


Sylwia Mańk-Chrulska*  <https://orcid.org/0009-0003-6862-9083>
e-mail: mank_chrulska@interia.pl

Maciej Puchała* *  <https://orcid.org/0000-0001-7723-1913>
Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi
e-mail: m_puchala@wp.pl

Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce

https://doi.org/10.25312/2391-5129.38/2024_09smp

W artykule omówiono infrastrukturę ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce i jej rozwój w kontekście systemu produktowo-usługowego. Przedstawiono główne elementy tego systemu oraz różnice występujące między produktem i usługą. Dokonano analizy usługi ładowania na stacjach i punktach ładowania elektrycznego, pozwalającej na lepsze zrozumienie potrzeb i oczekiwań użytkowników pojazdów elektrycznych. W artykule zaprezentowano rynek elektromobilności w Polsce na przestrzeni ostatnich lat. Szczególną uwagę poświęcono analizie projektu Las Energii realizowanego przez Lasy Państwowe, który jest pozytywnym przykładem dobrych praktyk w rozwoju infrastruktury ładowania elektrycznego. Dokonano analizy infrastruktury wykorzystywanej przez Lasy Państwowe i wpływu stacji ładowania na przykładzie tego projektu. Praca wskazała na potrzebę dalszego rozwoju infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce i związanych z nią usług ładowania.

Słowa kluczowe: elektromobilność, infrastruktura elektromobilności, ładowanie pojazdów elektrycznych

* Sylwia Mańk-Chrulska – magister bibliotekoznawstwa i informacji naukowej, inżynier transportu, nauczyciel dyplomowany w Zespole Szkół nr 1 w Żychlinie i Zespole Szkół w Żychlinie. Dziedziny badawcze: czytelnictwo dzieci i młodzieży, infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych.

** Maciej Puchała – doktor nauk technicznych specjalizujący się w zakresie systemów informatycznych stosowanych w transporcie i logistyce. Od kilku lat jest już emerytowanym nauczycielem akademickim.

Wprowadzenie

Elektromobilność jest obecnie najpopularniejszym trendem w rozwijającej się dziedzinie motoryzacji i jest powiązana z rosnącym zainteresowaniem ochroną środowiska oraz alternatywnymi źródłami energii. Kluczowym elementem funkcjonowania elektromobilności jest sprawnie działająca i dostępna dla klientów infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych. Rozwijający się przemysł pojazdów elektrycznych natrafia jednak na problemy z tym związane. W roku 2018 Senat Rzeczypospolitej Polskiej przyjął Ustawę o elektromobilności i paliwach alternatywnych. Nie rozwiązała ona jednak problemów technicznych rozwijającej się w Polsce elektromobilności.

W artykule dokonano analizy infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych oraz wpływu stacji ładowania elektrycznego na rozwój elektromobilności na przykładzie rozwiązań stosowanych w Lasach Państwowych realizujących projekt Las Energii.

Jako pierwsze omówiono teoretyczne podstawy systemu produktowo-usługowego w kontekście rozwoju elektromobilności. Przedstawiono pojęcia *produkt* i *usługa*, system produktowo-usługowy oraz cechy i rodzaje pojazdów elektrycznych. W dalszej części skupiono się na usłudze ładowania na stacjach i punktach ładowania elektrycznego oraz analizie rynku elektromobilności w Polsce, pozwalającej na lepsze zrozumienie potrzeb i oczekiwań użytkowników pojazdów elektrycznych. Przedstawiono infrastrukturę ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce z uwzględnieniem różnych rodzajów stacji ładowania, budowy oraz działania stacji i punktów ładowania elektrycznego. Na koniec omówiono wpływ stacji ładowania elektrycznego montowanych przez Lasy Państwowe na rozwój i przyszłość elektromobilności.

Systemy produktowo-usługowe

Rozwój gospodarki w dzisiejszym świecie przesunął się w stronę oferowanych przez przedsiębiorstwa kompleksowych rozwiązań, łączących dobra materialne z usługami. Tworzą one system produktowo-usługowy, poszukiwany przez firmy i przedsiębiorstwa.

Jego składnikami są (Santarek, Duda, Oleszek, 2022: 254):

- produkt,
- usługa,
- producenci,
- dostawcy,
- dystrybutorzy,
- infrastruktura.

Różnorodny wachlarz oferowanych usług wraz z produktem zmienia nastawienie nabywców w gospodarce. Transformacja gospodarki w XX wieku przyniosła rozwój

teorii organizacji i zarządzania oraz koncepcji produktowo-usługowej. Przyczyniły się do tego nowoczesne technologie i duży postęp w dziedzinie automatyzacji produkcji. Sektor usług rozwinął się i zwiększył swoje znaczenie w drugiej połowie XX wieku. Wpływ na to wywarły (Rutkowska, 2014: 28–29):

- rozwój gospodarki rynkowej,
- rozwój internetu i nowych technologii,
- rozwój edukacji,
- wymagania stawiane przez klientów,
- działalność przedsiębiorstw i konkurencja między nimi,
- szybki przepływ aktualnych informacji.

Tak duży wzrost znaczenia usług spowodowany szybkim i ekspansywnym wpływem nowych technologii likwiduje różnice między produktem a usługą, prowadząc do ich integracji. Przedsiębiorstwa, poszukując nowych klientów, wychodzą naprzeciw ich potrzebom, integrując produkt z usługą. Większy zakres świadczonych usług podnosi wartość dodaną produktu. Działania przedsiębiorstw nakierowane są również na zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko (Rutkowska, 2014: 252).

Według Santarka i Salwina systemy produktowo-usługowe (PSS) wiążą się z procesem serwicyzacji¹ i produktyzacji². K. Santarek podkreśla, że PSS są rezultatem tych procesów (Santarek, Duda, Oleszek, 2022: 252). Wiąże się to z rozszerzeniem oferty przedsiębiorstw w celu dostarczania klientowi nie tylko gotowego produktu, ale często świadczonej na wysokim poziomie usługi. Stanowi to kluczową wartość dla użytkownika. Ponadto przedsiębiorstwa poszukują nowych rozwiązań i rodzajów działalności przy użyciu nowoczesnych i inteligentnych rozwiązań informatycznych, umożliwiających dostarczanie usług na odległość. Usługi, podobnie jak produkt, również mają określony cykl życia. Rozpoczyna się on etapem projektowania, przechodząc w etapy produkcji i eksploatacji. Proces ten odbywa się z zastosowaniem nowoczesnego sprzętu, specjalistycznych technologii, wykorzystaniem wykwalifikowanej kadry oraz właściwym zaplanowaniem poszczególnych jego etapów (Santarek, Duda, Oleszek, 2022: 239–243).

Kombinacja produktów i usług oferowanych na rynku rozwinęła również aparat naukowy. Wiązało się to z powstaniem wielu definicji i modeli systemów produktowo-usługowych już w początkach lat dziewięćdziesiątych (Salwin, Lipiak, Krystosiak, 2018).

Termin *system produktowo-usługowy* pojawił się po raz pierwszy w latach dziewięćdziesiątych. Badacze holenderscy przedstawili następującą jego definicję: „[...] zbywalny zbiór przedmiotów i usług zdolnych zaspokoić łącznie określone potrzeby użytkownika [...]” (Kozłowska, 2017). Jest to ujęcie bardzo szerokie, łączące

¹ Serwicyzacja polega na postrzeganiu produktu materialnego nierozłącznie związanego z towarzyszącymi mu usługami (Santarek, Salwin, 2017).

² Produktyzacja – postrzeganie usług jako nierozzerwalnie związanych z produktem (Santarek, Salwin, 2017).

produkty materialne z niematerialnymi usługami, które mają na celu usatysfakcjonowanie nabywców. Konsolidacja tych dwóch elementów poszerza funkcjonalność i użyteczność produktów, a ponadto ułatwia przedsiębiorstwom zdobywanie nowych i zatrzymywanie przy sobie stałych konsumentów oraz daje firmom większe zyski (Salwin, Lipiak, Krystosiak, 2018).

Usługę można określić jako niematerialne działanie realizowane dla osoby lub podmiotu. Natomiast produkt – jako konkretny i materialny przedmiot udostępniony nabywcy. W tabeli 1 zebrano cechy produktu i usługi w celu dokonania porównania. Ukazano różnice między tymi dwoma pojęciami. Jako pierwszą i podstawową różnicę wskazano materialność produktu oraz niematerialność usługi. Podkreślono wagę spełniania przez produkt i usługę wymagań i potrzeb użytkowników. Taki pakiet w postaci systemu produktowo-usługowego jest proponowany konsumentowi.

Tab. 1. Różnice między usługą a produktem

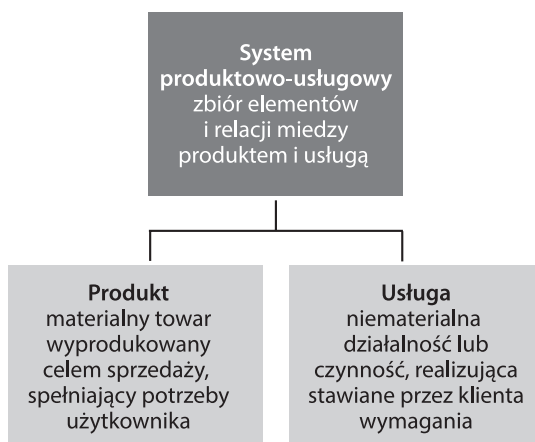
Usługa	Produkt
czynność lub działalność podejmowana zarobkowo	zbywalna rzecz fizyczna
niematerialna	materialny oferowany nabywcom
nietrwała	trwały
różnorodna	nieróżnorodny
nierozdzielna	dostępny
heterogeniczna – wykonana niejednorodnie, uzależniona od wykonawcy, klienta i czasu wykonania	charakteryzuje się ilością, liczbą, masą, rozmiarem, kolorem
dostarcza wartości dodanej produktowi	powstaje z przetworzenia określonych materiałów, surowców czy energii
wymaga obecności klienta w czasie tworzenia i świadczenia	nie wymaga obecności klienta w procesie powstawania
nie powoduje przenoszenia praw własności	powoduje przenoszenie praw własności na klienta
musi być wykonana na miejscu	może być wykonany niezależnie od miejsca dystrybucji
nie może być przechowywana czy wymieniana	może być przechowywany, wymieniany

Źródło: opracowanie własne na podstawie Santarek, Salwin, 2020.

Systemy produktowo-usługowe powstały z połączenia wytworzonych dóbr rzeczowych i dopasowanych do nich usług. Produkty według K. Santarka integrują składnik materialny i niematerialny. W tym przypadku produktem jest sprzężenie wyrobu z usługą. Udział tych składników wpływa na zaproponowany przez niego podział, w którym wyróżnia czyste dobra materialne i czyste usługi oraz tworzy konfigurację dóbr materialnych z usługami towarzyszącymi w różnych proporcjach. Pomimo występujących różnic celem wszystkich produktów jest zaspokojenie potrzeb nabywców (Santarek, Duda, Oleszek, 2022: 13–14).

Zastosowanie systemu produktowo-usługowego spełnia wymagania klientów, zwiększa konkurencyjność przedsiębiorstwa, zapewnia funkcjonalność produktu i usługi oraz buduje relacje lojalnościowe z klientami (Santarek, Salwin, 2020). Systemy produktowo-usługowe mają na celu osiągnięcie zadowolenia klientów, którzy płacą za korzystanie z produktu, a nie za jego zakup. Odpowiadają też za wzrost wymiernych korzyści dla przedsiębiorstw w postaci wyższych zysków. Innowacyjność PSS wymusza zmiany produkcyjne i zróżnicowanie modeli konsumpcyjnych. Działania te przyspieszają zrównoważony rozwój gospodarczy przedsiębiorstw. Orientacja przedsiębiorstw na usługi zwielaokrotnia proponowany asortyment i sprawia, że klient ocenia go pozytywnie i jest skłonny z niego skorzystać. Usługi pomnażają atrakcyjność produktów i podnoszą sprzedaż, podwyższając rentowność przedsiębiorstw (Santarek, Salwin, 2020: 239–242).

Na rysunku 1 przedstawiono koncepcję product-service systems³ w rozumieniu badaczy tej tematyki. System ten stanowi korelację produktu i usługi w celu zadowolenia klientów. Należy zwrócić uwagę na zastosowane tłumaczenie obu elementów. W tym przypadku produkt spełnia potrzeby, a usługa realizuje wymagania.



Rys. 1. System produktowo-usługowy

Źródło: opracowanie własne na podstawie Janczewski, 2014: 51–61.

Strategie rozwoju opracowywane przez przedsiębiorstwa mają na celu zwiększenie liczby sprzedanych produktów, osiągnięcie przewagi konkurencyjnej i wiążące się z tym maksymalne zyski. Głównym celem zaplanowanych działań jest zaspokojenie potrzeb i wymagań klientów, poprawa relacji z nimi, zwiększenie praktyczności produktów oraz zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko i jego ochrona. Firmy stawiają na rozwój innowacyjności, powtórne wykorzystanie produktów, materiałów i energii oraz wydłużają czas użytkowania produktów. Koncepcja systemów

³ Termin PSS sformułowali holenderscy badacze M.J. Goedkoop, C.J.G. van Halen, H.R.M. te Riele, P.J.M. Rommens.

produktowo-usługowych obejmuje również regenerację produktów i odzyskiwanie materiałów w celu rozwiązania wielu problemów środowiskowych. Systemy produktowo-usługowe zapewniają klientom wyższą jakość i większą różnorodność ofert na rynku. To nabywca kształtuje rynek, wybierając spośród propozycji przedsiębiorstw (Santarek, Salwin, 2020).

Różnice i cechy wspólne produktów materialnych i usług dopuszczają stosowanie w procesie projektowania i produkcji różnych metod, wzorów i projektów. Ewolucja usług prowadzi do wytwarzania wyrobów noszących znamiona wyrobów inteligentnych (Santarek, Duda, Oleszek, 2022: 239). Cechami *smart products* charakteryzują się również coraz nowocześniejsze ładowarki i stacje ładowania pojazdów elektrycznych.

Analiza produktu i usługi tworzących nowoczesne rozwiązania w postaci PSS daje krótkie wprowadzenie do rozważań na temat usług ładowania pojazdów elektrycznych. Transport jest nierozzerwalnie związany z omawianymi elementami systemu produktowo-usługowego. Mobilność człowieka i przewóz towarów przyczyniają się do poszukiwania nowych rozwiązań w motoryzacji. Niektóre z nich – mające charakter ekologiczno-ekonomiczny – prowadzą do konstruowania pojazdów spełniających kryteria ochrony środowiska. W tym przypadku są to rozwiązania w postaci samochodów elektrycznych, hybrydowych i napędzanych wodorem. Pierwsze samochody w pełni elektryczne pojawiły się w 2012 roku. Kolejnym krokiem w rozwoju elektromobilności stało się poszukiwanie nowoczesnych rozwiązań pozwalających na osiągnięcie jak największej mocy baterii przy niskiej cenie oraz na rozbudowę infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych, z naciskiem na szybkość ładowania i dostępność stacji ładowania (Małek, 2021: 7). Rozwój tego sektora gospodarki powiązany jest ze stale rosnącą mobilnością ludzi oraz transportem towarów. Do wzrostu mobilności przyczynia się z kolei dostępność pojazdów, zarówno transportu indywidualnego, jak i zbiorowego. Powoduje to nasilenie kongestii i zatłoczenie ulic miast, zwłaszcza na drogach wlotowych i w godzinach szczytu. Kierunek rozwoju zbiorowego transportu ekologicznego wyznaczają autobusy elektryczne jeżdżące po ulicach polskich miast (*Ponad 700 elektrycznych autobusów w Polsce*, 2022). Działania zmierzające do zastąpienia tradycyjnych pojazdów spalinowych pojazdami elektrycznymi przyczyniają się do rozwoju systemu produktowo-usługowego w sektorze transportowym.

Efektom tych rozwiązań, mających na celu ochronę środowiska, zmniejszenie kongestii i hałasu w miastach, stała się elektromobilność. Kierunki rozwoju tej dziedziny zmierzają do wykorzystania energii elektrycznej, wodoru i innych paliw alternatywnych w samochodach osobowych i dostawczych, autobusach, rowerach i hulajnogach. Produktem w tym ujęciu jest pojazd elektryczny, natomiast usługę stanowią punkty i stacje ładowania wraz z otoczeniem sprzyjającym właścicielom aut i pozostałym pojazdom elektrycznym.

Coraz częściej przedsiębiorstwa stosują zjawisko outsourcingu. Jest to wywołane dążeniem do obniżania kosztów realizacji działań wykonywanych w firmach.

Działania przekazane firmom zewnętrznym w większości stanowią usługi (Santarek, Duda, Oleszek, 2022: 240). Taka sytuacja ma również miejsce w przypadku budowy stacji ładowania pojazdów elektrycznych, ich obsługi i serwisowania. Przedsiębiorcy wykorzystują swoje zaplecza i udostępniają klientom parkingi, garaże lub inne miejsca. Powstające stacje ładowania udostępniane są publicznie lub w zamkniętym gronie pracowników danej firmy.

Alternatywę dla samochodów spalinowych stanowią pojazdy elektryczne i hybrydowe (Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, art. 2). Takie rozwiązania wywołane są głównie aspektem ekologicznym. Dzięki wykorzystaniu energii elektrycznej pojazdy te nie produkują spalin. Nie emitują szkodliwych substancji do atmosfery, nie przyczyniają się do powstawania smogu. Poruszają się ciszej, dzięki czemu nie stanowią źródła hałasu. Pojazdy elektryczne mogą być zasilane tak zwaną czystą energią. Taka sytuacja ma miejsce w przypadku wykorzystania paneli fotowoltaicznych (OZE – odnawialne źródła energii). Wiąże się to z ograniczeniem w korzystaniu z przesyłanej energii elektrycznej.

W Polsce jak w wielu innych krajach europejskich systematycznie przybywa pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych zamieszcza na stronie internetowej comiesięczne dane dotyczące liczby pojazdów o napędach alternatywnych zarejestrowanych w Polsce oraz stanu infrastruktury ładowania elektrycznego (stacji i punktów).

Tab. 2. Liczba zarejestrowanych w Polsce pojazdów niskoemisyjnych na koniec grudnia 2021, 2022 i 2023 roku

Rodzaj pojazdu		Liczba sztuk – grudzień 2021	Liczba sztuk – grudzień 2022	Liczba sztuk – grudzień 2023
samochody osobowe		38 001	61 570	98 348
w tym	BEV	19 206	31 249	51 211
	PHEV	18 795	30 321	47 137
samochody dostawcze i ciężarowe		1 657	3 135	5 880
motorowery i motocykle		10 650	16 274	19 526
pojazdy mikro		441	611	921
autobusy		651	821	1 179
samochody hybrydowe osobowe i dostawcze		325 136	475 807	679 637
samochody wodorowe osobowe		79	125	218

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Licznik Elektromobilności: Podsumowanie 2023 r. w sektorze zeroemisyjnego transportu, 2024.*

W tabeli 2 zebrano dane z końca grudnia z lat 2021–2023 w celu zobrazowania zmian zachodzących na polskim rynku motoryzacyjnym. Wszystkie zmiany wynikają z polityki Unii Europejskiej, która dąży do zmniejszenia liczby samochodów

spalinowych na drogach. Analiza danych przedstawionych w *Liczniku Elektromobilności* wskazuje na znaczący wzrost liczby pojazdów elektrycznych rejestrowanych na terenie Rzeczypospolitej Polskiej w ciągu ostatnich lat. Analizując dane w tabeli 2, można zauważyć, że każdego kolejnego roku rośnie liczba kupowanych nowych aut elektrycznych. Wzrostowa tendencja zakupu i rejestracji pojazdów elektrycznych świadczy o ich rosnącej popularności, większej świadomości ekologicznej użytkowników pojazdów elektrycznych, dbałości o środowisko i komfort życia człowieka. Zebrane dane wskazują wyraźnie, że pomimo wysokich cen pojazdów elektrycznych, zainteresowanie nabywców nie maleje. Klienci, podejmując decyzję o zakupie nowego auta elektrycznego czy hybrydowego, liczą się z jego wyższą ceną zakupu, ale są też świadomi niższych wydatków w trakcie eksploatacji tych pojazdów. Ceny pojazdów elektrycznych spadają. Podczas gdy klienci indywidualni kupują auta elektryczne na własność, firmy często wynajmują tego typu pojazdy (Gajewski, Paprocki, Pieriegud, 2019: 16). Część floty pojazdów elektrycznych posiadają wypożyczalnie samochodów, które udostępniają je klientom w ramach carsharingu. W pozostałych kategoriach pojazdów widać stosunkowo niewielki, ale systematyczny przyrost.

Rozwój elektromobilności pociąga za sobą rozwój infrastruktury ładowania, bez której nie jest możliwy rozwój floty samochodów elektrycznych. W przypadku stacji ładowania pojazdów elektrycznych również zauważono tendencję wzrostową. Dane na temat liczby stacji i punktów ładowania prezentowane przez PSPA (Polskie Stowarzyszenie Paliw Alternatywnych) zostały zebrane w tabeli 3. Analizując dane od grudnia 2021 roku do grudnia 2023 roku, można potwierdzić wzrost liczby stacji ładowania, zarówno prądem przemiennym, jak i prądem stałym.

Tab. 3. Liczba stacji ładowania w Polsce na koniec grudnia 2021, 2022 i 2023 roku

		Liczba sztuk – grudzień 2021	Liczba sztuk – grudzień 2022	Liczba sztuk – grudzień 2023
Stacje ładowania		1 932	2 565	3 282
w tym	AC	1 345	1 813	–
	DC	587	752	–
Punkty ładowania		3 784	5 016	5 933

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Licznik Elektromobilności: kolejny rekordowy rok na polskim rynku e-mobility, 2023*.

Stacje i punkty ładowania w systemie produktowo-usługowym

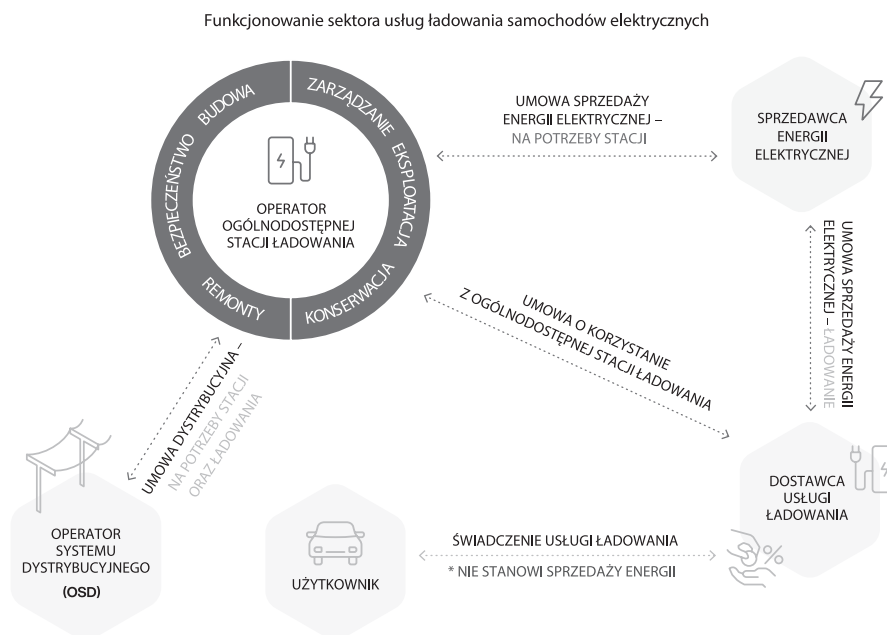
Ustawodawca podał dokładne określenia stacji i punktu ładowania. Wyjaśnienia zawarte w Ustawie z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych w art. 2 pkt 17 podkreślają, że stacje ładowania powinny być „[...] wyposażone w oprogramowanie umożliwiające świadczenie usług ładowania wraz ze

stanowiskiem postojowym [...]”. Sieć stacji ładowania elektrycznego staje się nowym modelem biznesowym podobnie jak stacje paliw. Wiąże się to z powstającą infrastrukturą ładowania oraz szeroko pojętymi usługami związanymi z ładowaniem pojazdów elektrycznych. Przedsiębiorcy dostrzegli możliwość dodatkowego rozwoju biznesu. Udostępnili klientom stacje ładowania i aplikacje umożliwiające odnajdywanie wolnych miejsc do ładowania pojazdów oraz ułatwiające korzystanie z tych urządzeń i obiektów. Ten element elektromobilności staje się dla firm wartością dodaną. Oferta stacji ładowania, ich obsługi oraz sprzedaż energii elektrycznej są podstawą nowego rodzaju działalności gospodarczej. Właściciel stacji ładowania udostępnia również oprócz punktu ładowania miejsce postojowe (Okonkwo, 2022).

Usługa ładowania w niektórych firmach staje się dodatkowym bonusem dla pracowników. Przedsiębiorcy kupują stacje ładowania i udostępniają je na użytek firmy. Część z nich w godzinach pracy udostępnia je swoim pracownikom i klientom, natomiast po godzinach pracy szerszemu gronu klientów, by na siebie zarabiała (Czym różni się publiczna stacja ładowania od prywatnej lub półprywatnej?, 2021). Ustawa o elektromobilności pozwala uzyskiwać stawki za usługi na stacjach ładowania za minuty, kilowaty lub podłączenie. Stacje ładowania można zainstalować w dowolnym punkcie. Może to być parking przy biurze, galerii handlowej, hotelu czy sklepie spożywczym. Ważne jest, aby w trakcie świadczenia usługi klient miał zapewnione miejsce postojowe (Jak zarabiać na punktach ładowania samochodów elektrycznych? Czy ładowanie samochodów elektrycznych może być dobrym biznesem?, 2021).

W publicznych stacjach ładowania pojazdów elektrycznych opłata pobierana jest elektronicznie. Stacje te są punktami samoobsługowymi. Pobierane opłaty są uzależnione od operatora danej stacji i od czasu ładowania. Do rozliczania opłat można wykorzystać kartę płatniczą, kartę RFID lub aplikację mobilną. W Polsce dostępne są jeszcze darmowe stacje ładowania samochodów elektrycznych w hotelach, na parkingach centrów handlowych i w niektórych nadleśnictwach. Stacje te charakteryzują się niską lub średnią mocą, odpowiednio do 11 kW i do 22 kW. Dodatkowym ograniczeniem może być czas ładowania (Rozliczanie płatności w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych – aplikacja czy karta RFID?, 2022).

Rysunek 2 przedstawia relacje między podmiotami działającymi w sektorze usług ładowania pojazdów elektrycznych. W tym systemie operator ogólnodostępnej stacji ładowania jest głównym elementem i zawiera umowy dystrybucyjne, sprzedaży energii oraz o korzystanie z ogólnodostępnej stacji ładowania. Dostawcy usług ładowania świadczą usługi ładowania dla użytkowników pojazdów elektrycznych, ale jednocześnie są usługobiorcami operatorów stacji oraz sprzedawców energii elektrycznej.



Rys. 2. Sektor usług ładowania pojazdów elektrycznych

Źródło: opracowanie na podstawie *Wpływ elektromobilności na rozwój gospodarczy w Polsce. Wariantowe scenariusze rozwoju. Raport, 2022.*

Firmy zajmujące się dystrybucją stacji ładowania, instalacją oprogramowania wykonują usługę w postaci outsourcingu. Źródłem ich przychodów mogą być jednorazowe opłaty za użytą energię elektryczną lub subskrypcje od klientów na wykonywaną usługę ładowania. Każdy z inwestorów musi wziąć pod uwagę koszty, które poniesie w trakcie realizacji swojego biznesu. Przedsiębiorca musi zakupić stację ładowania, zapłacić za instalację i podłączenie do sieci energetycznej, opłacić serwis i konserwację urządzenia oraz pokryć koszty aplikacji do świadczenia usługi ładowania (*Jak zarabiać na punktach ładowania samochodów elektrycznych? Czy ładowanie samochodów elektrycznych może być dobrym biznesem?*, 2021).

Elektromobilność i jej infrastruktura

Jedną z ważniejszych gałęzi gospodarki każdego kraju jest transport. Firmy i przedsiębiorstwa, dążąc do zneutralizowania złego wpływu zanieczyszczeń spowodowanych eksploatacją samochodów spalinowych, zaczynają zmieniać flotę swoich pojazdów na hybrydowe i elektryczne. Klienci indywidualni również coraz częściej podejmują decyzje o zakupie takich samochodów. Wykorzystanie zielonych źródeł energii w napędach aut osobowych, autobusów i aut dostawczych wspiera zrównoważony transport. Rozwijająca się elektromobilność wymaga zmian flot pojazdów

osobowych, autobusów i samochodów dostawczych oraz rozbudowy infrastruktury ładowania. Związane jest to również z szerszym wykorzystaniem alternatywnych paliw oraz zmianą sposobu myślenia kierowców i właścicieli firm transportowych. Dążeniem jest mniejsze wykorzystanie w transporcie tradycyjnych paliw (*Jak zarabiać na punktach ładowania samochodów elektrycznych? Czy ładowanie samochodów elektrycznych może być dobrym biznesem?*, 2021). Rozwój elektromobilności w Polsce jest wymagany przez prawodawstwo unijne.

Dane z *Licznika Elektromobilności* wskazują ciągły, choć niezbyt dynamiczny rozwój sektora transportu publicznego i prywatnego z napędami alternatywnymi.

Rozwój technologii elektrycznej w firmach samochodowych wywołany jest dążeniem do wyeliminowania zanieczyszczeń atmosfery. Najwięcej powstaje ich w wyniku transportu samochodowego, dlatego firmy szukają alternatywnych rozwiązań. Wykorzystują w napędach samochodów osobowych, ciężarowych, autobusów i pojazdów UTO (urządzenie transportu osobistego) baterie akumulatorowe, napędy hybrydowe i wodorowe. Zamiast paliwa tradycyjnego wykorzystywane są paliwa alternatywne, czyli sprężony gaz ziemny CNG, skroplony gaz ziemny LNG i biopaliwa. Obecnie najczęściej na drogach pojawiają się Plug-In Hybrid Electric Vehicle, a obok nich samochody wyposażone w akumulatory (*Rodzaje aut elektrycznych: BEV, HEV, PHEV i REEV. Czym się różnią auta elektryczne?*, 2021).

Pojazdy elektryczne, które pojawiają się na naszych drogach, to samochody osobowe, dostawcze i ciężarowe. Samochody elektryczne pomimo wysokiej ceny zdobywają wielu zwolenników, ponieważ są tańsze w eksploatacji, podczas jazdy pracują ciszej, nie wytwarzają wibracji i nie zanieczyszczają atmosfery. Dzięki umieszczeniu baterii w podłodze środek ciężkości pojazdu jest niżej i samochód elektryczny lepiej się prowadzi po drogach. Pomimo tych zalet ich produkcja przysparza większej ilości CO₂, są droższe w momencie zakupu i można nimi przejechać krótszą odległość na jednym ładowaniu niż samochodem spalinowym na jednym tankowaniu (*Samochody elektryczne – kompendium wiedzy*, 2017). Wśród samochodów niskoemisyjnych można wyróżnić trzy podstawowe grupy pojazdów BEV, PHEV, HEV oraz dwie dodatkowe kategorie REEV, FCEV. W tabeli 2 przedstawiono podział pojazdów według tych kategorii z uwzględnieniem między innymi rodzaju napędu stosowanego przez producentów, zasięgu jazdy i sposobu ładowania.

Na rozwój e-mobilności wpływają:

- niższe wydatki na eksploatację samochodu,
- ograniczenie spalin i hałasu,
- dobre osiągi i parametry przyspieszenia,
- hamowanie rekuperacyjne zwiększające wydajność akumulatorów.

Wadami pojazdów elektrycznych, które stanowią barierę dla szybkiego rozwoju tego sektora gospodarki, są (Zajkowski, Seroka, 2017: 483).

- wysoka cena zakupu samochodu elektrycznego,
- ograniczony zasięg akumulatorów,

- długotrwały proces ładowania,
- niedostateczna infrastruktura ładowania.

Pojazdy hybrydowe wykorzystują w trakcie jazdy dwa silniki. Czerpią energię z silnika elektrycznego i spalinowego (Zajkowski, Seroka, 2017: 483–484).

Obecna infrastruktura i perspektywa rozwoju

Jerzy Janczewski podaje, że stacje ładowania elektrycznego w modelu integracji produktowo-usługowej są ukierunkowane na użytkowość, czyli wykorzystanie przez więcej niż jednego użytkownika. Każdy kierowca samochodu elektrycznego ma prawo skorzystać z ładowarki dostępnej publicznie. Produkt, czyli ładowarka, jest więc eksploatowany przez usługobiorców, którzy nie są jej właścicielami (Janczewski, 2014: 51–61). Funkcjonalność stacji ładowania umożliwia jej większą użyteczność i intensywniejsze wykorzystanie. Potrzeby konsumentów są zaspokojone dzięki dostarczonej usłudze.

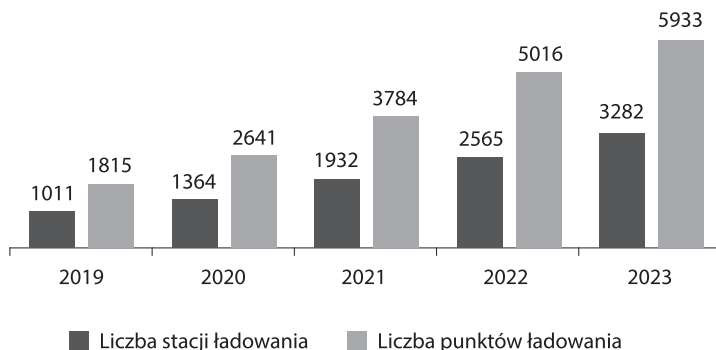
Konstruktorzy samochodów elektrycznych szczególną rolę przypisują bateriom. Jest to związane z osiągnięciem jak najlepszych parametrów technicznych tej części pojazdu. Projektanci samochodów dążą do wypracowania niezawodnego akumulatora, który przez długi czas będzie charakteryzował się jak najwyższymi parametrami użyteczności. Mają to być nowoczesne i korzystne dla środowiska rozwiązania transportowe.

Wraz z coraz szerszym wprowadzaniem na rynek pojazdów elektrycznych rozwija się infrastruktura ułatwiająca korzystanie z tych pojazdów. Na polskich drogach spotyka się coraz więcej samochodów elektrycznych, konieczne jest zatem tworzenie nowych miejsc i punktów ładowania elektrycznego. Dostawcy usług ładowania dostarczają urządzeń, rozwijają ich funkcjonalność i przydatność dla użytkowników pojazdów elektrycznych. Z miesiąca na miesiąc przybywa w Polsce klientów stacji ładowania, a rynek usług stale się rozszerza. Wynika to również z dużej aktywności inwestorów, którzy widzą możliwość dodatkowego zarobkowania w elektrycznym biznesie samochodowym. W roku 2022 w Polsce na jeden punkt ładowania elektrycznego przypadało 13 aut, a w 2023 roku – 16 (*W Polsce funkcjonuje 6490 punktów ładowania pojazdów elektrycznych*, 2024). Wynik ten jest spowodowany szybkim tempem wzrostu liczby samochodów elektrycznych przy wciąż małej liczbie powstających stacji ładowania⁴.

W ustawodawstwie dotyczącym elektromobilności określono nie tylko, czym jest stacja ładowania, ale także – w co powinna być zaopatrzona (Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych). Jeśli chodzi o usługę świadczoną klientom pojazdów elektrycznych, to podkreślono, że stacja ładowania musi być wyposażona w oprogramowanie, które umożliwi świadczenie usługi łado-

⁴ W styczniu 2022 roku na 1 punkt ładowania przypadały 4 auta – informacja PSPA Maciej Mazur.

wania. Przy każdym punkcie, w którym można naładować pojazd elektryczny, musi znajdować się stanowisko postojowe, które umożliwi bezproblemowe podłączenie się do punktu i naładowanie akumulatorów, bez wprowadzania utrudnień dla innych użytkowników dróg, parkingów czy miejsc postojowych (Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych).



Rys. 3. Liczba stacji i punktów ładowania w latach 2019–2023

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Licznika Elektromobilności*.

Po przeanalizowaniu danych przedstawionych na rysunku 3 można stwierdzić, że udział ładowarek w rynku pojazdów elektrycznych stale się zwiększa. Odnotowuje się znaczący wzrost liczby punktów ładowania. Najmniejszy przyrost miał miejsce w roku 2020 w stosunku do roku 2019. Powstały wówczas 353 stacje ładowania o łącznej liczbie 826 punktów. Kolejne lata pomimo trwającej pandemii przyniosły szybszy wzrost liczby ładowarek. Rok 2022 w stosunku do roku 2021 przyniósł wzrost o prawie 32,79%, natomiast procentowy wzrost między rokiem 2020 a 2021 wyniósł 41,69%. W roku 2023 ponownie zwiększyła się liczba stacji ładowania – powstało ich o 717 więcej niż w roku 2022, a punktów ładowania – o 917. Taka sama zależność procentowa występuje w liczbie punktów ładowania. Należy jednak zauważyć, że liczba stacji ładowania nie rośnie współmiernie szybko do liczby kupowanych i rejestrowanych samochodów elektrycznych.

Tab. 4. Liczba elektrycznych samochodów osobowych przypadająca na jeden punkt ładowania w Polsce w latach 2019–2023

Rok	Liczba elektrycznych pojazdów osobowych	Liczba ogólnodostępnych punktów ładowania	Liczba samochodów na jeden punkt ładowania
2019	8 637	1 815	4,75
2020	18 875	2 641	7,15
2021	38 001	3 784	10,04
2022	61 570	5 016	12,27
2023	98 348	5 933	16,58

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Licznika Elektromobilności*.

Na podstawie danych zawartych w tabeli 4 można zauważyć wyraźnie rosnącą liczbę samochodów elektrycznych w Polsce przypadającą na jeden ogólnodostępny punkt ładowania. Należy uznać, że jest to wynik powiększającego się parku pojazdów elektrycznych. Za ilością nowo rejestrowanych samochodów elektrycznych nie nadąża rozwój infrastruktury ładowania. Liczba powstających stacji ładowania jest wciąż zbyt niska, a stacje są słabo rozproszone. Znacznie lepsza sytuacja jest w dużych miastach, gdzie stacji ładowania przybywa. Coraz większą popularnością na rynku cieszą się stacje szybkiego ładowania o mocy od 60 kW do 180 kW. Pojawiają się one przede wszystkim przy trasach szybkiego ruchu i autostradach.

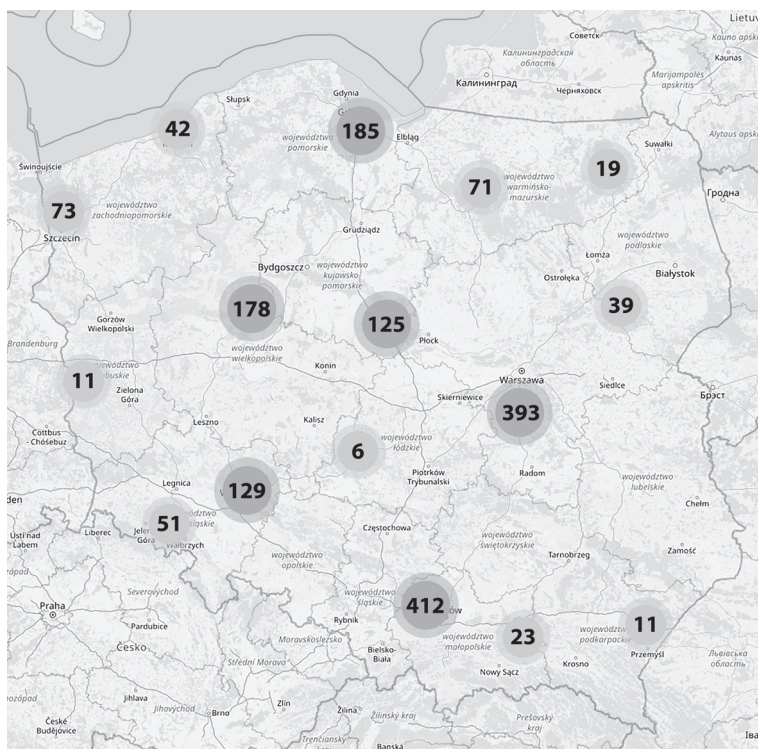
Tab. 5. Liczba stacji wolnego i szybkiego ładowania Polsce w latach 2019–2022

Rok	Liczba stacji wolnego ładowania	Liczba stacji szybkiego ładowania
2019	723	288
2020	912	452
2021	1345	587
2022	1813	752

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Licznika Elektromobilności*.

W tabeli 5 przedstawiono zauważalny wzrost liczby nowo budowanej infrastruktury ładowania. Rok do roku zwiększa się baza ładowarek wolnego i szybkiego ładowania. Najmniej wolno ładujących stacji powstało w roku 2019, było ich tylko o 189 więcej w stosunku do roku 2018. Natomiast kolejne lata przyniosły wzrost o ponad 400 ładowarek co roku. Najwięcej, bo aż 468 stacji wolnego ładowania powstało w 2022 roku. Jeśli chodzi o różnice w liczbie ładowarek szybkich rok do roku, to najmniej powstało ich w 2021 roku. Należy uznać, że był to wynik trwającej pandemii. Różnica między nowo powstałymi stacjami wynosi około 165 stacji. Warto zauważyć, że w roku 2022 powstało 1813 stacji wolnego ładowania, a stacji szybkiego ładowania – tylko 752. We wcześniejszych latach ten trend jest również widoczny, ale nie tak wyraźny. Trzeba podkreślić, że szybkich stacji ładowania przybywa zbyt mało w stosunku do pojazdów elektrycznych poruszających się po polskich drogach. Pomimo rozwoju rynku publicznych ładowarek użytkowników pojazdów elektrycznych nadal mają problemy z naładowaniem swoich aut. Jest to spowodowane głównie nierównomiernym rozmieszczeniem stacji ładowania.

Przedstawione na rysunku 4 rozłożenie stacji ładowania elektrycznego na terenie Polski wskazuje na podstawowy problem, z którym borykają się właściciele aut elektrycznych. Wzrost popytu na usługi ładowania nie przekłada się na dostępność wystarczającej liczby ładowarek umożliwiających bezproblemowe korzystanie. Reasumując, dotychczasowe działania nie są w pełni skuteczne i zadowalające, gdyż rozbudowa infrastruktury ładowania nie pokrywa zapotrzebowania użytkowników pojazdów elektrycznych.



Rys. 4. Mapa rozłożenia stacji ładowania w Polsce

Źródło: *Stacje ładowania pojazdów mapa, 2024.*

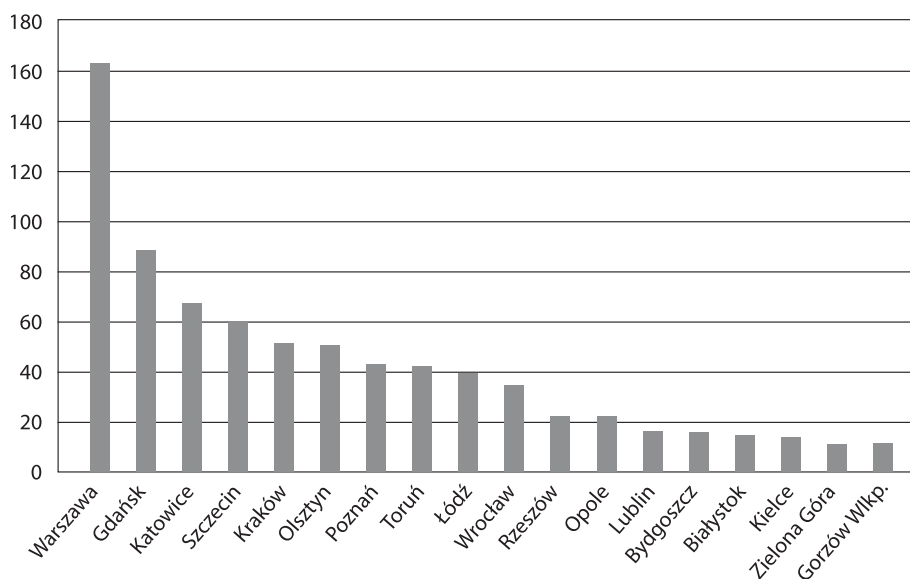
Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych podaje w art. 2 terminy stacji i punktu ładowania. Należy dodać, że ustawodawca wprowadza wyjątek od tej terminologii i stwierdza, że stacją ładowania nie jest stacja o mocy 3,7 kW ulokowana w miejscu niepublicznym (Kwiatkiewicz, Szczerbowski, Śledzik, 2020: 45). Dostępność do kilku stacji ładowania w jednym miejscu traktowana jest jako baza lub hub.

Rozwój elektromobilności, a co za tym idzie również usługa ładowania i jej zbyt, są również określone w powyższej ustawie o elektromobilności. Użytkownicy pojazdów elektrycznych mają prawo do poznania infrastruktury ułatwiającej korzystanie z niej. Dzięki aplikacjom i mapom przedstawiającym sieć stacji ładowania klienci e-mobilności otrzymują dane o dostępności i rozmieszczeniu stacji oraz punktów ładowania. Dodatkowe informacje o mocy ładowania, liczbie punktów w danej bazie, cenie za ładowanie, pozwalają planować trasę przejazdu.

Produkcja pojazdów elektrycznych i stacji ładowania ma przynieść korzyści środowiskowe w postaci zmniejszenia emisji CO₂, ograniczenia wykorzystania paliw kopalnych, zmniejszenia hałasu i zanieczyszczeń powstających w trakcie użytkowania pojazdów spalinowych. Na rozwój elektromobilności reaguje sektor energetyki

państwa. Należy wskazać, że duże pobory energii stanowią obciążenie dla gospodarki energetycznej kraju. Jest to głównie związane z porą dnia, w której popyt na energię elektryczną jest większy. Jeśli stacje ładowania i ich rozwój nie będzie zabezpieczony pod względem energetycznym, nie poprawi się dostępność stacji ładowania dla użytkowników pojazdów elektrycznych. W konsekwencji e-transport nie będzie się rozwijał (Stawski, Ziaja, 2016). Wpływ na rozwijający się rynek pojazdów elektrycznych i jego popularność wśród kierowców ma również coraz krótszy czas konieczny do naładowania akumulatorów. Równoległe z rozwijającym się rynkiem e-motoryzacji przybywa metod i sposobów ładowania. Zmieniają się one wraz z powstawaniem nowych, zaawansowanych projektów inżynierów stacji ładowania (Zajkowski, Seroka, 2017: 483).

W 2022 roku najwięcej stacji ładowania, bo aż 165, było w Warszawie. Drugim z kolei miastem był Gdańsk z 90 stacjami ładowania, w dalszej kolejności uplasowały się Katowice z 68 stacjami, Szczecin z 60 i Kraków, na którego terenie zlokalizowanych było 51 stacji. Miasta z najmniejszą liczbą stacji to Zielona Góra i Gorzów Wielkopolski. W obu tych miastach wojewódzkich klienci mogli korzystać z 8 stacji ładowania.



Rys. 5. Stacje ładowania w polskich miastach wojewódzkich w 2022 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Stacje ładowania pojazdów mapa, 2024*.

Dokładne liczby stacji, punktów i gniazd ładowania zamieszczono w tabeli 6. Analizując zawarte w tabeli dane, można dostrzec rozbieżności między poszczególnymi miastami. Takie dysproporcje w liczbie stacji ładowania wynikają z nierównomiernego rozmieszczenia stacji na terenie kraju.

Tab. 6. Liczba stacji, punktów i gniazd ładowania w miastach wojewódzkich

Miasto wojewódzkie	Liczba stacji ładowania	Liczba punktów ładowania	Liczba gniazd ładowania
Białystok	12	16	27
Bydgoszcz	13	14	30
Gdańsk	90	107	211
Gorzów Wielkopolski	8	10	16
Katowice	68	96	173
Kielce	11	13	20
Kraków	51	68	137
Lublin	14	15	33
Łódź	38	51	90
Olsztyn	50	51	103
Opole	20	27	46
Poznań	42	60	111
Rzeszów	20	22	39
Szczecin	60	81	147
Toruń	41	50	101
Warszawa	165	272	480
Wrocław	33	45	96
Zielona Góra	8	9	18

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Stacje ładowania samochodów elektrycznych mapa*, <https://opti-malenergy.pl/stacje-ladowania-samochodow-elektrycznych/mapa-stacji-ladowania/>

Rozwój rynku pojazdów elektrycznych jest uzależniony od rozwoju infrastruktury umożliwiającej ładowanie tych pojazdów. Klienci, którzy zdecydowali się na użytkowanie pojazdów elektrycznych, muszą obserwować rozwijający się rynek ładowarek, które zapewnią im dostęp do ładowania zwłaszcza na dłuższych trasach.

Uzupełnianie energii w pojazdach elektrycznych odbywa się w procesie ładowania. Cykl ten umożliwia dostarczenie niezbędnej ilości energii elektrycznej na pokonanie określonej liczby kilometrów. Proces ten rozpoczyna się w momencie podstawienia pojazdu pod stację lub punkt ładowania, a następnie podłączenie pojazdu do gniazda ładowania. Pojazdy są częściej ładowane prądem zmiennym z tego względu, że jest on bardziej dostępny dla użytkowników (Zawieska, 2019).

Rysunek 6 przedstawia przekrój stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Stacje mogą mieć zainstalowane punkty ładowania o normalnej mocy, nieprzekraczającej 22 kW lub punkty ładowania o dużej mocy, przekraczającej 22 kW. Jak widać na rysunku, każda stacja ładowania elektrycznego musi być wyposażona w awaryjny wyłącznik prądu. Ponadto na każdej znajduje się tabliczka znamionowa oraz dane kontaktowe operatora stacji. Na urządzeniu umieszczona jest dokładna instrukcja

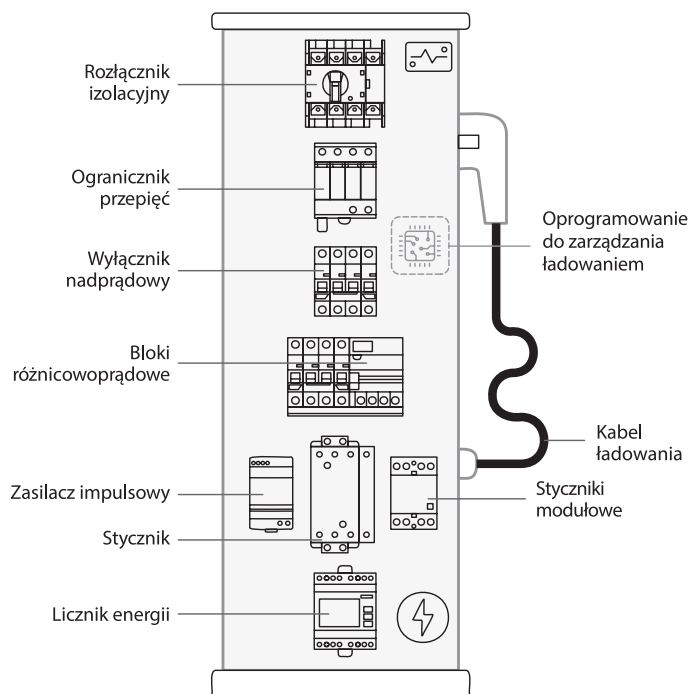
obsługi. Jest to ważny element, ponieważ w sieci stacji ładowania w Polsce mamy różnych producentów i ładowarki nieznacznie się od siebie różnią.

Ładowarka powinna być:

- wbudowana w ziemię,
- przykręcona do podłoża,
- umocowana na ścianie.

W celu zabezpieczenia urządzenia przed uszkodzeniem mechanicznym ładowarka powinna być otoczona barierkami lub słupkami. Ma to na celu ochronę stacji przed uszkodzeniem przez najechanie na nią lub na przykład uszkodzeniem spowodowanym przez wandalę. W części przedniej znajduje się ekran, który ułatwia użytkowanie. Stacja ładowania może mieć co najmniej dwa punkty ładowania, które dają możliwość jednoczesnego ładowania więcej niż jednego pojazdu. W słupku umieszczone są złącza i gniazda ładowania.

Jak widać na rysunku 6, wewnątrz znajduje się jednostka sterująca działaniem stacji. Stacje publiczne wyposażone są w czytnik kart RFID i licznik do pomiaru zużytej energii. Obsługa stacji ładującej jest prosta i intuicyjna. Na wyświetlaczu umieszczony jest również wskaźnik statusu i parametrów ładowania.



Rys. 6. Stacja ładowania elektrycznego i jej komponenty

Źródło: opracowanie na podstawie *Wpływ elektromobilności na rozwój gospodarczy w Polsce. Wariantowe scenariusze rozwoju. Raport*, 2022: 34.

Przykład Lasów Państwowych

Lasy Państwowe podejmują działania zmierzające do eliminowania szkodliwych substancji mających wpływ na zanieczyszczenie gleb, roślin i wody. PGL Lasy Państwowe jako najbardziej „zielone przedsiębiorstwo” w Polsce w roku 2017 przystąpiło do realizacji projektu Las Energii⁵. W czasie realizacji tego projektu poszerzono flotę pojazdów elektrycznych oraz infrastrukturę stacji ładowania. Samochody elektryczne i stacje ładowania pojawiły się w drugiej połowie 2018 roku w Regionalnych Dyrekcjach Lasów Państwowych i Nadleśnictwach. Obecnie trwa drugi etap tego projektu, który poszerzy flotę pojazdów EV i stacji ładowania (*Dobra praktyka zamówień publicznych w obszarze elektromobilności na przykładzie postępowania przetargowego PGL Lasy Państwowe. Podręcznik dla podmiotów wdrażających elektromobilność. Raport*, 2019: 3–4; Białowas, 2024).

W pierwszej turze projektu zakupiono 16 pojazdów elektrycznych, w tym 15 sztuk BMWi3 i jeden samochód Nissan e-NV200. Pracownicy nadleśnictw prowadzili monitoring tych pojazdów w celu dokonania analizy eksploatacji pojazdów EV. Po pierwszym roku przeanalizowano zużycie energii i dystans pokonany przez użytkowane w nadleśnictwach pojazdy elektryczne, następnie przedstawiono zebrane dane.

Tab. 7. Suma wykorzystanej energii i pokonany dystans w pierwszym roku użytkowania 16 pojazdów elektrycznych

Liczba użytkowanych pojazdów elektrycznych	Energia	Dystans
16	22 352 kWh	141 035 km

Źródło: *Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych. Podsumowanie projektu pilotażowego*, 2019: 38.

Tabela 7 przedstawia liczbę wszystkich pojazdów elektrycznych użytkowanych przez Lasy Państwowe w pierwszym roku trwania projektu oraz łączne zużycie energii elektrycznej i sumę przejechanych kilometrów. Analizując dane w tabeli, należy zauważyć, że w czasie jednego roku 16 pojazdów elektrycznych zostało naładowanych 22 352 kWh energii ze stacji ładowania i pokonało dystans 141 035 kilometrów łącznie. Przyczyniło się to do zmniejszenia ilości CO₂ o 20,5 tony (*Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych. Podsumowanie projektu pilotażowego*, 2019: 5).

Pierwszy projekt miał na celu przede wszystkim (*Elektromobilność w strategii społecznej odpowiedzialności Lasów Państwowych. Raport*, 2018: 7–15):

- ochronę środowiska na terenach zarządzanych przez Lasy Państwowe,
- poprawę jakości powietrza,
- zmniejszeniu hałasu,
- upowszechnienie elektromobilności,

⁵ Projekt Las Energii jest kontynuacją projektu pt. *Odnawialne źródła energii podstawą zaopatrzenia w energię elektryczną budynków i środków transportu PGL Lasy Państwowe* realizowanego w latach 2017–2020 (Białowas, 2024).

- zmniejszenie wydatków związanych z użytkowaniem pojazdów spalinowych,
- odejście od nieodnawialnych źródeł energii,
- propagowanie odnawialnej energii,
- edukowanie społeczeństwa,
- rozwój stref rekreacyjnych i turystycznych dla mieszkańców miast.

Przedsiębiorstwo Lasy Państwowe, propagując ekologiczne rozwiązania, podejmuje działania zmierzające do rozwoju sieci publicznych stacji ładowania elektrycznego. W ramach programu dokonuje zakupu stacji ładowania elektrycznego oraz udostępnia tereny, na których istnieje możliwość inwestowania w dziedzinie elektromobilności (*Dobra praktyka zamówień publicznych w obszarze elektromobilności na przykładzie postępowania przetargowego PGL Lasy Państwowe. Podręcznik dla podmiotów wdrażających elektromobilność. Raport, 2019: 25*).

Rysunek 7 prezentuje tablicę informacyjną montowaną przy wolnostojących stacjach ładowania elektrycznego czy wallboxach w nadleśnictwach. Tablice są obrabowane logotypem projektu Las Energii i grafiką nawiązującą do lasów, pozwalającą na kojarzenie produktu i usługi wśród konsumentów.

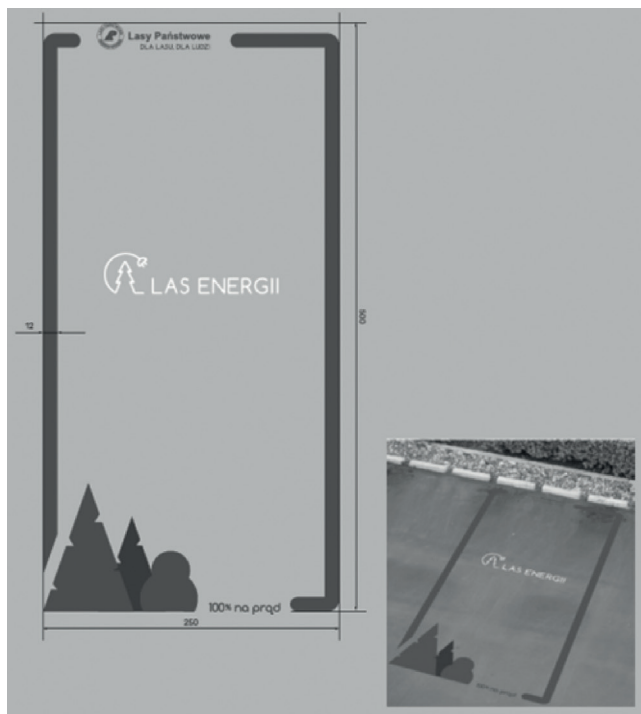


Rys. 7. Tablica informacyjna z brandingiem Las Energii przy miejscu parkingowym ładowarki wolnostojącej

Źródło: *Dobra praktyka zamówień publicznych w obszarze elektromobilności na przykładzie postępowania przetargowego PGL Lasy Państwowe. Podręcznik dla podmiotów wdrażających elektromobilność. Raport, 2019: 16.*

Raport, 2019: 16.

Na rysunku 7 zaprezentowano wyróżniające się również logotypem projektu i grafiką leśną miejsce postojowe dla pojazdów elektrycznych. Miejsca takie można spotkać na terenach leśnych (parkingi, nadleśnictwa itp.), w których zamontowano stacje ładowania pojazdów elektrycznych.



Rys. 8. Miejsce postojowe w nadleśnictwach z brandingiem Las Energii

Źródło: *Dobra praktyka zamówień publicznych w obszarze elektromobilności na przykładzie postępowania przetargowego PGL Lasy Państwowe. Podręcznik dla podmiotów wdrażających elektromobilność. Raport, 2019: 17.*

Rozwój e-mobilności, a szczególnie budowa stacji i punktów ładowania pojazdów elektrycznych, wpisuje się w działalność ekologiczną PGL LP. Jest to związane z szeroko rozwijającą się w naszym kraju turystyką. Ponadto rozbudowa infrastruktury ładowania przekłada się na większą liczbę miejsc pracy.

Eksploatowane w lasach pojazdy elektryczne zostały wyposażone w przenośne ładowarki, co zapewnia funkcjonalność tych pojazdów i uzupełnianie energii w akumulatorach samochodów. Dzięki tej opcji leśnicy mogą użytkować pojazdy w miejscach, w których nie mają dostępu do stacji (*Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych. Podsumowanie projektu pilotażowego, 2019: 39*). Niektóre jednostki Lasów Państwowych otrzymały wolnostojące stacje, a inne naścienne wallboxy. Ładowarki te mają moc 22 kW (3×32 A) pozwalającą na skrócenie czasu ładowania i są wyposażone w złącza Type 2. W tym przypadku wystarcza dostęp do energii

w postaci gniazdka domowego. Zakupione wallboxy i stacje wolnostojące są udostępniane jako publiczne punkty ładowania (*Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych. Podsumowanie projektu pilotażowego*, 2019: 7, 35).

Projekt Las Energii jest kontynuowany przez Lasy Państwowe. W dalszym ciągu przedsiębiorstwa leśne mają być doposażone w samochody elektryczne i infrastrukturę ładowania. To przyczyni się do większego zużycia energii elektrycznej. W związku z tym część nadleśnictw inwestuje w instalacje fotowoltaiczne, które obniżą koszty użytkowania samochodów elektrycznych.

W trakcie prac nad stacjami ładowania elektrycznego przeprowadzono wśród nadleśnictw, w których zamontowano bądź właśnie montuje się ładowarki pojazdów elektrycznych, ankietę. Została ona przygotowana w formularzu Google i rozesłana e-mailem do Nadleśnictw i Dyrekcji Regionalnych Lasów Państwowych. W odpowiedzi otrzymano osiem wypełnionych formularzy i pięć e-maili z informacją o braku stacji ładowania na terenie danej jednostki leśnej. W e-mailu pracownicy nadleśnictw poinformowali, że w ich jednostkach stacje ładowania będą dopiero montowane lub czekają na zatwierdzenie przez UDT. Reasumując, informacje zwrotne otrzymano od 32,5% respondentów.

Ankieta skupiała się na punktach ładowania pojazdów elektrycznych na terenie nadleśnictw. Zawierała pytania dotyczące lokalizacji punktów ładowania, typów ładowarek, czasu ładowania, kosztów użytkowania, rodzaju formy płatności, liczby ładowanych pojazdów, typów pojazdów, kosztów ładowania, serwisowania, infrastruktury przyjaznej dla kierowców oraz dostępności gruntów dla instalacji punktów ładowania przez PGL LP i inne podmioty. Skierowana była do pracowników nadleśnictw oraz innych użytkowników punktów ładowania na terenie nadleśnictw. Celem badania było poznanie potrzeb użytkowników i stworzenie podstaw do optymalizacji oraz rozwijania infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych.

Raport z badania wskazuje na kluczową rolę stacji ładowania elektrycznego zainstalowanych w Nadleśnictwach i Dyrekcjach Regionalnych Lasów Państwowych. Ich budowa i publiczne udostępnianie przyczyniają się do rozwoju ogólnopolskiej sieci infrastruktury ładowania oraz zwiększają dostępność do punktów ładowania. Stacje ładowania LP są zlokalizowane na obszarach niewielkich miast, wsi lub w pobliżu miejsc rekreacyjnych.

Z analizy ankiety wynika, że we flocie pojazdów na terenie Lasów Państwowych pojazdy elektryczne stanowią mniejszą część, co sugeruje stopniową budowę stacji ładowania. Infrastruktura ładowania odgrywa kluczową rolę w rozwoju flot pojazdów elektrycznych. Nieodpowiednie jej dostosowanie do potrzeb może stanowić poważną przeszkodę dla dalszego rozwoju elektromobilności. Ważne jest inwestowanie w odpowiednią infrastrukturę ładowania w celu zapewnienia stabilnego rozwoju flot w miarę wzrostu liczby pojazdów elektrycznych na terenie kraju. Wspieranie i rozwój infrastruktury ładowania w połączeniu z właściwym dostosowaniem cen stanowi kluczowy czynnik przyspieszenia wprowadzenia pojazdów elektrycznych na drogi i redukcji emisji trujących gazów związanych z intensywnym rozwojem transportu.

Stacje ładowania dostępne w ramach projektu Lasów Państwowych podlegają Zakładowi Usługowo-Produkcyjnemu Lasów Państwowych w Łodzi, który jest ich operatorem. W tabeli 8 przedstawiono informacje na temat liczby i typów stacji ładowania pojazdów elektrycznych, które znajdują się na terenie różnych nadleśnictw w Polsce. Zawarte są w niej również dane dotyczące liczby punktów ładowania, typu złącza, trybu ładowania oraz maksymalnej mocy ładowania.

Z danych zawartych w tabeli wynika, że wszystkie stacje ładowania posiadają złącze typu IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2 o maksymalnej mocy ładowania wynoszącej 22 kW. Jedynie w Nadleśnictwie Zamrzenica stacja ładowania wyposażona jest w złącze IEC-62196-T2-F-NOCABLE – IEC 62196 Type 2 (również o mocy ładowania 22 kW). Nie uzyskano natomiast danych na temat trybu ładowania w poszczególnych nadleśnictwach. Informację taką pozyskano jedynie dla Nadleśnictwa Człopa. W tabeli podano, że dostępny jest tam tryb ładowania Mode 3-AC-3p. Przedstawione w tabeli 8 informacje o lokalizacji i wyposażeniu stacji ładowania na terenie nadleśnictw mogą być pomocne dla właścicieli pojazdów elektrycznych, osób odpowiedzialnych za rozwój infrastruktury, turystów i klientów nadleśnictw.

Tab. 8. Usytuowanie stacji ładowania w nadleśnictwach na terenie Polski

Miejsce usytuowania/nadleśnictwo	Liczba stacji	Liczba punktów	Typ złącza	Tryb ładowania	Maksymalna moc ładowania
Brodnica	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Zamrzenica	1	1	IEC-62196-T2-F-NOCABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Podanin	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Cierpiszewo	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Człopa	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	Mode3-AC-3p	22 kW
Dobrzejewice	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Gniewkowo	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Dąbrowa	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Jędrzejów	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Konieczpol	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Kędzierzyn – Brzozowa	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW

Miejsce usytuowania/nadleśnictwo	Liczba stacji	Liczba punktów	Typ złącza	Tryb ładowania	Maksymalna moc ładowania
Kędzierzyn – Zielna	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Woziwoda	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Przymuszewo	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Krucz	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Lutówko	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Czersk	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Manowo	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Trzebciny	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Mirosławiec	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2 IEC-62196-T2-F-NOCABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Osie	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Żółędowo	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Rytel	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Skrwilno	1	1	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Szubin	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW
Centrum Szkolenia Strzeleckiego LP	1	2	IEC-62196-T2-F-CABLE – IEC 62196 Type 2	–	22 kW

Źródło: opracowanie własne na podstawie Zakład Usługowo-Produkcyjny Lasów Państwowych w Łodzi – stacje ładowania samochodów elektrycznych, b.r.

W ramach rozwoju elektromobilności w Lasach Państwowych zostały zakupione i są użytkowane dwa modele stacji ładowania. Informacja techniczna w nazwie złącza określa parametry, jakimi charakteryzuje się złącze ładowania pojazdów elektrycznych:

- 3×32 A oznacza maksymalną moc prądu, jaką może dostarczyć złącze, wynoszącą 32 ampery na każdą z trzech faz (łącznie 96 A),
- 1×32 A oznacza maksymalną moc prądu, jaką może dostarczyć złącze, wynoszącą 32 ampery na jednej fazie,

- 22 kW oznacza maksymalną moc ładowania, jaką może dostarczyć złącze, wynoszącą 22 kilowaty (22 000 watów),
- 7,3 kW oznacza maksymalną moc ładowania, jaką może dostarczyć złącze, wynoszącą 7,3 kilowata (7300 watów).
- *co* skrót od *cable outlet*, czyli wyjście kabla, oznaczające możliwość podłączenia przewodu.

Tab. 9. Porównanie wartości parametrów w modelach złącz Type 1 i Type 2

Rodzaje parametrów	Wartość parametru w modelu Type 1 – 1 × 32 A – 7,3 kW	Wartość parametru w modelu Type 2 – 3 × 32 A – 22 kW
sposób ładowania	Mode 2 – IEC61851	Mode 2 – IEC61851
maksymalne natężenie prądu ładowania	32 A	32 A
maksymalne napięcie	230 V	400 V
złącze ładowania	Type 1	Type 2
złącze sieciowe	CEE 32A 3P + N + Z 400V	CEE 32A 3P + N + Z 400V
zakres temperatury pracy	od –30°C do +75°C	od –30°C do +75°C
maksymalna moc ładowania	7,4 kW	22 kW
stopień ochrony IP	54	54

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych. Podsumowanie projektu pilotażowego*, 2019: 35.

W tabeli 9 dokonano porównania obu modeli złącz, w które wyposażono wybrane jednostki. Porównując modele Type 1 – 1 × 32 A – 7,3 kW oraz Type 2 – 3 × 32 A – 22 kW, zauważono kilka istotnych różnic w wartościach parametrów:

- Maksymalna moc ładowania w modelu Type 1 wynosi 7,4 kW, podczas gdy w modelu Type 2 wynosi 22 kW. Oznacza to, że ładowanie pojazdów elektrycznych przy użyciu modelu Type 2 jest znacznie szybsze.
- Model Type 1 korzysta ze złącza ładowania typu 1, który jest szeroko stosowany w USA, Kanadzie i Japonii. Natomiast model Type 2 korzysta ze złącza typu 2, rozpowszechnionego w Europie.
- Model Type 1 ma złącze sieciowe jednofazowe z napięciem maksymalnym wynoszącym 230 V, podczas gdy model Type 2 posiada złącze sieciowe trójfazowe z napięciem maksymalnym wynoszącym 400 V. Efektywniejsze i szybsze jest ładowanie przy użyciu modelu Type 2.
- Oba modele mają takie samo natężenie prądu wynoszące 32 A, taki sam zakres temperatury pracy dla obu modeli wynoszący od –30°C do +75°C. Dodatkowo oba modele posiadają stopień ochrony IP 54.

Podsumowując, model Type 2 – 3 × 32 A – 22 kW charakteryzuje się wyższą mocą ładowania, większym napięciem złącza sieciowego i korzysta z bardziej

uniwersalnego złącza typu 2, co oznacza szybsze ładowanie pojazdów elektrycznych. Model Type 1 – 1 × 32 A – 7,3 kW ma ograniczenia ze względu na niższą moc ładowania oraz jednofazowe złącze sieciowe.

Zakończenie i wnioski

Elektromobilność staje się coraz popularniejszą formą transportu, a wraz z nią rośnie zapotrzebowanie na infrastrukturę ładowania pojazdów elektrycznych. W Polsce rozwój infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych zyskuje coraz większą dynamikę i wpływa na realizację usług ładowania. W ciągu ostatnich lat powstało wiele publicznych i prywatnych stacji ładowania. Jednym z ciekawszych projektów związanych z infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce jest projekt Lasów Państwowych, które instalują stacje ładowania na swoich terenach. Poza tym działania LP wypełniają lukę w nierównomiernym rozwoju sieci stacji ładowania elektrycznego na terenie naszego kraju. Dalszy rozwój infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych na terenach mniejszych miejscowości w Polsce wymaga jednak działań nie tylko ze strony Lasów Państwowych, ale także innych podmiotów.

Wnioski z przeprowadzonych analiz wskazują na potrzebę dalszego rozwoju infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce, a także na istotną rolę Lasów Państwowych w promowaniu elektromobilności. Większe zainteresowanie samochodami elektrycznymi wymusza na inwestorach poszukiwanie najefektywniejszych metod ładowania, umożliwiających szybkie zasilenie pojazdu. Jak wynika z powyższych rozważań, samochody elektryczne stanowią alternatywę na rynku motoryzacyjnym użytkowników indywidualnych oraz firm transportowych. Podsumowując, jest to porcja cennej wiedzy dla osób zainteresowanych elektromobilnością, infrastrukturą ładowania pojazdów elektrycznych i świadczenia usług ładowania.

Wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy stanu infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych wskazują na:

- potrzebę jej rozwijania, zwłaszcza na obszarach niewielkich miast i wsi oraz w pobliżu miejsc rekreacyjnych,
- dążenie do poprawy jakości usług oraz lepszego dostępu do punktu ładowania,
- wzrost dostępności stacji ładowania dla różnych grup użytkowników,
- zwiększanie atrakcyjności poszczególnych regionów i terenów dla turystów i użytkowników pojazdów elektrycznych,
- dążenie do poprawy jakości powietrza i ochrony środowiska naturalnego,
- dostosowywanie cen do potrzeb i oczekiwań użytkowników w celu zwiększenia liczby użytkowników pojazdów elektrycznych,
- zastosowanie różnych metod ładowania pojazdów elektrycznych, dających możliwość wyboru najodpowiedniejszej dla danego użytkownika formy ładowania,

- stosowanie różnych systemów płatności elektronicznej z zastosowaniem kart RFID czy płatności mobilnej,
- alternatywę na rynku motoryzacyjnym, którą stanowią pojazdy elektryczne wśród użytkowników indywidualnych oraz firm transportowych ze względu na cichą pracę i brak zanieczyszczeń,
- odciążenie rynku energetycznego (sieci energetycznych) przez wykorzystanie w e-transportie odnawialnych źródeł energii (Zajkowski, Seroka, 2017: 486).

Bibliografia

- Białowąs A. (2024), *Las Energii*, <https://www.ckps.lasy.gov.pl/las-energii> [dostęp: 1.08.2024].
- Czym różni się publiczna stacja ładowania od prywatnej lub półprywatnej?* (2021), <https://elo.city/news/czym-rozni-sie-publiczna-stacja-ladowania-od-prywatnej-lub-polprywatnej> [dostęp: 1.08.2024].
- Dobra praktyka zamówień publicznych w obszarze elektromobilności na przykładzie postępowania przetargowego PGL Lasy Państwowe. Podręcznik dla podmiotów wdrażających elektromobilność. Raport* (2019), PSPA, Warszawa.
- Elektromobilność w praktyce Lasów Państwowych. Podsumowanie projektu pilotażowego* (2019), PSPA, Warszawa.
- Elektromobilność w strategii społecznej odpowiedzialności Lasów Państwowych. Raport* (2018), PSPA, Warszawa.
- Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (red.) (2019), *Elektromobilność w Polsce na tle tendencji europejskich i globalnych*, CeDeWu, Warszawa.
- Jak zarabiać na punktach ładowania samochodów elektrycznych? Czy ładowanie samochodów elektrycznych może być dobrym biznesem?* (2021), <https://wall-box.pl/blog/jak-zarabiac-na-punktach-ladowania-samochodow-elektrycznych> [dostęp: 1.08.2024].
- Janczewski J. (2014), *Systemy produktowo-usługowe w transporcie – wybrane przykłady*, „Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie”, nr 1(18), https://ziwgib.ahe.lodz.pl/sites/default/files/ZIWGiBnr18_2014.pdf [dostęp: 1.08.2024].
- Kozłowska J. (2017), *Rozwój koncepcji integracji produktowo-usługowej (product-service systems)*, „Modern Management Review”, vol. 22(1), s. 69–81.
- Kozłowska J. (2020), *Metodyka analizy strategicznej przedsiębiorstwa na potrzeby integracji produktowo-usługowej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok, https://pb.edu.pl/oficyna-wydawnicza/wp-content/uploads/sites/4/2020/05/JKozlowska_Metodyka-analizy-strategicznej-przedsiębiorstwa.pdf [dostęp: 1.08.2024].

- Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R., Śledzik W. (2020), *Elektromobilność – środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej*, Wydawnictwo Naukowe FNCE, Poznań.
- Licznik elektromobilności (2021), <https://www.pzpm.org.pl/pl/Rynek-motoryzacyjny/Licznik-elektromobilnosci/Rok-20214/Grudzien-2021> [dostęp: 1.08.2024].
- Licznik Elektromobilności: kolejny rekordowy rok na polskim rynku e-mobility (2023), <https://pspa.com.pl/2023/informacja/licznik-elektromobilnosci-kolejny-rekordowy-rok-na-polskim-rynku-e-mobility/> [dostęp: 1.08.2024].
- Licznik Elektromobilności: Podsumowanie 2023 r. w sektorze zeroemisyjnego transportu (2024), <https://pspa.com.pl/2024/informacja/licznik-elektromobilnosci-podsumowanie-2023-r-w-sektorze-zeroemisyjnego-transportu/> [dostęp: 1.08.2024].
- Małek A. (2021), *Napędy pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Podręcznik. Studia przypadków*, Innovatio Press Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii, Lublin, https://wydawnictwo.wsei.eu/wp-content/uploads/2021/05/napedy_pojazdow_elektrycznych_i_hybrydowych.pdf [dostęp: 1.08.2024].
- Mańk-Chrulska S. (2023), *Stacje ładowania elektrycznego w systemie produktowo-usługowym*, Praca dyplomowa inżynierska na Wydziale Techniki i Informatyki Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi, Łódź (maszynopis niepublikowany).
- Okonkwo A. (2022), *Jak poprawnie klasyfikować ładowanie samochodu elektrycznego – jako sprzedaż towaru czy świadczenie usług*, <https://www.portalbr.pl/rozliczanie-vat/jak-poprawnie-klasyfikowac-ladowanie-samochodu-elektrycznego-jako-sprzedaz-towaru-czy-swadczenie-uslug-5307.html> [dostęp: 1.08.2024].
- Ponad 700 elektrycznych autobusów w Polsce (2022), <https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/ponad-700-elektrycznych-autobusow-w-polsce-73582.html> [dostęp: 1.08.2024].
- Rodzaje aut elektrycznych: BEV, HEV, PHEV i REEV. Czym się różnią auta elektryczne? (2021), <https://www.muratorplus.pl/technika/samochody/rodzaje-aut-elektrycznych-bev-hev-phev-i-reev-czym-sie-roznia-auta-elektryczne-aa-jjcP-kcNe-qFDJ.html> [dostęp: 1.08.2024].
- Rozliczanie płatności w stacjach ładowania pojazdów elektrycznych – aplikacja czy karta RFID? (2022), <https://www.ford.pl/swiat-forda/o-firmie/ford-blog/rozliczanie-platnosci-za-ladowanie-pojazdow-elektrycznych> [dostęp: 1.08.2024].
- Rutkowska E.E. (2014), *Model współczesnego przedsiębiorstwa usługowego*, Rozprawa doktorska, Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Ekonomii i Zarządzania, Katedra Ekonomii Politycznej, Białystok, https://repozytorium.uwb.edu.pl/jspui/bitstream/11320/2835/1/EwelinaRutkowska_Model_wspolczesnego_przedsiębiorstwa_usługowego.pdf [dostęp: 1.08.2024].

- Salwin M., Lipiak J., Krystosiak K. (2018), *Rozwój koncepcji systemów produktowo-usługowych z przykładami*, Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Zakopane.
- Samochody elektryczne – kompendium wiedzy* (2017), <https://efl.pl/pl/biznes-i-ty/artykuly/samochody-elektryczne-szybko-rozwijajaca-sie-galaz-motoryzacji> [dostęp: 1.08.2024].
- Santarek K., Duda J., Oleszek S. (2022), *Zarządzanie cyklem życia produktu*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Santarek K., Salwin M. (2017), *Systemy produktowo-usługowe*, http://46.242.185.119/off_ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2018/T1/2018_t1_678.pdf [dostęp: 1.08.2024].
- Stacje ładowania pojazdów mapa* (2024), <https://optimalenergy.pl/stacje-ladowania-samochodow-elektrycznych/mapa-stacji-ladowania/> [dostęp: 1.08.2024].
- Stawski P., Ziaja E. (2016), *Hybrydowe układy zasilania stacji ładowania pojazdów elektrycznych*, „Energetyka”, nr 12, s. 757–762, https://www.cire.pl/pliki/2/2017/hybrydowe_uklady_zasilania_stacji_ladowania_pojazdow_elektrycznychpopr.pdf [dostęp: 1.08.2024].
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, Dz.U. 2018, poz. 317.
- W Polsce funkcjonuje 6490 punktów ładowania pojazdów elektrycznych* (2024), <https://www.rynekelektryczny.pl/infrastruktura-ladowania-pojazdow-elektrycznych/> [dostęp: 1.08.2024].
- Wpływ elektromobilności na rozwój gospodarczy w Polsce. Wariantowe scenariusze rozwoju. Raport* (2022), PSPA, Warszawa, https://pspa.com.pl/wp-content/uploads/2022/11/PSPA_Wplyw_elektromobilnosci_na_rozwoj_gospodarczy_Polski_Raport-2.pdf [dostęp: 1.08.2024].
- Zajkowski K., Seroka K. (2017), *Przegląd możliwych sposobów ładowania akumulatorów w pojazdach z napędem elektrycznym*, „Autobusy”, nr 7–8, s. 483–486.
- Zakład Usługowo-Produkcyjny Lasów Państwowych w Łodzi – stacje ładowania samochodów elektrycznych* (b.r.), <https://optimalenergy.pl/stacje-ladowania-samochodow-elektrycznych/mapa-stacji-ladowania/zaklad-uslugowo-produkcyjny-lasow-panstwowych-w-lodzi/> [dostęp: 1.08.2024].
- Zawieska J. (2019), *Infrastruktura ładowania pojazdów elektrycznych w Polsce*, „Nowa Energia”, nr 4, https://www.cire.pl/pliki/2/2019/infrastruktura_ladowania_pojazdow_elektrycznych_w_polsce.pdf [dostęp: 1.08.2024].

Summary

Electric vehicle charging infrastructure in Poland

The article discusses the use of electric vehicle charging infrastructure in Poland and analyses its development in the context of a product - service system. The main components of this system and other features between devices and services are discussed. An analysis of the charging service at electric charging stations was made allowing a better understanding of the needs and expectations of electric vehicle users. The article presents the electromobility market in Poland over recent years. Attention is paid to the "Las Energii" project implemented by the State Forests, which is an example of good practice in the development of utility infrastructure. The article offers an analysis of the infrastructure provided by the State Forests and its impact on charging stations. This article shows the necessity of further development of electric vehicle infrastructure in Poland and the associated charging services.

Keywords: electromobility, electromobility infrastructure, charging of electric vehicles

About the Authors

Sylwia Mańk-Chrulska – Master of Science in Library and Information Science, Transport Engineer, Certified Teacher at the School Complex No.1 in Żychlin and the School Complex in Żychlin. Research areas: reading among children and youth, charging infrastructure for electric vehicles.

Maciej Puchała – PhD in technical sciences, specializing in IT systems used in transport and logistics. He has been a retired academic teacher for several years now.

Ten utwór jest dostępny na [licencji Creative Commons Uznanie autorstwa-Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe](#).

