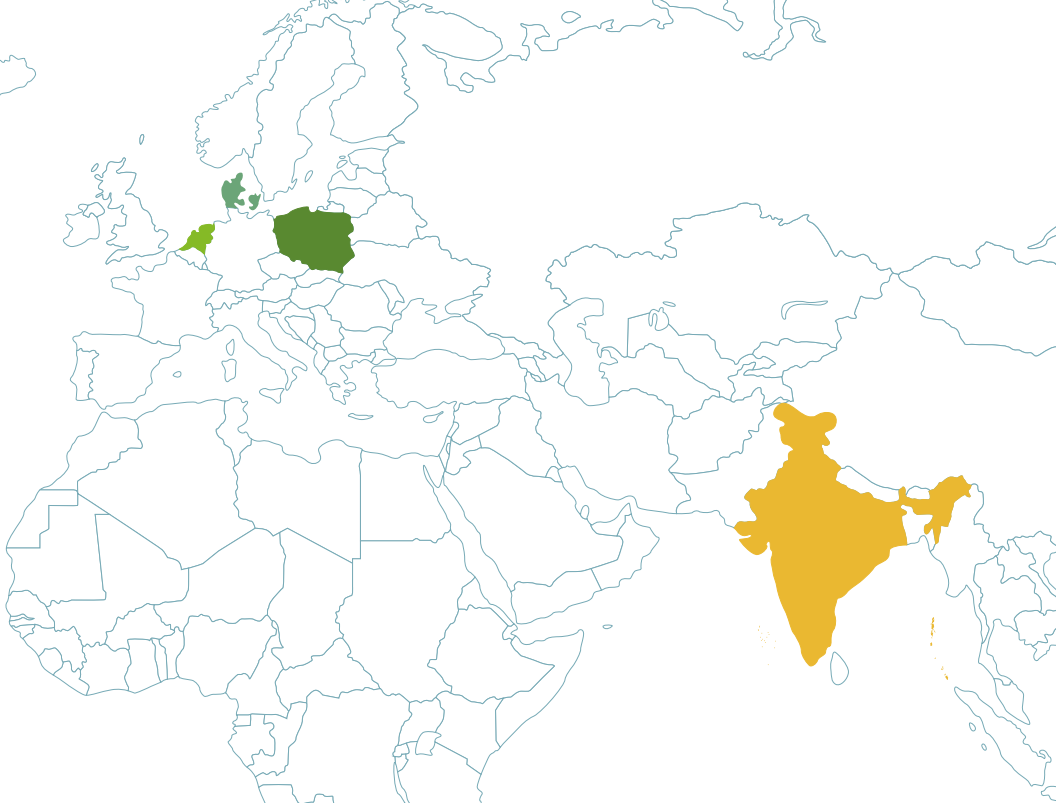


# SUSTENANCE PREZENTUJE ASPEKTY TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ



Więcej informacji:  
[www.h2020Sustenance.eu](http://www.h2020Sustenance.eu)  
Sustenance H2020 project

Całkowity budżet:  
**3,8 mln EUR** funduszy unijnych  
Czas trwania: 07.2021-12.2024

Koordinator projektu:  
**Birgitte Bak-Jensen**  
Profesor inteligentnej kontroli w energetycznym systemie rozdzielczym na Uniwersytecie w Aalborgu, Dania  
[contact@h2020sustenance.eu](mailto:contact@h2020sustenance.eu)



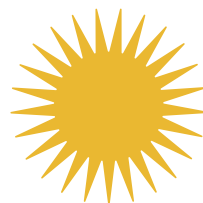
Partnerzy projektu:



Ten projekt otrzymał dofinansowanie z programu badań naukowych i innowacji Unii Europejskiej Horyzont 2020 w ramach umowy grantowej nr 101022587, a także z Departamentu Nauki i Technologii (DST) Republiki Indyskiej. Wszelkie działania komunikacyjne lub rezultaty powstałe w ramach tego projektu odzwierciedlają wyłącznie poglądy Konsorcjum, a agencje finansujące i Komisja Europejska nie ponoszą odpowiedzialności za jakiegokolwiek wykorzystanie informacji w nich zawartych.



# Rola obywateli i lokalnych społeczności energetycznych w transformacji energetycznej



Obywatele są ważnymi uczestnikami transformacji energetycznej. Jako końcowi użytkownicy energii, zużywają ją w domach lub podczas innych czynności, takich jak np. podróżowanie. Ich wybory bezpośrednio oddziałują na zużycie energii poprzez jej bezpośrednie wykorzystanie oraz poprzez nawyki związane z jej oszczędzaniem. Obywatele mogą także ograniczyć swoje zużycie energii pośrednio, kupując energooszczędne urządzenia i sprzęt.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Populacja Indii (2023) - worldometer, Worldometers. [Online]. Adres: <https://www.worldometers.info/world-population/india-population/> (dostęp: 22.07.2023)
- [2] Renewableenergyworld.com. [Online]. Adres: <https://www.renewableenergyworld.com/solar/the-role-of-microgrids-in-india/> (dostęp: 22.07.2023)
- [3] Vijay A. S., S. Doolla i M. Chandorkar, „Microgrids in India: Possibilities and Challenges,” w IEEE Electrification Magazine, tom 5, nr 2, s. 4755, czerwiec 2017
- [4] M. H. Saeed, W. Fangzong, B. A. Kalwar i S. Iqbal, „A Review on Microgrids Challenges & Perspectives,” w IEEE Access, tom 9, s. 166502-166517, grudzień 2021.
- [5] The DC News Desk. (2019, 4 marca). HERITAGE DARJEELING: Sidrapong - Asia's oldest hydro project. The Darjeeling Chronicle. [Online]. Adres: <https://thedarjeelingchronicle.com/heritage-darjeeling-sidrapong-asias-oldest-hydro-project/> (dostęp: 21.07.2023)
- [6] [Solar Microgrids in India, [Online]. Adres: <https://www.yellowhaze.in/solar-microgrids-in-india/> (dostęp: 20.07.2023)
- [7] NEP 2021, A roadmap for sustainable development of electricity in India [Online]. Adres: <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/power/nep-2021-a-roadmap-for-sustainable-development-of-electricity-in-india/> (dostęp: 20.07.2023)
- [8] Ladakh Renewable Energy [Online]. Adres: <https://www.thebetterindia.com/249931/solar-electrification-tibetan-refugee-border-village-dungti-ladakh-engineers-india-inspiring-nor41/> (dostęp 21/07/2023)
- [9] Current Status Solar [Online]. Adres: <https://mnre.gov.in/solar/current-status/> (dostęp 22/07/2023)

PROJEKT/ DEWELOPER	LOKALIZACJA	MOC	LICZBA MIEJSCOWOŚCI
Solarne miasto Dharnai	Dharnai, Bihar	100 kW	1
Mikrosieć na wyspie Sagar	Wyspa Sagar, Sundarbany	26 kW	1
Projekt (miejski) Palm Meadows	Hyderabad	30 kW	1
CREDA	Chhattisgarh	500 instalacji fotowoltaicznych	6
DESI Power	Bihar (4), Madhya Pradesh (1)	Instalacje fotowoltaiczne 260 kW	4
Mikrosieci HPS	Bihar	82 instalacji (32 kW każda)	48
OREDA	Orissa	2-4.5 kW każda	27
WBREDA	Bengal Zachodni	25-500 kW każda	22
UPNEDA	Uttar Pradesh	1.2 kWp	27 okręgów
MGP	Uttar Pradesh	Instalacje 240 Wp	8
SREDA	Sikkim	Instalacje 10-25 kW	-
Projekty Gram Oorja	Maharasztra, Karnataka	Instalacje 5-30 kWp	30-40
Alamprabhu Pathar: MEDA	Maharasztra	12,000 kW	50 gospodarstw domowych + 40 obiektów komercyjnych
Mikrosieci SELCO Foundation	Karnataka	Instalacje 1-14 kWp	5
Samowystarczalne wioski Amrita	Kerala	Mini hydroelektrownie 8 kW	1
Projekt energii z biomasy dla wiejskich obszarów Indii	Karnataka	500 kW	3

18 Tabela II: Szczegóły niektórych projektów mikrosieci w Indiach [3]

Ogólnie rzecz biorąc, w demokratycznym państwie obywatele mogą mieć wpływ na transformację energetyczną jako wyborcy. Mogą na przykład popierać partie polityczne promujące energię odnawialną. Ponadto mogą decydować o tym czy chcą kupować energię odnawialną, inwestować w produkcję z własnych urządzeń (np. modułów fotowoltaicznych) czy brać udział w projektach opartych na energii odnawialnej (wykupić udział w farmach fotowoltaicznych lub wiatrowych). W kontekście transformacji energetycznej obywatele mogą również przyczynić się do dekarbonizacji poprzez ekologiczną elektryfikację ogrzewania domów, a także inwestowanie w magazyny energii, pompy ciepła i pojazdy elektryczne (EV).

Nowa rola obywateli wiąże się w szczególności z przejściem od scentralizowanego do zdecentralizowanego systemu energetycznego. Scentralizowane zaopatrzenie w energię obejmuje wytwarzanie energii na dużą skalę w centralnej elektrowni, a następnie jej transport do odbiorców za pośrednictwem sieci elektroenergetycznej. W zdecentralizowanym lokalnym systemie energetycznym zwykli konsumenci mogą przyjąć rolę obywateli świadomych energetycznie, bardziej aktywnie zaangażowanych w produkcję energii czy organizujących się w lokalnych inicjatywach.

Oprócz wprowadzania zmian we własnym życiu obywatele mogą na wiele sposobów działać wspólnie na rzecz transformacji energetycznej. Mają możliwość dołączenia do lokalnej społeczności energetycznej (LSE), czyli grupy ludzi, którzy pragną produkować, dzielić się i zarządzać własną energią. Te lokalne społeczności energetyczne mogą odegrać szczególnie ważną rolę w zdecentralizowanych rozproszonych systemach energii (RSE), umożliwiających obywatelom wdrażanie własnych systemów energetycznych, które umożliwiają wytwarzanie i magazynowanie odnawialnej energii na małą skalę. Może być to dobry sposób na wsparcie dekarbonizacji na poziomie sieci energetycznej. Systemy RSE mają znaczenie w zmniejszeniu emisji, zwiększeniu bezpieczeństwa energetycznego i ograniczeniu konieczności modernizacji sieci energetycznych.

Spoleczności LSE mogą wytwarzać energię odnawialną, instalując i obsługując projekty energii odnawialnej, np. panele słoneczne lub turbiny wiatrowe. To członkowie społeczności inwestują w te projekty. Społeczności LSE mogą również wspierać swoich poszczególnych członków w wytwarzaniu własnej energii odnawialnej.

Ustawodawstwo Unii Europejskiej wprowadziło dwie definicje lokalnej społeczności energetycznej. Są to: obywatelska społeczność energetyczna (OSE, ang. Citizen Energy Community, CEC), o której mowa w dyrektywie w sprawie energii elektrycznej, oraz społeczność energetyczna działająca w zakresie energii odnawialnej (SE, ang. Renewable Energy Community, REC), o której mowa w dyrektywie w sprawie energii odnawialnej. Są one podobne, ale różnią się pod pewnymi względami. Kraje UE implementują dyrektywę poprzez wprowadzenie ustaw i regulacji na poziomie krajowym, przez co mogą wystąpić pewne różnice pomiędzy członkami UE, ale jedno jest wspólne: otwartość i dobrowolność oraz połączenie założeń niekomercyjnych z celami społeczności środowiskowej i społecznej. Oznacza to szczególną formę zarządzania, w której członkowie społeczności mają udział w podejmowaniu decyzji. Własność i kontrola są zastrzeżone dla obywateli, władz lokalnych i mniejszych przedsiębiorstw, które nie prowadzą działalności gospodarczej w sektorze energetycznym, podczas gdy ich głównym celem jest wypracowanie korzyści społecznych i środowiskowych, a nie skupianie się na zyskach finansowych.



4

“

**OSTATNICH LATACH WYTWARZANIE ENERGII SŁONECZNEJ WYWARŁO WIDOCZNY WPŁYW NA ŻYCIE MIESZKAŃCÓW OBSZARÓW WIEJSKICH, POMAGAJĄC IM W EKOLOGICZNY SPOSÓB ZASPOKAJAĆ POTRZEBY ZWIĄZANE M.IN. Z OŚWIETLENIEM I GOTOWANIEM.**

W ramach programu wykorzystania energii słonecznej realizowanego przez Ministerstwo Nowych i Odnawialnych Źródeł Energii do dnia 30 listopada 2022 r. instalowane były urządzenia końcowe, takie jak pompy solarne, lampy, latarnie uliczne i oświetlenie domów. Liczby zainstalowanych urządzeń podano w tabeli nr I. W tabeli nr II przedstawiono szczegóły dotyczące niektórych mikrosieci wraz z ich mocami [3].

Dzięki trwającym badaniom nad poprawą wydajności modułów fotowoltaicznych, magazynów energii i sterowników falowników, a także zachętom zapewnianym przez rząd, oczekuje się, że już wkrótce każda odległa miejscowość w kraju zostanie zelektryfikowana. W tym kontekście projekt SUSTENANCE koncentruje się na rozwoju koncepcji inteligentnych technologii umożliwiających „zieloną transformację” systemów energetycznych, dając w ten sposób społecznościom regionalnym dostęp do czystej energii w celu zaspokojenia ich lokalnych potrzeb. Co więcej, projekt wykracza poza pomoc w sektorze elektroenergetycznym. Inne aspekty, takie jak transport lokalny, energia, ogrzewanie i chłodzenie, są integrowane na poziomie lokalnym w ramach „wysp energetycznych” lub „zintegrowanych systemów energetycznych w społecznościach”. Wspólny wysiłek wzmocni lokalną gospodarkę, pomoże utworzyć nowe miejsca pracy i przedsiębiorstwa oraz przyniesie pozytywne zmiany środowiskowe, np. poprawę jakości powietrza. Dodatkowe korzyści obejmować będą m.in. wzmocnienie pozycji lokalnej społeczności, rozwój potencjału w zakresie inteligentnych rozwiązań, jak również ulepszenie infrastruktury w sektorze energii i transportu. ■

17

W ostatnich latach wytwarzanie energii słonecznej wywarło widoczny wpływ na życie mieszkańców obszarów wiejskich, pomagając im w ekologiczny sposób zaspokajając potrzeby związane m.in. z oświetleniem i gotowaniem. Pierwsze mikrosieci oparte na energii słonecznej w Indiach wprowadziła w latach 90. XX wieku Agencja Rozwoju Energii Odnawialnej Bengalu Zachodniego, realizując instalację fotowoltaiczną o mocy 25 kWp w regionie delty Sundarbanu [6]. Następnie w całym kraju zainstalowano różne mikrosieci w ramach inicjatyw rządu Indii, w tym programu elektryfikacji odległych wiosek, programu zdecentralizowanej generacji rozproszonej, programu bezpieczeństwa energetycznego wsi itp. Rząd wydał krajowe rozporządzenie w sprawie energii elektrycznej na rok 2021, kładąc nacisk na mini i mikrosieci wykorzystujące OZE oraz zapewnienie nawet 500 MW mocy wytwórczej w ok. 10 000 projektach mikrosieciowych [7]. W lutym 2021 r. zespół Global Himalayan Expedition wprowadził energię słoneczną do wioski na terytorium związku Ladakh, która nie miała dostępu do elektryczności przez ostatnie 60 lat [8]. W skali globalnej Indie zajmują czwarte miejsce pod względem łącznej mocy zainstalowanej energii słonecznej, posiadając aktywne instalacje o mocy 61,97 GW na koniec 2022 r. [9].

Szczególną postacią lokalnych społeczności energetycznych jest forma prawna spółdzielni. Podobnie jak spółdzielnie innego typu kierują się one szeregiem podstawowych zasad określonych przez Międzynarodowy Związek Spółdzielczości (ang. International Cooperative Alliance, ICA). Oprócz ogólnych elementów lokalnej społeczności energetycznej, takich jak dobrowolne i otwarte członkostwo oraz demokratyczna kontrola, szczególnymi sposobami prowadzenia spółdzielni energetycznych są partycypacja ekonomiczna członków, autonomia i niezależność, a także troska o społeczność.

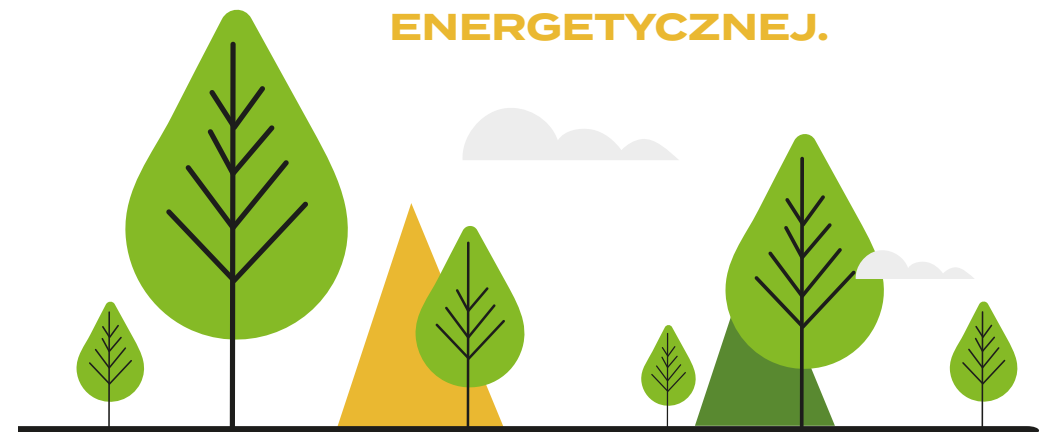
Spółdzielnie OSE i SE mogą podejmować podobne działania, w tym wytwarzanie, magazynowanie, dystrybucja i dzielenie się energią. Lokalne społeczności energetyczne i ich członkowie podlegają jednak tym samym obowiązkom, co pozostali uczestnicy rynku. Oznacza to, że na przykład dzielenie się energią przez poszczególnych członków lub dystrybucja energii w sieci przez społeczność będą możliwe tylko na podstawie jednoznacznych przepisów prawnych. ■

“

**OPRÓCZ WPROWADZANIA ZMIAN WE WŁASNYM ŻYCIU, OBYWATELE MOGĄ NA WIELE SPOSOBÓW DZIAŁAĆ WSPÓLNIE NA RZECZ TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ.**

SYSTEM	LICZBA SZTUK \ MOC ZAINSTALOWANA
Lampy/latarnie solarne	75,29,365
Pompy zasilane energią słoneczną	2,56,156
Solarne latarnie uliczne	7,15,029
Domowe systemy oświetleniowe na energię słoneczną	17,21,343
Elektrownie słoneczne	214.57 MW

16 Tabela nr I: Instalacje w ramach programu wykorzystania fotowoltaiki do listopada 2022 roku [9]



Autorzy: dr hab. Rakesh Sinha, prof. Birgitte Bak-Jensen,  
prof. nadzwyczajny Jayakrishnan R. Pillai, Uniwersytet Aalborg

## Elastyczność systemu elektroenergetycznego, potencjał oraz zalety

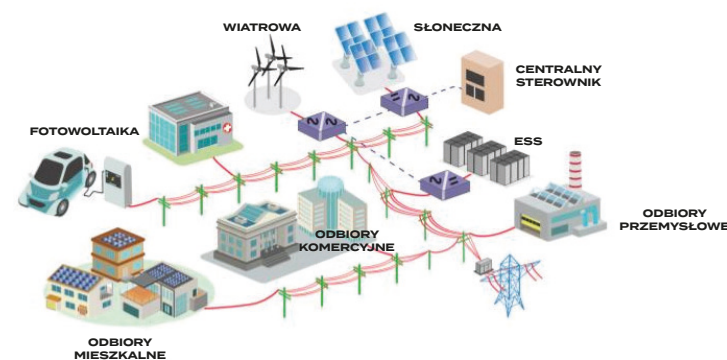


Duży udział produkcji energii elektrycznej ze zmiennych odnawialnych źródeł energii w systemach elektroenergetycznych wymaga elastyczności. Elastyczność systemu elektroenergetycznego oznacza możliwość ciągłego równoważenia wahań w produkcji i zużyciu energii w czasie rzeczywistym, zachowując bezpieczeństwo dostaw i efektywnie wykorzystując istniejącą infrastrukturę sieciową.

Co więcej, na wielu obszarach zaobserwowano przerwy w dostawie elektryczności, w niektórych wioskach w całym kraju występują długotrwałe braki prądu. Ze względu na położenie prawie na końcu linii zasilających wioski w Indiach borykają się także z problemami, takimi jak niskie napięcie na terminalu zasilającym, migotanie napięcia i inne kwestie związane z jakością energii. Ponieważ większość Hindusów mieszka na wsi, podstawowym wymogiem jest zapewnienie dostępu do niezawodnych i całodobowych dostaw energii elektrycznej dla gospodarstw domowych i na potrzeby upraw.

Aby rozwiązać te kwestie, trwa instalacja kilku mikro sieci [3]. Mikro sieć definiuje się jako [4] grupę sterowalnych źródeł (zazwyczaj odnawialnych źródeł energii), odbiorów i systemów magazynowania energii, które mogą wspólnie działać w trybie podłączenia do sieci lub w trybie izolowanym (rysunek nr 1).

Jednym z pierwszych przykładów mikro sieci w Indiach była elektrownia wodna o mocy 65 kW uruchomiona w 1897 r. na wysokości 3600 stóp n.p.m. u podnóża plantacji herbaty Arya, ok. 12 km od Darjeeling w Bengalu Zachodnim [5]. Ze względu na obfitość i ekologiczny charakter odnawialnych źródeł energii (OZE), zwłaszcza energii słonecznej i wiatrowej, obecnie istnieje trend coraz szerszego włączania ich w strukturę wytwarzania. Koncepcja mikro sieci jest szczególnie korzystna dla wsi, które są słabo połączone z główną siecią i doświadczają częstych przerw w dostawie prądu i nieregularnego zasilania.

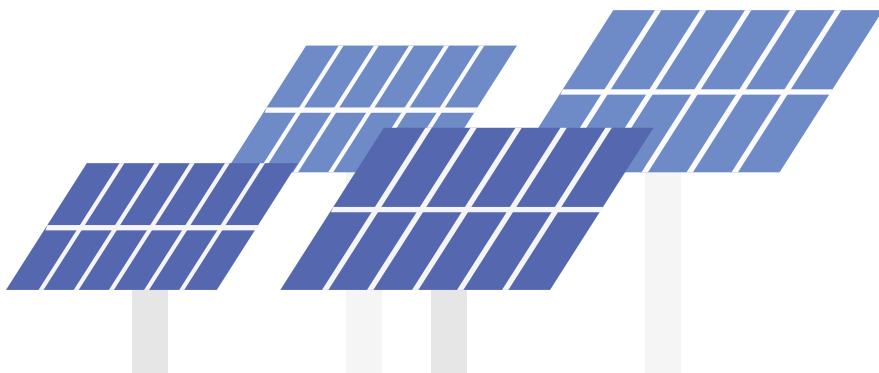


Rys. 1: Schemat przykładowej mikro sieci



Autorzy: Deepika Chhetija, Soudipan Maity,  
Indyjski Instytut Technologii, Bombaj

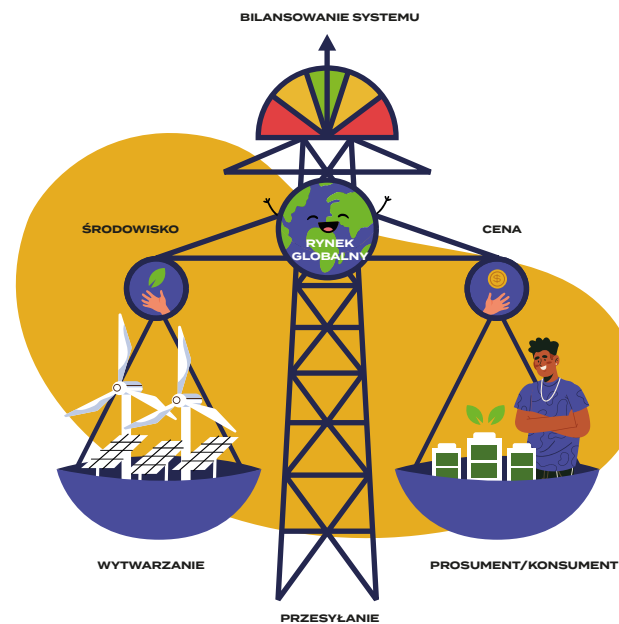
# Mikrosieci dla wiosek w Indiach



Indie zamieszkuje ok. 1,4 miliarda osób [1], a ciągły rozwój przekłada się na rosnące zapotrzebowanie na energię. Pod tym względem na przestrzeni lat sieć elektroenergetyczna przeszła znaczną ewolucję i zwiększyła moc zainstalowaną. Jednak nadal stoimy przed kilkoma wyzwaniami, ponieważ rozszerzanie głównej sieci na niektóre odległe regiony Indii jest niepraktyczne i nieekonomiczne. Choć oficjalnie Indie osiągnęły w 100% elektryfikację, wioskę uważa się za zelektryfikowaną w 100%, nawet jeśli tylko 10% wszystkich domów i urzędów publicznych ma dostęp do prądu. Mając to na uwadze, około 15% populacji jest wciąż pozbawione dostępu do energii elektrycznej [2].

Na rys. 1 przedstawiono równowagę między wytwarzaniem i zużyciem energii. Istotną rolę w osiągnięciu elastyczności i bilansowania systemu elektroenergetycznego odgrywają struktura rynku energii i funkcjonowanie sieci elektroenergetycznej. Elastyczne systemy elektroenergetyczne wspierają łączenie sektorów wytwarzania i zużycia energii odnawialnej, umożliwiając wykorzystanie zmiennych odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna i wiatrowa. Łączenie sektorów definiuje się jako integrację różnych systemów energetycznych (elektrycznych, ciepłych, gazowych i transportowych) na potrzeby uzyskania wzajemnych korzyści i zapewnienia ich stabilnej i bezpiecznej pracy. Elastyczność systemu stanowi krytyczny element jego transformacji w ramach gospodarki neutralnej pod względem emisji dwutlenku węgla.

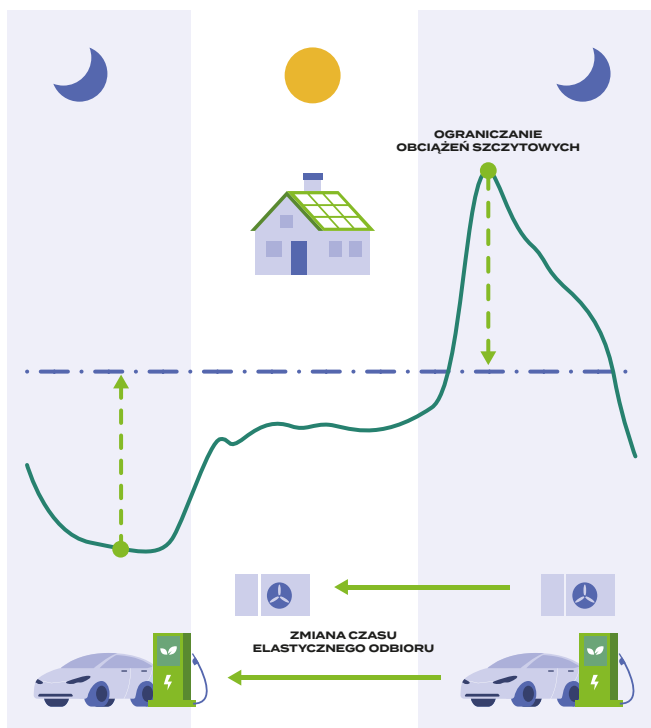
Rynek energii elektrycznej uznaje się za kluczowy mechanizm wpływający na elastyczność. Globalna struktura rynku pozwala na elastyczność w imporcie i eksporcie energii odnawialnej pomiędzy krajami w okresie jej niedoboru lub nadmiernej produkcji. Struktura rynku opiera się na wymogu bilansowania systemu i utrzymywania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej.



Rys. 1: Synergie pomiędzy technologiami wytwarzania, strukturą rynku, systemem przesyłowym i odbiorami (elastyczność systemu elektroenergetycznego) (R. Sinha, 2023)

Wymóg ten osiąga się za pomocą sygnałów cenowych skierowanych do konsumentów końcowych, aby zachęcić ich do uczestnictwa w celu uzyskania elastyczności po stronie zapotrzebowania.

Zaangażowanie społeczności energetycznych dodatkowo wzmacnia rynek. Elastyczność po stronie zapotrzebowania zwiększa aktywny udział społeczności energetycznych w bilansowaniu systemu lokalną produkcją, zużyciem, magazynowaniem i gromadzeniem energii. Taką elastyczność można osiągnąć poprzez zmianę czasu użycia elastycznych odbiorów (zmywarka, pralka, suszarka, pompa ciepła, ładowanie pojazdów elektrycznych) i magazynowanie energii (bateria, magazynowanie termiczne itp.), tak aby dopasować się do wytwarzania energii elektrycznej w sieci (rys. 2).



Rys. 2: Elastyczność po stronie zapotrzebowania (R. Sinha, 2023)

“

**AKUMULATOR SAMOCHODU ELEKTRYCZNEGO MOŻE POMIEŚCIĆ ENERGIĘ WYSTARCZAJĄCĄ DO ZASILENIA PRZECIĘTNEGO EUROPEJSKIEGO GOSPODARSTWA DOMOWEGO PRZEZ PONAD TYDZIEŃ!**

Kolejną opcją jest synchronizacja ładowania z produkcją zrównoważonej energii z modułów fotowoltaicznych i turbin wiatrowych. Najlepiej, żeby były to lokalne źródła energii, dzięki czemu zredukujemy straty energii podczas przesyłu. Wykorzystując bezpośrednio lokalną energię, na przykład z własnych paneli fotowoltaicznych lub paneli sąsiadów, można również zmniejszyć obciążenie sieci.

Niemniej jednak należy zadbać o ładowanie pojazdu elektrycznego we właściwym czasie. Pomaga w tym aplikacja, w której można wybrać godzinę odjazdu, zapotrzebowanie na energię oraz preferowany sposób ładowania (rys. 2). W przyszłości takie ekrany informacyjne będą wyświetlane także w samych pojazdach i przekazywane bezpośrednio do stacji ładowania. W ten sposób system ładowania dokładnie wie, w jaki sposób chcemy naładować swój samochód. Coraz więcej operatorów będzie oferować możliwość różnych rodzajów ładowania. Oczywiście znając preferencje użytkownika, mogą zapewnić lepszą obsługę, a także niską cenę poprzez integrację z rynkiem energii elektrycznej.

Porzućmy więc nawyki pozostałe z samochodów benzynowych - nie musimy ładować pojazdu elektrycznego tak szybko, jak to możliwe. Zamiast tego warto wspomóc sieć i skorzystać z inteligentnych rozwiązań do ładowania, pamiętając, że samochód stoi zaparkowany przez 95% czasu. Nagrodą będzie niższy rachunek za ładowanie oraz bateria w większości, lub nawet całkowicie, wypełnioną odnawialną energią. I nie zapominajmy o uśmiechu podczas jazdy w słoneczny dzień!



Patrząc na to z pozytywnej strony, to 95% oznacza, że nawet przy inteligentnym ładowaniu wciąż mamy miejsce na sporo elastyczności. Moglibyśmy więc jeszcze bardziej opóźnić ładowanie, co daje wiele możliwości wykorzystania pojazdów elektrycznych do wsparcia sieci poprzez zapewnianie odpowiedzi na zapotrzebowanie. Odpowiedź na zapotrzebowanie polega na zmianie poboru mocy przez dane urządzenie w celu odciążenia sieci. Może to na przykład polegać na świadczeniu usług bilansujących, aby zapewnić bezpieczeństwo dostaw energii. Wyobraźmy sobie, że produkcja energii elektrycznej z dużej farmy wiatrowej nagle gwałtownie spada. Zwykle w celu zbilansowania produkcję przejmuje inna elektrownia, na przykład elektrownia gazowa lub węglowa. Zamiast tego pojazdy elektryczne mogłyby teraz zmniejszyć zużycie energii, aby bilansować sieć do czasu ponownego pojawienia się wiatru. W ten sposób pojazdy mogą zwiększyć wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i ograniczyć emisję gazów cieplarnianych. Elastyczność ma również wartość ekonomiczną, ponieważ pomaga znacznie obniżyć rachunki za energię elektryczną.



**Rys. 2: Aplikacja do inteligentnego ładowania pokazująca harmonogram ładowania (Uniwersytet Twente, 2023).**

### Elastyczność po stronie zapotrzebowania zapewnia niezawodność systemu elektroenergetycznego i optymalne koszty zużycia energii, co daje korzyści zarówno przedsiębiorstwom energetycznym, jak i odbiorcom końcowym.

- Możliwość wykorzystania większego udziału zmiennych odnawialnych źródeł energii.
- Zwiększone wymagania dotyczące łączenia sektorów (przy użyciu technologii Power-to-X, gdzie X oznacza: ciepło/chłodzenie, wodór lub pojazdy podłączone do sieci itp.) są istotne w kontekście wykorzystania energii odnawialnej w różnych sektorach i wspieranie społeczeństwa neutralnego pod względem emisji dwutlenku węgla.
- Zdecentralizowany system energetyczny umożliwia ograniczenie strat mocy, zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii i efektywności kosztowej. Korzyści te wynikają z bilansowania systemu elektroenergetycznego za pomocą zdecentralizowanego wytwarzania energii zamiast konwencjonalnych i scentralizowanych bloków energetycznych opartych na paliwach kopalnych. Do realizacji takiego bilansowania potrzebne jest aktywne działanie grupy lokalnych konsumentów i zmiany ich zachowania.
- Efektywne wykorzystanie istniejącej infrastruktury sieciowej można zapewnić dzięki odpowiedniej odpowiedzi na zapotrzebowanie. Ułatwia to także zarządzanie przeciążeniami sieci i umożliwia odsunięcie w czasie modernizacji i rozbudowy sieci przesyłowej. Taka rozbudowa jest konieczna, aby było możliwe przyjęcie zwiększonej produkcji energii odnawialnej i obsłużenie nowych, zwiększonych odbiorów (pojazdy elektryczne, pompy ciepła itp.) poprzez przesunięcie zapotrzebowania szczytowego. Prowadzi to do większej niezawodności i jakości dostaw energii elektrycznej, jak również do korzyści ekonomicznych.
- Możliwość samowystarczalnego (wyspowego) trybu pracy sieci elektroenergetycznej: w przypadku awarii system można podzielić na mniejsze, samowystarczalne i elastyczne systemy wyspowe, działające niezależnie i zapewniające bezpieczeństwo energetyczne. ■

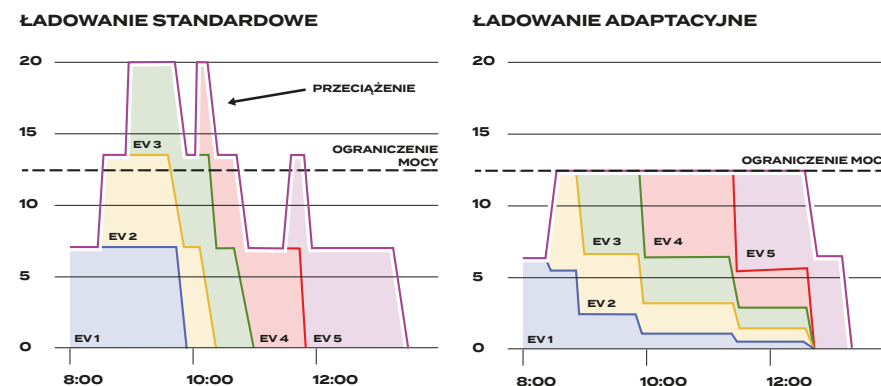
Autor: dr Gerwin Hoogsteen, Uniwersytet Twente

# Inteligentne ładowanie pojazdów elektrycznych w kontekście zrównoważonej sieci energetycznej

Na drogach pojawia się coraz więcej pojazdów elektrycznych, które są znacznie bardziej zrównoważonym środkiem transportu. Jest to wygodny i komfortowy sposób przemieszczania się, który nie emituje hałasu. Jednak ta rosnąca grupa pojazdów elektrycznych wymaga ładowania z naszej sieci elektroenergetycznej. Często pomija się fakt, jak dużo energii potrzeba do pełnego naładowania pojazdu elektrycznego o przykładowym zasięgu 385 km (70 kWh energii). Bateria jednego samochodu może pomieścić ilość energii wystarczającą do zasilania przeciętnego europejskiego gospodarstwa domowego przez ponad tydzień! Ponadto obecne ładowarki domowe pobierają z sieci ilość energii, która jest w przybliżeniu równa 10 gospodarstwom domowym. Jeszcze bardziej prądożerne są szybkie ładowarki przy autostradzie, gdzie na jedną ładowarkę przypada równowartość ponad 100 gospodarstw domowych.

Sieci elektrycznej w naszej okolicy nie projektowano z myślą o dostarczeniu takiej ilości energii. Poza tym trudno jest zrozumieć zużycie energii elektrycznej, ale można to porównać do rur wodociągowych. Wyobraźmy sobie, że w Twojej okolicy ładuje się wiele pojazdów napędzanych wodą (elektrycznością), a ilość potrzebnej wody (prądu) jest tak duża, że rury pękają. Sytuacja ma się podobnie w sieci elektroenergetycznej: zbyt duży przepływ energii aktywuje wyłączniki automatyczne, powodując lokalne przerwy w dostawie elektryczności.

Już dziś w niektórych obszarach sieć elektroenergetyczna została przeciążona podczas pełnego ładowania wielu pojazdów elektrycznych. Rozwiązaniem tego problemu jest inteligentne ładowanie (rys. 1). Zasadniczo polega to na tym, że stacje ładowania komunikują się i negocjują między sobą, kto i w jakim czasie otrzyma energię, aby uniknąć przeciążenia sieci. Oznacza to, że część samochodów będzie mogła być ładowana mniejszą mocą, czyli wolniej. Tego właśnie doświadczymy w (niedalekiej) przyszłości. Z drugiej strony, gdyby wszystkie samochody ładowały się z pełną mocą, doszłoby do przerwy w dostawie prądu. Wtedy nie tylko samochód nie zostałby naładowany, ale co gorsza, utracilibyśmy zasilanie we wszystkich innych urządzeniach, np. lodówce. Co więcej, nie jest to aż tak istotny problem, ponieważ samochody z reguły są zaparkowane przez 95% czasu!



Rys. 1: Rozwiązanie problemu przeciążenia sieci poprzez inteligentne ładowanie (na podstawie [ev.caltech.edu/info](http://ev.caltech.edu/info)).