

Vehicle to everything

POJAZDY ELEKTRYCZNE NA DRODZE DO
ZWIĘKSZANIA ELASTYCZNOŚCI SYSTEMU

INSTYTUT REFORM

AUTORKI:

KLAUDIA JANIĆ, MARIA NIEWITAŁA-REJ

© Fundacja Instytut Reform, 2026

Powielanie dozwolone pod warunkiem podania źródła.

Autorzy

Klaudia Janik, Maria Niewiatała-Rej

Współpraca

Anna Malinowska, Aleksander Śniegocki

Opracowanie graficzne

Jacek Karaczun, Zofia Lasocka

Data publikacji

Luty 2026

Rekomendowane cytowanie:

Janik, K., Niewiatała-Rej, M. (2026), *Vehicle to everything. Pojazdy elektryczne na drodze do zwiększenia elastyczności systemu*, Warszawa, Polska: Instytut Reform.

Instytut Reform

office@ireform.eu | ul. Puławska 26/1, 02-512 Warszawa | www.ireform.eu

REFORM

Instytut Reform to niezależny think tank, którego celem jest ciągle doskonalenie polityk publicznych w Polsce, Europie i na świecie. Jednym z kluczowych obszarów działania Instytutu jest wsparcie transformacji energetycznej oraz ochrony klimatu.

Spis treści

Spis treści.....	2
Streszczenie	3
Słowniczek pojęć.....	4
1. Wprowadzenie.....	6
1.1 Czym jest V2X?	6
1.2 Regulacje unijne.....	7
1.3 Regulacje krajowe.....	8
1.4 Polska elektromobilność, czyli dokąd jedziemy.....	10
2. Korzyści z V2X.....	12
2.1 Większa autokonsumpcja.....	12
2.2 Mniej redysponowania OZE.....	12
2.3 Niższe koszty wytwarzania energii.....	13
2.4 Niższe koszty rozbudowy w sieci.....	14
2.5 Niższe moce szczytowe.....	14
2.6 Podsumowanie – jak V2X przełoży się na nasze rachunki	15
3. Bariery	16
3.1 Brak ram regulacyjnych.....	16
3.2 Taryfy i liczniki.....	16
3.3 Infrastruktura ładowania.....	17
3.4 Obawa o spadek żywotności baterii.....	18
4. Jak V2X wdrażają inne kraje?	19
5. Rekomendacje	20
Załącznik 1. V2G w innych krajach europejskich	23
Case study #1 – Wielka Brytania.....	24
Case study #2 – Dania	25
Case study #3 – Francja.....	26
Case study #4 – Holandia.....	27
Załącznik 2. Metodologia oszacowania korzyści	28
Załącznik 3. Regulacje dla infrastruktury ładowania	31

Streszczenie

Technologie V2H i V2G, czyli Vehicle-to-Home (pol. pojazd-dom) i Vehicle-to-Grid (pol. pojazd-sieć), to technologie, które pozwalają wykorzystać samochód elektryczny jako mobilny magazyn energii. Obie mieszczą się w szerszej koncepcji V2X – Vehicle-to-Everything (pol. pojazd-wszystko) – polegającej na wykorzystaniu możliwości jakie daje połączenie pojazdów elektrycznych z całym otoczeniem.

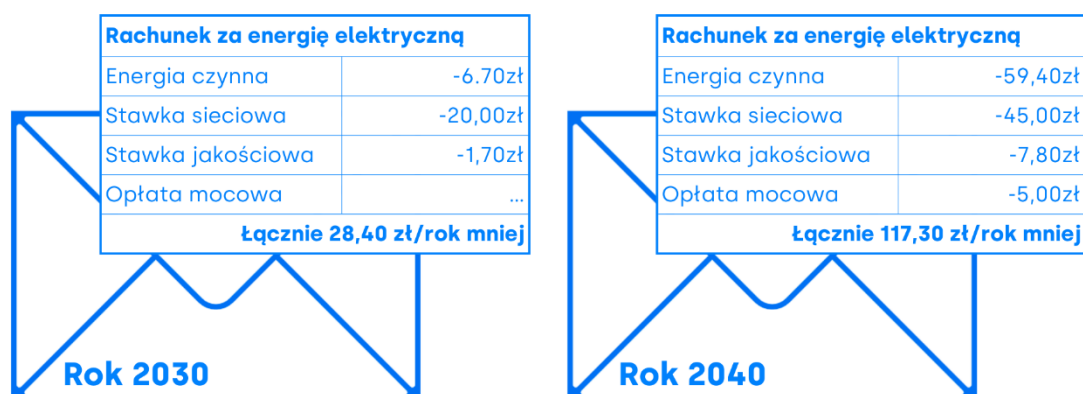
V2H może posłużyć w domach jednorodzinnych do **zwiększenia autokonsumpcji energii** z domowych instalacji fotowoltaicznych (PV) oraz **optymalizacji kosztów energii** w ramach taryfy dynamicznej. Z kolei V2G to szansa na współpracę baterii samochodów z siecią elektroenergetyczną jako element **DSR** (ang. Demand Side Response), czyli mechanizmu elastyczności po stronie odbiorców.

W perspektywie długoterminowej V2X w połączeniu z inteligentnym ładowaniem to szansa na osiągnięcie **systemowych korzyści** takich jak:

- zmniejszenie redysponowania OZE;
- zmniejszenie produkcji drogiej energii elektrycznej z gazu;
- niższe koszty rozbudowy sieci elektroenergetycznych;
- niższe zapotrzebowanie na moce szczytowe w systemie elektroenergetycznym.

W krótkim terminie rozwój technologii V2X – a w szczególności V2H – ma szansę obniżyć rachunki właścicieli samochodów elektrycznych nawet o 15-30%. Szczególnie duże korzyści będą mogły odczuć gospodarstwa domowe posiadające instalację PV oraz pompę ciepła. Jednocześnie wdrożenie współpracy samochodów elektrycznych z systemem elektroenergetycznym w ramach V2X na dużą skalę pozwoli na obniżenie kosztów sieciowych i systemowych dla wszystkich odbiorców energii. Łącznie wymiar tych korzyści może osiągnąć nawet 39 zł/MWh oszczędności w 2040 roku.

V2X to niższe rachunki za energię elektryczną dla wszystkich



**oszacowania wykonano dla gospodarstwa domowego o rocznym zużyciu energii na poziomie 3000 kWh*

Jednak do uwolnienia potencjału V2X potrzeba odpowiedniego otoczenia regulacyjnego, w tym wprowadzenia V2G i V2H do porządku prawnego, określenia zasad rozliczeń i taryfowania, a także dynamicznego rozwoju niezbędnej infrastruktury, czyli punktów ładowania obsługujących V2G oraz liczników inteligentnych.

Słowniczek pojęć

AFIR	<i>(Alternative Fuels Infrastructure Regulation)</i> – rozporządzenie w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych – jego celem jest zapewnienie spójnej i dostępnej infrastruktury paliw alternatywnych na terenie Unii Europejskiej
DSR	<i>(Demand Side Response)</i> – mechanizm elastyczności po stronie odbiorców energii elektrycznej, którzy dobrowolnie i czasowo redukują swoje zapotrzebowanie na prąd na żądanie operatora systemu przesyłowego, co pomaga stabilizować sieć w okresach jej przeciążenia, a odbiorcom oferuje dodatkowe przychody.
EV	<i>(Electric Vehicle)</i> – pojazd elektryczny
EPBD	<i>(Energy Performance of Buildings Directive)</i> – Dyrektywa w sprawie charakterystyk energetycznej budynków
FCR	<i>(Frequency Control Reserve – pol. Rezerwa Utrzymania Częstotliwości)</i> – usługa stabilizująca system elektroenergetyczny, która reaguje na wahania częstotliwości
<u>Krajowe ramy polityki w zakresie rozwoju rynku w odniesieniu do paliw alternatywnych w sektorze transportu i rozwoju odpowiedniej infrastruktury</u>	dokument opracowany przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska i przyjęty w formie uchwały Rady Ministrów nr 149 z dnia 28 października 2025 roku
Ocena potencjału V2G	<i>(Ocena potencjalnego wkładu dwukierunkowego ładowania w redukcję kosztów użytkowników i kosztów systemu oraz zwiększenie udziału energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w systemie elektroenergetycznym)</i> – opracowana przez Urząd Regulacji Energetyki, wynikająca z AFIR
PSNM	<i>(Polskie Stowarzyszenie Nowej Mobilności)</i> – organizacja branżowa, kreuująca rynek elektromobilności i technologii wodorowych w Polsce i w regionie CEE
RTE	<i>(Réseau de Transport d'Électricité)</i> – francuski operator systemu przesyłowego
SRI	<i>(Smart Readiness Indicator)</i> – wskaźnik gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci.

Ustawa o elektromobilności	(Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych – Dz. U. 2018 poz. 317) – akt prawny stanowiący ramy dla rozwoju elektromobilności w Polsce
V1G	Vehicle-one-Grid/smart charging – inteligentne zarządzanie ładowaniem pojazdu elektrycznego, kontrolujące czas, tempo i moc ładowania, aby optymalnie wykorzystywać energię i wspierać sieć energetyczną
V2G	Vehicle-to-Grid (pol. pojazd-sieć) – technologia umożliwia inteligentne sterowanie poborem energii oraz oddawaniem energii do sieci elektroenergetycznej.
V2H	Vehicle-to-Home (pol. pojazd-dom) – technologia umożliwia zasilanie domowych urządzeń elektrycznych energią zgromadzoną w baterii samochodu.
V2X	Vehicle-to-Everything (pol. pojazd-wszystko) – zbiór technologii polegających na stworzeniu sieci komunikacyjnej pojazdu elektrycznego (ang. Electric Vehicle – EV) z całym jego otoczeniem w celu zwiększenia komfortu i efektywności użytkowania

1. Wprowadzenie

Energia elektryczna z odnawialnych źródeł energii (OZE) jest tanim i uniwersalnym nośnikiem energii. Inwestycje w źródła wiatrowe i słoneczne pozwalają na uniezależnienie się od importowanych, niepewnych cenowo paliw kopalnych. Właśnie dlatego elektryfikacja stanowi docelową ścieżkę dekarbonizacji dla wielu sektorów – ogrzewnictwa, ciepłownictwa, transportu oraz przemysłu. Jednakże przyspieszające tempo elektryfikacji polskiej gospodarki jest równoznaczne ze znaczącym wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną. Jeśli chcemy, aby ta energia była tania i dostępna, to już dziś musimy zacząć budować systemowe ramy dla elastyczności odbiorców. Niezwykle istotnym filarem tych ram powinna być technologia V2X.

1.1 Czym jest V2X?

W szerokim ujęciu koncepcja V2X, czyli Vehicle-to-Everything (pol. pojazd-wszystko) polega na stworzeniu sieci komunikacyjnej pojazdu elektrycznego (ang. Electric Vehicle – EV) z całym jego otoczeniem w celu zwiększenia komfortu i efektywności użytkowania. w tym opracowaniu skupiamy się na rozwiązaniach, które umożliwiają wykorzystanie energii elektrycznej zgromadzonej w baterii samochodu do celów innych niż jazda. Rozwiązania te obejmują m.in.:

- **V2G – Vehicle-to-Grid** (pol. pojazd-sieć) – technologia umożliwia inteligentne sterowanie poborem energii oraz oddawaniem energii do sieci elektroenergetycznej.
- **V2H – Vehicle-to-Home** (pol. pojazd-dom) – technologia umożliwia zasilanie domowych urządzeń elektrycznych energią zgromadzoną w baterii samochodu.

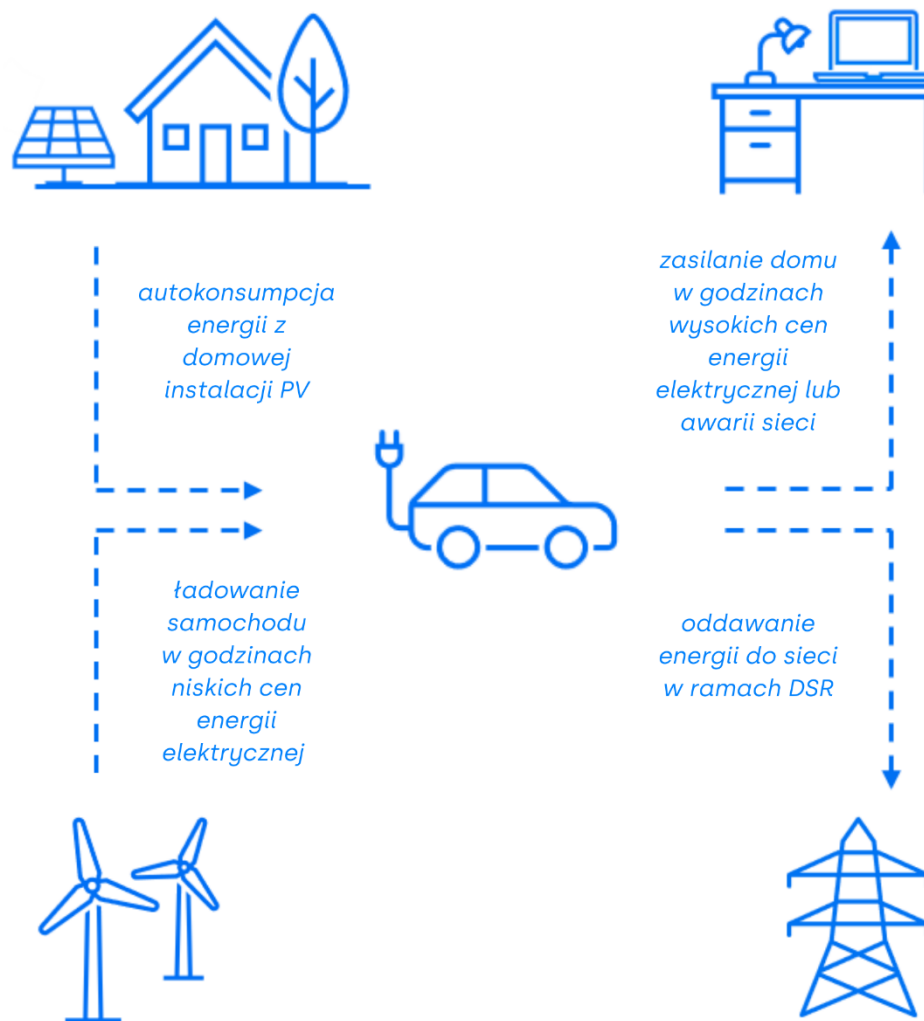
Obecnie technologie V2X przechodzą z etapu badań i rozwoju do etapu wdrażania. Ładowarki dwukierunkowe są już dostępne do kupienia, a ich właściciele mogą korzystać z możliwości V2H. Pojawiają się też pierwsze taryfy dla V2G, [na przykład od firmy Octopus w Wielkiej Brytanii](#). Odpowiednie otoczenie regulacyjne i rynkowe musi się jednak jeszcze ukształtować.

Wykorzystanie V2X ma szansę przyczynić się do stabilizacji systemu elektroenergetycznego oraz zwiększenia jego elastyczności jako element DSR (ang. Demand Side Response), czyli mechanizmu elastyczności po stronie odbiorców. Efektem będzie obniżenie rachunków gospodarstw domowych za energię elektryczną.

V2G a inteligentne ładowanie

Krokiem poprzedzającym wykorzystanie V2G jest inteligentne ładowanie, czyli **smart charging/V1G (Vehicle-one-Grid)**. Smart charging opiera się o inteligentne ładowarki jednokierunkowe, które w czasie rzeczywistym dostosowują moc ładowania akumulatora. w efekcie proces ładowania może zostać zoptymalizowany tak, aby samochód był ładowany np. w okresach generacji energii z domowej instalacji fotowoltaicznej (PV).

V2G idzie o krok dalej. Technologia ta wykorzystuje specjalne ładowarki dwukierunkowe. w punktach ładowania dwukierunkowego pojazd elektryczny może nie tylko pobierać energię elektryczną, ale także oddawać ją do sieci. w ten sposób samochód staje się niejako „magazynem energii na kółkach”.



1.2 Regulacje unijne

Rozporządzenie AFIR

Jedną z najważniejszych regulacji unijnych wpływających na rozwój elektromobilności jest rozporządzenie w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, znane powszechnie jako rozporządzenie [AFIR \(Alternative Fuels Infrastructure Regulation\)](#). Rozporządzenie zobowiązuje państwa członkowskie do rozbudowy infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych, a także definiuje ładowanie inteligentne oraz dwukierunkowe. Więcej informacji znajduje się w **Załączniku 3**.

Punkty inteligentnego ładowania mają zapewnić możliwość wysyłania i odbierania danych w czasie rzeczywistym pomiędzy operatorami punktów ładowania, dostawcami usług w zakresie mobilności, operatorami systemów dystrybucyjnych oraz konsumentami. Punkty ładowania dwukierunkowego mają dodatkowo umożliwiać przepływ energii elektrycznej z akumulatora do punktu ładowania (czyli z samochodu do sieci elektroenergetycznej). Zgodnie z rozporządzeniem wszystkie ogólnodostępne punkty ładowania wybudowane lub zmodernizowane po 2024 roku powinny umożliwiać inteligentne ładowanie. Ponadto [od 1](#)

[stycznia 2027 roku](#) wszystkie nowo instalowane i modernizowane punkty ładowania – zarówno publiczne, jak i prywatne – będą musiały wspierać normę EN ISO 15118-20. Ta norma wprowadza między innymi dwukierunkowy przepływ energii, integrację z siecią energetyczną i budynkami oraz zaawansowane funkcje zarządzania energią. Innymi słowy AFIR jest regulacyjnym krokiem w stronę V2X.

Dyrektywa EPBD

Istotną regulacją z punktu widzenia elektromobilności jest również tzw. dyrektywa budynkowa – [EPBD \(Energy Performance of Buildings Directive\)](#). Jednym z jej wymagań jest zagwarantowanie w budynkach dostępności do punktów ładowania samochodów elektrycznych, a także infrastruktury kanałowej (na przewody elektryczne) przygotowanej na instalację ładowarek w późniejszym czasie.

Kolejnym istotnym elementem EPBD jest wskaźnik gotowości budynków do obsługi inteligentnych sieci – Smart Readiness Indicator (SRI). Pozwala on ocenić budynki na podstawie 9 kategorii, w tym ładowania pojazdów elektrycznych, monitorowania i kontroli. Obecnie wskaźnik jest w fazie testów, ale do połowy 2027 roku Komisja Europejska opublikuje akt, który będzie stanowił ramy do stosowania SRI na poziomie Unii.

1.3 Regulacje krajowe

Ustawa o elektromobilności wciąż bez regulacji V2X

Głównym aktem prawnym regulującym rozwój elektromobilności w Polsce jest [Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych](#). Ustawa określa m.in. zasady rozwoju i funkcjonowania infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych czy warunki tworzenia stref czystego transportu. Niestety ustawa nie wprowadza zapisów bezpośrednio regulujących kwestie V2G (oddawania energii przez pojazdy elektryczne do sieci). w szczególności odczuwalny jest brak regulacji w zakresie standardów rozliczeniowych dla ładowania dwukierunkowego i zasad taryfowania. w praktyce uniemożliwia to rynkowy rozwój usług V2G.

W Polsce nie obowiązują również regulacje dotyczące zasilania domu przy wykorzystaniu energii zgromadzonej w pojeździe elektrycznym – V2H. Jeśli jest to jednak możliwe z punktu widzenia technologicznego, to w ramach prywatnych instalacji właściciele samochodów elektrycznych mogą zasilać urządzenia w domu bez konieczności ingerencji operatora. Przydałyby się jednak regulacje krajowe w zakresie wymagań dla badań i certyfikacji urządzeń V2H. Pozwoliłyby one zapewnić większe bezpieczeństwo korzystania z tej technologii (m.in. dzięki odpowiednim wymogom w zakresie cyberbezpieczeństwa i ochrony ppoż.). Co więcej, obecnie polski rynek samochodowy jest nisko nasycony samochodami elektrycznymi, a taryfy dynamiczne są mało popularne. Polskie regulacje dla V2H mogłyby przyczynić się do wzrostu popularności tego rozwiązania np. poprzez wprowadzenie zachęt do jego stosowania.

Porzucone próby włączenia V2X do regulacji krajowych

W przeszłości miały miejsce próby włączenia V2X do polskich regulacji. [Projekt nowelizacji ustawy o elektromobilności z 2020 roku](#) wprowadzał definicję dwukierunkowego punktu ładowania umożliwiającego oddawanie energii elektrycznej z pojazdów elektrycznych lub hybrydowych do sieci elektroenergetycznej. Taki punkt miał być wyposażony w układ

pomiarowo-rozliczeniowy, a obsługę procesu poboru energii miał zapewniać operator stacji ładowania lub operator systemu dystrybucyjnego. Ostatecznie jednak zapis nie znalazł się w przyjętej nowelizacji.

Rozporządzenie AFIR już obowiązuje w Polsce

Unijne rozporządzenia, w przeciwieństwie do dyrektyw, to regulacje prawne, które obowiązują bezpośrednio we wszystkich krajach członkowskich (bez potrzeby transpozycji do legislacji krajowej). Tym samym rozporządzenie AFIR obowiązuje również w Polsce od 13 kwietnia 2024 roku. w związku z AFIR Polska musiała przygotować krajowe ramy polityki w zakresie rozwoju rynku w odniesieniu do paliw alternatywnych w sektorze transportu i rozwoju odpowiedniej infrastruktury. Taki dokument został przyjęty w formie uchwały [Rady Ministrów nr 149 z dnia 28 października 2025 roku](#) prawie rok po terminie.

Dokument wskazuje, że pierwszym krokiem do umożliwienia korzystania z V2G jest przyspieszenie instalacji inteligentnych liczników. Do końca 2028 roku ma z nich korzystać co najmniej 80% odbiorców końcowych. Dokument potwierdza, że wprowadzenie technologii V2G wymaga zmian w Prawie energetycznym, w tym uznania pojazdów elektrycznych za element systemu elektroenergetycznego oraz określenia zasad ich funkcjonowania. Przed wdrożeniem przepisów planowana jest analiza kosztów i korzyści, uwzględniająca wpływ V2G na stabilność sieci i oszczędności dla użytkowników.

Ocena potencjału V2G w Polsce

Zgodnie z AFIR Prezes URE [przygotował ocenę potencjału V2G](#). Wykazała ona, że do końca 2023 roku w Polsce nie działały stacje obsługujące V2G. Dwoch operatorów realizowało projekty badawczo-rozwojowe.

Jednocześnie dokument wskazuje, że dzięki V2G i V2H możliwe będzie uzyskanie korzyści w okresach dużego zapotrzebowania na moc w systemie elektroenergetycznym. Do tego niezbędne będą:

- efekt skali – duża liczba samochodów i stacji ładowania wspierających technologie V2X;
- mechanizmy rynkowe stymulujące właścicieli samochodów do współpracy z siecią;
- krajowe przepisy regulujące proces V2G.

Pilotaż V2X w Polsce

[Charging Park](#) w Bolechowie od Solaris uruchomiony we wrześniu 2022 roku to pierwszy w Polsce park dwukierunkowy. System ładowania składa się z dwóch niezależnych ładowarek plug-in o mocy 150 kW, z których każda posiada funkcję V2G.

1.4 Polska elektromobilność, czyli dokąd jedziemy

Status rynku EV w 2025 roku

Rynek słabo rozwinięty

Łączna liczba zarejestrowanych pojazdów:

- Elektrycznych (BEV) 122 tys. (około 0,5% zarejestrowanych pojazdów)
- Hybrydowych (PHEV) 116 tys. (około 0,5% zarejestrowanych pojazdów)

Liczba nowo zarejestrowanych pojazdów:

- Elektrycznych (BEV) 43 tys. (7,25% nowych rejestracji)
- Hybrydowych (PHEV) 34 tys. (5,7% nowych rejestracji)

Infrastruktura do ładowania:

- Stacje AC 7 tys.
- Stacje DC 4 tys.

Źródła: Łączna liczba zarejestrowanych pojazdów i infrastruktura ładowania: [PSNM](#), Rejestracja nowych pojazdów: [ACEA](#), [PSNM](#). UWAGA: udział pojazdów elektrycznych w ogólnej liczbie pojazdów oszacowano na podstawie danych z bazy [European Alternative Fuels Observatory](#)

Pierwsza ustawa o elektromobilności z 2018 roku przewidywała, że do końca 2025 roku po polskich drogach będzie jeździło milion samochodów elektrycznych. Wskaźnik ten nie został osiągnięty. Ze względu na obserwowane trendy rynkowe obecne założenia dotyczące rozwoju EV są bardziej zachowawcze. Według [projektu Krajowego Planu w dziedzinie Energii i Klimatu \(KPEiK\) z grudnia 2025 roku](#) liczba osobowych samochodów elektrycznych ma osiągnąć 720 tysięcy w 2030 roku i 4,3 miliona w 2040 roku.

Podobny przyrost liczby pojazdów elektrycznych przewidują [prognozy Polskiego Stowarzyszenia Nowej Mobilności \(PSNM\)](#). Według nich do końca 2030 roku po polskich drogach może jeździć prawie 700 tys. osobowych i dostawczych samochodów elektrycznych oraz niemal 41 tys. zeroemisyjnych pojazdów ciężarowych. Dynamika przyrostu nowych pojazdów elektrycznych ma przyspieszyć po 2035 roku, jeśli w państwach członkowskich Unii Europejskiej zacznie obowiązywać zakaz sprzedaży fabrycznie nowych samochodów z silnikami spalinowymi (osobowych i dostawczych) przez dużych producentów. PSNM szacuje, że w tym okresie liczba nowo rejestrowanych pojazdów elektrycznych przekroczy w Polsce 535 tys., a łączna liczba osobowych samochodów elektrycznych osiągnie 2,15 mln.

Znaczne przyspieszenie rozwoju elektromobilności w perspektywie najbliższej dekady sprawi, że potencjał korzyści z V2X dla systemu elektroenergetycznego również znacząco wzrośnie. **Oznacza to, że już teraz należy zidentyfikować możliwe korzyści systemowe oraz wypracować odpowiednie ramy regulacyjne i rynkowe, które pozwolą na ich uzyskanie.** Aby możliwe było korzystanie z technologii V2X, konieczne jest wcześniejsze zapewnienie dostępu do dwukierunkowej infrastruktury ładowania czy inteligentnych liczników. Rozwój elektromobilności musi iść w parze z rozwojem i dostosowaniem pracy systemu elektroenergetycznego do zmieniających się warunków. Te ścieżki rozwoju muszą współdziałać i wzajemnie się wspierać. Kluczowe będą również zmiany w zachowaniach konsumentów:

przejście z transportu spalinowego i pojazdów, które można zatankować w dowolnym momencie, do świadomego planowania czasu i lokalizacji ładowania.

2. Korzyści z V2X

2.1 Większa autokonsumpcja

W latach 2019-2022 w Polsce nastąpił rozwój fotowoltaiki prosumenckiej na niespodziewaną skalę. Wpływ na to miały dopłaty do zakupu PV w ramach programu „Mój Prąd” oraz korzystny dla prosumentów system rozliczeń dla nadwyżek energii wprowadzonej do sieci. Tzw. system opustów traktował sieć elektroenergetyczną jak wirtualny magazyn energii elektrycznej o sprawności 80% lub 70%. System ten miał istotną wadę – nie zachęcał prosumentów do zwiększania autokonsumpcji. Montowane przez nich instalacje były często przewymiarowane tak, by odebrana z sieci energia w pełni pokrywała zapotrzebowanie prosumenta. Dla systemu elektroenergetycznego było to niekorzystne rozwiązanie powodujące problemy ze stabilnością sieci. Dziś cierpią na nim również sami prosumenci. w miejscowościach, gdzie instalacji jest dużo, a produkowana energia nie jest odbierana, instalacje się wyłączają. Powodem jest wzrost napięcia w sieci.

Od kwietnia 2022 roku nowi właściciele mikroinstalacji PV rozliczają się w ramach innego systemu – tzw. net-billingu. w tym systemie nadwyżki energii oddane do sieci są sprzedawane po cenach rynkowych, a energia pobierana z sieci jest kupowana według standardowej taryfy (obejmującej zarówno zakup energii oraz opłaty sieciowe).

Dla prosumentów, zwłaszcza tych objętych systemem net-billingu, korzystne jest zwiększanie autokonsumpcji energii z własnych instalacji OZE. Może w tym pomóc ładowanie pojazdu przede wszystkim energią elektryczną z domowej fotowoltaiki. Smart charging pomoże także ograniczyć wyłączenia instalacji PV wynikające ze wzrostu napięcia w sieci. Ponadto wykorzystywanie EV jako „przydomowej baterii na kółkach” stanowi dobre zabezpieczenie na wypadek braku energii elektrycznej w wyniku awarii sieci.

Szybkie korzyści

Niższe rachunki dla konsumentów

Instalacja PV, pompa ciepła i samochód elektryczny w ciągu następnej dekady staną się standardowym „pakietem” w wielu domach jednorodzinnych. Inteligentne systemy sterujące pracą pompy ciepła oraz ładowaniem i rozładowaniem EV pozwolą na zwiększenie autokonsumpcji z PV. Dla prosumenta oznacza to mniejszy pobór energii elektrycznej z sieci – a zatem niższe rachunki. Dalsze obniżenie kosztów energii można uzyskać poprzez przejście na taryfę dynamiczną. w ostatecznym rozrachunku, dzięki wykorzystaniu technologii V2H, prosumenci mają szansę **obniżyć swój rachunek o 15 - 30%** (według [analiz Instytutu Fraunhofera](#)).

2.2 Mniej redysponowania OZE

Nierynkowe redysponowanie to zjawisko, kiedy Operator Systemu Przesyłowego odgórnie wprowadza ograniczenia dla produkcji energii elektrycznej dla części instalacji OZE. Działanie to jest podejmowane w okresach, w których generacja energii ze źródeł odnawialnych znacząco przekroczyłaby zapotrzebowanie na energię w systemie. Jest ono konieczne do zapewnienia bezpiecznej pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) i zarządzania

fizycznymi ograniczeniami w sieciach. Redysponowanie OZE stosowane jest „w ostateczności” – wcześniej m.in. zmniejszane są moce elektrowni węglowych i gazowych i zwiększany jest eksport energii za granicę.

Redysponowanie dla wytwórców OZE oznacza utracone przychody ze sprzedaży energii. Za nierynkowe redysponowanie właścicielom instalacji przysługują rekompensaty. Koszt tych rekompensat jest uwzględniany w wysokości stawki jakościowej, a więc ostatecznie także na rachunkach wszystkich odbiorców końcowych.

Z perspektywy systemu korzystne jest, gdy samochody elektryczne ładują się, gdy jest dużo energii z wiatru i słońca. Inteligentne ładowarki pozwalają na regulację czasu i mocy ładowania EV bez konieczności „ręcznego” sterowania przez właściciela samochodu. W efekcie smart charging pozwala na ładowanie pojazdów elektrycznych przede wszystkim w okresach wysokiej generacji z OZE. Szersze wykorzystanie koncepcji V2X przełoży się na zmniejszenie skali nierynkowego redysponowania OZE, a także na zmniejszenie wysokości stawki jakościowej.

Średnio- i długoterminowe korzyści

Redukcja redysponowania OZE

Smart charging ma potencjał na ograniczenie redysponowania OZE o 0,7 TWh w 2030 roku i 4,6 TWh w 2040 roku. Oszczędności związane ze zmniejszeniem redukcji generacji OZE mogą kształtować się na poziomie 0,1 mld zł w 2030 roku i **0,7 mld zł w 2040 roku**. Przełożą się one na wysokość stawki jakościowej. Opis zastosowanej w obliczeniach metodyki znajduje się w **Załączniku 2**.

2.3 Niższe koszty wytwarzania energii

Jak wskazano wyżej V2X ma szansę systemowo zmniejszyć redysponowanie OZE. Wpłynie to pozytywnie na koszty systemowe (stawka jakościowa). Wyraźną korzyścią będzie również zmniejszenie kosztów wytwarzania energii, albowiem więcej taniej energii z OZE to mniej drogiej energii z paliw kopalnych. Niższe koszty produkcji energii elektrycznej uwidoczną się na rachunkach odbiorców końcowych w pozycji opłat za energię czynną.

Średnio- i długoterminowe korzyści

Mniej drogiej energii z gazu

Smart charging oraz V2X mają szansę zmniejszyć produkcję energii elektrycznej z gazu ziemnego o 0,8 TWh w 2030 roku oraz 5,5 TWh w 2040 roku. Mniejszy udział drogiego prądu oznacza z kolei niższe rachunki dla odbiorców końcowych. Oszczędności te mogą wynieść nawet 0,4 mld zł w 2030 roku i **5,3 mld zł w 2040 roku**. Będą one widoczne w stawce opłaty za energię czynną. Opis zastosowanej w obliczeniach metodyki znajduje się w **Załączniku 2**.

2.4 Niższe koszty rozbudowy w sieci

Aby dostarczyć energię elektryczną od źródła wytwórczego do odbiorcy potrzebujemy sieci elektroenergetycznej o odpowiedniej przepustowości. w sytuacji, gdy zapotrzebowanie na energię elektryczną w danym miejscu zaczyna przekraczać zdolności przesyłowe sieci, mamy do czynienia z zatorami sieciowymi. Jeśli to zjawisko występuje w sposób ciągły, konieczna jest rozbudowa sieci (tj. budowa nowych linii elektroenergetycznych, transformatorów).

Problem zatorów sieciowych często ma charakter lokalny i czasowy, tzn. jest związany z określonym fragmentem sieci i występuje np. o konkretnej porze dnia. Punktowy zator sieciowy może zostać wyeliminowany poprzez zmniejszenie szczytowego poboru mocy przez odbiorców. w tych krytycznych momentach właściciele EV będą mogli zredukować pobór dzięki wykorzystaniu energii elektrycznej zgromadzonej w baterii samochodu. Tym samym technologia V2X może stanowić systemowe narzędzie pozwalające na zarządzanie problemami z przepustowością w sieciach. Wykorzystanie tego potencjału elastyczności pozwoli ograniczyć skalę drogich inwestycji w infrastrukturę sieciową, które przekładają się na wzrost opłat za dystrybucję energii.

Długoterminowe korzyści

Niższe koszty rozbudowy w sieci

Według analiz [Instytutu Fraunhofera](#) implementacja technologii V2X to szansa dla Polski na redukcję nakładów finansowych na rozbudowę sieci elektroenergetycznych o 1,3 mld zł w 2030 roku i 4 mld zł w 2040 roku. Oszczędność ta przełoży się na niższą wysokość opłat sieciowych ponoszonych przez wszystkich odbiorców energii.

2.5 Niższe moce szczytowe

Jak wspomniano wyżej, w krytycznych momentach właściciele EV będą mogli zredukować swój pobór energii z sieci dzięki wykorzystaniu energii elektrycznej zgromadzonej w baterii samochodu. Część z nich będzie mogła nawet oddawać energię do sieci poprzez rozładowywanie samochodu. Taka elastyczność po stronie popytowej jest niezwykle istotna z perspektywy ograniczenia zapotrzebowania na moc szczytową w systemie elektroenergetycznym. Ograniczenie mocy szczytowej przełoży się na niższe zapotrzebowanie na moce sterowalnych źródeł wytwórczych (takich jak elektrownie gazowe). Tym samym V2X pozwoli na redukcję systemowych kosztów utrzymania tych źródeł w gotowości do pracy. Koszty te ponoszone są przez wszystkich odbiorców końcowych – obecnie w postaci opłaty mocowej.

Długoterminowe korzyści

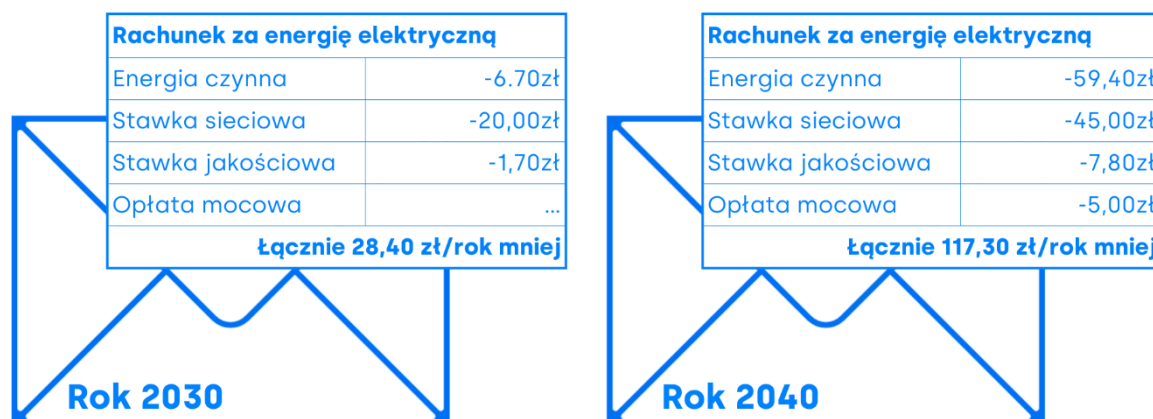
Niższe moce szczytowe

V2X ma potencjał na ograniczenie zapotrzebowania na sterowalne moce szczytowe o ponad 1 GW w 2040 roku. Przełoży się to na niższe koszty utrzymania wsparcia tych jednostek w ramach rynku mocy, a zatem niższą wysokość opłaty mocowej. Oszczędność ta może wynieść **nawet 0,4 mld zł w 2040 roku**. Opis zastosowanej w obliczeniach metodyki znajduje się w **Załączniku 2**.

2.6 Podsumowanie – jak V2X przełoży się na nasze rachunki

W krótkim terminie rozwój technologii V2X – a w szczególności V2H – ma szansę obniżyć rachunki zelektryfikowanych właścicieli samochodów nawet o 15-30%. Szczególnie duże korzyści będą mogły odczuć gospodarstwa domowe posiadające instalację PV oraz pompę ciepła. Jednocześnie wdrożenie współpracy samochodów elektrycznych z systemem elektroenergetycznym w ramach V2X na dużą skalę pozwoli na obniżenie kosztów sieciowych i systemowych dla wszystkich odbiorców energii. Łącznie wymiar tych korzyści może osiągnąć nawet 39 zł/MWh oszczędności za energię elektryczną w 2040 roku (w porównaniu do scenariusza braku implementacji V2X).

V2X to niższe rachunki za energię elektryczną dla wszystkich



*oszacowania wykonano dla gospodarstwa domowego o rocznym zużyciu energii na poziomie 3000 kWh

3. Bariery

3.1 Brak ram regulacyjnych

Jak już wspomniano, w Polsce od kwietnia 2024 roku działa rozporządzenie AFIR. Nie zapewnia ono jednak wystarczających ram regulacyjnych do rozwoju V2X, bowiem nie rozstrzyga m.in. takich kwestii jak taryfowanie V2G. Potrzebne są zatem krajowe ramy prawne.

W szczególności ważne będzie uregulowanie sposobu rozliczania energii oddawanej do sieci z mobilnego magazynu energii (V2G):

1. Obecnie sprzedaż energii zgromadzonej w domowym magazynie energii jest dopuszczalna tylko w przypadku, kiedy jest on ładowany z prosumenckiej instalacji fotowoltaicznej. Usługa V2G wymaga z kolei, aby właściciel samochodu miał możliwość zakupu energii z sieci w czasie wysokiej generacji OZE i zwracania jej do sieci w godzinach niskiej generacji. Bez właściwych przepisów działanie to mogłoby być traktowane jako działalność gospodarcza – wymagająca koncesji i obciążona podatkiem.
2. Choć w praktyce samochód elektryczny może działać jako magazyn energii, nie spełnia on jego definicji według polskiego prawa. Oznacza to, że nie jest objęty przepisami zwalniającymi magazyny z części opłat sieciowych odnoszących się do wolumenu magazynowanej energii elektrycznej. Właściwe uregulowanie opłat sieciowych dla magazynów energii (w tym V2G) jest konieczne, aby zwiększyć rynkową opłacalność magazynowania energii.

Odpowiednie zmiany prawne muszą zostać uwzględnione m.in. w Prawie energetycznym, ustawie o elektromobilności czy ustawie o OZE.

Elektromobilność a realizacje celów OZE

Trwają prace legislacyjne nad umożliwieniem zaliczania energii z OZE, dostarczanej do pojazdów drogowych i kolejowych, do realizacji Narodowego Celu Wskaźnikowego. Pomoże to zwiększyć udział OZE w transporcie i wspierać rozwój infrastruktury ładowania.

3.2 Taryfy i liczniki

Taryfy dynamiczne dla V2H

Do pobudzenia potencjału drzemącego w V2H potrzebne są odpowiednio skonstruowane taryfy dynamiczne. w taryfie dynamicznej ceny energii zmieniają się w czasie rzeczywistym, odzwierciedlając bieżące ceny na hurtowym rynku energii. w ten sposób odbiorcy są zachęceni do poboru energii w godzinach z niskimi cenami energii (dużej dostępności zielonej energii) oraz ograniczania zużycia w okresach cen wysokich (czyli ograniczonej generacji z OZE).

Od 24 sierpnia 2024 roku więksi sprzedawcy energii elektrycznej są zobowiązani do oferowania taryf dynamicznych. Nie są one jednak jeszcze popularne. Brakuje też podobnego [modelu rozliczeń dla opłat sieciowych](#), który uzależniałby wysokość zmiennych stawek za dystrybucję energii od sytuacji w sieciach elektroenergetycznych. w wyniku tego wypadkowy

sygnał cenowy dla elastycznych odbiorców może być zaburzony (np. niska cena za energię elektryczną nakłada się z wysoką stawką za dystrybucję).

Specjalne taryfy dla V2G

Stworzenie modelu rynkowego dla usługi V2G będzie wymagać sformułowania specjalnych zasad taryfowania. Taryfy dla V2G mogą opierać się w istotnym stopniu na taryfach dynamicznych. Jednak, aby te taryfy zapewniały odpowiednio dużą motywację do współpracy właściciela EV z siecią, powinny uwzględniać także częściowe zwolnienie z opłat sieciowych dla wolumenu energii elektrycznej pobranej z sieci, zmagazynowanej w akumulatorze i wprowadzonej do sieci. Mechanizm ten może być np. analogiczny do tego istniejącego dla stacjonarnych magazynów energii elektrycznej.

Innym rozwiązaniem jest stworzenie ram rynkowych dla działania wyspecjalizowanych podmiotów agregujących i zarządzających procesem V2G na dużą skalę. Mogłyby one oferować konsumentom „miesięczną subskrypcję” na ładowanie pojazdu elektrycznego w stałej, przystępnej cenie w zamian za możliwość zarządzania procesem ładowania dwukierunkowego.

Inteligentne liczniki – bez nich ani rusz

Inteligentne liczniki to urządzenia, które w czasie rzeczywistym mierzą zużycie energii elektrycznej, a także wolumen energii wprowadzanej przez odbiorcę do sieci. Pozwalają na zdalny odczyt parametrów energii oraz ich automatyczną analizę. Są elementem niezbędnym do korzystania z taryf dynamicznych (czy też przyszłych taryf dla V2G). Jeśli właściciel samochodu elektrycznego nie będzie posiadał inteligentnego licznika w domu, to aby świadczyć usługę V2G będzie musiał złożyć do operatora wnioski o wcześniejszą instalację takiego urządzenia (co związane jest z dodatkową opłatą) lub poczekać na jego instalację zgodnie z harmonogramem (co może nastąpić dopiero w 2031 roku).

Liczniki inteligentne – ile mamy, a ile potrzebujemy?

Prawo Energetyczne nakłada na operatorów sieci dystrybucyjnych obowiązek montażu inteligentnych liczników energii u co najmniej 65% odbiorców końcowych do końca 2027 roku i co najmniej 80% do końca 2028 roku. z kolei do 4 lipca 2031 roku każdy odbiorca końcowy powinien być wyposażony w licznik zdalnego odczytu.

Według danych URE na koniec 2024 roku w inteligentne liczniki wyposażonych było 38% odbiorców końcowych.

3.3 Infrastruktura ładowania

Do uwolnienia potencjału V2G i V2H konieczna jest rozległa infrastruktura punktów umożliwiających inteligentne ładowanie jedno- i dwukierunkowe. Istotną rolę będą odgrywać ładowarki w budynkach mieszkalnych i budynkach użyteczności publicznej, a także publiczne punkty ładowania np. na parkingach. Niestety Polska nie dysponuje obecnie rozwiniętą infrastrukturą ładowania. Jak wynika z [oceny URE](#) w 2024 roku do sieci elektroenergetycznej nie były przyłączone żadne publiczne czy prywatne punkty ładowania dwukierunkowego.

Osoby prywatne mieszkające w domach jednorodzinnych mogą samodzielnie dokonać inwestycji w ładowarkę dwukierunkową i korzystać z V2H. Zakup prywatnej ładowarki umożliwi im także skorzystanie z V2G w przyszłości (kiedy zostaną wprowadzone odpowiednie regulacje). w gorszej sytuacji są właściciele EV mieszkający w budynkach wielorodzinnych, których obejmują przepisy dotyczące zarządzania nieruchomością wspólną. Są one na tyle ogólne i nieprecyzyjne, że często prowadzą do [niekorzystnej interpretacji](#) uniemożliwiającej montaż prywatnych ładowarek samochodowych w budynkach wielorodzinnych.

3.4 Obawa o spadek żywotności baterii

Jedną z barier rozwoju V2H lub V2G może być obawa właścicieli samochodów elektrycznych o spadek żywotności baterii – najdroższego elementu pojazdu. Jednakże dwukierunkowe ładowanie nie musi wiązać się z dużym spadkiem pojemności akumulatora. Kluczowymi czynnikami, ograniczającymi negatywny wpływ ładowania dwukierunkowego na baterię samochodu będą utrzymywanie poziomu naładowania akumulatora zgodnie z zaleceniami producenta (np. pomiędzy 20-80%) oraz inteligentne zarządzanie cyklami ładowania, w szczególności stosowanie wolnego ładowania (mniejszej mocy ładowania).

Przy zachowaniu takich warunków pracy baterii samochodu elektrycznego ryzyko związane ze spadkiem żywotności w wyniku ładowania dwukierunkowego może być dużo niższe od potencjalnych korzyści finansowych. w niektórych przypadkach żywotność baterii może nawet wzrosnąć.

Badania nad żywotnością baterii EV – wnioski

[Badanie Uniwersytetu Technicznego w Monachium](#) wykazało, że spadek pojemności baterii EV użytkowanych do codziennych dojazdów w mieście wyniesie tylko 7,5% na 160 tys. km. Według tych analiz, samochód elektryczny jest w stanie przejechać 1,5 mln km zanim pojemność akumulatora spadnie do 70% wartości początkowej.

Co więcej, inteligentne ładowanie może mieć pozytywny wpływ na żywotność baterii. Badanie [The Mobility House](#) wykazało, że na przestrzeni 10 lat smart charging zmniejsza spadek pojemności baterii o 3,3-6,8%. Korzystanie z V2G powoduje z kolei lekki wzrost zużycia akumulatora (1,7-5,8%), jednakże korzyści finansowe właścicieli pojazdów (6-10 tys. euro) przewyższają straty wynikające ze spadku pojemności baterii (100-300 euro).

4. Jak V2X wdrażają inne kraje?

V2X jest na wczesnym etapie rozwoju w większości krajów. Jednakże część z nich już wprowadza rozwiązania regulacyjne, technologiczne czy biznesowe. Przedstawiamy najciekawsze z nich. Więcej szczegółów oraz porównanie rynków znajduje się w **Załączniku 1**.

Pilotaż V2G w Wielkiej Brytanii

W latach 2018-2021 w Wielkiej Brytanii przeprowadzono 3-letni projekt pilotażowy obejmujący 300 ładowarek V2G zainstalowanych w domach. Uczestnicy badania otrzymywali 30p za każdą kWh oddaną do sieci, co w niektórych przypadkach przekładało się na roczny zysk 725 funtów. Na podstawie pilotażu oceniono, że potencjał korzyści systemowych w 2030 roku może osiągnąć 3,5 mld funtów, jeśli usługę V2G świadczyłoby 50% samochodów elektrycznych w UK. Projekt jest przykładem sukcesu partnerstwa prywatno-publicznego.

Rozwiązanie biznesowe w Danii

W Danii funkcjonuje specjalna platforma do zarządzania infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych – SPIRII. Firmy (będące właścicielami punktów ładowania) dzięki platformie mogą monitorować całą infrastrukturę, w tym zachowania konsumentów, statystyki z procesu ładowania oraz wydajność sieci. Dzięki tej analizie firmy mogą m.in. optymalizować swoją ofertę taryfową oraz identyfikować zapotrzebowanie na nowe punkty ładowania w konkretnych lokalizacjach. z kolei właściciele samochodów dzięki aplikacji SPIRII GO mają łatwy dostęp do inteligentnych ładowarek i wygodnego systemu płatności. Mogą też aktywnie brać udział w duńskiej transformacji energetycznej wybierając ładowanie pojazdu w godzinach, w których prąd jest najbardziej odnawialny.

Agregacja V2G we Francji

W 2022 roku operator francuskiego systemu przesyłowego (fr. Réseau de Transport d'Électricité – RTE) dokonał certyfikacji pierwszego agregatora V2G, który zakwalifikował się do świadczenia usług częstotliwości FCR (ang. frequency control reserve). RTE uwzględnia rolę samochodów elektrycznych w scenariuszach rozwoju sieci, w których zakłada, że w 2035 roku 2% floty pojazdów będzie w stanie świadczyć usługę V2G.

Inteligentne liczniki w Holandii

Holandia ma jeden z najwyższych wskaźników użycia inteligentnych liczników w Europie – korzysta z nich około 90% populacji. Inteligentne liczniki w Holandii są wyposażone w port umożliwiający dostęp do danych zarówno konsumentom, jak i zewnętrznym systemom zarządzania energią w domu. Dzięki temu stwarzają podstawy do wdrożenia technologii V2H, pozwalającej na inteligentne wykorzystanie energii z pojazdów elektrycznych w gospodarstwach domowych.

5. Rekomendacje

Do uwolnienia potencjału V2X potrzeba odpowiedniego otoczenia regulacyjnego (zasady rozliczeń V2G, taryfowanie), infrastruktury (ładowarki dwukierunkowe, liczniki inteligentne) oraz instrumentów rynkowych (taryfy, dostawcy usług).

1 Rozpoznanie potencjału wykorzystania V2X

Oszacowanie potencjalnych korzyści systemowych z wdrożenia V2H oraz V2G w perspektywie długoterminowej na poziomie krajowym, w tym w ramach prac nad dokumentami strategicznymi. Ocena skali korzyści systemowych z wykorzystania V2X w odniesieniu do kosztów i korzyści wynikających z wdrażania „klasycznych” magazynów energii elektrycznej (wielkoskalowych i przydomowych).

Adresat: Ministerstwo Energii, Ministerstwo Infrastruktury

Perspektywa: 2026

2 Wsparcie zasobów instytucjonalnych

Zwiększenie finansowania dla ministerstw i instytucji administracyjnych odpowiedzialnych za prace strategiczne, regulacyjne oraz sprawozdawcze w obszarach związanych z V2X na cele zwiększenia liczby etatów oraz wynagrodzenia zasadniczego dla pracowników merytorycznych (m.in. URE, ME).

Adresat: Ministerstwo Finansów, Rada Ministrów

Perspektywa: 2026

3 Prawne uregulowanie V2H i V2G

Wprowadzenie definicji V2H i V2G do polskiego porządku prawnego. Ustalenie zasad rozliczania energii pobranej i oddanej do sieci z mobilnego magazynu energii bez podwójnego opodatkowania. Zniesienie części opłat sieciowych dla wolumenu energii zmagazynowanej i oddanej do sieci w ramach V2G.

Adresat: Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2026-2027

4 V2G jako standard dla punktów ładowania

Wprowadzenie obowiązku, by od 2027 roku wszystkie nowe i modernizowane punkty ładowania obsługiwały V2G.

Adresat: Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2026-2027

5 Włączenie standardu V2G w implementację dyrektywy budynkowej (EPBD)

Zapewnienie, aby punkty ładowania i infrastruktura kanałowa (przewody elektryczne) objęte wymogami zgodnie z art. 14 dyrektywy EPBD były docelowo przystosowane do obsługi technologii V2G.

Adresat: Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2026-2027

6 Uregulowanie ładowarek V2G w budynkach wielorodzinnych

Usunięcie barier regulacyjnych dla montażu prywatnych punktów ładowania V2G w przestrzeni wspólnej w budynkach wielorodzinnych.

Adresat: Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2026-2027

7 Szybsza implementacja inteligentnych liczników

Wprowadzenie obowiązku priorytetowej instalacji inteligentnego licznika przez OSD (np. w ciągu dwóch tygodni) od złożenia wniosku przez odbiorcę końcowego posiadającego ładowarkę V2G.

Adresat: Ministerstwo Energii, OSD

Perspektywa: 2026-2027

8 Rozwój dynamicznych opłat sieciowych

Uregulowanie obowiązku oferowania dynamicznych taryf dystrybucyjnych synergicznych z dynamicznymi taryfami za energię czynną przez OSD.

Adresat: Ministerstwo Energii, URE

Perspektywa: 2026-2027

9 Programy wsparcia finansowego tylko dla elektromobilności z V2G

Wprowadzenie obowiązku, aby wsparcie finansowe na zakup pojazdów elektrycznych i ładowarek w ramach programów krajowych i regionalnych mogło być udzielane jedynie na rozwiązania wspierające V2G. Wprowadzenie dla beneficjentów obowiązku posiadania taryfy dynamicznej na ładowanie samochodu elektrycznego (pozostałe zużycie energii elektrycznej może pozostać objęte taryfą jednostrefową).

Adresat: NFOŚiGW, Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2027-2028

10 Działalność badawczo-rozwojowa

Zaprojektowanie i przeprowadzenie projektów pilotażowych technologii V2G i V2H, obejmujących zbieranie danych dotyczących parametrów ładowania i rozładowania pojazdów, przebywanych tras, lokalizacji ładowania oraz zachowań właścicieli.

Adresat: NCBiR, Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2027-2028

11 Program przyjaznej taryfy dynamicznej

Przeprowadzenie pilotażu korzystania z taryfy dynamicznej dla grupy chętnych odbiorców. w przypadku uzyskania przez uczestników korzyści finansowych względem taryfy jednostrefowej program osiąga efekt edukacyjno-popularyzacyjny. w przypadku, gdy rachunek w taryfie dynamicznej okazałby się wyższy, różnica w kosztach zwracana jest uczestnikowi z funduszy programu.

Adresat: NFOŚiGW, Ministerstwo Energii

Perspektywa: 2027-2030

12 Kampanie edukacyjne

Przeprowadzenie kampanii edukacyjnej skierowanej do odbiorców końcowych obejmującej tematy V2H, V2G, elastyczności poboru energii i autokonsumpcji energii z instalacji prosumenckich.

Adresat: Ministerstwo Energii, Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Perspektywa: 2027-2030

Załącznik 1. V2G w innych krajach europejskich

V2X jest na wczesnym etapie rozwoju w większości krajów. Sukces V2X w dużej mierze zależy od punktu startowego danego kraju – stanu sieci elektroenergetycznych i jej elastyczności, otoczenia regulacyjnego, dostępu do mechanizmów wsparcia, nastawienia społecznego oraz innych czynników finansowo-technicznych, które mogą stymulować innowacje. Poniżej przedstawiono stan rozwoju rynku EV dla czterech państw Wielkiej Brytanii, Danii, Francji oraz Holandii wraz z najciekawszymi przykładami wdrażanych rozwiązań.

Stan rozwoju rynku EV (2025 rok)	Wielka Brytania	Dania	Francja	Holandia
	<u>średni</u>	<u>dobry</u>	<u>średni</u>	<u>dobry</u>
Łączna liczba pojazdów:				
• Elektrycznych (BEV)	1 738 tys.	505 tys.	1 663 tys.	681 tys.
• Hybrydowych (PHEV)	868 tys.	131 tys.	853 tys.	483 tys.
Udział pojazdów:				
• Elektrycznych (BEV)	4,4%	15,7%	3,5%	6,7%
• Hybrydowych (PHEV)	2,2%	4,1%	1,8%	4,7%
Łączna nowych pojazdów:				
• Elektrycznych (BEV)	473 tys.	127 tys.	327 tys.	156 tys.
• Hybrydowych (PHEV)	225 tys.	5 tys.	109 tys.	73 tys.
Udział nowych pojazdów:				
• Elektrycznych (BEV)	23,4%	68,5%	20%	40,2%
• Hybrydowych (PHEV)	11,1%	2,5%	6,7%	18,9%
Infrastruktura do ładowania:				
• Stacje AC	82 tys.	42 tys.	147 tys.	196 tys.
• Stacje DC	21 tys.	8 tys.	40 tys.	7 tys.
Udział inteligentnych liczników	61%	100%	92%	90%
Dostęp do dofinansowań:				
• pojazdów elektrycznych	<u>Dotacja #1, Dotacja #2</u>	<u>Ulgi podatkowe</u>	<u>Dotacja</u>	<u>Ulgi podatkowe</u>
• infrastruktury ładowania	<u>Dotacja</u>	<u>Dotacja</u>	<u>Dotacje</u>	<u>Doradztwo</u>

Aplikacje e-mobility	Zapmap	Spirii Go	Elton	Smoov
Ramy regulacyjne V2G	w trakcie tworzenia	nie	w trakcie tworzenia	nie
Agregacja V2G jako DSR	teoretycznie	teoretycznie	tak	teoretycznie
Pilotaże V2G	SCIURUS	Commercial hub	EVVE	Utrecht energized

Źródła: Opracowano m.in. na podstawie [raportu smartEn](#) oraz bazy [European Alternative Fuels Observatory](#). Dane dotyczące łącznej liczby pojazdów w [Wielkiej Brytanii](#) (Q3 2025), [Danii](#) (Q3 2025), [Francji](#) (koniec 2025), [Holandii](#) (Q3 2025), dane dotyczące infrastruktury ładowania (stan na grudzień 2025) w [Wielkiej Brytanii](#), [Danii](#), [Francji](#), [Holandii](#); Dane dotyczące rejestracji nowych pojazdów: [ACEA](#); UWAGA: udział pojazdów elektrycznych w ogólnej liczbie pojazdów oszacowano na podstawie danych z [European Alternative Fuels Observatory](#)

Case study #1 – Wielka Brytania

Projekt pilotażowy SCIURUS V2G – przykład partnerstwa publiczno-prywatnego

[Projekt SCIURUS](#) to jeden z projektów pilotażowych na świecie, badających zużycie energii przy ładowaniu pojazdów elektrycznych. Pilotaż rozpoczął się w 2018 roku i trwał trzy lata, angażując przedstawicieli sektora publicznego i prywatnego oraz właścicieli samochodów elektrycznych marki Nissan. w projekcie SCIURUS szczególną rolę odegrało siedmiu partnerów:

- operator systemu dystrybucyjnego: OVO Energy;
- firma tworząca interaktywną platformę do zarządzania ładowaniem: Kaluza;
- producent samochodów elektrycznych: Nissan Motor Company;
- firma konsultingowa: Cenex;
- firma udostępniająca infrastrukturę do ładowania: Indra Renewable Technologies;
- instytucje finansujące projekt: Office for Low Emission Vehicles (OLEV) oraz Department for Business Energy and Industrial Strategy (BEIS).

W projekcie wzięło udział 300 właścicieli pojazdów elektrycznych. Uzyskali oni bezpłatny dostęp do infrastruktury ładowania dwukierunkowego oraz do interaktywnej platformy „Kaluza Flex” służącej do zarządzania zużyciem energii elektrycznej (w zależności od cen energii na rynku hurtowym oraz bilansującym). Uczestnicy otrzymywali wynagrodzenie za oddawanie energii do sieci elektroenergetycznej w okresach wysokich cen energii (dużego zapotrzebowania na energię w systemie). Uczestnicy z wyprzedzeniem dostawali również informacje o godzinach, w których cena energii elektrycznej była niska, co pozwalało im na ładowanie swoich pojazdów tańszą energią z OZE. Dzięki tym działaniom **uczestnicy pilotażu mogli zaoszczędzić do 725 funtów rocznie**.

Ewaluacja pilotażu SCIURUS wskazała na potencjał technologii V2G w redukcji kosztów po stronie rozbudowy infrastruktury sieciowej oraz wytwarzania i magazynowania energii. **Na podstawie pilotażu oceniono, że potencjał korzyści systemowych w 2030 roku może osiągnąć 3,5 miliarda funtów, jeśli usługę V2G świadczyłoby 50% samochodów elektrycznych w UK.**

Niebagatelny wpływ na wyniki projektu miała pandemia COVID 19, której wybuch nastąpił w trakcie realizacji pilotażu. Wprowadzone obostrzenia przełożyły się na znaczny wzrost liczby uczestników programu pracujących wyłącznie z domu. w pandemii elastyczna moc w portfolio V2G firmy Kaluza wzrosła nawet o 30% w porównaniu z poziomem sprzed lockdownu. Tym samym **projekt wykazał, że kluczową rolę dla potencjału V2G odgrywają aspekty behawioralne.**

Inne pilotaże V2G

- [Commercial hub w Danii](#) – pierwszy komercyjny projekt V2G w Danii z 2016 roku. Efekt kolaboracji Nissan, Enel i Nuvve. Projekt obejmował 10 furgonetek elektrycznych Nissan e-NV200 oraz 10 ładowarek dwukierunkowych V2G firmy Enel o łącznej mocy 100 kW.
- [Utrecht energized](#) – usługa carsharing'u pojazdów elektrycznych obsługujących V2G w mieście Utrecht w Holandii działająca od listopada 2024 roku. Projekt stanowi kolaborację Renault Group, We Drive Solar, MyWheels i miasta Utrecht. Projekt wystartował z 50 pojazdami, a docelowo ma obejmować 500 samochodów elektrycznych dostarczonych przez Renault Group.
- [Projekt EVVE](#) – projekt francuskiego przedsiębiorstwa energetycznego EDF wspierany z Europejskiego Funduszu Innowacyjności. Ma na celu stworzenie wirtualnego magazynu energii elektrycznej o mocy 8,36 MW poprzez instalację i agregację 800 dwukierunkowych stacji ładowania V2G.

Case study #2 – Dania

Spirii Go – Interaktywna platforma zarządzania e-mobilnością

[Spirii](#) to duńska firma założona w 2019 roku pełniąca funkcję operatora infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych. Spirii odpowiada za instalację i nadzór nad działaniem stacji ładowania (konserwacja, diagnostyka), a także za oprogramowanie i infrastrukturę interaktywnej platformy Spirii Go.

Platforma Spirii Go dostarcza konsumentom wygodny system płatności za ładowanie samochodów elektrycznych – zarówno w ogólnodostępnych stacjach ładowania, jak i w domu. Rozwiązanie jest dostępne na ponad 22 rynkach (m.in. w Niemczech, Belgii i Luksemburgu). Spirii Go udostępnia użytkownikowi wgląd w bieżące dane o wybranych stacjach ładowania, takie jak dostępne moce ładowarek, aktualna cena energii elektrycznej i jej ślad węglowy. Dzięki tym informacjom użytkownik może zoptymalizować proces ładowania swojego samochodu poprzez zarządzanie miejscem oraz czasem ładowania.

Firmy (będące właścicielami punktów ładowania) dzięki platformie mogą monitorować całą infrastrukturę, w tym zachowania konsumentów, statystyki z procesu ładowania oraz wydajność sieci. Dzięki tej analizie firmy mogą m.in. optymalizować swoją ofertę taryfową oraz identyfikować zapotrzebowanie na nowe punkty ładowania w konkretnych lokalizacjach.

Rozwiązanie pozwala na czerpanie korzyści z inteligentnego ładowania zarówno po stronie biznesu jak i użytkownika końcowego. Wpływa tym samym na rozwój i dostępność do usług e-mobility.

Inne rozwiązania do zarządzania infrastrukturą punktów ładowania

- [Smoov \(Allego App\)](#) – aplikacja oferująca użytkownikom dostęp do mapy stacji ładowania i systemu płatności. Obejmuje 269 tys. stacji ładowania na terenie 16 krajów Europy. Aplikacja dostarczana jest przez holenderską firmę Allego założoną w 2013 roku.
- [Zapmap](#) – aplikacja oferująca użytkownikom dostęp do mapy stacji ładowania i systemu płatności na terenie Wielkiej Brytanii. Obejmuje ponad 80 tys. stacji ładowania.
- [GreenFlux](#) – holenderska firma założona w 2011 roku, oferująca platformę do zarządzania siecią ładowarek i rozliczeń dla operatorów oraz dostawców usług ładowania pojazdów elektrycznych. Obejmuje około milion punktów ładowania.
- [Driivz](#) – izraelska firma powstała w 2012 roku, tworząca platformę do obsługi infrastruktury ładowania EV, rozliczeń i optymalizacji zużycia energii dla operatorów i flot.
- [AMPECO](#) – bułgarska firma założona w 2018 roku, dostarczająca rozwiązanie typu white-label do zarządzania ładowaniem EV, umożliwiające pełną personalizację i integrację z różnymi modelami biznesowymi.
- [EcoG](#) – niemiecka firma dostarczająca rozwiązania do zarządzania infrastrukturą punktów ładowania mające na celu lepszą integrację z siecią. Otrzymała wsparcie z Europejskiego Funduszu Inwestycyjnego.

Case study #3 – Francja

Agregacja V2G jako usługa elastyczności

We Francji [usługi elastyczności](#), takie jak magazynowanie i DSR (ang. Demand Side Response), czyli mechanizmy elastyczności po stronie odbiorcy, mogą być świadczone na rynku dnia następnego, rynku bilansującym oraz rynku usług częstotliwości. Od 2019 roku moce elastyczne mogą też starać się o kontrakty długoterminowe w ramach rynku mocy. Usługi elastyczności mogą być świadczone zarówno na rzecz operatora systemu przesyłowego (RTE), jak i na rzecz operatorów systemów dystrybucyjnych (ramy dla lokalnych rynków elastyczność rozwija m.in. [ENEDIS](#)). Pierwsze dwie umowy o świadczenie lokalnych usług elastyczności dla ENEDIS zostały podpisane w 2020 roku.

Jednocześnie należy podkreślić, że świadczenie usług elastyczności przez V2G wymaga odpowiednich [ram agregacji](#). Pojedyncze punkty ładowania będą charakteryzowały się zbyt małą mocą, aby samodzielnie świadczyć usługi na rynkach hurtowych. Konieczne jest stworzenie „wirtualnej elektrowni” składającej się z wielu stacji ładowania i zarządzanie jej działaniem przez wyspecjalizowanego agregatora.

W 2022 roku francuski operator systemu przesyłowego (RTE) po raz pierwszy przyznał certyfikację [agregatorowi wykorzystującego V2G](#) na świadczenie usług częstotliwości FCR (ang. frequency control reserve, czyli rezerwy utrzymania częstotliwości). Podmiot, który uzyskał certyfikację, to konsorcjum [DREEV](#) złożone z francuskiego przedsiębiorstwa energetycznego EDF oraz amerykańskiego dostawcy usług agregacyjnych [NUVVE](#). Konsorcjum DREEV do agregacji wykorzystało technologię ładowarek dwukierunkowych [CHAdEMO](#) służących głównie do ładowania pojazdów flot korporacyjnych.

Elastyczność V2G jest uwzględniana w strategiach RTE

Francuski operator systemu przesyłowego widzi potrzebę dalszego rozwoju potencjału świadczenia usług elastyczności przez V2G. RTE uwzględnia rolę samochodów elektrycznych w scenariuszach rozwoju sieci, w których zakłada, że w 2035 roku [2% floty pojazdów](#) będzie w stanie świadczyć usługę V2G. Rola rozwoju infrastruktury na potrzeby elastycznego ładowania pojazdów elektrycznych widnieje także jako jeden z priorytetowych kierunków w [strategii francuskiego regulatora energii na lata 2025-2030](#).

Case study #4 – Holandia

Inteligentne liczniki wyposażone w „portal danych” jako katalizator technologii VtG i VtH

Holandia ma jeden z najwyższych wskaźników użycia inteligentnych liczników w Europie. Wdrażanie smart meteringu w Niderlandach rozpoczęło się od pilotażu już w 2012 roku. Zainstalowano wtedy pierwsze 600 000 inteligentnych liczników energii elektrycznej. Montowano je podczas planowych wymian liczników, w nowo budowanych domach, podczas remontów lub na życzenie klientów. Od 2015 roku rozpoczęto długoterminowe, wielkoskalowe przedsięwzięcie polegające na wyposażeniu w inteligentne liczniki do 2020 roku co najmniej 80% gospodarstw domowych. w 2022 roku około 2/3 społeczeństwa, a w 2025 roku już 90% społeczeństwa posiadało inteligentne liczniki. Początkowo dane z liczników były wykorzystywane wyłącznie do celów rozliczeniowych. Od 2022 roku na mocy porozumienia o ochronie prywatności zatwierdzonego przez wszystkich operatorów systemów dystrybucyjnych (OSD) dane mogą być wykorzystywane do zarządzania siecią w ramach kodeksu postępowania dla inteligentnych sieci [The Smart Management Code of Conduct](#).

Inteligentne liczniki wyposażone w portal, który umożliwia całodobowy dostęp do danych zużycia energii zarówno właścicielom gospodarstw domowych, jak i operatorom sieci może stanowić kluczowy czynnik umożliwiający szerokie zastosowanie technologii V2G i V2H. Portal bezpośrednio podłączony do systemu zarządzania pozwala operatorom sieci na bieżące przetwarzanie danych, a także na udzielanie porad dotyczących sposobu poprawy efektywności energetycznej w gospodarstwach domowych.

Załącznik 2. Metodologia oszacowania korzyści

W celu oszacowania potencjalnych korzyści z V2X zamodelowano pracę systemu elektroenergetycznego w 2030 roku i w 2040 roku. Większość założeń dotyczącą parametrów systemu elektroenergetycznego (m.in. moce źródeł wytwórczych, zużycie energii elektrycznej) przyjęto na podstawie scenariusza WAM z projektu KPEiK przedstawionego w grudniu 2025 roku. w przypadku, gdy potrzebne założenia nie mogły zostać przyjęte na podstawie danych z KPEiK, przyjmowano założenia własne.

Założenie	Rok 2030	Rok 2040	Źródło
Moc PV [GW]	32,4	43,0	Projekt KPEiK z grudnia 2025 roku
Moc onshore [GW]	16,5	28,8	
Moc offshore [GW]	5,9	16,0	
Moc wielkoskalowych i przydomowych magazynów energii oraz ESP [GW]	7,4	23,1	
Produkcja energii ze źródeł biomasowych, biogazowych, atomowych oraz wodnych przepływowych [TWh]	12,6	59,8	
Zapotrzebowanie na energię elektryczną [TWh]	194,7	266,7	
Zapotrzebowanie na energię elektryczną w transporcie drogowym [TWh]	2,7	13,1	
Pojemność magazynów ciepła [GWh]	124	576	
Cena gazu ziemnego dla energetyki [EURO/GJ]	8,02	7,94	
Cena uprawnień EUA [EURO/tCO ₂]	120,1	300,1	
Liczba osobowych samochodów elektrycznych	0,7 mln	4,3 mln	
Moc ładowania magazynów ciepła [GW]	0,6	3,5	Założenia własne na podstawie projektu KPEiK
Pojemność wielkoskalowych i przydomowych magazynów energii oraz ESP [GWh]	29,7	92,4	
Średnie zużycie energii przez EV [kWh/100km]	22	20	Założenia własne
Średnia pojemność akumulatora [kWh]	50	80	
Średnia moc punktu ładowania [kW]	5	7	
Udział samochodów V2H i V2G	10%	30%	
Udział samochodów ładujących się inteligentnie	30%	40%	
Koszt redysponowania OZE (stawka jakościowa) [zł/MWh]	150	150	

Koszt utrzymania dodatkowych mocy szczytowych (opłata mocowa) [zł/kW/rok]	400	400
Koszt energii elektrycznej ze szczytowych turbin gazowych (koszt paliwa + emisji CO ₂) [zł/MWh]	569,5	954,7

Do zamodelowania pracy systemu elektroenergetycznego wykorzystano uproszczony model tzw. „miedzianej płyty”.

1. Pogodozależne OZE

W rozdzielczości godzinowej zasymulowano produkcję energii z pogodozależnych OZE: instalacji PV i lądowych elektrowni wiatrowych (na podstawie historycznych danych produkcji z krajowych źródeł według danych PSE), a także morskich elektrowni wiatrowych (na podstawie profili literaturowych). Prognozowane profile produkcji energii na lata 2030 i 2040 uzyskano poprzez skalowanie wyjściowych profili generacji poszczególnych źródeł OZE odpowiednio do założeń ich mocy zainstalowanej.

2. Zapotrzebowanie na energię elektryczną

W rozdzielczości godzinowej zasymulowano profil zapotrzebowania na energię elektryczną z wyłączeniem zapotrzebowania na energię elektryczną na potrzeby transportu drogowego (tj. samochodów elektrycznych). Profil ten uzyskano poprzez skalowanie historycznego profilu krajowego zapotrzebowania na energię w KSE odpowiednio do założeń dotyczących całkowitego zużycia na energię elektryczną (z wyłączeniem elektromobilności).

3. Bilans energii

Założono, że minimalna moc sterowalnych źródeł synchronicznych pracujących „w podstawie” (źródła jądrowe, biomasa, biogaz) wynosi 5 GW. Na podstawie bilansu energetycznego dla każdej godziny w ciągu roku wyznaczono różnicę pomiędzy produkcją energii z pogodozależnych OZE i źródeł pracujących w podstawie a zapotrzebowaniem na energię elektryczną w systemie.

4. Magazyny energii i magazyny ciepła

Jeśli w danej godzinie występowała nadpodaż energii elektrycznej ze źródeł OZE, zakładano, że w tym czasie magazyny energii elektrycznej ładują się. Jeśli magazyny energii elektrycznej nie mogły przyjąć więcej energii z OZE (z uwagi na ograniczenia dostępnej mocy i/lub pojemności), zakładano, że energia ta częściowo będzie wykorzystana na ładowanie wielkoskalowych magazynów ciepła w sezonie grzewczym.

W godzinach, w których produkcja energii elektrycznej z pogodozależnych OZE nie była wystarczająca do pokrycia zapotrzebowania na energię w systemie, zakładano, że magazyny energii elektrycznej oddają energię do sieci – w takim stopniu w jakim pozwala na to dostępna moc i stan naładowania magazynów.

5. Scenariusze elektromobilności

Aby ocenić wpływ inteligentnego ładowania i V2G na system porównano dwa scenariusze.

W scenariuszu referencyjnym (brak inteligentnej elektromobilności) zapotrzebowanie wynikające z ładowania samochodów elektrycznym było niezależne od sytuacji w systemie elektroenergetycznym. Dla każdego dnia w roku założono identyczny profil godzinowy ładowania pojazdów. Profil zamodelowano w taki sposób, aby pokrywał on całe średniodobowe zużycie energii elektrycznej wynikające z poruszania się samochodów elektrycznych po drogach i odzwierciedlał to, że samochody podłączane są do ładowania głównie po powrocie użytkowników do domu.

W drugim scenariuszu założono, że tylko część samochodów ładowanych jest według profilu „behawioralnego” (nieinteligentnego).

W scenariuszu tym założono, że samochody z możliwością inteligentnego ładowania (V1G, V2H) będą ładowane priorytetowo w godzinach nadpodaży energii elektrycznej ze źródeł OZE. W przypadku braku dostępności zielonej energii samochody nie będą ładowane. Wyjątkiem są okresy, w których brak ładowania samochodów oznaczałby spadek ich poziomu naładowania poniżej 20% (czyli w okresach dłuższego braku energii z OZE). w takim przypadku samochody ładują się, aby zapewnić wymagany minimalny poziom naładowania akumulatora reprezentujący zdolność do jazdy samochodem.

W scenariuszu tym założono również, że część samochodów będzie korzystała z technologii V2G. Ładowanie tych samochodów zamodelowano analogicznie do ładowania V1G i V2H – proces ładowania zachodzi przede wszystkim w godzinach z dużą dostępnością energii z OZE. Dodatkowo założono, że samochody z V2G oddają energię elektryczną do sieci w godzinach niedostatecznej generacji energii elektrycznej z OZE. Wyjątkiem są sytuacje, w których działanie to oznaczałoby spadek poziomu naładowania akumulatora poniżej zakładanego minimalnego poziomu.

Dostępną łączną moc ładowania i rozładowania samochodów elektrycznych w danej godzinie oszacowywano w oparciu o średnią moc stacji ładowania i liczbę samochodów „zaparkowanych” (nie poruszających się w danej godzinie na drodze).

6. Nadwyżka OZE i praca innych źródeł wytwórczych

Po uwzględnieniu ładowania samochodów i V2G w bilansie systemu elektroenergetycznego w rozdzielczości godzinowej uzyskano ostateczne wyniki dotyczące nadpodaży generacji ze źródeł OZE (redysponowanie), zapotrzebowania na produkcję energii z innych źródeł wytwórczych (w tym gazowych) oraz wielkość mocy szczytowych w systemie dla obu scenariuszy. Korzyści wynikające z V2X oszacowano jako różnicę wyników pomiędzy obydwoma scenariuszami.

7. Koszty dla systemu

Całkowite korzyści finansowe dla systemu uzyskano poprzez iloczyn wyników bilansu energetycznego (wolumen redysponowania OZE; wolumen zużycia energii elektrycznej z gazu; dodatkowe zapotrzebowanie na moce szczytowe) i zakładanych wskaźników jednostkowych kosztów przenoszonych na odbiorców końcowych (koszt redysponowania, wyższa cena energii, koszt utrzymania mocy szczytowych w systemie). Uśrednione korzyści finansowe w przeliczeniu na MWh energii elektrycznej uzyskano dzieląc korzyści dla całego systemu poprzez całkowite zużycie energii elektrycznej w systemie.

Załącznik 3. Regulacje dla infrastruktury ładowania

Rozporządzenie AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation)

Definicje:

- „inteligentne ładowanie” oznacza operację ładowania, w której intensywność dostarczania energii elektrycznej do akumulatora jest korygowana w czasie rzeczywistym na podstawie informacji otrzymywanych w ramach komunikacji elektronicznej;
- „ładowanie dwukierunkowe” oznacza operację inteligentnego ładowania, w której kierunek przepływu energii elektrycznej można odwrócić, co umożliwia przepływ energii elektrycznej z akumulatora do punktu ładowania, z którym jest połączony.
- „połączony cyfrowo punkt ładowania” oznacza punkt ładowania, który może wysyłać i odbierać informacje w czasie rzeczywistym oraz komunikować się dwukierunkowo z siecią elektroenergetyczną i pojazdem elektrycznym oraz który można zdalnie monitorować i kontrolować, co obejmuje między innymi zdalne rozpoczęcie i zakończenie sesji ładowania oraz pomiar przepływów energii elektrycznej;

Zgodnie z AFIR dostęp do publicznych stacji ładowania musi być proporcjonalny do liczby zarejestrowanych pojazdów. Co najmniej 1,3 kW powinno przypadać na każde auto elektryczne i 0,8 kW na każdą hybrydę typu plug-in. Rozporządzenie zakłada również harmonogram rozmieszczenia stacji ładowania wzdłuż transeuropejskiej sieci transportowej (TEN-T). Do końca 2025 roku co 60 km powinny być dostępne strefy ładowania, każda o mocy co najmniej 400 kW, z jedną ładowarką 150 kW. Do końca 2035 roku każda taka strefa musi oferować 600 kW i co najmniej dwie ładowarki 150 kW.

Dyrektywa EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)

Według EPBD do 2027 roku we wszystkich budynkach niemieszkalnych z więcej niż 20 miejscami parkingowymi powinna znajdować się co najmniej jedna ładowarka na 10 miejsc parkingowych, a infrastruktura kanałowa powinna być zapewniona dla przynajmniej 50% miejsc parkingowych. W przypadku nowych i modernizowanych budynków mieszkalnych, które mają więcej niż 3 miejsca parkingowe, dyrektywa zobowiązuje do zapewnienia przynajmniej 1 punktu ładowania oraz infrastruktury kanałowej dla 50% miejsc postojowych.

