „Układ ładowania pojazdów elektrycznych zintegrowany z infrastrukturą oświetleniową”. Obecnie trwają prace związane z obszarami dotyczącymi modelu rozliczeń i związanego z nim dostosowania do wymagań projektu systemu SCADA oraz systemu klasy AMI. W ramach przedsięwzięcia „Transport zeroemisyjny” prowadzone obecnie prace mają na celu zebranie danych eksploatacyjnych z pojazdów elektrycznych. Dane te posłużą do opracowania wytycznych dotyczących ich użytkowania, które usprawnią i zoptymalizują przyszły proces transformacji floty ze spalinowej, na elektryczną. Spółka uczestniczy także w projekcie „e-VAN”.

Tauron Dystrybucja i Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej w Jaworznie, które eksploatuje już ponad 20 autobusów elektrycznych, uruchomiły wspólnie pierwszą w Polsce stację ładowania i szybkiej wymiany baterii. Autobus elektryczny wjeżdża tam do hangaru, gdzie znajduje się stacja ładowania i wymiany baterii. Po uruchomieniu instalacji, specjalne roboty wyjmują z niego wszystkie rozładowane baterie, a następnie instalują nowe – wcześniej naładowane. Cały proces trwa kilka minut. Autobus rusza w trasę z nowym kompletem baterii, a te wyjęte w tym czasie się ładują. Do ich ponownego całkowitego naładowania potrzeba około 2-3 godzin. Proces wymiany baterii jest całkowicie zautomatyzowany. Podobnie jak pozostałe spółki energetyczne, Tauron Dystrybucja współpracuje z NCBR w ramach programu „e-VAN”, który ma pomóc w stworzeniu innowacyjnych i bezemisyjnych pojazdów użytkowych.

Elektromobilność jest jednym z obszarów, w które od dłuższego czasu inwestuje również innogy Stoen Operator. W 2018 roku do sieci przyłączone zostały 23 punkty ładowania pojazdów elektrycznych. Obecnie do sieci innogy Stoen Operator podłączone są 54 tego typu stacje. Ogólnodostępnych punktów ładowania, z których może skorzystać każdy warszawiak, jest łącznie 11. Dodatkowo do dyspozycji Miejskich Zakładów Autobusowych w Warszawie są także cztery punkty dla infrastruktury ładowania drogowego transportu zbiorowego. Rośnie też liczba zapytań dotyczących przyłączenia do sieci punktów ładujących pojazdy elektryczne. W ciągu ostatnich dwóch lat innogy Stoen Operator wydało 16 warunków przyłączeniowych dla ogólnodostępnych stacji ładowania oraz 13 dla pozostałych stacji, montowanych na indywidualne zamówienie. Ponadto wydano osiem warunków dla ogólnodostępnych stacji ładowania dla sieci paliw o łącznej mocy około 1,1 MW oraz kolejnych siedem dla ogólnodostępnych stacji ładowania na parkingach P+R.

W celu ułatwienia inwestorom zainteresowanym budową punktów ładowania pojazdów elektrycznych, przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, OSD zrzeszeni w Polskim Towarzystwie Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej, przygotowali zestawienie najważniejszych informacji, dotyczących całego procesu przyłączania do sieci elektroenergetycznych punktów ładowania samochodów elektrycznych.

Przyłączenie do sieci elektroenergetycznej punktu ładowania pojazdów elektrycznych odbywa się wg następującej procedury:

- Złożenie przez inwestora do OSD wypełnionego Wniosku o określenie warunków przyłączenia do sieci dystrybucyjnej wraz z kompletem wymaganych dokumentów (formularz wniosku udostępnia OSD na stronie internetowej oraz w punkcie obsługi klienta dystrybucyjnego).
- Wydanie przez OSD dla inwestora warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, w terminie określonym dla danej grupy przyłączeniowej.

- Podpisanie przez inwestora oraz OSD umowy o przyłączenie do sieci (projekt umowy przedstawia OSD); opłata za przyłączenie określana jest przez OSD zgodnie z zasadami opisanymi w taryfie dla dystrybucji energii OSD.
- Realizacja przez OSD oraz inwestora umowy o przyłączenie do sieci.
- Zgłoszenie przez inwestora do OSD gotowości instalacji odbiorczej inwestora do przyłączenia do sieci elektroenergetycznej.
- Przyłączenie punktu ładowania samochodów elektrycznych do sieci OSD po realizacji zadań wymienionych w umowie przyłączeniowej.

O przyłączenie do sieci może ubiegać się podmiot, który posiada tytuł prawny do korzystania z obiektu, np. akt własności, umowę najmu lub dzierżawy. Proces przyłączenia punktu ładowania samochodów elektrycznych do sieci elektroenergetycznej rozpoczyna się od złożenia do właściwego OSD wypełnionego wniosku.

Jeżeli inwestor planuje na terenie danego OSD budowę więcej niż jednego punktu ładowania samochodów elektrycznych, to na każdy punkt należy złożyć odrębny wniosek. Jednak w przypadku, gdy punkty te mają być zlokalizowane w niedużej odległości od siebie, zalecane jest, aby przed złożeniem wniosku, inwestor skontaktował się z OSD w celu wyboru optymalnych miejsc instalacji punktów ładowania samochodów elektrycznych, zarówno pod kątem wymagań inwestora, jak i możliwości OSD. Może to w znaczący sposób wpłynąć np. na czas przyłączenia do sieci, który jest zależny od wielu czynników, w tym niezależnych od OSD i może wynosić od kilku tygodni do nawet kilkunastu miesięcy.

Przyłączane do sieci punkty ładowania samochodów elektrycznych muszą spełniać wymagania norm i przepisów m.in. w zakresie bezpieczeństwa użytkowania, parametrów jakościowych, w tym nie wprowadzania zaburzeń do sieci elektroenergetycznych itp.

W przypadku przyłączania do sieci elektroenergetycznych punktów szybkiego ładowania samochodów elektrycznych lub zespołu stacji ładowania, wymagających większej mocy przyłączeniowej, możliwe jest również przyłączenie do sieci średniego napięcia poprzez stację transformatorową należącą do inwestora (tzw. stacja abonencka).

Punkty ładowania samochodów elektrycznych, jak każdy obiekt przyłączany do sieci elektroenergetycznych, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa, muszą być obowiązkowo wyposażone w odpowiedni układ pomiarowo-rozliczeniowy zapewniony oraz instalowany przez OSD. Stąd niezbędne jest zapewnienie odpowiedniego miejsca na zainstalowanie tego układu wraz z zabezpieczeniami. Miejsce to może być zlokalizowane np. w samym punkcie ładowania samochodów elektrycznych, osobnym nowym „złączu” wybudowanym przez OSD lub istniejącym „złączu” po jego modernizacji przez OSD (uzależnione jest to m.in. od usytuowania punktu ładowania, uwarunkowań technicznych sieci, uwarunkowań przestrzennych itp.). W przypadku nowego złącza,

miejsce jego usytuowania będzie uzgadniane przez OSD z inwestorem, w celu zapewnienia optymalnego posadowienia złącza, w tym również w stosunku do miejsca instalacji samego punktu ładowania. Granica stron będzie określona w wydanych przez OSD warunkach przyłączenia do sieci oraz zawartej umowie o przyłączenie do sieci dystrybucyjnej.

Z kierunków obecnie prowadzonych analiz wynika, że OSD nastawiają się na lokalizację stacji ładowania w dużych aglomeracjach miejskich (zgodnie z wytycznymi *ustawy o elektromobilności* i oraz *Krajowych ram*) i mają na uwadze w szczególności zaspokajanie potrzeb samochodów flotowych i pojazdów komunikacji zbiorowej. Budowa nielicznych miejskich stacji ładowania, nie wpływa istotnie na konieczność rozbudowy sieci elektroenergetycznych. Jednak, jeżeli w przyszłości udział pojazdów zasilanych energią elektryczną będzie znaczący, to budowa dużych (wielostanowiskowych) i szybkich stacji ładowania, będzie wymagała istotnej rozbudowy sieci i znacznych nakładów finansowych.

6.2.2. Ocena dynamiki elektryfikacji sektora transportu w stosunku do prognoz

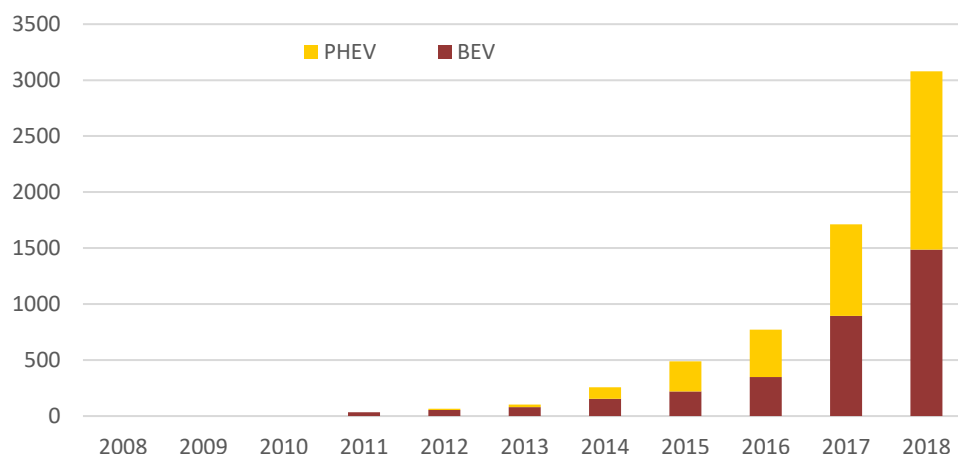
W *PRE 2016* założono, że rozwój elektromobilności będzie następował w trzech fazach. W fazie I (do 2018 r.) miały zostać opracowane podstawy regulacyjne dla rozwoju elektromobilności, co zostało zrealizowane. W fazie II (2018-2020) zakłada się powstanie infrastruktury ładowania, intensyfikację zachęt do zakupu pojazdów elektrycznych oraz uruchomienie produkcji krótkich serii pojazdów elektrycznych. W fazie III (2020-2025) ma nastąpić osiągnięcie dojrzałości przez rynek elektromobilności tj. oczekuje się, że wytwarzane będą przez polski przemysł wysokiej jakości podzespoły dla pojazdów elektrycznych, uruchomiona zostanie produkcja pojazdów oraz niezbędnego oprzyrządowania.

Oceniając dynamikę dotychczasowej elektryfikacji sektora transportu w Polsce, dokonano przeglądu stanu floty pojazdów elektrycznych oraz stanu infrastruktury służącej do ładowania tych pojazdów.

Flota pojazdów elektrycznych

W celu oceny dynamiki elektryfikacji sektora transportu w Polsce, w pierwszej kolejności przeanalizowano dane dotyczące stanu floty pojazdów elektrycznych w okresie 2008-2018. Dane pochodzą z serwisu internetowego *European Alternative Fuels Observatory* prowadzonego przez Komisję Europejską.

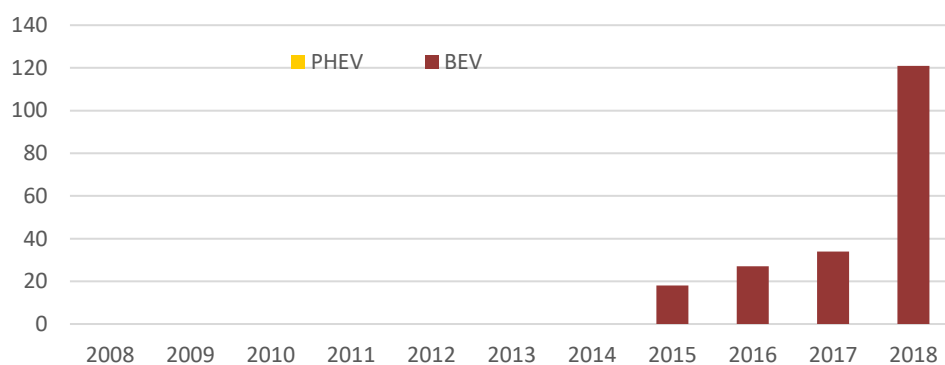
Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w analizowanym okresie, w podziale na pojazdy BEV i PHEV, przedstawiono na wykresie poniżej.



Rysunek 19. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Polsce⁶⁵

Dostępne dane wskazują na dobrą dynamikę wzrostu liczby pojazdów elektrycznych w segmencie samochodów osobowych, począwszy od pierwszych rejestracji w roku 2011 (pojazdy BEV) i 2012 (pojazdy PHEV). Dla obu kategorii stan floty istotnie zwiększa się w układzie rok do roku, a sumaryczny wskaźnik dynamiki wzrostu dla segmentu wynosi od 1,58 do 2,50.

Stan floty elektrycznych samochodów dostawczych w analizowanym okresie przedstawiono na wykresie poniżej. Według dostępnych informacji wszystkie zarejestrowane elektryczne samochody dostawcze były pojazdami kategorii BEV.



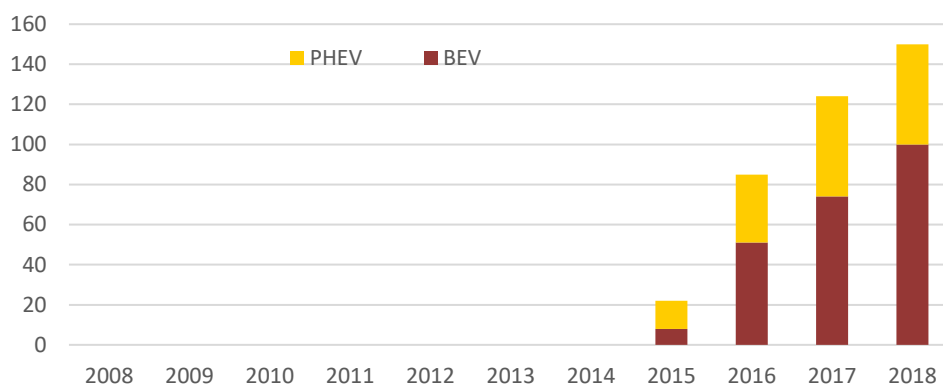
Rysunek 20. Stan floty elektrycznych samochodów dostawczych w Polsce⁶⁶

Pierwsze rejestracje elektrycznych samochodów dostawczych odnotowano w roku 2015. Od tego czasu stan floty systematycznie zwiększa się w układzie rok do roku, przy czym największy wskaźnik dynamiki wzrostu odnotowano dla lat 2018/2017 – wynosił on 3,56.

Stan floty autobusów elektrycznych w analizowanym okresie, w podziale na pojazdy BEV i PHEV, przedstawiono na wykresie poniżej.

⁶⁵ Źródło: opracowano na podstawie European Alternative Fuels Observatory <https://www.eafo.eu> [dostęp w dniu 15.03.2019 r.]

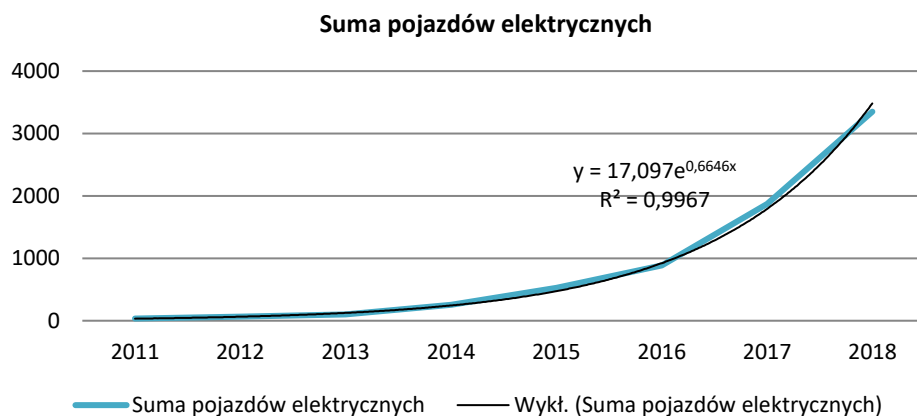
⁶⁶ Źródło: opracowano na podstawie European Alternative Fuels Observatory <https://www.eafo.eu> [dostęp w dniu 15.03.2019 r.]



Rysunek 21. Stan floty autobusów elektrycznych w Polsce⁶⁷

Pierwsze rejestracje autobusów elektrycznych odnotowano w roku 2015. Od tego czasu stan floty systematycznie zwiększa się w układzie rok do roku, zarówno w kategorii BEV, jak i PHEV. Największy wskaźnik dynamiki wzrostu w segmencie autobusów odnotowano dla lat 2015/2016 – wynosił on 3,86.

Podsumowując zaprezentowane dane na temat stanu floty należy stwierdzić, że proces elektryfikacji transportu drogowego w Polsce znajduje się obecnie na wstępnym etapie rozwoju. Pierwsze rejestracje samochodów osobowych miały miejsce w roku 2011, a samochodów dostawczych i autobusów w roku 2015. W kolejnych latach obserwowano systematyczne, aczkolwiek zróżnicowane przyrosty w poszczególnych kategoriach i segmentach pojazdów. Dla sumy wszystkich pojazdów elektrycznych obserwowany jest pozytywny trend wzrostowy, co zobrazowano na wykresie poniżej.



Rysunek 22. Trend wzrostowy dla sumy pojazdów elektrycznych w Polsce w latach 2011-2018

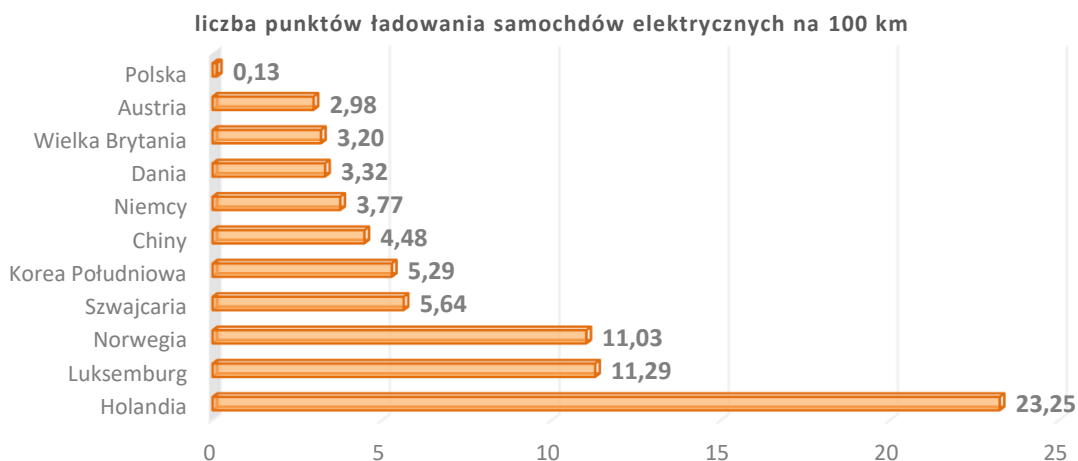
Obserwowany trend wzrostowy najlepiej opisywany jest przez zależność wykładniczą, dla której uzyskano wysoką wartość współczynnika determinacji $R^2 = 0,9967$.

⁶⁷ Źródło: opracowano na podstawie European Alternative Fuels Observatory <https://www.eafo.eu> [dostęp w dniu 15.03.2019 r.]

Stacje ładowania pojazdów elektrycznych

Elementem, który determinuje rozwój elektromobilności jest sieć punktów ładowania pojazdów elektrycznych. Bez rozwiniętej sieci punktów ładowania (również szybkich) samochody elektryczne mogą być jedynie pojazdami miejskimi – używanymi na ograniczonym obszarze.

Podsumowanie danych o liczbie ładowarek w różnych krajach można znaleźć w raporcie brytyjskiej firmy GoCompare, pt. „Electric Avenues”⁶⁸. Analizowano w nim infrastrukturę ładowania w krajach członkowskich Międzynarodowej Agencji Energii, więc również w Polsce. Celem autorów było wskazanie, które sieci drogowe są najlepiej przygotowane do użytkowania aut elektrycznych. Według tego raportu w Polsce na koniec 2017 roku znajdowały się 552 punkty ładowania, z czego 142 to tzw. szybkie ładowarki. Przeliczenie tej liczby na długość dróg w Polsce daje wskaźnik 0,13 stacji na każde 100 km dróg. Dla porównania kraje z pierwszej dziesiątki rankingu osiągają współczynnik w przedziale 23,25-2,98. Na czołowych miejscach plasują się: Holandia, Luksemburg i Norwegia – wszystkie z wynikami dwucyfrowymi.

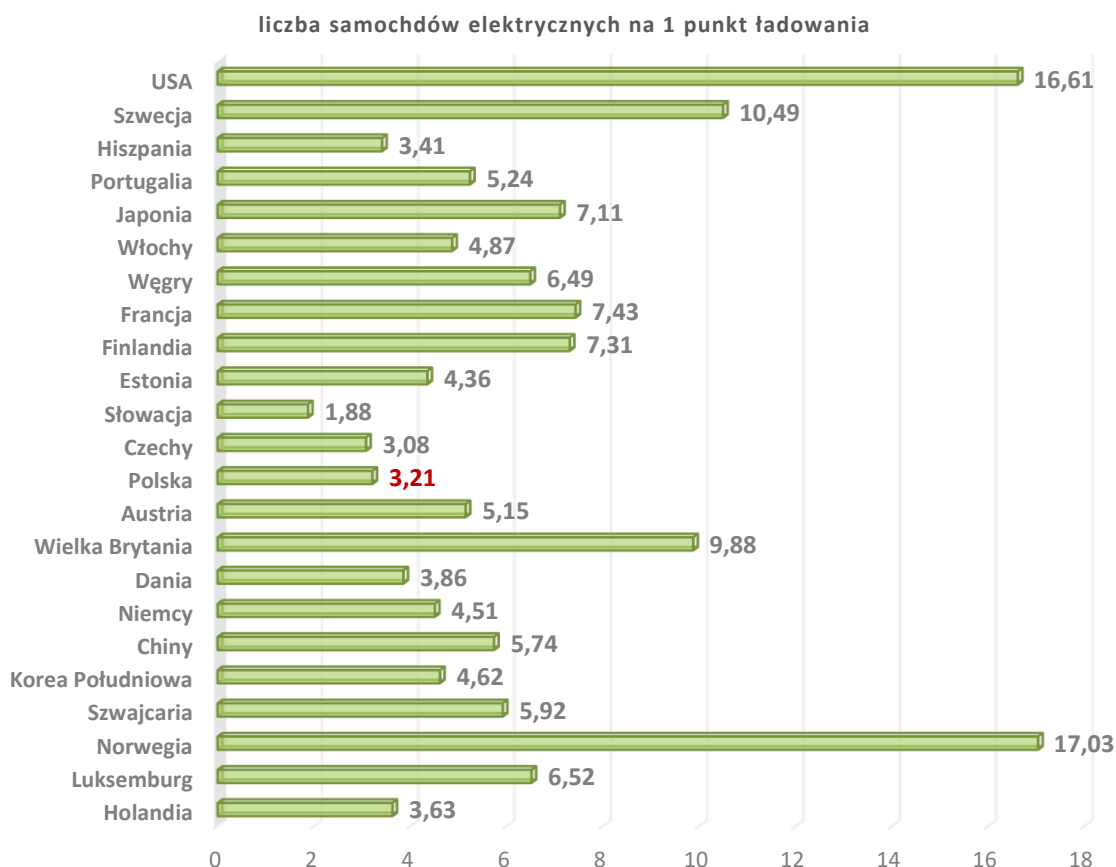


Rysunek 23. Porównanie Polski w zakresie liczby punktów ładowania samochodów elektrycznych przypadających na 100 km dróg w kraju do pierwszej dziesiątki krajów na świecie⁶⁹

Należy jednak zaznaczyć, że porównanie liczby punktów ładowania do liczby samochodów elektrycznych zarejestrowanych w Polsce wskazuje, iż na jeden punkt ładowania przypada 3,21 pojazdu. Oznacza to, że popyt na stacje ładowania nie jest duży, szczególnie gdy porówna się ten wskaźnik do innych krajów, gdzie na jedno „gniazdko” przypada nawet kilkanaście pojazdów.

⁶⁸ Źródło: <https://www.gocompare.com/car-insurance/electric-avenues/> [dostęp 18.03.2019 r.]

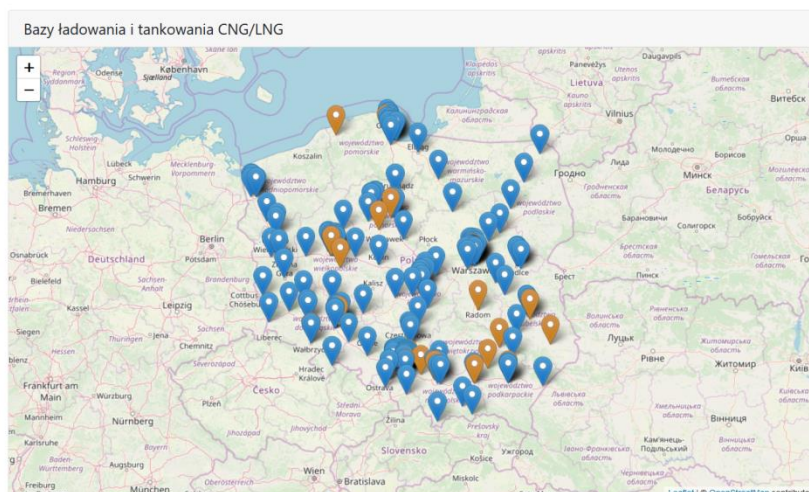
⁶⁹ Źródło: opracowano na podstawie danych z raportu GoCompare, pt. „Electric Avenues”
<https://www.gocompare.com/car-insurance/electric-avenues/> [dostęp 18.03.2019 r.]



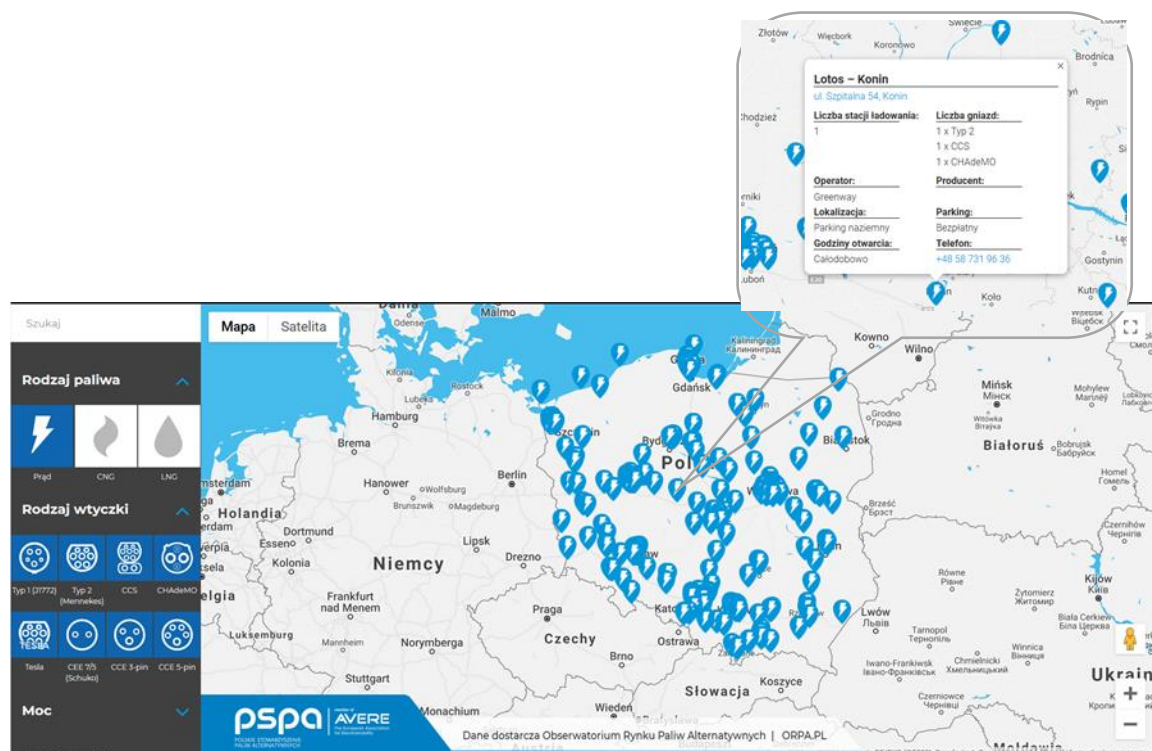
Rysunek 24. Liczba samochodów elektrycznych przypadająca na jeden punkt ładowania⁷⁰

W Polsce Ewidencję Infrastruktury Paliw Alternatywnych prowadzi Urząd Dozoru Technicznego i udostępnia je w postaci mapy interaktywnej, na której każda stacja ma swoją metryczkę. Zamieszczone są w niej informacje m.in.: o lokalizacji, godzinach otwarcia, mocy, rodzaju wtyczki oraz cenie za kWh. Ponadto monitorowaniem rozwoju infrastruktury stacji ładowania samochodów elektrycznych zajmuje się Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych. Gromadzone dane w postaci interaktywnej mapy udostępniane są na stronie www.orpa.pl. Opisane wyżej mapy zaprezentowano na kolejnych rysunkach.

⁷⁰ Źródło: opracowano na podstawie danych z raportu GoCompare, pt. „Electric Avenues” <https://www.gocompare.com/car-insurance/electric-avenues/> [dostęp 18.03.2019 r.]



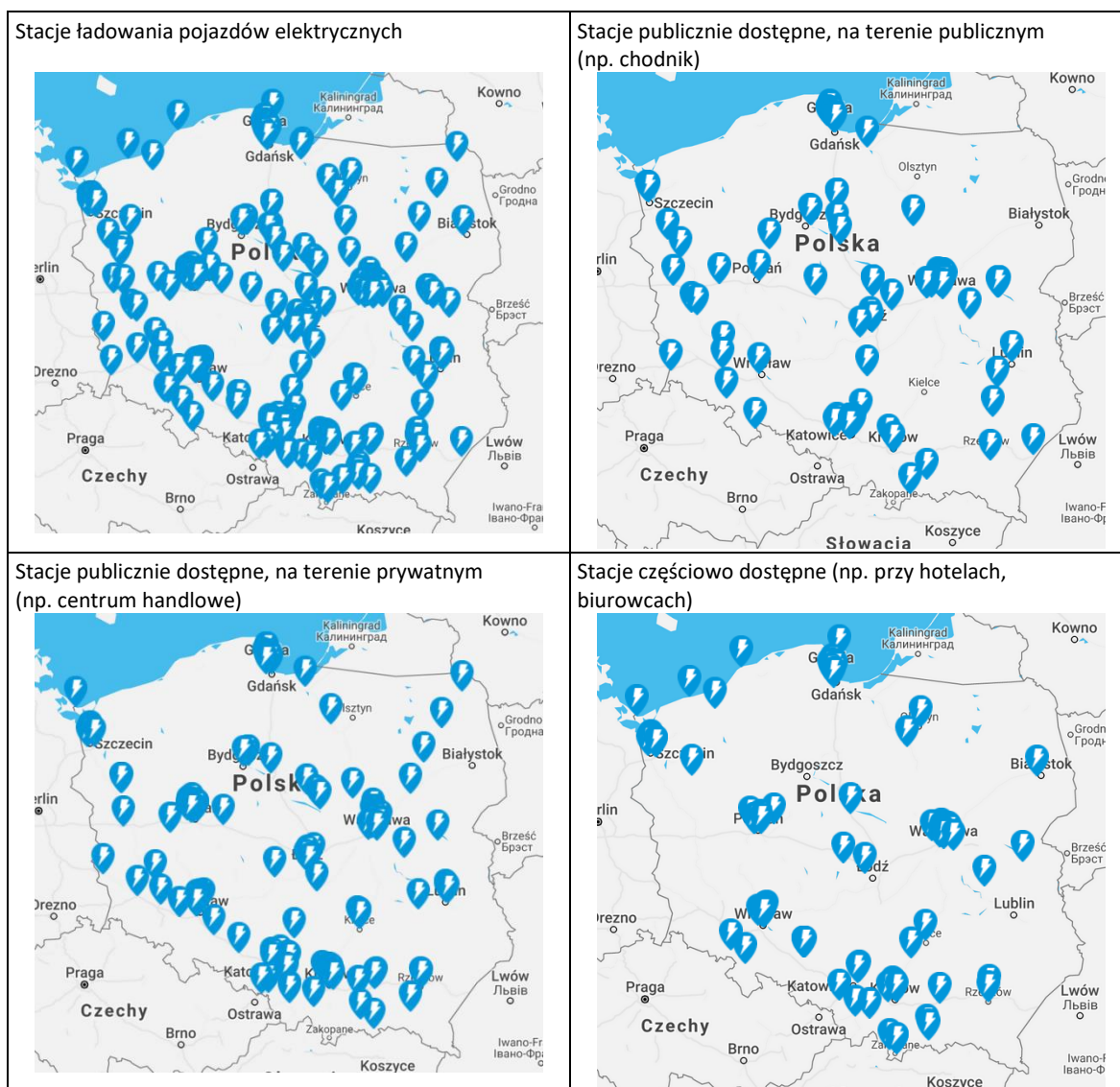
Rysunek 25. Mapa punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce prowadzona przez Urząd Dozoru Technicznego⁷¹



Rysunek 26. Mapa punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce prowadzona przez Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych z przykładową metryczką informacyjną dla punktu ładowania⁷²

⁷¹ Źródło: <https://eipa.udt.gov.pl/> [dostęp: 20.03.2019 r.]

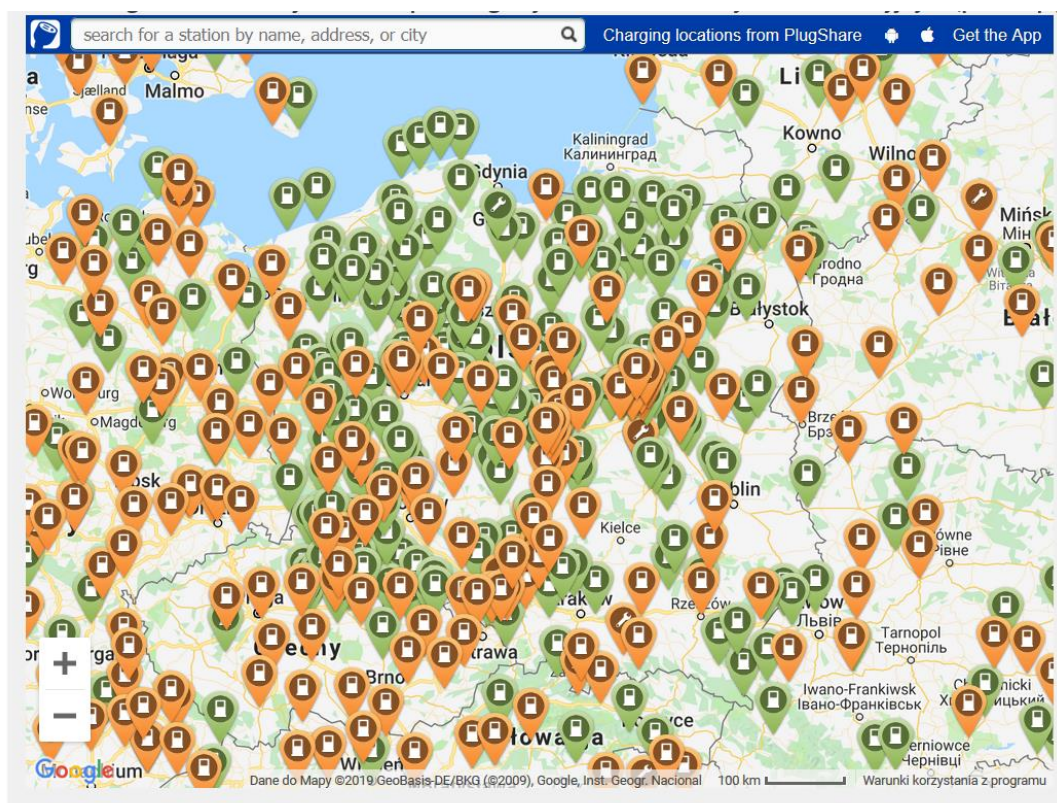
⁷² Źródło: <https://www.orpa.pl/infrastruktura-embed/> [dostęp: 18.03.2019 r.]



Rysunek 27. Lokalizacja punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce według dostępności⁷³

Ponadto rozwija się interaktywna mapa punktów ładowania samochodów elektrycznych, która ma charakter portalu społecznościowego. Użytkownicy tego portalu są uprawnieni do dodawania informacji opisujących sposób funkcjonowania poszczególnych punktów ładowania.

⁷³ Źródło: <https://www.orpa.pl/infrastruktura-embed/> [dostęp: 18.03.2019 r.]



Rysunek 28. Interaktywna mapa ładowarek samochodów elektrycznych⁷⁴

Dotychczasowy rozwój infrastruktury ładowania miał charakter samoistny. Istotne zmiany w tym zakresie wprowadziła *ustawa o elektromobilności*, która ustala warunki rozwoju i zasady rozmieszczenia stacji ładowania oraz określa odpowiednie wymogi techniczne. Jednym z nadrzędnych celów wprowadzenia nowych przepisów do polskiego porządku prawnego była stymulacja rozwoju infrastruktury ładowania, której rozbudowa stanowi warunek konieczny dla wzrostu liczby eksploatowanych pojazdów elektrycznych. Warto dodać, że wprowadzone w życie w lipcu 2018 r. poprawki w ustawie, dotyczące wyposażenia technicznego stacji oraz procedury odbiorowej, zmierzają do przyspieszenia procesu instalowania i uruchamiania nowych ogólnodostępnych punktów ładowania.

Zgodnie z zapisami *ustawy o elektromobilności* (art. 32, ust.1) Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad opracował we wrześniu 2018 roku „Plan lokalizacji ogólnodostępnych stacji ładowania, stacji gazu ziemnego oraz punktów tankowania wodoru” wskazując ok. 200 miejsc wzdłuż autostrad i dróg ekspresowych, w których zgodnie ze stanowiskiem operatora systemu dystrybucyjnego istnieje możliwość posadowienia ogólnodostępnej stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Są to głównie miejsca obsługi podróżnych (MOP) oraz stacje paliw. W toku uzgodnień z podmiotami zarządzającymi wskazano ok. 160 lokalizacji, gdzie jest zgoda na sytuowanie punktu ładowania.

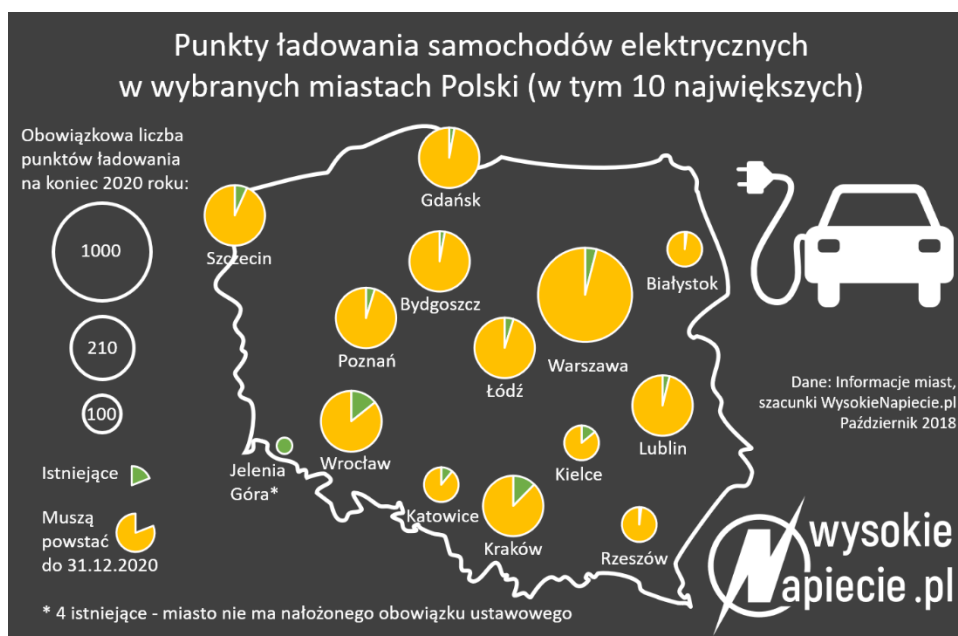
⁷⁴ Źródło: <https://elektrowoz.pl/ladowarki/> [dostęp 15.03.2019 r.]

Ustawa o elektromobilności (art. 60) wskazuje minimalną liczbę punktów ładowania, które mają zostać zainstalowane w gminach (miastach) do 31 grudnia 2020 roku w ogólnodostępnych stacjach ładowania. Ta wymagana minimalna liczba punktów ładowania uzależniona jest od liczby mieszkańców gminy oraz liczby zarejestrowanych w niej pojazdów. Zgodnie z tymi wymaganiami najwięcej punktów ładowania powinno powstać w Warszawie – 1000 do końca 2020 roku. W innych miastach, wielkości Krakowa, Poznania czy Wrocławia powinno ich działać 210, a w mniejszych (jak Katowice, Kielce czy Rzeszów) wymagane jest funkcjonowanie 100 punktów. Obecnie żadne z miast nie osiąga nawet 1/5 wymaganej liczby ogólnodostępnych stacji ładowania.

Według danych podanych na portalu „WysokieNapiecie.pl” obecnie:

- w Warszawie działa ok. 40 punktów ładowania,
- w Krakowie i we Wrocławiu po ok. 30,
- w Katowicach i Kielcach po kilkanaście,
- w Bydgoszczy są plany budowy parkingów Park&Ride wyposażonych w ładowarki,
- w Szczecinie uruchomiono 3 szybkie stacje ładowania.

Stacje ładowania powstają też w innych miejscowościach, pomimo, że nie mają one takiego obowiązku. Przykładem jest Jelenia Góra. Poniżej przedstawiono porównanie wymagań do aktualnej liczby ogólnodostępnych punktów ładowania.



Rysunek 29. Realizacja obowiązku przygotowania punktów ładowania w polskich miastach⁷⁵

⁷⁵ Źródło: <https://wysokienapiecie.pl/14012-liczba-stacji-ladowania-samochodow-elektrycznych-w-miastach/> [dostęp 15.03.2019 r.]

Stacje ładowania uruchamia na swoich stacjach również PKN Orlen – do końca pierwszego kwartału 2019 roku ma ich być 20, w tym:

- 4 we Wrocławiu,
- 4 na MOP przy autostradzie A4,
- 2 w Częstochowie,
- 2 na MOP przy autostradzie A2,
- po jednej w Bytomiu, Dąbrowie Górniczej, Łgocie, Katowicach, Krakowie, Rybniku, Siewierzu i Suchej.



Rysunek 30. Lokalizacja planowanych do uruchomienia w 2019 roku ładowarek samochodów elektrycznych na stacjach ORLEN⁷⁶

Od listopada 2018 roku, w ramach projektu „Niebieski Szlak” LOTOS rozpoczął testowanie 12 stacji ładowania pojazdów elektrycznych na trasie Trójmiasto – Warszawa (4 stacje w Gdańsku, 2 w Warszawie oraz 6 na MOP przy autostradach A1 i A2). Odległość między poszczególnymi stacjami nie przekracza 150 km, a na każdej z nich zlokalizowanych jest kilka stanowisk ładowania. Ich rozmieszczenie pokazano na rysunku poniżej.

⁷⁶ Źródło: <https://www.ornlen.pl/PL/BiuroPrasowe/Strony/Na-stacji-ORLEN-na-C5%82adujesz-samoch-C3%B3d-elektryczny!-.aspx> [dostęp 19.03.2019]



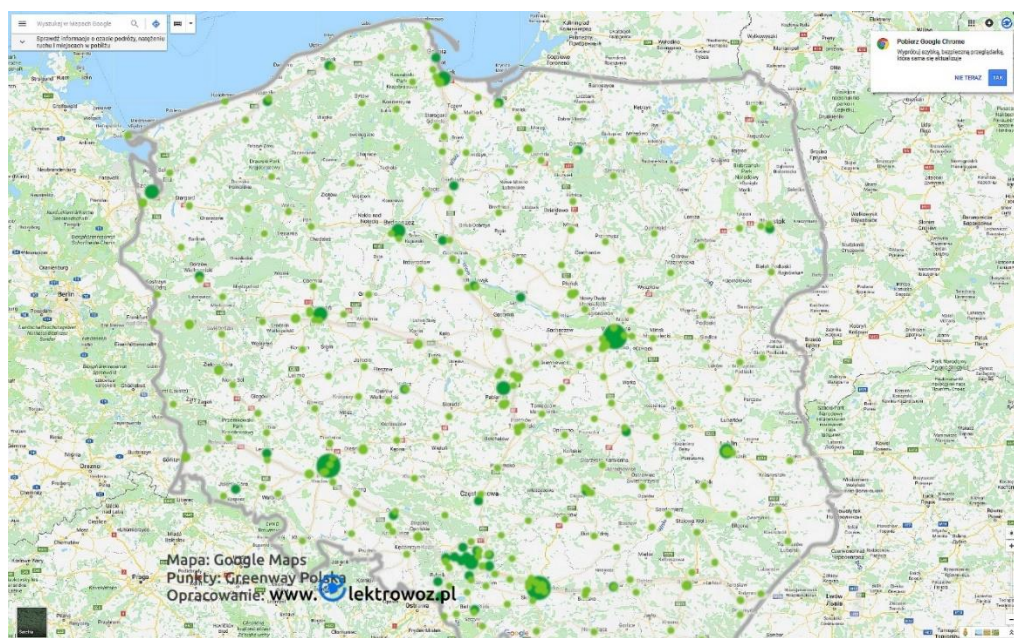
Rysunek 31. Lokalizacja stacji ładowania LOTOS na Niebieskim Szlaku⁷⁷

W planach rozwojowych Grupy LOTOS jest uruchomienie kolejnych 38 stacji ładowania, które mają być lokalizowane przy autostradach i drogach ekspresowych również w zachodniej i południowej części kraju.

Jesienią 2018 roku, również firma Greenway Polska ogłosiła swoje plany dotyczące budowy na terenie Polski 630 stacji ładowania, w tym:

- 20 ultraszybkich stacji ładowania prądem stałym o mocy do 350 kW,
- 300 szybkich stacji ładowania prądem stałym o mocy do 50 kW,
- 310 półszybkich stacji ładowania prądem zmiennym o mocy do 11/22/44 kW.

Na mapie poniżej pokazano zestawienie obecnej sieci stacji ładowania Greenway z orientacyjną lokalizacją planowanych punktów tej sieci.



Rysunek 32. Istniejące (ciemna zieleń) i planowane (jasna zieleń) stacje ładowania pojazdów elektrycznych sieci Greenway Polska⁷⁸

⁷⁷ Źródło: <http://www.lotos.pl/repository/50383/pl/> [dostęp 19.03.2019 r.]

Usługa car-sharing

Jednocześnie dynamicznie rozwija się w większych miastach car-sharing (głównie z wykorzystaniem pojazdów elektrycznych), czyli usługa polegająca na wynajmowaniu samochodów na bardzo krótki okres, z wykorzystaniem aplikacji mobilnej. Jest to działanie zgodne z założeniami *PRE 2016*, które przy zastosowaniu odpowiednich metod promocji może ograniczyć wzrost liczby samochodów prywatnych i poprawić dostępność parkingów w miastach. Korzyści dla użytkownika tej usługi polegają głównie na tym, że ponosi on koszty jedynie użytkowania samochodu, a unika kosztów stałych (np. ubezpieczenie) oraz kosztów napraw i serwisowania, które są wliczone w cenę.

Aby tego typu rozwiązania przynosiły korzyści środowiskowe i promowały rozwój elektromobilności konieczne jest stawianie w przetargach wymagań „zeroemisyjności” pojazdów. W przeciwnym razie, z powodu ceny pojazdów elektrycznych, nie mają one szans cenowego konkurowania z pojazdami spalinowymi lub hybrydowymi.

Pojazdy elektryczne w komunikacji publicznej

Dla rozwoju elektromobilności w Polsce niezwykle ważne jest zaangażowanie samorządów. Elektryczne autobusy są tańsze w eksploatacji, nie zanieczyszczają powietrza. Pierwsze autobusy elektryczne zaczęły być wykorzystywane w roku 2015 w Ostrołęce, Warszawie i Krakowie. Pod koniec 2017 roku autobusy elektryczne eksploatowano już w 10 miastach, a do końca 2019 roku liczba ta wyniesie 25. Kolejnych kilkadziesiąt samorządów (będących właścicielami łącznie ok. 45% taboru autobusowego w Polsce) zamierza wdrażać u siebie autobusy elektryczne i deklaruje chęć zakupu łącznie ok. 780 sztuk do końca 2020 roku⁷⁹.

Ogólna ocena dotychczasowej dynamiki elektryfikacji sektora transportu w Polsce wypada pozytywnie. Realizowane są główne założenia *PRE 2016*, odnotowywany jest systematyczny wzrost liczby eksploatowanych pojazdów elektrycznych, a rozwój infrastruktury, dzięki przyjętym rozwiązaniom legislacyjnym, ma szansę na istotne przyspieszenie, co będzie stanowiło impuls dla dalszego rozwoju rynku pojazdów.

Jednakże cele zapisane w „Krajowych ramach polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych” dotyczące liczby pojazdów elektrycznych w latach 2020 i 2025 będą bardzo trudne do spełnienia. Biorąc pod uwagę aktualny stan rynku oraz przepisów w zakresie elektromobilności, jako najbardziej prawdopodobny scenariusz rozwojowy przyjmuje się scenariusz podstawowy, w którym osiągnięcie ww. celów jest przesunięte w czasie.

⁷⁸ Źródło: <http://elektrowoz.pl/ladowarki/mapa-stacji-ladowania-greenway-na-tle-polski-czyli-ile-bedziemy-mieli-punktow-ladowania-w-nastepnej-dekadzie/> [dostęp: 19.03.2019]

⁷⁹ Źródło: „Z prądem czy pod prąd? Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce” - raport pod red. M. Dulaka i P. Musiałka, Klub Jagielloński, Warszawa 2018, Raport 03/2018

Podobnie wygląda sytuacja w zakresie spełnienia przez samorządy i administrację wymogów wynikających z *ustawy o elektromobilności*, odnośnie zapewnienia określonego udziału pojazdów elektrycznych we flocie użytkowanych pojazdów w obsługującym je urzędzie czy udziału autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze JST. Wyniki sporządzanych przez samorządy analiz kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem przy świadczeniu usług komunikacji miejskiej autobusów zeroemisyjnych, wskazują w większości przypadków na brak uzasadnienia ekonomiczno-społecznego realizacji takiego przedsięwzięcia, co omówiono szerzej w rozdziale 6.4.

6.2.3. Aktualizacja prognoz dynamiki elektryfikacji sektora transportu

Prognozę dynamiki elektryfikacji sektora transportu w Polsce w perspektywie długoterminowej (2020-2050) sporządzono w układzie następujących scenariuszy:

- S0 – scenariusz „bierny”,
- S1 – scenariusz „podstawowy”,
- S2 – scenariusz „PRE”,
- S3 – scenariusz „dynamicznego rozwoju”.

Poniżej przedstawiono główne założenia dla każdego ze scenariuszy. Przy ich formułowaniu uwzględniono wymagania wynikające z *ustawy o elektromobilności* i *Krajowych ram*. Wykorzystano również istniejące dane i opracowania analityczne dotyczące rozwoju elektromobilności w Polsce i na świecie.

Dla scenariusza „biernego” (S0) przyjęto następujące założenia:

- realizacja zadań administracji publicznej wynikających z *ustawy o elektromobilności*;
- słabe zainteresowanie zakupem pojazdów elektrycznych w sektorze prywatnym pomimo wprowadzenia zachęt finansowych;
- 40% autobusów miejskich EV w 2050 r.;
- pierwsze zakupy elektrycznych autobusów dalekobieżnych w 2040 r.

Dla scenariusza „podstawowego” (S1) przyjęto następujące założenia:

- realizacja zadań administracji publicznej wynikających z *ustawy o elektromobilności*;
- ograniczony trend rosnący użytkowania pojazdów elektrycznych w sektorze prywatnym towarzyszący wprowadzeniu zachęt finansowych;
- 60% autobusów miejskich EV w 2050 r.;
- pierwsze zakupy elektrycznych autobusów dalekobieżnych w 2035 r.

Dla scenariusza „PRE” (S2) przyjęto następujące założenia:

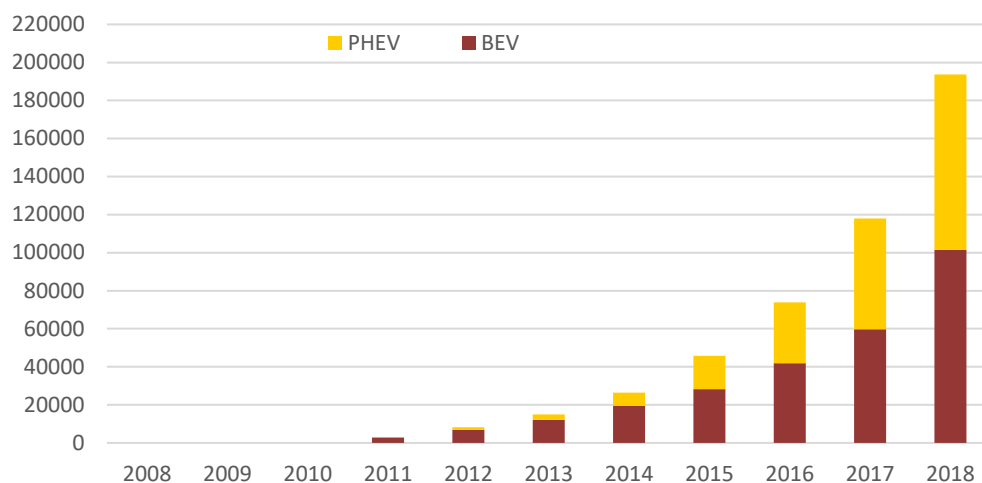
- realizacja zadań administracji publicznej wynikających z *ustawy o elektromobilności*;
- realizacja celu określonego w Planie Rozwoju Elektromobilności polegającego na osiągnięciu 1 mln zarejestrowanych pojazdów elektrycznych w roku 2025, a następnie utrzymanie trendu wzrostu liczby użytkowanych pojazdów elektrycznych na zbliżonym poziomie;
- 80% autobusów miejskich EV w 2050 r.;
- pierwsze zakupy elektrycznych autobusów dalekobieżnych w 2030 r.

Dla scenariusza „dynamicznego rozwoju” (S3) przyjęto następujące założenia:

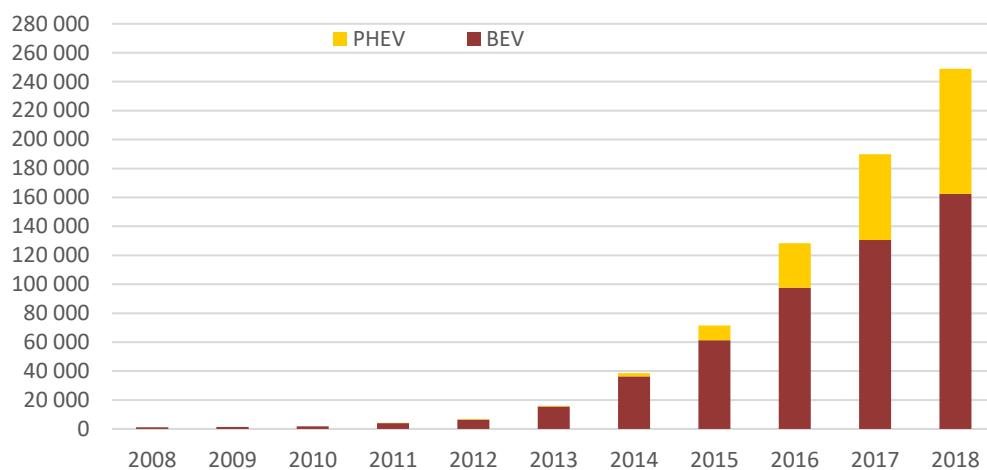
- realizacja zadań administracji publicznej wynikających z *ustawy o elektromobilności*;
- realizacja celu określonego w Planie Rozwoju Elektromobilności polegającego na osiągnięciu 1 mln zarejestrowanych pojazdów elektrycznych w roku 2025;
- w okresie 2025-2050 osiągnięcie dynamiki wzrostu zbliżonego do światowych liderów w dziedzinie elektromobilności;
- 100% autobusów miejskich EV w 2050 r.;
- pierwsze zakupy elektrycznych autobusów dalekobieżnych w 2025 r.;
- przyspieszenie elektryfikacji autobusów dalekobieżnych od 2045 r.

Scenariusz S3 jest zbliżony do scenariusza TECH_RAPID zdefiniowanego w raporcie „Napędzamy Polską Przyszłość” przygotowanym przez Fundację Promocji Pojazdów Elektrycznych⁸⁰. Jest to scenariusz najbardziej optymistyczny, w którym zakłada się, że Polska stanie się jednym z liderów elektromobilności w skali europejskiej i światowej, a dynamika rozwoju w całym analizowanym okresie będzie utrzymywać się na wysokim poziomie tak, jak obserwuje się obecnie w krajach o wysokim stopniu rozwoju elektromobilności. Aby zobrazować ilościowo to założenie na wykresach poniżej zaprezentowano wzrost liczby elektrycznych samochodów osobowych w latach 2008-2018, w trzech krajach: Niemczech, Norwegii i Wielkiej Brytanii.

⁸⁰ Napędzamy Polską Przyszłość; Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych i Cambridge Econometrics; Warszawa 2018



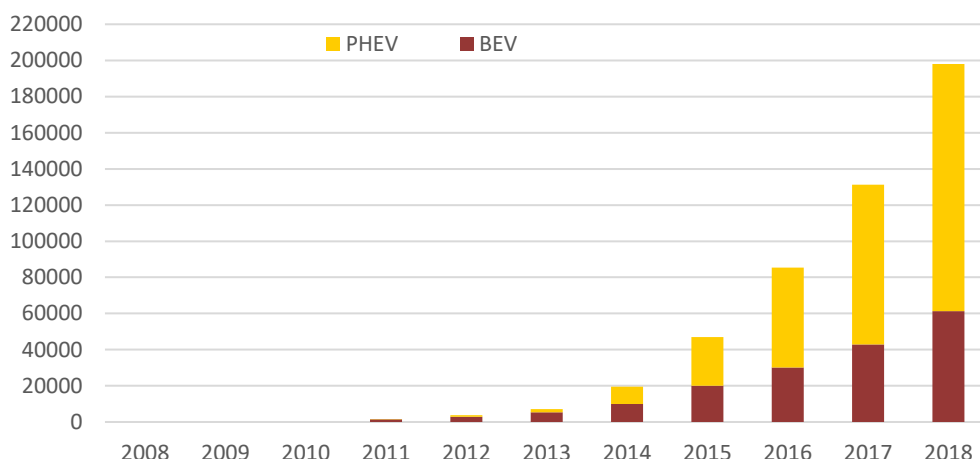
Rysunek 33. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Niemczech⁸¹



Rysunek 34. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Norwegii⁸²

⁸¹ Źródło: European Alternative Fuels Observatory <https://www.eafo.eu> [dostęp w dniu 18.03.2019 r.]

⁸² Źródło: European Alternative Fuels Observatory <https://www.eafo.eu> [dostęp w dniu 18.03.2019 r.]

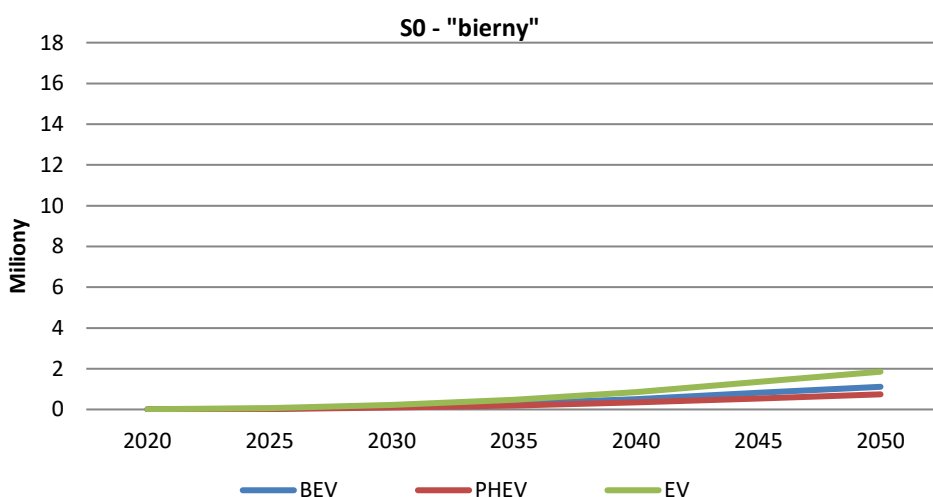


Rysunek 35. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Wielkiej Brytanii⁸³

Z przedstawionych danych wynika, że jest wykonalne pod względem technicznym i ekonomicznym utrzymanie dynamiki rozwoju elektromobilności na wysokim poziomie w dłuższym okresie czasu. Oczywiście nie jest obecnie możliwe zagwarantowanie, że dynamiczny wzrost liczby pojazdów elektrycznych utrzyma się w okresie ponad 30 lat, aż do roku 2050, dlatego scenariusz S3 obarczony jest największą niepewnością.

Ze względu na specyfikę rynku autobusów elektrycznych oraz przyjęte założenia, wyniki uzyskane dla poszczególnych scenariuszy omówiono oddzielnie dla floty samochodów elektrycznych (z wyłączeniem autobusów) oraz dla floty autobusów elektrycznych (miejskich i dalekobieżnych).

Stan floty samochodów elektrycznych (bez autobusów) prognozowany na lata 2020-2050 w poszczególnych scenariuszach przedstawiono na wykresach poniżej.



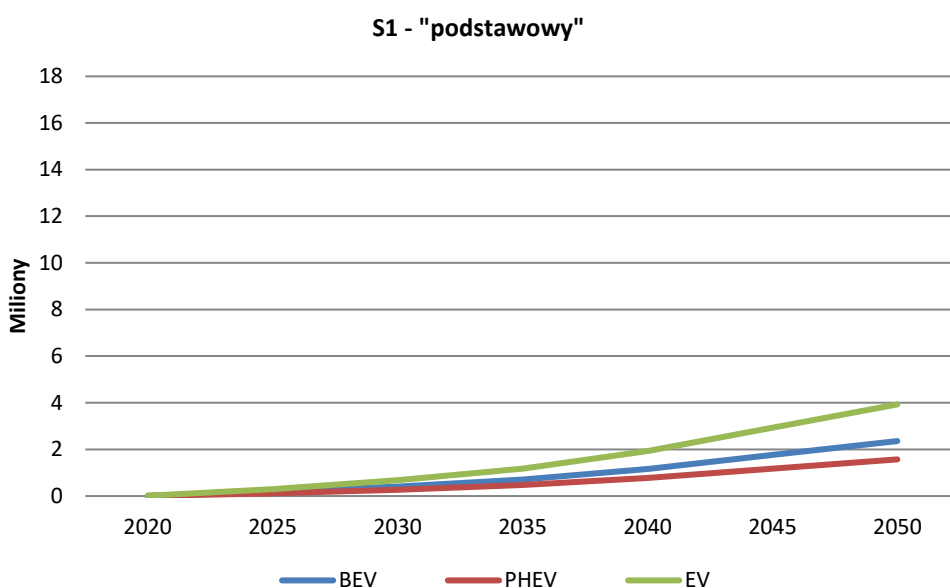
Rysunek 36. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S0

⁸³ Źródło: European Alternative Fuels Observatory <https://www.eafo.eu> [dostęp w dniu 18.03.2019 r.]

W scenariuszu „biernym” liczba samochodów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

- w roku 2025 – 63 tys.
- w roku 2030 – 229 tys.
- w roku 2050 – 1,85 mln.

Jest to scenariusz zbliżony do scenariusza „bazowego” zaprezentowanego w raporcie „Polish EV Outlook 2019”, przygotowanym w lutym 2019 r. przez Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych i firmę doradczą Frost&Sullivan⁸⁴.



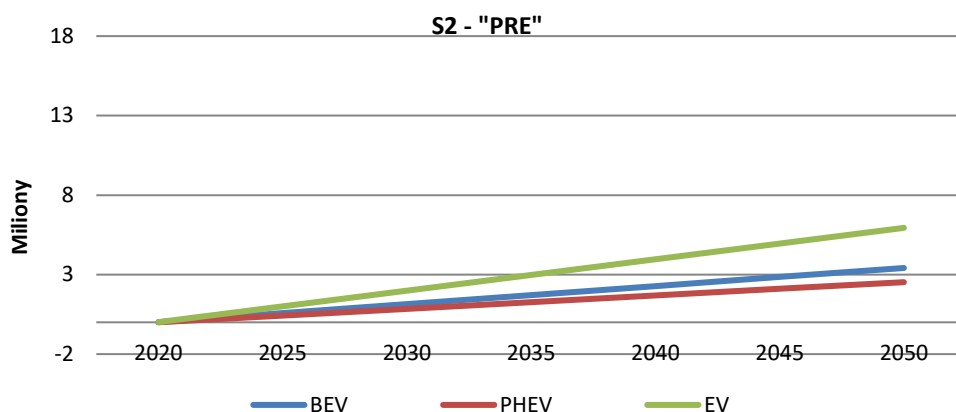
Rysunek 37. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S1

W scenariuszu „podstawowym” liczba samochodów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

- w roku 2025 – 300 tys.
- w roku 2030 – 680 tys.
- w roku 2050 – 3,93 mln

Jest to scenariusz zbliżony do scenariusza „optymalnego” zaprezentowanego w raporcie „Polish EV Outlook 2019”.

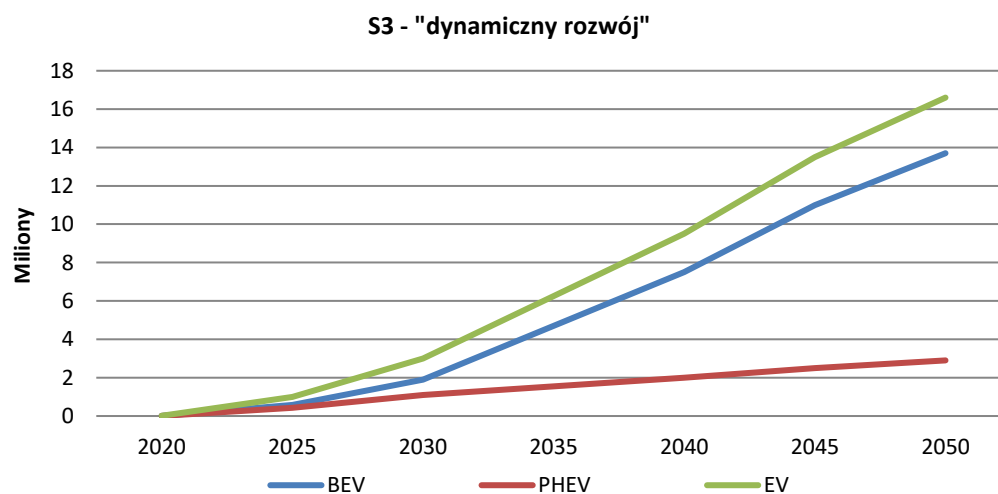
⁸⁴ Źródło: Raport „Polish EV Outlook 2019” opracowany przez Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych



Rysunek 38. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S2

W scenariuszu „PRE” liczba samochodów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

- w roku 2025 – 1,00 mln
- w roku 2030 – 1,99 mln
- w roku 2050 – 5,94 mln

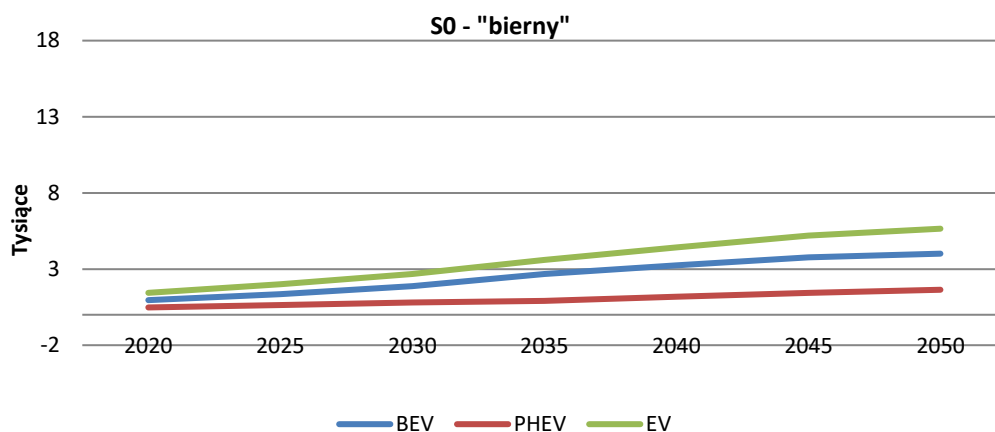


Rysunek 39. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S3

W scenariuszu „dynamiczny rozwój” liczba samochodów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

- w roku 2025 – 1,00 mln
- w roku 2030 – 3,00 mln
- w roku 2050 – 16,6 mln

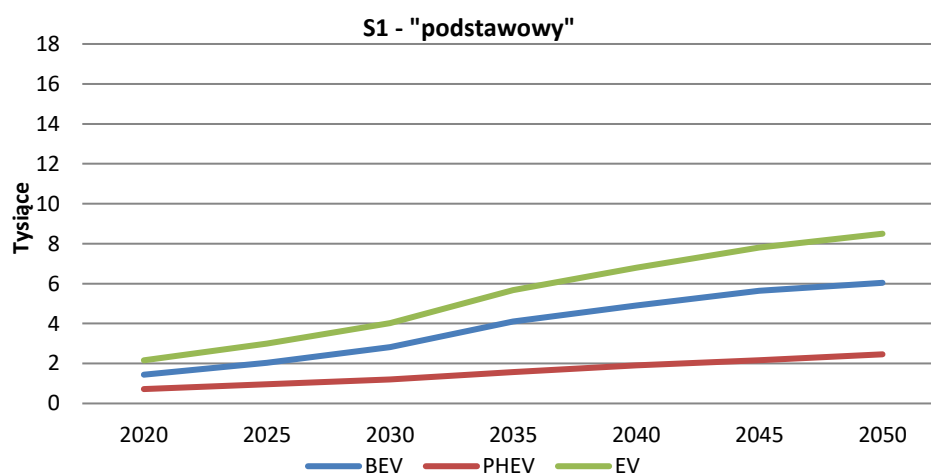
Stan floty autobusów elektrycznych prognozowany na lata 2020-2050 w poszczególnych scenariuszach przedstawiono na wykresach poniżej.



Rysunek 40. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S0

W scenariuszu „biernym” liczba autobusów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

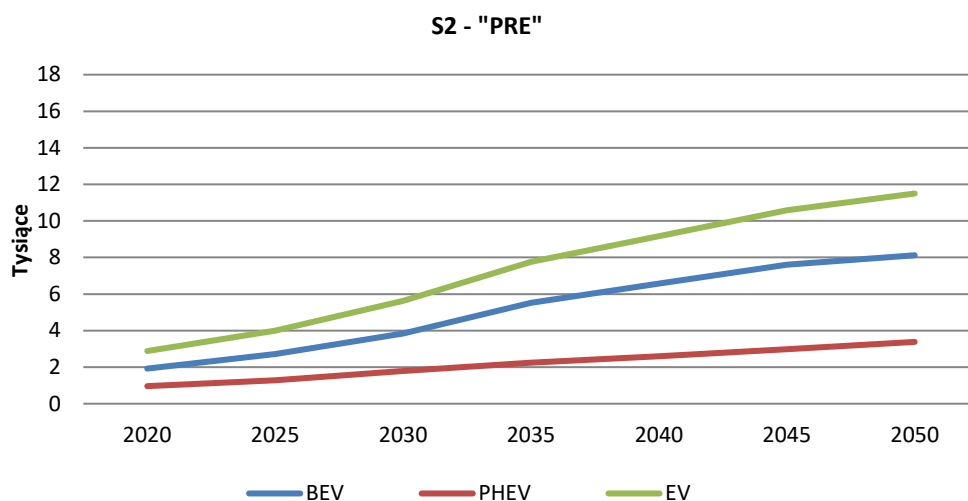
- w roku 2025 – 2,00 tys.
- w roku 2030 – 2,68 tys.
- w roku 2050 – 5,65 tys.



Rysunek 41. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S1

W scenariuszu „podstawowym” liczba autobusów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

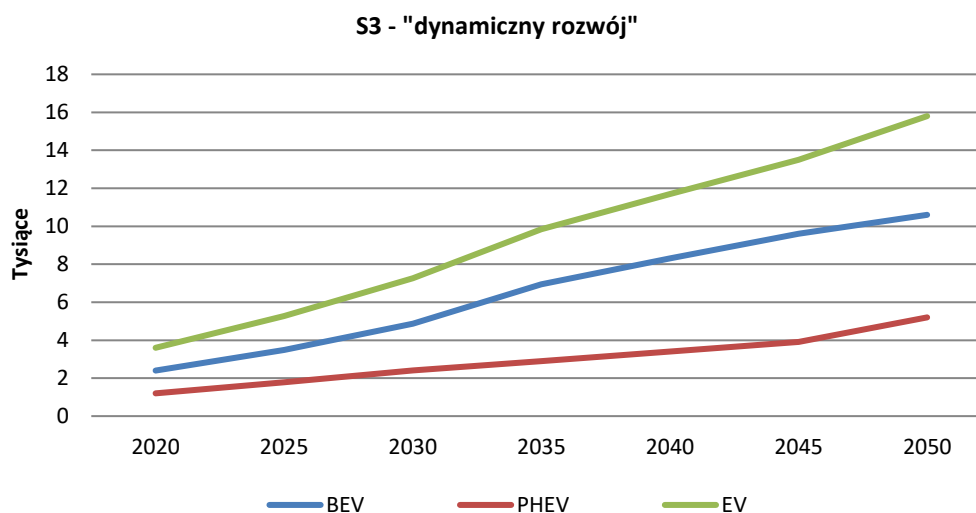
- w roku 2025 – 3,00 tys.
- w roku 2030 – 4,02 tys.
- w roku 2050 – 8,50 tys.



Rysunek 42. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S2

W scenariuszu „PRE” liczba autobusów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

- w roku 2025 – 4,00 tys.
- w roku 2030 – 5,63 tys.
- w roku 2050 – 11,5 tys.



Rysunek 43. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S3

W scenariuszu „PRE” liczba autobusów elektrycznych w kluczowych latach prognozy wynosi odpowiednio:

- w roku 2025 – 5,27 tys.
- w roku 2030 – 7,26 tys.
- w roku 2050 – 15,8 tys.

Opisane wyżej scenariusze prognozowanego stanu floty pojazdów elektrycznych prezentują zakres możliwej zmienności dynamiki rozwoju elektromobilności w Polsce w latach 2020-2050. Biorąc pod uwagę dotychczasowe trendy rozwojowe oraz aktualnie występujące uwarunkowania formalno-prawne i ekonomiczne największe prawdopodobieństwo wystąpienia należy przypisać scenariuszowi „podstawowemu” (S1), a w dalszej kolejności scenariuszowi „PRE” (S2). Według analiz PSPA⁸⁵ system dopłat w kształcie zaproponowanym w projekcie rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków udzielania wsparcia ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu pozwoli na realizację scenariusza zbliżonego do S1. W przypadku pojawienia się dodatkowych zachęt, np. w formie ulg podatkowych, pojawi się możliwość zwiększenia tempa rozwoju elektromobilności w kierunku scenariusza S2.

Wzrostowi liczby samochodów elektrycznych będzie towarzyszyć rozwój sieci punktów ładowania. Według założeń SOR do końca roku 2020 powinno funkcjonować około 400 ogólnodostępnych punktów szybkiego ładowania i około 6000 punktów normalnego ładowania. Dalszy rozwój sieci będzie powiązany z realizowanym scenariuszem rynku pojazdów elektrycznych. Zakładając przeciętny wskaźnik liczby pojazdów przypadających na jeden punkt ładowania jako średnią wartość dla trzech krajów europejskich o wysokim stopniu rozwoju elektromobilności (Niemcy, Norwegia, Wlk. Brytania), wynoszącą ok. 10, można oszacować liczbę punktów ładowania w okresie do 2050 r. dla najbardziej prawdopodobnego scenariusza S1. W podanym poniżej zestawieniu przyjęto ogólnoeuropejski podział punktów ładowania: 85% AC oraz 15% DC.

Tabela 3. Prognozowana szacunkowa liczba ogólnodostępnych punktów ładowania dla scenariusza S1

Scenariusz S1	2025	2030	2040	2050
Punkty ładowania AC [tys.]	26	58	164	334
Punkty ładowania DC [tys.]	6,4	14	41	84

6.2.4. Bariery elektryfikacji sektora transportu

Na rozwój elektromobilności wpływ ma bardzo wiele czynników: technologicznych, gospodarczych, społecznych i geograficznych, o czym pisano szerzej w rozdziale 6.1.7.

W czerwcu 2017 r. Kantar Public przeprowadziło badania opinii publicznej na zlecenie innogy Polska, na reprezentatywnej próbie 700 mieszkańców Polski, w wieku powyżej 18 lat oraz 300 reprezentantów firm różnej wielkości. Wyniki badań przedstawiono w tabeli poniżej.

⁸⁵ Źródło: Raport „Polish EV Outlook 2019” opracowany przez Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

Tabela 4. Bariery rozwoju elektromobilności dla samochodów elektrycznych w Polsce⁸⁶

Bariery rozwoju	Osoby prywatne	Przedsiębiorcy
Brak ogólnodostępnej sieci stacji szybkiego ładowania	41%	73%
Wysoka cena samochodu	35%	44%
Brak możliwości ładowania samochodu elektrycznego w domu/ pracy	33%	35%
Mały zasięg	20%	46%
Brak wiedzy nt. samochodów elektrycznych	21%	14%
Brak zachęt podatkowych i programów dopłat	20%	11%

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że na pierwszym miejscu w obu grupach respondentów wskazano brak ogólnodostępnej sieci ładowania pojazdów elektrycznych. Dość istotną barierą jest także brak możliwości ładowania samochodu elektrycznego w pracy czy w domu.

Zapewnienie zasilania dla dużej liczby punktów ładowania, szczególnie w przypadku szybkich ładowarek pobierających dużą moc, wiąże się z koniecznością modernizacji sieci elektroenergetycznych i może być istotną barierą techniczną rozwoju elektromobilności w Polsce. Ponieważ konsumenci oczekują skrócenia czasu na naładowanie baterii, rola szybkich ładowarek zdecydowanie będzie rosła. Przedsiębiorstwa energetyczne prowadząc inwestycje muszą przygotować sieć energetyczną na nowe wyzwania, w tym m.in. budowę ładowarek o dużej mocy, a także możliwość przyłączania ładowarek w miejscu zamieszkania czy pracy.

Wśród potencjalnych zagrożeń technologicznych, związanych z rozwojem floty pojazdów elektrycznych na funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej, można wskazać przede wszystkim znaczące dociążenie istniejących elementów sieci dystrybucyjnej, głównie istniejących transformatorów rozdzielczych oraz linii elektroenergetycznych, lokalne zwiększenie zapotrzebowania na moc czynną i bierną oraz zmianę profilu obciążenia dobowego. Istotny jest także wpływ infrastruktury ładowania na jakość energii elektrycznej, w tym zwiększenie spadków napięcia w sieci dystrybucyjnej i wzrost odkształceń napięcia wynikający ze wzrostu liczby odbiorników nieliniowych przyłączonych do KSE na poziomie sieci średniego napięcia. Problemy związane z wpływem infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych na jakość energii elektrycznej w sieci będą narastać wraz ze zwiększaniem się liczby i mocy stacji ładowania w kolejnych latach.

Plany rozwoju operatorów sieci energetycznej odpowiadają na stały wzrost zapotrzebowania na energię, rozwój odnawialnych źródeł i elektromobilności. Prowadzenie inwestycji w infrastrukturę sieciową obarczona jest jednak istotnym ryzykiem ich terminowego wykonania z uwagi na bariery prawne. Do najistotniejszych problemów związanych z procesem realizacji inwestycji infrastrukturalnych zaliczyć można problemy formalno-prawne związane z uzyskaniem zgód i pozwoleń,

⁸⁶ Źródło: „Autostrada do elektromobilności. Czy jesteśmy gotowi na samochody elektryczne”, innogy Polska, 2017 r.

w szczególności przy budowie nowych lub modernizacji istniejących linii elektroenergetycznych. Realizacja tych inwestycji wiąże się w większości przypadków z obowiązkiem uzyskania zgód formalno-prawnych (m.in. prawa do dysponowania nieruchomościami znajdującymi się na trasie przedmiotowej inwestycji) umożliwiającymi ich realizację (uzyskanie pozwolenia na budowę). Obowiązujące obecnie przepisy prawa powodują, iż niejednokrotnie sprzeciw właścicieli nieruchomości, na której posadowiona ma być niewielka tylko część odcinka linii lub wygórowane oczekiwania co do wysokości odszkodowania (np. kilkakrotnie przewyższające wysokość wycen dokonanych przez niezależnych biegłych rzeczoznawców), skutecznie wydłużają terminy realizacji inwestycji, czy wręcz uniemożliwiają jej wykonanie w zaplanowanym zakresie. Dlatego dla skutecznego realizowania inwestycji infrastrukturalnych na potrzeby rozwoju elektromobilności, konieczne jest wprowadzenie specustawy o realizacji strategicznych inwestycji w zakresie sieci dystrybucyjnych, analogicznie jaka obowiązuje w przypadku sieci przesyłowych. Taka regulacja pozwoliłaby na sprawne prowadzenie procesu inwestycyjnego i przyłączanie nowych punktów ładowania. Na podstawie przeprowadzonej analizy można wyciągnąć wnioski, że z perspektywy OSD rozwiązanie problemów związanych z aspektami formalno-prawnymi prowadzenia inwestycji sieciowych, jest znacznie istotniejszą kwestią, niż zagadnienia techniczne i ekonomiczne rozwoju elektromobilności.

Kolejnym istotnym problemem, mającym wpływ na tempo realizowanych inwestycji, jest konieczność uzyskania zgód i pozwoleń środowiskowych. Rosnące wymogi w zakresie ochrony zwierząt oraz roślin, i tym samym coraz bardziej rygorystyczne warunki, które muszą zostać spełnione przez inwestora, mogą wpływać niekorzystnie na realizację inwestycji zgodnie z przyjętym harmonogramem. Wydanie pozytywnej opinii musi zostać niejednokrotnie poprzedzone długimi badaniami, np. migracji godowej wybranych zwierząt lub przedstawieniem rozbudowanych analiz możliwości wpływu powstającej infrastruktury na potencjalne zakłócenie symbiozy w przyrodzie.

Wymienione wyżej czynniki ryzyka, pomimo dokładania przez operatorów systemu energetycznego wszelkich starań w zakresie minimalizacji ich negatywnego oddziaływania, mają charakter powtarzalny, tzn. występują praktycznie przy realizacji każdej większej inwestycji liniowej i punktowej. Niestety konsekwencją tego są opóźnienia w planowanej modernizacji sieci, co stwarza ryzyko niedochowania wymaganych przez inwestorów harmonogramów przyłączania. Nie bez znaczenia jest również fakt, że obecne sieci dystrybucyjne budowane były, często wiele lat wcześniej, przy obowiązującym wówczas założeniu jednokierunkowego przepływu mocy od źródła do odbiorcy.

Ważnym aspektem, mającym wpływ na tempo powstania infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych są także bariery ekonomiczne. Pozostawienie tworzenia sieci do ładowarek jedynie siłom wolnego rynku, może nie przynieść oczekiwanego rezultatu.

Należy w tym celu stworzyć system wsparcia krajowego, np. dedykowany Fundusz Niskoemisyjnego Transportu, z którego także mogliby korzystać operatorzy systemów dystrybucyjnych przygotowujących sieć pod przyłączenie ładowarek oraz odpowiednio zaprogramować fundusze europejskie, tak aby część środków przeznaczyć na rozwój sieci energetycznej pod rozwój elektromobilności. Nowo oddawane do użytku budynki powinny być tak projektowane, aby przyłącza energetyczne uwzględniały ich wyposażenie w infrastrukturę do ładowania, zgodnie z najnowszą propozycją Komisji Europejskiej. Zachętą do wspierania rozbudowy sieci ładowarek mogłyby być także ulgi podatkowe dla osób fizycznych i firm instalujących punkty ładowania.

System kalkulacji i stosowania taryf dystrybucyjnych także stanowi ciągle istotną barierę dla rozwoju elektromobilności w kraju. Obowiązujące przepisy powodują wysokie koszty funkcjonowania stacji ładowania, co ma szczególne znaczenie w przypadku, kiedy liczba pojazdów elektrycznych jest niewielka. Problem dotyczy przede wszystkim stacji ładowania prądem stałym (DC) o mocy powyżej 40 kW, dla których obowiązuje taryfa C21, która przewiduje ponad trzykrotnie wyższe jednostkowe opłaty za moc umowną, niż w przypadku taryfy C11 (obowiązującej dla mocy umownej do 40 kW włącznie). Kwestia ta odnosi się także do stacji ładujących prądem przemiennym (AC). Częstym rozwiązaniem, w celu optymalizacji kosztów inwestycji, jest instalowanie stacji AC pozwalających na równoległe ładowanie dwóch pojazdów mocą 22 kW (łączna moc stacji wynosi wówczas 44 kW), co skutkuje objęciem ich taryfą C21.

Tabela 5. Przykładowe, obowiązujące stawki opłat sieciowych⁸⁷

Operator	Grupa taryfowa	Składnik stały stawki sieciowej [zł/MW/m-c]	Składnik zmienny stawki sieciowej [zł/MWh]
Enea Operator	C11	3,77	0,1458
	C21	12,57	0,0958
Energia Operator	C11	4,61	0,2509
	C21	20,06	0,1792

Rozwój i właściwe funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego są kluczowe dla tempa wprowadzania floty pojazdów elektrycznych w Polsce. Sektor przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej przygotowuje się do współpracy z dynamicznie rozwijającą się infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych. Zdaniem OSP dużym wyzwaniem jest zmiana rozkładu obciążenia, która będzie miała bezpośredni wpływ na potrzeby tworzenia odpowiednich planów inwestycyjnych. Będzie to szczególnie widoczne w sieciach dystrybucyjnych. Wpływ samochodów elektrycznych na sieć przesyłową będzie w dużym stopniu łagodzony przez równoczesny rozwój źródeł rozproszonych przyłączanych do sieci niższych napięć. Jednakże, z punktu widzenia OSD, większym zagrożeniem niż aspekty techniczne, są bariery formalno-prawne związane z prowadzeniem inwestycji (przede wszystkim problem z dostępem do terenu pod budowę sieci). Obecnie nie ma przepisów, które by ułatwiały realizowanie inwestycji

⁸⁷ Źródło: Taryfa na energię elektryczną na 2019 r. Enea Operator i Energia-Operator

przez OSD w celu przyłączania punktów ładowania pojazdów elektrycznych, zgodnie z celami wyznaczonymi ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Reasumując, najważniejsze bariery elektryfikacji sektora transportu z perspektywy infrastruktury energetycznej to:

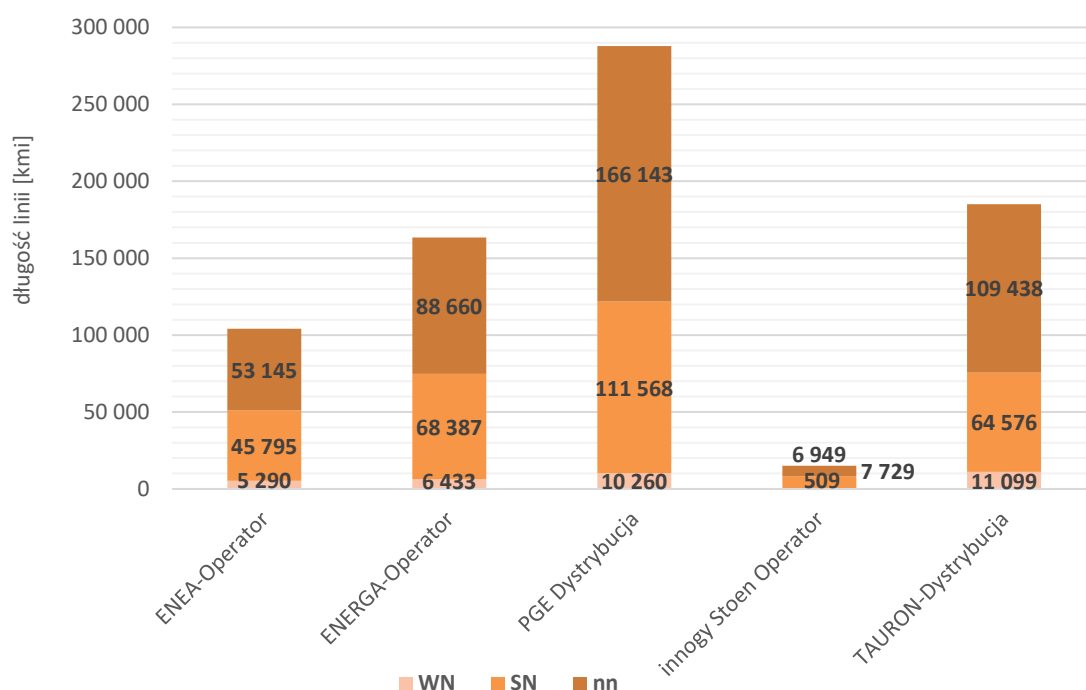
- bariery technologiczne – znaczące dociążenie istniejących elementów sieci dystrybucyjnej, głównie istniejących transformatorów rozdzielczych oraz linii elektroenergetycznych, zmiana rozkładu obciążenia,
- bariery prawne - problemy formalno-prawne związane z uzyskaniem zgód i pozwoleń, w szczególności przy budowie nowych lub modernizacji istniejących linii elektroenergetycznych, konieczność uzyskania zgód i pozwoleń środowiskowych z uwagi na rosnące wymagania w zakresie ochrony zwierząt oraz roślin,
- bariery ekonomiczne – środki na inwestycje sieciowe pod kątem rozwoju infrastruktury do ładowania; koszty funkcjonowania stacji ładowania (taryfy).

Bariery dotyczące pojazdów elektrycznych i stacji ładowania zostały omówione w rozdziale 6.1.7.

6.2.5. Szacunkowe koszty modernizacji sieci energetycznej w Polsce w związku z elektryfikacją sektora transportu

Stan sieci dystrybucyjnej ma kluczowe znaczenie dla zrównoważonego rozwoju kraju i zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Rozwój infrastruktury elektroenergetycznej musi być ściśle skorelowany ze wzrostem gospodarczym, który wymusza zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną, rozwojem OZE, ze szczególnym uwzględnieniem energetyki wiatrowej oraz celami i priorytetami krajowych i unijnych dokumentów strategicznych.

Według danych za rok 2017, pięć największych operatorów sieci dystrybucyjnych eksploatowało linie energetyczne o łącznej długości 756 062 km, z czego długość linii napowietrznych wynosiła 532 716 km, a linii kablowych 223 346 km. Na rysunku poniżej przedstawiono dane dotyczące linii elektroenergetycznych na poszczególnych napięciach należących do pięciu OSD. Statystkę tę należałoby jeszcze uzupełnić o 81 km linii najwyższych napięć.



Rysunek 44. Długości linii poszczególnych napięć, w poszczególnych OSD⁸⁸

Decydujące znaczenie dla wartości wskaźników SAIDI⁸⁹, SAIFI⁹⁰ ma sieć średniego napięcia, stąd jest ona szczególnie monitorowana przez operatorów sieci dystrybucyjnej. Sieć SN jest także ważna z punktu widzenia przyłączenia stacji ładowania. Dostosowanie infrastruktury pod przyłączenie punktów ładowania najtrudniejsze i najbardziej kosztowne będzie właśnie na poziomie średniego napięcia. Należy zwrócić uwagę, że sieć SN to w zdecydowanej większości sieć napowietrzna. W poszczególnych OSD poziom skablowania linii SN wygląda różnie, co przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 6. Długości linii SN, z wyróżnieniem linii kablowych⁹¹

OSD	Długość linii SN	Długość linii kablowych SN	Udział linii kablowych w liniach SN
	[km]	[km]	[-]
ENEA-Operator	45 795	12 129	26,5%
ENERGA-Operator	68 387	13 072	19,1%
innogy Stoen Operator	7 729	7 441	96,3%
PGE Dystrybucja	111 568	20 651	18,5%
TAURON-Dystrybucja	64 576	23 902	37,0%
Razem	298 055	77 195	25,9%

Spśród wszystkich OSD wyróżnia się innogy Stoen Operator, który jako spółka typowo miejska w 96,3% posiada skablowane linie SN. Na kolejnym miejscu jest Tauron Dystrybucja z udziałem 37% linii kablowych, następnie Enea Operator – 26,5%. Najmniej

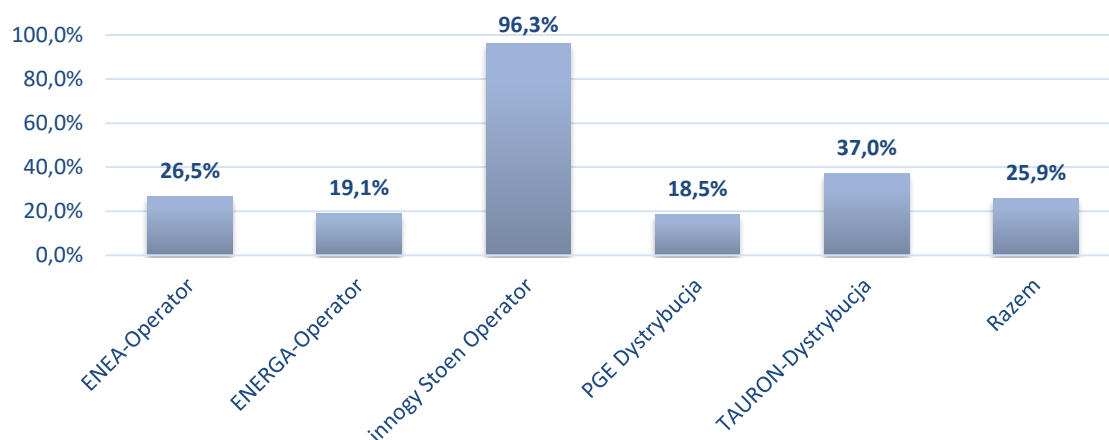
⁸⁸ Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018

⁸⁹ wskaźnik przeciętnego (średniego) systemowego czasu trwania przerwy długiej w dostawach energii elektrycznej

⁹⁰ wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich w dostawie energii

⁹¹ Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018 r.

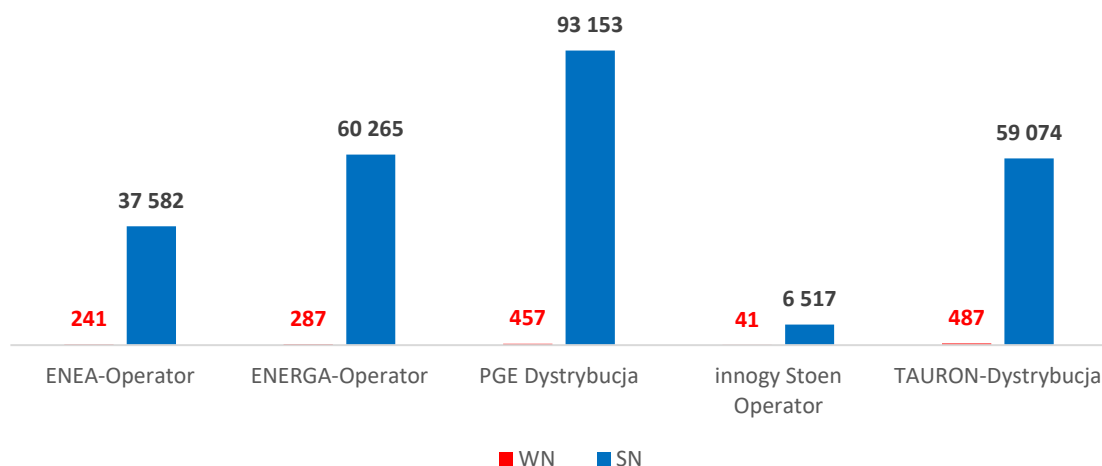
linii kablowych – poniżej 20% – posiadają Energa Operator i PGE Dystrybucja. Wartości te zobrazowano również na poniższym rysunku.



Rysunek 45. Udział linii kablowych w liniach SN, w poszczególnych OSD⁹²

Udział linii kablowych związany jest z obszarem miejskim. W spółkach, które prowadzą działalność na terenie, gdzie jest więcej obszarów miejskich, procent linii kablowych jest proporcjonalnie większy. Analiza tych parametrów w ostatnich latach wskazuje, że coraz więcej linii kablowych SN przybywa poza obszarami miejskimi.

Bardzo ważnym elementem sieci dystrybucyjnej są stacje elektroenergetyczne. Z danych zebranych od OSD wynika, że w ramach sieci dystrybucyjnej jest 1513 stacji wysokiego napięcia (tzw. GPZ – główny punkt zasilania). Największą grupę stacji stanowią stacje średniego napięcia (256 591 szt.), z których prawie 100% to stacje transformatorowe SN/nn. Poniżej przedstawiono liczbę stacji elektroenergetycznych w podziale na WN i SN.

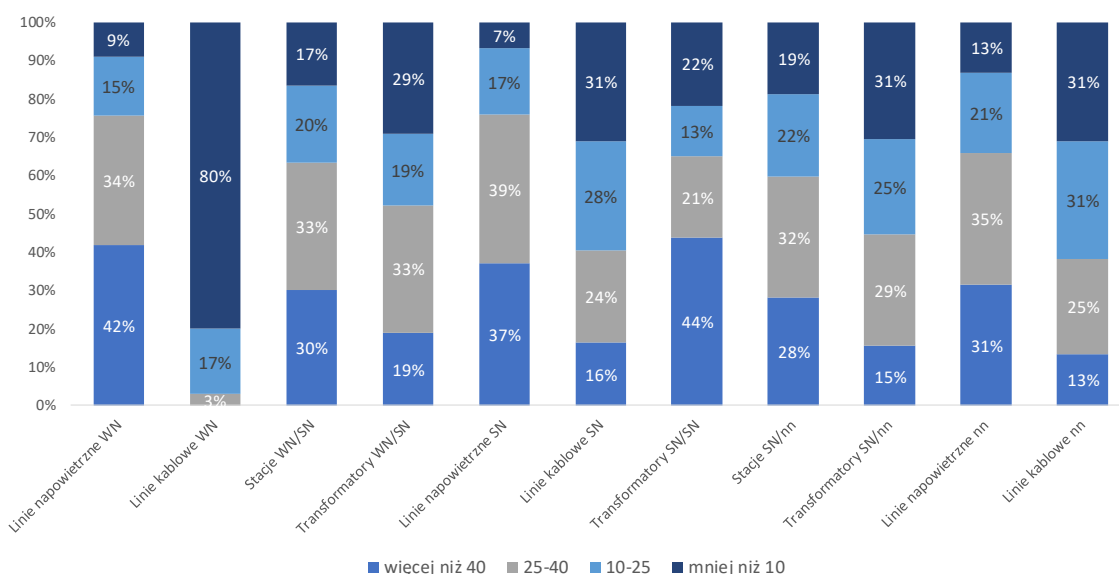


Rysunek 46. Liczba stacji elektroenergetycznych wysokich i średnich napięć⁹³

⁹² Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018 r.

⁹³ Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018 r.

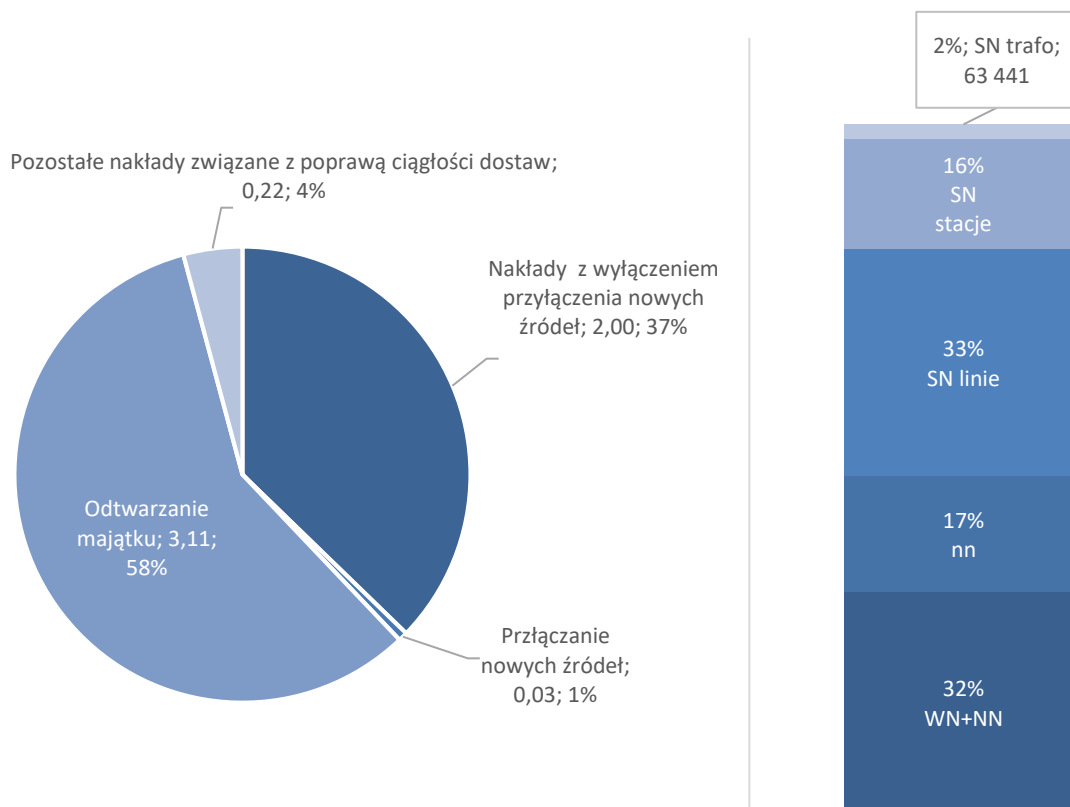
Istotną informacją o sieci dystrybucyjnej jest jej struktura wiekowa. Przyglądając się wynikom przedstawionym poniżej, możemy mówić o starzejącej się infrastrukturze sieciowej. W przypadku sieci dystrybucyjnej, największy stopień zużycia cechuje linie napowietrzne WN i SN. Prawie 80% tych linii wybudowane zostało ponad 25 lat temu i od tamtego czasu, ze względu na bariery formalno-prawne, o których wspomniano we wcześniejszej części raportu, oraz brak odpowiednich środków finansowych, w większości przypadków nie były one wymieniane lub modernizowane, a przechodziły jedynie wymagane przeglądy i remonty. Spośród tej grupy urządzeń, właściwie tylko o liniach kablowych WN i SN oraz nn możemy powiedzieć, że charakteryzują się w większości wiekiem poniżej 25 lat, co przedstawiono na poniższym rysunku.



Rysunek 47. Struktura wiekowa wybranych elementów sieci dla 5 największych OSD, stan na koniec 2017 roku⁹⁴

W 2017 roku OSD przeznaczyły na inwestycje prawie 5,4 mld złotych, z czego największą część na odtwarzanie majątku. Nakłady na średnie napięcie to 48% całości nakładów odtworzeniowych OSD. Poziom i strukturę nakładów inwestycyjnych największych OSD przedstawiono na poniższym rysunku.

⁹⁴ Źródło: Raport PTPIREE „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, 2018 r.



Rysunek 48. Poziom i struktura nakładów inwestycyjnych pięciu największych OSD w 2017 roku⁹⁵

Zgodnie z postanowieniami art. 16 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne, przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej są zobowiązane do sporządzenia, dla obszaru swojego działania, planów rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną. Projekty planów rozwoju przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej podlegają uzgodnieniu z Prezesem URE.

Do 31 marca 2019 r. OSD zobowiązani są przedstawić aktualizację planów rozwoju na lata 2020-2025. W ramach planowanych nakładów inwestycyjnych w zakresie dystrybucji energii elektrycznej w aktualnie opracowywanych planach rozwoju po raz pierwszy znajdują się informacje o nakładach na:

- przyłącza do nowych odbiorców i infrastruktury ładowania drogowego transportu publicznego oraz ogólnodostępnych stacji ładowania,
- punkty ładowania.

W związku z koniecznością realizacji tych zadań przez OSD, niezbędna jest modernizacja i rozwój sieci dystrybucyjnej w zakresie wynikającym z potrzeb związanych z zasilaniem punktów ładowania pojazdów elektrycznych. Działania te będą skorelowane z dynamiką

⁹⁵ Źródło: PTPiREE, Warsztaty „Modernizacja systemów energetycznych w oparciu o instrumenty ETS”, Warszawa, 22 stycznia 2019 r.

rozwoju samochodów elektrycznych. W początkowej fazie mogą być wykorzystywane dostępne moce w stacjach transformatorowych SN/nn, później na potrzeby przyłączenia stacji ładowania szczególnie szybkich ładowarek, konieczna będzie wymiana transformatorów SN/nn lub budowa nowych stacji SN/nn.

Operatorzy systemów dystrybucyjnych będą musieli ponieść koszty przyłączenia infrastruktury ładowania do sieci, wykonując szereg inwestycji w głębi sieci. Inwestycje te, stanowiąc jedynie część nałożonych na OSD obowiązków wynikających z regulacji krajowych i wiążących się z członkostwem Polski w UE, będą stanowiły element składowy taryfy dystrybucyjnej, która obejmuje także inwestycje priorytetowe.

Mając na uwadze zakres niezbędnych prac inwestycyjnych, jakie OSD będą zobowiązani przeprowadzić w celu zapewnienia ładowania pojazdów elektrycznych, poniżej przedstawiono je łącznie dla stacji wolnego i szybkiego ładowania oraz dla stacji ładowania transportu publicznego. Obejmują one prace wynikające z obowiązków nałożonych ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych, spoczywające na OSD zarówno przed, jak i po 1 stycznia 2021 r., w tym m.in.:

- opracowanie dokumentacji projektowej wraz z uzyskaniem decyzji administracyjnych zezwalających na realizację zadania inwestycyjnego,
- pozyskanie prawa do dysponowania nieruchomościami na cele budowlane,
- opłaty administracyjne związane z realizacją zadania inwestycyjnego,
- roboty budowlane związane z budową lub przebudową linii i stacji transformatorowych,
- roboty budowlane związane z budową przyłączy,
- zakup stacji ładowania wraz z robotami budowlanymi związanymi z jej posadowieniem,
- zakup magazynu energii wraz z robotami budowlanymi oraz niezbędną infrastrukturą stowarzyszoną,
- nadzór nad robotami budowlanymi.

Z punktu widzenia uwarunkowań związanych z przyłączaniem obiektów do elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej, koszty kwalifikowane infrastruktury ładowania elektrycznego dla stacji ogólnodostępnych nie powinny być rozróżniane w zależności od szybkości ładowania (stacje wolnego i wolnego ładowania) oraz od tego czy są realizowane dla potrzeb transportu publicznego czy sieci transportowej TEN-T. Co więcej, realizowane będą m.in. projekty, w których jedno zadanie inwestycyjne obejmować będzie budowę i przyłączenie kilku stacji wolnego ładowania do jednego punktu przyłączenia. Zatem mogą zaistnieć sytuacje, gdy łączna moc przyłączanych stacji wolnego ładowania w jednym punkcie przyłączenia zbliżona będzie do mocy stacji szybkiego ładowania. Na obecnym etapie OSD zakłada przyłączanie stacji wolnego i szybkiego ładowania do SN lub nn, ale rozbudowa sieci może dotyczyć także WN. Zgodnie z *ustawą o elektromobilności*, w przypadkach, gdy dla terenów określonych

gmin do 2020 r. nie będzie zainstalowana wymagana liczba punktów ładowania, OSD, na podstawie planu przygotowanego przez gminę, zobowiązany będzie do zainstalowania takich stacji. Zatem w zakresie kosztów kwalifikowanych dla stacji wolnego i szybkiego ładowania powinna być ujęta pozycja dotycząca zakupu i posadowienia samych stacji.

Jak wskazano powyżej, w określonych ustawą sytuacjach OSD zobowiązany będzie do zakupu i montażu ogólnodostępnych stacji wolnego i szybkiego ładowania. Koszt zakupu takich stacji szacować należy na poziomie odpowiednio od ok. 30-50 tys. zł – w przypadku stacji wolnego ładowania, do ok. 150 tys. zł - w przypadku stacji szybkiego ładowania. Niestety dziś jeszcze nie można podać kosztów, jakie w sumie będą musieli ponieść operatorzy systemów elektroenergetycznych, ponieważ OSD nie mają wiedzy, ile punktów ładowania zostanie wybudowanych przez samorządy, a ile będzie do wykonania po stronie OSD, który z mocy ustawy jest zobowiązany w określonym czasie postawić punkt ładowania, jeśli nie zrobi tego gmina.

Podsumowując, zapewnienie infrastruktury publicznej dla elektryfikacji systemu transportu w dużym stopniu będzie spoczywać na operatorach sieci elektroenergetycznej działających m.in. w ramach *ustawy o elektromobilności*, Prawa energetycznego oraz Prawa budowlanego. Realizacja niezbędnych inwestycji w tym zakresie będzie wymagała znacznego wysiłku organizacyjnego oraz zaangażowania finansowego po stronie OSD.

Dodatkowe środki finansowe na rozwój infrastruktury, mają zostać zabezpieczone w rozporządzeniu ministra energii z w sprawie szczegółowych warunków udzielania oraz sposobu rozliczania wsparcia udzielonego ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu, które aktualnie poddane jest konsultacjom społecznym. Fundusze, które stanowić będą istotne wsparcie w przygotowaniu infrastruktury niezbędnej dla rozwoju elektromobilności w Polsce mają się także znaleźć w ramach nowej perspektywy finansowej UE w „Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko 2021-27” (POIŚ). Obecnie prowadzone są uzgodnienia w tym zakresie i dziś jeszcze nie wiadomo, jaki oba dokumenty przyjmą ostatecznie kształt. Z uwagi na zasady finansowania inwestycji publicznych realizowanych przez OSD, które zawierane są w ramach kosztów uzasadnionych w taryfach zatwierdzanych przez Prezesa URE, przeniesienie tych wydatków do FNT lub POIŚ, w znaczący sposób wpłynęłoby na odciążenie odbiorców energii z ponoszenia kosztów tych inwestycji i zawierania ich w cenie energii.

Ważny wniosek, który wynika z pogłębionej analizy tematu wskazuje, że dla rozwoju elektromobilności w Polsce konieczne jest wprowadzenie rozwiązań systemowych wspierających i skracających proces realizacji inwestycji sieciowych. Obecne regulacje nie pozwolą lub znacznie utrudnią szybki rozwój infrastruktury elektroenergetycznej dla elektromobilności.

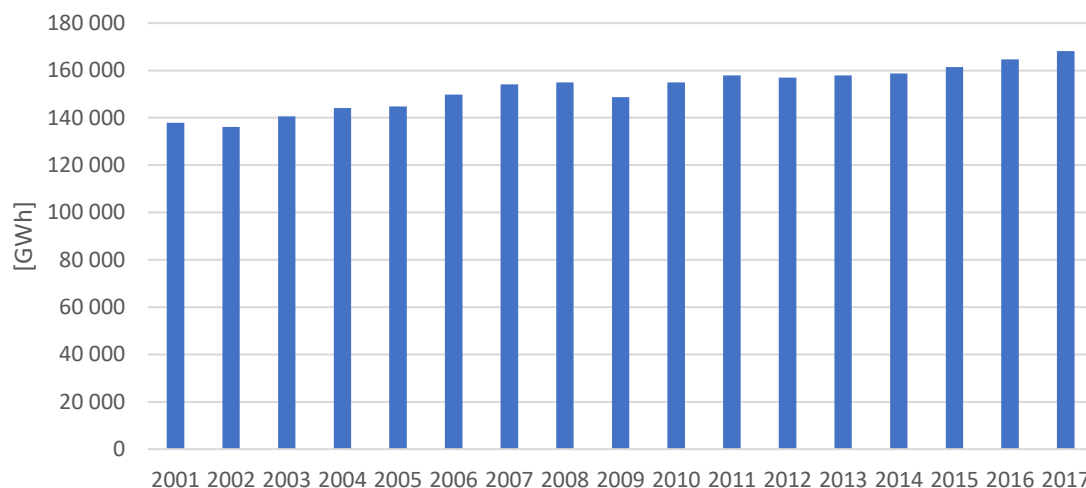
Rozwój infrastruktury niezbędnej do ładowania samochodów elektrycznych to duże wyzwanie dla operatorów systemów elektroenergetycznych. Niemniej jednak współpraca zaangażowanych w ten proces podmiotów, budowa optymalnego modelu wsparcia w aspekcie finansowym, organizacyjnym i formalno-prawnym, może przyczynić się do zapewnienia sprzyjających warunków rozwoju elektromobilności w Polsce, zachowując przy tym niezbędną równowagę w świetle priorytetów, jakimi są bezpieczeństwo energetyczne, dobro odbiorców oraz poszanowanie środowiska naturalnego.

Koszty na przystosowanie sieci dystrybucyjnej do rozwoju infrastruktury na potrzeby ładowania uzależnione będą od liczby punktów ładowania, które mają powstać lub mają zostać przyłączone do sieci, oraz i ich lokalizacji. Pierwsze szacunki dotyczące prognozy kosztów do roku 2025 będą znane po złożeniu przez OSD aktualizacji Planów rozwoju na lata 2020-2025.

6.2.6. Wpływ elektryfikacji sektora transportu na krajowy popyt na energię

Podstawowym celem systemu elektroenergetycznego jest zaspokajanie zapotrzebowania odbiorców na energię elektryczną w każdym momencie. Zadanie to nie jest łatwe, gdyż z uwagi na znikomą możliwość magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym, konieczne jest wyprodukowanie i przesłanie w wymagane miejsce kraju w każdym przedziale czasu, dokładnie takiej ilości energii na jaką jest zapotrzebowanie. Analizując dane historyczne, można zauważyć, iż następuje systematyczny wzrost zapotrzebowania na energię ze względu na stały rozwój polskiej gospodarki. Należy przypuszczać, że wzorem gospodarek rozwiniętych, przyrost zapotrzebowania na energię elektryczną w kraju (podobnie jak w przypadku innych nośników energii) zacznie po okresie stosunkowo dynamicznego wzrostu, powoli się nasycić⁹⁶. Zakres analizowanych danych pokazano na poniższym rysunku.

⁹⁶ Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2018-2027", PSE, 2018



Rysunek 49. Krajowe zużycie energii, Raport KSE 2017

Rok 2017 był kolejnym rokiem, gdzie nastąpił wzrost zużycia energii elektrycznej i wyniósł 168,1 TWh. Wstępne informacje z PSE wskazują, że w 2018 roku po raz pierwszy zapotrzebowanie przekroczyło 180 TWh.

Prognozy krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną

Ze względu na specyficzną pozycję energii elektrycznej jako produktu, badania dotyczące sektora energetycznego mają kluczowe znaczenie dla poprawnego funkcjonowania gospodarki. W opracowaniu PSE⁹⁷, prognozowane jest zapotrzebowanie KSE na energię elektryczną netto, rozumiane jako zapotrzebowanie brutto pomniejszone o sumę zużycia energii, jako wsad do przemian energetycznych (w tym pompowanie wody w elektrowniach wodnych) i zużycia na potrzeby przemian energetycznych związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej. Jako wynik prac przedstawiono dwie prognozy:

1. wysoką – uwzględniającą prognozę PKB opracowaną przez Ministerstwo Finansów,
2. stabilną – uwzględniającą prognozę PKB opracowaną przez Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD).

W perspektywie do 2027 według prognozy stabilnej przewiduje się średnioroczny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w latach 2017-2027 na poziomie 1,3%. Natomiast prognoza wysoka przewiduje wzrost na poziomie 1,7%.

Wnioski z analiz prognostycznych dla sektora energetycznego⁹⁸ przedstawiają także prognozy krajowego zapotrzebowania na moc i energię. Zakładają one, że średnioroczny wzrost zapotrzebowania w latach 2018-2040 wyniesie w przypadku:

- energii elektrycznej - 1,7% (w różnych okresach od 1,9 do 1,5%),
- mocy elektrycznej - 1,6% (w różnych okresach od 2,1 do 1,3%).

⁹⁷ Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2018-2027, PSE, 2018

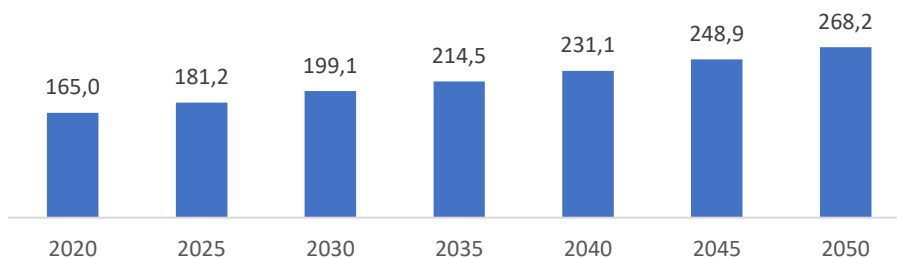
⁹⁸ załącznik nr 1 do projektu „Polityki energetycznej Polski do roku 2040” (PEP 2040)

Bez uwzględnienia potrzeb elektromobilności i pomp ciepła ww. wskaźniki są mniejsze odpowiednio o 0,2 pp. i 0,3 pp. Wnioski z tej prognozy przyjęto na potrzeby analizy wpływu elektryfikacji sektora transportu na krajowy popyt na energię elektryczną. Model ekstrapolowano do okresu 2040-2050.

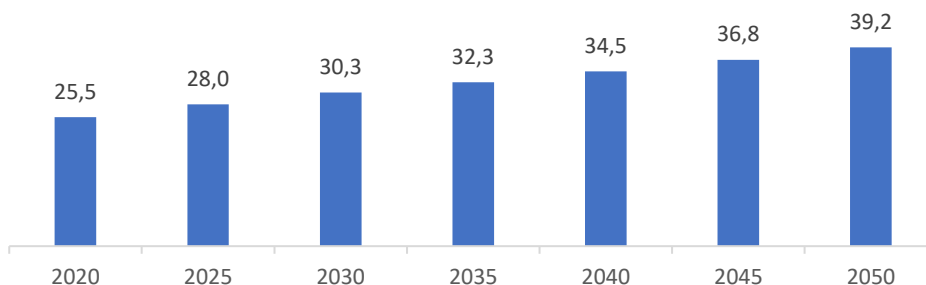
Wyniki prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną i moc maksymalną netto na lata 2020-2050 wyrażone w wartościach bezwzględnych podano w poniższej tabeli i pokazano na w tabeli i na rysunkach poniżej.

Tabela 7. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną i moc maksymalną netto oraz wskaźniki wzrostu zapotrzebowania⁹⁹

Lata	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Zapotrzebowanie na energię elektryczną [TWh]	165,0	181,2	199,1	214,5	231,1	248,9	268,2
Zapotrzebowanie na moc maksymalną [TWh]	25,5	28,0	30,3	32,3	34,5	36,8	39,2
Lata	2018-2020	2020-2025	2025-2030	2030-2035	2035-2040	2040-2045	2045-2050
Zapotrzebowanie na energię elektryczną [%]	1,9%	1,9%	1,9%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
Zapotrzebowanie na moc maksymalną [%]	2,1%	1,9%	1,6%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%



Rysunek 50. Zapotrzebowanie na energię elektryczną netto [TWh], graficzne przedstawienie danych z powyższej tabeli



Rysunek 51. Zapotrzebowanie na energię elektryczną netto [TWh], graficzne przedstawienie danych z powyższej tabeli

⁹⁹ Źródło: Wnioski z analiz prognostycznych dla sektora energetycznego – załącznik nr 1 do „Polityki energetycznej Polski do roku 2040” (PEP 2040)

Podobnie jak w przypadku zapotrzebowania netto, godzinowe wartości mocy netto, stanowią wartości mocy brutto pomniejszone o sumę zapotrzebowania na moc w celu pokrycia potrzeb przemian energetycznych, w których wytwarzana jest energia elektryczna oraz potrzeb wynikających z pompowania wody w elektrowniach wodnych.

Szacunkowe zapotrzebowanie samochodów elektrycznych na energię elektryczną w Polsce

Dla przedstawionych w rozdziale 6.2.3 czterech scenariuszy elektryfikacji sektora transportu, obliczono szacunkowe zapotrzebowanie na energię elektryczną dla samochodów i autobusów elektrycznych oraz ich udział w prognozowanym zapotrzebowaniu na energię elektryczną.

Tabela 8. Scenariusz „S0” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE

Rok	Samochody		Autobusy		Razem		Udział EV w zapotrzebowaniu na energię elektryczną
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	
2020	11 900	19	1 440	92	13 340	111	0,1%
2025	63 000	101	2 000	129	65 000	230	0,1%
2030	229 000	629	2 680	176	231 680	804	0,4%
2035	479 000	1 316	3 600	242	482 600	1 558	0,7%
2040	854 000	2 348	4 430	295	858 430	2 643	1,1%
2045	1 354 000	3 723	5 200	345	1 359 200	4 067	1,6%
2050	1 854 000	5 098	5 650	372	1 859 650	5 469	2,0%

Tabela 9. Scenariusz „S1” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE

Rok	Samochody		Autobusy		Razem		Udział EV w zapotrzebowaniu na energię elektryczną
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	
2020	11 900	19	2 160	139	14 060	157	0,1%
2025	300 000	480	3 000	194	303 000	674	0,4%
2030	680 000	1 870	4 020	263	684 020	2 133	1,1%
2035	1 180 000	3 245	5 670	376	1 185 670	3 621	1,7%
2040	1 930 000	5 308	6 800	450	1 936 800	5 758	2,5%
2045	2 930 000	8 058	7 810	518	2 937 810	8 576	3,4%
2050	3 930 000	10 808	8 500	560	3 938 500	11 367	4,2%

Tabela 10. Scenariusz „S2” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE

Rok	Samochody		Autobusy		Razem		Udział EV w zapotrzebowaniu na energię elektryczną
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	
2020	11 900	19	2 880	185	14 780	203	0,1%
2025	1 000 000	1 575	4 000	259	1 004 000	1 834	1,0%
2030	1 988 100	5 344	5 630	365	1 993 730	5 708	2,9%
2035	2 976 200	8 000	7 760	511	2 983 960	8 511	4,0%

Rok	Samochody		Autobusy		Razem		Udział EV w zapotrzebowaniu na energię elektryczną
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	
2040	3 964 300	10 656	9 170	606	3 973 470	11 262	4,9%
2045	4 952 400	13 312	10 580	700	4 962 980	14 012	5,6%
2050	5 940 500	15 968	11 500	755	5 952 000	16 723	6,2%

Tabela 11. Scenariusz „S3” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE

Rok	Samochody		Autobusy		Razem		Udział EV w zapotrzebowaniu na energię elektryczną
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	
2020	11 900	19	3 600	231	15 500	250	0,2%
2025	1 000 000	1 575	5 270	337	1 005 270	1 912	1,1%
2030	3 000 000	8 500	7 260	467	3 007 260	8 967	4,5%
2035	6 250 000	19 563	9 850	647	6 259 850	20 209	9,4%
2040	9 500 000	30 625	11 700	770	9 511 700	31 395	13,6%
2045	13 500 000	44 375	13 500	889	13 513 500	45 264	18,2%
2050	16 600 000	55 000	15 800	1 016	16 615 800	56 016	20,9%

W wyniku przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że wpływ zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE dla każdego ze scenariuszy dla roku 2020 i 2025 jest bezpieczny dla KSE tzn. mieści się w zakładanych prognozach zapotrzebowania.

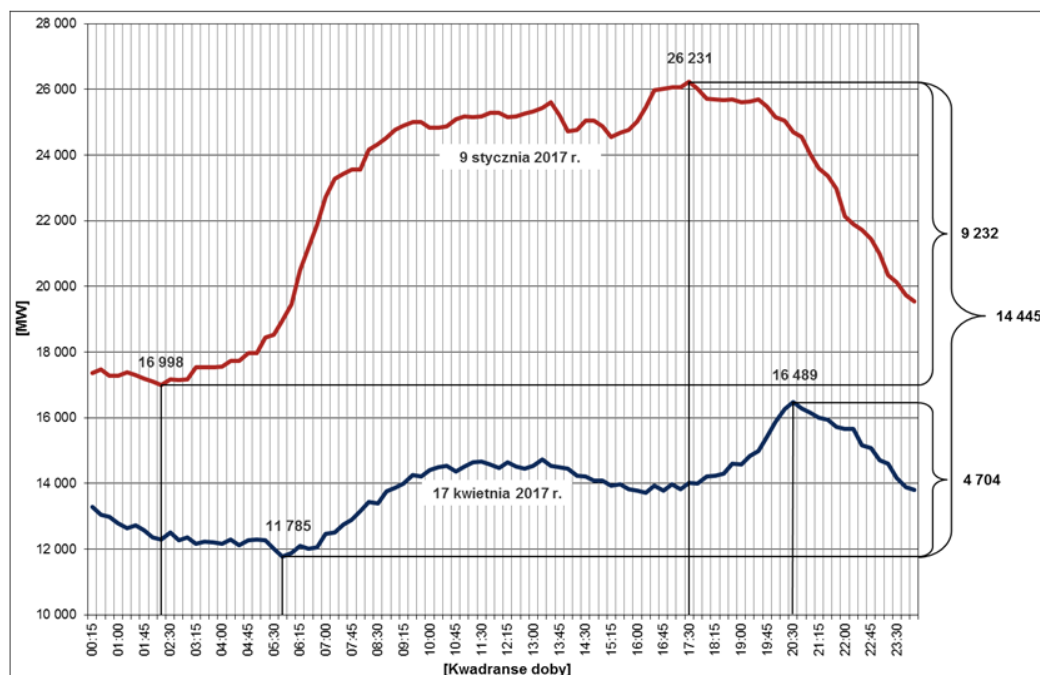
Dla każdego roku ze scenariusza rozwoju elektromobilności S0 i S1, prognozowane zużycie energii przez samochody elektryczne mieści się w dodatkowych 0,2% wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną.

Scenariusz S2 wydaje się również bezpieczny dla systemu, jeżeli pojawiają się jakiegokolwiek brakujące wartości energii, to są one na tyle nieduże (rzędu 0,5 TWh), że można uznać, że mieszczą się w błędzie metody.

Dla scenariusza S3 pierwsze problemy pojawiają w roku 2030, w którym przewiduje się, że w systemie będzie brakować 4 TWh energii. Sytuacja w kolejnych okresach będzie się pogłębiać.

Wpływ rozwoju elektromobilności na zapotrzebowanie mocy

Dla systemu elektroenergetycznego ważniejszym parametrem od wielkości energii, jaka będzie potrzebna do ładowania samochodów elektrycznych, jest wielkość zapotrzebowanej mocy. Na poniższym rysunku przedstawiono przebiegi zapotrzebowania KSE w dniach, w których wystąpiło minimalne i maksymalne krajowe zapotrzebowanie na moc w 2017 roku.

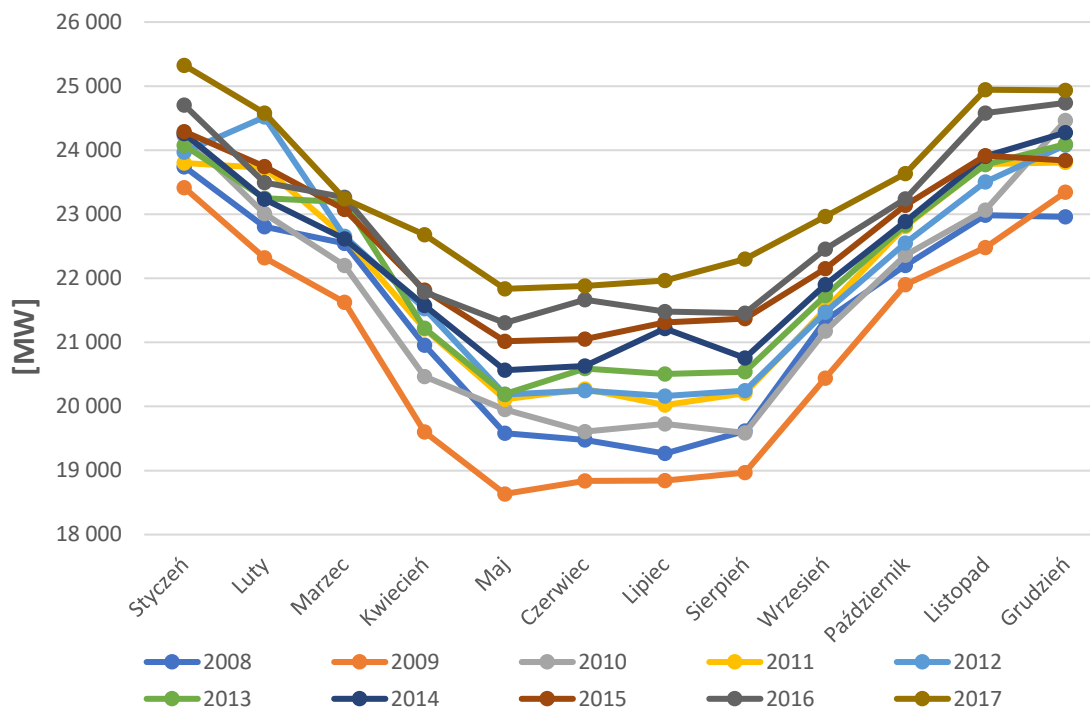


Rysunek 52. Przebiegi zapotrzebowania w dniach, w których wystąpiło minimalne i maksymalne krajowe zapotrzebowanie na moc w 2017 roku¹⁰⁰

Jak wynika z przedstawionego rysunku najmniej energii potrzebujemy między godziną 2 w nocy a 6 rano. Później ilość wykorzystanych MW systematycznie rośnie, by osiągnąć maksimum między godzinami 17 a 21 (szczyt wieczorny). Przyczyną jest oczywiście rytm dobowy człowieka. W okresie letnim największe zużycie przypada na coraz późniejsze godziny.

Na rysunku poniżej pokazano średnie miesięczne krajowe zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia w czasie dni roboczych w 2017 roku na tle danych historycznych. Widać, że wartość mocy maksymalnej wzrasta szczególnie wyraźnie w okresach letnich.

¹⁰⁰ Źródło: Raport 2017 KSE



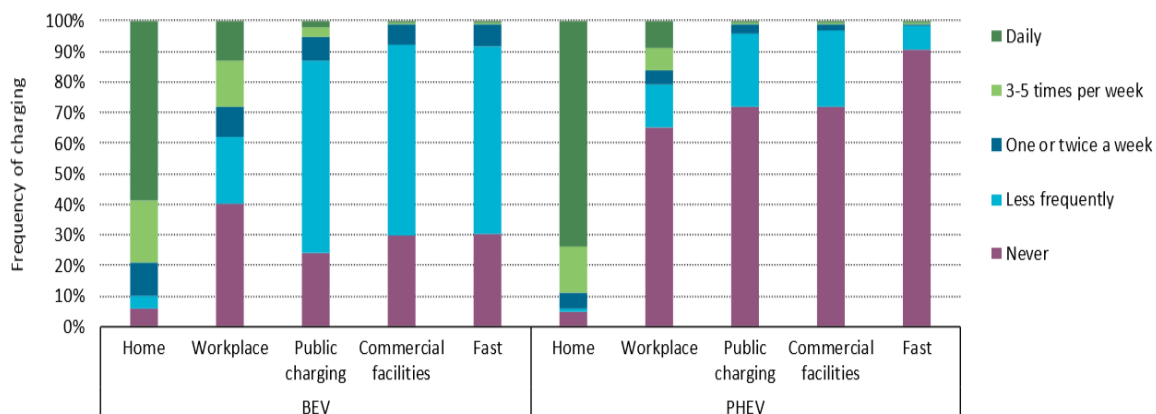
Rysunek 53. Średnie miesięczne krajowe zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w 2017 roku na tle danych historycznych¹⁰¹

Cechą systemu elektroenergetycznego jest nierównomierne dobowe zapotrzebowanie na energię. Według danych PSE w godzinach 8:00 - 20:00 popyt na energię elektryczną w Polsce wynosi 24-25 GW. W godzinach nocnych (szczególnie między 24:00 a 6:00) zapotrzebowanie spada o jedną trzecią, do ok. 14-16 GW.

Problemy z możliwością dostarczenia niezbędnej ilości energii elektrycznej na potrzeby ładowania samochodów są nierozłącznie związane ze zmiennością obciążenia, zarówno w trakcie doby, jak i w trakcie roku. Dane pochodzące od norweskich użytkowników BEV i PHEV (Norwegia jest krajem o najwyższej liczbie samochodów elektrycznych przypadających na 1 mieszkańca) sugeruje, że właściciele samochodów elektrycznych najczęściej ładują swoje pojazdy w domu lub w pracy, opierając się na wolnych ładowarkach. Innym rodzajem ładowania najczęściej wybieranym przez Norwegów, są publicznie dostępne wolne ładowarki, a następnie ładowarki znajdujące się w obiektach komercyjnych (ładowanie w miejscu docelowym). Szybkie ładowanie nie jest często używane i przyjmuje formę planowanych przystanków w czasie długich podróży¹⁰².

¹⁰¹ Źródło: Raport 2017 KSE

¹⁰² Global EV Outlook OECD/IEA, 2017



Rysunek 54. Nawyki ładowania dla próby norweskich użytkowników samochodów elektrycznych¹⁰³

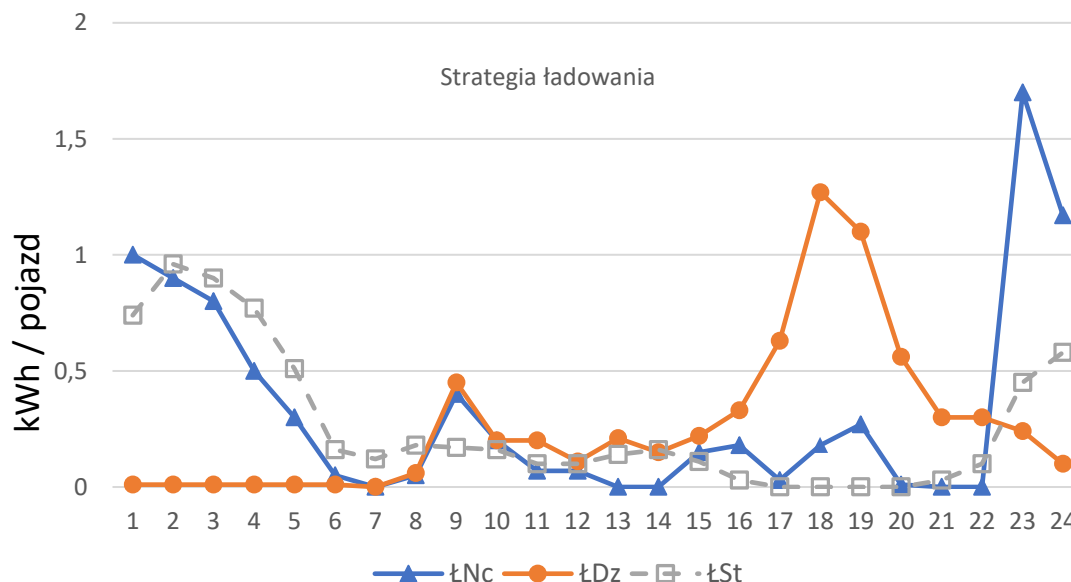
Warunkiem określenia wpływu pojazdów elektrycznych na system elektroenergetyczny jest znajomość profili ładowania akumulatorów samochodów. W pracy pt. „Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza”, U. Radowić, przyjęto trzy różne strategie ładowania:

- Ładowanie dzienne „ŁDz”: ładowanie nie jest ograniczone czasowo, ale występuje za każdym razem, gdy samochód jest zaparkowany i dostępna jest stacja ładująca; profile ładowania są ściśle skorelowane z trybem użytkowania samochodu. Popyt na energię do ładowania występuje przeważnie w ciągu dnia, a szczyt z reguły późnym popołudniem/wczesnym wieczorem, kiedy zazwyczaj występuje szczyt krajowego zapotrzebowania na moc w systemie.
- Ładowanie nocne „ŁNc”: Strategia ta podkreśla preferencję do ładowania w godzinach nocnych. Zakładając, że odbiorcy są gotowi opóźnić ładowanie do godziny 22:00, aby wykorzystać niższą taryfę. Szczyt popytu na rzecz ładowania BEV i PHEV występuje późnym wieczorem, poza godziną szczytowego popytu w systemie.
- Ładowanie sterowane „ŁSt”: Inteligentnym sterowaniem ładowanie BEV i PHEV odbija się w godzinach bardziej korzystnych dla systemu wytwórczego, gdyż nie tylko jest przesunięte na godziny doliny nocnego popytu w systemie, ale jest również bardziej równomiernie rozkładane.

Wobec braku danych rzeczywistych dotyczących schematów ładowania, profile obciążenia sieci na rzecz ładowania aut elektrycznych autor opracował na podstawie badań zagranicznych przeprowadzonych w sześciu krajach europejskich, w tym w Polsce. W tych badaniach bardzo szczegółowe dane zawierające wzorce jazdy i parkowania samochodów konwencjonalnych reprezentatywnej grupy osób w każdym kraju, zostały wykorzystane do obliczenia indywidualnych profili ładowania różnych rodzajów samochodów elektrycznych, jak również zagregowanych profili obciążeń sieci

¹⁰³ Źródło: Global EV Outlook OECD/IEA, 2017

w poszczególnych dniach tygodnia. Na rysunku poniżej przykładowo pokazano zastosowany w obliczeniach modelowych uśredniony popyt energii elektrycznej dla ekwiwalentnego pojazdu elektrycznego w ciągu 24 h, dla wybranego dnia (poniedziałek) oraz różnych strategii ładowania.

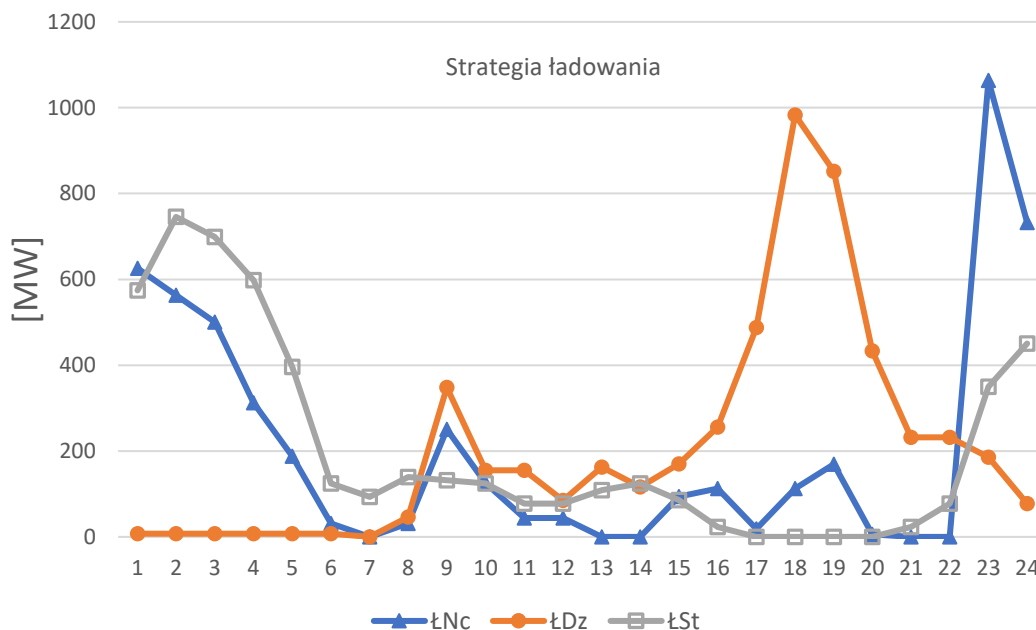


Rysunek 55. Profil ładowania ekwiwalentnego pojazdu elektrycznego (poniedziałek), Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza¹⁰⁴

Przedstawiona analiza wykorzystuje uproszczenia w modelowaniu popytu samochodów elektrycznych, stosując sztywne harmonogramy ładowania dla wszystkich pojazdów w każdym scenariuszu. Ponieważ przyjęte profile zostały opracowane w oparciu o różniące się założenia, dla ujednoczenia zostały one odpowiednio proporcjonalnie przeskalowane, tak aby uśrednione roczne zużycie energii elektrycznej ekwiwalentnego pojazdu, łącznie ze stratami ładowania i w sieci, niezależnie od strategii ładowania i analizowanego roku, wynosiło 2 MWh, czyli 0,2 kWh/km, przy zakładanym średniorocznym przebiegu pojazdu w wysokości 10 tys. km. Jest to wartość identyczna ze średnią ważoną stosowaną w modelach Międzynarodowej Agencji Energii dla niektórych krajów UE. Przedstawione powyżej trzy strategie ładowania samochodów elektrycznych obejmują prawdopodobny zakres strategii obciążania systemu elektroenergetycznego, których można się spodziewać, gdy samochody elektryczne staną się bardziej powszechne.

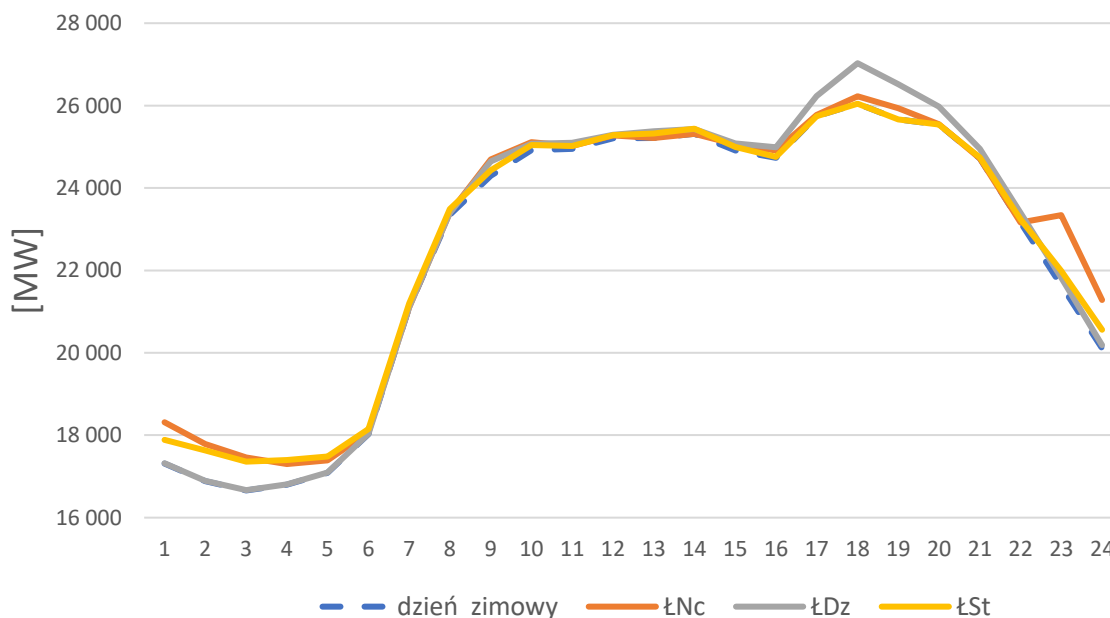
Na podstawie przedstawionego modelu na rysunku poniżej pokazano profil ładowania pojazdów elektrycznych dla roku 2025, dla scenariusza S2. Maksymalne moce jakie się wtedy pojawiają występują dla strategii ładowania w dzień lub noc i są rzędu 1000 MW. W przypadku gdy proces ten jest sterowany wartość jest mniejsza i wynosi poniżej 800 MW.

¹⁰⁴ Źródło: U. Radović, Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 2018



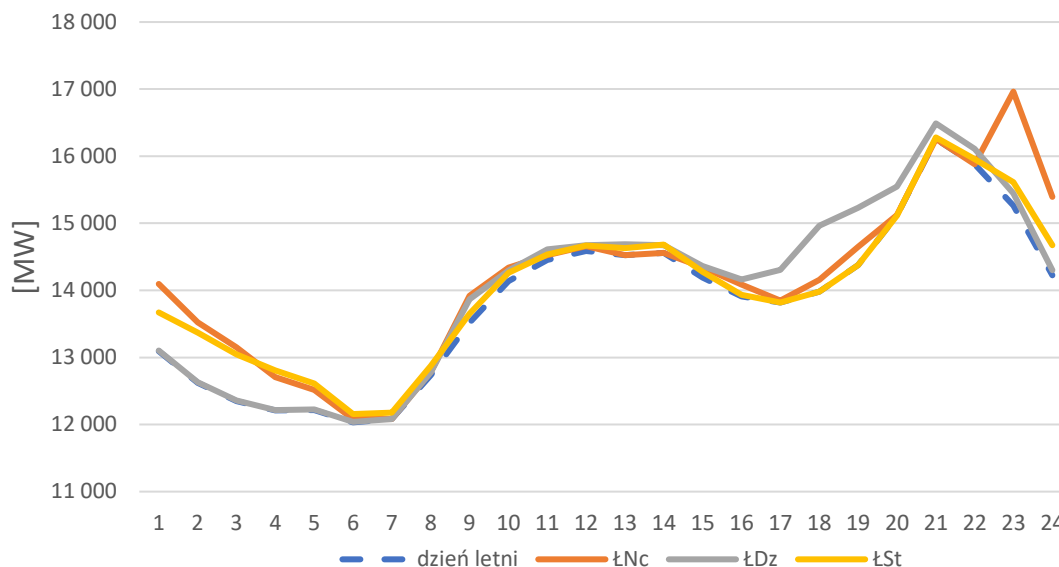
Rysunek 56. Profil ładowania pojazdów elektrycznych dla roku 2025 dla scenariusza S2 (1 mln samochodów elektrycznych)

Wyznaczone powyżej profile ładowania przeniesiono na przebieg obciążenia przykładowego dnia zimowego i letniego. Strategia ładowania dziennego jest szczególnie niekorzystana dla dni zimowych, kiedy pokrywają się szczyty obciążenia sieci i szczyt wynikający z ładowania pojazdów.



Rysunek 57. Wpływ ładowania pojazdów elektrycznych (scenariusz S2, 2025) dla przykładowego dnia zimowego¹⁰⁵

¹⁰⁵ Źródło: obliczenia własne

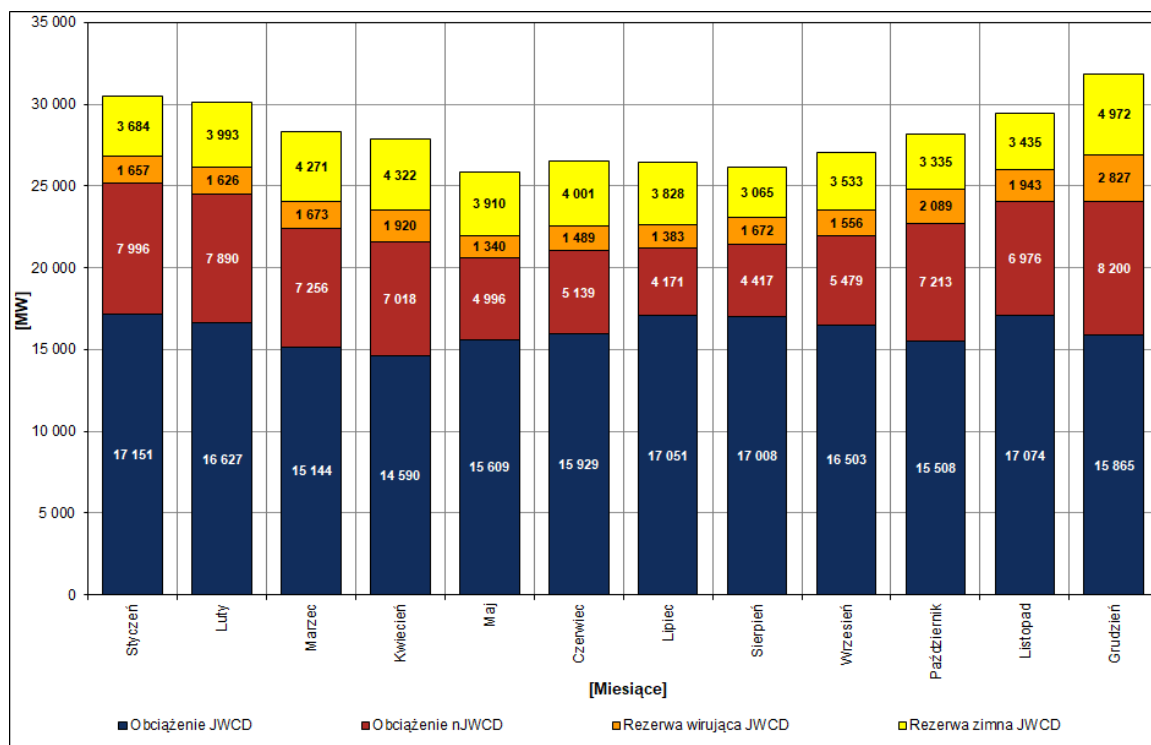


Rysunek 58. Wpływ ładowania pojazdów elektrycznych (scenariusz S2, 2025) dla przykładowego dnia letniego¹⁰⁶

Z punktu widzenia operatora systemu elektroenergetycznego proces ładowania powinien odbywać się w godzinach nocnych, kiedy występuje niewielkie zapotrzebowanie na moc i ceny są niskie. Temu zaleceniu odpowiadają scenariusze ładowania w nocy i sterowanego ładowania. Aby się one spełniły, konieczne są odpowiednie zachęty dla użytkowników samochodów elektrycznych np. wprowadzenie taryf preferujących ładowanie w nocy. Przy braku odpowiednich zachęt do zmiany zachowania odnośnie do ładowania aut, preferowanym przez konsumentów czasem ładowania jest okres bezpośrednio po powrocie z pracy, czyli głównie w godzinach popołudniowych lub w momencie występowania dostępności szybkiego ładowania.

Analizując wpływ mocy wynikającej z ładowania pojazdów elektrycznych należy zwrócić uwagę na stopień obciążenia KSE, poziom bezpiecznej rezerwy mocy tzw. gorącej (wirującej) jak i rezerwy zimnej. Większe wahania w produkcji muszą być pokrywane przez tzw. rezerwę wirującą, czyli moc dostępną z elektrowni zarządzanych centralnie, którą można wykorzystać w każdej chwili w razie nagłego deficytu mocy w systemie. Jak pokazuje na wykresie poniżej, w maju 2017 poziom rezerwy gorącej wynosił jedynie ok. 5% i był porównywalny z wielkością mocy potrzebnej do ładowania pojazdów. Może z tego wynikać konieczność dodatkowej produkcji w szczycie zapotrzebowania lub zarządzania jej zużyciem.

¹⁰⁶ Źródło: obliczenia własne



Rysunek 59. Moce dyspozycyjne i rezerwy mocy w elektrowniach krajowych dostępne dla operatora sieci przesyłowych w 2017 roku – wartości średnie z dobowych szczytów obciążenia w dni robocze¹⁰⁷

6.2.7. Prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną sektora transportu do roku 2050

Obecna liczba samochodów elektrycznych jeżdżących po polskich drogach nie stanowi problemu dla krajowego systemu elektroenergetycznego. Prognozowany wzrost liczby pojazdów elektrycznych, może spowodować, że pojawią się w sieci obciążenia, które będą wymagały dodatkowej produkcji energii i jej przestania siecią energetyczną. Stąd, dla przedstawionych w rozdziale 6.2.3, czterech scenariuszy elektryfikacji sektora transportu, obliczono szacunkowe zapotrzebowanie energii elektrycznej przez samochody elektryczne w Polsce.

W celu oszacowania poziomu zużycia energii przez pojazdy elektryczne przyjęto wartości, jednostkowego zużycia energii elektrycznej przez samochody oraz autobusy elektryczne BEV i PHEV. Dla każdej z powyższych grup przyjęto także roczne przebiegi. Wartości te zestawiono w poniższej tabeli. Dane dotyczące autobusów elektrycznych przyjęto na podstawie danych rzeczywistych zarejestrowanych w warunkach polskich. Dane dotyczące samochodów oszacowano w oparciu o informacje z publikacji branżowych. Dla pojazdów PHEV założono, że przebieg w trybie elektrycznym stanowi ok. połowę przebiegu całkowitego pojazdu.

¹⁰⁷ Źródło: Raport 2017 KSE

Tabela 12. Przyjęte parametry pojazdów elektrycznych¹⁰⁸

Rok	Samochody				Autobusy			
	BEV		PHEV		BEV		PHEV	
	Przebieg	Zużycie energii	Przebieg	Zużycie energii	Przebieg	Zużycie energii	Przebieg	Zużycie energii
	[km]	[kWh/km]	[km]	[kWh/km]	[km]	[kWh/km]	[km]	[kWh/km]
2020	10 000	0,20	5 000	0,20	70 000	1,1	35 000	1,1
2025								
2030	15 000	0,25	5 000	0,25	70 000	1,1	35 000	1,1
2035								
2040								
2045								
2050								

Poniżej zestawiono zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne dla każdego ze scenariuszy, obliczone na podstawie przyjętych założeń.

Tabela 13. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S0”

Rok	Samochody		Autobusy		Razem	
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]
2020	11 900	19	1 440	92	13 340	111
2025	63 000	101	2 000	129	65 000	230
2030	229 000	629	2 680	176	231 680	804
2035	479 000	1 316	3 600	242	482 600	1 558
2040	854 000	2 348	4 430	295	858 430	2 643
2045	1 354 000	3 723	5 200	345	1 359 200	4 067
2050	1 854 000	5 098	5 650	372	1 859 650	5 469

Tabela 14. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S1”

Rok	Samochody		Autobusy		Razem	
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]
2020	11 900	19	2 160	139	14 060	157
2025	300 000	480	3 000	194	303 000	674
2030	680 000	1 870	4 020	263	684 020	2 133
2035	1 180 000	3 245	5 670	376	1 185 670	3 621
2040	1 930 000	5 308	6 800	450	1 936 800	5 758
2045	2 930 000	8 058	7 810	518	2 937 810	8 576
2050	3 930 000	10 808	8 500	560	3 938 500	11 367

Tabela 15. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S2”

Rok	Samochody		Autobusy		Razem	
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]
2020	11 900	19	2 880	185	14 780	203
2025	1 000 000	1 575	4 000	259	1 004 000	1 834

¹⁰⁸ Źródło: analiza własna

Rok	Samochody		Autobusy		Razem	
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]
2030	1 988 100	5 344	5 630	365	1 993 730	5 708
2035	2 976 200	8 000	7 760	511	2 983 960	8 511
2040	3 964 300	10 656	9 170	606	3 973 470	11 262
2045	4 952 400	13 312	10 580	700	4 962 980	14 012
2050	5 940 500	15 968	11 500	755	5 952 000	16 723

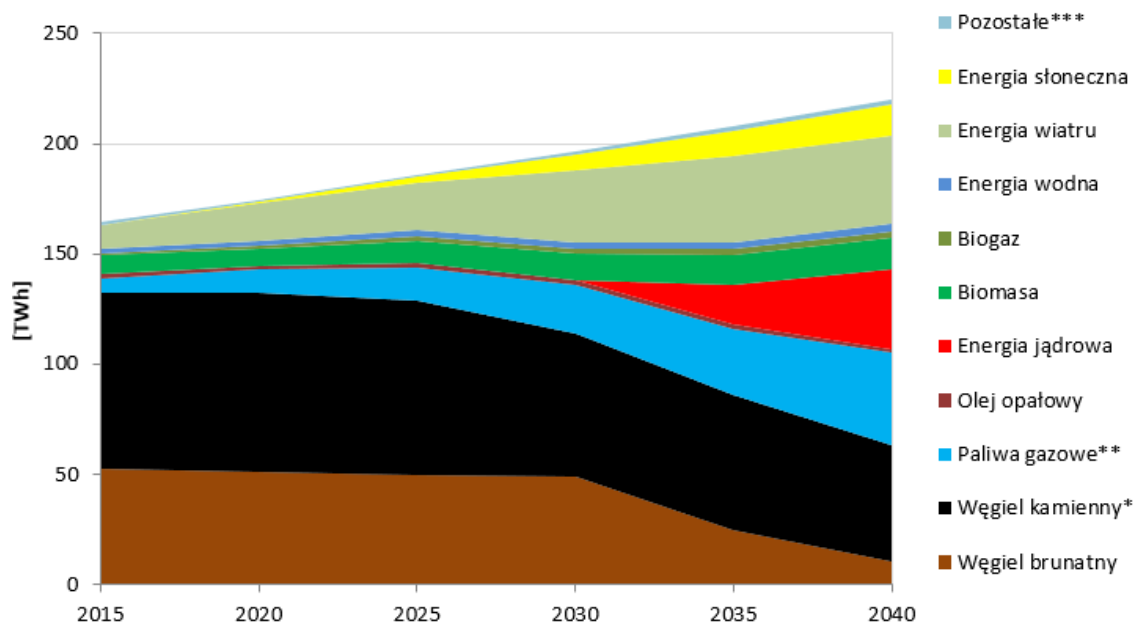
Tabela 16. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S3”

Rok	Samochody		Autobusy		Razem	
	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii	Liczba	Zużycie energii
	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]	[szt.]	[GWh]
2020	11 900	19	3 600	231	15 500	250
2025	1 000 000	1 575	5 270	337	1 005 270	1 912
2030	3 000 000	8 500	7 260	467	3 007 260	8 967
2035	6 250 000	19 563	9 850	647	6 259 850	20 209
2040	9 500 000	30 625	11 700	770	9 511 700	31 395
2045	13 500 000	44 375	13 500	889	13 513 500	45 264
2050	16 600 000	55 000	15 800	1 016	16 615 800	56 016

Planowany 1 mln samochodów elektrycznych w roku 2025, zgodnie ze scenariuszem S2, spowoduje zużycie energii na poziomie 1,8 TWh. Zbliżoną wartość 2 TWh podano w publikacji pt. „Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza”, U. Radović, Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 2018. Dwukrotnie większą wartość wskazano natomiast w *PRE 2016*, gdzie oszacowano, że wprowadzenie 1 mln aut elektrycznych wygeneruje dodatkowe 4,3 TWh popytu na energię elektryczną.

Główną przyczyną różnych wyników powyższych prognoz jest prawdopodobnie inna ocena skali użytkowania samochodów elektrycznych, przede wszystkim liczby przejechanych kilometrów.

Zużycie energii na potrzeby rozwoju elektromobilności należy odnieść do prognoz w zakresie produkcji energii. Dokumentem, w który można znaleźć informacje w tym zakresie jest „Ocena skutków planowanych polityk i środków - Załącznik 2. do projektu Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030”. Przedstawione wyniki analizy kierunków rozwoju krajowego sektora elektroenergetycznego, wskazują na stopniowe zmiany jakie będą zachodzić w strukturze produkcji energii elektrycznej, wynikające z uwarunkowań prawnych i rynkowych, determinowanych głównie unijną polityką klimatyczno-energetyczną. Produkcję energii elektrycznej w podziale na paliwa przedstawiono na rysunku poniżej.



*Łącznie z gazem koksowniczym i wielkopieczowym

** Gaz ziemny wysokometanowy i zaazotowany, gaz z odmetanowania kopalń, gaz towarzyszący ropie naftowej

*** Nieorganiczne odpady przemysłowe i komunalne.

Rysunek 60. Produkcja energii elektrycznej brutto w Polsce z podziałem na paliwa¹⁰⁹

Wymuszany administracyjnie rozwój odnawialnych źródeł energii oraz nałożenie na jednostki wytwórcze oparte na paliwach węglowych obowiązku zakupu odpowiednich ilości uprawnień do emisji CO₂ w ramach systemu ETS, powodować będzie stopniowe zmniejszanie się udziału elektrowni konwencjonalnych w strukturze produkcji energii elektrycznej. Przewiduje się m.in. zmniejszenie udziału jednostek węglowych w strukturze wytwarzania z ok. 80% w 2015 r. do ok. 58% w 2030 r. Rola jednostek gazowych (nowe jednostki to głównie wysokosprawne kogeneracyjne bloki parowo-gazowe po 2025 r. również jednostki kondensacyjne) rośnie z upływem czasu z ok. 3,9% w 2015 r. do ok. 8% w 2030 r., i następnie wzrośnie aż do ok. 19% w perspektywie 2040 r. Polityka klimatyczna i energetyczna państwa będzie wymuszała wdrażanie nowych niskoemisyjnych źródeł, z których dużą część stanowić będą niesterowalne źródła odnawialne charakteryzujące się zmiennością produkcji (elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne). Występowanie tego rodzaju źródeł wytwarzania w przewidywanych ilościach wymagać będzie inwestowania w elastyczne źródła, magazynowanie energii itp. niezbędne dla ich integracji w systemie elektroenergetycznym. Z tego powodu obecność jednostek gazowych ma duże znaczenie dla bezpieczeństwa pracy KSE – jednostki gazowe są wystarczająco elastyczne, aby sprostać zwiększonym wymaganiom w zakresie bilansowania OZE. Bardzo ważnym elementem polityki redukcji CO₂ jest rozwój energetyki jądrowej w Polsce. Przewiduje się, że pierwszy blok elektrowni jądrowej zostanie uruchomiony do 2033 r., dwa kolejne

¹⁰⁹ Źródło: Projekt Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 Załącznik 2 Ocena skutków planowanych polityk i środków

w latach 2035-37, czwarty blok - ok. 2040 r. W 2035 r. z energetyki jądrowej pochodzić będzie 18 TWh, zaś w 2040 r. ok. 36 TWh. Udział OZE w produkcji energii elektrycznej w 2015 r. (13%, 23 TWh) ulegnie znacznemu zwiększeniu – w 2030 r. będzie to 29,5%, a w 2040 r. może osiągnąć 34,6%, z czego większość to produkcja z jednostek wiatrowych, ale także fotowoltaicznych i biomasowych. Ponieważ OZE, takie jak źródła wiatrowe czy fotowoltaiczne, cechują się niestabilnością i trudno przewidzieć poziom wytworzonej energii przez te źródła, pojazdy elektryczne mogą działać jak mobilne magazyny energii (V2G) - odbierać energię w szczycie generacji OZE i oddawać w momencie największego zapotrzebowania krajowego systemu elektroenergetycznego. Zatem rozwój elektromobilności może być nie tylko sposobem na walkę z emisją zanieczyszczeń, ale także wsparciem dla bilansowania systemu, przy jednoczesnym pobudzaniu rozwoju technologicznego kraju.

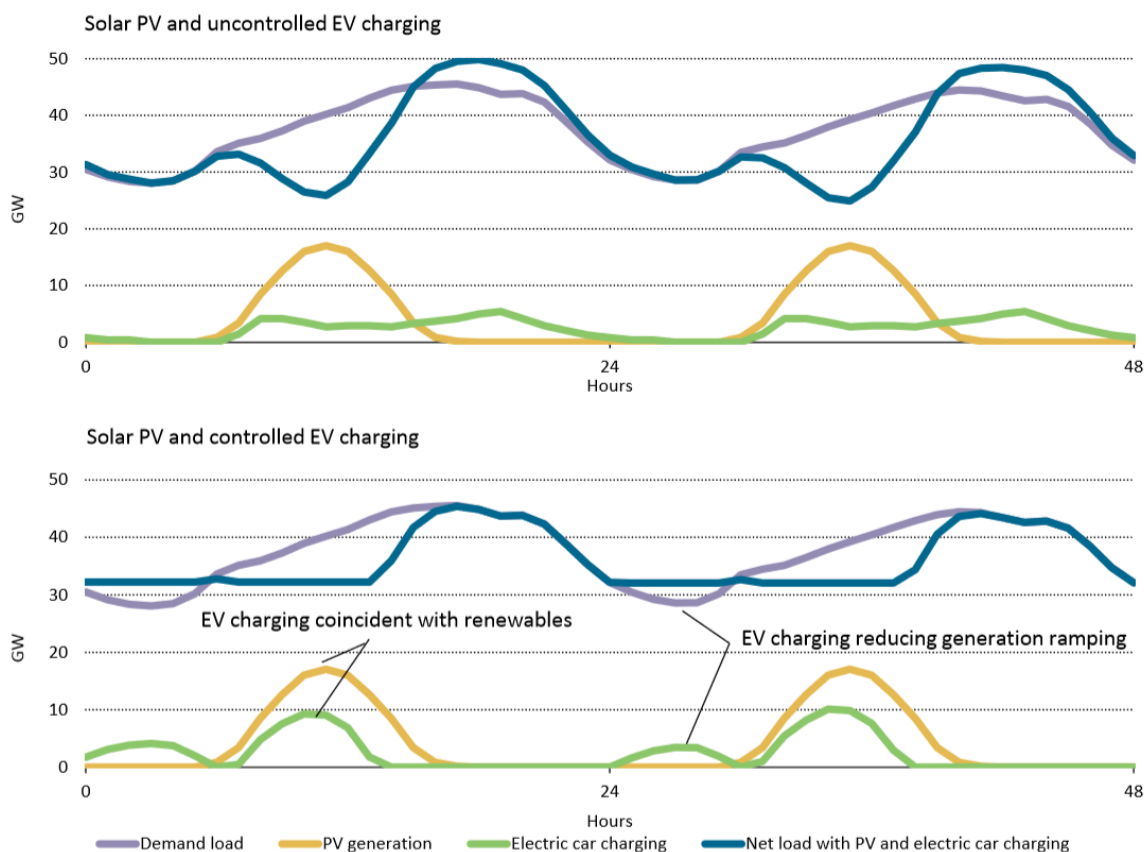
W zależności od sposobu wykorzystania infrastruktury ładowania tj. rodzaju ładowarek oraz kiedy, gdzie i ile mocy jest pobierane, duża liczba samochodów elektrycznych może mieć znaczny wpływ na przepustowość sieci w określonym miejscu i czasie. Może to mieć konsekwencje na różnych poziomach systemu energetycznego¹¹⁰:

- na poziomie wytwarzania, gdzie wysoki popyt i ograniczona przepustowość mogą zwiększyć ceny,
- na poziomie operatora systemu, gdzie dodatkowe obciążenie w systemie, w godzinach szczytu wymaga większej liczby usług systemowych, takich jak kontrola częstotliwości oraz konieczność utrzymania rezerwowej mocy,
- na poziomie dystrybucji, gdzie może wystąpić przeciążenie linii energetycznych i transformatorów oraz spadki napięcia.

Wpływ ładowania pojazdów elektrycznych będzie odczuwany najpierw w lokalnych sieciach dystrybucyjnych. W takich przypadkach przeciążenie sieci może skutkować przyspieszonym starzeniem się infrastruktury i powodować przerwy w świadczeniu usług, a w efekcie prowadzić do konieczności modernizacji linii i transformatorów.

Na rysunku poniżej pokazano obciążenie wynikające z ładowania samochodów elektrycznych na tle obciążenia sieci oraz generacji PV dla typowego prognozowanego dnia w Unii Europejskiej, w 2030 r.

¹¹⁰ Global EV Outlook 2017



Rysunek 61. Lokalny profil obciążenia i ładowania samochodów elektrycznych w Unii Europejskiej w typowy dzień¹¹¹

Porównując wpływ standardowych przebiegów ładowania samochodów z tymi, które można sterować za pomocą np. sygnałów cenowych widać, że w przypadku generacji PV można zmniejszyć szczyty obciążenia. Zgodnie z tą oceną ładowanie niezarządzone spowodowałoby zwiększenie poboru mocy szczytowej o około jedną trzecią.

6.3. Potencjał opracowania krajowej technologii recyklingu baterii wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych

Rozwój motoryzacji z zastosowaniem napędu elektrycznego, wśród wielorakich skutków gospodarczych i społecznych, spowoduje również znaczący wzrost zapotrzebowania na usługi branży recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji [ELV] oraz akumulatorów, które stanowią źródło energii dla samochodowych silników elektrycznych. Tempo rozwoju elektromobilności jest i będzie uzależnione od szeregu czynników, w szczególności od poziomu wsparcia ze środków publicznych.

Liczba pojazdów samochodowych z napędem elektrycznym lub hybrydowym będzie się niewątpliwie w Polsce systematycznie zwiększać. Zwiększać się będzie także liczba pojazdów z napędem elektrycznym lub hybrydowym w komunikacji publicznej. Aktualnie

¹¹¹ Źródło: B2DS, 2030; Global EV Outlook 2017

w Polsce w użytku jest 178 autobusów elektrycznych komunikacji miejskiej. Kolejne 274 pojazdy zostały zamówione¹¹². Oprócz pojazdów samochodowych, baterie litowo-jonowe są już obecnie wykorzystywane w wielu innych urządzeniach takich jak: środki transportu indywidualnego (e-motocykle i skutery, e-rowery, deskorolki, hulajnogi); są one także używane do zasilania dronów. Powoduje to potrzebę zaplanowania z wyprzedzeniem, gdzie i w jaki sposób zapewnić możliwości przetworzenia zużytych i uszkodzonych baterii litowo-jonowych z elektromobilności.

Punktem wyjścia i podstawą dla opracowania krajowej technologii recyklingu baterii litowo-jonowych i litowo-polimerowych wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych jest dogłębna wiedza na temat zasad budowy chemicznych źródeł prądu, zawierających związki litu i innych metali, wykorzystywanych jako materiały katodowe.

Dla większej przejrzystości warto w tym miejscu przytoczyć syntetyczny opis obydwu wyżej wymienionych rodzajów baterii.

Akumulatory litowo-jonowe, zwane także bateriami wtórnymi albo ładowalnymi, które w zastosowaniu komercyjnym pojawiły się w 1991 roku, charakteryzują się wysoką gęstością energii i stosunkowo wysokim napięciem ogniwa¹¹³. Dodatkowe atuty to brak tzw. efektu pamięci¹¹⁴, znacznie mniejsza szkodliwość dla środowiska w porównaniu z akumulatorami nikielowo-kadmowymi oraz wolniejsze samorozładowanie. Akumulatory litowo-jonowe charakteryzują się wysokim napięciem pracy wynoszącym od 3,3 V do 3,8 V i pracują w szerokim zakresie temperatur od -20 °C do +80 °C. Ponadto charakteryzują się dużą niezawodnością i żywotnością sięgającą ponad 1000 cykli przy 100% DOD (Depth of Discharge, czyli tzw. głębokości rozładowania). Jako materiał katodowy w ogniwach litowo-jonowych powszechnie stosuje się spinele. Są to materiały z grupy tlenków metali, takich jak mangan, kobalt czy nikiel o budowie warstwowej, gdzie w przestrzeniach międzypłaszczyznowych lokują się jony litu.¹¹⁵ Bateria litowo-polimerowa jest w gruncie rzeczy także oparta na technologii litowo-jonowej. Różnica polega na tym, że w tej pierwszej elektrolit występuje w postaci stałej – jako polimer, a nie jako ciecz. Sprawia to, że można takie ogniwa produkować w niemal każdym kształcie, nawet o grubości jednego milimetra. Charakteryzują się także nieco większą gęstością energii, dzięki czemu mogą osiągać większe pojemności przy identycznym

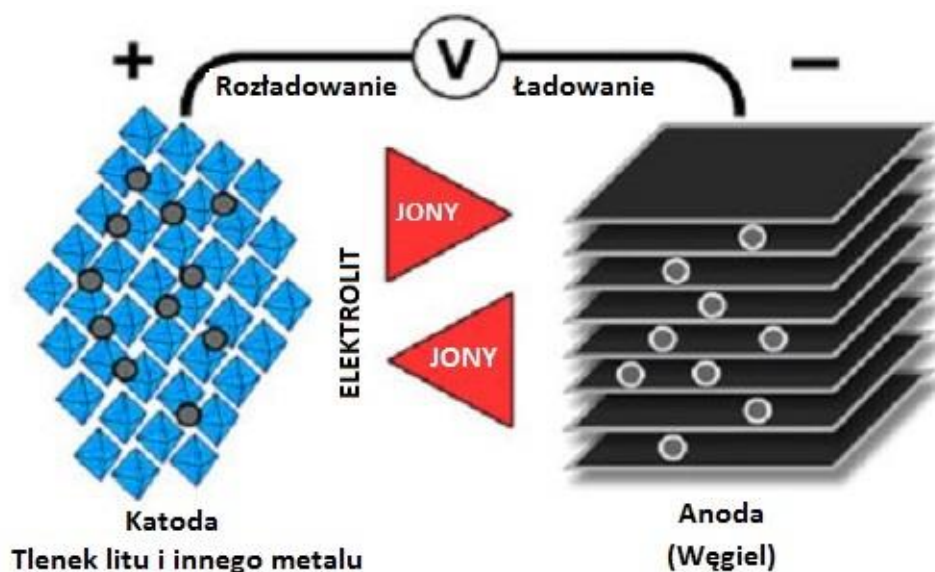
¹¹² Por. Dane przedstawione podczas III Kongresu Producentów Pojazdów Elektrycznych i Infrastruktury do ich Ładowania; por: <http://wde.warszawa.pl/krzemowa-dolina-na-fabrycznej/iii-kongres/>

¹¹³ Źródło: <https://blog.swiatbaterii.pl/bateria-litowo-jonowa/>

¹¹⁴ zjawisko, a właściwie kilka różnych zjawisk obserwowanych w niektórych typach akumulatorów i powodujące utratę rzeczywistej, bądź tylko pozorną utratę pojemności akumulatora; źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Efekt_pami%C4%99ci

¹¹⁵ Wytyczne techniczne dla baterii i akumulatorów w zakresie ich podlegania przepisom ustawy z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach (Dz. U. Nr 79, poz. 666)”; por: http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/gospodarka_odpadami/baterie/wytyczne_techiczne_baterie_i_akumulatory.pdf

rozmiarze. Poza tym większość cech specyficznych pokrywa się z akumulatorami litowo-jonowymi.¹¹⁶



Rysunek 62. Schemat działania baterii litowo-jonowej

Bateria może składać się z dowolnej liczby ogniw, łączonych szeregowo lub równolegle. Te same ogniwa mogą tworzyć zarówno baterię do laptopa o napięciu 10,8V (6 ogniw), jak i baterię zastosowaną w samochodzie Tesla model S typu P100D o napięciu ponad 400V i mocy maksymalnej 451 kW. Bateria ta składa się z ponad 7000 ogniw. Prace nad doskonaleniem baterii litowo-jonowych i litowo-polimerowych trwają także w kilku ośrodkach naukowych w Polsce. Na podstawie opinii uzyskanych w trakcie przeprowadzonych wywiadów IDI, oceniono, iż najbardziej zaawansowane są prace realizowane w Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Chemicznym oraz na Wydziale Inżynierii Materiałowej, w Uniwersytecie Warszawskim na Wydziale Chemii oraz w Instytucie Metali Nieżelaznych w Poznaniu, Oddział Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw (dalej: IMN Oddział CLAiO). Badania naukowe nad pokrewnymi zagadnieniami prowadzone są także w Akademii Górniczo-Hutniczej, Politechnice Gdańskiej, Politechnice Poznańskiej i w Uniwersytecie Jagiellońskim. Wymienione uczelnie i instytuty badawczo-rozwojowe wspólnie utworzyły w 2018 roku Polskie Konsorcjum Elektrochemicznego Magazynowania Energii PolStorEn. Powołanie Konsorcjum było wyrazem konsolidacji środowiska naukowego, w obliczu wyzwań elektromobilności. Poniżej przedstawiono ogólną charakterystykę działalności wybranych podmiotów- uczestników tego konsorcjum:

Politechnika Warszawska Wydział Inżynierii Materiałowej

Wydział Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej jest czołowym ośrodkiem naukowo-badawczym i dydaktycznym w dziedzinie inżynierii materiałowej w Polsce.

¹¹⁶ Blog. swiatbaterii, op. cit.

Wydział posiada wieloletnie doświadczenie w realizacji projektów, zarówno międzynarodowych, jak i krajowych, w dziedzinie materiałów metalicznych, polimerowych i ceramicznych, jak również zagadnień recyklingu sprzętu elektronicznego.

WIM dysponuje zaawansowaną i unikatową aparaturą badawczą umożliwiającą prowadzenie różnorodnych badań podstawowych oraz technologicznych w zakresie inżynierii materiałowej.

Politechnika Warszawska Wydział Chemiczny

Wydział, który ma już ponad 100 letnią tradycję realizuje szeroki program badawczy, m.in. w zakresie polimerów mogących mieć zastosowanie w bateriach litowo-jonowych. Potwierdzeniem znaczenia tych badań jest ich włączenie do Polsko-Norweskiego Programu Badawczego BATLIT. Wiodącym przedsięwzięciem badawczym jest Projekt pod tytułem: „Nowe elektrolity polimerowe do zastosowania w bateriach litowych i litowo-jonowych”



Rysunek 63. Akronim projektu: BATLIT¹¹⁷

Projekt „BATLIT” dotyczy opracowania nowych elektrolitów polimerowych o zwiększonym udziale przewodnictwa kationowego. W dotychczas badanych układach dominującymi nośnikami ładunku elektrycznego są aniony, co prowadzi do pogorszenia charakterystyki ogniwa. Osiągnięcie wzrostu liczby przenoszenia kationów litowych w elektrolitach zapewnia ogniwom dłuższy czas działania, mniejszy spadek pojemności oraz większe gęstości prądowe¹¹⁸. Otrzymanie tego typu elektrolitów jest jednym z warunków rozwoju technologii baterii litowo-jonowych przewidzianych do zasilania silników pojazdów EV i w dużych urządzeniach do przechowywania energii pozyskiwanej m.in. ze źródeł odnawialnych.

W ramach projektu przewidziano stworzenie nowych rodzajów elektrolitów litowych, z zastosowaniem glinu oraz boru, co wg założeń miało zapewnić wyższą przewodność.

¹¹⁷ Źródło: strona internetowa Programu BATLIT; <http://kchitp.ch.pw.edu.pl/index.php?id=batlit-generalinformation-pl>

¹¹⁸ Gęstość prądowa - intuicyjnie jest to wielkość fizyczna określająca natężenie **prądu** elektrycznego przypadającego na jednostkę powierzchni przekroju poprzecznego przewodnika; por: https://www.szkolnictwo.pl/szukaj,G%C4%99sto%C5%9B%C4%87_pr%C4%85du_elektrycznego

Nowe substancje (sole) zastosowano jako składniki stałych i żelowych elektrolitów polimerowych. Dla wybranych elektrolitów przeprowadzono badania właściwości uniepalniających wprowadzonych soli. Elektrochemiczna charakterystyka otrzymanych elektrolitów objęła określenie przewodności jonowej i stabilności elektrochemicznej.

Projekt rozpoczął się we wrześniu 2013 roku, a jego zakończenie miało miejsce w sierpniu 2015 roku.

Operatorem Programu było Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Z wykazem pozostałych realizowanych aktualnie projektów w dziedzinie elektrochemii można zapoznać się na stronie: <http://www.ch.pw.edu.pl/>

Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego – Pracownia Elektrochemicznych Źródeł Energii [PEŹE]

Pracownia powstała w celu sprostania wyzwaniom stawianym współcześnie przed elektrochemią i radiochemią.¹¹⁹

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat udało się rozwinąć nową tematykę oraz wyposażyć laboratoria do badań materiałów stosowanych do konstrukcji akumulatorów i baterii.

Realizowane projekty badawcze¹²⁰

Wymiernym efektem działalności pracowni jest pozyskiwanie środków na prowadzenie prac badawczo-rozwojowych. W chwili obecnej realizowanych jest sześć projektów, po połowie z obszaru elektrochemii i radiochemii. Z uwagi na potencjalne znaczenie dla technologii recyklingu ogniw należy zwrócić szczególną uwagę na projekt SINTBAT oraz na znaczenie współpracy międzynarodowej PEŹE w ramach programów ramowych UE.

Od marca 2016 roku PEŹE realizuje projekt w ramach programu Horyzont 2020 o akronimie SINTBAT. Liderem projektu jest przedsiębiorstwo bateryjne VARTA Microbattery, wykonawcami jednostki naukowe i przemysłowe z Niemiec, Austrii, Francji, Szwecji, Wielkiej Brytanii oraz Polski (UW, pracownia PEŹE). Projekt ten dotyczy opracowania nowej baterii litowo–jonowej, przy czym zadania Uniwersytetu dotyczą badań podstawowych i stosowanych związanych z otrzymaniem nowych materiałów elektrodowych oraz skonstruowaniem i testowaniem nowych akumulatorów. Spośród trzech realizowanych aktualnie projektów w zakresie baterii:

- 1) Wyżej wspomniany projekt Horyzont 2020 SINTBAT pt. „Silicon based materials and new processing technologies for improved lithium-ion batteries”;

¹¹⁹ Źródło: strona internetowa; <http://beta.chem.uw.edu.pl/labs/peze/index.html>

¹²⁰ Źródło: strona internetowa; <http://beta.chem.uw.edu.pl/labs/peze/projekty-badawcze.html>

- 2) NCN Opus „Synteza oraz analiza fizykochemicznych i elektrochemicznych właściwości domieszkowanego krzemianu litowo-manganowego jako nowego materiału katodowego ogniw litowo-jonowych” ;
- 3) NCN Opus „Badanie procesów elektrochemicznych i ich parametrów termodynamicznych w nowym, hybrydowym i kompozytowym ogniwie wodorkowym”,

dwa pierwsze mają także znaczenie dla opracowania technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych, bowiem podstawą efektywnej ekonomicznie i bezpiecznej pod względem zdrowotnym i środowiskowym technologii przetwarzania jest wiedza o składzie chemicznym i właściwościach ogniw dostarczanych do zakładu przetwarzania.

Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Poznaniu CLAiO

Instytut Metali Nieżelaznych Oddział w Poznaniu CLAiO jest wyspecjalizowaną jednostką realizującą od 70 lat prace naukowo-badawcze i aplikacyjne z zakresu chemicznych źródeł prądu.¹²¹

Realizowane prace obejmują w szczególności zagadnienia związane z ogniwami, które są lub będą stosowane w elektromobilności tzn.:

- akumulatorami litowo-jonowymi i litowo-polimerowymi,
 - ogniwami paliwowymi,
- oraz nowymi materiałami i nowymi układami prądotwórczymi oraz technologią procesów produkcji chemicznych źródeł prądu.

IMN CLAiO prowadzi również m.in. prace dotyczące problematyki ochrony środowiska naturalnego przed substancjami szkodliwymi zawartymi w zużytych chemicznych źródłach prądu.

Nowoczesne wyposażenie, wyspecjalizowana aparatura pomiarowa, a także wiedza ekspercka umożliwiają prowadzenie badań fizykochemicznych surowców i materiałów oraz badań elektrochemicznych i elektrycznych baterii i akumulatorów.

Działające w ramach IMN CLAiO Laboratorium Badań Chemicznych Źródeł Prądu jest akredytowane przez Polskie Centrum Akredytacji i wykonuje badania parametrów elektrycznych, mechanicznych, klimatycznych, a także parametrów bezpieczeństwa użytkowania i transportu wszystkich rodzajów akumulatorów i baterii.

IMN CLAiO prowadzi także prace badawcze nad nowym rodzajem baterii; są to baterie litowo-siarkowe, uznawane przez ekspertów, jako elektrochemiczne źródło energii potencjalnie bardziej efektywne od klasycznych baterii litowo-jonowych.

¹²¹ Źródło: strona internetowa; <http://clai0.poznan.pl/o-nas/profil-dzialalnosci/>

Reasumując, polskie uczelnie oraz resortowe instytuty naukowo-badawcze mają wystarczający potencjał i kompetencje do opracowania innowacyjnych technologii przetwarzania zużytych i wybrakowanych ogniw litowo-jonowych. Barięą do przewyżczenia jest natomiast zapewnienie środków finansowych, niezbędnych do zweryfikowania tych technologii pod względem wydajności procesowej i efektywności ekonomicznej w skali półtechnicznej, a następnie przemysłowej.

Wolumen zużytych i uszkodzonych baterii litowo-jonowych z elektromobilności – prognoza krajowego rynku do 2035 roku

W zależności od przyjętego scenariusza

W zależności od przyjętego scenariusza w zakresie prognozowanego stanu floty pojazdów elektrycznych, w roku 2025 będzie od 65 tys. do 1 mln akumulatorów litowo-jonowych, których żywotność szacowana jest aktualnie na sześć do dziesięciu lat eksploatacji w pojeździe. Dla przykładu w samochodach firmy Tesla model S z akumulatorem o pojemności 60 kWh i zasięgu na jednym ładowaniu 370 kilometrów, jest to 8 lat lub 200 tysięcy kilometrów¹²². W e-wersji samochodu marki BMW, model BMW – i3 pojemność akumulatora wynosi 42,2/37,9 kWh, a zasięg na napędzie elektrycznym w cyklu mieszanym od 285 do 308 km¹²³, jednak producent nie podaje okresu żywotności akumulatora; w samochodzie firmy Nissan: model Leaf – pojemność akumulatora wynosi 40 kWh, a zasięg (wg producenta) 389 km (cykl miejski) i 270 km w cyklu mieszanym. Producent deklaruje, iż akumulator nowego Nissana LEAF jest objęty gwarancją na 8 lat lub 160 000 km¹²⁴. Z powyższych przykładowych informacji wynika, iż akumulatory z obecnie sprzedawanych, nowych samochodów elektrycznych będą wycofywane z użytku w pojazdach za około osiem lat, czyli począwszy od 2027 roku. Należy zwrócić uwagę na jeszcze jeden czynnik, o istotnym znaczeniu dla prognozowania skali popytu krajowego na usługi recyklingu baterii litowo-jonowych. Otóż pomimo rządowych planów – uruchomienia w Polsce masowej produkcji samochodu elektrycznego polskiej konstrukcji – mało prawdopodobna wydaje się radykalna zmiana struktury samochodów rejestrowanych w Polsce. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w roku 2015 na polski rynek wprowadzono ok. miliona samochodów, z czego 425 tysięcy stanowiły auta nowe a 620 tysięcy używane, pochodzące z importu. Tak więc, proporcje wprowadzanych na polski rynek samochodów nowych i używanych kształtowały się na poziomie ok. 40/60 na korzyść samochodów używanych. Jeśli analogiczne proporcje przyjmujemy także dla pojazdów elektrycznych i hybryd plug-in okaże się, iż aż sześćset tysięcy pojazdów będą stanowić używane samochody, a uwzględniając aktualną żywotność baterii cztero- lub pięcioletnie; samochody jeszcze starsze prawdopodobnie nie będą sprowadzane indywidualnie z uwagi na krótki okres

122 Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S#Dane_techiczne

123 Dane producenta; źródło: <https://www.bmw.pl/pl/all-models/bmw-i/i3/2017/dane-techniczne.h>

124 Źródło: <https://www.nissan.pl/pojazdy/nowe-pojazdy/leaf/zasieg-ladowania.html>

czasu, jakie pozostanie do koniecznej wymiany baterii. Może się jednak okazać, że dalszy spadek cen baterii stosowanych w pojazdach elektrycznych w sposób istotny zmieni ceny używanych samochodów elektrycznych i staną się one silną konkurencją dla pojazdów nowych. Trzeba także mieć na uwadze fakt, iż obecnie im większa jest moc akumulatorów, tym są one cięższe. Przeciętna masa akumulatorów zasilających pojazdy o napędzie elektrycznym to aktualnie około 200 kilogramów. Reasumując, można przyjąć ostrożne założenie, iż po 2026 roku z użytku w pojazdach samochodowych, rocznie będzie w Polsce wycofywanych kilka tysięcy akumulatorów. W przypadku scenariusza podstawowego, zakładającego, że liczba samochodów elektrycznych i hybrydowych typu plug-in osiągnie w 2025 roku w Polsce 300 tys., do ponownego użycia albo do recyklingu co roku trafiać będzie 3 tys. akumulatorów, a po roku 2030 kilkakrotnie więcej. Daje to masę ok. 600 ton baterii litowo-jonowych, demontowanych z pojazdów i kierowanych do ponownego użycia lub do recyklingu. Masa baterii litowo-jonowych wymontowanych z pojazdów, które faktycznie będą dostępne dla zakładów recyklingowych, które ewentualnie powstaną w Polsce, będzie jednak uzależniona od polityki wiodących producentów EV oraz od tego, na ile ich polityka uzyska akceptację instytucji europejskich tworzących prawo UE. Firma Tesla już obecnie stosuje zasadę, iż wszystkie baterie demontowane z produkowanych przez nią samochodów „wracają” do firmy lub są montowane jako domowe banki energii u posiadaczy pojazdów. Podobną politykę zamierza wdrożyć niemiecka grupa motoryzacyjna VW. Volkswagen właśnie ogłosił, że zbuduje w Niemczech własny zakład recyklingu baterii litowo-jonowych. O ile masa baterii demontowanych z pojazdów z powodu częściowego obniżenia gęstości energii i spadku napięcia w ogniwach, jest więc trudna do oszacowania, z dużą dozą prawdopodobieństwa można oszacować masę baterii, stanowiących odpad produkcyjny w zakładach produkcji ogniw oraz wycofywanych z zastosowania w trakcie montażu w pojazdach elektrycznych i środkach indywidualnego transportu (STP), z powodu niespełniania wymaganych parametrów. Tylko w jednym zakładzie wytwarzającym pakiety bateryjne dziennie powstaje ok 600 kg tego rodzaju „odpadowych” ogniw; są to dwie 200 litrowe beczki, a średnia gęstość nasypowa baterii równa się 1,6¹²⁵. W Polsce powstał niedawno duży zakład produkcji baterii dla elektromobilności jako inwestycja „green-field” koreańskiej firmy LG Chem, o czym nadmieniono w rozdziale 6.1.1 O skali tego przedsięwzięcia świadczy suma 325 milionów euro wydatkowana na budowę nowego zakładu produkującego baterie litowo-jonowe. Nowy zakład ma dostarczać baterie do ponad 80 tys. pojazdów elektrycznych rocznie w Europejskim Obszarze Gospodarczym (EOG). Oznacza to masę ok. 12 000 ton nowych baterii¹²⁶. Jeśli założymy, że odpad produkcyjny stanowi 2% tej masy okaże się, że do recyklingu trzeba rocznie skierować co najmniej 240 ton wybrakowanych ogniw bateryjnych. Tak się dzieje już

¹²⁵ Szacunki własne, na podstawie danych z kilku sortowni baterii

¹²⁶ Przy założeniu masy jednej baterii = 150 kg

obecnie, przy czym odpady z zakładu na Dolnym Śląsku, wywożone są do przetworzenia w Niemczech i we Francji.

W niedługim czasie w naszym kraju powstaną dwa kolejne zakłady. Jednym z nich jest fabryka baterii w Nysie, belgijskiej firmy Umicore, a drugim duża montownia zestawów bateryjnych, planowana przez szwedzką firmę Northvolt w Gdańsku. Jeśli przyjąć – co wydaje się ostrożnym założeniem - analogiczne wolumeny produkowanych baterii i wskaźnik procentowy odpadów produkcyjnych, sumaryczna masa odpadów baterii, które będą musiały trafić do recyklingu już za trzy lata osiągnie ok. 750 ton rocznie. Nowa inwestycja firmy Umicore została pozytywnie oceniona przez Komisję Europejską, która zaaprobowała wsparcie udzielone firmie z krajowych środków publicznych.

„Komisja podkreśliła, że wsparcie musi być zgodne z „Wytęczyłymi w sprawie pomocy regionalnej na lata 2014-2020”, umożliwiającymi państwom członkowskim wspieranie rozwoju gospodarczego i zatrudnienia w słabiej rozwiniętych regionach UE oraz wspieranie spójności regionalnej w ramach jednolitego rynku” – to cytata z komunikatu KE. Eksperti Komisji doszli do wniosku, że realizacja tego projektu bez finansowania publicznego nie byłaby możliwa ani w Polsce ani w innym państwie UE. Wskazali, że pomoc ogranicza się do niezbędnego minimum, aby uruchomić inwestycję w Polsce, a nie poza Europejskim Obszarem Gospodarczym (państwa UE + Islandia, Norwegia i Liechtenstein).

„Pomoc inwestycyjna przyczyni się do powstania miejsc pracy, a także do rozwoju gospodarczego i konkurencyjności regionu będącego w niekorzystnym położeniu. Komisja stwierdziła zatem, że pozytywne skutki projektu dla rozwoju regionalnego wyraźnie przewyższają zakłócenia konkurencji spowodowane przez pomoc państwa” - zaznaczono w komunikacie¹²⁷ KE. Powyższa pozytywna opinia Komisji Europejskiej może mieć istotne znaczenie w przypadku, gdyby inni przedsiębiorcy postanowili ubiegać się o wsparcie ze środków europejskich na budowę zakładu recyklingu baterii z elektromobilności.

6.3.1. Podmioty rozwijające technologie związane z recyklingiem ogniw elektrochemicznych stosowanych w pojazdach elektrycznych

Na wstępie należy rozróżnić dwie grupy podmiotów. Pierwszą stanowią podmioty potencjalnie predestynowane do rozwijania technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych, a drugą te podmioty, które już obecnie faktycznie realizują projekty badawcze w tym obszarze.

¹²⁷ Źródło: portal komunalny.pl cyt. Za Stena Recycling

Poniżej dokonano ogólnej charakterystyki podmiotów zaliczonych do każdej z obydwu grup. W pierwszej grupie powinny się znaleźć podmioty prowadzące zakłady przetwarzania zużytych baterii i zużytych akumulatorów. Wykaz tych przedsiębiorców od kilku miesięcy znajduje się w module rejestracyjnym Bazy Danych o Odpadach¹²⁸

Zgodnie z art. 49 ust. 1 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach¹²⁹, do prowadzenia rejestru podmiotów wprowadzających produkty, produkty w opakowaniach i gospodarujących odpadami zobowiązani są marszałkowie województw, którzy dokonują wpisu danego podmiotu do BDO na podstawie wniosku złożonego w formie papierowej. Zastosowana procedura rejestracji spowodowała, iż w BDO zostały zarejestrowane podmioty o bardzo zróżnicowanym profilu działalności, bowiem podstawą rejestracji były wyłącznie posiadane przez te podmioty decyzje administracyjne – pozwolenia na gospodarowanie odpadami, bez wyprzedzającej weryfikacji, czy faktycznie prowadzona jest przez te podmioty działalność objęta zakresem rejestracji. W efekcie w wykazie podmiotów zarejestrowanych w BDO, które uzyskały pozwolenia na prowadzenie działalności w zakresie procesu R4 – recykling lub odzysk metali i związków metali, w tym odpadów o kodzie 16 06 05 (inne baterie i akumulatory, pod tym kodem ewidencjonowane są baterie litowo-jonowe) figuruje aż 119 przedsiębiorców¹³⁰. Warto zauważyć, iż w rejestrze prowadzonym poprzednio przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w kategorii prowadzących zakłady przetwarzania zużytych baterii i akumulatorów figurowało jedynie 28 podmiotów, w tym 7 (siedem) podmiotów prowadziło proces R 4. Ponadto w module rejestracyjnym BDO wprowadzono jedynie trzy kategorie różnicujące zakłady przetwarzania ze względu na rodzaj przetwarzanych baterii i akumulatorów:

- baterie i akumulatory kwasowo-ołowiowe,
- baterie i akumulatory niklowo-kadmowe,
- pozostałe baterie i akumulatory.

Wskutek wprowadzenia tak ogólnej klasyfikacji, moduł BDO w obecnym kształcie nie daje praktycznie żadnej możliwości zidentyfikowania podmiotów, rzeczywiście przetwarzających baterie i akumulatory litowo-jonowe. Sytuacja ulegnie zmianie dopiero, gdy do BDO zostaną wprowadzone dane z rocznych sprawozdań prowadzących zakłady przetwarzania zużytych baterii i akumulatorów lub dane z dorocznych kontroli tych przedsiębiorców, przeprowadzanych przez pracowników wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska. Do tego czasu źródłem informacji pozostaje wyłącznie analiza danych nt. polskiego rynku usług recyklingu baterii i akumulatorów. W grupie podmiotów przetwarzających baterie i akumulatory są następujące podmioty:

¹²⁸ Komunikat w sprawie prowadzenia przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska rejestru wprowadzających baterie lub akumulatory oraz prowadzących zakłady przetwarzania zużytych baterii i zużytych akumulatorów;
<http://www.gios.gov.pl/pl/gospodarka-odpadami/baterie-i-akumulatory>

¹²⁹ Dz. U. z 2018 r. poz. 21 i z 2017 r. poz. 2422

¹³⁰ Źródło: BDO: [https://bdo.mos.gov.pl/web/rejestr-publiczny/lista#Stop=100&filter=\(processR%20eq%20'3802'%20and%20garbage%20eq%20'790'\)](https://bdo.mos.gov.pl/web/rejestr-publiczny/lista#Stop=100&filter=(processR%20eq%20'3802'%20and%20garbage%20eq%20'790'))

- „Orzeł Biały” S.A. - Numer rejestrowy: 000022713; moc przerobowa zakładu określona w decyzji: przetwarza wyłącznie baterie i akumulatory kwasowo-ołowiowe
- „BATERPOL” S.A. - Numer rejestrowy: 000019761; moc przerobowa zakładu określona w decyzji: przetwarza wyłącznie baterie i akumulatory kwasowo-ołowiowe
- Spółdzielnia Pracy „ARGO-FILM” - numer rejestrowy: 000009454; w BDO brak informacji nt. rodzaju przetwarzanych baterii i akumulatorów
- BATEKO Sp. z o.o. – numer rejestrowy: 000009717; moc przerobowa zakładu określona w decyzji: 13 000 Mg/rok; przetwarza baterie i akumulatory (zapis z BDO) – pozostałe
- ECOHARPOON Recycling Sp. z o.o. – numer rejestrowy: 000021301; moc przerobowa zakładu określona w decyzji: 1680 Mg/rok - baterie i akumulatory (zapis z BDO) pozostałe 50 Mg/rok - baterie i akumulatory niklowo-kadmowe
- ENERIS RECUPYL Sp. z o.o. numer rejestrowy:000004428; moc przerobowa zakładu określona w decyzji: 12 000 Mg/rok, przetwarza baterie i akumulatory (zapis z BDO) – pozostałe; w rzeczywistości zakład przerabia baterie alkaliczne, cynkowo-węglowe i cynkowo-powietrzne; posiada doświadczenie w przetwarzaniu w procesie R 12 przenośnych baterii i akumulatorów litowych i litowo-jonowych.
- MARCO LTD Sp. z o.o. - numer rejestrowy: 000005138; moc przerobowa zakładu określona w decyzji: 2 000 Mg/rok, przetwarza baterie i akumulatory – niklowo-kadmowe 2 000 Mg/rok - baterie i akumulatory - pozostałe

Bardziej dokładna analiza wskazuje jednak, iż żaden z tych przedsiębiorców nie przetwarza baterii i akumulatorów litowo-jonowych. Pomimo tego, to właśnie wśród tych przedsiębiorców można upatrywać podmiotów zainteresowanych wdrożeniem technologii recyklingu ogniw pochodzących z elektromobilności, przy czym lepiej przygotowane do przyszłych wyzwań wydają się te podmioty, które w swojej dotychczasowej działalności zebrały już pewien zasób doświadczeń, związanych z przetwarzaniem baterii litowo-jonowych w procesie R12.

Do kategorii podmiotów z realnymi osiągnięciami w dziedzinie technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych aktualnie można zaliczyć zaledwie jeden podmiot, a mianowicie Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach (dalej: IMN).

Stan zaawansowania prac prowadzonych w IMN jest obecnie następujący:

- przeprowadzono kilka cykli operacji testowych – recyklingu przenośnych baterii litowych pierwotnych i litowo-jonowych – wykorzystując do tego instalację badawczą zlokalizowaną w Stanowicach, gmina Bogdaniec, powiat

gorzowski. Właścicielem tej instalacji jest spółka komunalna INNEKO Sp. z o.o.;

- opracowano wyniki tych testów i sparametryzowano dane dotyczące optymalnego czasu trwania procesu przetwarzania, temperatury tego procesu i składu atmosfery w instalacji;
- zidentyfikowano czynniki stanowiące zagrożenie dla prawidłowego przebiegu procesu przetwarzania; należą do nich:
 - zbyt wysoka temperatura w instalacji, zagrażająca samozapłonem wsadu i eksplozją,
 - emisje do powietrza lotnych substancji, powstałych w wyniku ewaporacji (odparowania) elektrolitu zawartego w bateriach

W związku z powyższym, w toku dalszych prac badawczych należałoby sprawdzić możliwość prowadzenia procesu recyklingu w atmosferze gazu obojętnego, a w przypadku pomyślnych wyników wytypować właściwy rodzaj gazu. Rozwiązanie problemu emisji do powietrza wymagałoby hermetyzacji instalacji oraz opracowania sposobu absorpcji lotnych substancji pochodzących z elektrolitu zawartego w ogniach, w sposób niepowodujący zagrożenia dla zdrowia personelu obsługującego instalację i dla środowiska.

W tym kontekście trzeba zwrócić uwagę, iż baterie litowo-jonowe to w istocie bardzo różne produkty, zawierające elektrolity i dodatki do nich o bardzo zróżnicowanym i często nieznanym składzie chemicznym. W związku z tym opracowując akty wykonawcze do ustawy o elektromobilności oraz przygotowując zmiany w ustawie z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach¹³¹ należałoby rozważyć wprowadzenie obowiązku oznaczania – przez producentów baterii stosowanych w elektromobilności – bardziej szczegółowo niż dotąd - składu chemicznego tych produktów oraz obowiązku udostępnienia takich informacji, w czytelnej formie w języku polskim i angielskim prowadzącym zakłady przetwarzania baterii i akumulatorów.

Jak wynika z powyższego, w naszym kraju właśnie IMN jest niekwestionowanym liderem w zakresie rozwoju technologii związanych z recyklingiem ogni elektrochemicznych, stosowanych w pojazdach elektrycznych. Dopracowanie co najmniej jednej takiej technologii oraz jej weryfikacja praktyczna poprzez doprowadzenie do fazy półtechnicznej, wymaga jednak wsparcia ze środków publicznych. Na potrzebę udzielenia takiego wsparcia wskazują jednogłośnie przedstawiciele kilku placówek naukowo-badawczych (PW, UW, IMN, IMN Oddział CLAiO) oraz podmiotów gospodarczych (WASTES Service; MB Recycling, BTO), którzy odesłali wypełnione ankiety, przygotowane dla potrzeb raportu. Warto zacytować dwie spośród tych opinii. Oto pierwsza z nich:

¹³¹ Dz.U. 2009 nr. 79 poz. 666 z późn.zm.

„Moim zdaniem tempo rozwoju elektromobilności nie jest wystarczająco intensywne w porównaniu do rynków „zachodnich”. Niezależnie od tego powinniśmy być przygotowani na gwałtowny wzrost liczby zużytych akumulatorów i ogniw. W tym kontekście w interesie gospodarki krajowej jest zintensyfikowanie prac związanych z opracowywaniem technologii recyklingu...”

Na potrzeby opracowania niniejszego raportu została przeprowadzona ankietyzacja wśród podmiotów rozwijających technologie związane z recyklingiem ogniw elektrochemicznych stosowanych w pojazdach. Celem ankietyzacji było zebranie opinii przedstawicieli wytypowanych placówek naukowo-badawczych oraz podmiotów gospodarczych nt. aktualnego stanu prac badawczych i perspektyw wdrożenia opracowywanych technologii recyklingowych. Poniżej przedstawiono pytania, które zadano w ramach ankiety oraz uzyskane odpowiedzi.

Czy innowacyjne technologie recyklingu zużytych baterii z pojazdów elektrycznych wymagają w Polsce wsparcia ze środków publicznych?

„Tak. Nakłady na opracowanie wydajnych technologii będą/są ogromne. Powinny one być poniesione przez wspólne działanie sektora publicznego oraz prywatnych inwestorów rynku elektromobilności...”

Czy Pani/Pana zdaniem rządowy program elektromobilności należy uzupełnić o segment recyklingu zużytych baterii z pojazdów elektrycznych i hybrydowych?

„Tak, należy uzupełnić. Jest to konieczne dla zbudowania obiegu zamkniętego...”

Czy zdaniem Pani/Pana tempo rozwoju elektromobilności w naszym kraju uzasadnia inwestycje w polskie innowacyjne technologie recyklingu zużytych baterii z pojazdów elektrycznych?

„Inwestycje muszą być prowadzone z wyprzedzeniem, bowiem nie ma gotowych krajowych technologii recyklingu dla wszystkich rodzajów baterii...”

Ten sam autor opinii podkreśla, iż innowacyjne technologie recyklingu zużytych baterii z pojazdów elektrycznych wymagają w Polsce wsparcia ze środków publicznych. Jest to konieczne w ramach polityki rozwoju elektromobilności.

Bez znaczącego wsparcia ze środków publicznych, prace nad technologią recyklingu ogniw litowo-jonowych będą z pewnością kontynuowane, jednakże tempo tych prac może okazać się zbyt wolne, wskutek czego polscy przedsiębiorcy nie będą mogli skorzystać z technologii polskiej i jeśli podejmą decyzję o inwestycji w postaci instalacji recyklingowej ogniw litowo-jonowych, będą zmuszeni skorzystać z licencji na technologię i know-how w zakresie eksploatacji dostarczone z zagranicy.

Dopracowanie i weryfikacja technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych w skali półtechnicznej lub w formie instalacji pilotażowej jest niezbędne, lecz nie oznacza usunięcia wszystkich zidentyfikowanych barier, utrudniających stworzenie krajowego

potencjału recyklingu baterii z elektromobilności. Istotną jest m.in. bariera finansowa; koszty budowy instalacji recyklingu ogniw litowo-jonowych o zdolności przetwarzania rzędu 5 000 (pięciu tysięcy) ton rocznie trzeba szacować na kilkadziesiąt milionów złotych; jest to kwota znacząco przewyższająca skalę obecnej działalności wszystkich krajowych podmiotów zajmujących się recyklingiem baterii i akumulatorów przenośnych. Takie kwoty mogłyby natomiast prawdopodobnie zapewnić sobie dwa podmioty – największy przetwarzający akumulatory kwasowo-ołowiowe; w świetle prognozowanego stopniowego spadku popytu na akumulatory Pb, inwestycja w instalację do recyklingu baterii i akumulatorów litowo-jonowych wydaje się rozwiązaniem racjonalnym. Z uwagi na wciąż duże ryzyko biznesowe związane z takim przedsięwzięciem, także i w tym przypadku potrzebne może być przynajmniej czasowe zaangażowanie środków publicznych np. w formie gwarancji bankowej lub inwestycji o charakterze venture capital.

6.3.2. Ocena potencjału wykorzystania zużytych ogniw z pojazdów elektrycznych oraz bariery rozwojowe

W wielu krajach świata trwają aktualnie intensywne prace badawcze, nad nowymi rodzajami baterii dostosowanymi do potrzeb związanych z elektromobilnością. Celem tych prac jest obniżenie kosztu wytworzenia ogniw, zmniejszenie wagi zestawu baterii montowanych w pojeździe, zwiększenie pojemności energetycznej oraz wydłużenie okresu eksploatacji. Szczegółowa struktura kosztów wytworzenia baterii jest na ogół traktowana przez producentów jako dane poufne, z powodu ich wartości handlowej, tym niemniej wiadomo, że w uproszczeniu przedstawia się ona następująco: koszty materiałowe (60 %), koszty pracy (5 %), koszty zarządcze i marża producenta (35 %) (Qnovo,2016). Warto nadmienić, iż średnie koszty wytwarzania baterii w okresie pomiędzy 2007, a 2014 obniżały się średnio o 14 % rocznie. W efekcie koszt produkcji baterii stosowanych (Nykvist i Nilsson, 2015)¹³² w pojazdach elektrycznych obniżył się o kilkadziesiąt procent i nadal spada.

Oprócz dążenia do redukcji kosztów wielu producentów pojazdów elektrycznych przygotowuje się do stworzenia modelu gospodarki cyrkularnej (ang. „closed loop”) obejmującej produkcję ogniw, ich pakietowanie w zestawy bateryjne, montaż zestawów w pojazdach, a po zakończeniu okresu użytkowania poddanie recyklingowi do surowców wtórnych, w celu ponownego wykorzystania. Należy mieć jednak świadomość, że lit pozyskiwany z rud kopalnych jest wciąż tańszy od litu z recyklingu, a poza tym ma on jedynie 10 % udział w kosztach produkcji baterii. Podobna sytuacja dotyczy także innych pierwiastków metalicznych stosowanych w bateriach litowo-jonowych, takich jak kobalt, żelazo i nikiel.

¹³² Źródło: Raport EEA „Electric vehicles in Europe” dostępny: <https://www.eea.europa.eu/publications/electric-vehicles-in-europe>; str. 12

Aktualna sytuacja rynkowa i prognozowane trendy jej ewoluowania mogą poważnie utrudnić stworzenie efektywnego modelu gospodarki o obiegu zamkniętym dla elektrochemicznych źródeł prądu wykorzystywanych w elektromobilności i w magazynowaniu energii. Dlatego Komisja Europejska – wspólnie z kilkoma krajami członkowskimi UE i z partnerami z przemysłu – podjęła prace analityczne, poprzedzające objęcie baterii stosowanych w elektromobilności rozszerzoną odpowiedzialnością producenta. W tym celu Komisja Europejska zawarła porozumienie z 8 (ośmioma) podmiotami z Francji i Holandii, aby dokonać przeglądu przepisów regulujących recykling baterii z pojazdów elektrycznych oraz programy ich ponownego użycia. Sygnatariuszami tego porozumienia są ze strony francuskiej: firmy Renault i Bouygues i ministerstwa: Środowiska oraz Gospodarki i Finansów; ze strony holenderskiej: firma Lomboxnet i ministerstwa: Infrastruktury i Gospodarki Wodnej oraz Zagadnień Gospodarczych i Polityki Klimatycznej, a także Prowincja Utrecht. To tzw. Porozumienie Innowacyjne¹³³ (ang. Innovation Deal – ID) zostało zatytułowane: „Od Elektromobilności do Recyklingu: Prawowity Obieg (zamknięty – przyp. red) Pojazdu Elektrycznego”¹³³, ma za zadanie ocenić istniejące regulacje w dziedzinie recyklingu baterii. Następnie zostaną opracowane nowe lub zmodyfikowane przepisy prawne, uwzględniające model gospodarki o obiegu zamkniętym. Jak dotąd na poziomie Unii Europejskiej nie ma obowiązujących przepisów dotyczących ponownego użycia baterii z pojazdów elektrycznych. W związku z tym są one objęte ogólnymi przepisami o odpadach, zawartymi w Dyrektywie Ramowej o Odpadach¹³⁴ oraz w Dyrektywie w sprawie Baterii i Akumulatorów oraz Zużytych Baterii i Akumulatorów¹³⁵. Zatem aby recykling baterii stanowiących źródło napędu w pojazdach i przypadki ich ponownego użycia stały się alternatywą ekonomicznie uzasadnioną i ekologicznie zrównoważoną, Porozumienie ID ma dokonać przeglądu istniejących przepisów prawa unijnego i ocenić czy te przepisy oraz ich transpozycja do prawa państw członkowskich nie utrudni ponownego użycia takich baterii. Uczestnicy Porozumienia będą także oceniać poszczególne technologie procesów recyklingu oraz funkcjonowanie banków energii i stabilizowania warunków działania sieci przesyłowych, z uwzględnieniem krajowych systemów opłat za odbiór zmagazynowanej energii i regulacji, które mogą utrudniać tworzenie efektywnych form magazynowania energii. Wyniki analiz zostaną udostępnione przez właściwe służby Komisji, przedstawicieli wyżej wymienionych przedsiębiorców, a także przez ministerstwa środowiska i gospodarki Francji i Holandii. Efektem prac Porozumienia ID ma być raport, który nie będzie miał jednak żadnej mocy prawnej. Wyniki prac

¹³³ From E-Mobility to recycling: the virtuous loop of the electric Vehicle'; por:

https://ec.europa.eu/info/news/european-commission-tackles-barriers-innovation-second-innovation-deal-focuses-batteries-electric-vehicles-2018-mar-12_en

¹³⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów; źródło: <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/nowe-unijne-przepisy-ws-odpadow-wejda-w-zycie-juz-w-lipcu-4887.html>

¹³⁵ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/849 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2000/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, 2006/66/WE w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów i 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego

badawczych prowadzonych przez poszczególnych uczestników Porozumienia będą ocenione za rok, a raportu końcowego można się spodziewać za 18 miesięcy. Termin ten ma również istotne znaczenie dla Polski, bowiem w ciągu najbliższych lat nasz kraj powinien dokonać transpozycji unijnego pakietu na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym (GOP), w tym w szczególności uchwalić przepisy o tzw. minimalnych wymaganiach dla istniejących i nowopowstających systemów rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP). W przypadku baterii stanowiących źródło napędu w pojazdach elektrycznych będą to właśnie systemy nowotworzone, a zatem przepisy, jakie miałyby w przyszłości objąć przedsiębiorców wprowadzających do obrotu takie baterie oraz pojazdy i inne urządzenia w nie wyposażone, powinny od początku powstawać z uwzględnieniem wyników wspomnianego powyżej raportu końcowego Porozumienia ID. Jak dotąd przygotowywane przepisy krajowe nie są w tym obszarze tematycznym nadmiernie precyzyjne, aczkolwiek ustawodawca planuje dodać ust. 3a do art. 27 Ustawy o odpadach, który stanowi rozszerzenie odpowiedzialności za gospodarowanie odpadami niebezpiecznymi. Zgodnie z tym zapisem wytwórca odpadów będzie odpowiedzialny za odpady niebezpieczne do samego końca (do momentu odzysku lub unieszkodliwienia tych odpadów). Przedsiębiorcy wytwarzający odpady niebezpieczne nie będą więc zwolnieni z mocy prawa z odpowiedzialności, gdy taki odpad przełożą firmom odbierającym odpady. Będzie to znacząca zmiana z perspektywy rynku gospodarowania odpadami, nakładająca współodpowiedzialność i zakładająca potrzebę ścisłej współpracy pomiędzy przedsiębiorcą wytwarzającym odpady niebezpieczne a firmą je odbierającą¹³⁶. Baterie litowo-jonowe nie są dotąd uznawane za odpady niebezpieczne, z wyjątkiem wymagań zawartych w Konwencji ADR¹³⁷ oraz w analogicznych umowach obowiązujących:

- w przewozach drogą morską uchwalonych przez Międzynarodową Organizację Morską [IMO],
- w transporcie lotniczym, opracowanych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego [ICAO].

Tymczasem zużyte lub uszkodzone baterie litowo-jonowe stwarzają szereg zagrożeń, także w innych fazach logistyki odzysku - w miejscach czasowego magazynowania, w zakładach demontażu pakietów bateryjnych oraz w instalacjach recyklingowych. W miejscach początkowego gromadzenia takich jak serwisy samochodowe i stacje demontażu pojazdów oraz warsztaty naprawcze rowerów elektrycznych i STP, jak również w PSZOK-ach, zużyte baterie litowo-jonowe powinny być umieszczane w specjalnych pojemnikach, bez możliwości kontaktu (ang. short circuit) pomiędzy elektrodami poszczególnych ogniw. W miejscach czasowego magazynowania większej liczby baterii litowo-jonowych powinny być do tego przeznaczone wyodrębnione

¹³⁶ Źródło: strona internetowa firmy Stena Recycling

¹³⁷ Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych – ADR; źródło: <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/towary-niebezpieczne>

pomieszczenia, wyposażone w odpowiednie instalacje zabezpieczające przed samozapłonem i eksplozją (moduł rozładowywania) oraz w specjalistyczny sprzęt gaśniczy. Dla bardzo dużych obiektów warto rozważyć komory z atmosferą z gazów obojętnych: azotu (N) lub dwutlenku węgla (CO₂); drugie rozwiązanie jest pozornie tańsze, jednak konieczność zapewnienia, iż nie będzie dodatkowej emisji CO₂ do atmosfery, czyni takie rozwiązanie mało przydatnym w praktyce.

W unijny model gospodarki cyrkularnej wpisuje się także produkcja baterii do samochodów elektrycznych w Unii Europejskiej. Jest to jeden z priorytetów, na który stawia Komisja Europejska. Polska wraz z kilkoma innymi państwami jest w utworzonej w październiku 2017 roku inicjatywie European Battery Alliance, mającej połączyć wysiłki europejskich państw i firm w celu budowy silnego przemysłu bateryjnego.

Komisja Europejska planuje przeznaczenie na rozwój europejskiej technologii baterii w sumie 2,2 mld euro, bowiem Komisja postrzega produkcję baterii na obszarze Jednolitego Rynku UE jako cel strategiczny¹³⁸.

Działania mające na celu wsparcie innowacyjnych projektów – nowych rodzajów baterii samodzielnie inicjują także niektóre państwa członkowskie. Niemieckie Federalne Ministerstwo Gospodarki i Energii (BMWi) niedawno opublikowało szczegóły programu subsydiowania produkcji ogniw bateryjnych. Przedsiębiorcy i stworzone przez nich konsorcja zostały poproszone o przesyłanie założeń projektów, których celem będzie stworzenie technologii konkurencyjnej i zrównoważonej produkcji ogniw.

Ponowne użycie zużytych baterii to przede wszystkim tzw. domowe banki energii (power banks), dla magazynowania energii ze źródeł odnawialnych, przede wszystkim energii uzyskanej z paneli fotowoltaicznych, ewentualnie z niewielkich elektrowni wiatrowych. W świetle projektu „Polityki Energetycznej Polski do 2040 roku”¹³⁹ (*PEP 2040*) przyszłość elektrowni wiatrowych na lądzie jest wysoce niepewna. W myśl tego dokumentu czeka je stopniowa eliminacja do 2040 roku. Rozwijana ma być natomiast energetyka wiatrowa na Morzu Bałtyckim oraz mikro-energetyka solarna w domach jednorodzinnych. Oznacza to, że „drugie życie” akumulatorów zdemontowanych z pojazdów będzie ściśle uzależnione od upowszechnienia w Polsce energetyki prosumenckiej. Jednakże w projekcie *PEP 2040* założono, iż nadmiar energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacjach, będzie przekazywany do sieci energetycznej, czyli nie będzie on magazynowany w obiektach prosumentów. Może to oznaczać, iż liczba baterii wycofywanych z użytkowania w pojazdach, będzie znacząco większa od liczby tych baterii, które będą wykorzystywane jako banki energii.

Zatem jeśli rozwój energetyki prosumenckiej w Polsce będzie następował według założeń zawartych w *PEP 2040*, a co za tym idzie krajowy popyt na używane akumulatory

¹³⁸ Źródło: <http://Electrive.com> z 14 maja 2018 r.

¹³⁹ Por. portal Min. Cyfryzacji: https://www.gov.pl/documents/33372/436746/PEP2040_projekt_v12_2018-11-23.pdf/ee3374f4-10c3-5ad8-1843-f58dae119936

z pojazdów będzie niewielki, głównymi sposobami zagospodarowania takich akumulatorów będzie ich wywóz w celu ponownego wykorzystania w innym kraju na obszarze jednolitego rynku Unii Europejskiej lub eksport np. do Afryki albo recykling. Tak zresztą w pojedynczych przypadkach dzieje się już dzisiaj, gdy z różnych powodów (kolizje drogowe, poważne wady pojazdów) następuje kasacja pojazdów elektrycznych lub hybrydowych. Należy mieć jednak na uwadze, iż większość producentów samochodów elektrycznych zastrzega sobie, iż w każdym tego rodzaju przypadku akumulator pozostaje ich własnością. Dzieje się tak z kilku powodów. Po pierwsze, jeśli akumulator litowo-jonowy z pojazdu wycofanego z eksploatacji pozostaje w pełni sprawny to możliwe jest jego ponowne wykorzystanie w innym pojeździe ewentualnie sprzedaż wytwórcom energii jako samodzielnego mini- banku energii lub elementu większego systemu magazynowania energii. Po drugie, producenci pojazdów przewidują, iż w niedługim czasie baterie z pojazdów samochodowych elektrycznych i hybryd typu plug-in zostaną objęte przepisami o rozszerzonej odpowiedzialności producenta, więc chcą z wyprzedzeniem stworzyć system zapewniający im kontrolę nad kosztami zbierania i zagospodarowania zużytych baterii z elektromobilności. Wreszcie po trzecie baterie litowo-jonowe wciąż zawierają znaczące ilości cennych pierwiastków, w tym metali ziem rzadkich, których podaż jest ograniczona. Producenci pojazdów samochodowych sami powierzają więc recykling akumulatorów wybranym firmom, aby ułatwić swoim kontrahentom – producentom baterii dostawę metali o znaczeniu krytycznym przy produkcji kolejnych partii akumulatorów. W ten sposób postępują zarówno firmy prywatne, jak i koncerny motoryzacyjne ze znaczącym udziałem sektora publicznego, z wyprzedzeniem realizując unijny pakiet gospodarki o obiegu zamkniętym (CEP).

W związku z powyższym planując inne wykorzystanie dla baterii pochodzących z elektromobilności należy się liczyć z kilkoma barierami. Są to bariery następujące:

- bariera dostępu do zużytych ogniw;
- bariera konkurencyjna - cenowa rywalizacja z eksporterami ogniw demontowanych z pojazdów i przeznaczonych do ponownego wykorzystania w celu magazynowania energii;
- bariera logistyczna.

Dwie pierwsze bariery zostały scharakteryzowane powyżej. Bariera logistyczna, to przede wszystkim konieczność ścisłego przestrzegania wymogów Umowy ADR w transporcie oraz właściwe postępowanie z tymi bateriami w miejscach ich zbierania i czasowego magazynowania. Zagadnienia te bardziej szczegółowo scharakteryzowano powyżej, w poprzedniej części niniejszego podrozdziału.

Banki energii powstają jak dotąd głównie z inicjatywy dużych wytwórców energii. Grupa Energa, Hitachi oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne rozpoczęły budowę największego w Polsce magazynu energii elektrycznej, o docelowej mocy 6 MW i pojemności 27 MWh.

Hybrydowy magazyn zlokalizowany jest w pobliżu farmy wiatrowej Bystra pod Pruszczem Gdańskim, eksploatowanej przez spółkę Energa Wytwarzanie.

Magazyn w Bystrej będzie pierwszym w Polsce hybrydowym, baterijnym magazynem energii elektrycznej. Stanie się elementem prototypowego systemu optymalizującego bezpieczeństwo pracy sieci elektroenergetycznych. Grupa Energa ma już pewne doświadczenia we wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań magazynowania energii. Spółka Energa Operator zbudowała w 2016 r. w okolicach Pucka magazyn o mocy 0,75 MW i pojemności 1,5 MWh. Magazyn w Bystrej będzie miał 18 razy większą pojemność¹⁴⁰.

Ciekawym przykładem są działania Grupy VW. Firma ogłosiła niedawno, że w ramach wdrażania modelu gospodarki o obiegu zamkniętym, baterie demontowane z pojazdów elektrycznych będą wykorzystywane w inny sposób. W komunikacie VW czytamy:

„Gdy baterie osiągną kres możliwości użytkowania w pojazdach, część z nich zostanie wykorzystana do zasilania innych urządzeń, na przykład nowych produktów takich jak mobilne stacje szybkiego ładowania EV”.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Tworzenie gospodarki o obiegu zamkniętym w sektorze elektromobilności wymaga uruchomienia w Polsce instalacji recyklingu baterii litowo-jonowych;
2. Z uwagi na trudności z oszacowaniem prognozowanej masy baterii, które będą kierowane do przetworzenia w kraju, mniej ryzykowne byłoby uruchomienie – w pierwszym etapie - instalacji pilotażowej o zdolności przetwarzania rzędu 1000-1500 ton rocznie;
3. Przygotowanie i realizacja inwestycji – budowy i uruchomienia instalacji, o parametrach wskazanych w pkt. 2, wymagać będzie wsparcia ze środków publicznych;
4. Wybór podmiotu lub konsorcjum podmiotów, które byłyby uprawnione do uzyskania wsparcia powinien nastąpić w drodze konkursu, którego elementem powinna być wnikliwa ocena dotychczasowego dorobku i biznesowej rzetelności kandydatów;
5. Sektor elektromobilności w Polsce należy objąć rozwiązaniami prawnymi zawierającymi tzw. minimalne wymagania dla istniejących i nowotworzonych systemów rozszerzonej odpowiedzialności producenta; rozwiązania te nie mogą jednak naruszać postanowień Traktatu UE, właściwych dyrektyw Parlamentu i Rady Europejskiej oraz rozporządzeń Komisji;

¹⁴⁰ Źródło: strona internetowa www.energa.pl

6. W SIWZ do przetargów na pojazdy elektryczne nabywane przez administrację publiczną, spółki Skarbu Państwa i spółki komunalne, w trybie zielonych zamówień publicznych, należy zastrzec, iż baterie demontowane z tych pojazdów, które nie zostaną wykorzystane do magazynowania energii, będą kierowane – z zachowaniem reguł ekonomicznej opłacalności – do przetworzenia w krajowych zakładach recyklingu.

6.4. Potencjał jednostek samorządu terytorialnego (JST) w zakresie rozwoju elektromobilności

Rozwój elektromobilności nie jest możliwy bez aktywnego udziału administracji publicznej, która powinna pełnić w tym procesie rolę wzorcową. Konieczna jest przy tym ścisła współpraca pomiędzy administracją centralną a samorządową. Administracja samorządowa jest źródłem istotnych dla administracji centralnej informacji nt. faktycznego przebiegu procesu implementacji założonych w *PRE 2016* oraz w *Krajowych ramach* i *ustawie o elektromobilności* działań.

Podstawę dla podejmowania aktywności w obszarze elektromobilności przez JST stanowią przede wszystkim zapisy *ustawy o elektromobilności*. Jako organy wykonawcze zobligowane do realizacji zadań zapisanych w ustawie, wskazane zostały te JST, których liczba mieszkańców przekracza 50 tys. Wśród najważniejszych obowiązków nałożonych na JST znalazły się:

- zapewnienie udziału pojazdów elektrycznych we flocie obsługującego ją urzędu na poziomie co najmniej 30% użytkowanych pojazdów;
- wykonywanie zadań publicznych, z wyłączeniem publicznego transportu zbiorowego, przy wykorzystaniu co najmniej 30% pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym lub
- zlecenie wykonywania zadań publicznych, z wyłączeniem publicznego transportu zbiorowego, podmiotom, których co najmniej 30% floty pojazdów użytkowanych przy wykonywaniu zlecenia stanowią pojazdy elektryczne lub pojazdy napędzane gazem ziemnym;
- świadczenie usług lub zlecenie świadczenia usługi komunikacji miejskiej w rozumieniu ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie zbiorowym¹⁴¹ podmiotowi, którego udział autobusów zeroemisyjnych we flocie użytkowanych pojazdów na obszarze tej jednostki samorządu terytorialnego wynosi co najmniej 30%.

W związku z powyższym, w celu określenia stanu realizacji ww. zadań, a także oceny ogólnego potencjału JST w zakresie rozwoju elektromobilności, w tym również

¹⁴¹ Dz. U. z 2017 r. poz. 2136 z późn. zm.

identyfikacji barier, przeprowadzono wywiady, którymi objęto 13 samorządów. Wśród nich znalazły się:

- duże aglomeracje miejskie (powyżej 250 tys. mieszkańców): Warszawa, Wrocław, Poznań i Kraków;
- miasta powyżej 100 tys. mieszkańców: Sosnowiec, Rzeszów, Katowice, Lublin, Tychy;
- miasta powyżej 50 tys. mieszkańców: Tczew, Jaworzno, Stalowa Wola, w tym specyficzne, z uwagi na lokalizację w granicach administracyjnych obszarów ochrony uzdrowiskowej: Jelenia Góra.

Poniżej przedstawiono pytania, które zadano tej grupie w czasie wywiadów, oraz zagregowane odpowiedzi.

Czy w ramach JST zostało wyznaczone specjalne stanowisko pełnomocnika ds. elektromobilności czy funkcję tę, w kontekście obowiązków wynikających z ustawy o elektromobilności, pełni wyznaczony wydział UM, inna jednostka organizacyjna?

W celu realizacji zapisów *ustawy o elektromobilności* przez JST konieczne jest stałe monitorowanie, koordynacja i nadzór nad realizacją działań. W związku z obowiązkiem kontroli i sprawozdawczości z podejmowanych czynności zmierzających do respektowania wymogów ustawy, władze miast upoważnione są do powoływania odpowiednich organów. Wśród miast objętych badaniem 2 spośród nich (Sosnowiec i Tczew) zdecydowały się na powołanie pełnomocnika ds. elektromobilności. W przypadku pozostałych miast obowiązki z zakresu *ustawy o elektromobilności* przejęły istniejące komórki administracyjne np. Zarządy Transportu Miejskiego, Miejskie Zarządy Dróg i Mostów, Biura Koordynacji Projektów, Referaty Komunikacji Miejskiej i Zarządzania, Wydziały Inżynierii Miejskiej, Departamenty Infrastruktury i Transportu, Biura Zarządzania Energią, Wydziały Gospodarki Komunalnej. W przypadku miast: Tychy, Wrocław i Warszawa realizację zadań z zakresu elektromobilności podzielono pomiędzy kompetencje kilku wydziałów, ustanawiając tym samym koordynatorów prac międzywydziałowych.

Infrastruktura dla paliw alternatywnych ma w początkowej fazie powstawać w aglomeracjach miejskich, na obszarach gęsto zaludnionych i wzdłuż najważniejszych dróg. Jakże obecnie działania podejmowane są w tym zakresie na terenie JST?

Wymagana zapisami *ustawy o elektromobilności* minimalna liczba punktów ładowania (zainstalowanych do dnia 31 grudnia 2020 r.), w ogólnodostępnych stacjach ładowania na terenach gmin, jest zróżnicowana w zależności od ich wielkości oraz liczby zarejestrowanych pojazdów, wynosząc odpowiednio: 60, 100, 210 lub 1000 sztuk. W przypadku miast poddanych badaniu ankietowemu, największa liczba ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów wykazana została w Katowicach (63 szt.).

Wśród pozostałych miast dysponujących ogólnodostępną infrastrukturą zasilania znalazły się Lublin (12 szt.), Poznań (11 szt.) i Kraków (7 szt.). Nieco mniejszą liczbą punktów ładowania w 2018 r. dysponowały Rzeszów, Jelenia Góra, Tychy (4 szt.), a także Wrocław (3 szt.) i Tczew (2 szt.). Inwentaryzacja stacji umożliwiających ładowanie wszystkim użytkownikom nie w pełni precyzuje całkowitą infrastrukturę ładowania na terenie przebadanych ośrodków miejskich. Miasta takie jak Jaworzno, Stalowa Wola czy Kraków dysponują bowiem dedykowanymi stacjami ładowania, które obsługują użytkownicy na ich terenie tabor autobusów elektrycznych. Dodatkowe uzupełnienie miejskich baz służących do ładowania pojazdów elektrycznych stanowią punkty ładowania dla pojazdów prywatnych firm czy ich klientów. Liczba tego typu obiektów w Krakowie szacowana jest na ok. 30 sztuk, ale ze względu na charakter własności, wszystkie ankietowane JST mają trudności z oszacowaniem dokładnej liczby prywatnych stacji ładowania.

Pod względem lokalizacyjnym obiekty umożliwiające ogólnodostępne ładowanie pojazdów elektrycznych tworzone są w rejonach najwyższego natężenia ruchu. Oprócz punktów umiejscowionych przy głównych ulicach, stacje powstają przy obiektach użyteczności publicznej (podyktowane przepisami wskazującymi konieczność przydziału wystarczającej ilości mocy w nowopowstających budynkach) oraz centrach handlowych czy osiedlach mieszkaniowych.

Zgodnie z założeniami *ustawy o elektromobilności*, jednostki miejskie o liczbie mieszkańców powyżej 50 tys. mieszkańców zobowiązane są do osiągnięcia określonego pułapu rozwoju infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych. Wyniki przeprowadzonego wywiadu jednoznacznie wskazują, że miasta objęte badaniem nie posiadają wystarczającej liczby punktów ładowania. W związku z tym w horyzoncie czasowym obejmującym kolejne lata (pierwszy okres kontrolny realizacji zadań przypada na 2020 r.) konieczne jest podjęcie usystematyzowanych działań prowadzących do rozszerzenia sieci stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Zadania te wymagają opracowania precyzyjnych planów określających liczbę, lokalizację, standardy i specyfikację techniczną instalacji ładowania, wykonawców i operatorów realizujących proces budowy i obsługi, a także źródeł finansowania. W myśl ustawy wykonanie planu oraz kontrola realizacji ujętych w nim działań stanowią obowiązek JST. Wykonywane plany działań muszą podlegać szeroko zakrojonym konsultacjom społecznym, a proces realizacji wymaga współpracy i partnerstwa pomiędzy JST a sektorem prywatnym i lokalnymi dystrybutorami energii. Ze względu na wysokie koszty inwestycji bardzo istotne okazuje się również wsparcie rządowe poprzez utworzenie specjalnych programów dofinansowań dla gmin czy powołanych operatorów rozbudowy systemu elektromobilności. Wśród miast objętych wywiadem 4 wykazały, że podjęły już działania mające na celu stworzenie planu działań wraz z określeniem wstępnej lokalizacji oraz liczby koniecznych do wybudowania stacji ładowania. Pozostałe miasta posiadają sprecyzowane plany dotyczące rozbudowy stacji ładowania pojazdów realizujących

usługi transportu miejskiego, natomiast nie podjęły dotychczas działań mających na celu określenie liczby i lokalizacji ogólnodostępnych stacji ładowania. Wykazują one jednak gotowość do podjęcia tego typu działań oraz prowadzą dialog i wsparcie dla prywatnych inwestorów gotowych podjąć inicjatywę rozbudowy sieci stacji ładowania. Efekty współpracy pomiędzy sektorem administracji i biznesu posłużą jako podstawowe założenia użyte do stworzenia planu wdrażania elektromobilności na ich terenie. Wszystkie JST poddane badaniu ankietowemu wskazały na istotność aktywnego udziału społeczeństwa w trakcie konsultacji projektowych oraz współpracy z lokalnymi dystrybutorami energii elektrycznej, po których stronie znajduje się zapewnienie odpowiednich przydziałów mocy dla przyszłych punktów ładowania. Wśród najczęściej wymienianych punktów predysponowanych do budowy stacji ładowania pojazdów, podobnie jak ma to miejsce w przypadku już istniejących punktów zasilania, znajdują się zajezdnie i parkingi obok głównych arterii komunikacyjnych, tereny obok budynków użyteczności publicznej, parkingi osiedli mieszkaniowych oraz dużych obiektów handlowo-rozrywkowych i rekreacyjnych, punkty przesiadkowe czy parkingi typu P&R. Jednocześnie samorządy zwracają uwagę, że przy wyborze projektu nowopowstających stacji ładowania konieczne jest dostosowanie ich do panującego w danym rejonie ładu przestrzennego oraz dopełnienia standardów wizualnych i architektonicznych.

JST w wywiadach wykazały zróżnicowanie pod względem źródeł finansowania istniejących i powstających ogólnodostępnych obiektów służących do zasilania pojazdów elektrycznych oraz ich późniejszej obsługi. Istniejące obecnie modele oparte są o środki pochodzące z budżetów miast, operatorów prywatnych oraz współfinansowanie inwestycji w oparciu o partnerstwo samorządów i podmiotów prywatnych. Ostatnie rozwiązanie praktykowane jest obecnie na terenie Tczewa i Poznania, gdzie koszty budowy stacji pokryte zostały przez miasto i operatora stacji, który zajmuje się również ich obsługą. W przypadku Jeleniej Góry i Stalowej Woli miasta poniosły koszty budowy stacji ładowania, przy czym w Stalowej Woli obiekty te wykorzystywane są do zasilania jedynie floty transportu zbiorowego. Rzeszów, Katowice, Lublin, Tychy, Wrocław, Warszawa i Kraków model finansowania budowy i obsługi ogólnodostępnych stacji ładowania pojazdów opierają o prywatnych operatorów działających na ich terenie. Zebrane dane nie pozwoliły natomiast na określenie rodzaju najczęściej stosowanej technicznej infrastruktury tworzącej stacje. Dobór urządzeń i ich charakterystyka pozostaje bowiem uzależniona od preferencji operatora budującego i obsługującego stacje oraz musi być dostosowana do rodzaju pojazdów, jakie ma zasilać. Ze względu na stosunkowo krótki okres funkcjonowania stacji ładowania na terenie miast objętych badaniem, JST nie wskazywały na problemy czy awarie związane z ich eksploatacją. Dodatkowym aspektem związanym z funkcjonowaniem infrastruktury elektromobilności, jaki muszą rozważyć wdrażające ją podmioty jest jej odpowiednie zabezpieczenie, monitorowanie i koszty związane z ubezpieczeniem pod kątem zdarzeń losowych, przypadkowych uszkodzeń bądź celowych zniszczeń.

Ustawa przewiduje, że budynki użyteczności publicznej oraz budynki mieszkalne wielorodzinne (usytuowane w gminach o określonej wielkości) i związane z nimi stanowiska postojowe projektuje się i buduje, zapewniając moc przyłączeniową pozwalającą wyposażyć te stanowiska w punkty ładowania o mocy wskazanej w ustawie. Jak zapis ten wdrażany jest w praktyce, np. w procesie tworzenia mpzp, wydawanych decyzjach budowlanych?

Zgodnie z obowiązującymi przepisami na etapie projektowania inwestycji oraz kompletowania odpowiedniej dokumentacji podmioty starające się o pozwolenie na budowę zobligowane są do starania się o zapewnienie odpowiedniej mocy przyłączeniowej dla obiektu oraz spełnienia warunków technicznych umożliwiających podłączenie do sieci dystrybucji energii przez operatora. Starostwa powiatowe, w kompetencji, których jest wydanie odpowiedniej decyzji, swoje działania opierają bezpośrednio o obowiązujące przepisy prawa budowlanego. W związku z powyższym JST nie mają wpływu na wydawane decyzje, gdyż te oparte są na zgodności projektu z przepisami prawa.

JST miały wykonać do 31.12.2018 r. analizy kosztów korzyści związanych z wykorzystywaniem autobusów zeroemisyjnych. Jeżeli wyniki analizy wskazują na brak korzyści z wykorzystywania autobusów zeroemisyjnych JST może nie realizować obowiązku osiągnięcia poziomu udziału autobusów zeroemisyjnych. Czy wyniki analizy AKK są decydujący dla JST w zakresie decyzji o podejmowanych działaniach wymiany taboru na niskoemisyjny?

Wszystkie miasta biorące udział w badaniu dopełniły obowiązku wykonania stosownej dokumentacji. W przypadku 12 miast wynik analizy okazał się negatywny, wskazując tym samym, że możliwe do osiągnięcia w przypadku wdrożenia taboru zeroemisyjnego korzyści środowiskowe nie kompensują nakładów inwestycyjnych i przewidywanych kosztów operacyjnych, co wskazuje na brak uzasadnienia ekonomiczno-społecznego realizacji takiego przedsięwzięcia. Przeprowadzone analizy wykazały jednocześnie, że możliwe jest osiągnięcie wyników pozytywnych, które uzależnione są od wprowadzenia zewnętrznych źródeł finansowania, które musiałyby kształtować się na poziomie od ok. 40% - 90%. Wszystkie z wymienionych gmin dostrzegają natomiast korzyści płynące z realizacji usług zbiorowej komunikacji miejskiej przez pojazdy zeroemisyjne, takie jak poprawa bezpieczeństwa pasażerów, zwiększenie komfortu podróży, brak emisji spalin w trakcie jazdy oraz znaczące zmniejszenie emisji hałasu. W związku z tym niemal wszystkie JST wskazały, że w ramach dostępności środków własnych bądź w oparciu o finansowanie zewnętrzne będą w miarę możliwości podejmować działania zmierzające do realizacji zapisów ustawy o elektromobilności. Szczególne zainteresowanie wymianą choćby części taboru na zeroemisyjny zadeklarowało miasto Jelenia Góra, ze względu na potrzebę ochrony strefy uzdrowiskowej. Jednocześnie miasto wskazało, że bez zewnętrznego finansowania nie jest w stanie podjąć takich działań. Niezależnie od zapisów wykonanych analiz

kosztów i korzyści, miasta: Poznań, Katowice, Lublin i Stalowa Wola realizują częściową wymianę taboru konwencjonalnego na zeroemisyjny, dzięki pozyskaniu dofinansowania ze środków rządowych. Jedynie w przypadku miasta Jaworzno wynik analizy kosztów i korzyści związanych z wykorzystaniem autobusów zeroemisyjnych został określony jako pozytywny. Fakt ten podyktowany został jednak zastosowaniem stosunkowo wysokich w porównaniu do innych miast, biorących udział w badaniu, wskaźników jednostkowego przebiegu autobusów elektrycznych.

Jak wygląda stan obecny w zakresie liczby i udziału procentowego pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym w użytkowanej flocie pojazdów oraz perspektywy spełnienia wymogu 10% (od 1.01.2020) elektryków we flocie użytkowanych przez JST pojazdów lub we flocie podmiotu, któremu JST zleca wykonanie zadania publicznego?

Wszystkie JST poddane badaniu ankietowemu spełniły obowiązek złożenia do ME sprawozdania o liczbie i udziale procentowym pojazdów elektrycznych lub pojazdów napędzanych gazem ziemnym w użytkowanej flocie pojazdów. Przygotowując zestawienia JST wskazały na brak precyzji w przepisach nt.: jakie jednostki powinny spełniać wymogi *ustawy o elektromobilności*; jakie typy pojazdów powinny być zastępowane przez pojazdy elektryczne; czy bilans powinien obejmować pojazdy jednostek, nad którymi JST sprawują nadzór finansowy, lecz posiadają odmienną osobowość prawną oraz czy w bilansie powinny być uwzględniane pojazdy nie posiadające dowodów rejestracyjnych np. zasilane elektrycznie Melexy? Wśród dodatkowych problemów nadmieniono, że *ustawa o elektromobilności* weszła w życie w lutym 2018 roku, a więc w momencie, kiedy środki dostępne do wydatkowania w budżecie na rok, w którym zaczęły obowiązywać przepisy, zostały już zaplanowane i zatwierdzone. W związku z tym osiągnięcie wymogu udziału 10% pojazdów elektrycznych we flocie pojazdów świadczących usługi na zlecenie JST musiałoby zostać zrealizowane w 2019 roku, co powodowałoby znaczne wydatki pieniężne w okresie zaledwie jednego roku. Kolejne zastrzeżenia wnoszone przez ankietowane JST dotyczyły wątpliwości pojawiających się w stosunku do zasadności wydatkowania środków publicznych. Koszty zakupu pojazdów elektrycznych oraz rozbudowa niezbędnej do ich eksploatacji infrastruktury obecnie znacznie przewyższają zakup autobusów konwencjonalnych spełniających nawet najbardziej rygorystyczne normy emisji spalin. Dodatkowe wątpliwości budzi również fakt konieczności dokonywania wymiany kilkuletnich autobusów, które pozostają w bardzo dobrym stanie technicznym. JST zauważają również niewielką dostępność na rynku elektrycznych pojazdów specjalistycznych tj. mikrobusy, koparki, samochody ciężarowe, śmieciarki, zmiatarki, co przekłada się na wysokie ceny zakupu takich pojazdów oraz późniejsze koszty serwisu czy wymiany części eksploatacyjnych. Pomimo pojawiających się wątpliwości JST deklarują gotowość do zwiększania udziału pojazdów zeroemisyjnych wykonujących zlecane przez nie zadania poprzez stosowanie odpowiednich wymogów w specyfikacjach

procedur przetargowych dla podmiotów ubiegających się o świadczenie usług opartych o działania transportowe. Samorzady zakładają również systematycznie zwiększać własne zasoby flotowe pojazdów elektrycznych w celu osiągnięcia wymogu 10% (od 1 stycznia 2020 r.) udziału pojazdów elektrycznych. Obecnie udział taki spełniany jest przez Jaworzno czy Stalową Wolę, jednak tylko przy założeniu uwzględnienia wyłącznie pojazdów realizujących zadania na rzecz transportu zbiorowego. W zależności od zasobności taboru, braki w udziale pojazdów elektrycznych w pozostałych miastach osiągają nawet do 10%. Wśród kluczowych czynników, które według wszystkich zapytanych JST pozwolą im na wyraźne zwiększenie udziału pojazdów elektrycznych, wskazywane jest uruchomienie środków finansowych dotujących zakupy pojazdów zeroemisyjnych. Jako przykład wskazywane jest uruchomienie programu dofinansowań z Funduszu Niskoemisyjnego Transportu, który umożliwiłby specjalnie powoływanym jednostkom zakupowym (m.in. w Krakowie) na zakup pojazdów elektrycznych.

Ustawa o elektromobilności daje gminom podstawę prawną do wprowadzenia stref czystego transportu przeznaczonych dla pojazdów przyjaznych środowisku. Decyzja o wprowadzeniu stref oraz zasadach ich funkcjonowania pozostanie w gestii samorządów. Czy JST rozważa wprowadzenie tego typu rozwiązania? Czy JST rozważa wprowadzenie innych rozwiązań (przykłady, jakie?)

Strefy czystego transportu są nowym narzędziem wprowadzonym *ustawą o elektromobilności*, mającym na celu ograniczenie uciążliwości wynikających z ruchu komunikacyjnego w centrach miast. W przeciągu niemal roku na terenie kraju utworzona została jedna strefa czystego transportu, obejmująca swoim zasięgiem krakowską dzielnicę Kazimierz. Funkcjonowanie strefy ma charakter okresowy ustanowiony na okres 6 miesięcy. Po upływie tego czasu na podstawie zebranych informacji władze miasta podejmą decyzję o ewentualnej kontynuacji lub zaprzestaniu funkcjonowania obszaru czystego transportu. Dotychczasowe efekty funkcjonowania strefy, która zakłada m.in. możliwość poruszania się wyłącznie pojazdów z napędem elektrycznym, wodorowym oraz zasilanych gazem CNG (za wyjątkiem pojazdów mieszkańców strefy, których nie dotyczą ograniczenia pod względem stosowanych paliw) czy ograniczenia czasowe w możliwości swobodnego poruszania się pojazdów, budzą wiele kontrowersji wśród osób poruszających się w jej obrębie. W związku z problemami w dostawie zaopatrzenia czy brakiem precyzyjnych zapisów normujących ruch jednośladow i pojazdów hybrydowych, obecne zasady określające funkcjonowanie strefy napotykają na stanowczy sprzeciw części społeczeństwa wyrażany poprzez składanie do odpowiednich instytucji skarg i zażaleń na zbyt restrykcyjne przepisy. Analiza wniosków z funkcjonowania strefy czystego transportu pozwoli na doprecyzowanie zapisów ustawy oraz będzie stanowić źródło informacji dla pozostałych JST ujętych w badaniu, na terenie których obecnie nie funkcjonują tego typu obszary, lecz ich utworzenie jest rozważane. Wśród miast wykazujących największe zainteresowanie implementacją tego typu rozwiązań znalazły się Sosnowiec i Lublin,

który zamierza prowadzić w tej sprawie konsultacje ze społeczeństwem. Kolejnym miastem wyrażającym zainteresowanie wprowadzeniem stref czystego transportu jest Jelenia Góra. Fakt ten wynika z występowania na jej terenie strefy uzdrowskiej, co powoduje konieczność dotrzymywania odpowiednich norm stanu jakości powietrza i poziomu emisji hałasu. Jednak analogicznie, jak ma to miejsce w Krakowie, wprowadzenie restrykcyjnych zapisów ustawy napotyka na opór ze strony mieszkańców miasta. Odmienne stanowisko wykazują natomiast władze miast o liczbie ludności nie przekraczającej 100 tys. tj. Tczew, Jaworzno i Stalowa Wola. W ich przypadku zapisy ustawy o elektromobilności nie nakładają obowiązku ustanawiania stref czystego transportu. Miasta te powołują się na działania prowadzone przez większe miasta, takie jak: Rzeszów, Poznań, Katowice, Wrocław czy Warszawa, które obecnie nie mają ustanowionych stref czystego transportu jednak podejmują szereg inicjatyw mających zmniejszyć uciążliwość sektora komunikacyjnego w rejonach o największej gęstości zaludnienia. Podejmowane działania opierają się głównie na tworzeniu stref płatnego parkowania, uchylających jednocześnie wymóg uiszczenia opłat dla pojazdów elektrycznych, ograniczenia dla poruszania się pojazdów ciężarowych, inwestycje mające na celu rozbudowę sieci trakcyjnej oraz transportu szynowego, tworzenie nowych buspasów (dostępnych także dla pojazdów elektrycznych), których zadaniem jest usprawnienie transportu miejskiego, unowocześnianie taboru pojazdów komunikacji miejskiej, promowanie transportu opartego o car-sharing pojazdów elektrycznych oraz podejmowanie kampanii społecznych skierowanych do mieszkańców promujących elektromobilność oraz korzystanie ze środków transportu publicznego.

Inne ciekawe obserwacje, wskazania, rekomendacje JST w kontekście rozwoju elektromobilności

Wśród najważniejszych elementów, które według władz samorządowych będą miały decydujący wpływ na rozwój sektora transportu zeroemisyjnego w Polsce, wyszczególniono:

- konieczność wprowadzenia szeroko dostępnych źródeł wsparcia finansowania inwestycji w nowoczesny tabor pojazdów i obsługującą go infrastrukturę ładowania;
- doprecyzowanie przepisów ustawy w kwestii bilansowania pojazdów będących we władaniu podmiotów posiadających odrębną osobność prawną, nad którymi JST sprawują jedynie nadzór finansowy;
- uwzględnienie udziału pojazdów hybrydowych i doprecyzowanie zapisów charakteryzujących pojazdy zeroemisyjne;
- uwzględnienie w AKK nie tylko pojazdów realizujących funkcje transportu publicznego, ale również inne usługi na rzecz samorządów.

Kolejną kwestią podkreślaną przez samorzady jest konieczność sporządzenia szczegółowych planów opartych na dokumentacji technicznej, które będą obejmowały

kolejne działania niezbędne do realizacji wraz ze specyfikacją urzędzeń w celu zapewnienia jak najwyższej kompatybilności stacji ładowania z wprowadzanymi na rynek pojazdami elektrycznymi. Wszystkie gminy wskazały istotność budowania partnerstwa na linii samorządy - prywatni inwestorzy, co ma na celu systematyczne zwiększanie potencjału miast we wprowadzaniu rozwiązań popularyzujących elektromobilność.

W kontekście przytoczonych wyżej wskazań i rekomendacji odnośnie konieczności wsparcia finansowego działań związanych z rozwojem elektromobilności, przeprowadzono również wywiady w komplementarnych instytucjach, udzielających takiego wsparcia JST. Poniżej przedstawiono najważniejsze informacje uzyskane w ramach tych wywiadów:

CUPT- obecnie dostępne środki na rozwój transportu niskoemisyjnego zbiorowego w ramach POiŚ konkurs Nr POIiŚ.6.1/1/18 dla działania 6.1 Rozwój publicznego transportu zbiorowego w miastach wynoszą ok. 300 mln zł. Jest to ostatni konkurs w obecnej perspektywie finansowej, ale znane są obecnie uwarunkowania dla kolejnej.

Katalog beneficjentów jest zamknięty obejmuje miasta w ramach istniejących ZIT-ów (nie obejmuje części polski wschodniej, która ma osobny program operacyjny), nowość - dla 122 miast tracących swoje funkcje społeczno gospodarcze wprowadzono dodatkowe preferencje. Główni beneficjenci to JST, operatorzy transportu publicznego, realizujący zadania związane z transportem publicznym na obszarach miast i ZIT-ów.

Zainteresowanie obecnym jak i poprzednim konkursem jest duże. Atrakcyjny dla beneficjentów jest poziom dofinansowania (85% kosztów kwalifikowanych). Dofinansowanie dotyczy zakupu autobusów jak i budowy stacji ładowania. Jest to jedyny obecnie tego typu konkurs, gdzie istnieje możliwość uzyskania dotacji na budowę stacji ładowania, a nie zastosowania mechanizmu zwrotnych instrumentów finansowych. Szczegółowe warunki udziału w konkursie mają zapewnić selekcję projektów dojrzałych.

Obecne kryteria konkursowe budowane były w oparciu o analizy ex post z poprzedniego naboru. Wyniki analiz wskazały, że np. wskaźniki dotyczące poprawy jakości powietrza nie były trafione dla tych pojazdów. Poprawa jakości powietrza jest jednym z elementów oceny, ale głównie oceniane są: innowacyjność i nowe technologie.

Nadal obserwowany jest wysoki koszt ekonomiczny zakupu taboru elektrycznego. Poprzez dofinansowanie do zakupów „zamraża się” koszty produkcji. Wysokie koszty produkcji mogą też wiązać się z kalkulowaniem kar w złożonych przez dostawców ofertach.

Plany Zrównoważonej Mobilności Miejskiej (SUMPy) to narzędzie ułatwiające planowanie, uwzględniające szerszy kontekst funkcjonowania miasta i perspektywę długookresową. Narzędzie to wskazywane jest jako bardzo istotne dla rozwijania i kreowania polityki rozwoju transportu w miastach, w tym wdrażania elektromobilności. Projektowane jest wsparcie doradcze dla miast w zakresie tworzenia tych dokumentów.

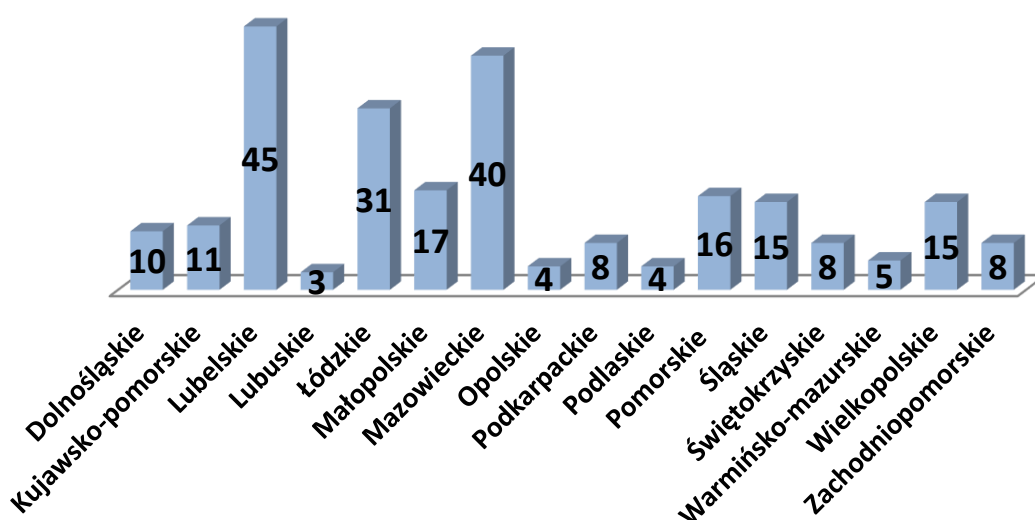
Planowane są w tym roku działania wspierające szerzenie dobrych praktyk dla rozwoju elektromobilności, szczególnie w miastach. Badane są potrzeby, zainteresowanie miast formami tego typu wsparcia. Przygotowany jest przez CUPT projekt służący promowaniu dobrych praktyk w rozwoju elektromobilności, wymianie wiedzy i dzieleniu się praktyką ośrodków miejskich.

NFOŚiGW – prawdopodobnie w czerwcu br. uruchomione zostaną pierwsze konkursy w obszarze elektromobilności. Najbardziej wyczekiwane dot. budowy infrastruktury i zakupu pojazdów elektrycznych.

W ramach wskaźników realizacji celu Funduszu Niskoemisyjnego Transportu (FNT), główny wskaźnik to efekt ekologiczny (trudno jednak szacować efekt z liczby zainstalowanych ładowarek). Powstały już pierwsze wytyczne, gdzie są dodatkowe wskaźniki.

Jest nowy projekt w trakcie przygotowania dla JST (pilotaż dla kilku gmin) na dotację zakupu gimbusów elektrycznych oraz ładowarek.

O szerokim zainteresowaniu polskich miast rozwojem elektromobilności świadczy fakt, że w konkursie „GEPARD II - transport niskoemisyjny. Część 2) Strategia rozwoju elektromobilności”, dedykowanym wsparciu działań jednostek samorządu terytorialnego niezbędnych do realizacji polityki elektromobilności, poprzez dofinansowanie przygotowania strategii rozwoju elektromobilności, służącej realizacji celów wynikających m.in.: z *PRE 2016*, zostało złożonych łącznie 240 wniosków. Budżet złożonych wniosków jest wyższy niż zakładano. Na poniższym wykresie przedstawiono liczbę złożonych wniosków w podziale na województwa.



Rysunek 64. Liczba wniosków złożonych przez JST w poszczególnych województwach w ramach programu „GEPARD II - transport niskoemisyjny. Część 2) Strategia rozwoju elektromobilności”¹⁴²

¹⁴² Źródło: NFOŚiGW

Najwięcej wniosków na dofinansowanie opracowania strategii rozwoju elektromobilności wpłynęło z województwa lubelskiego, mazowieckiego oraz łódzkiego.

7. WNIOSKI I REKOMENDACJE WYNIKAJĄCE Z ANALIZY

1. Niniejszy raport zawiera obszerny materiał analityczny nt. stanu rozwoju, potencjału kompetencji technicznych oraz aktualnych trendów rozwojowych w obszarze elektromobilności w Polsce. Tym samym może być on w szerokim zakresie wykorzystywany w pracach Grupy Roboczej ds. rozwiązań transportowych przyjaznych środowisku, w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji.
2. Rozwój transportu niskoemisyjnego i zeroemisyjnego stanowi jeden z priorytetów polityki środowiskowej UE. Opracowane na poziomie krajowym dokumenty strategiczne oraz uregulowania prawne dot. elektromobilności, wykazują spójność ze strategiami europejskimi oraz stwarzają w ogólnym ujęciu dogodne warunki dla rozwoju elektromobilności w Polsce. Istnieje jednak potrzeba pilnego uzupełnienia istniejących aktów prawnych o rozporządzenia wykonawcze (przykładem są projekty rozporządzeń w sprawie Funduszu Niskoemisyjnego Transportu), czy wręcz specustawę o realizacji strategicznych inwestycji w zakresie sieci dystrybucyjnych, dla skutecznego realizowania inwestycji infrastrukturalnych związanych z przyłączaniem nowych punktów ładowania.
3. Ogólny udział polskich podmiotów w pracach projektowych, badawczych, rozwojowych i produkcyjnych, związanych z obszarem elektromobilności nie jest na dzień dzisiejszy znaczący. Ogranicza się on zasadniczo do większych i dłużej działających na rynku spółek. Rzadziej są to spółki start-upowe. Wynika to z braku odpowiednich środków finansowych, których dostępne instrumenty finansowe nie zabezpieczają w wystarczającym stopniu, oraz podwyższonego poziomu ryzyka w odniesieniu do inwestycji. Szansę na poprawę sytuacji mogą stanowić ogłaszane i aktualne konkursy (NCBiR, CUPT i NFOŚiGW) dot. opracowywania, a następnie wdrażania innowacyjnych projektów oraz większe kwoty dofinansowania, skierowane również do mniejszych przedsiębiorstw.
4. Istotny potencjał stanowią polskie spółki dostarczające autobusy elektryczne, takie jak Solaris Bus&Coach czy Ursus Bus, które posiadają solidne zaplecze techniczne i merytoryczne, a także wykwalifikowaną kadrę inżynierów. Sukcesy sprzedażowe w Europie potwierdzają dobrą jakość oferowanych przez nie produktów. Z drugiej strony duża część komponentów do autobusów elektrycznych nadal pochodzi z rynków zagranicznych, szczególnie azjatyckich. Dla utrzymania dobrej pozycji na rynku i konkurencyjności wobec firm zagranicznych konieczne są inwestycje w rozwój tej branży (poprzez zapewnienie, na odpowiednim poziomie, dofinansowania, dotacji).

5. Szanse wdrożenia do produkcji polskiego samochodu elektrycznego są stosunkowo niewielkie, co wynika między innymi z małego zainteresowania tego rodzaju produktem na naszym rynku. Decydującą rolę odgrywa w tym przypadku bariera ekonomiczna, w tym nadal konkurencyjne ceny pojazdów z napędem konwencjonalnym. Brak popytu sprawia, że koszty wdrożenia polskiego samochodu elektrycznego są wysokie, co przyczynia się do małej dynamiki rozwoju tego kierunku w polskiej motoryzacji.
6. Na małą popularność samochodów elektrycznych w polskim społeczeństwie składa się m.in. bardzo mała liczba firm świadczących usługi car-sharingu. Popularyzacja tego rozwiązania mogłaby stanowić konkurencyjną, pod względem ekonomicznym, alternatywę dla korzystania z prywatnych pojazdów, przez mieszkańców miast. Istotnym czynnikiem rozwoju tego typu usługi jest promocja i edukacja mieszkańców w zakresie korzyści wynikających z korzystania z wypożyczonego, zeroemisyjnego pojazdu.
7. Duży potencjał i rosnącą dynamikę rozwoju w naszym kraju ma infrastruktura ładowania oraz produkcja magazynów energii. Podobnie jak w przypadku autobusów elektrycznych, znane są polskie marki, takie jak: Ekoenergetyka Polska Sp. z o.o. czy Impact Clean Power Technology S.A. (zarówno na rynku krajowym, jak i europejskim). Postęp technologiczny w tych branżach widoczny jest także w zainteresowaniu obcego kapitału rynkiem polskim i chęcią lokowania swoich fabryk produkcyjnych, co przyczynia się do wzrostu gospodarczego kraju. Światowe marki jak LG, Umicore i Northvolt realizują już w Polsce swoje pierwsze projekty i wprowadzają na rynek nowe produkty.
8. Rozwój elektromobilności w Polsce jest uzależniony od pokonania szeregu barier. Mają one charakter techniczny, ekonomiczny, społeczny i organizacyjny. Podstawowym utrudnieniem jest niewystarczająca infrastruktura ładowania pojazdów. Potencjalnych konsumentów zniechęcają również wyraźnie wyższe koszty zakupu pojazdu elektrycznego w stosunku do spalinowego, nawet po uwzględnieniu proponowanych dopłat. Ponadto pojawiają się obawy związane z ewentualnymi kosztami i miejscem serwisowania pojazdów, a także przyszłymi kosztami wymiany baterii (koszty te stanowią obecnie, w przypadku samochodów osobowych, ok. 35% kosztów pojazdu¹⁴³). Do tego dochodzi brak możliwości określenia wartości pojazdu elektrycznego na rynku wtórnym w przyszłości. Bariereą stanowi również model użytkowania pojazdu w Polsce, w którym użytkownicy preferują własność nad wynajmem na czas korzystania.
9. Biorąc pod uwagę stopień przygotowania systemu elektroenergetycznego do wdrożenia elektromobilności w Polsce, należy podkreślić, że zapewnienie

¹⁴³ Źródło: oszacowanie własne

zasilania dla dużej liczby punktów ładowania, szczególnie w przypadku szybkich ładowarek pobierających dużą moc, wiąże się z koniecznością modernizacji sieci elektroenergetycznych. W początkowej fazie mogą być wykorzystywane dostępne moce w istniejących stacjach transformatorowych SN/nn (średnie obciążenie transformatorów SN/nn w Polsce to ok. 15%), później na potrzeby przyłączenia stacji ładowania konieczna będzie wymiana transformatorów SN/nn lub budowa nowych stacji SN/nn. Na pewno nie jest możliwa budowa stacji ładowania dla autobusów w zakresie istniejącej infrastruktury.

10. Proces elektryfikacji transportu drogowego w Polsce znajduje się obecnie na wstępnym etapie rozwoju. Pierwsze rejestracje samochodów osobowych miały miejsce w roku 2011, a samochodów dostawczych i autobusów w roku 2015. W kolejnych latach obserwowano systematyczne przyrosty liczby w poszczególnych kategoriach i segmentach pojazdów. Dla sumy wszystkich pojazdów elektrycznych obserwowany jest pozytywny, wykładniczy trend wzrostowy. Dotychczasowy rozwój infrastruktury ładowania miał charakter samoistny. Istotne zmiany w tym zakresie wprowadziła ustawa o elektromobilności, która ustala warunki rozwoju i zasady rozmieszczenia stacji ładowania oraz określa odpowiednie wymogi techniczne.
11. Opisane w raporcie cztery scenariusze prognozowanego stanu floty pojazdów elektrycznych prezentują zakres możliwej zmienności dynamiki rozwoju elektromobilności w Polsce, w latach 2020-2050. Biorąc pod uwagę dotychczasowe trendy rozwojowe oraz aktualne uwarunkowania formalno-prawne i ekonomiczne, największe prawdopodobieństwo zaistnienia należy przypisać scenariuszowi „podstawowemu” (S1), a w dalszej kolejności scenariuszowi „PRE” (S2). System dopłat w kształcie zaproponowanym w projekcie rozporządzenia w sprawie szczegółowych warunków udzielania wsparcia ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu pozwoli na realizację scenariusza zbliżonego do S1. W przypadku pojawienia się dodatkowych zachęt, np. w formie ulg podatkowych, pojawi się możliwość zwiększenia tempa rozwoju elektromobilności w kierunku scenariusza S2.
12. Wzrostowi liczby samochodów elektrycznych będzie towarzyszyć rozwój sieci ogólnodostępnych punktów ładowania. Według istniejących planów krótkoterminowych do końca roku 2020 powinno funkcjonować około 6,4 tys. punktów ładowania. Dalszy rozwój sieci będzie powiązany z realizowanym scenariuszem rynku pojazdów elektrycznych. Dla najbardziej prawdopodobnego scenariusza S1 szacuje się liczbę ogólnodostępnych punktów ładowania na poziomie 72 tys. w roku 2030 i 420 tys. w roku 2050.
13. Przyjmuje się, że wpływ samochodów elektrycznych na sieć przesyłową będzie w dużym stopniu łagodzony przez równoczesny rozwój źródeł rozproszonych

przyłączanych do sieci niższych napięć. Z punktu widzenia OSD, większym zagrożeniem niż aspekty techniczne, są bariery formalno-prawne związane z prowadzeniem inwestycji (przede wszystkim problem z dostępem do terenu pod budowę sieci). Obecnie nie ma przepisów, które by ułatwiały realizowanie inwestycji przez OSD w celu przyłączenia punktów ładowania pojazdów elektrycznych, zgodnie z celami wyznaczonymi ustawą o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

14. Koszty na przystosowanie sieci dystrybucyjnej do rozwoju infrastruktury na potrzeby ładowania uzależnione będą od liczby punktów ładowania, które mają powstać lub mają zostać przyłączone do sieci oraz ich lokalizacji. Pierwsze szacunki dotyczące prognozy kosztów do roku 2025 będą znane po złożeniu przez OSD aktualizacji Planów rozwoju na lata 2020-2025.
15. Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE, dla każdego ze scenariuszy, dla roku 2020 i 2025 jest bezpieczny dla KSE tzn. mieści się w zakładanych prognozach zapotrzebowania. Dla każdego roku ze scenariusza S1, prognozowane zużycie energii przez samochody elektryczne mieści się w dozwolonym limicie wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną. Scenariusz S2 również wydaje się bezpieczny dla systemu w perspektywie długoterminowej.
16. Analizując wpływ mocy wynikającej z ładowania pojazdów elektrycznych, należy zwrócić uwagę na stopień obciążenia KSE, poziom bezpiecznej rezerwy mocy tzw. gorącej (wirującej) jak i rezerwy zimnej. Większe wahania w produkcji muszą być pokrywane przez tzw. rezerwę wirującą, czyli moc dostępną z elektrowni zarządzanych centralnie, którą można wykorzystać w każdej chwili w razie nagłego deficytu mocy w systemie.
17. Rozwój elektromobilności w roku 2025, zgodnie ze scenariuszem S1, spowoduje zużycie energii na poziomie 0,67 TWh, a zgodnie ze scenariuszem S2, zużycie na poziomie 1,8 TWh. W zależności od sposobu wykorzystania infrastruktury ładowania, duża liczba samochodów elektrycznych może mieć znaczny wpływ na przepustowość sieci w określonym miejscu i czasie. Wpływ ładowania pojazdów elektrycznych będzie odczuwany najpierw w lokalnych sieciach dystrybucyjnych. W takich przypadkach przeciążenie sieci może skutkować przyspieszonym starzeniem się infrastruktury i powodować przerwy w świadczeniu usług, a w efekcie prowadzić do konieczności modernizacji linii i transformatorów.
18. W kilku ośrodkach naukowych (uczelnie, instytuty badawczo-rozwojowe) w Polsce trwają prace nad doskonaleniem baterii litowo-jonowych i litowo-polimerowych, wykorzystywanych w pojazdach elektrycznych. Ośrodki te utworzyły w 2018 roku Polskie Konsorcjum Elektrochemicznego Magazynowania Energii PolStorEn;

19. Polskie uczelnie oraz resortowe instytuty naukowo-badawcze mają wystarczający potencjał i kompetencje do opracowania innowacyjnych technologii przetwarzania zużytych i wybrakowanych ogniw litowo-jonowych. Barięą do przewyciężenia jest zapewnienie środków finansowych, niezbędnych do zweryfikowania tych technologii pod względem wydajności procesowej i efektywności ekonomicznej w skali półtechnicznej, a następnie przemysłowej.
20. Do kategorii podmiotów z realnymi osiągnięciami w dziedzinie technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych aktualnie w kraju można zaliczyć załedwie jeden podmiot – Instytut Metali Nieżelaznych w Gliwicach.
21. Niezbędne jest dopracowanie i weryfikacja technologii recyklingu ogniw litowo-jonowych w skali półtechnicznej lub w formie instalacji pilotażowej. W przypadku scenariusza S1, zakładającego, że liczba samochodów elektrycznych osiągnie w 2025 roku w Polsce 300 tys., do ponownego użycia albo do recyklingu co roku trafiać będzie 3 tys. akumulatorów, co daje masę ok. 600 ton baterii litowo-jonowych, demontowanych z pojazdów i kierowanych do ponownego użycia lub do recyklingu.
22. Koszty budowy instalacji recyklingu ogniw litowo-jonowych o zdolności przetwarzania rzędu 5 tys. ton rocznie trzeba szacować na kilkadziesiąt milionów złotych. Jest to kwota znacząco przewyższająca skalę obecnej działalności wszystkich krajowych podmiotów zajmujących się recyklingiem baterii i akumulatorów przenośnych.
23. „Drugie życie” akumulatorów zdemontowanych z pojazdów będzie ściśle uzależnione od upowszechnienia w Polsce energetyki prosumenckiej. Jednakże w projekcie Polityki energetycznej Polski do 2040 r. założono, iż nadmiar energii elektrycznej wytworzonej w mikro-instalacjach, będzie przekazywany do sieci energetycznej, czyli nie będzie on magazynowany w obiektach prosumentów. Może to oznaczać, iż liczba baterii wycofywanych z użytkowania w pojazdach, będzie znacząco większa od liczby tych baterii, które będą wykorzystywane jako banki energii.
24. Banki energii powstają jak dotąd głównie z inicjatywy dużych wytwórców energii. Grupa Energa, Hitachi oraz Polskie Sieci Elektroenergetyczne rozpoczęły budowę największego w Polsce magazynu energii elektrycznej, o docelowej mocy 6 MW i pojemności 27 MWh. Hybrydowy magazyn zlokalizowany jest w pobliżu farmy wiatrowej Bystra pod Pruszczem Gdańskim, eksploatowanej przez spółkę Energa Wytwarzanie.
25. Rozwój elektromobilności nie jest możliwy bez aktywnego udziału administracji publicznej, która powinna pełnić w tym procesie rolę wzorcową. Konieczna jest przy tym ściśła współpraca pomiędzy administracją centralną a samorządową.

Władze samorządowe wykazują duże zainteresowanie wdrożeniem zeroemisyjnych środków komunikacji w transporcie publicznym. Wskazują jednak na pilną konieczność wprowadzenia szeroko dostępnych źródeł wsparcia finansowania inwestycji w nowoczesny tabor pojazdów i obsługującą go infrastrukturę ładowania.

26. O szerokim zainteresowaniu polskich miast rozwojem elektromobilności świadczy liczba 240 wniosków złożonych w konkursie „GEPARD II - transport niskoemisyjny. Część 2) Strategia rozwoju elektromobilności”, dedykowanym wsparciu działań jednostek samorządu terytorialnego, niezbędnych do realizacji polityki elektromobilności, poprzez dofinansowanie przygotowania strategii rozwoju elektromobilności.

8. LITERATURA I ŹRÓDŁA DANYCH

Publikacje

1. Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne Nr 80/2008, Politechnika Śląska
2. Electric vehicles in Europe, Raport EEA Nr 20/2016
3. M. Dulak, P. Musiałek (red.), Z prądem czy pod prąd? Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce, raport 03/2018
4. Zastosowanie superkondensatorów w układzie odzysku energii pojazdu z napędem elektrycznym, Czasopismo techniczne Politechniki Krakowskiej – zeszyt 6-M/2008
5. M. Mendel, Magistrała CAN (Controller Area Network) - konfiguracja i transmisja danych, Biuletyn Informacji - Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia, 2013
6. Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce – poradnik, Grupa CDE Sp. z o.o., 2018
7. M. Gis, M. Bednarski, Propozycja lokalizacji stacji szybkiego ładowania pojazdów elektrycznych na trasach TEN-T na terenie kraju z uwzględnieniem zapisów ustawy o elektromobilności, Instytut Transportu Samochodowego Politechniki Warszawskiej, 2018
8. Towards a European Market for Electro-Mobility. Final report for Transport & Environment, Element Energy Ltd, 2016
9. Analiza wpływu na klimat poprzez cykl życia pojazdów elektrycznych, Transport & Environment
10. Low-carbon cars in Europe: A socio-economic assessment, Cambridge Econometrics, 2018
11. European global analysis on the electro-mobility performance, Catalonia Institute for Energy Research, marzec 2015
12. Pojazdy elektryczne jako element sieci elektroenergetycznych, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, 2018
13. Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives, Raport EEA Nr 13/2018
14. Electrification of the Transport System, Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Badań i Innowacji - Inteligentny, ekologiczny i zintegrowany transport, 2017
15. J. Waśkiewicz, P. Pawlak, Prognozy eksperckie zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji), Instytut Transportu Samochodowego, Zakład Badań Ekonomicznych, Warszawa 2017
16. Smart Grid – Inteligentne sieci, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, 2018
17. S. Krawiec, K. Krawiec; Rozwój elektromobilności w Polsce. Uwarunkowania, cele i bariery, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Zeszyty Naukowe Nr 332-2017
18. Elektromobilność - Raport, Instytut Jagielloński, Biznes Alert, Związek Przedsiębiorców i Pracodawców Sektora energii, 2017
19. Z prądem czy pod prąd? Perspektywy rozwoju elektromobilności w Polsce, Klub Jagielloński, praca pod redakcją M. Dulaka i P. Musiałka, Raport 03/2018
20. Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych Wytyczne dla miast, Clean Technica, Greenway Infrastructure, 2017

21. Ch. Berggren, P. Kägeson; Speeding up European Electro-Mobility. How to electrify half of new car sales by 2030, Transport & Environment, 2017
22. Polish EV Outlook 2019, Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, 2019
23. Raport „Energetyka. Dystrybucja i przesył”, PTPIREE, 2018
24. O. Fasięcka, M. Marek, Odnawialne źródła energii a rozwój elektromobilności, Problemy transportu i logistyki 4/2018 (44), Uniwersytet Szczeciński, 2018
25. Modernizacja systemów energetycznych w oparciu o instrumenty ETS, materiały z warsztatów PTPIREE, Warszawa, 22 stycznia 2019
26. Raport „Napędzamy Polską Przyszłość”, Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych i Cambridge Econometrics, Warszawa, 2018
27. K. Krupa, J. Kamiński, Analiza wpływu rozwoju elektromobilności na zużycie energii elektrycznej w Polsce, Rynek Energii, 12/2017
28. Wojciech Drożdż (red.), Elektromobilność w rozwoju miast, PWN, 2018
29. M. Wójcik i in., Przegląd technologii recyklingu zużytych akumulatorów litowo-jonowych, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej 2/17
30. Electric vehicle life cycle analysis and raw material availability; Transport & Environment, 2017
31. L. Olsson i in., Circular Business Models for Extended EV Battery Life, Batteries 4. 57/2018
32. Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions, ICCT, 2018
33. Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2018-2027, PSE, 2018
34. U. Radović, Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza, Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, 2018
35. Raport 2017 KSE, Polskie Sieci Elektroenergetyczne, 2018

Dokumenty strategiczne i prawne

36. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), Warszawa 2017
37. Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Ministerstwo Energii, 2017
38. Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce, Ministerstwo Energii, 2016
39. Krajowe Inteligentne Specjalizacje (KIS) - wersja 5, Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii, 2019
40. Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych,
41. Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw
42. Projekt rozporządzenia Ministra Energii z dnia 9 stycznia br. w sprawie szczegółowych kryteriów wyboru projektów do udzielenia wsparcia ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu
43. Projekt rozporządzenia Ministra Energii z dnia 7 lutego 2019 r. w sprawie szczegółowych warunków udzielania wsparcia ze środków Funduszu Niskoemisyjnego Transportu

44. Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku, projekt z dnia 9 listopada 2018 r.,
45. Krajowa Strategia Rozwoju Regionalnego 2030, projekt z dnia 17 grudnia 2018 r.
46. Polityka ekologiczna państwa 2030, projekt z dnia 12 marca 2019 r.
47. Polityka energetyczna Polski do 2040 roku, projekt z dnia 23 listopada 2018 r.
48. Wnioski z analiz prognostycznych dla sektora energetycznego – załącznik nr 1 do projektu „Polityki energetycznej Polski do roku 2040”
49. Projekt Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030, Ministerstwo Energii, 2019
50. EUROPA 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, Komunikat Komisji KOM(2010)2020 wersja ostateczna
51. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych,
52. Biała księga: Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, COM(2011)144 wersja ostateczna
53. Czysta energia dla transportu: europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2013)017
54. Europejska strategia na rzecz mobilności niskoemisyjnej, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2016)501
55. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/849 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywy 2000/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, 2006/66/WE w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów i 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego
56. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów
57. Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) – wersja obowiązująca od 1 stycznia 2017 r.

Strony internetowe

58. Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii; <https://mpit.gov.pl>
59. Ministerstwo Środowiska; <https://mos.gov.pl/srodowisko>
60. Ministerstwo Energii; <https://www.gov.pl/web/energia>
61. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska; <https://gios.gov.pl>
62. Główny Urząd Statystyczny; <https://stat.gov.pl>
63. Izba Gospodarcza Metali Nieżelaznych i Recyklingu [IGMNiR]; www.igmnir.pl
64. Polskie Sieci Elektroenergetyczne; www.pse.pl
65. Forum Recyklingu Samochodów; <https://fors.pl>
66. Fundacja Promocji Pojazdów Elektrycznych; <https://fppe.pl>

67. Polska Izba Ekologii; <http://www.pie.pl>
68. Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych; <http://pspa.com.pl>
69. Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Środowiska [European Commission DG Environment]; <http://ec.europa.eu/environment>
70. Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Przemysłu [European Commission DG Industry]; <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/content/european-commission-dg-enterprise-and-industry-homepage>
71. Europejskie Stowarzyszenie Recyklerów Baterii [EBRA; European Battery Recyclers Association]; www.ebra.be
72. Europejskie Stowarzyszenie Producentów Akumulatorów [EUROBAT; Association of European Automotive and Industrial Battery Manufacturers]; <https://eurobat.org>
73. EUROMETAUX [European Association of Metals]; <https://eurometaux.eu/resource-hub>
74. Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów [European Automobile Manufacturers' Association; ACEA]; <https://www.acea.be>
75. Europejskie Obserwatorium Paliw Alternatywnych [European Alternative Fuels Observatory]; <https://www.eafo.eu>
76. ICM AG; International Automobile Recycling Congress IARC; <https://www.icm.ch/iarc-past-events>
77. BATTERIETAGUNG 2018; <https://battery-power.eu/en/>
78. Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych; <https://www.orpa.pl>
79. Centralne Laboratorium Akumulatorów i Ogniw; <http://clai0.poznan.pl>
80. Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego – Pracownia Elektrochemicznych Źródeł Energii; <http://beta.chem.uw.edu.pl/labs/peze>
81. BATLIT; <http://kchitp.ch.pw.edu.pl/index.php?id=batlit-generalinformation-pl>
82. „Energia i Recykling”; <https://portalkomunalny.pl/energia-recykling/>
83. „Odpady i Środowisko”; <https://e-srodowisko.pl>
84. <https://bdo.mos.gov.pl>
85. <https://odpady.net.pl>
86. <http://www.elektro.info.pl>
87. <http://elektromobilnosc.pl>
88. <http://elektrowoz.pl/>
89. <https://wysokienapiecie.pl>
90. <https://www.energa.pl>
91. <http://www.elektro.info.pl/aktualnosc/id8849,solaris-bedzie-zdalnie-diagnozowac-autobusy-elektryczne>
92. <https://www.eltegps.pl/>
93. <https://biznes.trojmiasto.pl/Fibrtech-nagrodzony-za-ultralekka-felge-n129059.html>

94. <https://www.nakolei.pl/systemy-ladowania-autobusow-elektrycznych-ec-engineering-trafia-m-in-warszawy-bratyslawy/>
95. <https://ekoenergetyka.com.pl/pl/uslugi/elektryfikacja- lini-zajezdni/>
96. www.eltegps.pl
97. <https://www.solarisbus.com>
98. <http://ursusbus.com>
99. <http://www.lotos.pl>
100. <https://www.orlen.pl>
101. <https://www.bmw.pl>
102. <https://www.nissan.pl>
103. <https://evtrader.com>
104. http://samochodelektryczne.org/wyniki_sprzedazy_samochodow_ev_phev_na_swiecie_w_2017r.htm
105. <https://www.stenarecycling.pl>
106. https://ec.europa.eu/info/news/european-commission-tackles-barriers-innovation-second-innovation-deal-focuses-batteries-electric-vehicles-2018-mar-12_en
107. <https://www.gocompare.com/car-insurance/electric-avenues/>
108. Autosan <http://www.autosan.pl/historyczna-umowa-na-elektryki-autosan>

Spis tabel

Tabela 1. Wykaz zastosowanych w pracy metod, technik oraz narzędzi badawczych.....	13
Tabela 2. Regulacje prawne dotyczące funkcjonowania elektromobilności w Polsce, istotne z punktu widzenia przygotowania systemu elektroenergetycznego do wdrożenia PRE 2016.....	59
Tabela 3. Prognozowana szacunkowa liczba ogólnodostępnych punktów ładowania dla scenariusza S1	89
Tabela 4. Bariery rozwoju elektromobilności dla samochodów elektrycznych w Polsce.....	90
Tabela 5. Przykładowe, obowiązujące stawki opłat sieciowych.....	92
Tabela 6. Długości linii SN, z wyróżnieniem linii kablowych.....	94
Tabela 7. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną i moc maksymalną netto oraz wskaźniki wzrostu zapotrzebowania	102
Tabela 8. Scenariusz „S0” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE	103
Tabela 9. Scenariusz „S1” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE	103
Tabela 10. Scenariusz „S2” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE	103
Tabela 11. Scenariusz „S3” - Udział zużycia energii przez pojazdy elektryczne w zapotrzebowaniu KSE	104
Tabela 12. Przyjęte parametry pojazdów elektrycznych.....	112
Tabela 13. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S0”	112
Tabela 14. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S1”	112
Tabela 15. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S2”	112
Tabela 16. Zużycie energii elektrycznej przez pojazdy elektryczne - Scenariusz „S3”	113

Spis rysunków

Rysunek 1. Wyniki ankietyzacji respondentów zaangażowanych w produkcję komponentów do budowy pojazdów elektrycznych lub infrastruktury towarzyszącej – rodzaj i popularność produkowanych elementów.....	29
Rysunek 2. Możliwe rozwiązania techniczne dla procesu ładowania autobusów elektrycznych.....	32
Rysunek 3. Układ ładowania pantografowego dla autobusu elektrycznego projektu EC Engineering Sp. z o.o.	34
Rysunek 4. Stacje ładowania typu pantograf produkcji Ekoenergetyka Sp. z o.o. w Inowrocławiu.....	35
Rysunek 5. Pantografowe stacje ładowania dostarczone przez MEDCOM dla Jaworzna	36
Rysunek 6. Stacje ładowania osobowych pojazdów elektrycznych z dostępnymi różnymi standardami ładowania.....	37
Rysunek 7. Wykres obrazujący energię naładowaną według numeru VIN – widok z aplikacji MODBUS TCP.....	37
Rysunek 8. Stacja ładowania produkcji KZŁ Sp. z o.o.	39
Rysunek 9. Najbardziej konkurencyjne i perspektywiczne gałęzie produkcji pojazdów elektrycznych i niezbędnych podzespołów – wyniki ankietyzacji respondentów.....	44
Rysunek 10. Model Solaris Urbino Electric 12.....	45
Rysunek 11. Gniazda do ładowania typu plug-in – type 2 „Mennekes” oraz CCS combo 2 w autobusie Solaris Urbino Electric 12	46
Rysunek 12. Model elektryczny - Ursus CS12LFE	47
Rysunek 13. Udział producentów stacji ładowania z różnych części świata w całkowitej liczbie	49
Rysunek 14. Poglądowa wielkość sprzedaży samochodów elektrycznych w 2017 r. na świecie	50
Rysunek 15. Minimalna liczba punktów ładowania zainstalowanych do dnia 31.12.2020 roku w ogólnodostępnych stacjach ładowania zlokalizowanych w gminach	58
Rysunek 16. Liczba punktów ładowania oraz liczba pojazdów elektrycznych.....	58
Rysunek 17. Średnie moce transformatorów SN/nn.....	62
Rysunek 18. Statystyka wiekowa transformatorów SN/nn.....	63
Rysunek 19. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Polsce	70
Rysunek 20. Stan floty elektrycznych samochodów dostawczych w Polsce	70
Rysunek 21. Stan floty autobusów elektrycznych w Polsce	71
Rysunek 22. Trend wzrostowy dla sumy pojazdów elektrycznych w Polsce w latach 2011-2018	71
Rysunek 23. Porównanie Polski w zakresie liczby punktów ładowania samochodów elektrycznych przypadających na 100 km dróg w kraju do pierwszej dziesiątki krajów na świecie	72
Rysunek 24. Liczba samochodów elektrycznych przypadająca na jeden punkt ładowania	73
Rysunek 25. Mapa punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce prowadzona przez Urząd Dozoru Technicznego	74
Rysunek 26. Mapa punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce prowadzona przez Obserwatorium Rynku Paliw Alternatywnych z przykładem metryczki informacyjnej dla jednego punktu ładowania	74
Rysunek 27. Lokalizacja punktów ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce według dostępności	75
Rysunek 28. Interaktywna mapa ładowarek samochodów elektrycznych.....	76
Rysunek 29. Realizacja obowiązku przygotowania punktów ładowania w polskich miastach.....	77
Rysunek 30. Lokalizacja planowanych do uruchomienia w 2019 roku ładowarek samochodów elektrycznych na stacjach ORLEN	78
Rysunek 31. Lokalizacja stacji ładowania LOTOS na Niebieskim Szlaku	79
Rysunek 32. Istniejące (ciemna zieleń) i planowane (jasna zieleń) stacje ładowania pojazdów elektrycznych sieci Greenway Polska.....	79
Rysunek 33. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Niemczech	83

Rysunek 34. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Norwegii	83
Rysunek 35. Stan floty elektrycznych samochodów osobowych w Wielkiej Brytanii	84
Rysunek 36. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S0.....	84
Rysunek 37. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S1.....	85
Rysunek 38. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S2.....	86
Rysunek 39. Prognozowany stan floty samochodów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S3.....	86
Rysunek 40. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S0	87
Rysunek 41. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S1	87
Rysunek 42. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S2	88
Rysunek 43. Prognozowany stan floty autobusów elektrycznych w Polsce w latach 2020-2050 – scenariusz S3	88
Rysunek 44. Długości linii poszczególnych napięć, w poszczególnych OSD	94
Rysunek 45. Udział linii kablowych w liniach SN, w poszczególnych OSD.....	95
Rysunek 46. Liczba stacji elektroenergetycznych wysokich i średnich napięć	95
Rysunek 47. Struktura wiekowa wybranych elementów sieci dla 5 największych OSD, stan na koniec 2017 roku.....	96
Rysunek 48. Poziom i struktura nakładów inwestycyjnych pięciu największych OSD w 2017 roku.....	97
Rysunek 49. Krajowe zużycie energii, Raport KSE 2017	101
Rysunek 50. Zapotrzebowanie na energię elektryczną netto [TWh], graficzne przedstawienie danych z powyższej tabeli	102
Rysunek 51. Zapotrzebowanie na energię elektryczną netto [TWh], graficzne przedstawienie danych z powyższej tabeli	102
Rysunek 52. Przebiegi zapotrzebowania w dniach, w których wystąpiło minimalne i maksymalne krajowe zapotrzebowanie na moc w 2017 roku.....	105
Rysunek 53. Średnie miesięczne krajowe zapotrzebowanie na moc w dobowych szczytach obciążenia dni roboczych w 2017 roku na tle danych historycznych.....	106
Rysunek 54. Nawyki ładowania dla próby norweskich użytkowników samochodów elektrycznych	107
Rysunek 55. Profil ładowania ekwiwalentnego pojazdu elektrycznego (poniedziałek), Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO ₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza.....	108
Rysunek 56. Profil ładowania pojazdów elektrycznych dla roku 2025 dla scenariusza S2 (1 mln samochodów elektrycznych).....	109
Rysunek 57. Wpływ ładowania pojazdów elektrycznych (scenariusz S2, 2025) dla przykładowego dnia zimowego	109
Rysunek 58. Wpływ ładowania pojazdów elektrycznych (scenariusz S2, 2025) dla przykładowego dnia letniego.....	110
Rysunek 59. Moce dyspozycyjne i rezerwy mocy w elektrowniach krajowych dostępne dla operatora sieci przesyłowych w 2017 roku – wartości średnie z dobowych szczytów obciążenia w dni robocze.....	111
Rysunek 60. Produkcja energii elektrycznej brutto w Polsce z podziałem na paliwa	114
Rysunek 61. Lokalny profil obciążenia i ładowania samochodów elektrycznych w Unii Europejskiej w typowy dzień .	116
Rysunek 62. Schemat działania baterii litowo-jonowej	118
Rysunek 63. Akronim projektu: BATLIT.....	119
Rysunek 64. Liczba wniosków złożonych przez JST w poszczególnych województwach w ramach programu „GEPARD II - transport niskoemisyjny. Część 2) Strategia rozwoju elektromobilności”	144