



BRIEFING – marzec 2026

V2X w Polsce

Jak samochody elektryczne mogą obniżyć rachunki i wesprzeć sieć energetyczną

Streszczenie

Technologie V2X (vehicle-to-everything), pozwalające wykorzystywać baterie samochodów elektrycznych jako element systemu energetycznego, mogą znacząco obniżyć koszty transformacji energetycznej w Polsce. Sprawne wdrożenie V2X do roku 2040 przyniesie systemowi elektroenergetycznemu oszczędności rzędu 39 zł/MWh. Spadną koszty sieciowe, paliwowe i mocy rezerwowych.

Wykorzystanie baterii pojazdów elektrycznych jako rozproszonych magazynów energii pozwala zwiększyć elastyczność systemu, ograniczyć marnowanie energii z odnawialnych źródeł, zmniejszyć produkcję energii z gazu oraz obniżyć zapotrzebowanie na moce szczytowe.

Technologie V2X ograniczą również koszty rozbudowy infrastruktury energetycznej. Przesuwanie poboru energii w czasie oraz wykorzystanie baterii aut elektrycznych w godzinach szczytu zmniejszy lokalne przeciążenia sieci i umożliwi przesunięcie kosztownych inwestycji infrastrukturalnych na później. Wdrożenie V2X ograniczy koszty rozbudowy sieci w Polsce o ok. 1,3 mld zł w 2030 r. i ok. 4 mld zł w 2040 r.

Korzyści odczuwają także użytkownicy pojazdów. Technologie takie jak V2H, szczególnie w połączeniu z instalacją fotowoltaiczną, pompą ciepła i taryfą dynamiczną, obniżają rachunki właścicieli elektryków nawet o 15–30%. Samochód będzie pełnił nie tylko funkcję środka transportu, lecz także elementu zarządzania energią w gospodarstwie domowym.

Znaczenie tych technologii będzie rosło wraz ze przyrostem liczby aut elektrycznych w Polsce. Samochody elektryczne są mobilnymi magazynami energii o dużej pojemności. Przez większość czasu pozostają zaparkowane. Ich baterie tworzą nowy, rozproszony zasób elastyczności systemowej, który wspiera integrację odnawialnych źródeł energii i zwiększa bezpieczeństwo dostaw energii.

Wnioski opierają się na dwóch analizach przygotowanych na zlecenie T&E. Raport Fraunhofer Institute z 2024 r. („Batteries on Wheels”) pokazuje skalę potencjału V2X w Europie. Do 2040 r. pojazdy elektryczne:

- dostarczają do 9% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną i stają się czwartym co do wielkości „dostawcą” energii,
- umożliwiają integrację dodatkowych 430 GW mocy fotowoltaicznych, co oznacza niemal podwojenie obecnych mocy PV w UE,

- obniżają roczne koszty funkcjonowania systemu energetycznego w UE o 8,6%, czyli ok. 22,2 mld euro rocznie.

Kontynuacją tych badań jest raport Instytutu Reform z 2026 r., który analizuje znaczenie V2X w polskich warunkach systemowych i rynkowych. Według szacunków Instytutu, oszczędności z włączenia samochodów do systemu energetycznego odczuje każde gospodarstwo domowe (28 zł w 2030 r., 117 zł w 2040 r.).

Przy odpowiednim zarządzaniu ładowaniem (np. utrzymywaniu poziomu baterii w zakresie 20–80%, wolnym ładowaniu i inteligentnym sterowaniu) wpływ technologii V2G na degradację baterii pozostaje ograniczony. Straty wynikające z nieznacznie szybszego zużycia baterii pozostają wielokrotnie niższe niż korzyści finansowe dla użytkowników i systemu.

Co jest konieczne, by uwolnić potencjał V2X

Doświadczenia Wielkiej Brytanii, Francji, Danii i Holandii pokazują, że rozwój V2G wymaga trzech elementów: szerokiego wdrożenia inteligentnych liczników, jasnych zasad agregacji i taryfowania oraz aktywnej roli operatorów systemów i regulatorów. V2G funkcjonuje wtedy jako pełnoprawna usługa elastyczności.

Jedną z głównych barier rozwoju V2G w Polsce pozostaje zbyt wolne wdrażanie inteligentnych, w tym dwukierunkowych, liczników energii. Na koniec 2024 r. inteligentne liczniki posiadało jedynie 38% odbiorców, podczas gdy bez nich korzystanie z taryf dynamicznych i usług V2G jest w praktyce niemożliwe. Potrzeba też przejrzystych zasad udziału pojazdów elektrycznych w rynku energii i usług elastyczności, w tym dostęp do taryf dynamicznych oraz jasne reguły wynagradzania za usługi świadczone na rzecz systemu.

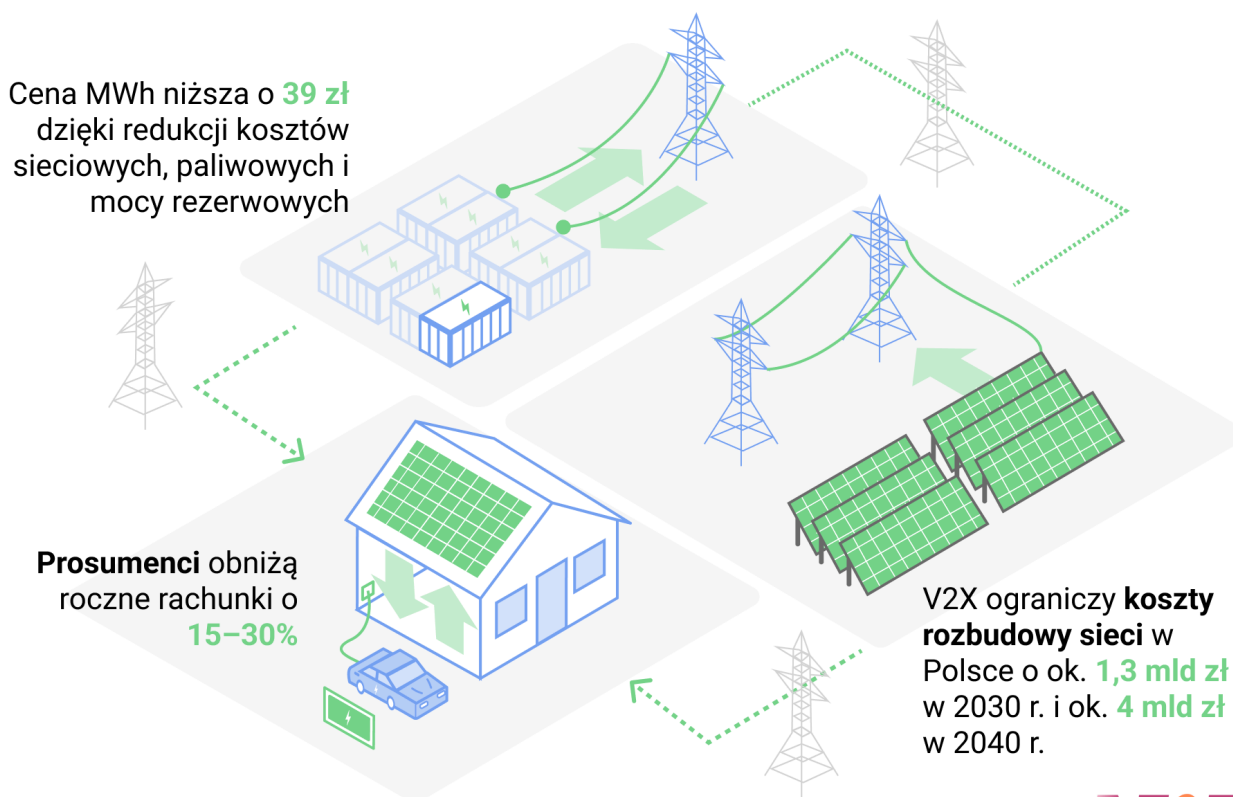
1. Wprowadzenie

Przyspieszająca elektryfikacja gospodarki, obejmująca transport, ogrzewnictwo i przemysł, radykalnie zwiększa zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz elastyczność systemu elektroenergetycznego. Jednocześnie Europa dynamicznie rozwija odnawialne źródła energii, których zmienna generacja (wiatr i słońce) stawia przed systemem wyzwania bilansowe. W tym kontekście pojazdy elektryczne przestają być wyłącznie środkiem transportu, a stają się istotnym zasobem energetycznym.

V2X to zbiorcze określenie technologii umożliwiających dwukierunkowy przepływ energii pomiędzy pojazdem elektrycznym a jego otoczeniem. W praktyce obejmuje to m.in.:

- V2H (Vehicle-to-Home): wykorzystanie energii z baterii auta do zasilania domu,
- V2G (Vehicle-to-Grid): oddawanie energii z pojazdu do sieci elektroenergetycznej w okresach wysokiego zapotrzebowania.

V2X obniży koszty energii dla właścicieli samochodów i całego systemu



Źródło: T&E



Rysunek 1 Jak V2H obniży koszt dla właścicieli samochodów i systemu elektroenergetycznego

Dzięki temu samochód elektryczny może pełnić funkcję elastycznego magazynu energii, wspierając integrację odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz stabilność sieci.

W 2024 roku T&E zleciło przygotowanie raportu „Batteries on Wheels: The untapped potential of EV batteries”, który po raz pierwszy na poziomie europejskim kompleksowo przeanalizował potencjał technologii Vehicle-to-Everything (V2X) oraz rolę pojazdów elektrycznych jako elastycznego zasobu dla systemu elektroenergetycznego. Analiza ta zapoczątkowała szerszą debatę o znaczeniu dwukierunkowego ładowania dla bezpieczeństwa energetycznego, integracji OZE i kosztów funkcjonowania systemu. W 2026 roku T&E Polska, we współpracy z Instytutem Reform, pogłębia te wnioski w kontekście krajowym, przyglądając się szczególnie znaczeniu technologii V2X dla polskiego systemu elektroenergetycznego oraz potencjalnym korzyściom dla gospodarstw domowych.

2. Vehicle to Grid w Europie

Raport Fraunhofer ISE & ISI z 2024 r. analizuje potencjał pełnej integracji pojazdów elektrycznych z europejskim systemem elektroenergetycznym poprzez inteligentne ładowanie (smart charging) oraz ładowanie dwukierunkowe (Vehicle-to-X, w szczególności V2H i V2G). Analiza obejmuje perspektywę systemową, sieciową oraz użytkownika końcowego i opiera się na modelowaniu scenariuszy do 2030 i 2040 r. dla UE zbiorczo oraz dla kilku wybranych państw, w tym dla Polski.

Wyniki badania jednoznacznie wskazują, że pojazdy elektryczne, przy odpowiednich ramach regulacyjnych i technicznych, mogą stać się jednym z kluczowych zasobów elastyczności systemu elektroenergetycznego, generując jednocześnie istotne korzyści ekonomiczne dla użytkowników.

2.1 Korzyści dla systemu energetycznego

Szerokie wdrożenie inteligentnego i dwukierunkowego ładowania może przynieść bardzo istotne oszczędności systemowe. Do 2030 r., dzięki zastosowaniu technologii V2G, roczne koszty funkcjonowania systemu elektroenergetycznego w UE mogą spaść o ok. 5,5% (ok. 9,7 mld euro), a do 2040 r. o 8,6% (22,2 mld euro). Łączne oszczędności w latach 2030-2040 mogą sięgnąć ok. 175 mld euro, czyli niemal równowartości rocznego budżetu UE.

Źródłem tych oszczędności jest przede wszystkim:

- ograniczenie potrzeby inwestycji w nowe moce wytwórcze,
- zmniejszenie strat energii i skali redukcji produkcji energii z OZE (curtailment),
- redukcja zużycia paliw kopalnych oraz mocy rezerwowych opartych na gazie i wodorze.

Dwukierunkowe ładowanie pozwala też znacznie lepiej integrować zmienne źródła odnawialne, zwłaszcza fotowoltaikę. Według raportu z 2024 r., V2X umożliwia dodatkową integrację nawet 430 GW mocy PV do 2040 r., co niemal podwaja obecne moce fotowoltaiczne w UE.

Dlaczego EV

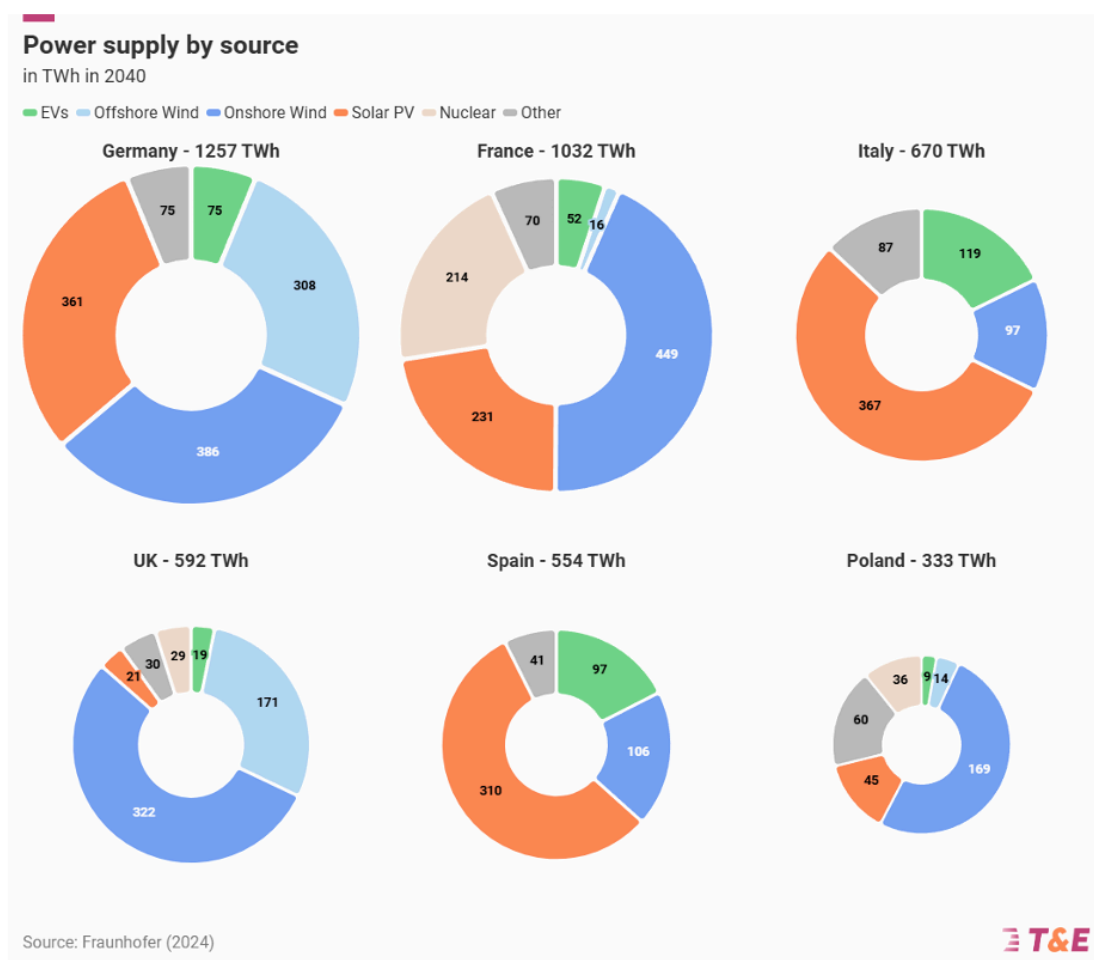
Pojazdy elektryczne, które przez ok. 95% czasu pozostają zaparkowane, mogą magazynować nadwyżki energii produkowanej w ciągu dnia i oddawać ją do systemu w godzinach szczytu zapotrzebowania. Szczególnie istotna jest tu rola samochodów osobowych, które częściej są podłączone do sieci w ciągu dnia niż pojazdy ciężkie.

W scenariuszach z szerokim wdrożeniem V2G zapotrzebowanie na stacjonarne bateryjne magazyny energii może zostać zredukowane nawet o 92% do 2040 r., a potrzeba utrzymywania mocy rezerwowych w elektrowniach konwencjonalnych o ok. 126 GW. Oznacza to, że flota pojazdów elektrycznych może w praktyce pełnić funkcję rozproszonych, wirtualnych elektrowni, wspierając bilansowanie systemu i ograniczając kosztowne inwestycje infrastrukturalne.

Raport wskazuje, że wpływ V2X na sieci niskiego napięcia jest umiarkowany i w większości przypadków neutralny lub lekko pozytywny. Inteligentne i sieciowo-zorientowane ładowanie może ograniczać przeciążenia transformatorów i lokalne piki zapotrzebowania, szczególnie w połączeniu z PV.

Potencjalne oszczędności na rozbudowie sieci dystrybucyjnych do 2040 r. oszacowano na ok. 9,8 mld euro. Jednocześnie autorzy podkreślają, że V2X nie zastępuje koniecznych inwestycji sieciowych, lecz może je częściowo odroczyć lub zoptymalizować.

Raport Instytutu Fraunhofer pokazuje wyraźne zróżnicowanie regionalne w potencjale wykorzystania pojazdów elektrycznych jako elastycznego zasobu energetycznego w Europie. Kraje o wysokim udziale i potencjale energetyki słonecznej, takie jak Hiszpania i Włochy, mogą osiągnąć największe względne korzyści z integracji technologii V2G. W tych państwach pojazdy elektryczne mogłyby w 2040 r. dostarczać do systemu nawet 17–18% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną. Wynika to z synergii między wysoką generacją PV a możliwością magazynowania nadwyżek energii w bateriach pojazdów i oddawania ich w okresach szczytowego zapotrzebowania.



Rysunek 2 Udział EV w krajowym bilansie dostaw energii elektrycznej w 2040 r. (źródło: Fraunhofer 2024)

W krajach takich jak Niemcy i Francja udział ten jest niższy (około 6%), a w Wielkiej Brytanii i Polsce, około 3% rocznego zapotrzebowania na energię elektryczną. Mimo to, nawet w tych państwach potencjał oszczędności systemowych liczony jest w miliardach euro rocznie. W przypadku Polski niższy udział wynika przede wszystkim z obecnej struktury mixu energetycznego, mniejszego nasycenia OZE oraz wolniejszego tempa elektryfikacji transportu. Jednocześnie raport podkreśla, że właśnie w takich krajach technologia V2G może odegrać istotną rolę jako narzędzie wspierające integrację OZE w przyszłości, ograniczające koszty rozbudowy mocy wytwórczych i magazynowych oraz poprawiające elastyczność systemu wraz ze wzrostem floty pojazdów elektrycznych.

2.2 Korzyści dla użytkowników

Z perspektywy użytkowników końcowych inteligentne i dwukierunkowe ładowanie generuje wymierne oszczędności finansowe. W zależności od kraju, taryf, wielkości baterii oraz posiadania instalacji PV, kierowcy mogą obniżyć swoje roczne koszty energii o 4-52%, co odpowiada oszczędnościom rzędu 30–780 euro rocznie.

Które gospodarstwa domowe skorzystają najbardziej

Największe korzyści osiągane są w gospodarstwach domowych z instalacją fotowoltaiczną, gdzie V2H pozwala znacząco zwiększyć autokonsumpcję energii. W krajach o niższych cenach energii elektrycznej (np. Polska) oszczędności nominalne są mniejsze, ale nadal istotne w relacji do kosztów użytkowania pojazdu.

Choć raport Instytutu Fraunhofera koncentruje się głównie na V2H, przegląd literatury pokazuje, że udział w usługach systemowych (arbitraż cenowy, rynki bilansujące, rezerwy mocy) może przynieść użytkownikom dodatkowe przychody rzędu 300–1 500 euro rocznie na pojazd, w zależności od warunków rynkowych i regulacyjnych. Warunkiem realizacji tego potencjału jest jednak dostęp do agregatorów, odpowiednich liczników, dynamicznych taryf oraz usunięcie barier fiskalnych (np. podwójnego opodatkowania energii pobranej i oddanej do sieci).

3. Vehicle to Grid w Polsce

Raport przygotowany przez Instytut Reform stanowi pogłębioną analizę potencjału technologii Vehicle-to-Everything (V2X) w polskich warunkach systemowych, regulacyjnych i rynkowych.

Analiza Instytutu Reform potwierdza zasadnicze wnioski raportu z 2024 roku, jednocześnie pokazując, w jaki sposób technologie V2H i V2G mogą realnie wesprzeć transformację polskiego systemu elektroenergetycznego. Dzięki odniesieniu do krajowych danych raport pozwala przełożyć europejskie scenariusze na konkretne implikacje dla Polski.

Raport pokazuje, że korzyści wynikające z wdrożenia technologii V2X nie pojawiają się jednocześnie, lecz narastają w czasie. Część efektów może być odczuwalna niemal natychmiast po wprowadzeniu odpowiednich regulacji i taryf, podczas gdy inne materializują się w średnim i długim horyzoncie.

Poniżej omówione zostały główne wnioski tego raportu.

3.1 Krótkoterminowe korzyści

Najbardziej bezpośrednie i najszybciej widoczne efekty dotyczą odbiorców końcowych, w szczególności gospodarstw domowych będących prosumentami. Już samo połączenie inteligentnego ładowania z funkcjami V2H/V2X pozwala na lepsze dopasowanie momentu ładowania pojazdu do cen energii oraz lokalnej produkcji z OZE.

Prosumenci korzystający z V2X mogą obniżyć swoje roczne rachunki za energię elektryczną o 15–30%, a w niektórych scenariuszach nawet więcej. Oszczędności wynikają przede wszystkim ze zwiększenia autokonsumpcji energii z instalacji PV, ograniczenia poboru energii w godzinach wysokich cen oraz redukcji opłat sieciowych i mocy umownej. Co istotne, są to korzyści możliwe do osiągnięcia bez konieczności rozbudowy infrastruktury sieciowej, wymagają one głównie odpowiednich taryf, inteligentnych liczników i ram regulacyjnych.

W kontekście przejścia z systemu opustów na net-billing, **zwiększenie autokonsumpcji energii z mikroinstalacji PV** stało się kluczowe dla opłacalności inwestycji prosumenckich.

EV jako „magazyn energii na kółkach”:

- zwiększa wykorzystanie własnej produkcji,
- ogranicza oddawanie energii do sieci po niższych cenach,
- zmniejsza ryzyko wyłączeń instalacji PV przy wysokim napięciu.

V2H może również **pełnić funkcję zasilania awaryjnego w przypadku przerw w dostawach energii**. W kontekście rosnącej liczby ekstremalnych zjawisk pogodowych i napięć w systemie, aspekt odporności zyskuje znaczenie.

Raport odnosi się do często podnoszonej obawy dotyczącej degradacji baterii. Przy odpowiednim zarządzaniu (ładowanie w przedziale 20–80%, unikanie szybkiego ładowania) wpływ V2G na żywotność baterii jest ograniczony. Potencjalne straty z tytułu zużycia baterii są wielokrotnie niższe niż korzyści finansowe z udziału w V2G.

3.2 Średnio- i długoterminowe korzyści systemowe

W dłuższej perspektywie V2X staje się narzędziem o znaczeniu strategicznym dla całego systemu elektroenergetycznego. Jednym z kluczowych efektów jest ograniczenie redysponowania odnawialnych źródeł energii. Dzięki przesuwaniu popytu i czasowemu

magazynowaniu energii w bateriach pojazdów elektrycznych możliwe jest lepsze wykorzystanie produkcji z wiatru i słońca w okresach nadpodaży.

Zgodnie z obliczeniami Instytutu Reform, zastosowanie smart chargingu i V2X może ograniczyć redysponowanie OZE w Polsce o:

- ok. 0,7 TWh rocznie do 2030 r.
- i nawet 4,6 TWh do 2040 r.

Przekłada się to na istotne oszczędności systemowe rzędu 0,1 mld zł rocznie w 2030 r. oraz do 0,7 mld zł rocznie w 2040 r., wynikające z unikniętych kosztów rekompensat i strat energii.

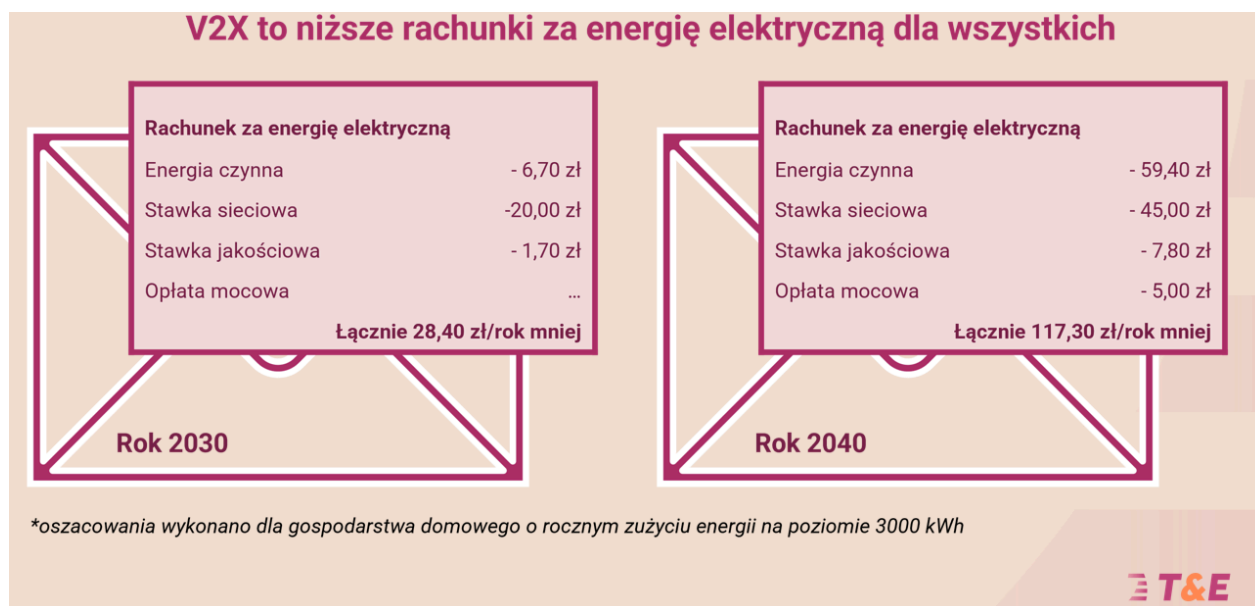
Równolegle V2X przyczynia się do obniżenia zapotrzebowania na drogie, importowane paliwa kopalne. Zmniejszenie udziału energii wytwarzanej z gazu:

- nawet o 0,8 TWh rocznie w 2030 r.
- i do 5,5 TWh w 2040 r.

Oznacza nie tylko niższe koszty wytwarzania energii, lecz także większą odporność systemu na wahania cen paliw i ryzyka geopolityczne.

Korzyści z V2G dla sieci

Łącznie raport Instytutu Reform wskazuje, że wdrożenie V2X może przynieść oszczędności rzędu 39 zł/MWh w 2040 r. względem scenariusza braku implementacji tej technologii.



Rysunek 3 Korzyści z wdrożenia V2G w Polsce (źródło: Instytut Reform 2026).

3.3 Długoterminowe oszczędności infrastrukturalne

Największe korzyści finansowe pojawiają się w długim horyzoncie w obszarze infrastruktury sieciowej i mocy wytwórczych. V2X, działając jako rozproszony zasób elastyczności, ogranicza potrzebę kosztownej rozbudowy sieci dystrybucyjnych oraz inwestycji w moce szczytowe.

Według analiz Fraunhofera, implementacja V2X w Polsce może zmniejszyć nakłady inwestycyjne na rozbudowę sieci elektroenergetycznych o ok. 1,3 mld zł do 2030 r. i nawet 4 mld zł do 2040 r. Dodatkowo, dzięki redukcji zapotrzebowania na moce szczytowe o ponad 1 GW do 2040 r., możliwe jest obniżenie kosztów utrzymania jednostek rezerwowych oraz kosztów rynku mocy. Łączne oszczędności z tego tytułu mogą sięgać nawet 0,4 mld zł rocznie w 2040 r.

Doświadczenia z innych państw

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.

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.

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 nawet rolę samochodów elektrycznych w scenariuszach rozwoju sieci, w których zakłada, że w 2035 roku 2% floty pojazdów będzie w stanie świadczyć usługę V2G.

Rozwiązanie biznesowe w Danii



W Danii funkcjonuje specjalna platforma do zarządzania infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych – SPIRII. Dzięki platformie 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.

4. Rekomendacje

Polska stoi u progu dynamicznego wzrostu liczby pojazdów elektrycznych. Według rządowych prognoz, do 2030 roku po polskich drogach może jeździć ponad 700 tys. EV, a do 2040 roku już ponad 4 miliony. Bez odpowiednich mechanizmów zarządzania ładowaniem tak szybki rozwój elektromobilności może stać się wyzwaniem dla sieci elektroenergetycznej.

Analizy wykonane na zlecenie T&E jednoznacznie wskazują, że potencjał V2X w Polsce jest znaczący, ale jego realizacja wymaga szeregu działań po stronie osób zarządzających systemem energetycznym kraju. Oto najważniejsze z nich do realizacji w perspektywie do 2027r.

1. 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

2. V2G jako standard dla punktów ładowania

Wprowadzenie obowiązku, by od 2027 roku wszystkie nowe i modernizowane punkty ładowania obsługiwały V2G. Ujednolicenie standardu ładowania na poziomie europejskim w kierunku ułatwienia dla konsumentów.

Adresat: Ministerstwo Energii

3. Dostosowanie norm dotyczących budynków wielorodzinnych do V2G

Zapewnienie, aby punkty ładowania i infrastruktura kanałowa (przewody elektryczne) objęte wymogami zgodnie z art. 14 dyrektywy EPBD były docelowo przystosowane do obsługi technologii V2G. Usunięcie barier regulacyjnych dla montażu prywatnych punktów ładowania V2G w przestrzeni wspólnej w budynkach wielorodzinnych.

Adresat: Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Ministerstwo Energii

4. 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

5. Rozwój dynamicznych opłat sieciowych

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

Adresat: Ministerstwo Energii, URE

Rozwój elektromobilności i rozwój systemu elektroenergetycznego nie mogą być planowane oddzielnie. V2X stanowi pomost między transformacją transportu a transformacją energetyki. Jeśli Polska chce uniknąć kosztownego scenariusza „najpierw inwestycje w sieci, potem elastyczność”, musi włączyć V2X do głównego nurtu polityki energetycznej już teraz.

Więcej informacji

Hanna Uhl

Clean Mobility Policy Manager, T&E

Hanna.uhl@transportenvironment.org