

NISSAN INTELLIGENT MOBILITY



Innovation
that excites

NISSAN CORPORATE SALES

Nowa energia
dla Twojego
biznesu



Nowy Nissan LEAF
SIMPLY AMAZING

Zero Emission

Zdjęcia są jedynie ilustracją. Dane i fakty podane w niniejszej reklamie służą wyłącznie celom informacyjnym i nie stanowią oferty zawarcia umowy. Pobór energii elektrycznej: 194-206 Wh/km. Emisja CO₂: 0 g/km.



Szanowni Państwo,

ambitna wizja, która stoi za nową Strategią Przemysłową Rządu Brytyjskiego, skupia się na tworzeniu prężnie rosnącego, wysoce produktywnego przemysłu na terenie całej Wielkiej Brytanii. Przemysł ten będzie przyjazny środowisku – gospodarki, która wpisuje się w wyzwania XXI wieku. Jednym z filarów tej Strategii jest elektromobilność, z wiodącą rolą Wielkiej Brytanii w projektowaniu i produkcji pojazdów mechanicznych o najniższej emisji spalin, a docelowo produkcji nowych aut osobowych i furgonetek o zerowej emisji przed rokiem 2040. Zgodnie z planem, do 2030 roku przynajmniej 50% nowych samochodów osobowych i 40% nowych aut dostawczych stanowić mają pojazdy ultra-niskoemisyjne.

Obecnie w Wielkiej Brytanii jest więcej niż 150 tysięcy pojazdów o ultraniskiej emisji spalin i około 14 tysięcy ogólnodostępnych stacji ładowania. Ponad 15 tysięcy osób jest zatrudnionych w przemyśle pojazdów niskoemisyjnych, a 1 na 8 samochodów o zerowej emisji kupionych w Europie w 2017 roku został wyprodukowany w Zjednoczonym Królestwie. Brytyjski przemysł pojazdów niskoemisyjnych to przykład sukcesu i źródło ogromnego potencjału dla gospodarki brytyjskiej. Chcemy wykorzystać te bezprecedensowe możliwości ekonomiczne, by wejść na rynek globalny, licząc, że kolejne państwa będą przystępować do inicjatyw na rzecz niskoemisyjnego transportu drogowego.

Uważa się, że rozwój pojazdów elektrycznych na dużą skalę zmieni sposób, w jaki korzystamy z samochodów, ale także będzie miał istotny wpływ na wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną oraz funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej. Dlatego też integracja pojazdów elektrycznych z sieciami elektroenergetycznymi stanowi duże wyzwanie. Jednym ze sposobów, aby podołać temu wyzwaniu jest implementacja nowych technologii takich jak Vehicle to Grid (V2G) – systemu zapewniającego dwukierunkowy przepływ energii pomiędzy pojazdem a siecią, umożliwiającego wykorzystanie energii zgromadzonej w baterii samochodu do stabilizacji pracy sieci elektroenergetycznej.

Rynek brytyjski jest jednym z pierwszych, które testują technologię V2G w ramach szeregu projektów pilotażowych. Chcielibyśmy podzielić się naszym doświadczeniem. Dlatego też w pełni wspieram inicjatywę opracowania raportu na temat V2G, podjętą przez Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych, który będzie stanowił dobry punkt wyjścia do promowania tej technologii w Polsce. Serdecznie zachęcam Państwa do zapoznania się z niniejszym raportem.

Jonathan Knott

Ambasador Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanii i Irlandii Północnej w Rzeczypospolitej Polskiej

WYDAWCA

Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

REDAKCJA

Urszula Motowidlak, Łukasz Witkowski, Jan Wiśniewski

WERYFIKACJA MERYTORYCZNA RAPORTU



PRZEMYSŁOWY INSTYTUT MOTORYZACJI
AUTOMOTIVE INDUSTRY INSTITUTE

WSPÓŁPRACA



Department for
International Trade

Departament Handlu Międzynarodowego (DIT) jest odpowiedzialny za wspieranie eksportu i inwestycji, zapewnianie możliwie korzystnych warunków handlu międzynarodowego dla Wielkiej Brytanii i promocję brytyjskich towarów i usługi. DIT pomaga firmom brytyjskim eksportować i rozwijać się na rynkach globalnych. Pomagamy również polskim firmom zaczynać i rozwijać biznes w Wielkiej Brytanii. Nasze usługi są świadczone na ponad 100 rynkach na całym świecie. Zespół DIT w Ambasadzie Brytyjskiej w Warszawie składa się z 12 ekspertówzajmujących się strategicznymi sektorami, takimi jak: Obronność i Bezpieczeństwo, Energetyka i Zasoby Naturalne, Opieka Zdrowotna, Kolejnictwo i Motoryzacja, Infrastruktura, Usługi Finansowe oraz Handel Detaliczny.

PROJEKT GRAFICZNY I SKŁAD

Magda Furmanek / Polska Grupa Infograficzna (Infograficy.pl)

Wszelkie prawa zastrzeżone

Warszawa, 2018



Szanowni Państwo,

głównym motywem opracowania raportu jest ukazanie korzyści, jakie może przynieść wykorzystanie pojazdów elektrycznych, jako rozproszonych magazynów energii elektrycznej. O takim ukierunkowaniu analizy zdecydowały możliwości rozwoju i komercjalizacji technologii Vehicle to Grid (V2G), umożliwiającej dwukierunkowy przepływ energii między pojazdem elektrycznym a siecią elektroenergetyczną.

Przedstawiona w raporcie analiza potencjału technologii V2G dotyczy aspektów poznawczych oraz aplikacyjnych. Zamiarem pierwszej części raportu jest prezentacja istoty koncepcji V2G. Zaprezentowano potencjał mobilnych magazynów energii elektrycznej oraz wskazano główne elementy architektury elektroenergetycznej, niezbędne dla upowszechnienia usługi. Scenariusz dwukierunkowej współpracy pojazdów elektrycznych z siecią pozwolił także wskazać najważniejsze mechanizmy tworzące wartość dodaną dla poszczególnych uczestników zaangażowanych w rozwój tej technologii. Część druga poświęcona jest prezentacji dotychczasowych osiągnięć w rozwoju technologii V2G. Przedstawiono wybrane etapy ewolucji systemu oraz wskazano koncerny motoryzacyjne, elektroenergetyczne i telekomunikacyjne, które można uznać za światowych liderów w upowszechnianiu V2G. Opisano realizowane obecnie projekty pilotażowe i wdrożeniowe w wybranych państwach Europy, zwracając uwagę na budowanie postawy otwartości i wzmacnianie powiązań z podmiotami sektora prywatnego i publicznego na rzecz wydłużania i poszerzania łańcuchów wartości technologii V2G. Za wzorcowy przykład dobrych praktyk, obrazujących wsparcie dla wdrożenia V2G, uznano zaangażowanie rządu Wielkiej Brytanii.

Wyniki analizy potencjału technologii V2G wskazują, że dostęp do rozproszonych źródeł energii może mieć istotne znaczenie dla bilansowania systemu elektroenergetycznego w okresach szczytowego zapotrzebowania na energię. Potencjał ten może się okazać bardzo istotnym sposobem wypełnienia przez Polskę zobowiązań, które wynikają z pakietów klimatyczno-energetycznych Unii Europejskiej.

Dla naszego kraju potencjał technologii V2G ma szczególne znaczenie z uwagi na konieczność ograniczania roli węgla w energetyce. Jest on także bardzo istotny z punktu widzenia zapewnienia bezpieczeństwa dostaw paliw transportowych dla Polski, która jest w dużym stopniu zależna od importu surowców ropopochodnych. W sformułowanych dla Polski rekomendacjach podkreślono jednocześnie, że wykorzystanie potencjału technologii V2G wymagać będzie wyeliminowania barier o charakterze systemowo-rynkowym, prawnym, infrastrukturalno-technologicznym i ekonomicznym, co w konsekwencji będzie sprzyjało rozwojowi technologii V2G.

Zachęcam do zapoznania się z raportem, licząc, że zainicjuje on debatę branżową na temat technologii i możliwych korzyści wynikających z V2G dla Polski.

Maciej Mazur

Dyrektor Zarządzający
Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

SPIS TREŚCI

CZĘŚĆ 1 | KONCEPCJA VEHICLE TO GRID (V2G)

1. Pojazd elektryczny jako element inteligentnej sieci Smart Grid	8
1.1. Relacja: inteligentna sieć – pojazd elektryczny – odnawialne źródła energii	8
1.1.1. Inteligentna sieć Smart Grid	8
1.1.2. Pojazd elektryczny	10
1.1.3. Odnawialne źródła energii	11
1.2. Pojazdy elektryczne – wyzwanie dla systemów elektroenergetycznych	11
2. Założenia i cele koncepcji V2G	15
2.1. Interfejs pojazd – sieć	15
2.2. Techniczne aspekty koncepcji	16
2.3. Ekonomiczne aspekty koncepcji w relacji z użytkownikiem pojazdu	16
2.4. Ekonomiczne aspekty koncepcji w relacji z siecią	17
3. Potencjał koncepcji V2G	18
3.1. Pojazdy elektryczne jako mobilne magazyny energii systemów elektroenergetycznych	18
3.2. Pojazdy elektryczne jako element funkcjonowania lokalnych sieci elektroenergetycznych	21
3.3. Pojazdy elektryczne jako element usług DSR	22
4. Elementy architektury usług V2G	23
4.1. Uczestnicy systemu	23
4.2. Rozwiązania techniczne i infrastrukturalne	24
4.3. Struktura komunikacji i wymiany informacji	25
4.4. System kontroli i analizy danych	25

CZĘŚĆ 2 | IMPLEMENTACJA SYSTEMU VEHICLE TO GRID

5. Światowi liderzy w zakresie rozwoju technologii V2G	26
5.1. Kalendarium rozwoju systemu w Europie	26
5.1.1. Nissan / Enel	26
5.1.2. Mitsubishi / NewMotion	28
5.1.3. Honda / EVTEC	29
5.1.4. Audi / Ampard	30
5.1.5. Renault	31
5.2. Potencjał technologiczny systemu	32
5.2.1. V2G a OZE	32
5.2.2. V2G a rozwój Smart Building	33
5.2.3. V2G a rozwój Smart City	34
5.3. Scenariusz rozwoju rynku V2G	35
6. Studium przypadku: badania i projekty pilotażowe systemów V2G	37
6.1. Projekty wieloskalowe (Wielka Brytania)	37
6.2. Projekt: GridMotion (Francja)	40
6.3. Projekt: Zrównoważone Porto Santo (Portugalia)	42
6.4. Projekt: TenneT, The Mobility House & Nissan (Niemcy)	44
7. Studium przypadku: implementacja systemów V2G	45
7.1. V2G w centrum badawczo-rozwojowym firmy Nissan w Wielkiej Brytanii	45
7.2. Komercyjny koncentrator V2G w Danii	46
8. Potencjał implementacji technologii V2G w Polsce	49
8.1. Rozwój łańcucha wartości technologii V2G – wnioski i rekomendacje dla Polski	52

PODSUMOWANIE	54
---------------------	-----------

WPROWADZENIE

Raport jest głosem w trwającej obecnie dyskusji publicznej dotyczącej rozwoju elektromobilności i problemu zintegrowania pojazdów elektrycznych z inteligentnymi sieciami elektroenergetycznymi, co zakładają nowe koncepcje mobilności.

Opracowanie systematyzuje wiedzę o głównych założeniach koncepcji Vehicle to Grid (V2G) i konfrontuje ją z obecnymi rozwiązaniami, wdrożonymi w wybranych państwach Europy.

Postęp technologiczny, jaki dokonał się w ostatnich latach w różnych dziedzinach przemysłu i w zakresie infotechnologii, dostarcza coraz efektywniejszych rozwiązań, dzięki którym rozwój elektromobilności nabiera nowego wymiaru.

Vehicle to Grid (V2G), czyli technologia umożliwiająca dwukierunkowy przepływ energii między pojazdem elektrycznym a siecią elektroenergetyczną, jest przykładem takiego innowacyjnego rozwiązania, które w istotny sposób odgrywać będzie kluczową rolę w procesie budowania wymiernej efektywności energetycznej przyszłości.

Symbioza pojazdów elektrycznych i sieci elektroenergetycznych zmienia pionierską wizję rozwoju elektromobilności i otwiera drogę do stosowania nowych modeli biznesowych. **Dzięki V2G, oprócz funkcji transportowej, pojazdy mogą pełnić rolę mobilnych magazynów energii zintegrowanych z siecią. Dwukierunkowy przepływ energii pozwala na jej „zakup” w okresach niskiego zapotrzebowania i wyższej generacji z odnawialnych źródeł energii (OZE), a następnie na jej „sprzedaż” do sieci w godzinach obowiązywania wyższej taryfy i szczytowego zapotrzebowania.** W praktyce właściciele pojazdów elektrycznych, podłączając je do sieci, stają się aktywnymi uczestnikami rynku energii elektrycznej i mogą uzyskiwać z tego tytułu dodatkowy dochód.

Technologia V2G zwiększa więc możliwości aplikacyjne pojazdów elektrycznych, które stają się platformą ciągłego i optymalnego zarządzania przepływami energii elektrycznej.

Wprowadzenie do sieci mobilnych magazynów energii ma szczególne znaczenie z punktu widzenia elastyczności systemów elektroenergetycznych, która oznacza ich zdolność do bilansowania podaży i popytu na energię elektryczną w stosunkowo krótkim okresie. Waga tego zagadnienia nabrała znaczenia wobec wzrostu udziału energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych, głównie z wiatru i Słońca, w bilansie energetycznym wielu państw.

Rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE) jest aktualnie jednym z zasadniczych celów polityki energetycznej i klimatycznej Unii Europejskiej, a także wielu innych państw spoza Wspólnoty. Dla sprawnego działania sieci stanowi on jednak duże wyzwanie. Wykorzystanie OZE wpływa wprawdzie pozytywnie na stan środowiska, stanowiąc istotną alternatywę dla paliw kopalnych, ale jednocześnie zmienia funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej, powodując konieczność rozwiązywania problemów związanych z bezpieczeństwem jej pracy oraz zapewnieniem wymaganej przez odbiorców niezawodności i jakości zasilania. W warunkach rozwoju OZE istoty nabiera także problem utrzymania przystępnych cen energii elektrycznej. **Dostęp do pojazdów elektrycznych, czyli do mobilnych magazynów energii, dzięki technologii V2G stwarza nowe możliwości ich wykorzystania. W takiej konfiguracji mogą one stać się bowiem elementem stabilizującym pracę sieci i zwiększającym jej elastyczność. Sprzyjają jednocześnie integracji OZE z siecią elektroenergetyczną oraz mają korzystny wpływ na funkcjonowanie infrastruktury dostaw energii elektrycznej.**

W branży motoryzacyjnej i sektorze elektroenergetycznym inwestycje w dalszy rozwój technologii V2G i jej komercjalizację stają się ważnym elementem strategii wielu koncernów. W jej promowanie zaangażowane są również coraz częściej władze rządowe i samorządowe, w szczególności państw Europy, które wspierają kolejne projekty pilotażowe oraz wdrożeniowe, dotyczące tej technologii. Wzrost liczby pojazdów elektrycznych i możliwości magazynowania energii w ich akumulatorach może się także przyczynić do wzmocnienia wysiłków na rzecz budowy inteligentnej sieci.

Obecnie, dzięki technologii V2G, scenariusz współpracy pojazdów elektrycznych z siecią kreuje nowe podejście do zarządzania energią i przybliża do urzeczywistnienia koncepcji inteligentnego miasta. Zrealizowane projekty wdrożeniowe wskazują, że istnieją techniczne możliwości rozwoju dwukierunkowej komunikacji pojazdów elektrycznych z siecią. Jednak nadal konieczne są działania mające na celu przybliżenie wiedzy na temat możliwości i potencjału technologii V2G, co było głównym motywem przygotowania raportu.

CZĘŚĆ 1

KONCEPCJA VEHICLE TO GRID (V2G)

1. Pojazd elektryczny jako element inteligentnej sieci Smart Grid

1.1. Relacja: inteligentna sieć – pojazd elektryczny – odnawialne źródła energii

Systemy transportowy i elektroenergetyczny, są dwoma zróżnicowanymi zbiorami, których wspólnym elementem jest moc. **W strukturze nowoczesnej gospodarki cyfrowej, powiązanej z rozwojem elektromobilności, transformacja tych systemów wchodzi na wyższy poziom interoperacyjności, oparty na technologii inteligentnych sieci elektroenergetycznych (Smart Grid). Konceptcja Smart Grid ma korzystny wpływ na integrację generacji rozproszonej, głównie małych elektrowni wiatrowych i słonecznych, z systemem elektroenergetycznym (SEE). Wytycza w tym zakresie nowe kierunki rozwoju elektromobilności, umożliwiając efektywne zarządzanie wprowadzaniem energii z tych elektrowni do sieci elektroenergetycznej, dzięki wykorzystaniu technologii pojazd–sieć (Vehicle to Grid, V2G).**

Dwukierunkowy przepływ energii pozwala na jej pobór do pojazdu w okresach niskiego zapotrzebowania lub w okresie wzmożonej produkcji OZE, a następnie przesył w odwrotnym kierunku w trakcie szczytowego zapotrzebowania na energię.

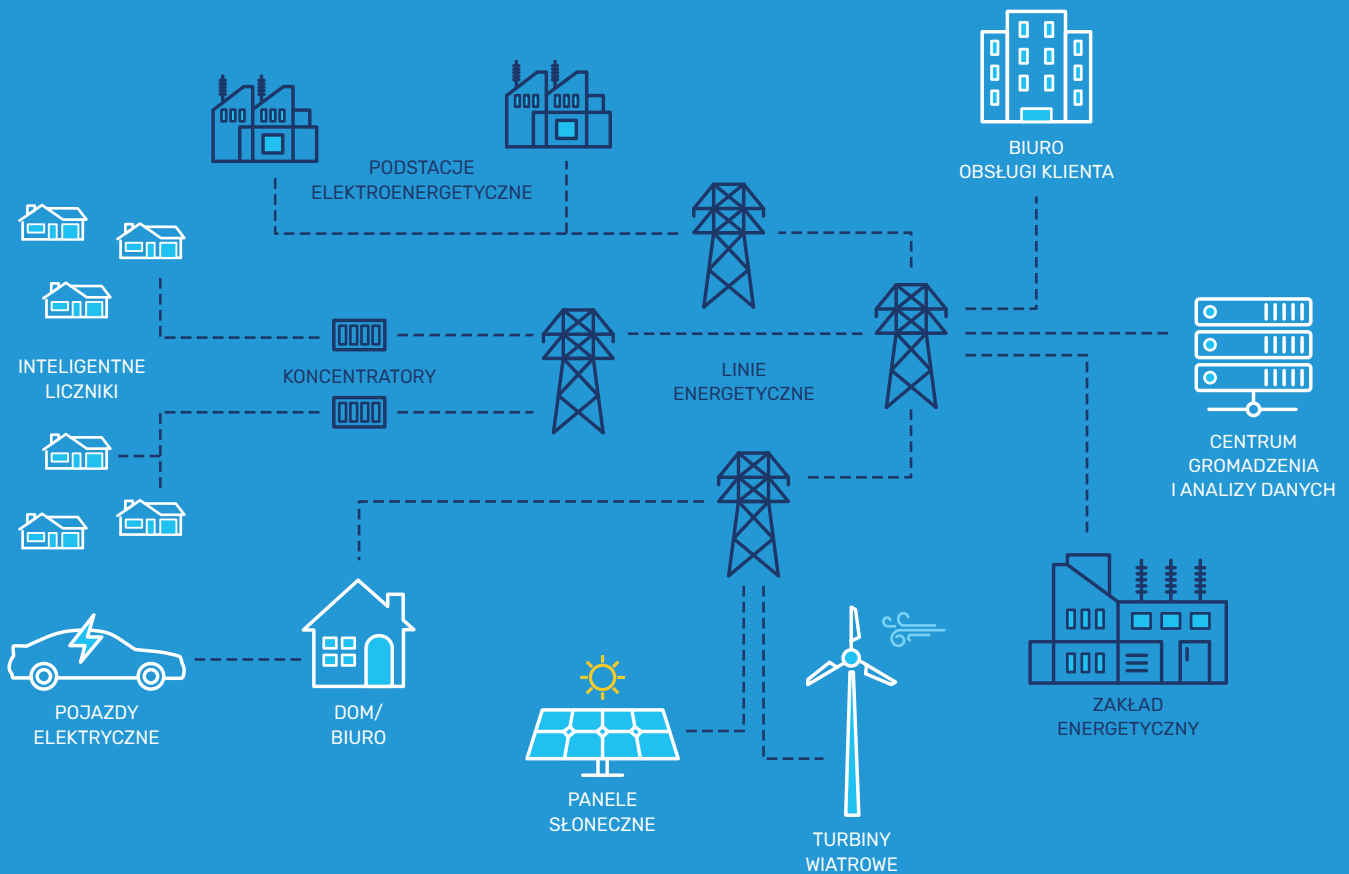
1.1.1. Inteligentna sieć Smart Grid

Inteligentna sieć stanowi kompleksowe rozwiązanie energetyczne, pozwalające na łączenie, dwukierunkową komunikację oraz optymalne sterowanie, rozproszonymi dotychczas elementami infrastruktury energetycznej, zarówno po stronie wytwórców, jak i odbiorców energii elektrycznej. Rozwiązanie to umożliwi wzajemną wymianę i analizę informacji, a w efekcie zwiększenie efektywności zużycia energii elektrycznej¹.

Głównym celem wdrożenia koncepcji Smart Grid, zgodnie z dyrektywą 2009/72/UE, jest optymalizacja funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, tak, aby zapewniał on wysoką efektywność, niezawodność oraz jakość dostarczanej energii.

¹ *How2guide for smart grids in distribution networks. Roadmap development and implementation*, International Energy Agency, International Low-Carbon Energy Technology Platform, Paris 2015, s. 6.

IDEA SMART GRID



Źródło: <https://m.elektronikab2b.pl/technika/16187-plc-standardem-przyszlosci>

Efektywne gospodarowanie i zarządzanie energią stanowi odpowiedź na rosnące wymagania w zakresie ochrony środowiska, takie jak np. konieczność redukcji emisji CO₂ i ograniczenia zużycia pierwotnych zasobów energetycznych.

Zgodnie z raportem SMARTer2030 wydanym przez The Global e-Sustainability Initiative, technologia inteligentnych sieci daje możliwość redukcji emisji CO₂ w sektorze energetycznym aż o 15% do końca 2030 r. i pozwala wypracować 0,8 biliona USD dodatkowego przychodu, w stosunku do 2015 r.²

2030 —

Redukcja CO₂ o **15%**
Dodatkowy przychód = **0,8 biliona USD**

OPTIMALIZACJA FUNKCJONOWANIA SEE

Wysoka:

- efektywność
- jakość
- niezawodność

2015 —

rok bazowy

ROZWÓJ SMART GRID

Źródło: Opracowanie własne

² SMARTer2030, The Global e-Sustainability Initiative, Brussels 2015.

1.1.2. Pojazd elektryczny

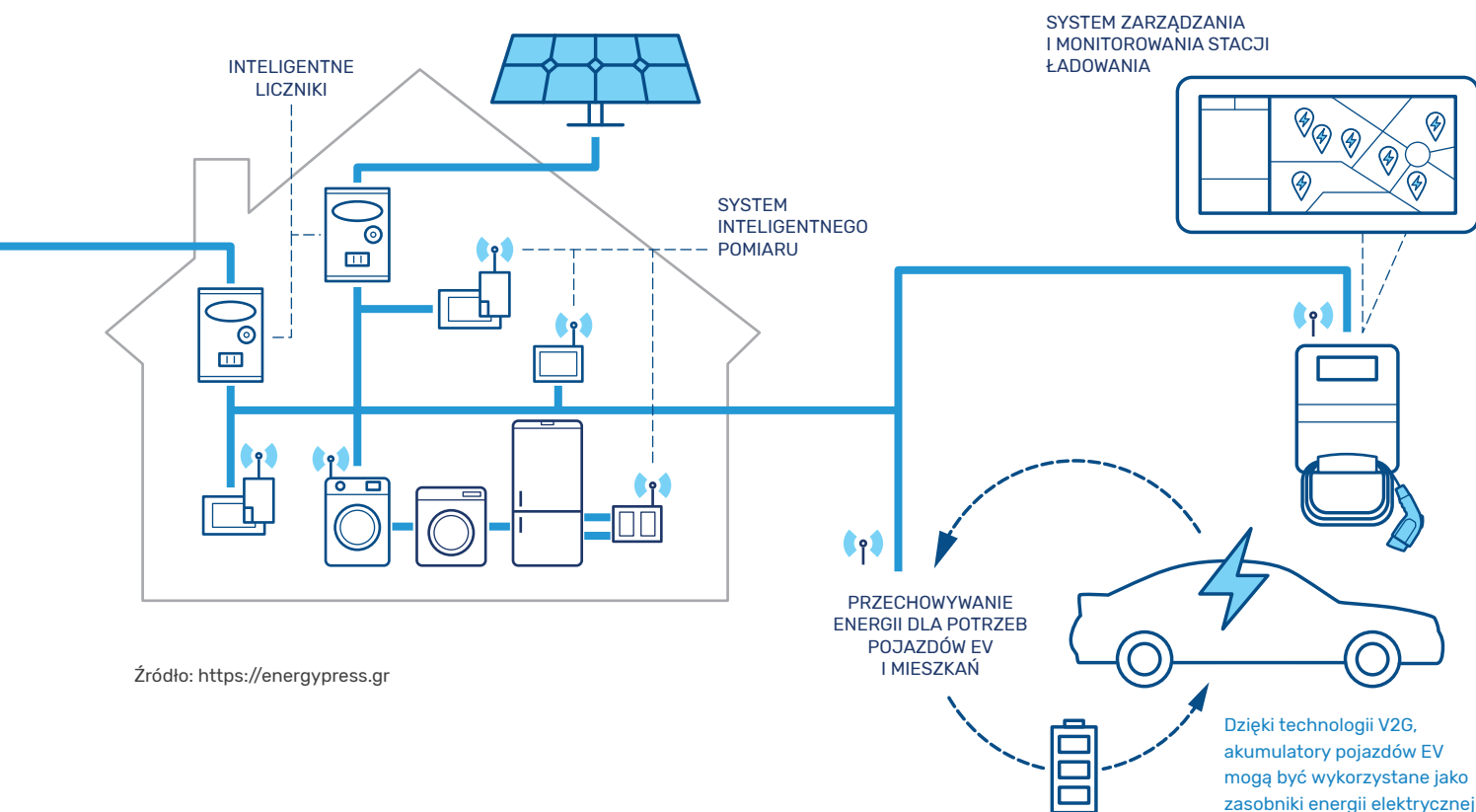
Jednym z elementów zrównoważonego systemu elektroenergetycznego w ramach struktury Smart Grid są pojazdy elektryczne (*ang.* Electric Vehicle; EV). Z punktu widzenia integracji z sieciami elektroenergetycznymi, obecnie można wykorzystywać trzy rodzaje pojazdów zasilanych energią elektryczną, tj. pojazdy BEV, PHEV i FCV.

Ideą pojazdów w pełni elektrycznych (*ang.* Battery Electric Vehicle; BEV) jest zastąpienie spalinowej jednostki napędowej – silnikiem elektrycznym, a zbiornika z paliwem – baterią. Silnik elektryczny napędzający pojazd pobiera energię z baterii, mającej możliwość wielokrotnego ładowania. Baterie doładowywane są z zewnętrznego źródła, np. z sieci elektroenergetycznej lub magazynu energii. Możliwość zewnętrznego ładowania baterii poprzez sieć elektroenergetyczną posiadają również pojazdy hybrydowe (*ang.* Plug-in Hybrid Electric Vehicle; PHEV), które wyposażone są także w napęd konwencjonalny.

Natomiast pojazdy zasilane ogniwami paliwowymi (*ang.* Fuel Cell Vehicle; FCV) wykorzystują energię elektryczną wytworzoną z wodoru.

Rozwój elektromobilności i postęp technologiczny w branży energetycznej dają możliwość pełnej integracji pojazdów elektrycznych z systemem elektroenergetycznym, dzięki technologii V2G. Największy potencjał w zakresie tej integracji posiadają pojazdy EV typu BEV i PHEV. Wykorzystując technologię V2G pojazdy EV mogą zarówno pobierać energię elektryczną z sieci, jak i ją oddawać. Technologia ta pozwala zatem na zagospodarowanie nadwyżek energii ze źródeł odnawialnych, co zwiększa elastyczność systemu oraz możliwości jego bilansowania.

POJAZD ELEKTRYCZNY W SIECI INTELIWENTNEJ



Źródło: <https://energypress.gr>

1.1.3. Odnawialne źródła energii

Realizacja celów polityki klimatycznej i energetycznej Unii Europejskiej powoduje, że w strukturze wytwarzania energii elektrycznej państw członkowskich, systematycznie rośnie udział odnawialnych źródeł energii (OZE). Walory środowiskowe, a także szeroka dostępność tych źródeł sprawiły, że stały się one głównym czynnikiem, sprzyjającym rozwojowi elektromobilności w UE.

Rozwój elektromobilności oparty na OZE jest jednak złożony. Niestabilny charakter OZE wpływa bowiem negatywnie na stabilność systemów elektroenergetycznych, co nie sprzyja poprawie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Energetyka odnawialna, wobec preferencji w postaci systemowego wsparcia oraz niskich kosztów zmiennych funkcjonowania, wypiera bowiem z rynku konwencjonalnych, tzn. stabilnych wytwórców energii³, którzy dodatkowo nie mają bodźców do inwestowania.

O złożoności procesu rozwoju elektromobilności świadczy także złożoność w zakresie efektywnego i wygodnego dla użytkowników przetworzenia wyprodukowanej energii elektrycznej na energię mechaniczną pojazdu⁴.

Złożoność ta jest źródłem znacznych kosztów, co powoduje, że użytkowanie (obejmujące całkowity koszt zakupu i posiadania) pojazdów elektrycznych nie jest jeszcze konkurencyjne pod względem ekonomicznym wobec pojazdów zasilanych paliwami konwencjonalnymi i wymaga skutecznych mechanizmów sterowania rozwojem rynku elektromobilności. Tymczasem realizacja usług V2G pozwala ograniczyć koszty eksploatacji EV i wykazać w rachunku ciągłym opłacalność ich kupna⁵.

1.2. Pojazdy elektryczne – wyzwanie dla systemów elektroenergetycznych

Pojazdy EV mają do odegrania istotną rolę w transformacji zarówno sektora elektroenergetycznego, jak i transportowego. Są one obecnie uznawane za przyszłościową alternatywę dla silników spalinowych. Potencjalne korzyści wynikające z ich wykorzystania przyczyniły się do podjęcia działań w zakresie rozwoju elektryfikacji transportu samochodowego.

Podpisana podczas Szczytu Klimatycznego w Paryżu w grudniu 2015 r. deklaracja, zakłada osiągnięcie do 2030 r. co najmniej 20% udziału pojazdów EV w globalnej flocie pojazdów ogółem⁶. Natomiast Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) w swoim dorocznym raporcie „Global EV Outlook 2017” prognozuje, że udział ten w 2030 r. wzrośnie do 30%. W UE udział samochodów PHEV w rynku sprzedaży nowych samochodów ma stanowić do 20%, zaś BEV do 30% w 2030 r.

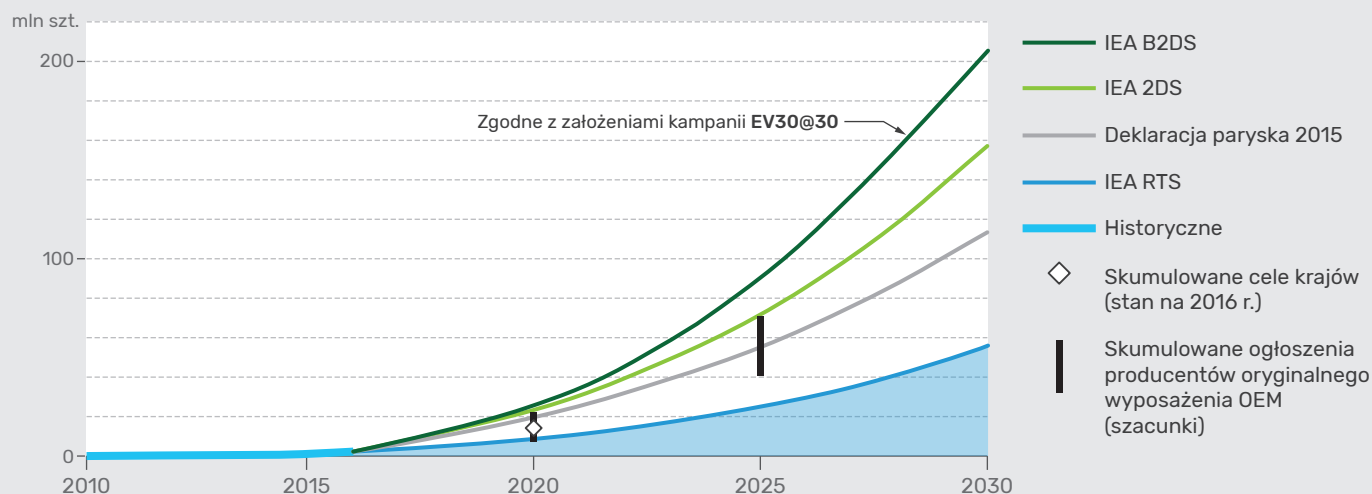
³J. Malko, *Rynek konkurencyjny czy gospodarka planowana – dylemat, który zdawał się być rozstrzygnięty*, „Nowa Energia” 2014, nr 5-6.

⁴Al. Moro, E. Helmers, *A new hybrid method for reducing the gap between WTW and LCA in the carbon footprint assessment of electric vehicles*, s. 3-4, <http://download.springer.com/static/pdf>.

⁵S. Bielecki, *Pojazdy elektryczne jako mobilne źródła mocy biernej*, „Przegląd Elektrotechniczny” 2016, nr 11.

⁶United nations conference on climate change COP 21, November 30th to December 11th, Paris 2015.

SCENARIUSZE ROZWOJU RYNKU EV NA ŚWIECIE



Objaśnienia:

IEA – Międzynarodowa Agencja Energetyczna (International Energy Agency)

B2DS – Szybki rozwój technologii zgodnie ze scenariuszem dekarbonizacji <20°C

2DS – Przyspieszony rozwój technologii zgodnie ze scenariuszem dekarbonizacji 20°C

RTS – The Reference Technology Scenario – Scenariusz bazowy (stopniowy rozwój technologii)

Źródło: Global EV Outlook 2017, OECD/IEA, s. 6.

Dla rozwoju elektromobilności i osiągnięcia stawianych przed nim celów, konieczna jest rozbudowa i przebudowa systemów elektroenergetycznych tak, aby gwarantowały one możliwość zasilania pojazdów EV. SEE powinny zapewniać możliwość szybkiego przyłączenia źródeł odnawialnych oraz sygnalizację okresów, w których źródła te generują duże ilości energii elektrycznej.

Sygnalizacja ta pozwoli bowiem na ładowanie pojazdów w okresach niskich cen energii elektrycznej, co ma istotne znaczenie zarówno ze względów ekonomicznych i środowiskowych, jak i z punktu widzenia bilansowania oraz stabilności SEE⁷. Właściwości te systemom elektroenergetycznym mogą zapewnić sieci Smart Grid, wyposażone w systemy inteligentnego pomiaru (Smart Metering)⁸. **Do bilansowania i stabilności SEE mogą przyczynić się akumulatory pojazdów EV, które dzięki technologii V2G mogą być wykorzystane jako magazyny energii elektrycznej.**

Warto przy tym zaznaczyć, że odpowiednia metodyka (kontrolowane użycie) nie powoduje uszczerbku dla pojazdu, a wręcz przeciwnie – może nawet poprawić funkcjonowanie baterii.

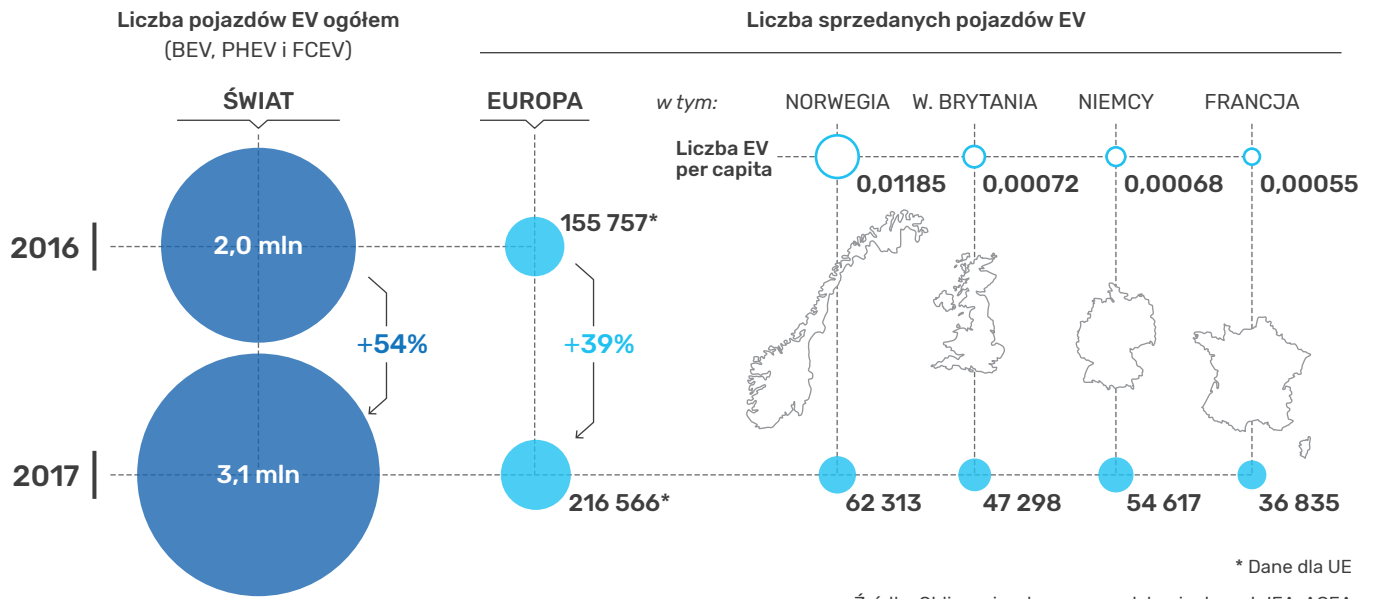
Pojazdy EV stanowią gotowe do wdrożenia rozwiązania, które mogą pomóc UE w realizacji celów porozumienia paryskiego z 2015 r.

Branża motoryzacyjna zaczyna zdecydowanie inwestować w elektryczne napędy, a liczba klientów decydujących się na zakup takich pojazdów systematycznie wzrasta. **Według danych IEA, liczba pojazdów EV (BEV, PHEV i FCEV) na świecie osiągnęła w 2017 r. poziom 3,1 mln egzemplarzy, co oznacza wzrost o 54% w stosunku do 2016 r. W 2017 r. klienci z UE nabyli 216 566 szt. EV, czyli o 39% więcej niż rok wcześniej (155 757 szt.).** Najwięcej EV sprzedano w Niemczech (54 617 szt.), Wielkiej Brytanii (47 298 szt.) i Francji (36 835 szt.).

⁷ Konsorcjum Smart Power Grids Polska, www.smartgrids.pwr.wroc.pl.

⁸ *The role of DSOs in a smart grid environment. Final Report*, European Commission, DG ENER, Amsterdam-Rotterdam, 23rd April 2014.

LICZBA POJAZDÓW ELEKTRYCZNYCH



Liczba rejestracji EV nadal dynamicznie rośnie. W pierwszej połowie 2018 r. w UE zarejestrowano 143 017 sztuk EV, co oznacza wzrost o 46% w porównaniu z analogicznym okresem w 2017 r.⁹ Według statystyk Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Samochodów (ACEA) liczba czynnie eksploatowanych EV na europejskim rynku przekroczy milion już w 2018 r.

W Polsce rządowe plany dotyczące rozwoju elektromobilności zakładają, że w 2020 r. będzie już ok. 70 tys. EV, a w 2025 r. ich liczba ma wzrosnąć do miliona¹⁰. Obecnie założenia te wydają się bardzo ambitne. Udział EV w polskim rynku pojazdów samochodowych wciąż jest znikomy i wynosi ok. 0,1%. **Zainteresowanie elektromobilnością w naszym kraju rośnie jednak bardzo dynamicznie. W 2017 r. zarejestrowano w Polsce 439 pojazdów BEV, co oznacza wzrost o ponad 300% w stosunku do 2016 r.** Jednocześnie o 585 szt. wzrosła liczba pojazdów PHEV, tj. o prawie 45% więcej niż w 2016 r. **Z raportu ACEA wynika, że w 2017 r. dynamika wzrostu sprzedaży pojazdów BEV w Polsce była jedną z najwyższych w państwach członkowskich UE.**

EV W EUROPIE

1 mln czynnie eksploatowanych EV na europejskim rynku w 2018 r. (wg ACEA)

EV W POLSCE

PLANY RZĄDOWE

50 tys. Liczba EV w 2020 r.

1 mln Liczba EV w 2025 r.

2017 R.

0,1% Udział EV w polskim rynku pojazdów samochodowych

439 Liczba zarejestrowanych w Polsce pojazdów BEV **+300%** r/r

585 Liczba zarejestrowanych w Polsce pojazdów PHEV **+45%** r/r

I POŁOWA 2018 R.

279 Liczba zarejestrowanych pojazdów BEV **+123%** r/r

393 Liczba zarejestrowanych pojazdów PHEV **+58%** r/r

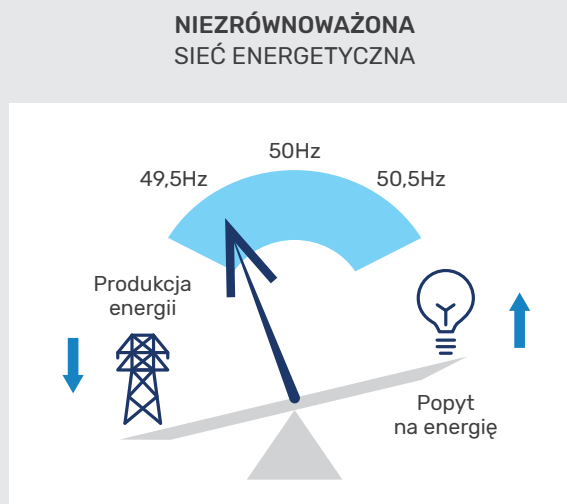
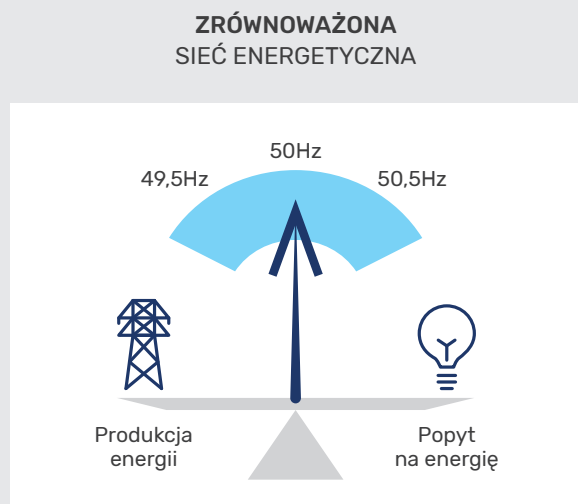
⁹ <http://www.acea.be>.

¹⁰ Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce, Ministerstwo Energii, Warszawa 2016.

Dalszy, dynamiczny wzrost sprzedaży EV w pierwszej połowie 2018 r. sygnalizuje tworzący się ekosystem elektromobilności w Polsce. Liczba rejestracji BEV w tym okresie wyniosła 279 szt., co oznacza wzrost o 123% w stosunku do analogicznego okresu 2017 r. Jednocześnie popyt na samochody typu PHEV w pierwszej połowie 2018 r. wzrósł o 58% (393 szt.) w stosunku do pierwszej połowy w 2017 r.

Według prognoz, rozwój elektromobilności na świecie w kolejnych latach ulegnie wyraźnemu przyspieszeniu, co będzie stanowiło duże wyzwanie dla systemów elektroenergetycznych.

W raporcie „Electric Vehicle Outlook 2017” oszacowano, że globalne zapotrzebowanie na energię, zgłaszane przez pojazdy EV, wzrośnie z 6 TWh w 2016 r. do 1 800 TWh w 2040 r¹¹. **Przejsie z silników spalinowych na elektryczne układy napędowe wymaga więc wypracowania efektu synergii między sektorem elektroenergetycznym a sektorem transportowym.** W Polsce realizacja rządowych założeń, zgodnie z którymi do 2025 r. po drogach ma jeździć milion pojazdów EV, będzie wiązała się ze wzrostem zapotrzebowania na energię o ok. 4,3 TWh rocznie¹². Rodzi to obawy, czy obecny system elektroenergetyczny podoła zwiększonemu zapotrzebowaniu na moc.



Źródło: Wpływ e-mobility na sieci energetyczne, IMP PAN – CB Jabłonna.

Tymczasem współczesna technika rozszerza funkcje pojazdów elektrycznych. Oprócz funkcji transportowej, mogą one być dostawcami energii, potrzebnej operatorom systemów dystrybucyjnych (OSD), a także w coraz większym zakresie operatorom systemów przesyłowych (OSP) do świadczenia usług systemowych, koniecznych do zapewnienia prawidłowego funkcjonowania systemów.

Dzięki interfejsowi pojazd-sieć (V2G) oraz inteligentnemu ładowaniu, integracja pojazdów EV z SEE oferuje rozwiązania w zakresie magazynowania energii oraz usług systemowych.

¹¹Electric Vehicle Outlook 2017, Bloomberg New Energy Finance, July 2017.

¹²Raport z konsultacji do projektu *Planu Rozwoju Elektromobilności w Polsce. Energia do przyszłości.*

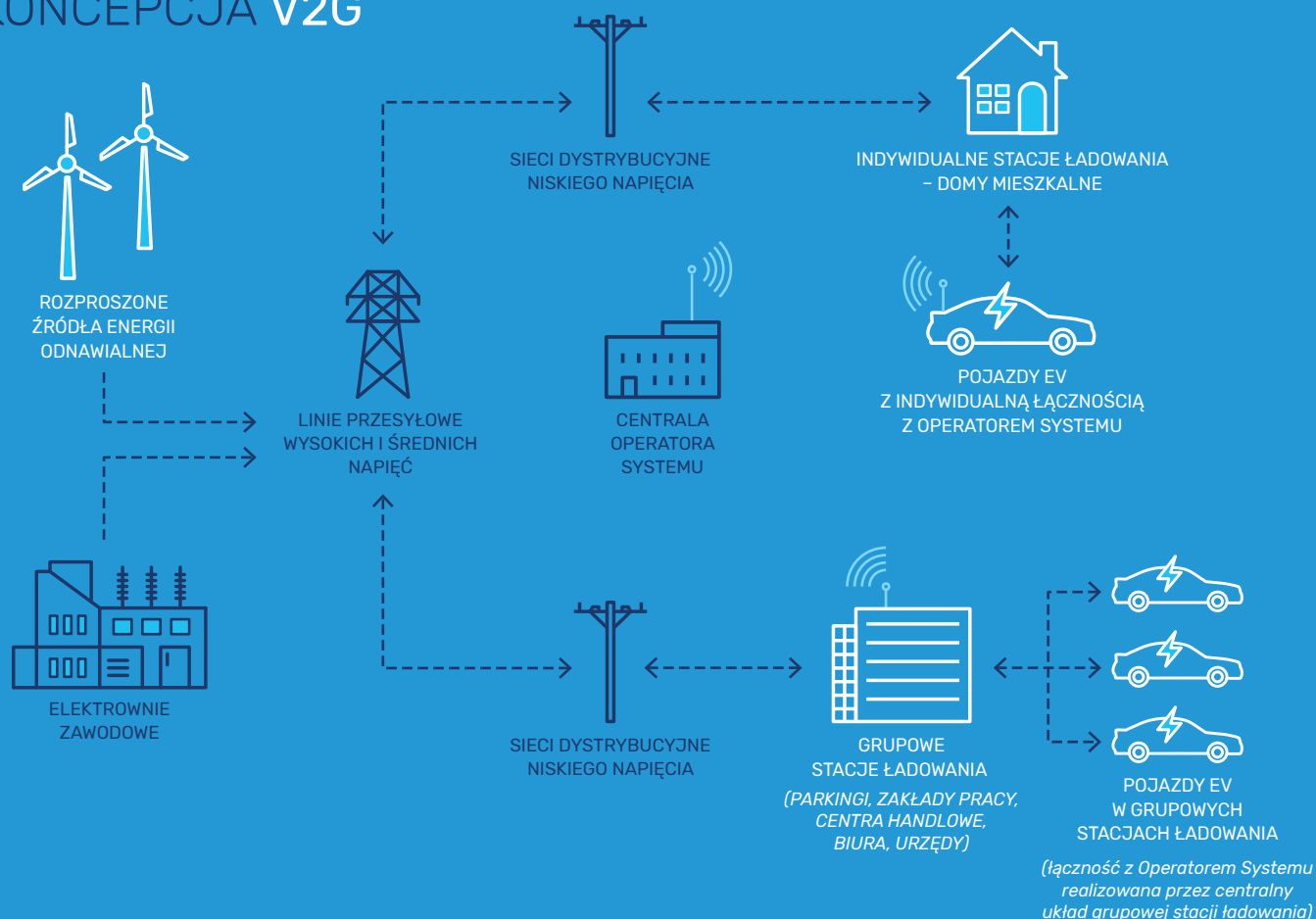
2. Założenia i cele koncepcji V2G

2.1. Interfejs pojazd-sieć

Vehicle to Grid (V2G) jest układem umożliwiającym dwukierunkowy przepływ energii między pojazdem elektrycznym a siecią elektroenergetyczną.

Koncepcja przekazywania energii z EV do SEE oparta jest na magazynowaniu energii elektrycznej w akumulatorach pojazdów, pobranej w okresach niskiego zapotrzebowania i oddawaniu jej na potrzeby sieci w okresach szczytowego zapotrzebowania. Zakłada ona jednocześnie, że przepływ energii w odwrotnym kierunku ma się odbywać w okresach **wysokiej generacji OZE**. Koncepcja V2G obejmuje zagadnienia techniczne, jak i ekonomiczne.

KONCEPCJA V2G



Źródło: W. Kempton S.E. Letendre, Electric vehicles as a new power source for electric utilities, „Transportation Research Part D: Transport and Environment” 2 (3), 1997, pp. 157-175.

2.2. Techniczne aspekty koncepcji

Wyposażenie pojazdu w dwukierunkowy przekształtnik pozwala na oddawanie zmagazynowanej w jego akumulatorze energii do SEE. Warunkiem integracji rozproszonych samochodowych magazynów energii z siecią jest istnienie odpowiedniej stacji ładowania, stanowiącej interfejs elektryczny i komunikacyjny pomiędzy pojazdem i siecią zasilającą.

Urządzenie musi umożliwiać dwukierunkowy przepływ energii, być wyposażone w system inteligentnego sterowania procesem ładowania i rozładowania akumulatora, tak aby samochód był dyspozycyjny z punktu widzenia kierowcy, a jednocześnie energia zgromadzona w akumulatorze mogła być w czasie postoju samochodu udostępniona operatorowi sieci w zależności od potrzeb¹³.

Sterowanie procesem ładowania i rozładowywania akumulatorów znajdujących się w pojeździe ma odbywać się zdalnie, głównie w zależności od:

- stopnia rozładowania akumulatorów
- obciążenia sieci zasilającej
- stanu technicznego akumulatorów i infrastruktury sieci
- rodzaju sieci zasilającej (inteligentna lub tradycyjna)
- zapisów umowy pomiędzy właścicielem pojazdu a przedsiębiorstwem energetycznym
- czasu i zasięgu planowanej jazdy przez użytkownika pojazdu EV

2.3. Ekonomiczne aspekty koncepcji V2G w relacji z użytkownikiem pojazdu

Współpraca użytkowników pojazdu EV z siecią kreuje nowe modele biznesowe, w których użytkownicy odgrywają rolę dostawców energii, będąc jednocześnie jej konsumentami¹⁴. W praktyce modele te mają obniżyć koszty eksploatacji pojazdów EV, głównie z uwagi na możliwość osiągania dochodów ze sprzedaży zmagazynowanej energii lub udostępniania baterii do bilansowania systemu.

Opłacalność systemu V2G opiera się na założeniu, że pojazdy EV ładowane będą w nocy albo w okresie wzmózonej produkcji energii z OZE. Daje to możliwość pobierania nadwyżki energii, która znajduje się w sieci, korzystając z tańszej taryfy.

Zgromadzoną w akumulatorze pojazdu EV energię można wykorzystać w ciągu dnia na potrzeby gospodarstwa domowego w okresie obowiązywania wyższej taryfy albo odsprzedać z zyskiem do sieci.

Dodatkowo, za wcześniejszą deklarację gotowości oddawania energii do SEE w określonym czasie, użytkownik pojazdu EV mógłby otrzymywać wyższą kwotę za jej sprzedaż, a za niezawodne jej oddawanie, zgodnie z zaplanowanym wcześniej harmonogramem, uzyskiwać dodatkowe korzyści w formie punktów rekomendacyjnych.

¹³ Załącznik nr 2 do studium wykonalności programu sektorowego wnioskowanego przez: Krajową Izbę Gospodarczą Elektroniki i Telekomunikacji, www.kigeit.org.pl/FTP/SWPSICT/FP_10.pdf.

¹⁴ Użytkownik pojazdu EV wchodzi na rynek energii jako prosument, przy czym jest to dla niego rozwiązanie z formalnego punktu widzenia prostsze, niż w przypadku klasycznych aktywów OZE - usługi elektromobilności co do zasady nie są regulowane prawem energetycznym, a ustawą o elektromobilności. Można wyobrazić sobie, że pojawienie się na rynku usług V2G pozwoliłoby także na częściowe oderwanie obrotu energią na potrzeby elektromobilności od fizycznego punktu poboru energii na zasadzie wirtualizacji fizycznego punktu poboru energii elektrycznej. Za: https://www.cire.pl/pliki/2/2017/05___rzepka_soltysik_szabliski_fvpolsl.pdf.

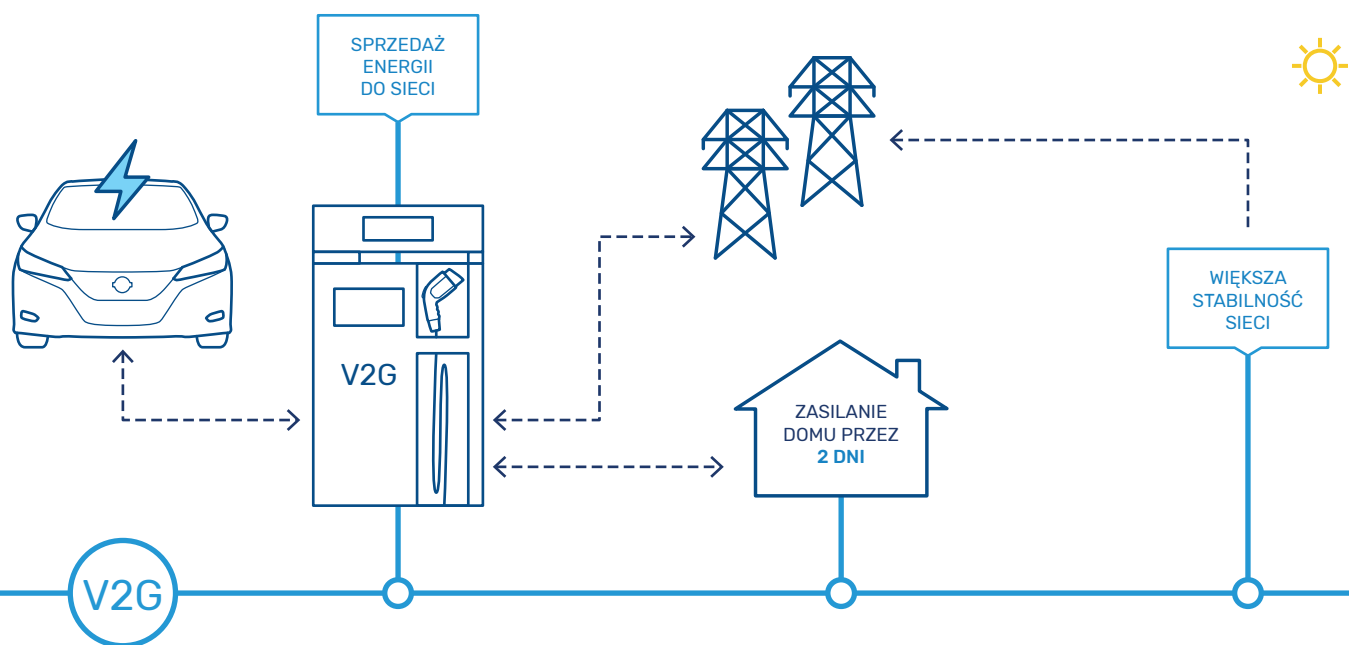
2.4. Ekonomiczne aspekty koncepcji w relacji z siecią

Magazynowanie energii elektrycznej w pojazdach ma szczególne znaczenie dla bilansowania sieci elektroenergetycznej.

Energia zgromadzona w akumulatorach EV, dzięki technologii V2G, może być wykorzystana do stabilizacji SEE, podtrzymania zasilania w sieci lokalnej, a nawet do kompensacji mocy biernej i wyższych harmonicznych czy też regulacji mocy w systemie¹⁵.

Spłaszczenie krzywej popytu na energię pozwala na ograniczenie konieczności budowy nowych źródeł energii oraz rozbudowy sieci przesyłowej i dystrybucyjnej. Z uwagi na rozproszenie i niepewność lokalizacyjną pojazdów EV, ich wykorzystanie w procesach regulacji wtórnej SEE może być ograniczone. Łatwiejsze jest użycie tych pojazdów do bilansowania energii pochodzącej z rozproszonych lokalnych OZE, szczególnie z elektrowni wiatrowych czy słonecznych, charakteryzujących się dużą zmiennością generowanej energii¹⁶.

POTENCJAŁ V2G



Źródło: Nissan.

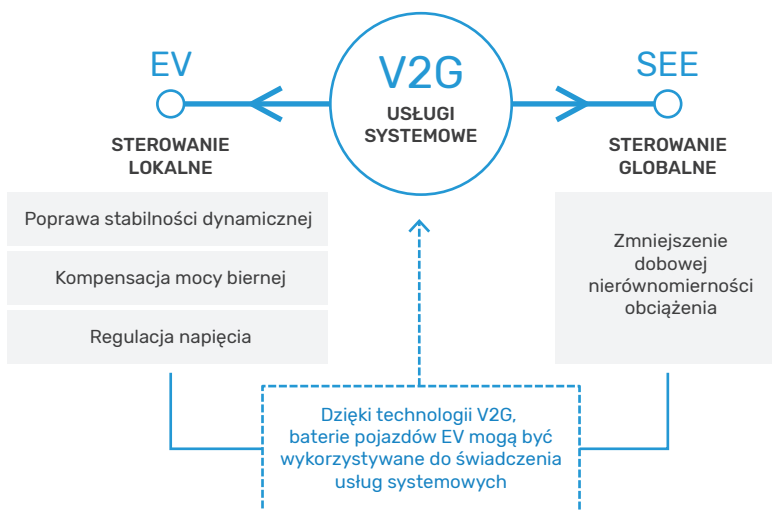
¹⁵ M. Jarnut, G. Benysek, *Zastosowanie układów energoelektronicznych w technologii SmartGrid i V2G (Vehicle To Grid)*, „Przegląd Elektrotechniczny” 2010, nr 6.

¹⁶ J.R. Pillai, B. Bak-Jensen, *Integration of vehicle-to-grid in western Danish Power System*, „IEEE Transactions on Sustainable Energy” 2011, Vol. 2, No. 1, p.p. 12-19.

3. Potencjał koncepcji V2G

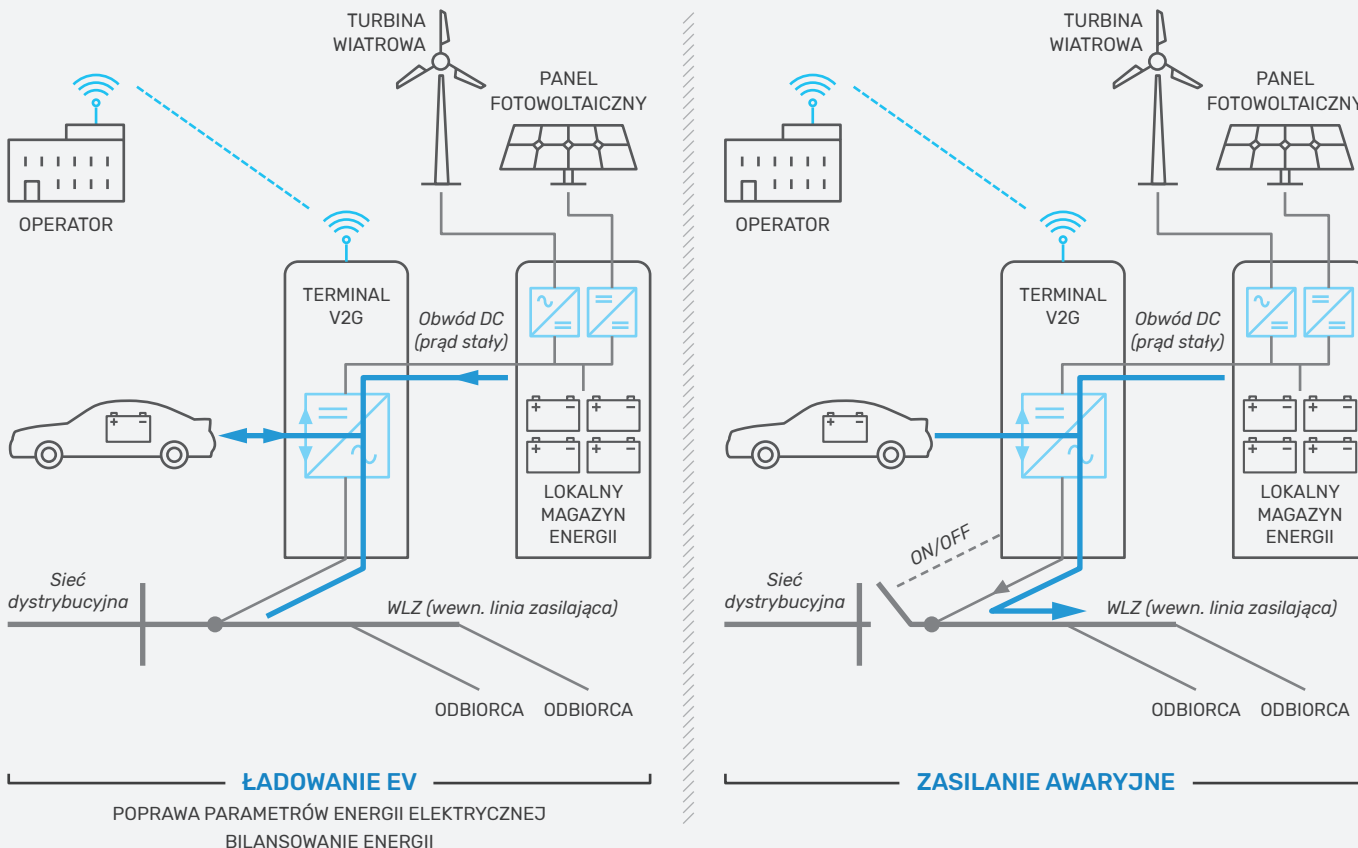
3.1. Pojazdy elektryczne jako mobilne magazyny energii systemów elektroenergetycznych

EV, jako mobilne i sterowalne źródła mocy, dzięki technologii V2G, mogą, poza funkcją transportową, dostarczać moc na wielką skalę potrzebną OSP i OSD do zarządzania generacją, jak i obciążeniem sieci. Mogą one pełnić rolę rozproszonych dostawców mocy, wspierając przez to OSP i OSD w dostarczaniu regulacyjnych usług systemowych, obejmujących m.in. świadczenie usług przesyłowych, regulację częstotliwości oraz kompensację mocy biernej.



Źródło: Opracowanie własne.

Jednym z wyzwań zarządzania dystrybucją energii elektrycznej jest zapewnienie stabilności SEE. Kwestia ta jest szczególnie istotna w krajach pozyskujących dużą część energii ze źródeł odnawialnych, której udział sukcesywnie się zwiększa.

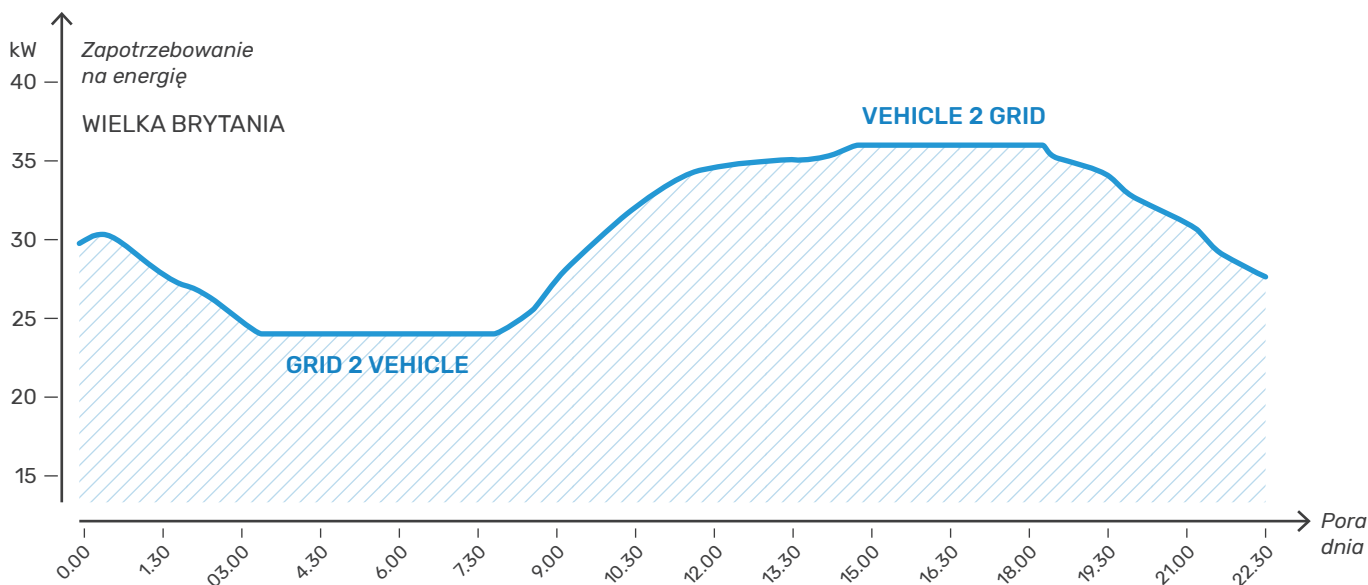


Źródło: G. Benysek, Instytut Inżynierii Elektrycznej, www.iee.uz.zgora.pl.

Wdrożenie rozwiązań systemowych pojazd–sieć stanowi ważny krok w kierunku zwiększenia elastyczności SEE.

Dostęp do dodatkowego źródła energii elektrycznej ma szczególne znaczenie z punktu widzenia bilansowania sieci w okresie szczytowego zapotrzebowania na energię.

Jeśli na określonym obszarze wystąpi szczyt zapotrzebowania, do jego pokrycia mogą zostać wykorzystane znajdujące się w jego obrębie i podłączone do sieci EV, które zostały naładowane w okresie „doliny nocnej”, w której występuje nadwyżka energii. Do pokrycia tego zapotrzebowania energia będzie pobierana z pojazdów i oddawana do sieci właśnie za pośrednictwem systemu V2G. Odpowiednie sterowanie procesami rozładowania i ładowania baterii daje możliwość przesunięcia obciążenia sieci (load shifting).

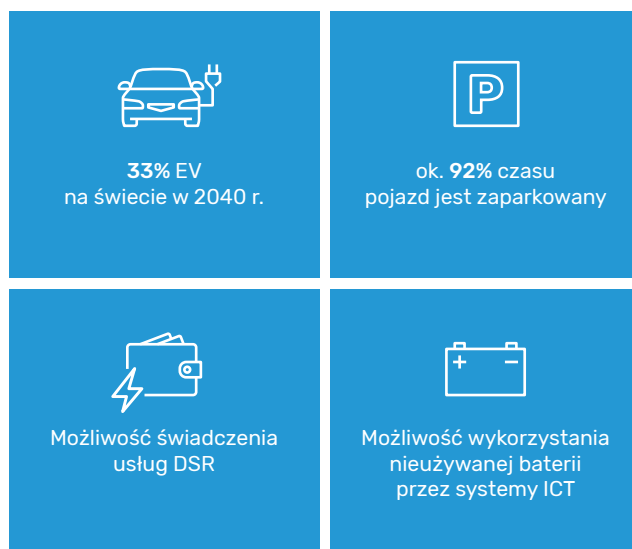


Źródło: Nissan CEE.

Problem niedoboru mocy w systemie stanowi istotne zagrożenie, którego konwencjonalnym rozwiązaniem jest wdrażany mechanizm rynku mocy.

Magazynowanie energii w akumulatorach EV jest często wskazywaną alternatywą i sposobem na dodatkowe, rozproszone zasilenie systemu¹⁷. Technologia V2G stanowi więc atrakcyjne rozwiązanie dla OSD na rzecz utrzymania niezawodności sieci i jakości zasilania. Wynika to z tendencji wzrostowej liczby użytkowanych pojazdów EV oraz wysokiego ich potencjału, jako magazynów energii.

POTENCJAŁ MOBILNYCH MAGAZYNÓW ENERGII POJAZDÓW EV



Źródło: Opracowanie własne.

¹⁷ <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/magazynowanie-energii-w-samochodach-elektrycznych-4492.html>

Źródło: Yole Developpement.

Wzrost znaczenia pojazdów EV, jako realnych magazynów energii dla SEE jest związany z prognozowanym wzrostem liczby tych pojazdów. Kalendarz zmian na rynku pojazdów EV jest jednak trudny do precyzyjnego przewidzenia. Według Bloomberg Finance L.P., w latach 2020–2025 nastąpi skokowe przełamanie trzech podstawowych barier hamujących rozwój elektromobilności, czyli bariery mentalnej, technologicznej i infrastrukturalnej. Według pierwszego scenariusza nakreślonego przez ekspertów IEA, liczba pojazdów EV na świecie wzrośnie w 2030 r. do 125 mln sztuk. Scenariusz ten zakłada, że aktualna polityka klimatyczna UE oraz związane z nią plany nie ulegną zmianie.

Według drugiego scenariusza IEA, przewidującego realizację bardziej ambitnych założeń dotyczących ograniczenia emisji CO₂, do 2030 r. po drogach świata będzie jeździło 228 mln pojazdów EV.

Prognozowany wzrost liczby pojazdów EV oraz dostępność energii skumulowanej w ich bateriach czyni je pożądanymi urządzeniami magazynowymi. Pojazdy EV, realizujące usługę V2G w trakcie postoju na parkingu, mogą pozostawać do dyspozycji OSD przez ok. 22 godziny dziennie. Nieużywana pojemność akumulatorów może być więc wykorzystywana na potrzeby funkcjonowania SEE.

PARAMETRY POPULARNYCH EV

	BEV				PHEV		
	Renault ZOE	Nissan LEAF	Hyundai IONIQ Electric	Volkswagen e-Golf	Volkswagen Golf GTE	Mitsubishi Outlander	BMW 740e
POJEMNOŚĆ AKUMULATORA	41/41/41 kWh	40 kWh	28 kWh	35,8 kWh	8,7 kWh	12 kWh	9,2 kWh
PRĘDKOŚĆ MAKS.	135 km/h	144 km/h	165 km/h	150 km/h	222 km/h	170 km/h	250 km/h
ZUŻYCIE ENERGII	13,3/13,4–15/16,1 kWh/km	20,6 kWh/km	11,5 kWh/100 km	12,7 kWh/100 km	12–11,4 kWh/100 km	b.d.	12,5 kWh/100 km
ZASIĘG	400/400/370 km	378 km	280 km	300 km	50 km	54 km	40 km

* podane dane uwzględniają m.in. straty energii w procesie ładowania

Źródło: *Elektromobilni.PL. Katalog pojazdów elektrycznych 2018*. Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych

Możliwość dwukierunkowej wymiany energii, dzięki systemowi V2G, może zostać także wykorzystana do poprawy jakości energii dostarczanej do odbiorców.

W dobie dominacji i rozwoju urządzeń elektronicznych, niespełnienie parametrów jakościowych zasilającej ich energii ma niekorzystny, a w niektórych sytuacjach wręcz destrukcyjny wpływ na ich funkcjonowanie i żywotność. W sieciach z generacją rozproszoną, obejmującą źródła odnawialne, pojawiają się szybkie zmiany napięcia (wahania napięcia), których efektem jest pogorszenie jakości.

Źródła te cechuje bowiem duża zmienność mocy generowanej, zależna od zmienności energii pierwotnej¹⁸. **Pojazdy EV jako magazyny energii, współpracując z OZE, wpływają na ograniczenie tej zmienności, a w konsekwencji wahań napięcia zasilającego.** Dzięki technologii V2G, pojazdy EV mogą być więc z powodzeniem wykorzystywane do poprawy jakości energii dostarczanej do odbiorców.

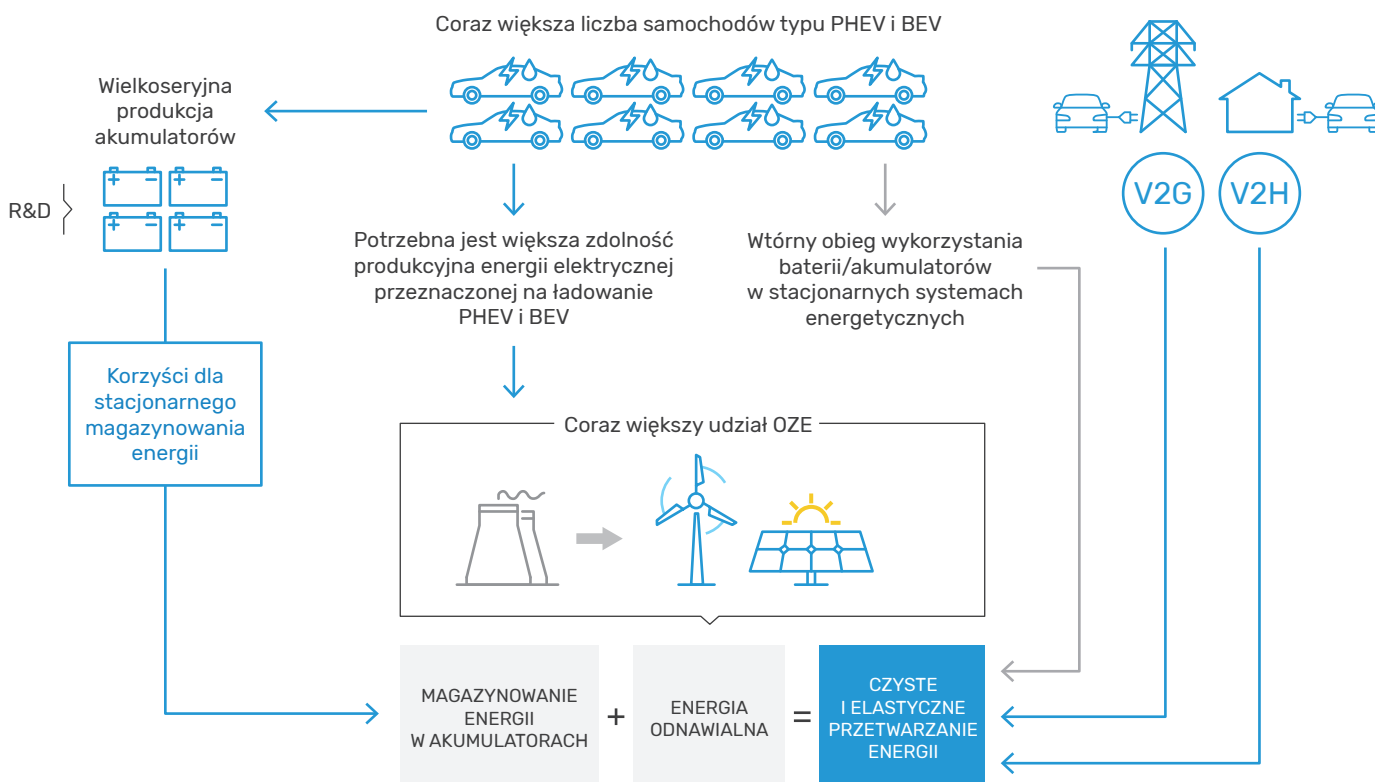
¹⁸ I. Wasiak, *Wybrane problemy integracji rozproszonych źródeł energii z siecią dystrybucyjną*, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej 2015, Nr 45.

3.2. Pojazdy elektryczne jako element funkcjonowania lokalnych sieci elektroenergetycznych

EV, jako rozproszone magazyny energii, są uwzględniane w planowaniu, modelowaniu i zarządzaniu lokalnymi systemami energetycznymi. Technologia V2G uznawana jest za jedną z kluczowych technologii integrujących w tym zakresie OZE z SEE. Mimo znacznego postępu, magazynowanie energii elektrycznej w skali przemysłowej nadal nie jest możliwe, co stwarza poważne trudności w bilansowaniu SEE. Bilans energii wytworzonej i zużytej w SEE musi bowiem być bezwzględnie zachowany. Obecnie w wielu krajach znaczna część energii wytwarzana jest przez turbiny wiatrowe i instalacje fotowoltaiczne. Zależność od warunków pogodowych i w konsekwencji nieciągły, w ujęciu generalnym, charakter wytwarzania energii odnawialnej sprawia, że jej ilość podlega dużym i częstym wahaniam, które wytrącają systemy elektroenergetyczne ze stanu równowagi. Przywrócenie tej równowagi stanowi coraz większe wyzwanie dla OSP i OSD ze względu na generalnie niską elastyczność tych systemów.

Istotnym rozwiązaniem, służącym zapewnieniu bezpieczeństwa zasilania i stabilności SEE, jest stosowanie akumulatorów pojazdów EV. Zgodnie z koncepcją V2G, przyczyniają się one bowiem do optymalizacji wykorzystania energii odnawialnej. Źródłem zasilania pojazdów EV ma być bowiem głównie energia odnawialna, a ich ładowanie ma się odbywać w okresach wysokiej generacji tej energii. Rozwiązanie to powinno pozwolić na wchłanianie (magazynowanie) nadmiaru energii elektrycznej. Służyć ono ma także ograniczeniu zapotrzebowania na energię elektryczną w okresach szczytowego obciążenia SEE. W tych okresach akumulatory pojazdów EV mogą więc stać się istotnymi magazynami energii elektrycznej, stabilizującymi pracę SEE. Energia odnawialna zgromadzona w akumulatorze pojazdu EV jest pomijana w bilansach SEE. W wielu przypadkach może jednak być wystarczająca do pokrycia potrzeb gospodarstwa domowego lub do zasilania określonych urządzeń.

POZYTYWNY WPŁYW SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH NA RYNEK ENERGII ODNAWIALNEJ



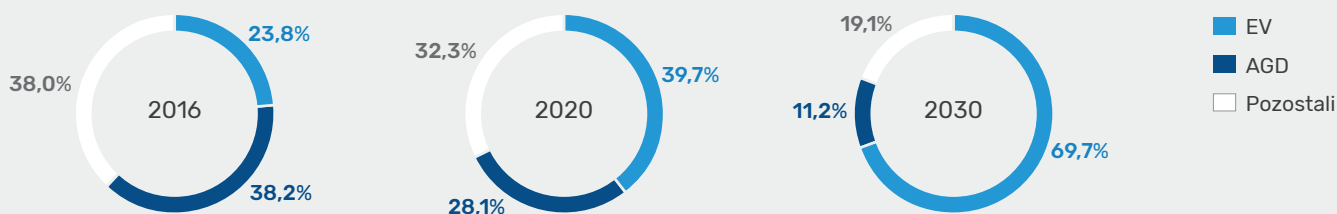
3.3. Pojazdy elektryczne jako element usług DSR

Wraz ze wzrostem udziału OZE w strukturze wytwarzania energii elektrycznej w wielu państwach członkowskich UE, w tym w Polsce, istotnego znaczenia nabrały usługi zarządzania popytem na energię (demand side management, DSM). **W krótkoterminowym horyzoncie czasowym celem jest skłonienie odbiorców energii elektrycznej, zwłaszcza w okresach szczytowego zapotrzebowania, do ograniczenia poboru, tj. wykorzystania przez nich potencjału DSR (demand side response)¹⁹.**

Usługa DSR pozwala odbiorcom energii elektrycznej na aktywne uczestnictwo w mechanizmie rynku mocy. Polega ona na możliwości ograniczenia zużycia, np. w okresach wysokich hurtowych cen energii lub w sytuacji zagrożenia stabilności systemu elektroenergetycznego²⁰. Głównym motywem udostępnienia potencjału DSR przez odbiorców indywidualnych jest uzyskanie odpowiednich korzyści ekonomicznych.

Szczególna rola w zakresie świadczenia usług DSR przypada użytkownikom pojazdów EV. Łączy się ona nie tylko z największym teoretycznym potencjałem DSR, w porównaniu do pozostałych kategorii odbiorców energii elektrycznej, ale także z największą prognozowaną dynamiką ich wzrostu. **Głównym czynnikiem, determinującym rozwój potencjału DSR w perspektywie do 2030 r., będzie wzrost zużycia energii elektrycznej w wyniku wykorzystania pojazdów EV.** Tylko w okresie 2020-2030 spodziewane jest w Europie potrojenie zapotrzebowania na energię przez użytkowników pojazdów EV. Jednocześnie, jako rozproszone magazyny energii, pojazdy te mogą zostać przez nich wykorzystane do świadczenia usług DSR, potrzebnych do zapewnienia niezawodnej pracy systemu elektroenergetycznego²¹. W 2016 r. 23,8% potencjału DSR ogółu odbiorców indywidualnych UE wynikało z użytkowania pojazdów EV. Przewiduje się, że w 2030 r. znaczenie potencjału DSR związanego z ich użytkowaniem wzrośnie do 69,7%.

POTENCJAŁ POJAZDÓW EV W ZAKRESIE ŚWIADCZENIA USŁUG DSR



Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Impact assessment study on downstream flexibility, price, flexibility, demand response & smart metering*, Final report, COWI Consortium.

Koszty aktywacji usług DSR przez odbiorców indywidualnych są generalnie niższe w porównaniu do analogicznych kosztów, cechujących aktywację tych usług przez odbiorców przemysłowych i komercyjnych. Dodatkowo niższymi kosztami tej aktywacji towarzyszą dłuższe okresy przesunięcia zużycia energii elektrycznej.

Dla przykładu, przesunięcie w czasie zużycia energii elektrycznej, na okres nieprzekraczający 3 godzin i późniejsze użytkowanie pojazdu EV, generuje koszt w wysokości ok. 10 EUR/MWh.

¹⁹ T. Motowidlak, *Programy DSR instrumentem poprawy bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej*, Przegląd Naukowo-Metodyczny „Edukacja dla bezpieczeństwa”, rok X nr 1/2017 (34).

²⁰ D. D. Rasolomampionona, S. Robak, P. Chmurski, G. Tomasiak, *Przegląd istniejących mechanizmów DSR stosowanych na rynkach energii elektrycznej*, „Rynek Energii”, 2/2010, s. 140.

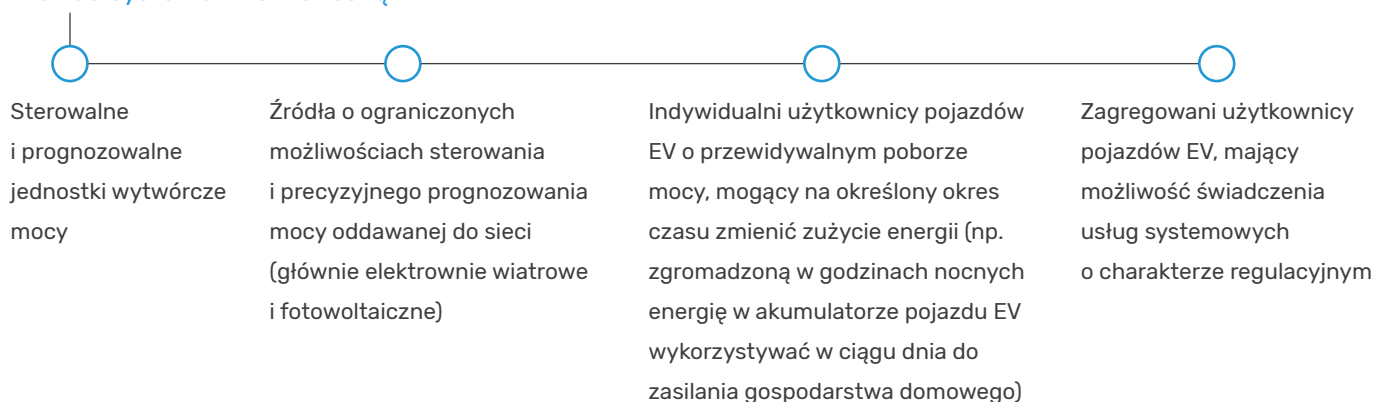
²¹ Samochody z napędem elektrycznym, będące w stanie przejechać 160 km, magazynują do 40 kWh energii. Przy założeniu, że potrzebują one 0,25 kWh na przejechanie jednego kilometra i pokonują dziennie 40 km, zgromadzona w ich akumulatorach energia wystarczy na 4 dni ich użytkowania.

4. Elementy architektury usług V2G

4.1. Uczestnicy systemu

V2G stanowi centralnie optymalizowany i sterowany zespół mobilnych koncentratorów energii, czyli EV, które na żądanie agregatora sterującego pracą sieci są w stanie zmieniać wielkość mocy (mogą pobierać energię elektryczną z sieci lub ją oddawać) i w konsekwencji wpływać na zrównoważone i sprawne działanie SEE.

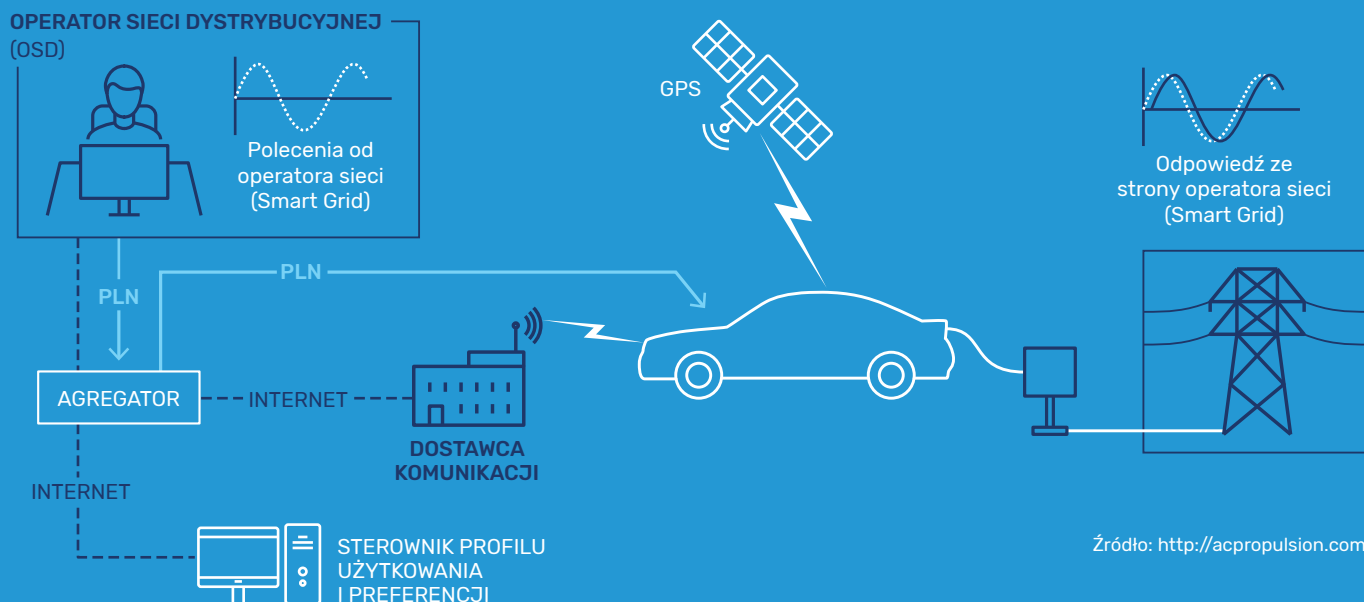
W skład systemu V2G wchodzi:



ELEMENTY SYSTEMU V2G

POJAZD SAMOCHODOWY O NAPĘDZIE ELEKTRYCZNYM PODŁĄCZONY DO SIECI ZA POMOCĄ INTERFEJSU V2G

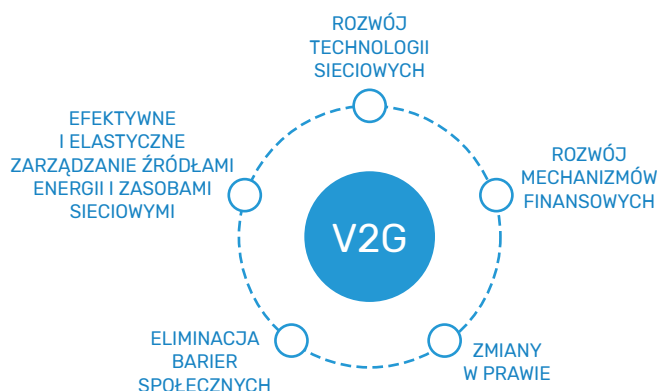
POJAZD POŁĄCZONY Z SIECIĄ – WYKORZYSTYWANY JAKO ZASOBNIK ENERGII
(DER – Distributed Energy Resources, rozproszone zasobniki energii)



Wdrożenie kompletnego systemu V2G jest złożonym procesem, który wymaga nakładów inwestycyjnych związanych m.in. z budową odpowiedniej infrastruktury ładowania, systemów informatycznych zarządzających komunikacją i analizą danych oraz modernizacji układów automatyki elektrowni.

Zaimplementowanie funkcjonalności V2G wymaga ponadto uwzględnienia możliwości i ograniczeń technicznych, wprowadzenia odpowiednich zmian w prawie oraz działań sprzyjających akceptacji społecznej.

WYZWANIA ROZWOJU SYSTEMÓW V2G



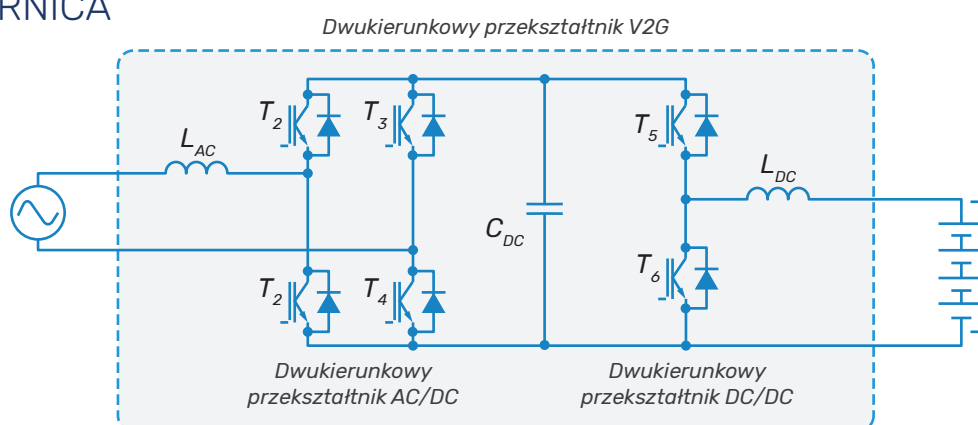
Źródło: Opracowanie własne.

4.2. Rozwiązania techniczne i infrastrukturalne

EV, dzięki technologii V2G, staje się obiektem ciągłego i optymalnego zarządzania energią elektryczną, mogącym pracować zarówno jako mobilne źródło energii (praca w trybie rozładowania), jak i być wykorzystywanym w trybie odbiorczym (praca w trybie ładowania magazynu).

Dwukierunkowy przepływ energii między pojazdem EV a SEE wymaga specjalizowanych przetwornic ładowania. Wyposażenie pojazdu EV w przetwornicę elektroenergetyczną o dwukierunkowym przepływie energii umożliwia transformację energii akumulatorów na energię prądu zmiennego, którą można przekazać do sieci elektroenergetycznej.

PRZETWORNICA DLA V2G

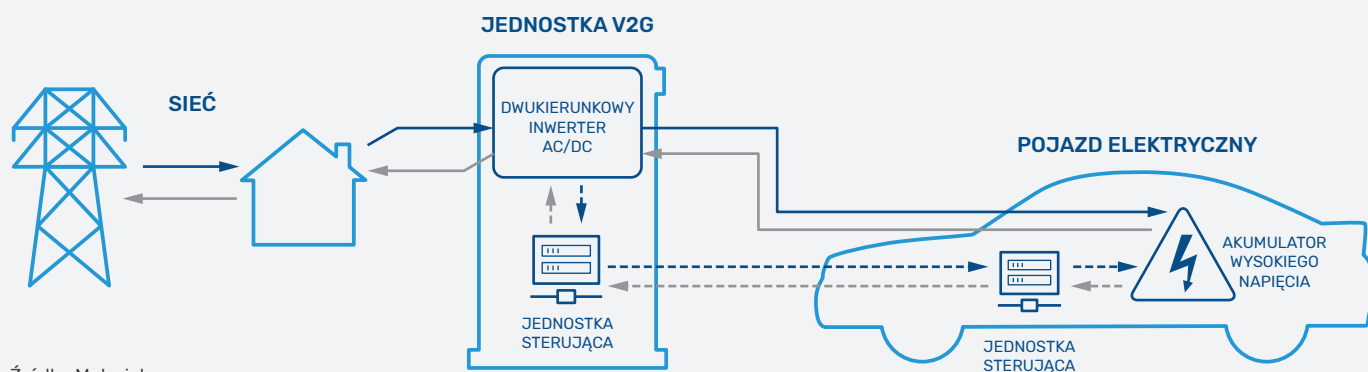


Źródło: J. Guziński, M. Adamowicz, J. Kamiński, *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych*, „Automatyka – Elektryka – Zakończenia” 2014, nr 1.

Integracja EV z SEE i możliwość świadczenia usług V2G wymaga dostępu do ładowarek umożliwiających dwukierunkowy przepływ energii elektrycznej.

Ładowanie akumulatorów tych pojazdów i przekazywanie energii do systemu, w zależności od rozwoju technologii i norm, może odbywać się za pośrednictwem indywidualnych ładowarek V2G lub rozwiązań modułowych.

KONCEPCJA ŁADOWANIA/ROZŁADOWANIA W SYSTEMIE V2G



Źródło: Materiały prasowe.

4.3. Struktura komunikacji i wymiany informacji

Koncepcja V2G wymaga implementacji systemu agregującego wiele EV, ponieważ korzyść z dostosowania pojedynczej instalacji V2G do samodzielnej współpracy z OSD w zakresie świadczenia usług regulacyjnych wiązałyby się prawdopodobnie ze znacznym wzrostem kosztów jej funkcjonowania. **Z perspektywy opłacalności świadczenia usług V2G, uzasadnione jest łączenie w ramach jednej jednostki grafikowej, uczestniczącej w rynku, możliwie dużej liczby pojazdów EV.** O pracy poszczególnych jednostek decyduje agregator, który zgodnie z realizowanymi przez siebie celami optymalizuje ich pracę. Wiąże się to z wprowadzeniem technologii ICT w postaci inteligentnych dwukierunkowych liczników, oprogramowania, interfejsów czy aplikacji przeznaczonych dla użytkownika końcowego. Pomocne przy tym mogą być także systemy GSM i GPS.

4.4. System kontroli i analizy danych

Istotnym elementem V2G jest układ pomiarowy do precyzyjnego pomiaru ilości energii pobranej i oddawanej, który jest potrzebny do rozliczenia finansowego między operatorem SEE a użytkownikiem EV. System rozliczania finansowego usług V2G można wyobrazić sobie jako odpowiednik obecnie działających systemów rozliczeń telefonów komórkowych. Ponieważ pojedynczy użytkownik pojazdu EV ma stosunkowo niewielkie znaczenie z punktu widzenia potrzeb OSD, najbardziej prawdopodobnym rozwiązaniem jest wprowadzenie szeregu małych firm pośredniczących pomiędzy użytkownikami EV a OSP i OSD. **Implementacja tego rozwiązania mogłaby się odbyć za pośrednictwem infrastruktury operatorów sieci telefonii GSM i stanowić dla nich jednocześnie dodatkowy zakres działalności i generowania dochodów.** Podstawowe ryzyko, związane ze świadczeniem usług V2G, obejmuje bardzo prawdopodobne obawy użytkowników EV co do rozładowywania baterii pojazdów i w konsekwencji ograniczania ich zasięgu. **Konieczne jest więc zapewnienie możliwości ograniczenia dopuszczalnego stopnia rozładowania baterii, w zależności od czasu i zasięgu planowanej jazdy, przy użyciu odpowiedniego panelu sterującego na desce rozdzielczej pojazdu.**

CZĘŚĆ 2

IMPLEMENTACJA SYSTEMU VEHICLE TO GRID

5. Światowi liderzy w zakresie rozwoju technologii V2G

5.1. Kalendarium rozwoju systemu w Europie

5.1.1. Nissan / Enel

Po wieloletnich testach, należąca do Grupy Enel spółka energetyczna Endesa, opracowała optymalną, niskokosztową technologię V2G, gotową do zastosowania na szeroką skalę.

Technologię V2G spółka zaprezentowała po raz pierwszy w 2008 r. w ramach projektu Smart City Malaga, na poligonie doświadczalnym służącym Grupie Enel do testowania rozwiązań dla inteligentnych miast. Kolejną prezentację udoskonalonej technologii spółka zorganizowała w 2012 r. w ramach projektu ZEM2ALL. Dla rozwoju systemu V2G przełomowy był jednak rok 2015. Podczas 85. Międzynarodowego Salonu Samochodowego w Genewie, 3 marca, firmy Nissan oraz Endesa, podpisały umowę otwierającą drogę do wdrożenia systemu V2G na skalę masową. Następnie, już 12 marca, obie firmy zaprezentowały w Madrycie plan wprowadzenia na rynek niskokosztowego systemu V2G pozwalającego na włączenie pojazdów EV do SEE. Kolejnym krokiem w zakresie rozwoju technologii oraz tworzenia innowacyjnego modelu biznesowego, była umowa partnerska podpisana w grudniu 2015 r. w Paryżu podczas Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu. Strony tej umowy, czyli Nissan i Enel, potwierdziły w niej plany realizacji pilotażowych działań oraz komercjalizacji systemu V2G w Europie.

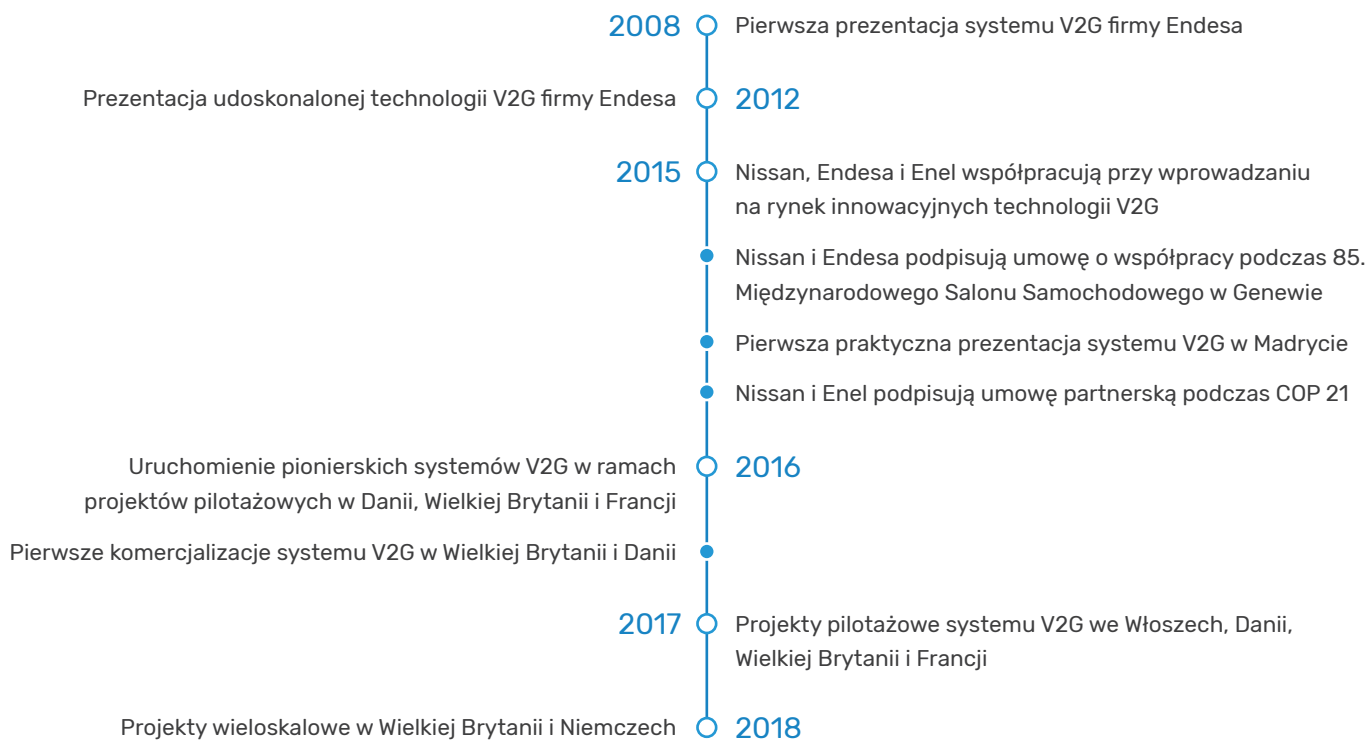


Źródło: Materiały prasowe firmy Nissan i Enel.

Pierwszym owocem współpracy było uruchomienie w ramach testów pilotażowych, w styczniu 2016 r., 40 modułów V2G w Danii. Kolejne moduły zainstalowano m.in. w Wielkiej Brytanii i Francji. W 2016 r. odbyły się również pierwsze wdrożenia komercyjne systemu V2G w Wielkiej Brytanii i Danii.

W 2017 r. Nissan wraz z firmami energetycznymi z Włoch i Danii przeprowadziła także roczne badania, które potwierdziły pozytywny wpływ systemu V2G na stabilizację lokalnej sieci oraz obniżenie kosztów związanych z ładowaniem EV. W 2018 r. Nissan poinformował o planach uruchomienia kolejnych projektów. **W ramach współpracy z firmą Enel, realizowany będzie wieloskalowy system V2G w Wielkiej Brytanii, co jest zgodne z planami rozwoju i komercjalizacji tej technologii w tym państwie.**

Natomiast dzięki nawiązaniu strategicznego partnerstwa ze spółką energetyczną E.ON, Nissan planuje projekty mające na celu badanie możliwości wprowadzania komercyjnych ofert w zakresie świadczenia usług V2G, a także rozwiązań, umożliwiających wytwarzanie oraz magazynowanie energii ze źródeł odnawialnych.



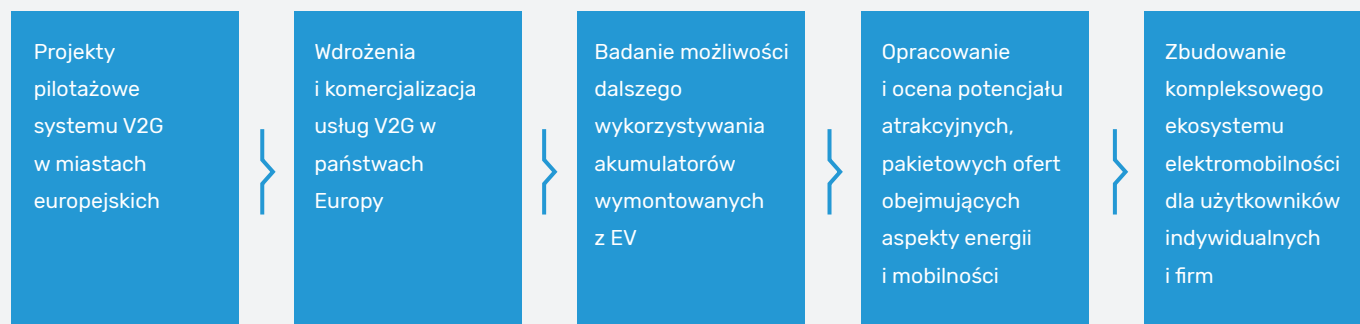
Źródło: Opracowanie własne.

WSPÓŁPRACA NISSAN I ENEL

Nissan: lider wśród marek azjatyckich w Europie; producent najpopularniejszego EV na Starym Kontynencie (model LEAF* – ponad 365 tys. sprzedanych pojazdów)

* Nissan LEAF jest niemal całkowicie produkowany w Wielkiej Brytanii.

Enel: wielonarodowa spółka energetyczna; dostawca stacji ładowania V2G; dostawca platformy agregującej rozproszone urządzenia do magazynowania energii



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów prasowych.

5.1.2. Mitsubishi / NewMotion

Mitsubishi Motors Corporation (MMC) wraz z firmą NewMotion, jednym z największych operatorów sieci ładowania samochodów elektrycznych w Europie, uruchomiło w listopadzie 2017 r. w Holandii pilotażowy interfejs pojazd-sieć.

W ramach testów pilotażowych NewMotion zainstalowała w Amsterdamie publiczne stacje ładowania pojazdów EV, wykorzystujące technologię V2G. W realizację projektu zaangażowany jest również OSP TenneT z Holandii oraz firma Nuvve, która dostarczyła platformę Nuvve's Grid Integrated Vehicle, umożliwiającą ładowanie samochodów Mitsubishi Outlander PHEV.

Dzięki wykorzystaniu infrastruktury ładowania NewMotion dla modelu Mitsubishi Outlander PHEV, zaparkowanego w domu lub w miejscu pracy, Mitsubishi świadczy usługi w zakresie systemu zrównoważonego gromadzenia i zużycia energii.



Źródło: Materiały prasowe firmy NewMotion

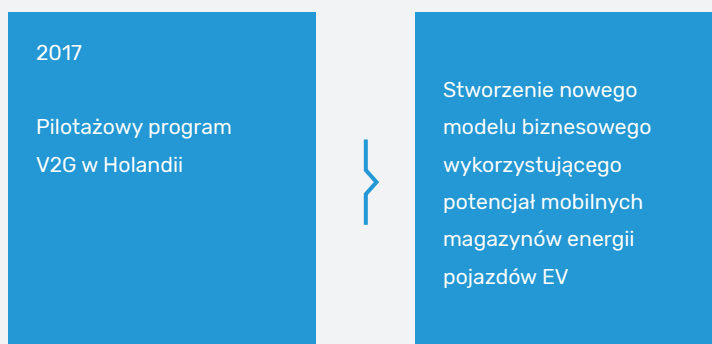
Dla użytkowników Mitsubishi Outlander PHEV oznacza to potencjalne korzyści finansowe dzięki sprzedaży nadwyżki energii do sieci.

WSPÓŁPRACA MITSUBISHI I NEWMOTION

Mitsubishi Motors: jeden z pionierów technologii BEV i PHEV na świecie; producent modelu Outlander PHEV (najlepiej sprzedający się model w kategorii PHEV w Europie i Japonii)

NewMotion: dysponuje siecią ponad 50 tys. punktów ładowania w Europie; w październiku 2017 r. przejęty przez koncern Shell

Nuvve: światowy lider w dziedzinie wdrażania technologii V2G; dostawca platformy GIVE, sterującej przepływem mocy między siecią a pojazdami EV



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów prasowych.

5.1.3. Honda / EVTEC

Honda R&D Europe we współpracy z EVTEC i The Mobility House uruchomiła w grudniu 2017 r. nowy, dwukierunkowy system ładowania pojazdów EV.

Został on zainstalowany w europejskim centrum badawczo-rozwojowym Hondy, zlokalizowanym w niemieckim Offenbach.

Całkowicie zintegrowany dwukierunkowy transfer ma przyczynić się do zoptymalizowania procesu zarządzania energią w mieście, głównie dzięki poprawie efektywności wykorzystania energii fotowoltaicznej.

Testowany w Offenbach system włączania pojazdów EV do inteligentnej sieci energetycznej po raz pierwszy został zaprezentowany podczas targów motoryzacyjnych we Frankfurcie. System **Honda Power Manager Concept** pozwala na magazynowanie i dystrybucję energii elektrycznej między siecią, wyposażonymi w panele słoneczne domami i firmami oraz pojazdami EV. W przyszłości system ten ma być także dostępny dla gospodarstw domowych.



Źródło: Materiały prasowe firmy Honda

WSPÓŁPRACA HONDA I EVTEC

Honda: globalna marka motoryzacyjna; twórca dwukierunkowego systemu ładowania – Honda Power Manager Concept

EVTEC: szwajcarski dostawca mobilnych i stacjonarnych ładowarek EV

The Mobility House: austriacki dostawca usług i rozwiązań technicznych dla użytkowników pojazdów EV

2017

Projekt V2G realizowany w centrum badawczo-rozwojowym w Offenbach (Niemcy)

- Testowanie możliwości integracji pojazdów EV z OZE
- Optymalizacja zarządzania przepływami energii
- Wzrost efektywności wykorzystania energii słonecznej
- Tworzenie społeczeństwa bezemisyjnego
- Element programu Smart Company

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów prasowych.

5.1.4. Audi / Ampard

W styczniu 2018 r. Audi poinformowało o projekcie Smart Energy Network, dołączając tym samym do grupy koncernów realizujących przedsięwzięcia za zakresu inteligentnych sieci i technologii V2G.

Zgodnie z założeniami, pojazd, dom i źródła zasilania współpracują ze sobą, a także wchodzi w interakcję z krajową siecią energetyczną.

Smart Energy Network realizowany jest w gospodarstwach domowych w niemieckim mieście Ingolstadt i w regionie Zurychu w Szwajcarii, w których zainstalowano systemy fotowoltaiczne połączone ze stacjonarnymi akumulatorami.

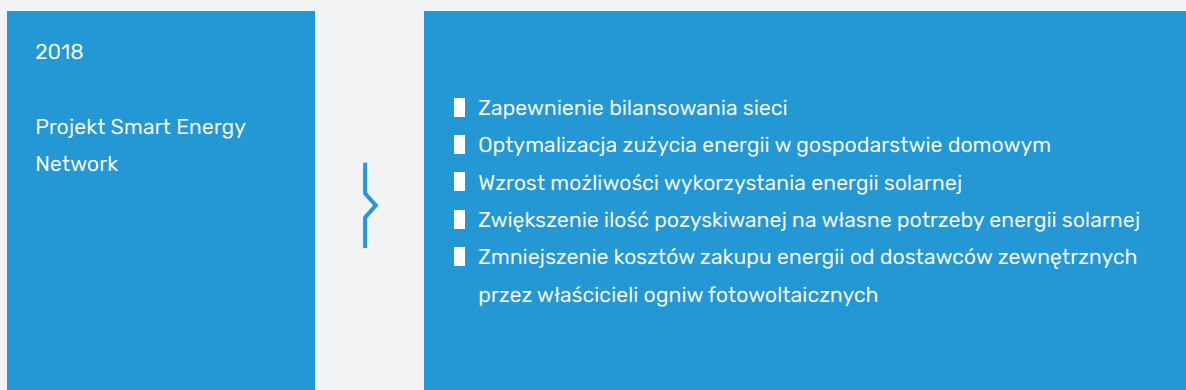
Oprogramowanie sterujące, dostarczone przez firmę Ampard (technologiczny start-up z siedzibą w Zurychu), zawiera inteligentną funkcję, która przewiduje zapotrzebowanie na energię w domu oraz pojazdach EV i automatycznie wysyła energię tam, gdzie jest ona potrzebna.

W zależności od bieżącego lub planowanego zapotrzebowania, samodzielnie kieruje energię fotowoltaiczną do pojazdu EV, urządzeń gospodarstwa domowego lub systemu ogrzewania budynku. Dzięki wbudowanemu interfejsowi komunikacyjnemu, systemy te są ze sobą połączone, tworząc wirtualną elektrownię, zarządzającą poborem wytworzonej mocy.

WSPÓŁPRACA AUDI I AMPARD

Audi: globalna marka motoryzacyjna, inwestująca w elektromobilność i systematycznie zwiększająca gamę modelową zelektryfikowanych pojazdów; realizator projektu Smart Energy Network

Ampard: technologiczny start-up z siedzibą w Zurychu; oferuje rozwiązania do magazynowania energii w celu udostępniania jej na rynku



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów prasowych.

5.1.5. Renault

Rozwój ekosystemu elektromobilności oraz nowoczesnych rozwiązań energetycznych zajmuje kluczowe miejsce w strategii firmy Renault.

Firma powołała Renault Energy Services, podmiot odpowiedzialny za realizację projektów inteligentnych sieci i systemów ładowania, V2G oraz za wtórne wykorzystywanie akumulatorów EV.

Renault wraz z Radą Miasta Utrecht oraz firmami ElaadNL i LomboXnet podpisał w marcu 2016 r. w Paryżu list intencyjny o współpracy. **Celem projektu jest stworzenie systemu inteligentnego ładowania pojazdów EV energią fotowoltaiczną z docelowym wykorzystaniem technologii V2G.** Zgodnie z listem, Renault dostarczyło w 2017 r. miastu Utrecht flotę 150 pojazdów elektrycznych modelu Zoe. W pierwszej fazie projektu w regionie tego miasta utworzonych zostanie 1 000 stacji ładowania, zasilanych przez 10 000 paneli fotowoltaicznych. Budowa infrastruktury prowadzona będzie równolegle z uruchamianiem usług car-sharingu.

W drugiej fazie projektu partnerzy opracują system oparty na technologii V2G, pozwalający na kumulowanie nadwyżek energii fotowoltaicznej w bateriach EV i jej wykorzystanie przez pojazdy lub sieć. Firma LomboXnet już w czerwcu 2015 r. zainstalowała w Utrechcie stację inteligentnego ładowania V2G, ustanawiając tym samym standard dla nowego lokalnego systemu energetycznego opartego na lokalnych źródłach energii. Projekt tego rozwiązania jest rozwijany, pod przewodnictwem LomboXnet, przez konsorcjum GE, Stedin, Vidyn, Last Mile Solutions oraz Urząd Miasta Utrecht.

Kolejnym etapem strategii, mającej zapewnić Grupie Renault kluczową pozycję w ekosystemie elektromobilności, było nabycie 25% udziałów w kontrolowanej przez Grupę Eneco firmie Jedlix²². Wprowadzona do oferty Renault w 2017 r. aplikacja Z.E. Smart Charge Renault, umożliwia inteligentne ładowanie akumulatorów trakcyjnych. Aktualnie Renault i Jedlix pracują nad stworzeniem aplikacji, umożliwiającej zarządzanie systemem V2G. Docelowo ma bowiem pojawić się możliwość, nie tylko zarządzania ładowaniem pojazdów, ale także przechowywania w nich energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych, a następnie oddawania jej do sieci w okresach szczytowego zapotrzebowania.

Potwierdzeniem zaangażowania Renault w rozwój systemu V2G, stanowiącego element inteligentnego ekosystemu energetycznego, jest realizowany we współpracy z partnerami nowatorski projekt – Zrównoważone Porto Santo, opisane w dalszej części raportu.

²²Firma Jedlix jest holenderskim podmiotem typu start-up, który specjalizuje się w smart chargingu pojazdów elektrycznych.

KARTA INFORMACYJNA PROJEKTU

Lokalizacja	Utrecht (Holandia)
Główni interesariusze	Rada i mieszkańcy miasta Utrecht
Pozostali partnerzy projektu	<p>Renault Dostarczenie modelu Zoe</p> <p>ElaadNL Zarządzanie infrastrukturą i inteligentnym ładowaniem</p> <p>LomboXnet Instalacja publicznie dostępnych stacji ładowania ze złączami 44 kW</p> <p>Stein Równoważenie podaży i popytu energii w miejskiej sieci energetycznej</p>
Data rozpoczęcia	2017 r.
Grupa tematyczna	OZE, V2G
Cel główny	Zintegrowanie OZE z SEE
Cele szczegółowe	Rozwój inteligentnego systemu energetycznego opartego na lokalnych źródłach energii; zmniejszenie emisji CO ₂
I etap	Zainstalowanie 1 000 stacji ładowania zasilanych przez 10 000 paneli fotowoltaicznych dla 150 pojazdów marki ZOE
II etap	Implementacja systemu V2G – przetestowanie możliwości współpracy EV, OZE i SEE
Oczekiwany zakres wykorzystania projektu	Implementacja projektów V2G w celu poprawy efektywności zarządzania energią i stanu środowiska

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów media.group.renault.com.

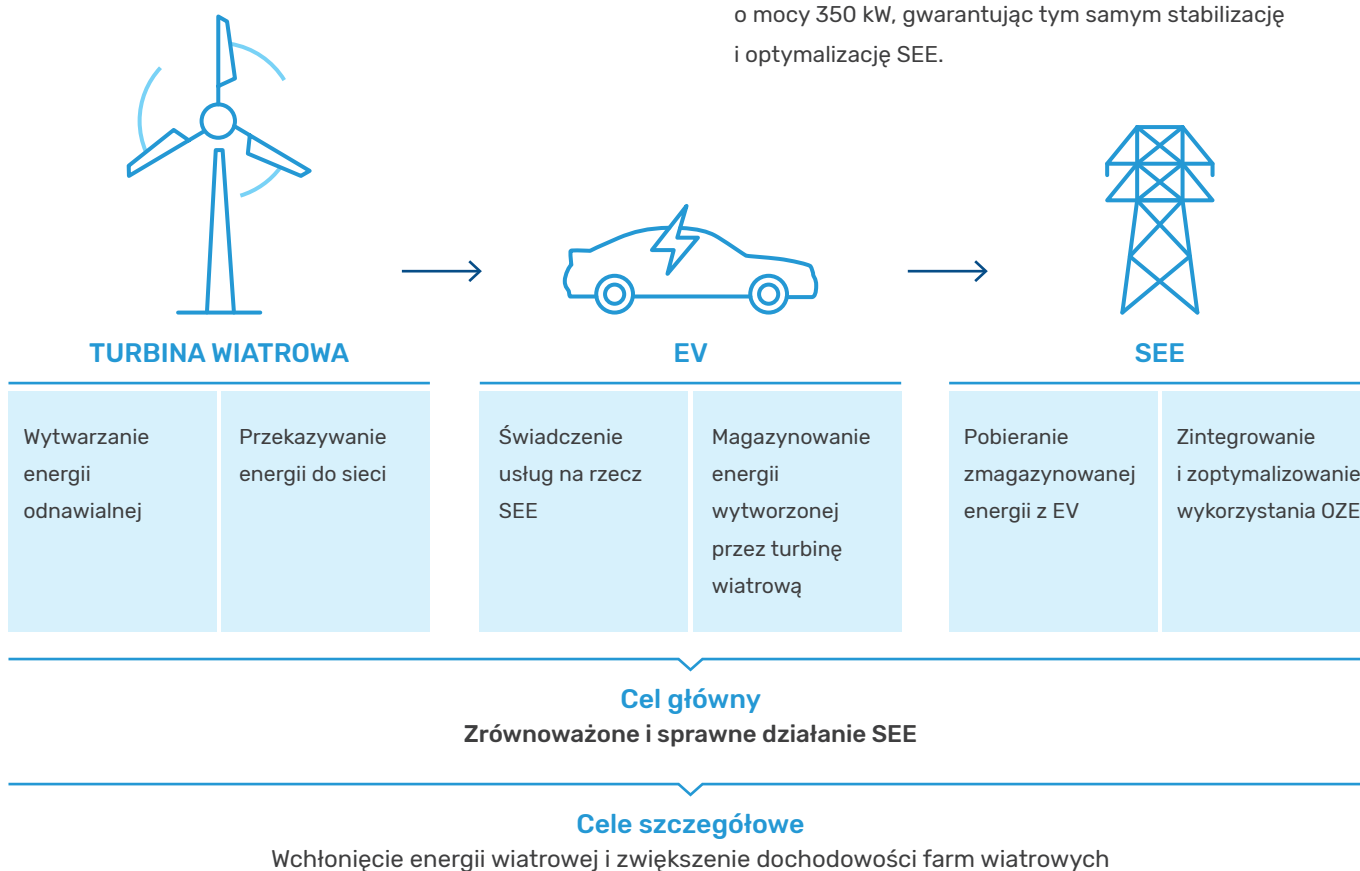
5.2. Potencjał technologiczny systemu

5.2.1. V2G a OZE

Niemiecka firma Enercon, specjalizująca się w branży energetyki wiatrowej, wdrożyła w marcu 2018 r. innowacyjne rozwiązanie, bazujące na koncepcji V2G – ma ono na celu optymalizację wykorzystania energii odnawialnej produkowanej z wiatru do ładowania pojazdów EV oraz integrację OZE z SEE.

W skład systemu wchodzi: turbina wiatrowa, EV jako magazyn energii, transformatory oraz szybkie ładowarki EV. Elementy te sprzężono za pomocą jednej sieci, a zastosowane magazyny energii pojazdów EV są kompatybilne z technologią V2G.

Technologia V2G, bazująca na połączniu pracy turbin wiatrowych i ładowarek EV, jest rozwiązaniem o dużym potencjale, który może być wykorzystany do wsparcia rozwoju sektora e-mobility²³. W instalacji uruchomionej przez Enercon, zastosowano ładowarki o mocy 350 kW, które pozwalają na doładowanie pojazdu EV w ciągu 10 minut. Mała farma wiatrowa z kilkoma turbinami mogłaby efektywnie współpracować ze stacją ładowania i dostarczać energię pochodzącą z OZE pięciu ultra szybkim ładowarkom o mocy 350 kW, gwarantując tym samym stabilizację i optymalizację SEE.



Źródło: Opracowanie własne.

²³ Średnia efektywność turbin wiatrowych wynosi 25% i jest o ok. 8 p.p. wyższa od analogicznego parametru cechującego pracę ogniw fotowoltaicznych.

5.2.2. V2G a rozwój Smart Building

Firmy Hitachi Europe Ltd., Mitsubishi Motors i ENGIE, w kwietniu 2018 r. w Holandii, przedstawiły pionierski projekt, którego celem jest zbadanie możliwości wykorzystania EV do rozwoju inteligentnych i wydajnych systemów zarządzania energią w budynkach²⁴.

W ramach pokazu, konsorcjum połączyło EV z „inteligentnym energetycznie” biurowcem ENGIE w Zaandam za pomocą innowacyjnej stacji ładowania V2X. Stacja ta została podłączona do źródła zasilania budynku, którego system zarządzania energią kieruje jej nadwyżki do akumulatorów pojazdów EV. W określonych sytuacjach system przekazuje te nadwyżki z powrotem do budynku lub sieci.

Akumulatory EV pełnią zatem funkcję zarówno źródła energii, jak i zasilania awaryjnego. Stacja ładowania V2X firmy Hitachi jest pierwszym tego typu urządzeniem, które może nie tylko ładować pojazd EV, ale również odprowadzać energię z powrotem do budynku lub sieci energetycznej, z uwzględnieniem różnych wartości mocy.

²⁴ Ładowanie samochodów elektrycznych przy budynkach jest optymalnym uzupełnieniem infrastruktury szybkich punktów ładowania EV. Nowoczesne budynki komercyjne dysponują dużą mocą przyłączeniową, pozwalającą na integrację infrastruktury ładowania – tym bardziej w funkcji V2G – przy jednoczesnej ochronie stabilności lokalnej sieci elektroenergetycznej. Budynki działają jak duży magazyn energii, pozwalający ochronić sieć elektroenergetyczną przed skokami zapotrzebowania na moc wykorzystywaną do ładowania EV. W razie zapotrzebowania na redukcję mocy, układ inteligentny budynek-infrastruktura ładowania działa jak agregat, oferując dużą elastyczność dla sieci elektroenergetycznej. W Polsce dynamicznym sterowaniem zapotrzebowaniem na moc inteligentnych budynków zajmuje się m.in. spółka Virtual Power Plant Sp. z o.o., która obecnie pracuje nad integracją systemów zarządzania energią na obiektach komercyjnych ze stacjami ładowania.

KARTA INFORMACYJNA PROJEKTU

Lokalizacja	Zaandam (Holandia)
Główni interesariusze	Zarządca i najemcy biurowca ENGIE
Partnerzy projektu (konsorcjum)	<p>Hitachi Europe Ltd Dostawca stacji ładowania V2X, która umożliwia dwukierunkowe przesyłanie energii pomiędzy akumulatorem pojazdu EV a budynkiem lub siecią energetyczną; dostawca technologii umożliwiającej integrację energii między pojazdem EV a budynkiem, a także między EV a siecią elektryczną</p> <p>ENGIE Połączy baterię w EV za pomocą ładowarki V2X z systemem zasilania budynku i zintegruje go z ogniwami fotowoltaicznymi lub innymi OZE, tworząc inteligentny budynek</p> <p>Mitsubishi Motors Dostawca modelu Outlander PHEV stanowiący centrum magazynowania energii i źródło zaopatrzenia budynku w energię odnawialną</p>
Data rozpoczęcia	Kwiecień 2018 r.
Grupa tematyczna	V2G
Cel główny	Rozwój inteligentnych i wydajnych systemów zarządzania energią w budynkach
Cele szczegółowe	Obniżenie kosztów zużycia energii; zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla
I etap	Zbadanie możliwości wykorzystania pojazdów EV do przechowywania energii w budynkach
II etap	Przetestowanie możliwości współpracy pojazdów EV, OZE i systemów zarządzania energią w budynkach
Oczekiwany poziom i zakres wykorzystania projektu	Rozwój inteligentnych i bardziej wydajnych mikrosystemów, które mogą wchodzić w interakcje z systemami zarządzania energią w budynku

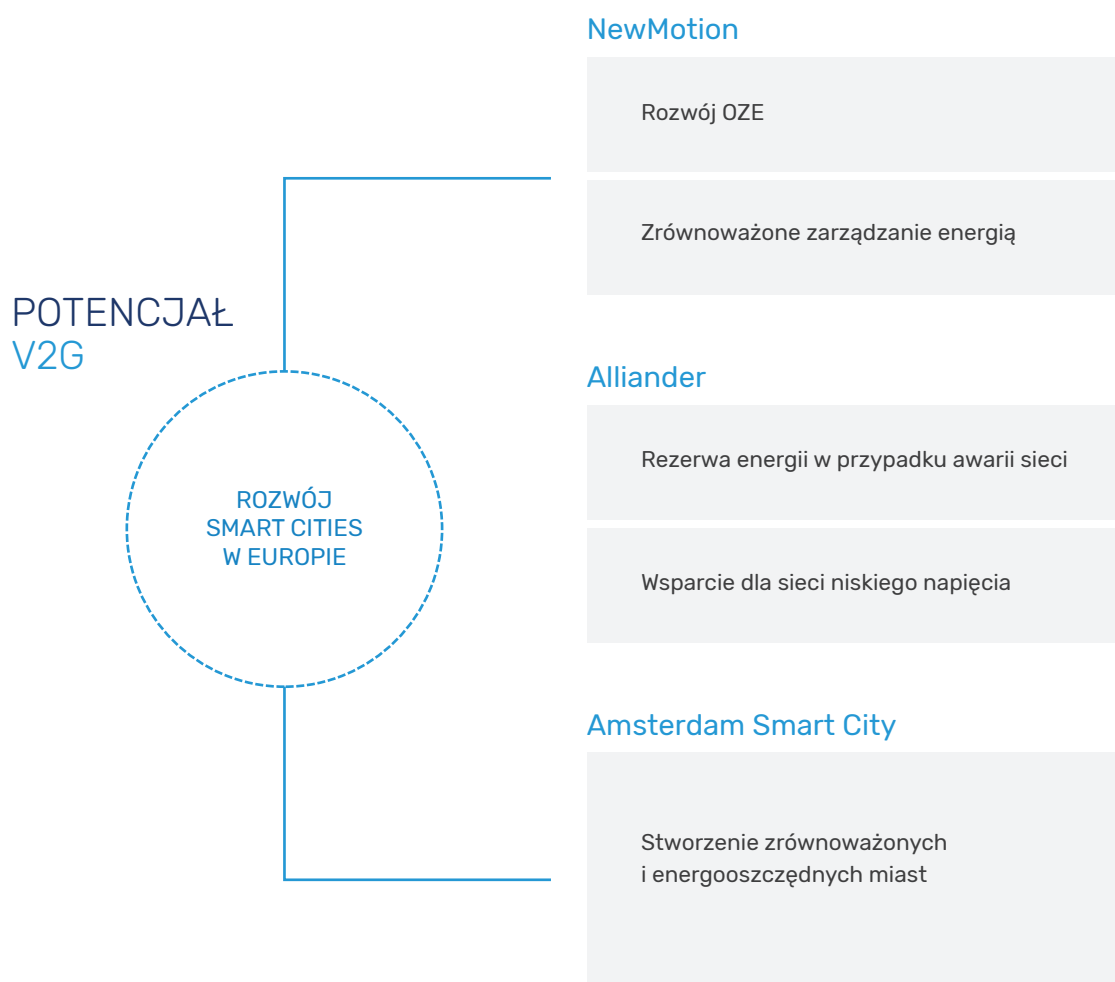
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów prasowych Mitsubishi.

5.2.3. V2G a rozwój Smart City

Firma NewMotion, pracująca nad nowymi rozwiązaniami z pogranicza elektromobilności i energetyki, uruchomiła w lutym 2018 r. w Holandii program pilotażowy testujący potencjał technologii V2G.

NewMotion zainstalowała w Amsterdamie pierwsze na świecie publiczne stacje ładowania pojazdów EV, wykorzystujące technologię V2G. Program realizowany jest we współpracy ze spółką energetyczną Alliander, firmą technologiczną Enervalis oraz platformą Amsterdam Smart City.

Realizowane w Amsterdamie testy pilotażowe technologii V2G są częścią programu „The City-Zen”, którego celem jest stworzenie inteligentnych, energooszczędnych miast w Europie (tzw. Smart Cities) z nieobciążonymi sieciami elektroenergetycznymi. V2G oraz magazyny energii będą rozwijać się równolegle wraz z postępem elektromobilności, co otwiera drogę do szerokiego zastosowania technologii.



Źródło: Opracowanie własne.

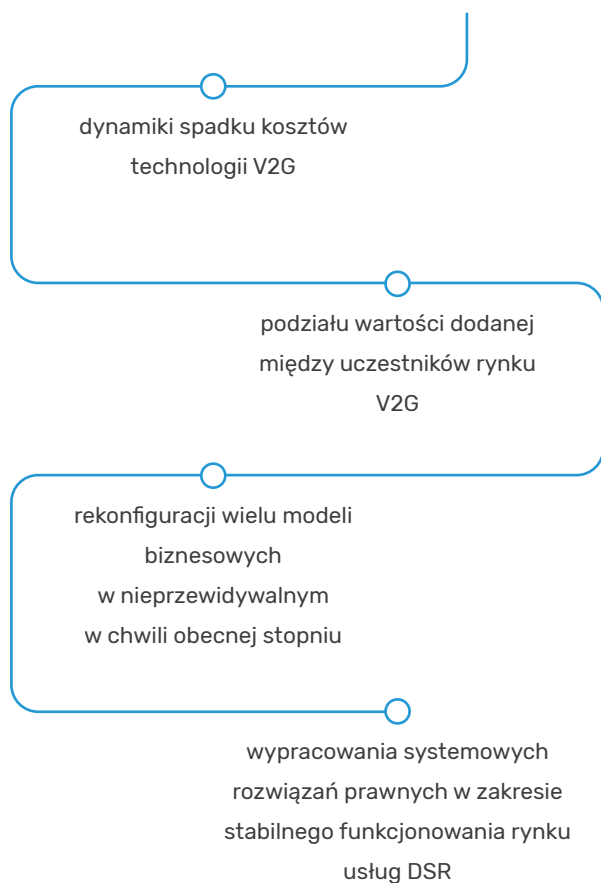
5.3. Scenariusz rozwoju rynku V2G

Wdrażanie usług V2G to jeden z istotnych trendów, które mogą w przyszłości zmienić sposób, w jaki dziś korzystamy z energii.

Większość rozwiązań technologicznych, niezbędnych do rozwoju dwukierunkowej transmisji energii elektrycznej (pojazd-sieć), jest już znana a część z nich nawet dostępna. Jednak rozwiązań, które mogłyby znacząco odmienić funkcjonowanie rynku energii, może nie udać się rozwinąć w najbliższych latach w odpowiedniej skali.

Biorąc pod uwagę dużą różnorodność czynników kształtujących rozwój rynku V2G, można prognozować różne scenariusze dotyczące jego przyszłości. W raporcie pt. „V2G. Market Study”, opublikowanym w lipcu 2018 r., eksperci firmy Cenex podkreślili, że rozwój rynku V2G jest realny, jednak nadal obarczony dużym stopniem niepewności.

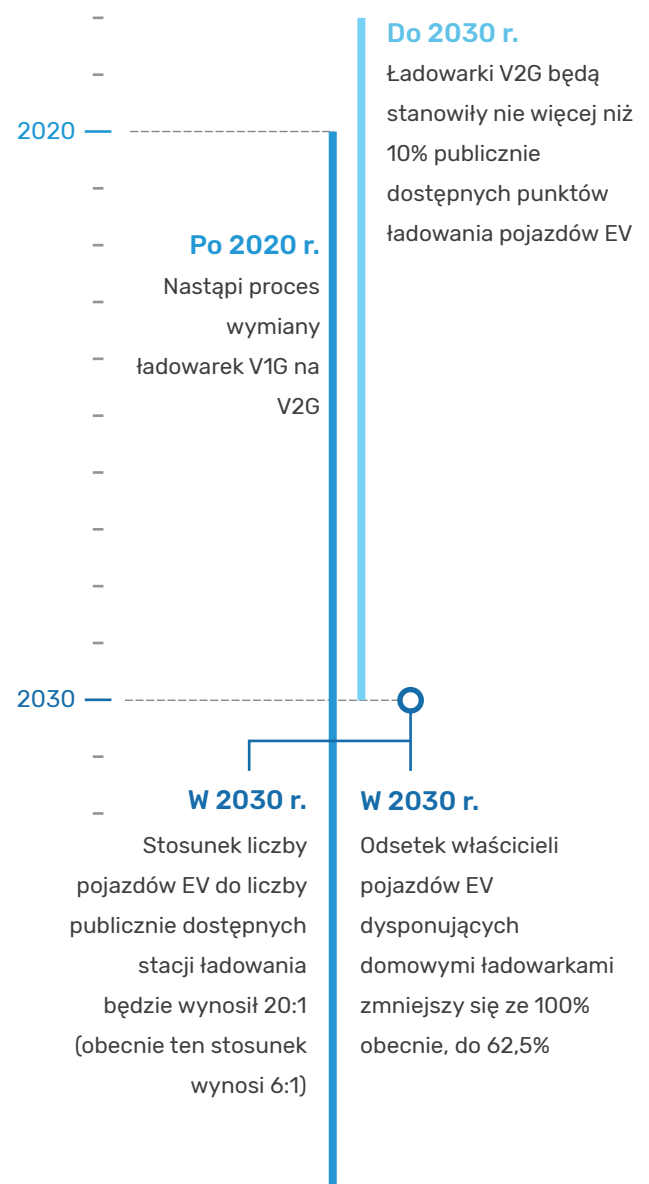
Jego kształt zależny bowiem będzie m.in. od:



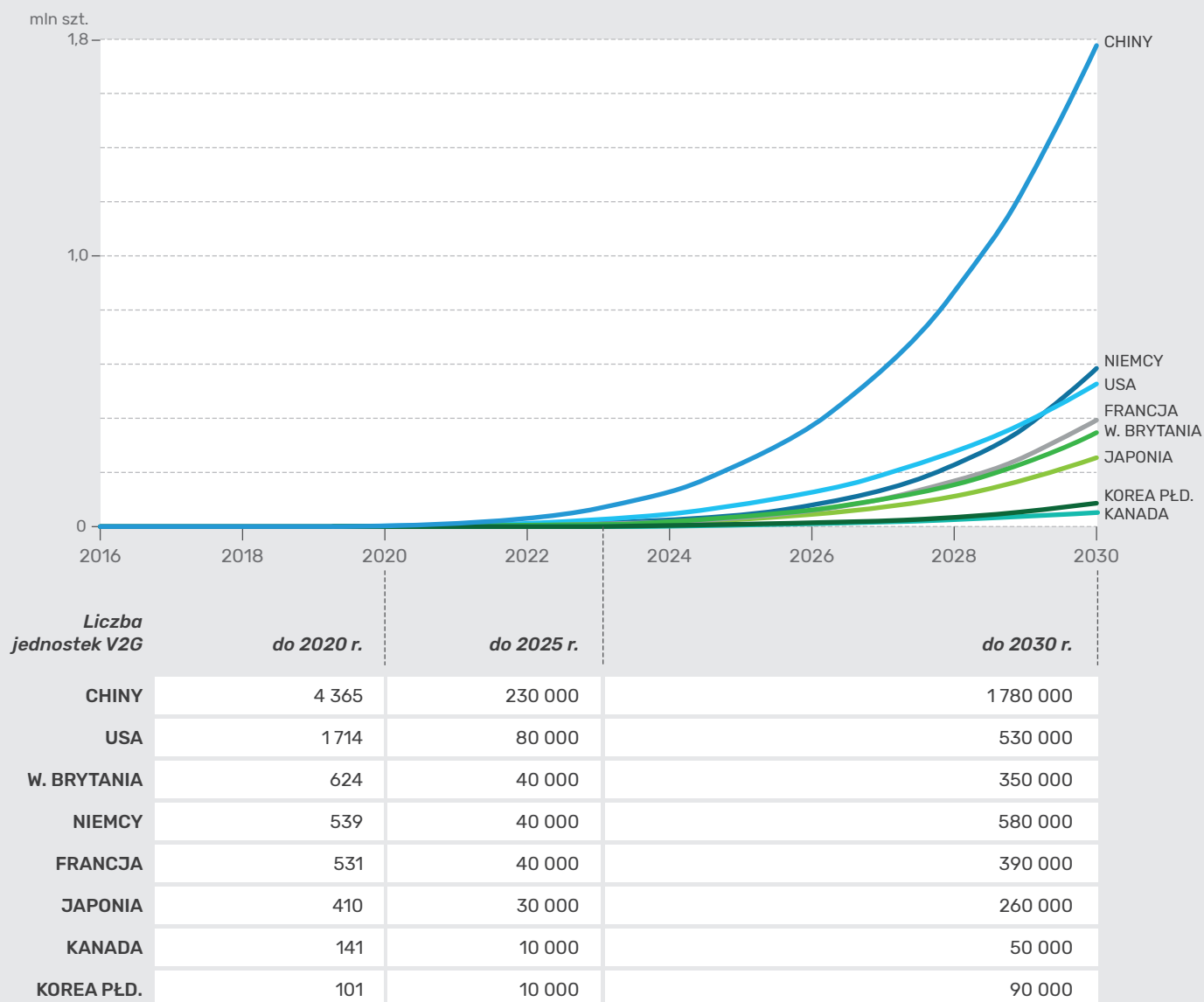
Według autorów raportu Cenex nadmierny optymizm, co do szybkiego rozwoju rynku usług V2G, należy skonfrontować z realnymi ograniczeniami ich upowszechnienia. **Niezbędne są więc dalsze badania, pozwalające precyzyjniej przewidzieć możliwe scenariusze rozwoju tego rynku.**

Uwzględniając dotychczasową dynamikę upowszechniania rozwiązań należących do technologii o kluczowym znaczeniu dla rozwoju gospodarki, eksperci firmy Cenex oszacowali przewidywane tempo wdrażania technologii V2G.

W celu wykazania **potencjalnej skali rynku V2G**, autorzy raportu przyjęli następujące założenia:



PROGNOZA ROZWOJU RYNKU V2G W WIODĄCYCH PAŃSTWACH ŚWIATA



Źródło: V2G. Market Study. Answering the preliminary questions for V2G: What, where and how much?, CENEX, 2018 r.

Z opracowanego scenariusza wynika, że rozwój rynku V2G będzie realny, jednak jego tempo w poszczególnych państwach świata będzie nierównomierne.

Zgodnie z ekonomią skali i wciąż wysokimi kosztami technologii V2G, dynamika jej komercjalizacji będzie stosunkowo niska do 2025 r.. Dopiero ok. 2030 r. prognozowana jest wyraźna asymilacja technologii V2G, szczególnie w Chinach i Niemczech. Nakreślony scenariusz przewiduje, że strategicznymi, w perspektywie długoterminowej, rynkami stosowania technologii V2G będą Chiny, Europa Zachodnia i Środkowa (głównie Wielka Brytania, Niemcy i Francja).

6. Studium przypadku: badania i projekty pilotażowe systemów V2G

6.1. Projekty wieloskalowe: Wielka Brytania

Rząd Wielkiej Brytanii na początku 2018 r. potwierdził wsparcie finansowe do wysokości 70% kosztów dla 21 projektów związanych z wdrażaniem technologii V2G. Po zakończonej procedurze oceny wniosków, dofinansowanie w wysokości prawie 30 mln funtów przeznaczono na badania, rozwój i testy technologii V2G oraz eksplorację potencjalnych zastosowań komercyjnych tej technologii.

Z rządowego dofinansowania skorzystają m.in. Uniwersytet w Oksfordzie, Uniwersytet w Warwick, SSE Services, Nissan, Arrival, OVO Energy, Octopus Energy, Cisco, Flexisolar i AT Kearney.

Dla rządu brytyjskiego rozwój technologii V2G stwarza szansę poprawy jakości powietrza oraz usprawnienia funkcjonowania sieci energetycznej. Jak wynika z badań RAC, przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii i opublikowanych w raporcie „RAC Report on Motoring 2017”, nastąpiła istotna zmiana w nastawieniu samych kierowców do skutków emisji szkodliwych substancji emitowanych przez samochody z silnikami Diesla. Prawie 1/3 uczestniczących w badaniach kierowców wyraziła zaniepokojenie lokalną jakością powietrza, a ponad 2/3 z nich poparła działania mające na celu poprawę jego jakości poprzez wprowadzenie ograniczeń emisji oraz planowany do 2040 r. zakaz sprzedaży pojazdów z silnikami benzynowymi i Diesla w Wielkiej Brytanii.

Wraz ze zmianą nastawienia oraz systematycznym odchodzeniem od technologii Diesla, następuje stopniowy wzrost rejestracji pojazdów EV w Wielkiej Brytanii. Do końca 2018 r. ich liczba ma osiągnąć poziom 200 tys. egzemplarzy.

Według brytyjskiego OSP National Grid, wzrost tej liczby będzie skutkował zwiększeniem zapotrzebowania na energię elektryczną o 5 GW do 2040 r.

Obecnie w Wielkiej Brytanii Nissan wspiera realizację dwóch wieloskalowych projektów V2G, skierowanych do odbiorców indywidualnych i flotowych.

Są one współfinansowane przez Urząd ds. Pojazdów Niskoemisyjnych (OLEV) oraz Departament Energii dla Przedsiębiorstw i Strategii Przemysłowej (BEIS), we współpracy z Innovate UK. Tylko w ramach projektu, służącego budowie bardziej przyjaznej dla środowiska i wydajnej krajowej sieci energetycznej, zainstalowanych zostanie 2 tys. modułów V2G.

W regionie Oksfordu, testy technologii V2G przeprowadza natomiast EDF Energy. Firma wykorzystuje w tym celu flotę składającą się ze 100 pojazdów EV, zarówno osobowych, jak i vanów, należących m.in. do przedsiębiorstw logistycznych i taksówkarskich. Korzystanie z pojazdów EV w gęsto zaludnionych obszarach, takich jak Oksford, sprzyja znacznemu zmniejszeniu lokalnych emisji CO₂ i poprawie jakości powietrza, podnosząc jednocześnie poziom życia mieszkańców i przynosząc korzyści finansowe właścicielom EV. Celem projektu jest przetestowanie i ocena potencjału V2G dla operatorów pojazdów flotowych korzystających z EV. W skład konsorcjum wchodzi 8 podmiotów, tj. EDF Energy R&D UK, Uniwersytet Oksfordzki, Rada Hrabstwa Oxfordshire, Arrival, EO Charging, Upside Energy oraz Fleet Innovation.

Potencjał systemów V2G, w zakresie inteligentnego zarządzania lokalnymi sieciami, potwierdziły symulacje pilotażowe przeprowadzone w 2016 r. i 2017 r. przez zespół naukowców z brytyjskiego Uniwersytetu w Warwick.

Jednym z najbardziej zaskakujących wniosków wynikających z tych testów jest to, że inteligentne zarządzanie systemami V2G nie wpływa negatywnie na żywotność baterii pojazdu EV, a nawet może ją zwiększyć o ok. 10%.

Zmiany parametrów takich jak przebieg cykli ładowania i rozładowywania, głębokość rozładowania dla każdego cyklu (DoD) oraz temperatura są kluczowe podczas rozważania wpływu technologii V2G na żywotność baterii. Uproszczone systemy V2G, które są obecnie testowane, pokazują korzyści finansowe dla właścicieli pojazdów elektrycznych, jednak nie uwzględniają potencjalnych dodatkowych kosztów związanych z wzmoczoną degradacją baterii. Niemniej jednak zastosowanie inteligentnych algorytmów sterujących nastawionych na minimalizację negatywnych efektów dodatkowego ładowania i rozładowywania baterii może zapobiec temu zjawisku. W takim przypadku algorytm sterowania pozwala na użycie baterii pojazdu jako części systemu V2G tylko w sytuacji, gdy dodatkowe użytkowanie pakietu baterijnego nie zwiększy poziomu degradacji w stosunku do standardowego użytkowania. Jednak to podejście wymaga rozwoju bardziej szczegółowych modeli prognozujących degradację baterii oraz adaptację skomplikowanych algorytmów sterujących pozwalających między innymi na przewidywanie sposobu użytkowania pojazdu przez użytkownika²⁵.

W 2018 r. naukowcy z Uniwersytetu w Warwick rozpoczęli realizację kolejnego projektu z wykorzystaniem technologii V2G. Realizacja ta uzyskała rządowe wsparcie finansowe w wysokości 5,6 mln funtów. Przez trzy lata Konsorcjum EV-elocity będzie realizowało projekt, którego celem jest rozwój i komercjalizacja technologii V2G w różnych lokalizacjach w Wielkiej Brytanii, w tym w portach lotniczych i centrach biznesowych. Realizacja projektu ma potwierdzić rentowność tych technologii dla biznesu i społeczeństwa, a także przyczynić się do wzrostu sprzedaży pojazdów EV.

Usługa ładowania pojazdów do sieci (V2G) – Vehicle to Grid EV charging platform from Drive Electric, to kolejny projekt, który jest realizowany w Wielkiej Brytanii od połowy 2018 r.²⁶ Platforma CrowdCharge, która wykorzystuje zaawansowaną technologię uczenia maszynowego i sztuczną inteligencję w celu zapewnienia zoptymalizowanych sesji ładowania, umożliwia ładowarkom V2G dostarczanie właścicielom pojazdów elektrycznych tańszej, „bardziej zielonej” energii i zapewnia im energię wtedy, kiedy jej potrzebują.

CrowdCharge jest już wykorzystywany w ramach projektu Electric Nation²⁷ do zapewnienia jednokierunkowego inteligentnego ładowania pojazdów elektrycznych (V1G), co przyczynia się do zwiększenia skali zarządzania popytem na energię w lokalnych sieciach elektroenergetycznych.

Brytyjska spółka OVO Energy dostarczyła kolejny dowód potwierdzający zainteresowanie rozwojem technologii V2G. W I kwartale 2018 r. zaprezentowała VCharge, czyli pierwszą na świecie domową ładowarkę naścienną do pojazdów EV, która jest kompatybilna z technologią V2G.

Urządzenie OVO Energy dysponuje mocą 6 kW. Zgodnie z zapewnieniami producenta, nowy Wallbox pozwoli na obniżenie rachunków za energię elektryczną użytkowników pojazdów EV, stabilizację pracy sieci w godzinach szczytu, jak również na zwiększenie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym.

Dzięki systemowi inteligentnego zarządzania, urządzenie umożliwi także odsprzedaż energii z powrotem do sieci oraz ładowanie samochodów elektrycznych w okresach obowiązywania niskiej taryfy lub zwiększonej dostępności energii z OZE.



Źródło: Ovoenergy.com

Wielka Brytania bardzo wysoko ocenia potencjał technologii V2G, wspierając finansowo jej rozwój. Inwestycje w elektromobilność traktowane są priorytetowo, ponieważ umożliwiają inteligentne zarządzania energią. Wpisują się w ogólną strategię ogłoszoną w lipcu 2018 r. przez Rząd Wielkiej Brytanii. Celem „Road to Zero Strategy” jest popularyzacja samochodów elektrycznych oraz rozwój infrastruktury ładowania EV.

²⁵ K. Uddin, M. Dudarry, Mark B. Glick, *The viability of vehicle-to-grid operations from a battery technology and policy perspective*.

²⁶ www.drive-electric.co.uk/v2g/ (dostęp: 02.09.2018).

²⁷ www.electricnation.org (dostęp 02.09.2018).

W ramach „Road to Zero Strategy” założono, że do 2030 r. co najmniej 50% nowych samochodów oraz 40% vanów sprzedawanych na Wyspach będzie „ultra-niskoemisyjna”. Do 2050 r. prawie każdy samochód na brytyjskich drogach ma być zeroemisyjny.

EV W WIELKIEJ BRYTANII

14 000 Liczba publicznych punktów ładowania na Wyspach

160 000 Łączna liczba samochodów elektrycznych zarejestrowanych do tej pory w Wielkiej Brytanii

LICZBA SAMOCHODÓW CAŁKOWICIE ELEKTRYCZNYCH ORAZ HYBRYD TYPU PLUG-IN SPRZEDANYCH NA WYSPACH W I POŁOWIE 2018 R.



WYBRANE ZAŁOŻENIA „ROAD TO ZERO STRATEGY”



Wszystkie nowopowstające domy oraz latarnie uliczne powinny zostać wyposażone w punkty ładowania samochodów elektrycznych i dostosowane do ich instalacji



Wprowadzenie wartego 400 mln funtów Funduszu Inwestycyjnego Infrastruktury Ładowania wspierającego nowe i istniejące podmioty produkujące i instalujące ładowarki do samochodów elektrycznych



Zachowanie obecnych stawek dotacji przy zakupie EV co najmniej do października 2018 r., a w nieokreślonej jeszcze formie do co najmniej 2020 r.



Wprowadzenie dofinansowania w wysokości do 500 funtów na rzecz właścicieli pojazdów elektrycznych celem ułatwienia instalacji punktów ładowania EV w domach oraz podwyższenie dotacji przysługujących przy instalowaniu punktów ładowania EV w zakładach pracy



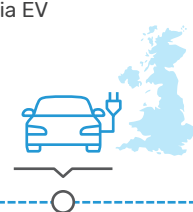
Zainicjowanie wartego 40 mln funtów programu mającego na celu rozwój i testy innowacyjnej, niskokosztowej, ulicznej, bezprzewodowej technologii ładowania EV



Największy wzrost inwestycji publicznych w badania i rozwój w historii – docelowy poziom całkowitych nakładów na badania i rozwój wyniesie 2,4% PKB do 2027 r.

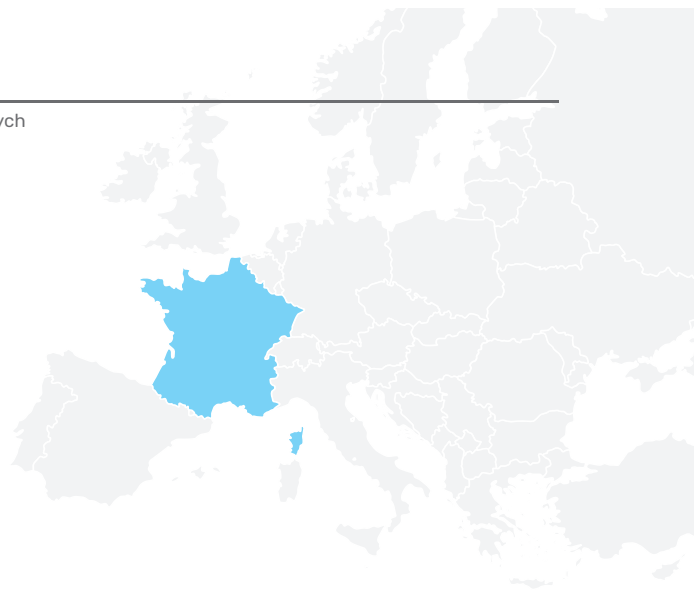


Przeznaczenie 246 mln funtów na rozwój innowacyjnej technologii związanej z bateriami



Zapewnienie, że do 2022 r. 25% rządowej floty będą stanowiły pojazdy ultra-niskoemisyjne, a do 2030 r. – już 100%

Niezależnie od założeń „Road to Zero Strategy”, Wielka Brytania zamierza zakończyć sprzedaż konwencjonalnych samochodów i vanów zasilanych benzyną lub olejem napędowym do 2040 r.



6.2. Projekt: GridMotion (Francja)

Dwuletni projekt badawczy GridMotion został uruchomiony w 2017 r. przez konsorcjum firm w składzie: Grupa PSA, Direct Energie, Enel, Nuvve, Proxiserve, a także Politechnikę Duńską.

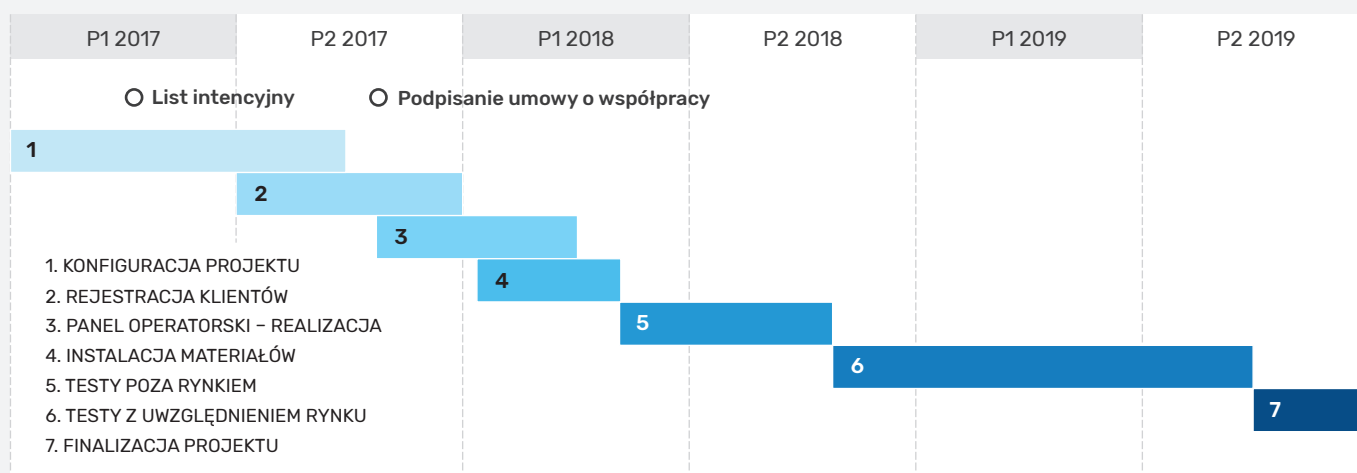
Podmioty połączyły swoje doświadczenia dotyczące rozwoju systemów V2G. Projekt stanowi odpowiedź na wyzwania w zakresie klimatu i energii, w obliczu których stoją społeczności na całym świecie. Sprostanie tym wyzwaniom wymaga wypracowania nowych modeli zarządzania energią i jej dystrybucji.

Projekt GridMotion ma wykazać korzystny wpływ pojazdów EV na stabilność sieci i oszacować możliwe oszczędności dla użytkowników tych pojazdów, które mogą uzyskać pod warunkiem wprowadzenia inteligentnego ładowania i rozładowania za pośrednictwem systemu V2G.

W projekcie biorą udział dwie grupy użytkowników EV:

- 50 właścicieli samochodów Peugeot iOn, Partner Electric, Citroën C-Zero lub Berlingo Electric, którzy testują „inteligentne” jednokierunkowe ładowanie, zgodnie z ich potrzebami w zakresie mobilności, gdy ceny energii elektrycznej są na ogół niższe (nocą).
- Flota 15 EV Peugeot iOn lub Citroën C-Zero z elektrycznymi stacjami ładowania Enel, testującymi „inteligentne” ładowanie i rozładowywanie z wykorzystaniem systemu V2G. Założono, że pojazdy EV będą ładowane w okresach nadmiaru energii elektrycznej w sieci, zaś energia ta będzie do niej odprowadzana w okresach szczytowego zapotrzebowania.

Wyniki projektu GridMotion zostaną opublikowane pod koniec 2019 r.



Źródło: Armand Peugeot Chaire Conference.

**CELE
GŁÓWNE**

Stabilizacja sieci elektroenergetycznej

Budowa modelu społeczeństwa efektywnie zarządzającego energią

Współpraca nauki i biznesu na rzecz nowych modeli biznesowych

**CELE
SZCZEGÓŁOWE**

Cel biznesowy: **UŻYTKOWNIK EV**

Budowa usługi V2G dla użytkowników EV

Uzyskanie dodatkowych dochodów dla użytkowników EV

Cel biznesowy: **SEE**

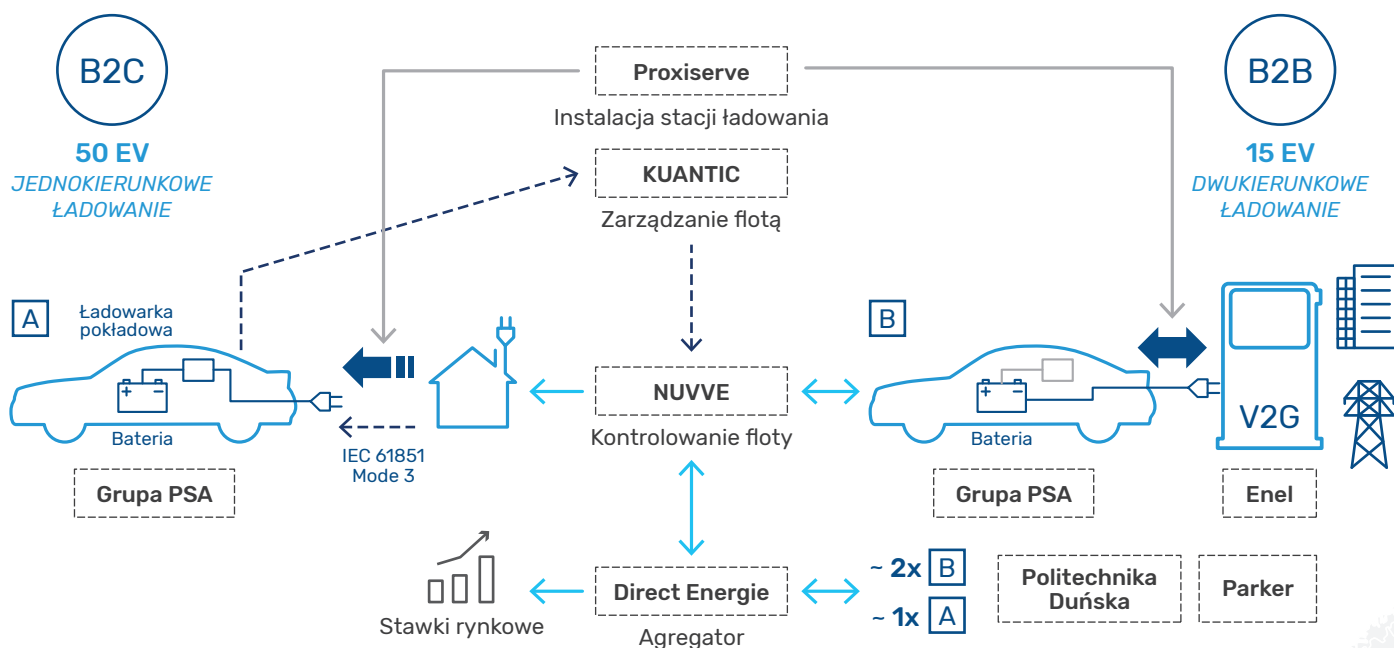
Poprawa bezpieczeństwa i niezawodności SEE

Poprawa parametrów jakościowych energii elektrycznej

KARTA INFORMACYJNA PROJEKTU

Lokalizacja	Francja
Główni interesariusze	<p>Grupa PSA Rekrutacja klientów i zarządzanie projektem</p> <p>Direct Energie Pełnienie funkcji agregatora i składanie ofert na rynkach energii elektrycznej i rezerw, co umożliwia elastyczność akumulatorów pojazdów elektrycznych</p> <p>Nuvve Kontrolowanie wzorców ładowania/rozładowywania pojazdów EV</p> <p>Enel Dostarczenie dwukierunkowych stacji ładowania V2G i wiedzy w zakresie inteligentnych sieci przesyłowych</p> <p>Proxiserve Zainstalowanie stacji ładowania B2C i B2B</p> <p>Politechnika Duńska Zapewnienie wsparcia naukowego i systemów testowania</p>
Koncepcja	<p>Ładowanie pojazdów EV, gdy ceny energii elektrycznej są niskie a rozładowywanie, gdy ceny te są wysokie</p> <p>Zapewnienie usług równoważenia sieci poprzez krótkie cykle ładowania i rozładowywania, przeprowadzane zgodnie z potrzebami w zakresie mobilności</p>
Obszary tematyczne	Aspekty techniczne, aspekty prawne, marketing, akceptacja klientów, modele biznesowe
Uwarunkowania	<p>Znaczący wzrost liczby użytkowników pojazdów EV</p> <p>Pogarszająca się jakość powietrza</p> <p>Rozwój OZE</p> <p>Postęp technologiczny</p> <p>Rozwój DSM</p>
Wyzwania	<p>Pojazdy EV jako dodatkowe obciążenie sieci</p> <p>Integracja Smart Grid i pojazdów EV</p>

Źródło: Opracowanie własne.



Źródło: Armand Peugeot Chaire Conference.

6.3. Projekt: Zrównoważone Porto Santo (Portugalia)

Francuski producent samochodów Renault oraz portugalski dostawca energii Empresa de Electricidade da Madeira (EEM) planują stworzyć na wyspie Porto Santo nowatorski system energetyczny. W lutym 2018 r. rozpoczęli oni realizację projektu pt. „Sustainable Porto Santo – Smart Fossil Free Island”.

Czas trwania projektu określono na 18 miesięcy. Jego idea jest przyspieszenie transformacji energetycznej i ograniczenie emisji CO₂ na wyspie w możliwie największym stopniu. W projekcie, oprócz EEM i Renault, uczestniczą także inni partnerzy: francuski wykonawca instalacji elektrycznych i telekomunikacyjnych Bouygues Energies et Services, niemiecki dostawca rozwiązań do ładowania The Mobility House i szwedzko-szwajcarski koncern ABB, pełniący wiodącą rolę w zakresie rozwoju układów automatyki i systemów elektroenergetycznych.

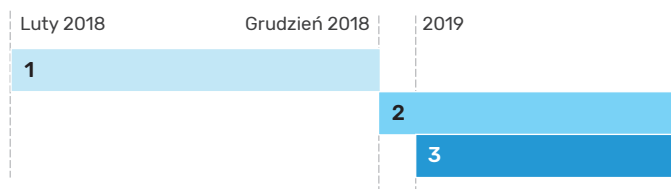
Główne komponenty projektu stanowią: samochody elektryczne, magazyny energii, inteligentna sieć ładowania oraz technologia V2G. Komponenty te, współdziałając ze sobą, stworzą inteligentny ekosystem elektryczny.



Źródło: Materiały prasowe Grupy Renault i firmy EEM.

Projekt składa się z trzech etapów, których realizacja ma pozwolić na wzrost udziału energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym Porto Santo, co ma prowadzić do zwiększenia niezależności energetycznej wyspy.

REALIZACJA PROJEKTU – 18 miesięcy



ETAP 1

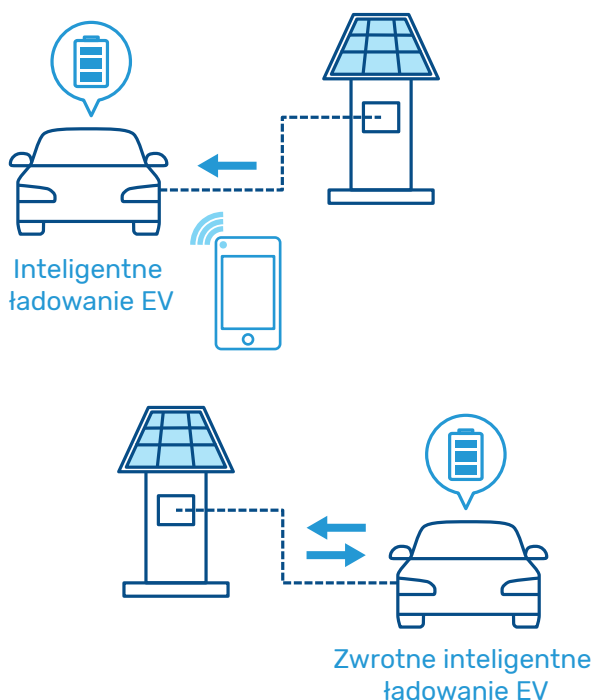
20 ochotników – mieszkańców Porto Santo, będzie poruszało się modelami Renault ZOE i Kangoo Z.E., wykorzystując je w codziennym ruchu. Pojazdy EV będą korzystały z 40 punktów ładowania zainstalowanych na całej wyspie przez Renault i EEM.

ETAP 2

Pojazdy EV posłużą jako mobilne magazyny energii. Dzięki technologii V2G będą oddawać energię elektryczną do sieci w okresach szczytowego zapotrzebowania.

ETAP 3

Częściowo zużyte baterie litowo-jonowe pochodzące z samochodów Renault zostaną wykorzystane do gromadzenia energii wytwarzanej przez farmy wiatrowe i ogniwa fotowoltaiczne zlokalizowane na terenie Porto Santo. Podobnie jak w przypadku technologii V2G, magazyny stacjonarne zapewnią dodatkowe źródło energii w okresach, gdy będzie najbardziej potrzebna.



Źródło: Materiały prasowe Grupy Renault i firmy EEM.

KARTA INFORMACYJNA PROJEKTU

Lokalizacja i populacja	Wyspa Port Santo (Portugalia); pow. 42,5 tys. km ² ; 5,5 tys. mieszkańców
Główni interesariusze	Empresa de Electricidade da Madeira (EEM) Władze Madery
Pozostali partnerzy	Renault Bouygues Energies et Services The Mobility House ABB
CAPEX projektu	2 500 000 EUR
Data rozpoczęcia	Luty 2018 r.
Grupa tematyczna	Pojazdy EV, magazyny energii, Smart Grid, V2G, OZE (farmy wiatrowe i ogniwa fotowoltaiczne)
Cel główny	Wzrost udziału energii odnawialnej z 15% do 30% w produkcji energii elektrycznej, głównie w wyniku wykorzystania energii wiatrowej i fotowoltaicznej
Cele szczegółowe	ŚRODOWISKOWE Stanowi element europejskiej strategii 20-20-20. Jego celem jest zastąpienie paliw kopalnych energią odnawialną SPOŁECZNO-EKONOMICZNE Zwiększenie konkurencyjności lokalnej gospodarki poprzez wzrost lokalnego zatrudnienia i większe możliwości rozwoju dla lokalnych firm
Oczekiwany poziom i zakres wykorzystania projektu	Zbudowanie modelu inteligentnego ekosystemu elektrycznego, który można wykorzystać na innych wyspach i w ekologicznych dzielnicach miast

Źródło: Opracowanie własne.

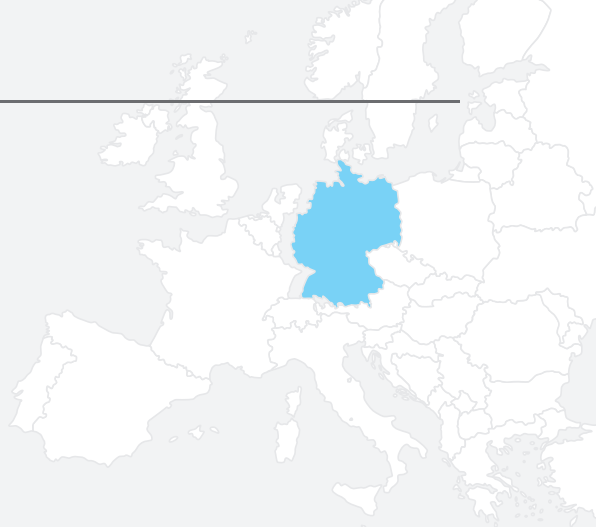
6.4. Projekt: TenneT, The Mobility House & Nissan (Niemcy)

Niemiecki OSP TenneT, dostawca usług energetycznych The Mobility House oraz Nissan rozpoczęli w marcu 2018 r. realizację pilotażowego projektu, bazującego na technologii V2G. Celem tego projektu jest zbadanie wpływu wykorzystania potencjału akumulatorów pojazdów EV na stabilność pracy sieci energetycznej.

W fazie projektowej pojazdy elektryczne marki Nissan są używane jako mobilne systemy magazynowania energii w obszarze kontroli TenneT, czyli w północnej i południowej części Niemiec, w celu bezpośredniego bilansowania zapotrzebowania na moc. Dzięki technologii V2G akumulatory EV mogą magazynować energię elektryczną, a także dostarczać ją z powrotem do sieci, jeśli jest to konieczne. Zastosowane w projekcie oprogramowanie do zarządzania obciążeniem zostało opracowane przez The Mobility House.

Realizowany pilotaż jest jednym z projektów wykorzystujących technologię blockchain, którego celem jest rozładowanie wąskich gardeł przesyłowych w sieci. Interfejs pojazd-sieć stanowi bowiem efektywny instrument sterowania wytwarzaniem energii odnawialnej, które jest silnie uzależnione od warunków pogodowych. W Niemczech, ze względu na rosnący udział energii odnawialnej i lokalizację jej źródeł na północy kraju, wąskie gardła w sieci przesyłowej coraz bardziej utrudniają jej przesył do uprzemysłowionych południowych regionów. Jak podaje TenneT, tylko w 2017 r. koszty zapobiegania ich skutkom wyniosły ok. miliarda EUR i zostały ostatecznie poniesione przez odbiorców energii elektrycznej w ramach opłaty sieciowej. Wstępne wyniki pilotażu będą dostępne w pierwszym kwartale 2019 r.

Po udanej realizacji projektu, pojazdy EV mogłyby być wykorzystywane, w większej niż dotychczas skali, jako źródła energii stabilizujące funkcjonowanie sieci w Niemczech.



KARTA INFORMACYJNA PROJEKTU

Lokalizacja	Niemcy
Partnerzy	TenneT The Mobility House Nissan
Data rozpoczęcia	Marzec 2018 r.
Uwarunkowania	Niestabilna produkcja energii elektrycznej przez farmy wiatrowe Potencjał technologii V2G
Cel główny	Stabilizacja pracy SEE
Cele szczegółowe	Utrzymywanie oraz przywracanie zbilansowania lokalnych SEE Redukcja kosztów wąskich gardeł w sieci przesyłowej
Wstępne wyniki	I kwartał 2019
Oczekiwany poziom i zakres wykorzystania projektu	Wykorzystywanie pojazdów EV jako źródeł energii stabilizujących pracę sieci w Niemczech

Źródło: Opracowanie własne.



Źródło: Nissan.

7. Studium przypadku: implementacja systemów V2G

7.1. V2G w centrum badawczo-rozwojowym firmy Nissan w Wielkiej Brytanii

Firma Nissan i spółka energetyczna Enel podjęły wspólne działania na rzecz wdrożenia inteligentnej mobilności w Europie. W listopadzie 2016 r. w centrum badawczo-rozwojowym Nissan Technical Centre Europe (NTCE) w Wielkiej Brytanii zainstalowano osiem ładowarek, które umożliwiają zarówno ładowanie akumulatorów samochodowych, jak i oddawanie nadwyżek energii z powrotem do sieci.

Centrum NTCE, jako pierwsza placówka Nissan Europe, rozpoczęło użytkowanie systemu V2G w warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Ładowarki V2G, skonstruowane wspólnie przez Nissan i Enel, zostały udostępnione do użytku wszystkim pracownikom tego centrum. Współpracują one z EV marki Nissan w ramach inteligentnego systemu zarządzania energią.



Źródło: Materiały prasowe Nissan i Enel.

Instalacja i eksploatacja systemu V2G w centrum NTCE stanowiła ważny krok w realizacji strategii firm Nissan i Enel. Zgodnie z jej założeniami modele Nissan LEAF* i e-NV200 oraz technologie zarządzania energią mogą odegrać kluczową rolę w budowie zrównoważonych i wydajnych SEE.

* Nissan LEAF jest niemal całkowicie produkowany w Wielkiej Brytanii.

Pierwszy komercyjny kontrakt na wdrożenie oraz eksploatację systemu V2G został podpisany z duńskim dostawcą mediów komunalnych Frederiksberg Forsyning.

7.2. Komercyjny koncentrator V2G w Danii

Pierwsza na świecie w pełni komercyjna instalacja V2G została uruchomiona w sierpniu 2016 r. w Danii.

Instalacja stanowiła kolejny efekt współpracy między globalnym producentem samochodów Nissan, wielonarodową spółką energetyczną i pionierem technologii inteligentnych sieci elektroenergetycznych Enel i kalifornijską firmą Nuvve, która jest czołowym dostawcą usług w segmencie V2G.



Źródło: Materiały prasowe Nissan i Enel.

W PEŁNI KOMERCYJNY KONCENTRATOR V2G

Instalacja umożliwiająca połączenie EV z SEE

W „pełni komercyjny” czyli oparty wyłącznie na komponentach i technologiach, które może zakupić konsument, począwszy od pojazdów elektrycznych, poprzez stanowiska ładowania, aż po platformę zarządzającą systemem V2G.

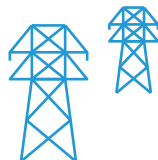
Zapowiedzią uruchomienia w pełni funkcjonalnego koncentratora V2G była umowa partnerska, podpisana przez firmę Nissan i Enel w grudniu 2015 r. w Paryżu, podczas 21 Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie Zmian Klimatu.

Zgodnie z oczekiwaniami obu partnerów projektu, koncentrator V2G stanowi jeden z obszarów innowacji w zakresie zrównoważonego rozwoju, dzięki któremu istnieje możliwość ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, z korzyścią dla obecnych i przyszłych pokoleń.

OCZEKIWANY PRZEZ PARTNERÓW PROJEKTU POZIOM FUNKCJONALNOŚCI KONCENTRATORA V2G



Pojazdy EV będą stanowić integralny element przyszłych systemów zarządzania energią



Zwiększenie stabilności sieci i integracja OZE ze strukturą wytwórczą



W pełni komercyjna integracja technologii V2G stanowi punkt zwrotny dla jej szerszego wdrożenia w komercyjnej skali w całej Europie

Źródło: Opracowanie własne.

Pierwszym klientem, u którego na warunkach komercyjnych wdrożono instalację V2G, jest duński dostawca mediów komunalnych Frederiksberg Forsyning, który zakupił 10 w pełni elektrycznych pojazdów dostawczych Nissan e-NV200. Na firmowym parkingu, w kopenhaskiej siedzibie tego przedsiębiorstwa, pojazdy będą podłączane do dziesięciu nowo zainstalowanych modułów V2G firmy Enel.

Za ich pośrednictwem e-NV200 będą zarówno pobierać energię, jak i oddawać ją do krajowej sieci w zależności od zapotrzebowania, pełniąc rolę mobilnych magazynów energii. Nominalna łączna moc udostępniana przez 10 kW ładowarki V2G firmy Enel wynosi ok. 100 kW. Sterowanie instalacją V2G zapewnia inteligentna platforma agregacyjna GIVe, przygotowana przez firmę Nuvve.

CELE I ZADANIA POSZCZEGÓLNYCH INTERESARIUSZY

NISSAN
MOTOR CO.

ZADANIE

Dostawca 10 elektrycznych dostawczych Nissanów e-NV200

CEL

Wdrożenie inteligentnej elektromobilności

ENEL

Dostawca 10 modułów V2G o łącznej mocy 100 kW

Wdrożenie i eksploatacja modułów V2G

NUVVE

Dostawca inteligentnej platformy agregacyjnej GIVe, sterującej przepływem mocy między siecią a pojazdami EV

Rozwój zastosowań komercyjnych technologii V2G

FREDERIKSBERG
FORSYNING

Użytkownik koncentratora V2G

Stanie się aktywnym uczestnikiem duńskiego systemu zarządzania energią

ENERGINET.DK

Duński operator SEE

Wykorzystanie wniosków z komercyjnego wdrożenia koncentratora V2G pod kątem lepszej integracji pojazdów EV z SEE oraz świadczenia usług stabilizujących pracę sieci



Frederiksberg, Dania

Źródło: Materiały prasowe Nuvve.

Wstępne wnioski z komercyjnego wdrożenia instalacji V2G, po rocznej jego eksploatacji, opublikowano pod koniec 2017 r.

Wynika z nich m.in., że użytkownik pojazdu EV za świadczenie usług V2G, wypracował dodatkowy dochód w wysokości średnio 1400 EUR/rok/EV.

POJAZDY EV

10
elektrycznych dostawczych Nissanów e-NV200

POJEMNOŚĆ AKUMULATORA

24 kWh

ŁADOWARKI V2G

10
modułów Enel V2G CHAdeMO

MOC NOMINALNA ŁADOWARKI

10 kW

MOC UŻYTECZNA ŁADOWARKI

9,25 kW

DOSTĘPNOŚĆ EV

16:00–06:00
(poniedziałek–piątek)
00:00–24:00
(sobota–niedziela)

LICZBA GODZIN

6150
godz./rok/EV

ŚREDNIA CENA ENERGII DOSTARCZANEJ DO SEE

26,55 EUR
/MWh
(08.2016–08.2017)

DOCHÓD ZE SPRZEDAŻY ENERGII

1400 EUR/rok/EV

Źródło: Opracowano na podstawie materiałów prasowych Nuvve.

8. Potencjał implementacji technologii V2G w Polsce

Spotęgowany w skali globalnej rozwój elektromobilności, napędzany postępowaniem w zakresie nowych technologii i systemów komunikacji, polityką ochrony środowiska oraz dążeniem do redukcji zależności od importu ropy naftowej, prowadzi do zmiany pozycji sektora elektromobilności w strukturze gospodarki Polski. Z perspektywy rządu polskiego jest on bowiem postrzegany jako model biznesowy o ogromnym potencjale. Plan Rozwoju Elektromobilności opracowany przez Ministerstwo Energii określa korzyści związane z upowszechnieniem stosowania EV w Polsce oraz identyfikuje potencjał gospodarczy i przemysłowy, które mogą być wykorzystane do osiągnięcia tych korzyści. Wskazuje na, związaną z elektryfikacją motoryzacji, możliwość poprawy jakości powietrza, bezpieczeństwa energetycznego państwa czy potrzebę rozwoju nowych technologii.

Technologia V2G w sposób naturalny wpisuje się w ramy usług zarządzania popytem na energię elektryczną (DSM). Polskie Sieci Elektroenergetyczne (PSE) rozwijają paletę usług w zakresie dobrowolnej redukcji zapotrzebowania na moc zgodnie z zasadą neutralności technologicznej. Oznacza to, że na rynku nie pojawi się dedykowana usługa dla operatorów V2G – ale operatorzy tacy oferują rosnący w tempie upowszechniania się EV w Polsce potencjał dla agregatorów aktywów energetycznych uczestniczących w programach DSR. Agregator na wezwanie PSE zobowiązany jest zagwarantować redukcję zapotrzebowania na moc – ale posługuje się tu rachunkiem kosztów w ramach swojego portfela aktywów. Wykonanie takiej usługi za pośrednictwem floty EV wykorzystujących technologię V2G może być jednym z najbardziej efektywnych kosztowo sposobów odpowiedzi na zapotrzebowanie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego.

Struktura modelu biznesowego elektromobilności w Polsce uzależniona będzie od kilku istotnych czynników. Obecnie za najważniejszą z sił napędowych jej rozwoju uznaje się postęp technologiczny. Szczególnie duży potencjał tego rozwoju tkwi w wykorzystaniu technologii V2G.

Dwukierunkowy przepływ energii między EV i SEE daje możliwość rozwoju łańcucha wartości ekosystemu elektromobilności. **Projekty pilotażowe oraz komercjalizacja technologii V2G wskazują, iż technologia ta stanowi gotowe do wdrożenia rozwiązanie, którym można wesprzeć – rozwój bezpiecznej, czystej i innowacyjnej gospodarki w Polsce.**

Oczywiście liczba EV poruszających się po polskich drogach jest wciąż niewielka, jednak w dającej się przewidzieć przyszłości będzie ona systematycznie rosła, co potwierdzają prognozy. **Wykorzystanie potencjału tkwiącego w dużym rozproszeniu stacji ładowania oraz energii zmagazynowanej w pojazdach EV może przynieść wiele korzyści dla Polski, w wymiarze gospodarczym, środowiskowym i społecznym.**

Dokonujące się zmiany na rynku energii elektrycznej w Polsce prowadzą do przesunięcia punktów ciężkości strategii inwestycyjnych z energetyki wielkoskalowej na energetykę rozproszoną. Rosnąca liczba układów technologicznych, wykorzystujących odnawialne źródła energii, których produkcja cechuje się dużą zmiennością, stwarza operatorom systemów dystrybucyjnych problemy związane z bilansowaniem energii elektrycznej. Obiecującym rozwiązaniem tych problemów jest wykorzystanie pojazdów EV jako rozproszonych magazynów energii elektrycznej, gromadzących jej nadmiar, wytworzony w elektrowniach fotowoltaicznych i wiatrowych. **Dzięki technologii V2G, współpraca EV z siecią może być źródłem szeregu pozytywnych efektów i korzyści ekonomicznych.**

Baterie EV umożliwiają bowiem uwolnienie energii elektrycznej w okresach wyższego popytu na nią, co wiąże się z jej wysokimi cenami. Daje to możliwość osiągania dochodów ze sprzedaży zmagazynowanej energii, co obniża koszty eksploatacji i zwiększa zainteresowanie Polaków zakupem pojazdów EV.

Dostęp do dodatkowych, czyli mobilnych źródeł energii, umożliwia lepsze wykorzystanie technicznej infrastruktury sieci i elektrowni konwencjonalnych. Ma to szczególne znaczenie dla rozwiązania problemu niedoboru mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym. Zgromadzona w bateriach pojazdów EV energia może być więc wykorzystana przez operatorów sieci dystrybucyjnych do świadczenia usług zapewniających bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej oraz utrzymanie jej pożądanych parametrów jakościowych.

W szczególności energia ta może ułatwiać podejmowanie działań związanych z bilansowaniem mocy na terenie, na którym często występują przeciążenia sieci oraz rezerwowym lokalnym jej zasilaniem w stanach awaryjnych.

Istotnym argumentem przemawiającym za upowszechnianiem technologii V2G na polskim rynku jest też dążenie do poprawy bezpieczeństwa środowiskowego.

Zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych, dzięki mobilnym magazynom energii, może bowiem oznaczać mniejsze ilości energii elektrycznej wytwarzanej z paliw kopalnych. W konsekwencji, niższa będzie emisja CO₂ oraz wyższa jakość powietrza w polskich miastach.

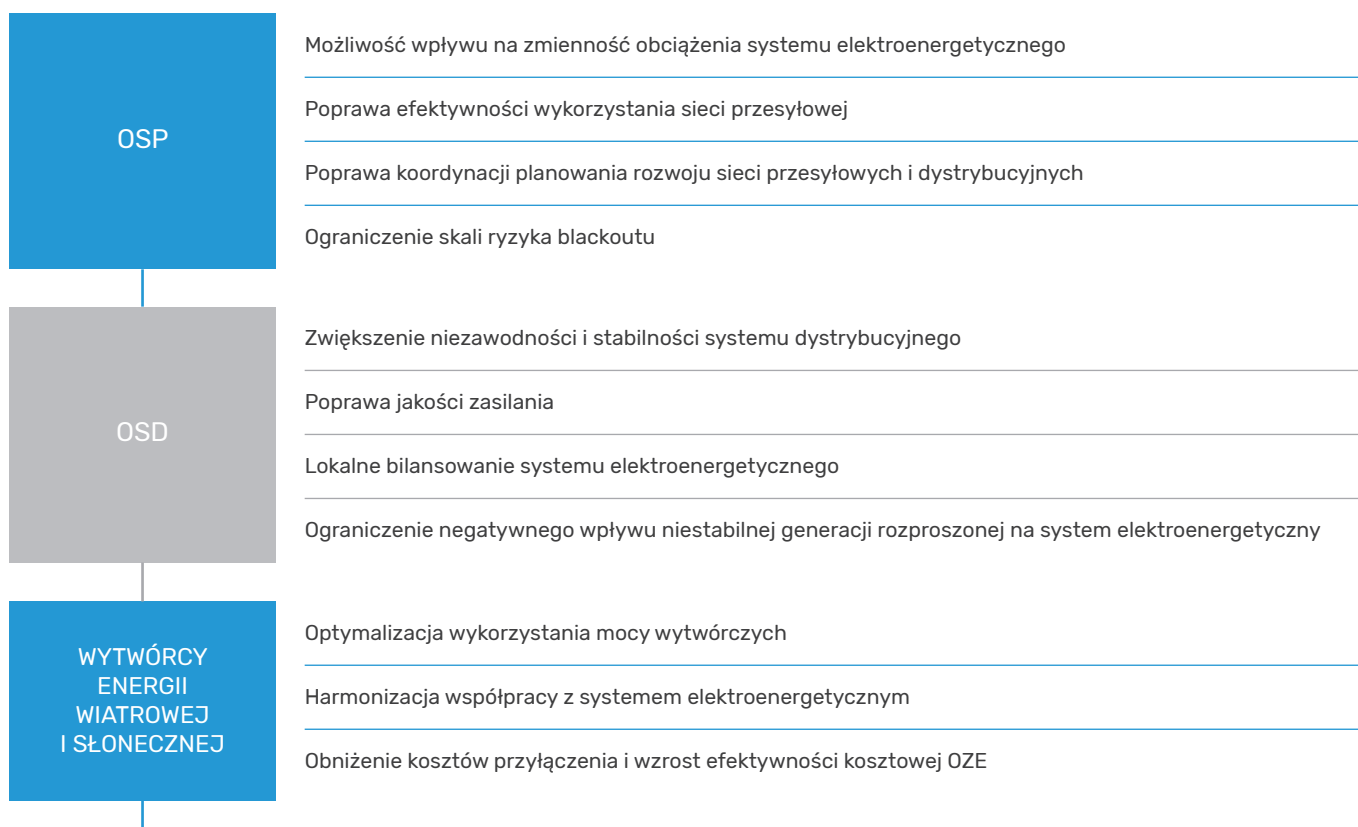
Za komercjalizacją technologii V2G przemawia także dążenie Polski do ograniczenia zużycia ropy naftowej, która wykorzystywana jest m.in. do napędzania pojazdów.

Obecnie Polska importuje ok. 96% surowców i produktów ropopochodnych, co generuje wydatki na poziomie 10-20 mld USD rocznie i znacząco obciąża bilans wymiany międzynarodowej.

Jednocześnie rosnący popyt i koszty wydobycia ropy naftowej mają istotny wpływ na wzrost jej cen na rynkach światowych, co powoduje wzrost kosztów działalności produkcyjnej oraz kosztów transportu. **Mimo negatywnych trendów w ostatnich latach, Polska jest samowystarczalna w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną. Możliwość zagospodarowania odnawialnych źródeł energii, dzięki wykorzystaniu technologii V2G, może przyczynić się do spadku wrażliwości społecznej na zmiany cen ropy naftowej, z jednoczesnym respektowaniem założeń polityki klimatycznej i energetycznej UE w zakresie wytwarzania energii elektrycznej.**

Technologia V2G może również istotnie wpłynąć na rozwój usług zarządzania popytem na energię elektryczną (DSM), co oznacza aktywne uczestnictwo jej odbiorców w rynku energii elektrycznej i ich włączenie w działania na rzecz poprawy efektywności i elastyczności energetycznej oraz zmniejszenie zużycia tej energii.

ŁAŃCUCH WARTOŚCI W RAMACH IMPLEMENTACJI TECHNOLOGII V2G W POLSCE





Źródło: Opracowano na podstawie T. Dec, Wschodni Oddział Terenowy URE z siedzibą w Lublinie, analiz, artykułów i materiałów prasowych.

8.1. Wnioski i rekomendacje dla Polski

WNIOSKI

Łańcuch wartości technologii V2G ma bardzo duży potencjał, ale znajduje się nadal na początkowym etapie swojego rozwoju.

Przyspieszając uniwersalizację technologii wytwórczych w obszarze energetyki odnawialnej oraz innowacyjnych usług zarządzania popytem i podażą na rynku energii elektrycznej, technologia V2G mogłaby stanowić jeden z istotnych elementów transformacji energetycznej Polski.

Jak wskazują doświadczenia państw Europy, rozwój łańcucha wartości technologii V2G wymaga wyeliminowania barier o charakterze systemowo-rynkowym, prawnym, infrastrukturalno-technologicznym i ekonomicznym, co w konsekwencji będzie sprzyjało usunięciu przeszkód o charakterze społecznym.

Wykorzystanie przez Polskę potencjału rozwoju łańcucha wartości technologii V2G wymagać będzie podjęcia wielowymiarowych działań.

REKOMENDACJE

01

Dążenie do stworzenia trwałych form i płaszczyzn współpracy biznesowej między sektorem publicznym a prywatnym, przy czym podejmowane działania powinny być spójne zarówno wertykalnie (władza centralna – regionalna – lokalna), jak i horyzontalnie (rząd – ośrodki badawcze – biznes).

02

Otwartość na współpracę w ramach łańcucha wartości V2G, która powinna być pobudzana m.in. poprzez: udział w wizytach studyjnych; nawiązywanie relacji z regionami czy miastami partnerskimi zaangażowanymi w realizację projektów pilotażowych i wdrożeniowych technologii V2G; działania networkingowe; aktywne tworzenie oraz włączanie się w międzynarodowe projekty badawcze w zakresie technologii V2G.

03

Określenie długoterminowej wizji politycznej, stanowiącej podstawę przewidywalności i pewności planowanych projektów pilotażowych i wdrożeniowych w zakresie wydłużania i poszerzania łańcucha wartości V2G.

04

Ustawowe unormowanie kwestii związanych z możliwością świadczenia usług i uzyskiwania wynagrodzenia przez użytkowników pojazdów EV za świadczenie usług na rzecz stabilności SEE, zwłaszcza w okresach zwiększonego popytu na energię elektryczną.

05

Utworzenie, przez rząd i władze samorządowe, systemu zamówień przedkomercyjnych.

06

Wykorzystanie potencjału systemu wymaga wprowadzenia odpowiednich zapisów ustawowych, dotyczących rozwoju infrastruktury technologii V2G oraz możliwości wykorzystania EV jako mobilnych magazynów energii. Stworzenie ram regulacyjnych dla rozwoju technologii V2G powinno być spójne z ustawą Prawo zamówień publicznych.

07

Zachęcanie do inwestowania w technologię V2G, co wymaga wdrożenia ukierunkowanych instrumentów finansowych w celu zmniejszenia ryzyka prywatnych inwestycji w technologię. Jednocześnie skoncentrowanie się na poszukiwaniu i tworzeniu dodatkowych sposobów finansowania, niezwiązanych z wykorzystaniem środków UE, w tym funduszy celowych i instytucji partnerstw publiczno-prywatnych.

08

Wdrażanie i upowszechnianie instrumentów ekonomicznych zorientowanych na czynnik społeczny, w celu osiągnięcia koniecznej masy krytycznej. Należy jednocześnie podkreślić potrzebę odpowiedniej synchronizacji i koordynacji czasowej podejmowanych działań w tym zakresie. Pozwoli to odpowiadać na potrzeby konsumentów, przy jednoczesnym zachowaniu roli rynekotwórczej przez instytucje państwowe.

09

Pozyskanie zaufania i akceptacji społecznej poprzez przygotowanie kompendium najlepszych praktyk, dotyczących mało jeszcze znanej technologii V2G. Pomocne mogą być również kampanie informacyjne oraz inne narzędzia komunikacji, które mogą być wykorzystane do wskazywania korzyści ekonomicznych, społecznych i środowiskowych wynikających z zastosowania tej technologii.

PODSUMOWANIE

Na całym świecie coraz więcej uwagi poświęca się nowym koncepcjom mobilności, wykorzystującym pojazdy elektryczne. Postęp technologiczny oraz przykłady kolejnych projektów pilotażowych coraz silniej wskazują na możliwości aplikacyjne dwukierunkowego transferu energii między pojazdem elektrycznym a siecią elektroenergetyczną.

Technologia V2G znana jest od kilku lat, jednak obecnie, dzięki współpracy przedstawicieli biznesu, nauki i polityki, podjęto dyskusje dotyczące możliwości wykorzystania jej potencjału w procesie budowy inteligentnej sieci i inteligentnego miasta.

Dwukierunkowy przepływ energii między pojazdem elektrycznym a siecią stwarza techniczne możliwości głębokiej konwergencji systemu transportowego i elektroenergetycznego. Ideą stojącą za tym rozwiązaniem jest zoptymalizowanie wykorzystania energii odnawialnej, co jest zgodne z polityką energetyczną i klimatyczną Unii Europejskiej. Wykorzystanie pojazdów elektrycznych jako mobilnych magazynów energii może okazać się efektywne w zakresie bilansowania systemów elektroenergetycznych.

W systemach elektroenergetycznych z generacją rozproszoną, głównie farm wiatrowych i ogniw fotowoltaicznych, znacząco wzrasta rola pojazdów elektrycznych jako magazynów energii. Nowa funkcjonalność pojazdów elektrycznych może być z powodzeniem wykorzystana przez uczestników procesu wytwarzania, przesyłu, dystrybucji i konsumpcji energii, a w szczególności przez operatorów systemów dystrybucyjnych i przesyłowych i ich właścicieli. Odpowiednie sterowanie mobilnymi źródłami energii może przyczynić się do eliminacji barier technicznych w rozwoju OZE, zrównoważonego i sprawnego działania sieci oraz uzyskania wymiernych efektów ekonomicznych.

Wdrożone projekty, obejmujące wykorzystanie technologii V2G oraz plany wsparcia kolejnych projektów, m.in. przez rząd Wielkiej Brytanii, otwierają kolejny etap rozwoju ekosystemu elektromobilności.

OPINIA

Przemysłowy Instytut Motoryzacji

Wdrożenie technologii inteligentnego, dwukierunkowego systemu wymiany energii pomiędzy pojazdem elektrycznym a siecią elektroenergetyczną – V2G (ang. Vehicle to Grid), ma przede wszystkim na celu wyrównanie poziomu zużycia energii elektrycznej w skali kraju, bądź obszaru, skutkiem czego ma być zniwelowanie dolin oraz szczytów energetycznych. Cały proces ma być zrealizowany poprzez oddawanie energii z baterii elektrochemicznych pojazdów elektrycznych w czasie szczytowego zapotrzebowania społeczeństwa na energię elektryczną oraz przez masowe ładowanie tych pojazdów w nocy, gdy zapotrzebowanie na energię spada. W tym celu niezbędne jest podjęcie działań legislacyjnych zmierzających do prawnego unormowania sposobu rozliczeń między operatorem sieci, a potencjalnymi użytkownikami chcącymi udostępnić swój pojazd jako mobilny magazyn energii. W pierwszych stadiach rozwoju technologii V2G zaangażowanie użytkowników w rozwój technologii może być nieefektywne i nieopłacalne, w związku z czym warto rozważyć możliwość prowadzenia projektów badawczo-rozwojowych mających na celu opracowanie takiego systemu i przetestowanie go w mikroskali. Korzystnym aspektem współpracy przy takich projektach mogą być konsorcja jednostek badawczych z instytucjami posiadającymi flotę składającą się z pojazdów elektrycznych (np. firmy car sharingowe).

Implementacja takiego systemu na szerszą skalę wymaga odpowiednio przygotowanej infrastruktury związanej głównie z kontrolą jakości przesyłanej energii oraz samym jej przepływem, szczególnie w sieciach niskiego napięcia, która obecnie w kraju nie jest monitorowana w sposób ciągły. Tak więc podstawowym działaniem byłaby modernizacja polskiej sieci energoelektrycznej, ponieważ w przypadku niekontrolowanego procesu dwukierunkowego przesyłu energii z wielu rozproszonych magazynów energii na dużą skalę, oddziaływanie na sieć i generacja fluktuacji sieci mogłaby się okazać krytyczna w skutkach.

Z punktu widzenia operatora sieci, aby zastosowanie takiego systemu było zasadne i warte wdrożenia wymagane jest stworzenie początkowo programu pilotażowego, a następnie próba implementacji rozwiązania na szeroką skalę.

Jednakże obecna liczba pojazdów elektrycznych w Polsce jest niewielka i nie pozwalałaby zaobserwować zmian w dobowym poborze energii elektrycznej nawet dla pojedynczego regionu kraju. Aby umożliwić korzystanie z systemu V2G potencjalnym prosumentom posiadającym pojazdy elektryczne należy wyposażyć domowe instalacje w dwukierunkowe liczniki energii, przystosować stacjonarne punkty ładowania do oddawania energii w trakcie trwania szczytu energetycznego oraz opracować i wdrożyć odpowiedni system korzyści i zachęt dla potencjalnych użytkowników, aby nakłonić posiadaczy pojazdów elektrycznych do dobrowolnego korzystania z systemu. Barierą wynikającą ze strony posiadacza pojazdu elektrycznego, który miałby być użytkowany w systemie V2G może być proces degradacji magazynu energii, ogniwa elektrochemiczne posiadają ograniczoną liczbę cykli ładowania-rozładowania, po której ich nominalne napięcie spada poniżej wartości granicznej, wymaganej do sprawnego działania pojazdu elektrycznego, dlatego też, aby użytkownicy decydowali się na wielokrotne ładowanie i rozładowanie finansowe korzyści płynące z użytkowania systemu muszą pokryć również koszty amortyzacji magazynu energii.

Bez wątplenia jest to dziedzina warta dokładniejszej analizy i rozwoju, jednakże przy obecnym stanie krajowej elektromobilności i przemysłu energoelektrycznego, należy początkowo skupić się na rozbudowie infrastruktury, pracach badawczo-rozwojowych i opracowaniu rozwiązań niezbędnych do zastosowania takiego systemu najpierw w pojazdach i układach prototypowych, następnie w pojazdach flotowych. **Gdy technologia będzie dojrzała, zwiększy się liczba użytkowników samochodów elektrycznych, powstaną normalizacyjne akty prawne regulujące ten proces, a infrastruktura sieciowa będzie przystosowana do implementacji takich systemów, wtedy należy rozpocząć wdrażanie systemu na szerszą skalę.**

inż. Karol Żebrowski

Zakład elektromobilności
Przemysłowy Instytut Motoryzacji (PIMOT)

Napędzamy elektromobilność!

POLSKIE
STOWARZYSZENIE
PALIW ALTERNATYWNYCH
POLISH ALTERNATIVE
FUELS ASSOCIATION



member of
AVERE
The European Association
for Electromobility

pspa

Największa organizacja
branżowa, zajmująca się
kreowaniem rynku
elektromobilności i paliw
alternatywnych w Polsce



Wiedza na temat ryнку

Monitorujemy rynek EV
w Polsce i Europie oraz zmiany
w legislacji na poziomie krajowym
i europejskim. Dostarczamy
informacje, analizy i statystyki,
kluczowe dla rozwoju biznesu



Aktywny dialog branżowy

Zabiegamy o lepsze prawo,
reprezentując firmy wobec
administracji publicznej. Bierzymy
aktywny udział w konsultacjach
społecznych, opiniujemy projekty
aktów prawnych



Promocja EV i edukacja

Wydajemy raporty, realizujemy
badania i kampanie społeczne.
Organizujemy konferencje.
Zwiększamy wiedzę i budujemy
świadomość społeczną
w zakresie ekologicznego
transportu

POLSKIE STOWARZYSZENIE PALIW ALTERNATYWNYCH
00-332 Warszawa, ul. Oboźna 7/32

+48 507 686 158
biuro@pspa.com.pl
pspa.com.pl



pspa

integruje polskie i zagraniczne firmy z wielu branż, które wspólnie działają na rzecz ukształtowania odpowiedniego otoczenia gospodarczego, niezbędnego dla **rozwoju zero- i niskoemisyjnych technologii w transporcie**

POLSKIE
STOWARZYSZENIE
PALIW ALTERNATYWNYCH
POLISH ALTERNATIVE
FUELS ASSOCIATION



member of
AVERE
The European Association
for Electromobility

WYBRANE SKRÓTY

ACEA	Europejskie Stowarzyszenie Producentów Samochodów (<i>ang.</i> European Automobile Manufacturers Association)
BEV	Pojazd w pełni elektryczny (<i>ang.</i> Battery electric vehicle)
DSM	Zarządzanie stroną popytową w energetyce (<i>ang.</i> Energy Demand Side Management)
DSR	Obniżanie zapotrzebowania odbiorców na energię (<i>ang.</i> Demand Side Response)
EV	Pojazd zelektryfikowany (<i>ang.</i> Electric vehicle)
FCEV	Pojazd wodorowy, zasilany ogniwami paliwowymi (<i>ang.</i> Fuel cell electric vehicle)
ICT	Technologie informacyjne i komunikacyjne (<i>ang.</i> Information and communication technologies)
IEA	Międzynarodowa Agencja Energetyczna (<i>ang.</i> International Energy Agency)
OSD	Operator Systemu Dystrybucyjnego
OSP	Operator Systemu Przesyłowego
OZE	Odnawialne Źródła Energii
PHEV	Hybryda typu plug-in (<i>ang.</i> Plug-in hybrid electric vehicles)
SEE	System elektroenergetyczny
Smart Cities	Inteligentne, energooszczędne miasta
Smart Grid	Inteligentne sieci elektroenergetyczne
Smart Metering	Systemy inteligentnego pomiaru
V2G	System pojazd-sieć, w którym samochody elektryczne podłączone do ładowarek służą jako magazyn energii (<i>ang.</i> Vehicle to Grid)



Śpij spokojnie. Twój **samochód elektryczny** pracuje dla środowiska.

Jeździj w dzień, zarabiaj przez sen. Przygotuj się na punkt zwrotny w historii elektromobilności z przetomowymi rozwiązaniami V2G. Zeskanuj kod QR i dowiedz się więcej przed innymi.

Dołącz do elektrycznej rewolucji.



pspa | member of **AVERE**
The European Association
for Electromobility

POLSKIE STOWARZYSZENIE
PALIW ALTERNATYWNYCH

pspa.com.pl