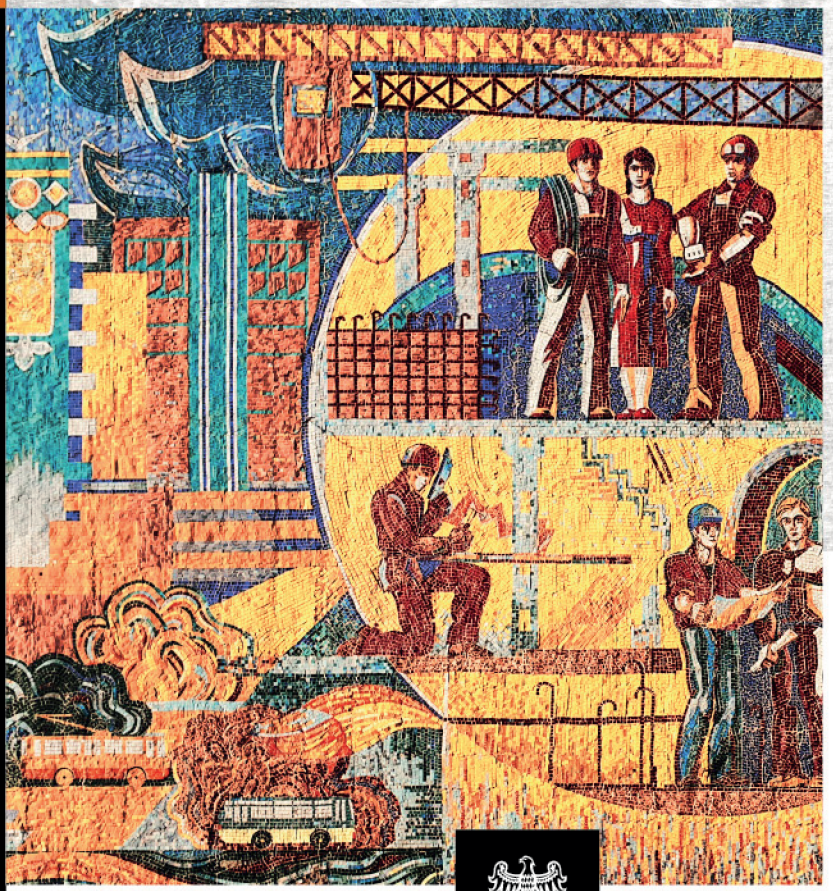
Piotr Kwiatkiewicz
Marek Laskowski

INTEGRACJA SPOŁECZNOŚCI LOKALNEJ W POLITYCE ENERGETYKI ROZPROSZONEJ

DROGA DO EFEKTYWNOŚCI



WOLNOŚĆ – RÓWNOŚĆ – INKLUZYWNOŚĆ
PERSPEKTYWY I WYZWANIA
CYKL

UAM

INTEGRACJA SPOŁECZNOŚCI LOKALNEJ W POLITYCE ENERGETYKI ROZPROSZONEJ

Piotr Kwiatkiewicz
Marek Laskowski

INTEGRACJA SPOŁECZNOŚCI LOKALNEJ W POLITYCE ENERGETYKI ROZPROSZONEJ

Droga do efektywności

Poznań 2025

CYKL WYDAWNICZY
WOLNOŚĆ – RÓWNOŚĆ – INKLUZYWNOŚĆ
Perspektywy i wyzwania
ISBN: 978-83-68190-22-9

Redaktor naukowy cyklu:
prof. UAM dr hab. Elżbieta Lesiewicz

Recenzent cyklu:
prof. UAM dr hab. Bartłomiej Secler

Recenzent tomu:
prof. UAM dr Remigiusz Rosicki

Redaktor prowadzący: dr Bartosz Płotka
Korekta językowa: Joanna Nagórska
DTP: Iwona Banasiak (Firet)
Projekt okładki: Kaja Żabińska

© Copyright by Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM

ISBN 978-83-68190-46-5

Poznań 2025

Elżbieta Lesiewicz

Wolność – równość – inkluzywność
Wyzwania i perspektywy

Seria minimonografii zatytułowana „Wolność – Równość – Inkluzywność. Wyzwania i perspektywy" stanowi interdyscyplinarne i wieloaspektowe studium poświęcone trzem fundamentalnym wartościom, które odgrywają kluczową rolę w budowie i funkcjonowaniu współczesnych społeczeństw demokratycznych. Publikacja ta nie tylko podkreśla znaczenie wolności, równości i inkluzywności jako podstawowych normatywnych zasad rządzących porządkiem społeczno-politycznym, ale także analizuje wyzwania, przed którymi stoją te wartości w kontekście dynamicznych przemian społecznych, gospodarczych i kulturowych[1].

Poszczególne części serii przedstawiają wielowymiarową i interdyscyplinarną analizę, ukazującą, jak wolność, równość i inkluzywność współistnieją, przecinają się i warunkują wzajemnie, kształtując różne

[1] I. Berlin, *Dwie koncepcje wolności*. Res Publica Warszawa 1991; J. Rawls, *Teoria sprawiedliwości*. PWN Warszawa 2010; Ch. Taylor, *Multiculturalism and the Politics of Recognition,* Princeton 1992.

obszary życia społecznego, w tym edukację, rynek pracy, gospodarkę i zaangażowanie obywatelskie[2]. Z jednej strony wolność rozumiana jest tu jako swoboda jednostki w podejmowaniu decyzji i działaniu w ramach systemu demokratycznego; z drugiej strony podkreśla się konieczność równego dostępu do tych wolności, niezależnie od statusu społecznego, ekonomicznego czy kulturowego[3]. Inkluzywność pełni funkcję gwaranta przeciwdziałającego marginalizacji i wykluczeniu społecznemu, promując udział i reprezentację różnorodnych grup społecznych w życiu publicznym[4].

Analiza podjęta w monografiach uwzględnia zarówno podstawy teoretyczne i ramy filozoficzne omawianych wartości, jak i ich praktyczne zastosowanie oraz specyficzne wyzwania wynikające z ich wdrażania w polityce publicznej, edukacji, mechanizmach rynku pracy i partycypacji obywatelskiej[5]. Szczególną uwagę poświęcono napięciom i dylematom wynikającym z prób znalezienia równowagi między wolnością jednostki a dążeniem do równości i inkluzywności, które stanowią współczesne wyzwania dla demokratycznych modeli rządów prawa i społeczeństwa obywatelskiego[6]. Wartości te nie funkcjonują bowiem w izolacji, lecz są elementami dynamicznie ze sobą powiązanymi i wzajemnie warunkującymi swoje znaczenie i realizację

---

[2] A. Sen, Rozwój i wolność. Zysk i S-ka, 2002.

[3] J. Rawls, op. cit.

[4] I. M. Young, *Justice and the Politics of Difference,* Princeton University Press 2022.

[5] N. Fraser, A. Honneth, *Redystrybucja czy uznanie. Debata polityczno-filozoficzna,* Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej, 2008; I. Berlin, op. cit.

[6] J. Habermas, Between Facts and Norms, Publisher Polity 1997

w kontekście współczesnych przemian społecznych, gospodarczych i kulturowych. Podejście prezentowane w serii podkreśla, że wolność, równość oraz inkluzywność tworzą spójną ramę normatywną, umożliwiającą całościowe rozumienie oraz skuteczne kształtowanie złożonych procesów społecznych, politycznych i ekonomicznych.

Współczesne przemiany społeczne, gospodarcze i kulturowe wymuszają nieustanne reinterpretowanie i wdrażanie tych wartości, które nie funkcjonują w izolacji, lecz w dynamicznej i wielowarstwowej relacji – wzajemnie się przenikają i warunkują. Podejście serii podkreśla, że wolność, równość i inkluzywność tworzą razem ramę normatywną, która pozwala rozumieć i kształtować złożone procesy społeczne, polityczne i ekonomiczne.

Na poziomie teoretycznym wolność funkcjonuje tutaj jako przestrzeń swobodnego wyboru i decydowania jednostki, co jest niezbędnym warunkiem istnienia społeczeństwa obywatelskiego i demokracji liberalnej[7]. Jednak sama wolność, jeśli nie zostanie uzupełniona zasadami równości, ryzykuje pozostawieniem jednostek i grup społecznych w niekorzystnej sytuacji pozbawionej realnego dostępu do uprawnień i zasobów. W tym sensie równość staje się nie tylko wymogiem sprawiedliwości, ale i koniecznym warunkiem pełnej realizacji wolności[8]. Tymczasem inkluzywność odpowiada za praktyczne wyzwania realizacji tych wartości poprzez budowanie mechanizmów przeciwdziałania wykluczeniu i marginalizacji, które objawiają się zarówno w wymiarze społecznym, jak i politycznym czy gospodarczym[9].

---

[7] I. Berlin, op. cit., J. Habermas, op. cit.

[8] Rawls, op. cit., N. Fraser, A. Honneth, op. cit.

[9] I. M. Young, *op. cit*., Ch. Taylor, op. cit.

W tej perspektywie pierwsza grupa minimonografii rozwija właśnie temat wolności, podkreślając jej fundamentalne znaczenie, lecz jednocześnie uwrażliwiając na jej ograniczenia i zagrożenia. Przykładem jest monografia *Priorytet wolności religijnej w przestrzeni praw człowieka. Filozoficzno-politologiczne rozważania wokół deklaracji Dignitatis humanae i współczesnego nauczania Kościoła katolickiego* autorstwa Macieja Chlewickiego i Pawła Stachowiaka, która wskazuje, że wolność sumienia i wyznania stanowi podstawę godności każdej osoby, jednak jej realizacja wymaga brać pod uwagę społeczne ograniczenia, aby mogła funkcjonować w harmonii z innymi prawami i wartościami. Autorzy argumentują, iż wolność powinna być rozumiana nie wyłącznie jako prawo jednostki do samostanowienia i swobodnego udziału w życiu społecznym, lecz także w kontekście jej relacji z innymi prawami i wartościami społecznymi oraz prawnymi. Szczególne znaczenie w tej dyskusji ma kwestia prymatu wolności religijnej – analizowana w świetle orzecznictwa Trybunału Konstytucyjnego RP oraz doktryny Kościoła katolickiego – gdzie wolność religijna jest umieszczana w centrum uwagi, nawet gdy pozornie koliduje z takimi normami jak ochrona zwierząt czy innymi zasadami społecznymi. Taki przykład uwypukla potrzebę przyjęcia wielowymiarowego i zrównoważonego podejścia do wolności, które pozwala na pogodzenie różnych interesów oraz tworzy przestrzeń dla współistnienia różnorodności.

Podobne napięcia pojawiają się w przestrzeni cyfrowej, co ukazuje minimonografia Pawła Łokicia pt. *Granice wolności w nowych mediach. Patologie współczesnej komunikacji społecznej*. Autor analizuje zjawisko, zgodnie z którym rozwój nowych technologii komunikacyjnych z jednej strony znacząco poszerza zakres wolności jednostki, sprzy-

jając swobodnej ekspresji i wzmacniając uczestnictwo obywatelskie, z drugiej zaś generuje niebezpieczne zjawiska destrukcyjne, takie jak cyberprzemoc, hejt czy patostreaming. Studium to unaocznia jedno z najważniejszych wyzwań współczesności: jak zachować delikatną równowagę pomiędzy wolnością wypowiedzi a odpowiedzialnością za słowo i działanie w sferze publicznej. Wolność w tym ujęciu nie jawi się już jako kategoria absolutna, lecz jako wartość wymagająca stałego równoważenia względem innych dóbr, a zwłaszcza dobra wspólnego.

Jeszcze bardziej dramatyczne konsekwencje ograniczania wolności i autonomii jednostki przedstawiają Eryk Pieszak i Agnieszka Smólczyńska-Wiechetek w minimonografii *Równość i inkluzwność – droga donikąd. Autorytet w rosyjskiej szkole na drodze do zniewolenia.* Autorzy analizują rosyjski system edukacji, w którym autorytet szkoły i proces nauczania zostają przekształcone w narzędzia systemowego zniewolenia. Ukazują oni, iż hierarchiczna reprodukcja ról społecznych i podporządkowanie młodych obywateli interesom państwa prowadzą do marginalizacji wartości równości oraz inkluzywności. W szczególności materiały dydaktyczne, takie jak program *Rozmowy o rzeczach ważnych*, promują tradycyjne wzorce kulturowe, heroizm oraz sztywne role społeczne, ograniczając tym samym autonomię uczniów i normalizując militaryzm jako element codzienności szkolnej. W konsekwencji szkoła przestaje odgrywać rolę przestrzeni wychowania opartego na krytycznym myśleniu i zasadzie równego traktowania, stając się narzędziem kontroli społecznej oraz reprodukcji autorytarnego systemu władzy. Analiza ta uwidacznia, jak brak wolności w obszarze edukacji skutkuje nie tylko deformacją procesu kształcenia, lecz także długofalowym kształtowaniem postaw konformistycznych i podporządkowanych.

Z kolei inny kierunek refleksji nad wolnością proponują Piotr Kwiatkiewicz i Marek Laskowski w minimonografii *Integracja społeczności lokalnej w polityce energetyki rozproszonej: droga do efektywności*. Autorzy ukazują, iż wolność nie sprowadza się do abstrakcyjnego katalogu praw, lecz realizuje się przede wszystkim poprzez praktyczne mechanizmy aktywnej partycypacji obywatelskiej w procesach decyzyjnych. Podkreślają oni, że wspieranie takich mechanizmów sprzyja zrównoważonemu rozwojowi, wzmacnia zaufanie i współpracę pomiędzy różnorodnymi aktorami społecznymi, a także tworzy fundament inkluzywności i wspólnoty demokratycznej. Wolność, w tym ujęciu, przybiera postać realnej możliwości mieszkańców do współdecydowania o sprawach dotyczących ich najbliższego otoczenia. Integracja społeczności lokalnych w polityce energetycznej nie tylko redukuje konflikty interesów i wzmacnia spójność społeczną, lecz także harmonizuje cele ekologiczne, społeczne i administracyjne. Kluczowym warunkiem staje się tutaj połączenie oddolnych inicjatyw z polityką publiczną w ramach wielopoziomowego modelu zarządzania. Badania autorów wskazują przy tym na istotną rolę dostępu do procesów decyzyjnych i instytucjonalnego wsparcia partycypacji, a także identyfikują bariery oraz szanse rozwoju lokalnych inicjatyw.

Na tym tle naturalnie wyłania się konieczność zapewnienia równości, by wolność przestała być abstrakcyjnym postulatem, a stała się dostępna w praktyce dla różnych grup społecznych. Monografia *Bezpieczeństwo i dobrostan w pracy zawodowej dziennikarek – kontekst równościowy* autorstwa Aliny Balczyńskiej-Kosman i Beaty Pająk-Patkowskiej dokumentuje, jak nierówności oraz dyskryminacja płciowa osłabiają dobrostan kobiet w zawodzie dziennikarskim, ograniczając ich prawa

i wpływy, co negatywnie wpływa na równość szans na rynku pracy. Bezpieczeństwo kobiet pracujących w dziennikarstwie jest nierozerwalnie związane z ich aktywnością w mediach oraz zagadnieniami równości płci, rozumianymi tutaj jako brak dyskryminacji i zapewnienie równych możliwości rozwoju zawodowego. W literaturze przedmiotu wyróżnia się trzy zasadnicze wymiary bezpieczeństwa: wymiar subiektywny, wiążący się z przetrwaniem państw i narodów; wymiar obiektywny, dotyczący środków i treści bezpieczeństwa społeczno-politycznego; oraz wymiar funkcjonalny, odnoszący się do interesów podmiotów w systemie międzynarodowym. W monografii szczególną uwagę zwrócono na bezpieczeństwo społeczno-ekonomiczne i zawodowe kobiet, analizowane z perspektywy płci w kontekście zagadnień równości w dziennikarstwie. Głównym celem badań była identyfikacja zagrożeń dla bezpieczeństwa kobiet w tym zawodzie, rozpoznanie różnic w tych zagrożeniach w zależności od płci oraz ocena ich wpływu na dobrostan zawodowy.

Minimonografia Natalii Klejdysz *Przypadkowość – determinacja – świadomość. Droga kobiet do równości: kobietyzm i prefeminizm* ukazuje, że idea równości ma głębokie i wielowiekowe korzenie, sięgające znacznie dalej niż tradycyjnie przedstawiane początki ruchów feministycznych. Proces dojścia do równości kobiet był zarówno walką o formalne prawa, jak i długofalowym procesem podnoszenia świadomości społecznej oraz kulturowej transformacji. Solidarność kobiet oraz afirmacja własnej wartości odegrały kluczową rolę jako siły napędowe tych przemian. Równocześnie historyczne przykłady samodzielności i aktywności społecznej kobiet ujawniają, że równość była realizowana w różnych formach już od starożytności. W okresie nowożytnym kobiety coraz

częściej uczestniczyły w życiu publicznym, gospodarczym i politycznym, tworząc fundament pod współczesne prawa i wartości równościowe. Monografia pokazuje też, że równość nie ogranicza się do nadania praw formalnych, ale wymaga trwałych zmian instytucjonalnych i kulturowych. Dążenie do równouprawnienia wymagało przełamywania struktur patriarchalnych, które przez wieki ograniczały możliwości kobiet. W efekcie proces ten można rozumieć jako rozległy i wielowarstwowy ruch o charakterze zarówno społecznym, jak i filozoficznym.

Komplementarnie, analiza zawarta w monografii Krzysztofa Hajdera i Klaudii Wojtkowiak *Polityka edukacyjna a psychologiczne konsekwencje stresu szkolnego w Polsce: Analiza wpływu na rozwój społeczny uczniów* wskazuje, że nierówności edukacyjne, manifestujące się m.in. ograniczonym dostępem do bezpiecznego i wspierającego środowiska szkolnego, mają poważny wpływ na rozwój społeczny młodych ludzi oraz ich realny dostęp do wolności wyboru i działania. W kontekście polskim rośnie zapotrzebowanie na wsparcie psychologiczne dzieci i młodzieży, co związane jest ze wzrostem diagnoz zaburzeń takich jak depresja, lęki czy uzależnienia, również od technologii. Problemy te uległy nasileniu na skutek izolacji społecznej i obaw o zdrowie najbliższych wywołanych przez pandemię COVID-19, co znacznie zwiększyło potrzebę interwencji psychologicznych. W ciągu ostatnich lat liczba pacjentów poniżej 18. roku życia korzystających z opieki psychiatrycznej niemal się podwoiła.

W końcu seria zwraca uwagę na praktyczny wymiar realizacji wartości płynących z wolności oraz równości w postaci inkluzywności. Przykładem tego jest minimonografia autorstwa Magdaleny Kacperskiej *Inkluzywna polityka społeczna – ekonomia społeczna w praktyce – doświadczenia z Wielkopolski*, która ukazuje, jak instrumenty ekonomii społecz-

nej i lokalne działania aktywizacyjne przeciwdziałają marginalizacji oraz umożliwiają pełne uczestnictwo osób wykluczonych społecznie i ekonomicznie. Inkluzywność jest rozumiana jako aktywne włączanie wszystkich obywateli do życia społecznego, edukacyjnego, zawodowego i obywatelskiego, niezależnie od ich statusu społeczno-ekonomicznego czy indywidualnych ograniczeń. Ekonomia społeczna, obejmująca przedsiębiorstwa społeczne, spółdzielnie, fundacje oraz stowarzyszenia, łączy działalność gospodarczą z misją społeczną, odgrywając istotną rolę w reintegracji społecznej oraz tworzeniu trwałych miejsc pracy. W Polsce rozwój sektora ekonomii społecznej wspierany jest przez strategiczne dokumenty i regulacje, takie jak Krajowy Program Rozwoju Ekonomii Społecznej 2030 oraz ustawa o ekonomii społecznej z 2022 roku.

Kluczowe znaczenie ma tutaj również monografia Weroniki Ludek i Beaty Pająk-Patkowskiej *Wspólnota różnorodnych głosów – rola instytucji pozarządowych w inkluzji neuroatypowych obywateli w Polsce*, która rozszerza perspektywę inkluzywności o analizę działalności organizacji pozarządowych oraz mechanizmów wsparcia, stanowiących nieodzowny element procesu włączania osób neuroatypowych w życie społeczne i polityczne. Praca zwraca uwagę na konieczność budowania pluralistycznej wspólnoty oraz reprezentacji różnorodności w społeczeństwie obywatelskim, podkreślając, że skuteczna inkluzja opiera się na instytucjonalnym wsparciu i samoorganizacji. Włączanie mniejszości w życie społeczno-polityczne zyskuje coraz większe zainteresowanie w naukach społecznych, ponieważ prawa mniejszości są fundamentem funkcjonowania demokracji. Historycznie walka o prawa obywatelskie dotyczyła różnorodnych grup, takich jak kobiety, mniejszości seksual-

ne czy osoby z niepełnosprawnościami. Współczesne ruchy, jak Mad Pride, promują depatologizację odmiennych stanów psychicznych oraz normalizację publicznej dyskusji na temat leków. Na przełomie XX wieku narodził się Ruch na rzecz Neuroróżnorodności, który akcentuje zarówno wyzwania, jak i atuty osób neuroodmiennych, podkreślając różnorodność ludzkich umysłów jako naturalny element populacji.

Dzięki interdyscyplinarnemu charakterowi oraz pogłębionej refleksji teoretycznej i empirycznej seria ta ma na celu stworzenie platformy dialogu między naukowcami, decydentami politycznymi w dziedzinie społecznej i edukacyjnej oraz wszystkimi osobami zainteresowanymi kształtowaniem inkluzywnych wspólnot demokratycznych. Docelowo publikacja ta może przyczynić się do rozwoju narzędzi i strategii politycznych, które umożliwią skuteczniejszą realizację i promocję wartości wolności, równości i inkluzywności w zmieniającym się społeczeństwie XXI wieku.

Spis treści

Elżbieta Lesiewicz, *Wolność – równość – inkluzywność. Wyzwania i perspektywy* ➤ 5

Wstęp ➤ 19

Rozdział 1. Energetyka rozproszona – definicje, znaczenie i perspektywy ➤ 29
1.1. Historia i definicje energetyki rozproszonej ➤ 29
1.2. Definicje i kluczowe pojęcia ➤ 36
1.3. Energetyka rozproszona a systemy centralne ➤ 39
1.4. Technologie w energetyce rozproszonej ➤ 42
1.5. Odnawialne źródła energii w modelu rozproszonym ➤ 44
1.6. Mikrosieci i ich rola w energetyce lokalnej ➤ 52
1.7. Prosument – kluczowy uczestnik rynku energii ➤ 55
1.8. Ekonomiczne korzyści z energetyki rozproszonej ➤ 57
1.9. Społeczne aspekty wdrażania systemów rozproszonych ➤ 59
1.10. Wyzwania techniczne i organizacyjne ➤ 63
1.11. Cyberbezpieczeństwo w energetyce rozproszonej ➤ 66
1.12. Znaczenie lokalnej autonomii energetycznej ➤ 67
1.13. Modele biznesowe w energetyce lokalnej ➤ 72

1.14. Partnerstwo publiczno-prywatne w rozwoju energetyki rozproszonej ➤ 73
1.15. Integracja energetyki rozproszonej z transportem ➤ 76
1.16. Kooperacja sąsiedzka ➤ 79

Rozdział 2. Rola społeczności lokalnej w rozwoju energetyki rozproszonej ➤ 81
2.1. Znaczenie społeczności lokalnych dla decentralizacji energetycznej ➤ 81
2.2. Społeczności energetyczne – definicje i modele ➤ 86
2.3. Organizacja wspólnot energetycznych ➤ 89
2.4. Uczestnictwo lokalnych liderów w projektach energetycznych ➤ 96
2.5. Edukacja społeczna w zakresie energetyki rozproszonej ➤ 97
2.6. Motywacja społeczności do uczestnictwa w transformacji energetycznej ➤ 99
2.7. Budowanie zaufania w projektach energetycznych ➤ 100
2.8. Rola NGO w integracji społeczności lokalnych ➤ 103
2.9. Wykluczenie społeczne w kontekście transformacji energetycznej ➤ 105
2.10. Konflikty interesów i ich rozwiązywanie ➤ 109
2.11. Energia obywatelska – przykład oddolnych inicjatyw ➤ 112
2.12. Monitoring i ewaluacja działań społecznych ➤ 115

Rozdział 3. Efektywność energetyki rozproszonej a integracja społeczna ➤ 119

3.1. Definicja efektywności energetycznej w modelu rozproszonym ➤119
3.2. Czynniki wpływające na efektywność systemów rozproszonych ➤122
3.3. Innowacje organizacyjne wspólnot energetycznych ➤125
3.4. Ekonomiczne aspekty współpracy lokalnej – taryfy dynamiczne ➤130
3.5. Technologie wspierające efektywność energetyczną ➤134
3.6. Monitoring zużycia energii na poziomie lokalnym ➤138
3.7. Bilansowanie popytu i podaży ➤141
3.8. Optymalizacja lokalnych sieci energetycznych ➤143
3.9. Magazynowanie energii jako narzędzie zwiększania efektywności ➤145
3.10. Koszty a efektywność projektów energetyki rozproszonej ➤149
3.11. Budowanie synergii między lokalnymi aktorami ➤150

Rozdział 4. Przyszłość energetyki rozproszonej w kontekście integracji społecznej ➤155
4.1. Wizje przyszłości energetyki rozproszonej ➤155
4.2. Scenariusze rozwoju energetyki lokalnej ➤159
4.3. Rola sztucznej inteligencji w przyszłych projektach energetycznych ➤165
4.4. Decentralizacja a globalne wyzwania energetyczne ➤168
4.5. Wsparcie dla lokalnej transformację energetyczną ➤170
4.6. Energia w obiegu zamkniętym w modelu lokalnym ➤171

4.7. Przyszłość prosumentów w zmieniającej się rzeczywistości ➤173
4.8. Lokalne społeczności a polityka klimatyczna ➤176
4.9. Ryzyka związane z decentralizacją energii ➤179
4.10. Przyszłość mikrogeneracji w zrównoważonym świecie ➤161
4.11. Lokalne strategie transformacji energetycznej w kontekście integracji sektorowej ➤183
4.12. Wpływ międzynarodowych regulacji na społeczności lokalne ➤186
4.13. Edukacja jako podstawa długofalowej integracji ➤187
4.14. Podsumowanie i rekomendacje dla przyszłych działań ➤189

Podsumowanie ➤173
Bibliografia ➤205
Noty o autorach ➤219

Wstęp

Podjęcie zadania stworzenia minimonografii w kontekście niniejszej pracy było przedsięwzięciem wymagającym szczególnej uwagi i precyzji. Sama forma takiego opracowania, będąca naukowym ujęciem wybranego zagadnienia w sposób zwarty, lecz jednocześnie wyczerpujący w ramach określonego zakresu tematycznego, wymagała wyważenia pomiędzy szczegółowością analizy a koniecznością zachowania przejrzystości i zwięzłości. Minimonografia, choć krótsza od pełnowymiarowej monografii, stawia przed autorem wysokie wymagania w zakresie selekcji materiału, trafności argumentacji oraz umiejętności syntetycznego przedstawienia istotnych wniosków.

Pomimo wysiłków włożonych w przygotowanie tego opracowania, jego celem nie było i nie mogło być wyczerpanie całości poruszanej problematyki. Tematyka, z uwagi na swoją złożoność oraz potencjał badawczy, rozciąga się na wiele obszarów, które wymagają dalszych studiów i analiz. Charakterystyczną cechą tej formy pracy jest właśnie selektywny dobór wątków, co pozwala na pogłębienie wybranego

aspektu, jednocześnie wskazując na potrzebę dalszego rozwijania omawianego zagadnienia. Wyzwanie to wpisuje się w szerokie spektrum współczesnych badań naukowych, które mierzą się z problemami wielowymiarowymi, stanowiącymi fundament dla kolejnych pokoleń badaczy i praktyków.

Transformacja energetyczna stanowi jedno z kluczowych wyzwań współczesnych społeczeństw, obejmując zarówno kwestie technologiczne, jak i społeczne, administracyjne oraz polityczne. W ramach tego złożonego procesu coraz większą uwagę poświęca się znaczeniu tzw. mikrogeneracji, która nie tylko zmienia tradycyjne modele produkcji i dystrybucji energii, ale także otwiera nowe możliwości w zakresie zaangażowania lokalnych społeczności. Tematyka ta zyskuje szczególne znaczenie w kontekście polityki publicznej i zarządzania, gdzie kluczowym wyzwaniem staje się skuteczna integracja działań podejmowanych na poziomie lokalnym z szerszymi celami strategicznymi.

Podnoszona problematyka dotyczy w szczególności sposobów, w jakie lokalne społeczności mogą współtworzyć i realizować działania w obszarze energetyki rozproszonej, wpisując się w szerszy kontekst polityki energetycznej państw oraz regionów. Jest to przestrzeń, w której spotykają się różnorodne interesy – społeczne, administracyjne i gospodarcze – wymagające wypracowania mechanizmów współpracy i dialogu. W ramach niniejszych dociekań rozważane są zarówno potencjały, jak i wyzwania związane z tą

współpracą, przy jednoczesnym uwzględnieniu dynamicznych procesów zachodzących w strukturach administracyjnych oraz społecznych.

Rozproszone systemy energetyczne, takie jak instalacje fotowoltaiczne czy lokalne sieci energetyczne, wprowadzają nowe perspektywy dla funkcjonowania społeczności lokalnych. Jednak ich skuteczna implementacja wymaga odpowiednich ram instytucjonalnych oraz mechanizmów włączania obywateli w procesy decyzyjne. Tym samym temat ten wpisuje się w szersze zagadnienia związane z rolą administracji publicznej, koordynacją działań interesariuszy oraz zarządzaniem procesami zmiany w kontekście współczesnych wyzwań środowiskowych i energetycznych.

Analiza prowadzona w ramach prowadzonych poszukiwań badawczych podejmuje zatem próbę zbadania zależności pomiędzy politykami energetycznymi a procesami społecznymi, koncentrując się na poszukiwaniu rozwiązań, które mogą sprzyjać zarówno efektywności działań administracyjnych, jak i aktywizacji społeczności lokalnych. W tym ujęciu mikrogeneracja staje się nie tylko technologicznym narzędziem, ale także polem budowania nowych modeli współpracy i odpowiedzialności, które mogą przyczyniać się do zrównoważonego rozwoju.

Podstawowym celem prowadzonych dociekań pozostawało zbadanie roli społeczności lokalnych w procesach wdrażania rozwiązań związanych z energetyką rozproszoną

w kontekście polityki publicznej i administracji. Analiza koncentruje się na identyfikacji mechanizmów i warunków sprzyjających integracji mieszkańców jako kluczowego elementu skutecznego zarządzania oraz osiągania efektywności w obszarze energetyki. Praca podejmuje również próbę odpowiedzi na pytanie, w jaki sposób lokalne wspólnoty mogą współtworzyć działania wspierające transformację energetyczną, stając się nie tylko beneficjentami, ale także aktywnymi uczestnikami procesów decyzyjnych.

Główna hipoteza w ramach badań stawia założenie, zgodnie z którym efektywna integracja społeczności lokalnych w obszarze polityki energetyki rozproszonej jest możliwa poprzez wypracowanie wielopoziomowego modelu współpracy, który harmonizuje cele ekologiczne, społeczne i administracyjne. Przyjęto twierdzenie, w myśl którego zaangażowanie obywateli w działania związane z planowaniem, wdrażaniem oraz zarządzaniem projektami energetycznymi sprzyja zwiększeniu akceptacji społecznej oraz redukcji napięć wynikających z konfliktów interesów między różnymi grupami interesariuszy.

Hipotezy pomocnicze pozwalają na bardziej szczegółowe zbadanie założonych celów i stanowią podstawę dla szczegółowej analizy. Pierwsza z nich dotyczy zależności pomiędzy poziomem partycypacji obywatelskiej a skutecznością działań w zakresie wdrażania technologii energetycznych w społecznościach lokalnych. Druga hipoteza wskazuje, że

odpowiednio zaprojektowane mechanizmy instytucjonalne, takie jak konsultacje społeczne, mogą wzmacniać zdolność administracji publicznej do integracji działań różnych podmiotów w obszarze energetyki rozproszonej. Trzecia hipoteza zakłada, że lokalne wspólnoty posiadają potencjał do generowania innowacyjnych rozwiązań w zakresie użytkowania energii, pod warunkiem zapewnienia odpowiedniego wsparcia organizacyjnego i technologicznego.

Zasadniczym kontekstem rozważań jest integracja społeczna, rozumiana jako proces wzmacniania więzi społecznych, rozwijania współpracy oraz budowania zaufania pomiędzy jednostkami, grupami i instytucjami. Praca wychodzi z założenia, zgodnie z którym skuteczność transformacji energetycznej zależy w dużej mierze od zdolności administracji publicznej i organizacji społecznych do koordynowania działań, angażujących różnorodne podmioty na poziomie lokalnym. Analiza integracji społecznej w tym kontekście pozwala na zidentyfikowanie barier i możliwości związanych z procesami zarządzania, a także na wskazanie potencjalnych kierunków rozwoju polityki energetycznej, które uwzględniają specyfikę lokalnych społeczności.

Rozważania teoretyczne i praktyczne zawarte w pracy mają na celu nie tylko uzupełnienie wiedzy w dziedzinie nauk o polityce i administracji, ale także wskazanie konkretnych rekomendacji dla decydentów oraz lokalnych liderów, którzy uczestniczą w transformacji energetycznej. Integracja

społeczna, postrzegana jako dynamiczny i wielowymiarowy proces, stanowi kluczowy element skuteczności działań podejmowanych w ramach energetyki rozproszonej. W tym ujęciu książka podejmuje próbę ukazania, że to właśnie aktywizacja lokalnych społeczności może być fundamentem trwałego i zrównoważonego rozwoju w obliczu współczesnych wyzwań energetycznych.

Szerokie spektrum badań oraz sprecyzowane cele stawiane przed pracą narzuciły też określoną problematykę badawczą. Zastosowano zróżnicowane podejścia metodologiczne, charakterystyczne dla nauk o polityce i administracji, aby dogłębnie zbadać integrację społeczności lokalnych w polityce energetyki rozproszonej. Kluczową perspektywę stanowi instytucjonalizm historyczny, który umożliwia analizę ewolucji instytucji i struktur politycznych w kontekście historycznym, podkreślając wpływ przeszłych wydarzeń na współczesne procesy decyzyjne. To podejście pozwala zrozumieć, jak wcześniejsze uwarunkowania instytucjonalne kształtują obecne strategie integracji społecznej w sektorze energetycznym.

Do zbadania wzajemnych relacji między elementami systemu politycznego, gospodarczego i społecznego, związanymi z energetyką rozproszoną została wykorzystana analiza systemowa. Dzięki temu podejściu możliwe było zidentyfikowanie kluczowych aktorów, procesów oraz mechanizmów wpływających na efektywność integracji społeczności lo-

kalnych w polityce energetycznej. Umożliwia ona również ocenę, w jaki sposób poszczególne komponenty systemu oddziałują na siebie, tworząc dynamiczną sieć zależności.

W ramach analizy instytucjonalno-prawnej przeprowadzono szczegółowe badanie ram prawnych i regulacyjnych, które determinują funkcjonowanie energetyki rozproszonej oraz udział społeczności lokalnych w tym obszarze. To podejście pozwoliło na ocenę skuteczności obowiązujących przepisów, identyfikację potencjalnych luk prawnych oraz sformułowanie rekomendacji dotyczących optymalizacji regulacji wspierających integrację społeczną w sektorze energetycznym.

Metody wchodzące w skład szeroko pojętej komparatystyki odegrały istotną rolę w analizie różnorodnych modeli integracji społeczności lokalnych w polityce energetyki rozproszonej, funkcjonujących w różnych krajach i regionach. Porównanie tych modeli umożliwiło identyfikację najlepszych praktyk, a także zrozumienie, jakie czynniki kulturowe, polityczne i ekonomiczne wpływają na skuteczność poszczególnych strategii. Dzięki temu możliwe było wypracowanie wniosków dotyczących implementacji efektywnych rozwiązań w kontekście lokalnym.

Integracja nadmienionych metod pozwoliła na kompleksowe ujęcie problematyki badawczej, uwzględniając zarówno aspekty historyczne, systemowe, prawne, jak i porównawcze. Zastosowane podejście pozwoliło na wielowymiarową analizę

procesów integracji społecznej w polityce energetyki rozproszonej, co jest kluczowe dla zrozumienia złożoności tego zjawiska oraz formułowania skutecznych strategii działania w obszarze polityki publicznej i administracji.

W pierwszym rozdziale skupiono się na ewolucji tego sektora, począwszy od historycznych korzeni, poprzez technologie wspierające decentralizację, aż po ujęcie energetyki rozproszonej w politykach Unii Europejskiej i Polski. Przedstawiono zarówno możliwości wynikające z wdrażania zdecentralizowanych systemów energetycznych, jak i wyzwania, które wiążą się z ich implementacją.

W kolejnej części uwagę poświęcono roli społeczności lokalnych w rozwoju energetyki rozproszonej. Zbadano organizację społeczności energetycznych, ich strukturę oraz znaczenie partycypacji lokalnych liderów i mieszkańców w projektach energetycznych. Szczególny nacisk położono na edukację i budowanie zaufania, które stanowią fundament współpracy, a także omówiono różnorodne modele wsparcia finansowego dla społeczności zaangażowanych w działania związane z rozproszonymi źródłami energii.

Trzeci rozdział podejmuje kwestię wzajemnych relacji między efektywnością energetyki rozproszonej a integracją społeczną. Przeanalizowano współpracę lokalnych wspólnot jako czynnika wpływającego na skuteczność realizowanych projektów. Zwrócono uwagę na znaczenie innowacji technologicznych i organizacyjnych w budowaniu trwałych oraz

zrównoważonych rozwiązań energetycznych. W rozdziale przedstawiono również studia przypadków ilustrujące, jak integracja społeczności lokalnych przyczynia się do poprawy efektywności działań i rozwoju wspólnot.

Ostatni rozdział poświęcono przyszłości energetyki rozproszonej w kontekście integracji społecznej. Omówiono wizje rozwoju lokalnych systemów energetycznych oraz rolę sztucznej inteligencji i technologii cyfrowych w zarządzaniu energią. Wskazano także na wyzwania prawne i społeczne, jakie mogą się pojawić w dalszej perspektywie. Podkreślono, że edukacja pozostaje kluczowym elementem długofalowego budowania wspólnot zaangażowanych w transformację energetyczną.

Rozdział 1

Energetyka rozproszona – definicje, znaczenie i perspektywy

1.1. Historia i definicje energetyki rozproszonej

Pojęcie energetyki rozproszonej jest współcześnie kojarzone z nowoczesnymi technologiami i zrównoważonym rozwojem. Ma swoje korzenie w początkach elektryfikacji miast. W XIX wieku koncepcje zasilania lokalnych społeczności opierały się na modelu autonomicznych, niewielkich jednostek wytwórczych. Tak zwane „wyspowe" systemy dostarczania energii, jak Pearl Street Station w Nowym Jorku, były jednymi z pierwszych obiektów, które dostarczały prąd na ograniczoną skalę, obsługując jedynie pobliskie obszary[1].

[1] Pierwsze instalacje, takie jak oświetlenie na parowcu „Columbia" oraz w laboratorium Menlo Park, posłużyły Thomasowi Edisonowi jako poligon doświadczalny przed uruchomieniem Pearl Street Station na Dolnym Manhattanie. W dniu 4 września 1882 roku zaprezentował on kompleksowy system oświetlenia i dostarczania

Okres ten charakteryzował się również intensywną rywalizacją technologiczną i biznesową. W centrum tych wydarzeń znaleźli się Thomas Edison oraz George Westinghouse, reprezentujący odmienne podejścia do budowy i zarządzania systemami energetycznymi. Edison, jako propagator prądu stałego, stawiał na niewielkie, lokalne elektrownie zdolne zasilać ograniczoną liczbę odbiorców. Westinghouse natomiast, wspierany przez Nikola Teslę, rozwijał rozwiązania oparte na prądzie zmiennym, umożliwiając tym samym przesył energii na większe odległości[2].

Pierwsze próby wdrożenia rozwiązań energetycznych w miastach wiązały się z wyzwaniami technologicznymi oraz

energii elektrycznej, który zapoczątkował współczesny przemysł energetyczny. Wprowadzenie ogromnego „Jumbo" dynamo o mocy 100 kW umożliwiło zasilanie 1200 lamp, co było czterokrotnie większą wydajnością niż dotychczas dostępne generatory. Jednym z największych wyzwań była budowa podziemnej sieci przewodów i opracowanie licznika energii, który pozwalał na precyzyjne rozliczanie zużycia prądu. Mimo początkowych strat finansowych, stacja stała się dochodowa w 1884 roku. Jednak ograniczenia technologii prądu stałego (DC) spowodowały jej stopniowe wypieranie przez systemy oparte na prądzie zmiennym (AC), promowane przez Teslę i Westinghouse'a. Pearl Street Station działała do 1895 roku, gdy stała się przestarzała, pozostając jednak symbolem początków elektryfikacji miast. Patrz Pearl Street Station, https://ethw.org/Pearl_Street_Station?utm_source.

[2] *Pearl Street, Niagara Falls and the war of the currents: The eccentric beginnings of New York's bright lights*, https://www.bbc.com/future/article/20240923-the-feud-at-the-beginning-of-new-yorks-electricity.

społecznymi. Zasilanie lokalne było koniecznością, ponieważ brakowało odpowiedniej infrastruktury przesyłowej. W efekcie powstawały niewielkie elektrownie, które obsługiwały jedynie poszczególne dzielnice czy grupy budynków. To właśnie te pierwsze doświadczenia dały początek koncepcji rozproszonego wytwarzania energii, która współcześnie wraca do łask w zmodernizowanej formie, odpowiadającej na wyzwania XXI wieku[3].

Pionierskie inicjatywy, takie jak Pearl Street Station, symbolizują nie tylko technologiczną rewolucję, ale także próbę dostosowania rozwiązań energetycznych do potrzeb lokalnych społeczności. Choć w kolejnych dekadach dominację przejęły scentralizowane sieci przesyłowe, historia tych „wyspowych" systemów wciąż inspiruje do poszukiwania bardziej zrównoważonych i elastycznych modeli zasilania, dostosowanych do współczesnych wymagań środowiskowych oraz społecznych. Współczesna energetyka rozproszona stanowi nawiązanie do tamtych idei, uwzględniając jednocześnie osiągnięcia technologiczne oraz zmieniające się uwarunkowania polityczno-gospodarcze[4].

---

[3] S. Kristensen, *Electrifying History: The History of the Pearl Street Generating Station*, https://techhistorian.com/history-pearl-street-generating-station/?utm_source=chatgpt.com.

[4] *When Edison Lit Up Manhattan*, https://www.nyhistory.org/blogs/edison-lit-manhattan?ref=techhistorian.com.

W początkowym okresie rozwoju energetyki elektrycznej, pierwsze elektrownie często lokalizowano w bezpośrednim sąsiedztwie gazowni lub integrowano z nimi. Takie rozwiązanie umożliwiało efektywne wykorzystanie istniejącej infrastruktury oraz zasobów paliwowych, co było istotne w kontekście ograniczonych możliwości przesyłu energii na większe odległości. Lokalizacja ta była również ekonomicznie uzasadniona, ponieważ pozwalała na minimalizowanie kosztów inwestycyjnych związanych z transportem paliw czy budową nowych obiektów energetycznych. Przykładem może być Londyn, gdzie w XIX wieku gazownie pełniły kluczową rolę w dostarczaniu energii do oświetlenia ulicznego i budynków publicznych[5].

Tego rodzaju systemy zasilania miały charakter wyspowy, co oznaczało, że energia elektryczna była produkowana i konsumowana lokalnie, bez połączenia z szerszą siecią dystrybucyjną. Model ten wynikał z wysokich kosztów technologii przesyłu energii, które uniemożliwiały rozszerzenie zasięgu sieci poza obszary o znaczącym zagęszczeniu ludności. Elektryfikacja terenów wiejskich czy obszarów peryferyjnych wiązała się z dodatkowymi inwestycjami w linie przesyłowe oraz infrastrukturę, co przekraczało możliwości finansowe zarówno przedsiębiorstw, jak i administracji publicznej.

---

[5] О. Н. Веселовский, Я. А. Шнейберг, *Очерки по истории электротехники*, Издательство МЭИ, Москва1936, s. 66–73.

Na nadmienianym przykładzie Nowym Jorku dostarczającą energię elektryczną w ograniczonym obszarze miasta, pozwalało na osiągnięcie rentowności przy minimalnych nakładach kapitałowych.

Energetyka rozproszona, w początkowym okresie swojego rozwoju, była nie tylko standardem, ale również koniecznością wynikającą z ograniczeń technologicznych i infrastrukturalnych. Praktycznie każdy istotny obiekt, zarówno o charakterze publicznym, jak i komercyjnym, posiadał własne źródło wytwarzania energii, które zaspokajało jego potrzeby. Takie rozwiązania stosowano w hotelach, teatrach, fabrykach, bankach, a nawet na liniach tramwajowych. Przykładem może być Grand Hotel w Krakowie, który korzystał z indywidualnej elektrowni zapewniającej energię elektryczną na potrzeby obiektu. Podobnie działały inne kluczowe budynki w tym mieście, takie jak Bank Hipoteczny, browar Goetza czy Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. Lokalne elektrownie funkcjonowały również przy kluczowych elementach infrastruktury miejskiej, takich jak tramwaje, które wymagały stałego i niezawodnego zasilania[6]. Tego rodzaju systemy zapewniały niezależność energetyczną,

[6] Przykładem jest Krakowska Spółka Tramwajowa, która w 1900 roku uruchomiła własną elektrownię zlokalizowaną przy ul. Św. Wawrzyńca. Z. Porada, J. Strzałka, *Elektrycy krakowscy i krakowskie elektrownie do roku 1939*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe" 2017, nr 4, s. 220.

a także pozwalały na dostosowanie wytwarzania energii do specyficznych potrzeb każdego odbiorcy[7]. Rozwiązania te miały charakter zdecentralizowany, co sprzyjało szybkiemu rozwojowi miast i regionów, umożliwiając wprowadzenie nowoczesnych technologii oświetlenia czy zasilania urządzeń przemysłowych w epoce, gdy scentralizowane sieci energetyczne dopiero zaczynały się formować[8].

Integracja elektrowni z gazowniami oraz stosowanie wyspowych systemów zasilania stanowiły istotny etap w ewolucji nowoczesnych sieci energetycznych. Były one uzasadnione nie tylko ekonomicznie, ale także społecznie – wprowadzenie energii elektrycznej znacząco poprawiało jakość życia w zasilanych miejscowościach, umożliwiając rozwój oświetlenia ulicznego, przemysłu czy transportu publicznego. Doświadczenia zdobyte w tym okresie przyczyniły się do rozwoju technologii przesyłu i dystrybucji energii, które z czasem umożliwiły tworzenie bardziej rozbudowanych i zintegrowanych systemów elektroenergetycznych. W Polsce, pierwsze elektrownie powstawały na początku XX wieku, a do 1918 roku działało ich już około 280, co pod-

---

[7] Ibidem.

[8] Bardzo podobnie sytuacja przedstawiała się i w pozostałych częściach ziem polskich, i to bez względu na zabór, przykładem jest tu np. Poznań. A. Grzybowski, *Historia elektroenergetyki wielkopolskiej* „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej" 2022, nr 74, s. 93.

kreśla znaczenie tego okresu w procesie rozwoju krajowej infrastruktury energetycznej[9].

Pomimo ograniczonego zasięgu, wyspowe systemy energetyczne miały ogromny wpływ na transformację społeczną i ekonomiczną. Ich sukces przyczynił się do wzrostu zapotrzebowania na energię, co w kolejnych dekadach wymusiło rozwój technologii przesyłowych oraz integrację lokalnych sieci w większe systemy, odpowiadające na potrzeby coraz bardziej zróżnicowanego i wymagającego społeczeństwa. Historia tych systemów stanowi zatem nie tylko zapis postępu technologicznego, ale również obraz dynamicznych zmian społecznych i gospodarczych tamtego czasu[10].

Jak pokazują historyczne przykłady wyspowych systemów energetycznych, wytwarzanie energii w niewielkich, lokalnych jednostkach było odpowiedzią na ograniczenia technologiczne i wysokie koszty przesyłu. Wspomniane wcześniej elektrownie blokowe oraz instalacje przy gazowniach stanowiły podstawę lokalnej niezależności energetycznej, umożliwiając rozwój miast oraz poprawę jakości życia

---

[9] *Początki masowego wykorzystania energii*, https://muzeum.pgnig.pl/energia.

[10] *Energetyka w Polsce, czyli o zalążkach polskiej elektroenergetyki*, https://www.energetyka-polska.pl/energetyka-w-polsce-czyli-o-zalazkach-polskiej-elektroenergetyki.

mieszkańców[11]. Ta zdecentralizowana forma wytwarzania energii, choć z czasem ustąpiła miejsca scentralizowanym sieciom, pozostawiła trwałe ślady w strukturze obecnie projektowanych systemów elektroenergetycznych[12].

1.2. Definicje i kluczowe pojęcia

Dzisiejsze systemy energetyki rozproszonej są nie tylko kontynuacją dawnych modeli wyspowych, ale także odpowiedzią na współczesne wyzwania związane z ochroną środowiska, zmniejszaniem emisji gazów cieplarnianych oraz budowaniem systemów bardziej odpornych na zmieniające się warunki klimatyczne. Transformacja ta jest nie tylko technologiczną koniecznością, ale również społecznym zobowiązaniem wobec przyszłych pokoleń[13].

---

[11] P. Kwiatkiewicz, *Ewolucja struktur systemu elektroenergetycznego a logistyka bezpieczeństwa energetycznego w zakresie produkcji i dystrybucji energii elektrycznej*, „Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa" 2016, nr 1.

[12] A. Kaźmierski, *Skąd przybywa i dokąd zmierza energetyka rozproszona*, „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 33.

[13] B. Worek, M. Kocór, D. Miecek, K. Lisek, A. Szczucka, *Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce – kluczowe czynniki i wyzwania*, „Energetyka Rozproszona" 2021, z. 5–6, s. 105.

Współczesne podejście do energetyki rozproszonej opiera się na idei lokalizacji produkcji energii blisko odbiorców końcowych. Pozwala to na minimalizowanie strat przesyłowych, zwiększając jednocześnie elastyczność i efektywność całego systemu. W odróżnieniu od scentralizowanych sieci, gdzie główne źródła energii znajdują się w dużych elektrowniach oddalonych od użytkowników, systemy rozproszone opierają się na mniejszych jednostkach wytwórczych, które działają autonomicznie lub w ograniczonej sieci lokalnej. Taki model umożliwia lepsze dopasowanie podaży do lokalnych potrzeb i przyczynia się do zwiększenia odporności systemu na potencjalne awarie[14].

Próbując wskazać możliwie najpełniejszą definicję energetyki rozproszonej należałby uznać ją za złożony system wytwarzania energii, który charakteryzuje się decentralizacją źródeł i rozproszeniem mocy produkcyjnych. Zamiast dużych, scentralizowanych elektrowni, opiera się na mniejszych jednostkach generacyjnych, rozmieszczonych lokalnie i działających niezależnie lub w ramach sieci dystrybucyjnych[15].

---

[14] A. Kaźmierski,op.cit., s. 36.

[15] A. Warda Ajaz, D. Bernell, *Microgrids and the transition toward decentralized energy systems in the United States: A Multi-Level Perspective*, „Energy Policy" 2021, vol. 149, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520308053?via%3Dihub.

Podstawowym celem tego modelu jest zwiększenie efektywności energetycznej, elastyczności dostaw oraz redukcja strat przesyłowych. Tego typu struktura sprzyja też integracji odnawialnych źródeł energii, takich jak turbiny wiatrowe, ogniwa fotowoltaiczne czy mikrogeneratory opalane biomasą.

Centralnym elementem energetyki rozproszonej jest jej zdolność do operowania na poziomie lokalnym. Dzięki temu możliwe jest dostosowanie produkcji do potrzeb społeczności, przy jednoczesnym ograniczeniu zależności od tradycyjnej infrastruktury przesyłowej. Zintegrowanie systemów magazynowania energii stanowi tu element stabilizacji pracy tych źródeł w przypadku zmienności podaży lub popytu[16].

Technologia ta ma także istotne implikacje środowiskowe i ekonomiczne. Dzięki wykorzystaniu lokalnych surowców oraz ograniczeniu emisji z transportu energii, przyczynia się do zmniejszenia śladu węglowego. W kontekście ekonomicznym rozproszone systemy energetyczne wspierają rozwój gospodarczy poprzez stymulację rynku pracy w sektorze

[16] D. Grosspietsch, M. Saenger, B. Girod, *Matching decentralized energy production and local consumption: A review of renewable energy systems with conversion and storage technologies*", Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment" 2019, nr 8(4), s. e336, https://www.research-collection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/349190/5/AAM_Grosspietsch_et_al_2019.pdf.

technologicznym oraz redukcję kosztów związanych z budową i utrzymaniem infrastruktury przesyłowej[17].

Istotnym aspektem energetyki rozproszonej jest jej społeczny wymiar. Tak jak pierwsze lokalne elektrownie znacząco wpływały na poprawę warunków życia, współczesne zdecentralizowane systemy odgrywają kluczową rolę w integrowaniu lokalnych społeczności wokół projektów energetycznych. Decentralizacja pozwala nie tylko na efektywniejsze zarządzanie zasobami, ale także zwiększa zaangażowanie społeczności w zarządzanie energią, co stanowi istotny element zrównoważonego rozwoju[18].

1.3. Energetyka rozproszona a systemy centralne

Energetyka rozproszona, jak wspomniano, symbolizuje fundamentalną zmianę w podejściu do wytwarzania i dystrybucji energii, sprzyjając lokalnej autonomii i samodzielności zapadających w niej decyzji. W przeciwieństwie do systemów centralnych, które koncentrują produkcję w dużych elektrowniach, generacja rozproszona opiera się

[17] M. Boucher, *Decentralized Energy: Prospects, Justice, and Transition,* „Energy Research & Social Science" 2016, vol. 11, s. 289–291.

[18] D. Micek, *Społeczno-kulturowe uwarunkowania rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce. Raport z analizy danych zastanych*, Kraków 2020, s. 14–15.

na lokalnych, niezależnych źródłach. Takie podejście umożliwia społecznościom samodzielne zarządzanie dostawami energii, co przekłada się na większą kontrolę obywateli nad zasobami. Demokratyczny charakter tej technologii wynika z redukcji zależności od państwowych lub monopolistycznych dostawców oraz z możliwości aktywnego uczestnictwa jednostek w procesach energetycznych, na przykład poprzez instalację domowych systemów fotowoltaicznych czy mikrogeneratorów wiatrowych[19].

Rozproszony model energetyczny z jednej strony wprowadza większą niezależność, a z drugiej stawia wyzwania tradycyjnym hierarchicznym strukturom. W systemach scentralizowanych, opartych na silnie zintegrowanej infrastrukturze, kontrola nad energią stanowiła narzędzie władzy politycznej i gospodarczej. Tymczasem decentralizacja osłabia ten mechanizm, co może być postrzegane jako zagrożenie dla dominujących graczy rynku energii[20]. Elementy anarchizujące, takie jak brak centralnego zarządzania czy możliwość spontanicznego tworzenia lokalnych sieci, mogą destabilizować tradycyjne struktury zarządzania. Przykładem tego zjawiska jest wzrastająca liczba społeczno-

[19] A. Warda Ajaz, D. Bernell, op. cit.

[20] Jest też bardziej efektywna por. W. Skomudek, *Współpraca nauki z biznesem w obszarze energetyki rozproszonej*, „Energetyka Rozproszona" 2023, nr 10, s. 14.

ści energetycznych w Europie, które funkcjonują niezależnie od narodowych sieci przesyłowych[21].

W modelu scentralizowanym produkcja energii pozostaje pod ścisłą kontrolą państw lub wielkich korporacji, co często prowadzi do koncentracji zysków w rękach wąskiej grupy podmiotów. Systemy te są charakterystyczne dla państw o autorytarnych strukturach, gdzie energetyka jest wykorzystywana jako instrument nadzoru i podporządkowania społeczeństwa[22]. Utrzymanie wysokich kosztów wejścia na rynek oraz ograniczeń technologicznych pozwala monopolistom na dominację i zniechęcanie mniejszych graczy. Dążenie korporacji do przejęcia kontroli nad rozproszoną energetyką, na przykład poprzez wykupywanie technologii lub regulacje prawne ograniczające autonomię lokalnych źródeł, jest przykładem tego zjawiska.

Rozproszona struktura systemów energetycznych może być interpretowana jako forma oporu wobec monopolizacji rynku i scentralizowanej kontroli. Dzięki wykorzystaniu lokalnych zasobów oraz energii odnawialnej, społeczności zyskują możliwość uniezależnienia się od rządowych czy korporacyjnych dostawców. Tego rodzaju transformacja

---

[21] M. Boucher, *Decentralized Energy*, op. cit.

[22] P. Kwiatkiewicz, *Proobywatelski wymiar energetyki rozproszone – casus fotowoltaiki*, „Studium historyczne. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej „Organizacja i Zarządzanie" 2017, z. 104, s. 313–328.

zwiększa odporność społeczeństw na kryzysy polityczne i gospodarcze, jednocześnie umożliwiając rozwój lokalnych gospodarek. W dłuższej perspektywie decentralizacja może prowadzić do wykształcenia nowego ładu energetycznego, bardziej zrównoważonego i otwartego na różnorodność rozwiązań[23].

1.4. Technologie w energetyce rozproszonej

Jednym z kluczowych obszarów rozwoju technologii w energetyce rozproszonej jest implementacja zaawansowanych systemów dystrybucyjnych. Nowoczesne sieci dystrybucyjne, określane mianem „inteligentnych" (smart grids), umożliwiają efektywną integrację rozproszonych źródeł wytwórczych oraz zarządzanie przepływem energii w czasie rzeczywistym. Te systemy wykorzystują zaawansowane technologie pomiarowe, takie jak inteligentne liczniki, które zapewniają dokładne dane dotyczące zużycia energii i umożliwiają bardziej elastyczne ustalanie taryf. Pozwalają na dynamiczne dostosowanie podaży do popytu, co sprzy-

[23] A. Warda Ajaz, D. Bernell, op. cit.

ja stabilizacji systemu energetycznego i zmniejsza straty energii[24].

Za rozwiązanie mogące uchodzić za perspektywiczne i w wielu aspektach przełomowe dla energetyki rozproszonej postrzegana jest technologia blockchain. Oferuje ona możliwość stworzenia zdecentralizowanego systemu zarządzania transakcjami energetycznymi. Umożliwia to bezpieczne i transparentne śledzenie wymiany energii pomiędzy różnymi podmiotami, eliminując konieczność angażowania pośredników. Znajduje to swoje zastosowanie m.in. w rozliczeniach energii w ramach klastrów energetycznych, a także w procesie ładowania pojazdów elektrycznych. Dodatkowo, wykorzystanie „inteligentnych kontraktów" w blockchainie może automatyzować i usprawniać procesy handlu energią oraz jej magazynowania[25].

Warto również wspomnieć o postępach w integracji systemów służących temu celowi z sieciami rozproszonymi. Zaawansowane technologie magazynowania, takie jak baterie litowo-jonowe czy systemy oparte na wodorkach metali, pozwalają na efektywne przechowywanie nadwy-

---

[24] A. Zielińska, *Possibilities of using blockchain technology in the area of electricity trade settlements*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2021, nr 97, s.159–160.

[25] R. Beck, M. Avital, M. Rossi, J. Thatcher, *Blockchain Technology in Business and Information Systems Research*, „Business & Information Systems Engineering" 2017, nr 59, s. 381–384.

żek produkowanej przez źródła odnawialne i jej późniejsze wykorzystanie w okresach zwiększonego zapotrzebowania. Te technologie są kluczowe dla zwiększenia niezawodności i elastyczności systemów energetyki rozproszonej, zapewniając stabilność dostaw energii w zmiennych warunkach środowiskowych[26].

1.5. Odnawialne źródła energii w modelu rozproszonym

Odnawialne źródła energii stanowią fundament energetyki rozproszonej, ponieważ ich charakterystyka naturalnie wpisuje się w zdecentralizowany model wytwarzania energii. Źródła takie jak energia słoneczna, wiatrowa czy płytka geotermia są szeroko dostępne i możliwe do wykorzystania na małą skalę, co czyni je odpowiednimi dla systemów lokalnych. W przeciwieństwie do dużych jednostek wytwórczych, mikrogeneracja pozwala na tzw. produkcję dedykowaną do odbiorcy. Z założenia wielkość poszczególnych instalacji już na etapie projektu inwestycyjnego skonfigurowana zostaje z popytem. Jest rozwiązaniem, które nie tylko oferuje produkcję energii elektrycznej czy cieplnej blisko miejsca jej po-

[26] W. Mincewicz, *Potencjał wykorzystania technologii blockchain na szczeblu samorządu terytorialnego*, „Studia Politologiczne" 2023, nr 67, s. 127–150.

boru, co redukuje straty przesyłowe i zwiększa efektywność całego systemu, lecz zapewnia równocześnie dostosowanie do potrzeby konsumenta[27].

Oparta na OZE mikrogeneracja pozwala też, o czym już wspominano, na wprowadzenie istotnych zmian w sposobie zarządzania energią na poziomie lokalnym. Dzięki wdrażaniu technologii takich jak hybrydowe systemy łączące energię słoneczną i wiatrową, możliwe jest nie tylko zwiększenie stabilności dostaw energii, ale także optymalizacja ich użytkowania[28]. Wykorzystują one bowiem czasową komplementarność różnych źródeł, na przykład większą produkcję energii słonecznej w dni bezwietrzne i uzupełnianie jej energią wiatrową w dni pochmurne. Takie podejście pozwala na zmniejszenie potrzeby stosowania kosztownych magazynów energii, jednocześnie poprawiając elastyczność systemu[29].

Analizując energetykę rozproszoną pod kątem produkcji i źródeł wytwórczych, nie sposób przejść obojętnie wobec

---

[27] J. Jurasz, J. Mikulik, *Solar & wind hybrid power source for residential building mathematical model approach*, „Architecture Civil Engineering Environment" 2015, nr 8, s. 5–6.

[28] A. Pawłowska, *Odnawialne Źródła Energii–przyszłość budownictwa jednorodzinnego*, „Środowisko Mieszkaniowe" 2013, s. 69.

[29] J. Paska, *Generacja rozproszona z wykorzystaniem hybrydowych układów wytwórczych Distributed generation with the application of hybrid generation systems*, „Energetyka" 2013, nr 6, s. 457–462. https://elektroenergetyka.pl/upload/file/2013/6/Paska.pdf.

postępu technologicznego w tym obszarze, który w istocie zrewolucjonizował sposób generowania energii na poziomie lokalnym i regionalnym. W ostatnich latach rozwój innowacyjnych rozwiązań doprowadził do znaczącej poprawy efektywności oraz dostępności mikrogeneracji, co uczyniło je kluczowym elementem transformacji energetycznej.

Jednym z najbardziej dynamicznych obszarów rozwoju są technologie fotowoltaiczne. Najnowsze generacje paneli, takie jak moduły wykonane z perowskitów czy technologie tandemowe, osiągają coraz wyższą sprawność konwersji energii słonecznej na elektryczną. Dodatkowo, rozwój materiałów o zwiększonej trwałości i elastyczności pozwala na zastosowanie ogniw instalacji nie tylko na dachach budynków, ale także na elewacjach, w przestrzeniach publicznych oraz w systemach mobilnych, takich jak pojazdy elektryczne. Wprowadzenie paneli bifacjalnych, które są zdolne do wychwytywania światła zarówno z promieniowania bezpośredniego, jak i odbitego, umożliwia maksymalizację produkcji energii w zmiennych warunkach środowiskowych[30].

---

[30] *Fraunhofer ISE wprowadza nowy certyfikat jakości farm fotowoltaicznych*, 05.01.2024, https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/93615-fraunhofer-ise-wprowadza-nowy-certyfikat-jakosci-farm-fotowoltaicznych. Celem certyfikacji jest zapewnienie najwyższej jakości i niezawodności produktów fotowoltaicznych poprzez rygorystyczne testy wykraczające poza standardowe normy międzynarodowe. *VDE Quality Tested: The most stringent solar PV*

Energia wiatrowa również odnotowała znaczące innowacje, szczególnie w zakresie mikroinstalacji i turbin o niskim progu startowym. Dzięki zaawansowanym systemom sterowania oraz ulepszeniom w konstrukcji łopat, współczesne turbiny są w stanie generować energię przy niższych prędkościach wiatru, co rozszerza ich zastosowanie na obszary o mniej korzystnych warunkach wietrznych. Dodatkowo, rozwój technologii turbin pionowych (VAWT – Vertical Axis Wind Turbines) pozwala na ich instalowanie w środowiskach miejskich, gdzie przestrzeń i warunki wiatrowe są ograniczone[31].

---

module testing and certification, https://www.vde.com/renewables/our-divisions/pv-modules/quality-tested-pv-modules? Program VDE QT obejmuje:

1. Zaostrzone kryteria projektowe i kwalifikacyjne: Testy modułów są rozszerzone, na przykład poprzez wydłużenie czasu testów cykli termicznych i wilgotnościowych, co pozwala na lepszą weryfikację jakości produktu. 2.

Testy w linii produkcyjnej: Wprowadzenie testów podczas masowej produkcji umożliwia wczesne wykrywanie potencjalnych wad wpływających na bezpieczeństwo i wydajność modułów. 3.

Ciągły monitoring jakości: Regularne kontrole procesów produkcyjnych zapewniają spójność i wysoką jakość wytwarzanych modułów. Ibidem.

[31] *WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023*, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2023.pdf.

Hydroenergetyka nie była kojarzona z mikrogeneracją. W Polsce jednoznacznie łączono ją systemem scentralizowanym ze źródłami wytwórczymi dużej mocy, które nierzadko stanowiły awaryjne rozwiązania restartowe dla największych elektrowni cieplnych i z tego tytułu pozostawały pod nadzorem właścicielskim państwa. Niemniej postęp technologiczny i innowacje nie ominęły również tej gałęzi elektroenergetyki. Beneficjentami postępu stały się również mikro- i minielektrownie wodne. Dzięki wykorzystaniu nowoczesnych materiałów i technologii produkcji możliwe stało się projektowanie wydajnych i kompaktowych turbin wodnych, które mogą być instalowane na małych ciekach wodnych lub w systemach odpadowych, takich jak ścieki przemysłowe. Te rozwiązania nie tylko zwiększają dostępność energii wodnej, ale także minimalizują ich wpływ na środowisko naturalne[32].

Oprócz tradycyjnych źródeł odnawialnych, coraz większe zainteresowanie budzą technologie związane z energią uzyskiwaną w rezultacie procesów fermentacji. Nowoczesne instalacje wykorzystujące biomasę stałą, gazową i ciekłą

[32] Obserwowane zjawisko popularyzacji niewielkich elektrowni wodnych ma wymiar globalny. Europa, w tym także Polska, może uchodzić w tej przestrzeni za outsidera, co jest rezultatem panujących tu regulacji prawnych i warunków hydrologicznych. Por. *2022 Hydropower Status Report Sector trends and insights*, https://www.hydropower.org/publications/2022-hydropower-status-report.

charakteryzują się wyższą sprawnością energetyczną oraz zdolnością do współpracy z innymi źródłami w ramach hybrydowych systemów wytwarzania energii. Technologia zgazowania biomasy pozwala na produkcję czystego gazu syntezowego, który może być wykorzystywany zarówno w generatorach prądu, jak i jako surowiec do produkcji wodoru[33].

Jednocześnie istotny potencjał w energetyce rozproszonej wykazuje również etanol, zyskujący znaczenie jako alternatywny nośnik energii, szczególnie w lokalnych i regionalnych sieciach energetycznych. Jego wszechstronność, zarówno jako paliwa dla generatorów prądu, jak i surowca dla ogniw paliwowych (Direct Ethanol Fuel Cells – DEFC), czyni go jednym z kluczowych elementów przyszłości zdecentralizowanej energetyki[34]. Technologia DEFC umożliwia bezpośrednią konwersję energii chemicznej zawartej w etanolu na energię elektryczną, charakteryzując się wysoką sprawnością i niską emisją gazów cieplarnianych. Oprócz zastosowań w ogniwach paliwowych, może być także wykorzystywany w generatorach prądu, gdzie jego spalanie cechuje się relatywnie niską emisją w porównaniu do paliw kopalnych.

---

[33] *2024 Country Reports*, https://www.ieabioenergy.com/blog/publications/2024-country-reports.

[34] S.P.S. Badwal, S. Giddey, A. Kulkarni, J. Goel, S. Basu, *Direct ethanol fuel cells for transport and stationary applications – A comprehensive review*, „Applied Energy" 2015, nr 145, s. 80–103.

Dzięki temu może pełnić rolę stabilizatora w systemach energetyki rozproszonej, szczególnie w okresach niskiej dostępności energii ze źródeł odnawialnych, takich jak słońce czy wiatr. Co więcej, rozwój technologii wykorzystujących etanol może stanowić odpowiedź na wyzwania związane z lokalnym rozwojem gospodarczym, w tym rewitalizację podupadających gorzelni[35].

Szczególnie w regionach takich jak Wielkopolska, gdzie przed pandemią większość zakładów gorzelniczych została zamknięta z powodu spadku rentowności, rozwój energetyki rozproszonej opartej na etanolu może przynieść nowe możliwości gospodarcze. Lokalna produkcja etanolu w małych zakładach spełnia wszelkie przesłanki ku temu, by nie tylko przyczynić się do ograniczenia importu paliw, ale również stanowić impuls dla regionalnych gospodarek. Zastosowanie etanolu jako nośnika energii pozwala przekształcić tradycyjne zakłady gorzelnicze w nowoczesne centra produkcji biopaliw, przyczyniając się do tworzenia miejsc pracy oraz wspierania lokalnych społeczności[36].

Dodatkowym atutem wykorzystania etanolu jest możliwość jego lokalnej produkcji z różnorodnych surowców

---

[35] A. Muniz Kubota, J. G. Dal Belo Leite, M. Watanabe, O. Cavalett, M. R. Lima Verde Leal, L. Cortez, *The Role of Small-Scale Biofuel Production in Brazil: Lessons for Developing Countries,* „Agriculture" 2017, nr 7, https://www.mdpi.com/2077-0472/7/7/61/pdf.

[36] Ibidem.

rolniczych, takich jak zboża, odpady organiczne czy nawet celowo uprawiane rośliny energetyczne[37]. Takie podejście nie tylko wpisuje się w zasady gospodarki o obiegu zamkniętym, ale również pozwala na efektywne zagospodarowanie nadwyżek rolnych i odpadowych. Ponadto pozostałości z procesu fermentacji i destylacji etanolu mogą być wykorzystywane jako wysokowartościowe nawozy organiczne, co dodatkowo zwiększa opłacalność tego rozwiązania[38].

Rewitalizacja zakładów gorzelniczych oraz rozwój systemów energetycznych opartych na etanolu może więc odegrać istotną rolę w transformacji energetycznej, łącząc innowacyjne podejście do zarządzania energią z aktywizacją gospodarczą regionów. W perspektywie globalnej, etanol jako nośnik energii nie tylko wspiera dekarbonizację, ale również wzmacnia niezależność energetyczną społeczności lokalnych, przyczyniając się do stabilności systemów energetycznych w obliczu zmieniających się warunków gospodarczych i klimatycznych.

---

[37] M. R. Maroun, E. L. La Rovere, *Ethanol and food production by family smallholdings in rural Brazil*: *Economic and socio-environmental analysis of micro distilleries in the State of Rio Grande do Sul*, „Biomass and Bioenergy" 2014, nr 63, s. 140–155.

[38] H. Manteuffel Szoege, M. Wiśniewski, *Ekonomiczne i ekologiczne aspekty produkcji etanolu energetycznego w małych gorzelniach rolniczych*, „Inżynieria Rolnicza" 2013, z. 2, s. 221–222.

Podsumowując kwestie źródeł wytwórczych, postęp technologiczny w zakresie produkcji energii w energetyce rozproszonej obejmuje szeroką gamę innowacji, od zaawansowanych paneli fotowoltaicznych i turbin wiatrowych po nowoczesne mikroinstalacje wodne i technologie biomasy. Rozwiązania te umożliwiają coraz większej liczbie społeczności lokalnych osiągnięcie niezależności energetycznej i aktywny udział w transformacji ku zrównoważonym źródłom energii.

1.6. Mikrosieci i ich rola w energetyce lokalnej

Jednym z fundamentów funkcjonowania mikrogeneracji jest przesył energii. Tu niezwykle istotną rolę odgrywają mikrosieci. Działając jako lokalne systemy energetyczne, nie tylko umożliwiają integrację różnorodnych źródeł energii, ale także zapewniają efektywną dystrybucję wytworzonej energii w ramach określonego obszaru. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie niezawodności dostaw energii oraz ograniczenie strat związanych z przesyłem na dużą odległość, co jak już wspominano stanowi problem w tradycyjnych, scentralizowanych systemach energetycznych[39].

[39] P. Matuszczyk, T. Popławski, J. Flasza, *Rozwój energetyki prosumenckiej na przykładzie kogeneracji CHP*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2016, nr 1, s. 106–108.

Zaletą mikrosieci w kontekście przesyłu energii jest ich zdolność do szybkiego reagowania na lokalne potrzeby energetyczne. Inteligentne algorytmy zarządzające przepływem energii w mikrosieciach pozwalają na dynamiczne równoważenie popytu i podaży, co minimalizuje ryzyko przeciążeń lub niedoborów. W praktyce oznacza to, że wytworzona energia z paneli fotowoltaicznych, turbin wiatrowych czy generatorów opartych na biomasie jest dostarczana tam, gdzie w danym momencie jest najbardziej potrzebna, z maksymalnym wykorzystaniem lokalnych zasobów[40].

Dodatkowym atutem mikrosieci jest ich zdolność do pracy w trybie wyspowym, co oznacza, że mogą one działać niezależnie od głównej sieci elektroenergetycznej w przypadku awarii lub przerwy w dostawach energii. Jest to szczególnie ważne w regionach narażonych na ekstremalne warunki pogodowe lub w miejscach o ograniczonej infrastrukturze energetycznej. Lokalne zarządzanie przesyłem energii w takich przypadkach nie tylko zwiększa bezpieczeństwo energetyczne, ale także pozwala na uniknięcie całkowitych przerw w dostawach energii[41].

---

[40] M. Parol, *Mikrosieci–przyszłościowe struktury sieci dystrybucyjnych*, „Organ" 2016, nr 8, s. 2–3, http://pe.org.pl/articles/2016/8/1.pdf.

[41] G. Augustyn, J. Mikulik, M. Szyba, *Model holistycznego zarządzania energią w zrównoważonej społeczności*, „Zeszyty Naukowe Akademii Górnośląskiej" 2024, nr 14(2), s. 116–117.

Ważnym aspektem przesyłu energii w mikrogeneracji jest także rozwój systemów magazynowania energii, które w mikrosieciach pełnią kluczową funkcję stabilizującą. Akumulatory i rozwiązania systemowe, takie jak baterie litowo-jonowe czy technologie oparte na wodorze, pozwalają na przechowywanie nadwyżek energii w okresach jej dużej produkcji i wykorzystywanie ich w momencie zwiększonego zapotrzebowania. Nie tylko poprawia to efektywność wykorzystania energii odnawialnej, ale także zwiększa elastyczność przesyłu energii w obrębie lokalnych społeczności[42].

Podsumowując, kwestie związane z przesyłem energii w systemach mikrogeneracji nie sposób odmówić im kluczowej roli w budowie nowoczesnej, zdecentralizowanej energetyki. Mikrosieci, dzięki swojej elastyczności i zdolności do integracji lokalnych źródeł energii, przyczyniają się do zwiększenia efektywności i niezależności energetycznej społeczności lokalnych. Rozwój technologii przesyłowych i magazynujących dodatkowo wzmacnia ich znaczenie jako fundamentu przyszłościowej, zrównoważonej energetyki.

---

[42] T. Górski, P. Prus, *Architektura systemu do maksymalizacji korzyści prosumenta z generacji rozproszonej*, „Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej" 2013, nr 1, s. 106–108.

1.7. Prosument – kluczowy uczestnik rynku energii

W centrum idei energetyki rozproszonej znajduje się prosument – podmiot, który jednocześnie produkuje i konsumuje energię. Wyłonił się jako odpowiedź na zmieniające się potrzeby współczesnych systemów energetycznych, dążących do większej decentralizacji i zrównoważonego rozwoju. Idea ta zakorzeniła się wraz z rozwojem odnawialnych źródeł energii oraz upowszechnieniem technologii umożliwiających wytwarzanie energii na niewielką skalę. To właśnie źródła wytwórcze o niewielkiej mocy stworzyły potencjał, by samodzielnie zaspakajały swoje potrzeby związane z elektroenergetyką. Możliwość dodatkowego zasilania sieci i odsprzedaży nadwyżek własnej produkcji stanowi dodatkowy motywator takich działań, czym przyczynia się do jej stabilizacji oraz zwiększając efektywność lokalnych systemów[43].

Jak wspomniano, jego rola jest szczególnie istotna w kontekście energetyki rozproszonej, w której kluczową funkcję pełnią lokalne źródła wytwórcze oraz mikrosieci. To właśnie one umożliwiają prosumentowi pełne uczestnictwo w rynku energii, oferując platformę do dynamicznej wymiany i optymalizacji zasobów. Dzięki takiemu modelowi prosument staje

[43] J. Popczyk, *Energetyka rozproszona. Od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Warszawa 2011, s. 28.

się nie tylko odbiorcą energii, ale także współtwórcą zrównoważonego systemu energetycznego, wspierając procesy dekarbonizacji oraz lokalną niezależność energetyczną[44].

Funkcjonująca w przestrzeni publicznej koncepcja prosumenta wykracza poza techniczne aspekty jego działalności – obejmuje także zmianę podejścia społecznego i ekonomicznego do zarządzania energią. Jego aktywność wpisuje się w globalne cele zrównoważonego rozwoju, umożliwiając lokalnym społecznościom większą samowystarczalność energetyczną i ograniczenie zależności od centralnych dostawców. Tym samym prosument stał się symbolem transformacji energetycznej, łącząc technologiczną innowacyjność z odpowiedzialnością ekologiczną[45].

Współczesna energetyka rozproszona traktuje prosumenta nie tylko jako jednostkę korzystającą z lokalnych źródeł energii, ale również jako promotora innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Aktywność ta przyczynia się do większej niezależności energetycznej społeczności lokalnych, umożliwiając rozwój bardziej odpornych i zrównoważonych systemów elektroenergetycznych. Tym samym staje się ona integralnym mechanizmem wspierającym transformację

---

[44] Ibidem, s. 17–20.

[45] S. M. Szukalski, *Innowacje w energetyce: koncepcja prosumenta*, „Ekonomiczne Problemy Usług" 2013, nr 109, s. 200.

energetyczną, nie tylko na poziomie technologicznym, ale także społecznym i ekonomicznym[46].

Prosument, będący aktywnym uczestnikiem rynku energii, nie tylko przyczynia się do zwiększenia niezależności energetycznej społeczności lokalnych, ale również odgrywa kluczową rolę w generowaniu ekonomicznych korzyści związanych z energetyką rozproszoną. Jego działalność, polegająca na produkcji i konsumpcji energii, wspiera rozwój zdecentralizowanych systemów energetycznych, które przynoszą liczne korzyści finansowe zarówno dla jednostek, jak i całych społeczności. To właśnie ekonomiczny wymiar energetyki rozproszonej stanowi kolejny istotny aspekt tego modelu, warty szczegółowego omówienia.

1.8. Ekonomiczne korzyści z energetyki rozproszonej

Energetyka rozproszona przynosi liczne korzyści ekonomiczne zarówno na poziomie lokalnym, jak i krajowym. Poza wspomnianą już tu wielokrotnie redukcją strat przesyłowych, istotnym aspektem są oszczędności wynikające z uniezależnienia lokalnych społeczności od centralnych dostawców energii. Produkcja energii na miejscu, w tym

[46] A. J. Piotrowski, *Drabina integracji w stabilizacji systemu energetyki rozproszonej*, „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 39–40.

przez prosumentów, pozwala społecznościom lokalnym na ograniczenie wydatków na zakup energii od dużych przedsiębiorstw. Ponadto, możliwość sprzedaży nadwyżek energii z lokalnych źródeł wytwórczych generuje dodatkowe przychody, które mogą być inwestowane w dalszy rozwój infrastruktury lub inne potrzeby społeczności[47].

Rozwój energetyki rozproszonej przyczynia się także do tworzenia nowych miejsc pracy. Instalacja, obsługa i konserwacja lokalnych systemów wytwórczych, takich jak instalacje fotowoltaiczne, małe turbiny wiatrowe czy magazyny energii, wymagają zatrudnienia wysoko wykwalifikowanych specjalistów. Wpływa to pozytywnie na lokalne rynki pracy, szczególnie w obszarach wiejskich i mniej rozwiniętych gospodarczo, gdzie energetyka rozproszona może stać się motorem lokalnego rozwoju gospodarczego[48].

Dodatkowo, inwestycje w energetykę rozproszoną mają potencjał do stabilizacji kosztów energii w dłuższej perspektywie. Dzięki wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii, których koszty eksploatacji są relatywnie niskie w porównaniu z paliwami kopalnymi, możliwe jest zmniejszenie wrażliwości systemów energetycznych na wahania cen

---

[47] W. Ehrenhalt, *Kierunki transformacji polskiej energetyki*, „Energetyka–Społeczeństwo–Polityka" 2018, nr 8(2), s. 19–23.

[48] D. Micek, *Społeczno-kulturowe uwarunkowania rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce." Raport z analizy danych zastanych*, Kraków 2020, s. 19–20.

surowców energetycznych na rynkach międzynarodowych. To z kolei sprzyja przewidywalności kosztów zarówno dla konsumentów indywidualnych, jak i przedsiębiorstw[49].

Energetyka rozproszona ma również pozytywny wpływ na rozwój lokalnych gospodarek poprzez wspieranie innowacji i rozwój technologii zielonej energii. Inwestycje w nowe technologie, takie jak zaawansowane systemy magazynowania czy inteligentne sieci zarządzania energią, stymulują rozwój sektora technologicznego oraz otwierają nowe możliwości eksportowe dla lokalnych przedsiębiorstw. W ten sposób energetyka rozproszona staje się nie tylko narzędziem transformacji energetycznej, ale również katalizatorem wzrostu gospodarczego i lokalnej konkurencyjności[50].

1.9. Społeczne aspekty wdrażania systemów rozproszonych

Energetyka rozproszona, choć niesie ze sobą liczne korzyści technologiczne i ekonomiczne, w istotny sposób wpływa również na społeczeństwo. Wdrażanie tego modelu wymaga nie tylko inwestycji w infrastrukturę, ale także głębokiego

[49] Ibidem, s. 25.

[50] A. Kassenberg, A. Śniegocki, *W kierunku niskoemisyjnej transformacji rynku pracy*, Warszawa 2014, s. 11–12.

zrozumienia społecznych uwarunkowań, które mogą sprzyjać lub utrudniać jego rozwój. Kluczowym aspektem jest budowanie akceptacji społecznej dla systemów rozproszonych, które często wiążą się z koniecznością zmiany dotychczasowego podejścia do zarządzania energią oraz większym zaangażowaniem społeczności lokalnych w procesy decyzyjne[51].

Jednym z istotnych wyzwań społecznych jest edukacja i informowanie lokalnych społeczności o korzyściach wynikających z wdrażania systemów rozproszonych. Niedostateczna wiedza na temat odnawialnych źródeł energii oraz funkcjonowania mikrosieci może rodzić sceptycyzm i opór wobec zmian. Dlatego kluczowym elementem wdrażania takich systemów jest prowadzenie kampanii informacyjnych i edukacyjnych, które przybliżają mieszkańcom korzyści płynące z energetyki rozproszonej, takie jak obniżenie kosztów energii, poprawa niezawodności dostaw czy zmniejszenie negatywnego wpływu na środowisko[52].

Kolejnym istotnym aspektem jest budowanie zaufania między różnymi interesariuszami zaangażowanymi w proces wdrażania systemów rozproszonych. Władze lokalne, inwestorzy, przedsiębiorstwa energetyczne i społeczności

---

[51] B. Worek, D. Micek, M. Kocór, *Aspekty społeczne i kulturowe* (w:) *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, „Energetyka Rozproszona" 2022, nr 8, s. 26.

[52] Ibidem, s. 27.

muszą współpracować na wszystkich etapach realizacji projektów – od planowania po eksploatację. Transparentność działań oraz mechanizmy partycypacyjne, które pozwalają mieszkańcom wpływać na kształt lokalnych inicjatyw energetycznych, są kluczowe dla budowania pozytywnego odbioru i zaangażowania społecznego[53].

Równie ważne są kwestie związane z równością społeczną i dostępem do korzyści płynących z energetyki rozproszonej. Wdrażanie systemów rozproszonych może wzmacniać zróżnicowanie społeczne, jeśli nie zostaną uwzględnione potrzeby mniej zamożnych grup społecznych, które mogą mieć trudności z inwestowaniem w technologie odnawialne. Dlatego konieczne jest opracowanie mechanizmów wsparcia finansowego, takich jak dotacje, preferencyjne kredyty czy programy pomocy technicznej, które umożliwią szerokie uczestnictwo społeczności w procesie transformacji energetycznej[54].

Warto również zauważyć, że energetyka rozproszona może wzmacniać poczucie wspólnoty i solidarności wśród mieszkańców. Wspólne działania na rzecz lokalnych systemów energetycznych, takie jak organizacja spółdziel-

---

[53] B. Worek, D. Micek, M. Kocór, *Aspekty społeczne i kulturowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, „Energetyka Rozproszona" 2022, nr 8, s. 106–107.

[54] T. Marzec, *Rozwój energetyki obywatelskiej na obszarach wiejskich w Polsce*, „Przegląd Prawa Rolnego" 2023, nr 1 s. 74.

ni energetycznych czy wspólne projekty prosumenckie, sprzyjają integracji społecznej oraz budowaniu poczucia odpowiedzialności za środowisko i przyszłość danej społeczności. Dzięki temu systemy rozproszone nie tylko zmieniają sposób zarządzania energią, ale także wpływają na społeczny wymiar transformacji energetycznej[55].

Podsumowując, wdrażanie systemów rozproszonych to nie tylko techniczne i ekonomiczne wyzwanie, ale także złożony proces społeczny. Jego powodzenie zależy od umiejętności budowania dialogu i współpracy między różnymi interesariuszami, uwzględnienia potrzeb lokalnych społeczności oraz wzmocnienia świadomości ekologicznej i obywatelskiej. Dzięki temu energetyka rozproszona może stać się nie tylko modelem zrównoważonym, ale także sprawiedliwym społecznie.

Oczywiście wymaga to pokonania wyzwań także tych techniczno-organizacyjnych.

---

[55] P. Lissoń, *Czy obywatelska społeczność energetyczna to społeczność lokalna? Uwagi na tle nowych regulacji prawa unijnego i prawa polskiego*, „Prawo i Więź" 2021, nr 4, s. 471–473.

1.10. Wyzwania techniczne i organizacyjne

Wdrażanie energetyki rozproszonej, mimo jej licznych zalet, napotyka na szereg wyzwań techniczno-organizacyjnych, które wymagają zintegrowanego podejścia[56]. Po stronie technicznej kluczową rolę odgrywa konieczność modernizacji istniejących sieci energetycznych, które zostały zaprojektowane z myślą o scentralizowanym systemie wytwarzania energii. Sieci te muszą sprostać dwukierunkowemu przepływowi energii, zapewniając jednocześnie stabilność i bezpieczeństwo dostaw. Niemniej jednak, techniczne wyzwania są ściśle powiązane z aspektami organizacyjnymi, które warunkują skuteczne wdrażanie takich systemów na szeroką skalę[57].

Najważniejszym problemem organizacyjnym jest potrzeba koordynacji działań pomiędzy różnymi interesariuszami – lokalnymi władzami, operatorami sieci dystrybucyjnych, inwestorami, organizacjami społecznymi i mieszkańcami. Brak spójnej wizji i wypracowanego modelu zarządzania często prowadzi do rozproszenia odpowiedzialności, opóźnień

---

[56] J. Malko, *Mikrogeneracja–nowy partner na rynku energii*, „Wokół Energetyki" 2003, nr 6, https://www.termedia.pl/Journal/-13/pdf-1539-1?filename=Mikrogeneracja.pdf.

[57] B. Sedler, *Przyszłość energetyki–nowe wyzwanie cywilizacyjne*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej" 2011, nr 29, s. 54–55.

w realizacji projektów oraz nieefektywnego wykorzystania dostępnych środków. Kluczowym elementem integracji jest tu stworzenie platform dialogu i współpracy, które umożliwią harmonizację działań na poziomie lokalnym i krajowym. Narzędziem wspomagającym takie procesy mogą być systemy zarządzania energetyką na poziomie gmin, które łączą zasoby lokalne w ramach wspólnego zarządzania i wymiany energii.

Drugim istotnym wyzwaniem organizacyjnym jest potrzeba stworzenia spójnych mechanizmów współpracy między lokalnymi społecznościami a organami odpowiedzialnymi za wdrażanie rozwiązań energetycznych. Lokalne wspólnoty odgrywają kluczową rolę w inicjowaniu i realizacji projektów energetyki rozproszonej, jednak często brakuje im odpowiednich zasobów, wiedzy i wsparcia, aby w pełni wykorzystać swój potencjał. W tym kontekście konieczne jest budowanie systemów konsultacyjnych i wspierających, które pozwolą lokalnym społecznościom uczestniczyć w procesie decyzyjnym, wyrażać swoje potrzeby i dostosowywać projekty do realiów regionalnych. Mechanizmy te powinny być wspierane przez organy administracji publicznej, które mogą pełnić rolę koordynatorów oraz zapewnić zasoby niezbędne do skutecznego wdrożenia lokalnych inicjatyw.

Jednocześnie integracja energetyki rozproszonej z centralnym systemem energetycznym wymaga jasnych zasad współpracy pomiędzy operatorami sieci dystrybucyjnych a lokalnymi społecznościami. Operatorzy, pełniąc funkcję

pośrednika pomiędzy rozproszonymi źródłami energii a siecią, powinni dostosowywać swoje działania do specyficznych potrzeb regionów, np. w zakresie bilansowania energii czy planowania infrastruktury[58]. Kluczowym wyzwaniem organizacyjnym staje się tutaj opracowanie przejrzystych zasad funkcjonowania, które uwzględnią różnorodność lokalnych inicjatyw i umożliwią ich harmonijną współpracę z centralnym systemem. Takie podejście nie tylko zwiększy efektywność wdrożenia energetyki rozproszonej, ale także wzmocni poczucie odpowiedzialności i zaangażowania społeczności lokalnych[59].

Zastosowanie takich rozwiązań wymaga integracyjnego podejścia, które zakłada współdziałanie wszystkich interesariuszy – lokalnych społeczności, władz samorządowych, operatorów sieci oraz organów państwowych. Dzięki temu możliwe jest zbudowanie modelu, w którym energetyka rozproszona stanie się nie tylko efektywnym systemem technicznym, ale także platformą współpracy i rozwoju społeczności na poziomie lokalnym.

---

[58] R. Magulski, *Uwarunkowania formalnoprawne wdrażania sieci inteligentnych*, „Acta Energetica" 2012, nr 1, s. 13–17.

[59] R. Kucęba, *Wirtualizacja procesów zarządzania wytwarzaniem energii skojarzonej*, „Przegląd Organizacji" 2004, nr 3, s. 35.

1.11. Cyberbezpieczeństwo w energetyce rozproszonej

Powstały w rezultacie nowy model zarządzania energią, nie tylko zmienia tradycyjny system elektroenergetyczny, ale również wprowadza nowe wyzwania związane z cyberbezpieczeństwem, które mają istotne konsekwencje społeczne i polityczne. Decentralizacja produkcji energii oraz udział coraz większej liczby podmiotów – od małych prosumentów po lokalne społeczności energetyczne – wymusza odmienne niż dotąd podejście do ochrony infrastruktury krytycznej[60]. W przeciwieństwie do scentralizowanych systemów, gdzie była ona nadzorowana przez duże podmioty państwowe lub korporacyjne, tu odpowiedzialność za cyberbezpieczeństwo zdywersyfikowana na wiele podmiotów. Obecnie nakłada to przede wszystkim obowiązek zmiany obowiązujących regulacji prawnych. Państwo stoi przed koniecznością stworzenia regulacji, które zapewnią równowagę między swobodą rozwoju rynku a koniecznością ochrony kluczowych systemów przed cyberatakami[61].

---

[60] K. Heller, *Zastosowanie rozwiązań teleinformatycznych w środowisku rozproszonych źródeł energii*, „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 127–129.

[61] P. Lissoń, *Energetyka obywatelska jako nowy etap rozwoju prawa energetycznego*, „Prawo" 2022, nr 334, s. 799–808.

Co ważne i warte podkreślenia, kwestie cyberbezpieczeństwa w energetyce są jednocześnie problemem zaufania społecznego do nowych technologii. Ataki na infrastrukturę elektroenergetyczną mogą prowadzić nie tylko do strat gospodarczych, ale również do destabilizacji życia społecznego i wzrostu niepokoju obywateli. W tym kontekście konieczna jest nie tylko techniczna ochrona systemów, ale także budowanie świadomości społecznej na temat zagrożeń i sposobów ich minimalizowania. Oznacza to nie tylko nowe normy prawne i standardy techniczne, ale także mechanizmy współpracy między rządem, sektorem prywatnym i obywatelami, tak aby zapewnić bezpieczeństwo systemów energetycznych na wszystkich poziomach ich funkcjonowania.

1.12. Znaczenie lokalnej autonomii energetycznej

Włączenie lokalnych społeczności w procesy zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury energetycznej może stać się jednym z kluczowych elementów nowoczesnej polityki energetycznej, zwiększając odporność systemu na zagrożenia i promując większy udział obywateli w kształtowaniu sektora energetyki. Nietrudno dostrzec w tym przejaw przejmowania przez mieszkańców inicjatywy związanej z odpowiedzialnością za wspólne dobro. Można zatem zauważyć, że mikrogeneracja stanowi impuls do bardziej

otwartego i partycypacyjnego modelu zarządzania w skali całego systemu politycznego[62].

Lokalna autonomia energetyczna wyrasta na jeden z fundamentów nowoczesnej polityki w tym obszarze, integrując kwestie bezpieczeństwa, samowystarczalności oraz zrównoważonego rozwoju. Jej rozwój sprzyja wzmacnianiu mechanizmów udziału społecznego, decentralizacji decyzji oraz otwieraniu przestrzeni na aktywne zaangażowanie obywateli. Oddolne kształtowanie sektora energetycznego odwołuje się do klasycznej idei suwerenności wspólnot lokalnych nad ich infrastrukturą i gospodarką, umożliwiając mieszkańcom oraz jednostkom samorządu terytorialnego realny wpływ na kierunki rozwoju ich regionu.

Rozproszenie produkcji energii oraz dywersyfikacja jej źródeł osłabiają monopol wielkich koncernów i scentralizowanych struktur, zastępując je modelami opartymi na współzarządzaniu, spółdzielczości i prosumeryzmie[63]. Wprowadzenie rozwiązań umożliwiających społecznościom

---

[62] A. Dyląg, *Energetyka obywatelska antidotum na kryzys energetyczny w Polsce*, „Marketing i Rynek" 2015, nr 5, s. 430–442, https://www.annadylag.pl/wp-content/uploads/2016/03/Energetya-obywatelska-antidotum-na-kryzys-energetyczny-w-Polsce-Marketing-i-Rynek-Anna-Dyl%C4%85g-pryedruk.pdf.

[63] M. Szyrski, *Ruch spółdzielczy w energetyce. Nowe trendy w energetyce lokalnej*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny" 2021, nr 3, s. 183–197.

lokalnym kontrolę nad wytwarzaniem i dystrybucją energii zwiększa ich niezależność od organów centralnych, a tym samym wzmacnia legitymizację demokratyczną. Energetyka oparta na lokalnych inicjatywach nie tylko obniża wydatki gospodarstw domowych i podnosi odporność na kryzysy, ale także przyczynia się do dekoncentracji wpływów politycznych i gospodarczych, umożliwiając bardziej równomierny rozwój oraz aktywizację obywateli[64].

W tym kontekście autonomia wspólnot w zakresie energii stanowi istotny czynnik transformacji ustrojowej, przekształcając jednostki z biernych odbiorców w świadomych uczestników systemu politycznego i gospodarczego. Ich zaangażowanie w planowanie, inwestowanie oraz administrowanie lokalnymi zasobami nie tylko wzmacnia poczucie sprawczości, ale również sprzyja budowie nowych form współdziałania i wzajemnej odpowiedzialności. W efekcie decentralizacja energetyczna może stać się katalizatorem szerszych przemian instytucjonalnych, prowadzących do bardziej pluralistycznego i elastycznego modelu zarządzania państwem.

Z geopolitycznego punktu widzenia znaczenie lokalnej niezależności energetycznej wykracza poza sferę ekono-

---

[64] M. Sołtysik, *Klastry energii jako narzędzie budowy energetyki obywatelskiej*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN" 2018, nr 105, s. 15–24.

miczną – zmniejsza uzależnienie państw od zagranicznych dostaw surowców, ogranicza wpływ globalnych interesów na krajowe procesy polityczne i sprzyja większej stabilności finansowej poszczególnych obszarów. Społeczności lokalne, przejmując kontrolę nad własnym zaopatrzeniem w energię, nie tylko zyskują większą niezależność od międzynarodowych korporacji, ale także stają się aktywnymi uczestnikami procesu transformacji sektora na poziomie regionu i całego kraju. Implementacja rozwiązań opartych na modelach spółdzielczych, inicjatywach samorządowych czy działaniach prosumenckich sprzyja bardziej sprawiedliwemu podziałowi korzyści wynikających z przechodzenia na zdecentralizowane systemy energetyczne. W obliczu tych zmian kluczowym aktorem pozostaje państwo, które powinno pełnić funkcję moderatora i nadzorcy, dbając o integrację rozproszonych źródeł energii z ogólnokrajową siecią, jednocześnie wspierając mechanizmy pozwalające na równomierny rozwój lokalnych projektów bez zakłócania stabilności systemowej. Niezależność w zakresie energetyki to zatem nie tylko kwestia infrastruktury i dostępu do odnawialnych źródeł, lecz również instrument wzmacniania odporności społecznej oraz narzędzie do budowy nowoczesnej, zdecentralizowanej polityki gospodarczej[65].

[65] A.J. Piotrowski, *Drabina integracji w stabilizacji systemu energetyki rozproszonej*, „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 39–50.

Rola wspólnot lokalnych w zarządzaniu energią nie ogranicza się jednak do aspektów technologicznych, lecz obejmuje również wymiar polityczny i społeczny. Możliwość wytwarzania oraz dystrybucji energii na poziomie regionalnym wzmacnia poczucie sprawczości obywateli i ich aktywny udział w mechanizmach decyzyjnych. Struktury oparte na spółdzielniach energetycznych, projektach inicjowanych przez samorządy czy rozwiązaniach prosumenckich przyczyniają się do demokratyzacji dostępu do energii oraz przeciwdziałają nadmiernej koncentracji wpływów w rękach największych podmiotów rynkowych. Jednocześnie wyzwaniem pozostaje włączenie zdecentralizowanych systemów do krajowej infrastruktury oraz zapewnienie równomiernej dystrybucji korzyści płynących z przeobrażeń w sektorze energetycznym. W tym kontekście kluczową rolę odgrywa państwo, które powinno stanowić ogniwo łączące lokalne przedsięwzięcia z ogólną strategią rozwoju, dbając o to, by proces decentralizacji nie prowadził do fragmentacji systemu. Autonomia energetyczna jest zatem nie tylko technologicznym rozwiązaniem, lecz także istotnym instrumentem budowania odporności społecznej oraz wzmacniania regionalnej równowagi w polityce gospodarczej.

1.13. Modele biznesowe w energetyce lokalnej

Dynamiczny rozwój energetyki rozproszonej wymusza ewolucję modeli biznesowych, które uwzględniają specyfikę lokalnych rynków oraz potrzeby społeczności[66]. W tradycyjnym podejściu systemy elektroenergetyczne były oparte na scentralizowanej produkcji energii i jej dystrybucji przez duże podmioty. Wraz z popularyzacją źródeł odnawialnych oraz rosnącą rolą prosumentów, struktura sektora zaczęła się zmieniać, otwierając przestrzeń dla nowych form organizacji i zarządzania wytwarzaniem oraz dystrybucją energii[67]. Lokalne spółdzielnie energetyczne, systemy peer-to-peer (P2P) czy mikrosieci umożliwiają decentralizację produkcji i większą kontrolę nad jej wykorzystaniem, co sprzyja wzmacnianiu niezależności energetycznej oraz lokalnej odporności gospodarczej.

W obszarze czynników społecznych i finansowych nowoczesne modele biznesowe w muszą uwzględniać mechanizmy finansowania oraz podział korzyści. W tym kontekście istotne stają się inwestycje typu community energy, gdzie

---

[66] M. Jacyno, J. Korkosz-Gębska, M. Maj, J. Milewski, D. Trębacz, G. Wójcik, *Społecznie odpowiedzialna energetyka*, „Rynek Energii" 2013, nr 6, s. 5.

[67] M. Szyrski, *Energetyka lokalna w świetle koncepcji" smart city – aspekty prawne*, „Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis" 2022, nr 2, s. 121–136.

mieszkańcy danego regionu organizują się w celu wspólnej produkcji energii i jej sprzedaży. Takie podejście sprzyja demokratyzacji rynku oraz ogranicza monopolizację sektora przez wielkie koncerny. Równocześnie pojawiają się innowacyjne modele oparte na technologii blockchain, które pozwalają na bezpośrednie transakcje między producentami a odbiorcami energii, eliminując pośredników i redukując koszty operacyjne. Wprowadzenie inteligentnych liczników oraz algorytmów zarządzających przepływem energii czy też zdolności do jej magazynowania umożliwiają bardziej efektywne gospodarowanie lokalnymi zasobami, co stanowi istotny krok w stronę zrównoważonej i elastycznej gospodarki energetycznej[68].

1.14. Partnerstwo publiczno-prywatne w rozwoju energetyki rozproszonej

Rozwój zdecentralizowanych źródeł energii narzuca ścisłą współpracę między sektorem publicznym a prywatnymi inwestorami. Partnerstwo publiczno-prywatne (PPP) nie jest opcjonalnym rozwiązaniem, lecz koniecznością w obliczu rosnących kosztów inwestycji i technologicznej złożoności

[68] B. Adamska, *Magazyny energii niezbędnym elementem transformacji energetycznej*, „Energetyka Rozproszona" 2022, nr 7, s. 59.

projektów. Samorządy, administracja publiczna oraz przedsiębiorstwa prywatne nie tylko realizują projekty związane z odnawialnymi źródłami energii, rozwojem infrastruktury magazynowania czy wdrażaniem inteligentnych systemów zarządzania sieciami elektroenergetycznymi, ale również są zmuszone do podziału ryzyka i odpowiedzialności. Bez udziału prywatnych inwestorów administracja lokalna często nie jest w stanie samodzielnie sfinansować rozbudowy infrastruktury energetycznej, natomiast firmy prywatne, działając w warunkach niestabilnych regulacji i braku długofalowej polityki państwa, nie podejmą ryzyka bez gwarancji bezpieczeństwa inwestycji[69].

W praktyce PPP wymusza wypracowanie transparentnych zasad współpracy oraz wdrożenie mechanizmów, które ograniczą monopolizację rynku przez duże podmioty kosztem lokalnych inicjatyw. Kluczowe jest przełamanie bariery dostępu do rynku dla mniejszych firm i prosumenckich projektów, które w konfrontacji z wielkimi koncernami często pozostają bez realnych szans na rozwój. Partnerstwa publiczno-prywatne muszą więc działać nie tylko jako instrument realizacji projektów, ale także jako mechanizm kontroli i równoważenia wpływów korporacyjnych. W przeciwnym

[69] A. Kołomycew, *Partnerstwa jako instrument partycypacji publicznej? Przykład lokalnych grup działania*. „UR Journal of Humanities and Social Sciences" 2018, nr 3, s. 78–105.

razie transformacja energetyczna stanie się kolejnym polem dominacji kapitału nad lokalnymi społecznościami, zamiast narzędziem ich upodmiotowienia.

Wdrażanie partnerstw publiczno-prywatnych w sektorze energetyki rozproszonej wymaga jednak precyzyjnego określenia ról i obowiązków poszczególnych uczestników oraz wypracowania przejrzystych mechanizmów regulacyjnych. Istotne znaczenie ma także zapewnienie równego dostępu do rynku dla mniejszych podmiotów, które często napotykają bariery biurokratyczne i finansowe w rywalizacji z dużymi koncernami. Inicjatywy PPP mogą sprzyjać tworzeniu nowoczesnych ekosystemów energetycznych, gdzie lokalne społeczności korzystają z tańszej i bardziej ekologicznej energii, a inwestorzy prywatni uzyskują długoterminowe źródła dochodu. Zintegrowane podejście oparte na współpracy różnych interesariuszy pozwala nie tylko na wdrażanie innowacji, ale także na budowanie stabilnych, zdecentralizowanych struktur w sektorze energetycznym[70].

[70] B. Soliński, *Partnerstwo publiczno-prywatne w inwestycjach z zakresu wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, „Zeszyt Naukowy Apeiron" 2011, nr 6, s. 224–226.

1.15. Integracja energetyki rozproszonej z transportem

Transformacja sektora transportowego w kierunku elektromobilności stanowi jedno z kluczowych wyzwań w procesie wdrażania zdecentralizowanych źródeł energii[71]. Wzrost liczby pojazdów elektrycznych wymusza dostosowanie infrastruktury energetycznej do nowych potrzeb, co z kolei sprzyja rozwojowi lokalnych systemów zarządzania energią[72]. Stacje ładowania zintegrowane z odnawialnymi źródłami energii, takimi jak panele fotowoltaiczne czy turbiny wiatrowe, pozwalają na zmniejszenie obciążenia centralnych sieci elektroenergetycznych oraz zwiększenie elastyczności systemu. Lokalne jednostki mogą w ten sposób nie tylko zaspokajać swoje własne potrzeby energetyczne, ale również aktywnie uczestniczyć w bilansowaniu popytu i podaży w skali regionalnej.

Wprowadzenie elektromobilności w kontekście energetyki rozproszonej wymaga jednak nowego podejścia do zarządzania siecią, w tym wdrożenia inteligentnych systemów ładowania oraz dynamicznych taryf cenowych,

---

[71] P.A. *Mazurek, Wybrane zagadnienia prawne i techniczne w zakresie emc stacji ładowania pojazdów elektrycznych*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2021, nr 97, s. 156.

[72] Ibidem.

które pozwolą na efektywniejsze wykorzystanie nadwyżek energii[73]. Kluczowym wyzwaniem pozostaje także optymalizacja infrastruktury w taki sposób, aby była dostępna dla mieszkańców różnych regionów, w tym obszarów wiejskich i peryferyjnych. W tym kontekście istotną rolę odgrywa współpraca samorządów, operatorów energetycznych oraz prywatnych inwestorów, którzy wspólnie mogą tworzyć modele biznesowe oparte na lokalnej produkcji i dystrybucji energii dla transportu. Integracja systemów magazynowania, w tym wykorzystanie baterii samochodów elektrycznych jako elastycznych zasobów w sieci, stanowi kolejny krok w kierunku bardziej zrównoważonego i odporniejszego systemu elektroenergetycznego.

W tym kontekście elektromobilność nie jest wyłącznie kwestią infrastruktury technicznej i regulacji rynkowych, lecz także wymaga rozwiniętej współpracy społecznej na poziomie lokalnym. Efektywne wykorzystanie infrastruktury ładowania wiąże się z koniecznością synchronizacji działań użytkowników pojazdów elektrycznych, zwłaszcza w osiedlach wielorodzinnych czy na obszarach o ograniczonej liczbie punktów ładowania. Dobrym przykładem jest ustalanie określonych przedziałów czasowych na ładowanie, które pozwalają na uniknięcie przeciążeń sieci oraz optymalne

---

[73] M. Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna z perspektywy samorządu: jak to zrobić skutecznie?* „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 53.

wykorzystanie dostępnej energii, zwłaszcza w godzinach niskiego zapotrzebowania. W niektórych wspólnotach mieszkaniowych wdrażane są systemy rezerwacji ładowarek, które umożliwiają mieszkańcom planowanie procesu uzupełniania energii w sposób umożliwiający płynną rotację użytkowników i eliminują ryzyko długotrwałego blokowania infrastruktury przez pojedyncze pojazdy.

Istotnym zagadnieniem pozostaje także organizacja dostępu do stacji szybkiego ładowania, które mogą stanowić kluczowy element lokalnych strategii mobilności. Wspólne zasady użytkowania, np. ograniczenie czasu postoju na stacjach o wysokiej mocy czy preferencyjne godziny dla samochodów w pełni elektrycznych, minimalizują ryzyko nadużyć, takich jak zajmowanie szybkich ładowarek przez pojazdy hybrydowe plug-in, które mogą efektywnie uzupełniać energię z konwencjonalnych gniazdek. Z kolei w obszarach o większej koncentracji elektromobilności coraz częściej testowane są rozwiązania polegające na dynamicznym dostosowywaniu dostępności infrastruktury w oparciu o lokalne potrzeby i prognozowane obciążenia sieci. Przykładem mogą być systemy zarządzania kolejnością ładowania w budynkach wielorodzinnych, w których mieszkańcy mogą współdzielić punkty ładowania zgodnie z indywidualnymi harmonogramami użytkowania pojazdów.

1.16. Kooperacja sąsiedzka

Współpraca sąsiedzka stanowi istotny element efektywnego wykorzystania lokalnych zasobów energetycznych, szczególnie w kontekście upowszechnienia domowych magazynów energii oraz zaawansowanych, inteligentnych systemów zarządzania przepływem energii elektrycznej. Coraz powszechniej wdrażane modele, inspirowane koncepcją „wirtualnych elektrowni", umożliwiają mieszkańcom kooperatywne zarządzanie nadwyżkami generowanej energii z instalacji odnawialnych, takich jak fotowoltaika, energetyka wiatrowa czy mikrogeneracja biogazu. Mechanizmy te pozwalają na wewnętrzne rozliczenia i optymalizację przepływu energii elektrycznej w ramach lokalnych społeczności lub spółdzielni energetycznych, przyczyniając się do obniżenia kosztów eksploatacji i zwiększenia efektywności wykorzystania infrastruktury.

Zastosowanie inteligentnych liczników oraz systemów zarządzania popytem (Demand Side Management – DSM) umożliwia nie tylko optymalizację konsumpcji energii, lecz także zintegrowane planowanie jej produkcji i magazynowania, co szczególnie zyskuje na znaczeniu w kontekście niestabilności generacji z odnawialnych źródeł. Dzięki platformom cyfrowym mieszkańcy mają możliwość monitorowania oraz aktywnego uczestnictwa w procesie bilansowania energetycznego, co przyczynia się do kształtowania świadomości

ekologicznej i wzmacniania poczucia współodpowiedzialności za środowisko lokalne.

Dodatkowo rozwój takich lokalnych inicjatyw opartych na wspólnym użytkowaniu infrastruktury energetycznej sprzyja integracji społecznej oraz aktywizacji obywatelskiej, przyczyniając się do budowy zrównoważonych społeczności energetycznych, które mogą pełnić istotną rolę w realizacji regionalnych strategii energetycznych i polityki zrównoważonego rozwoju.

Rozdział 2

Rola społeczności lokalnej w rozwoju energetyki rozproszonej

2.1. Znaczenie społeczności lokalnych dla decentralizacji energetycznej

Jak już wyeksponowano w poprzednim rozdziale społeczności lokalne odgrywają kluczową rolę w procesie decentralizacji energetycznej. Znajduje to swoje wyraźne odzwierciedlenie m.in. w kontekście tworzenia mikrosieci działających w trybie wyspowym czyli autonomicznych systemów zasilania umożliwiających niezależne funkcjonowanie od głównej sieci elektroenergetycznej, co zwiększa bezpieczeństwo energetyczne regionu. Jednakże, realizacja tego typu inicjatyw wymaga ścisłej współpracy między mieszkańcami, lokalnymi władzami oraz przedsiębiorstwami energetycznymi. Wspólne działania są niezbędne do efektywnego planowania, budowy i zarządzania infrastrukturą energetyczną, co

podkreśla znaczenie zaangażowania społeczności w proces transformacji energetycznej[1].

Kolejnym istotnym aspektem jest konieczność wyznaczenia i zagospodarowania wspólnych przestrzeni na potrzeby infrastruktury energetycznej, bez której rozwój energetyki rozproszonej staje się niemożliwy. Kluczową rolę odgrywają tu transformatory, magazyny energii oraz systemy przesyłowe, których umiejscowienie wymaga precyzyjnego planowania i współpracy między właścicielami gruntów, samorządami oraz operatorami systemów dystrybucyjnych. Przewody energetyczne, często prowadzone pod ziemią, wymagają uzyskania zgody na przejście przez tereny prywatne, co wiąże się z koniecznością negocjacji i zawierania odpowiednich porozumień. Proces ten może napotykać na opór społeczny, wynikający z obaw o ingerencję w własność prywatną, co podkreśla znaczenie transparentnych procedur oraz edukacji na temat długoterminowych korzyści wynikających z rozwoju zdecentralizowanej energetyki.

Efektywne funkcjonowanie systemu nie ogranicza się wyłącznie do generowania energii, które w większości przypadków pozostaje domeną prosumentów, lecz wymaga również rozbudowanej infrastruktury umożliwiającej jej stabilny przesył, magazynowanie i zarządzanie przepły-

[1] A. J. Tyński, *Gminy w procesie decentralizacji i transformacji energetyki,* atarnikkaliski.pl/gminy-w-procesie-decentralizacji-i--transformacji-energetyki.

wami. Odpowiednie rozmieszczenie transformatorów oraz punktów akumulacji energii pozwala na lepsze bilansowanie sieci, zapobiega przeciążeniom i zwiększa bezpieczeństwo dostaw. Dlatego decyzje dotyczące rozmieszczenia tych elementów muszą być podejmowane w sposób partycypacyjny, uwzględniający zarówno aspekty techniczne, jak i społeczne. Wspólne wypracowanie modelu dostępu do gruntów, określenie zasad finansowania oraz sposobów rozliczania kosztów eksploatacji staje się warunkiem nie tylko technicznej efektywności, ale i akceptacji społecznej dla wdrażanych rozwiązań. Energetyka rozproszona to bowiem nie tylko kwestia technologii, ale przede wszystkim umiejętności współdziałania na poziomie lokalnym, gdzie kluczową rolę odgrywają zarówno dialog, jak i zdolność do wypracowywania długoterminowych strategii współzarządzania infrastrukturą. Przykładem takiego podejścia jest koncepcja rynków peer-to-peer w energetyce, gdzie lokalne społeczności współpracują w zakresie produkcji i dystrybucji energii, co wymaga zarówno odpowiedniej infrastruktury, jak i zaangażowania społecznego[2].

Warto wrócić do kwestii związanych z finansową stymulacją lokalnej społeczności zaangażowania w projekty zwią-

[2] L. Mazzola, A. Denzler, R. Christen, *Towards a Peer-to-Peer energy market: an overview*. arXiv preprint arXiv:2003.07940 (2020), https://arxiv.org/pdf/2003.07940.

zane z implementacją rozwiązań energetyki rozproszonej. Ustalenie transparentnych zasad rozliczeń za wytworzoną i zużytą energię, a co z tym idzie opracowanie sprawiedliwych modeli finansowych, które uwzględniają wkład poszczególnych członków społeczności oraz koszty utrzymania infrastruktury, jest kluczowe dla długoterminowej stabilności takich inicjatyw. Przejrzyste mechanizmy sprzyjają budowie zaufania między uczestnikami oraz zachęcają do dalszego inwestowania w rozwój lokalnych źródeł energii[3].

Niemniej trudno w niniejszym kontekście ignorować rolę państwa. Dotyczy to tak regulacji prawnych, jak i motywacji do kooperacji. Integracja działań na poziomie lokalnym z ogólnokrajowym systemem energetycznym wymaga precyzyjnych mechanizmów koordynacyjnych oraz technologicznych, które zapewnią stabilność dostaw i optymalne wykorzystanie zdecentralizowanych źródeł energii. Kluczową rolę odgrywa tu współpraca z operatorami sieci dystrybucyjnych (OSD), którzy odpowiadają za bilansowanie systemu oraz zapewnienie odpowiedniej jakości przesyłu energii. W praktyce oznacza to wspominaną już konieczność wdrożenia inteligentnych systemów zarządzania siecią, umożliwiających dwukierunkowy przepływ energii

[3] *Co się bardziej opłaca – klaster czy spółdzielnia energetyczna?*, https://www.gramwzielone.pl/trendy/20293595/co-sie-bardziej-oplaca-klaster-czy-spoldzielnia-energetyczna?

oraz dynamiczne reagowanie na zmieniające się zapotrzebowanie[4]. Przykładem udanej integracji lokalnych źródeł energii z siecią jest projekt Brooklyn Microgrid w Nowym Jorku, gdzie społeczność energetyczna wykorzystuje technologię blockchain do handlu nadwyżkami energii między prosumentami i odbiorcami końcowymi, ograniczając w ten sposób zależność od centralnych dostawców i zwiększając efektywność lokalnego wykorzystania energii[5].

Ponadto, istotnym elementem kooperacji jest odpowiednie dostosowanie infrastruktury przesyłowej do dynamicznych zmian generacji energii pochodzącej z rozproszonych źródeł. Tradycyjne sieci dystrybucyjne były projektowane pod kątem jednokierunkowego przepływu energii – od elektrowni centralnych do odbiorców. W kontekście rosnącej liczby prosumentów i lokalnych wytwórców niezbędna staje się modernizacja sieci poprzez wdrożenie lokalnych magazynów energii oraz inteligentnych transformatorów, umożliwiających stabilizację napięcia i kompensację wahań w produkcji energii odnawialnej. Niemal wzorcowym przykładem takiej

---

[4] *Energa-Operator dla samorządów: Zasilamy rozwój. Sieć, która napędza społeczności*, https://energa-operator.pl/aktualnosci/842884/energa-operator-dla-samorzadow-zasilamy-rozwoj-siec-ktora-napedza-spolecznosci?

[5] E. Mengelkamp, J. Gärttner, K. Rock, S. Kessler, L. Orsini, Ch. Weinhardt, *Designing microgrid energy markets: A case study: The Brooklyn Microgrid,* „Applied Energy", 2018, vol. 210, s. 870–880.

transformacji jest niemiecki projekt Energiepark Mainz, który integruje lokalne elektrolizery do produkcji wodoru z nadwyżek energii wiatrowej i słonecznej, a następnie wykorzystuje go w transporcie i magazynowaniu[6].

2.2. Społeczności energetyczne – definicje i modele

W literaturze naukowej pojęcie wspólnoty odnosi się do grupy osób połączonych trwałymi więziami społecznymi, opartymi na wspólnych wartościach, normach i celach. Członkowie takiej grupy dzielą się przekonaniami oraz akceptują określone środki realizacji wspólnych zamierzeń. Zbiorowość taka charakteryzuje się wewnętrzną homogenicznością pod względem wartości, norm czy stylu życia[7].

Analizując istotę wspólnoty, można dostrzec, że jej definicja opiera się na zbiorze reguł i wartości regulujących relacje między jednostką a otoczeniem społecznym. Obejmuje ona normy, wzory postępowania, określone sposoby myślenia

---

[6] M. Kopp, D. Coleman, C. Stiller, K. Scheffer, J. Aichinger, B. Scheppat, *Energiepark Mainz: Technical and economic analysis of the worldwide largest Power-to-Gas plant with PEM electrolysis*, „International Journal of Hydrogen Energy" 2017, nr 42(19), s. 13311–13320.

[7] A. Śliz, M.S. Szczepański, *Miejskie wspólnoty i stowarzyszenia. Próba portretu socjologicznego*, „Miscellanea Anthropologica et Sociologica" 2018, nr 19(1), s. 34.

oraz system przekonań, które kształtują tożsamość grupową. W ujęciu potocznym termin ten odnosi się do bliskich więzi międzyludzkich, które wynikają z uznania wspólnego rdzenia ideowego, takiego jak dominujący światopogląd czy wyznanie. Jego znaczenie ewoluuje pod wpływem procesów politycznych, społecznych i kulturowych, a także refleksji nad relacją jednostki i zbiorowości. W zależności od przyjętej perspektywy badawczej różnie określa się fundament kształtujący rzeczywistość społeczną – indywidualizm uznaje prymat jednostki, natomiast podejście wspólnotowe wskazuje na jej formowanie się w ramach interakcji międzyludzkich[8].

Koncepcja wspólnoty zakorzeniona jest w tradycjach konserwatywnych i religijnych, w których stanowi przeciwwagę dla społeczeństwa opartego na zasadach liberalnych i indywidualistycznych. Instytucje wyznaniowe podtrzymują jej istnienie poprzez rytuały, normy moralne oraz odwołanie do transcendencji, wzmacniając poczucie przynależności do grupy. W tym kontekście wspólnota nie jest jedynie strukturą społeczną, lecz również przestrzenią, w której manifestuje się sacrum, nadające jej wymiar duchowy i symboliczną trwałość[9].

---

[8] A. Cudowska, *Wspólnota w dyskursie pedagogiki i edukacji międzykulturowej*, „Edukacja Międzykulturowa" 2022, nr 3(18), s. 35.

[9] Ibidem.

W kontekście sektora energetycznego, zaprezentowane ujęcie będzie znajdowało swoje odzwierciedlenie jako grupa osób lub instytucji współpracujących w zakresie zarządzania, wytwarzania, dystrybucji i użytkowania zasobów, często z naciskiem na odnawialne źródła. Zrzeszenie, którego przedstawiciele wspólnie dążą do zaspokojenia lokalnych potrzeb, jednocześnie wspierając zrównoważony rozwój oraz niezależność w dostępie do energii. Jego członkowie działają na zasadach demokratycznych, dzieląc się odpowiedzialnością oraz korzyściami wynikającymi z kolektywnych inicjatyw w tej dziedzinie.

Wspólnota energetyczna, oprócz aspektu organizacyjnego i funkcjonalnego, jest także ściśle związana z określonym terytorium. Jej istnienie opiera się nie tylko na więziach społeczeństwa, ale również na wspólnym użytkowaniu infrastruktury oraz dostępnych zasobów naturalnych. Z tego względu jej struktura i sposób funkcjonowania zależą zarówno od specyfiki otoczenia, jak i warunków gospodarczych, które determinują możliwości rozwoju oraz kierunki działań podejmowanych przez jej uczestników[10]. Przynależność do tego rodzaju zrzeszenia nie wynika wyłącznie z osobistych preferencji, lecz z funkcjonalnych zależności wynikających z bliskości przestrzennej i wspólnego korzystania z lokalnych źródeł energii.

---

[10] M.E. Porter, *Porter o konkurencji*, Warszawa 2001, s. 246.

W omawianym kontekście lokalne społeczności stanowią fundament dla rozwoju energetyki rozproszonej, odgrywając kluczową rolę w kształtowaniu nowego modelu zarządzania zasobami, opartego na solidarności oraz długofalowej odpowiedzialności za otoczenie. Ich aktywność w obszarze odnawialnych źródeł energii nie ogranicza się jedynie do technicznej implementacji rozwiązań, lecz wpisuje się w szerszy proces przemian społecznych i gospodarczych. Tworzenie spółdzielni oraz klastrów energetycznych nie tylko sprzyja decentralizacji produkcji energii, ale także wzmacnia wewnętrzną spójność zbiorowości poprzez wspólne zarządzanie dobrami, co stanowi powrót do tradycyjnych form współdziałania, charakterystycznych dla organizacji opartych na współuczestnictwie[11].

2.3. Organizacja wspólnot energetycznych

Współpraca w ramach lokalnych inicjatyw energetycznych nie tylko zwiększa autonomię regionów wobec centralnych systemów dystrybucji energii, lecz także redefiniuje relacje społeczne poprzez integrację mieszkańców wokół wspólnych

[11] M. Żak-Skwierczyńska, *Bariery we współpracy jednostek samorządu terytorialnego miejskich obszarów funkcjonalnych. Przykład województwa łódzkiego*, Łódź 2018, s. 75.

celów. Praktyka kolektywnego zarządzania odnawialnymi źródłami energii prowadzi do odbudowy kapitału społecznego, opartego na wzajemnym zaufaniu i współodpowiedzialności. W tym ujęciu wspólnoty energetyczne nie są wyłącznie podmiotami ekonomicznymi, lecz również przestrzeniami, w których realizuje się idea aktywnego uczestnictwa obywateli w kształtowaniu lokalnej polityki surowcowej oraz środowiskowej. Tym samym energetyka rozproszona staje się nie tylko mechanizmem transformacji sektora energetycznego, ale także elementem odbudowy wspólnotowości w warunkach współczesnych przemian społeczno-gospodarczych[12].

Efektywne funkcjonowanie wspólnot energetycznych wymaga przejrzystej struktury organizacyjnej, umożliwiającej sprawne zarządzanie wytwarzaniem, dystrybucją oraz wykorzystaniem energii. Takie inicjatywy mogą przybierać różne formy prawne, takie jak spółdzielnie, klastry energetyczne czy stowarzyszenia, jednak ich wspólną cechą jest demokratyczny sposób podejmowania decyzji oraz równomierne rozłożenie odpowiedzialności między uczestników[13].

---

[12] B. Worek, M. Kocór, D. Micek, K. Lisek, A. Szczucka, Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce – kluczowe czynniki i wyzwania, Energetyka Rozproszona zeszyt 5–6, 2021, s. 105- 116

[13] K.Piech, Z., Hanzelka, Dybowski, *Szanse i bariery rozwoju: podsumowanie badania ankietowego. Część 3, Instytucje zainteresowane*

Kluczowym elementem organizacji jest mechanizm podziału korzyści, który powinien uwzględniać zarówno aspekty ekonomiczne, jak i społeczne, zapewniając sprawiedliwe i zrównoważone funkcjonowanie systemu. Dzięki temu członkowie nie tylko czerpią wymierne korzyści finansowe, ale także aktywnie angażują się w budowanie lokalnej niezależności energetycznej[14].

Struktura zarządzania wspólnotą energetyczną opiera się na systemie regulacyjnym dostosowanym do specyfiki danego obszaru oraz lokalnych uwarunkowań gospodarczych. Model operacyjny może obejmować zdecentralizowane podejmowanie decyzji, w którym każda jednostka posiada określone kompetencje i zadania, bądź bardziej scentralizowaną formę nadzoru, w której kluczowe decyzje są delegowane na wybrany organ zarządczy. W obu przypadkach istotne jest zapewnienie mechanizmów umożliwiających przejrzystość procesów oraz odpowiednią reprezentację wszystkich interesariuszy. Wprowadzenie cyfrowych narzędzi monitorowania zużycia energii, a także systemów zarządzania opartych na technologiach inteligentnych sieci,

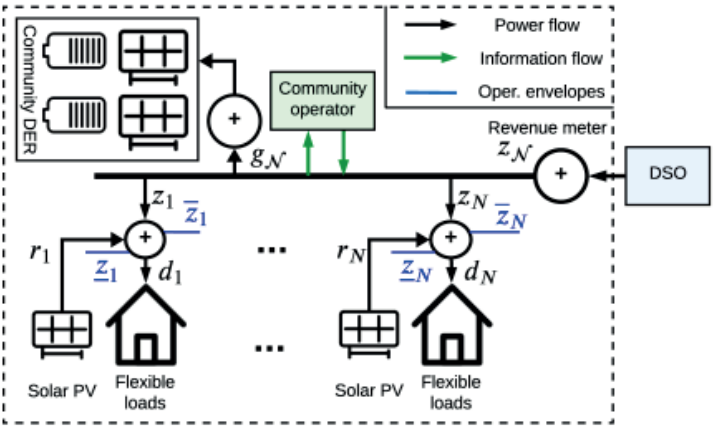
---

rozwojem energetyki rozproszonej w Polsce. Energetyka Rozproszona. Warszawa 2012, s. 12-16.

[14] *Wspólnoty energetyczne jak wdrożyć dyrektywę o odnawialnych źródłach energii,* red. Z. Sasiak,

J. Ruszkowski, Warszawa 2020, s. 7–10.

pozwala na optymalizację produkcji i zużycia, jednocześnie zwiększając efektywność operacyjną i ograniczając straty[15].



Rys. 1. Schemat społeczności energetycznej

Legenda: Zużycie energii przez członków i odnawialne źródła energii to odpowiednio di ∈ R+, ri ∈ R+, a zużycie netto przez członków i zagregowane zużycie netto i rozproszone zasoby energetyczne społeczności to odpowiednio zi ∈ R, zN ∈ R, gN ∈ R+. Kierunek strzałek wskazuje dodatnie wielkości.

Źródło: A. S. Alahmed, G. Cavraro, A. Bernstein, L. Tong, *Operating-Envelopes-Aware Decentralized Welfare Maximization for Energy Communities*, op.cit., s. 2.

[15] A. S. Alahmed, G. Cavraro, A. Bernstein, L. Tong, *Operating-Envelopes-Aware Decentralized Welfare Maximization for Energy Communities*, [w:] *2023 59th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing* (Allerton) 2023, September), s. 2–3, https://arxiv.org/pdf/2310.07157.

Oprócz aspektów organizacyjnych i technologicznych, istotną rolę w funkcjonowaniu wspólnot energetycznych odgrywają mechanizmy finansowania oraz systemy wsparcia. Środki na rozwój tego typu inicjatyw mogą pochodzić zarówno z funduszy krajowych i europejskich, jak i z wkładów własnych członków lub partnerstw publiczno-prywatnych. W zależności od przyjętego modelu organizacyjnego, wspólnoty mogą również korzystać z innowacyjnych narzędzi finansowych, takich jak crowdfunding energetyczny czy zielone obligacje, które umożliwiają pozyskanie kapitału na inwestycje w infrastrukturę odnawialnych źródeł. Odpowiednie zarządzanie finansami oraz skuteczna alokacja zasobów pozwalają nie tylko na zwiększenie skali działania, ale również na długoterminową stabilność i odporność na zmieniające się warunki rynkowe[16].

Wspólnoty energetyczne, choć jednoczone wspólnym celem transformacji sektora energetycznego oraz dążeniem do zrównoważonego rozwoju, nie są jednorodne pod względem statusu majątkowego ich członków. O ile wartości, idea współpracy oraz chęć wspólnego zarządzania zasobami tworzą spójność tej struktury, to w praktyce różnice w poziomie zamożności uczestników mogą wpływać na ich możliwości inwestycyjne oraz sposób korzystania z wypracowanych

[16] *Wspólnoty energetyczne jak wdrożyć dyrektywę o odnawialnych źródłach energii*, op. cit., s. 9–10 i 15–16.

rozwiązań. W szczególności problem ten uwidacznia się w odniesieniu do prywatnych instalacji wytwórczych, takich jak mikroinstalacje fotowoltaiczne, małe turbiny wiatrowe czy systemy magazynowania energii, które mogą być dostępne jedynie dla bardziej zasobnych członków społeczności. Dysproporcje te rodzą pytanie o mechanizmy kompensacyjne, które pozwolą na sprawiedliwy podział korzyści i kosztów, minimalizując ryzyko marginalizacji mniej zamożnych jednostek w obrębie wspólnoty.

Wspomniane różnice nie stanowią jednak nieprzekraczalnej bariery. Wręcz przeciwnie – ich uwzględnienie w projektowaniu modelu funkcjonowania wspólnoty może przyczynić się do wypracowania bardziej elastycznych i dostosowanych do lokalnych uwarunkowań zasad uczestnictwa. Kluczowe znaczenie ma w tym kontekście opracowanie transparentnych reguł dotyczących zarówno wkładu w rozwój infrastruktury, jak i dystrybucji wypracowanych zasobów. Modele współdzielenia energii powinny uwzględniać nie tylko możliwości inwestycyjne poszczególnych członków, ale także sprawiedliwe mechanizmy dostępu do generowanej energii, uwzględniające zapotrzebowanie oraz wkład nie tylko kapitałowy, ale również organizacyjny i operacyjny[17].

[17] B. Kupiec, *Energy sharing w świetle prawa Unii Europejskiej i sprawiedliwości energetycznej,* „Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny (iKAR)" 2024, nr 3, s. 62–64.

Istotnym rozwiązaniem mogą być systemy finansowania solidarnościowego, w których osoby dysponujące większymi zasobami mają możliwość częściowego pokrycia kosztów infrastruktury wspólnej lub dzielenia się nadwyżkami energii w ramach określonych mechanizmów rekompensacyjnych. Również formy dofinansowania z funduszy publicznych, programów rządowych czy mechanizmów unijnych mogą stanowić skuteczną metodę wyrównywania dostępu do zasobów energetycznych, przy jednoczesnym zapewnieniu długoterminowej stabilności ekonomicznej wspólnoty. Tego rodzaju strategie umożliwiają nie tylko skuteczniejsze włączanie w struktury energetyczne mniej zasobnych członków, ale także budowanie modelu partycypacyjnego, w którym zaangażowanie w rozwój odnawialnych źródeł energii nie zależy wyłącznie od poziomu kapitału finansowego[18].

Współpraca w obrębie wspólnot energetycznych wymaga także mechanizmów adaptacyjnych, które pozwalają na elastyczne dostosowanie zasad uczestnictwa do zmieniającej się sytuacji społeczno-gospodarczej. Integracja technologii cyfrowych oraz inteligentnych systemów zarządzania energią może umożliwiać dynamiczne monitorowanie zapotrzebowania oraz lepszą alokację zasobów w sposób uwzględniający zarówno ekonomiczne, jak i społeczne aspekty funkcjonowania grupy. Zastosowanie systemów

[18] Ibidem.

rozliczeń opartych na blockchainie czy inteligentnych kontraktach pozwala dodatkowo zwiększyć transparentność i sprawiedliwość podziału korzyści[19].

Wdrożenie takich innowacyjnych rozwiązań stanowi niemniej proces wieloetapowy, wymagający zarówno odpowiedniego zaplecza technologicznego, jak i akceptacji społecznej, która w dużej mierze zależy od działań podejmowanych przez kluczowych uczestników wspólnoty[20].

2.4. Uczestnictwo lokalnych liderów w projektach energetycznych

Jednym z najistotniejszych czynników wpływających na powodzenie inicjatyw energetycznych jest rola lokalnych liderów, którzy pełnią funkcję łączników pomiędzy społecznością a podmiotami zarządzającymi procesem transformacji. Ich zaangażowanie stanowi fundament dla skutecznego wdrażania projektów, ponieważ osoby cieszące się autorytetem w danym środowisku mogą skutecznie przekonywać

---

[19] P. Vionis, T. Kotsilieris, *The Potential of Blockchain Technology and Smart Contracts in the Energy Sector: A Review*, „Appl. Sci." 2024, nr 14, s. 24, https://www.mdpi.com/2076-3417/14/1/253.

[20] M. Szyrski, *Ruch spółdzielczy w energetyce. Nowe trendy w energetyce lokalnej*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny" 2021, nr 3, s. 187.

mieszkańców do aktywnego udziału w nowych przedsięwzięciach[21]. Nierzadko jako przedstawiciele społeczności, są oni również w stanie dostrzec i odpowiednio zinterpretować lokalne potrzeby, co pozwala na dostosowanie strategii energetycznych do oczekiwań odbiorców oraz ich realnych możliwości finansowych i organizacyjnych[22]. W literaturze wskazuje się, że to właśnie ich udział w procesach transformacyjnych przyczynia się do wzrostu akceptacji dla nowych technologii oraz minimalizacji potencjalnych konfliktów społecznych wynikających z braku dostatecznej wiedzy lub obaw przed zmianą.

2.5. Edukacja społeczna w zakresie energetyki rozproszonej

Równolegle do roli przywódców społecznych, kluczowym elementem skutecznej transformacji sektora energetycznego jest edukacja w zakresie energetyki rozproszonej. Proces

---

[21] Ł. Haromszeki, *Skuteczni liderzy lokalni*, [w] *Efektywność zarządzania zasobami ludzkimi*, red. B. , Łódź 2011, s. 302–304.

[22] K. Czerwiński, *Synergiczna koegzystencja edukacji dorosłych i społeczeństwa obywatelskiego – potrzeby, możliwości*, warunki, Toruń 2019, s. 9, https://repozytorium.ukw.edu.pl/bitstream/handle/item/6143/synergiczna_koegzystencja_edukacji_doroslych_i_spoleczenstwa_obywatelskiego.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ten nie może być ograniczony wyłącznie do przekazywania informacji technicznych czy finansowych, lecz powinien uwzględniać szerszy kontekst społeczno-ekonomiczny oraz wyzwania wynikające z przejścia na zdecentralizowane modele wytwarzania i dystrybucji energii. Działania edukacyjne skierowane do mieszkańców pozwalają na zwiększenie ich świadomości w zakresie korzyści płynących z odnawialnych źródeł oraz sposobów zarządzania lokalnymi zasobami. Ponadto, dobrze zaplanowana strategia informacyjna wpływa na wzrost akceptacji dla nowych rozwiązań oraz ułatwia proces budowania zaufania między poszczególnymi uczestnikami rynku energii. Liczne badania dowodzą, że społeczności dysponujące większą wiedzą na temat energetyki są bardziej skłonne do angażowania się w lokalne inicjatywy oraz aktywnie uczestniczą w procesach decyzyjnych dotyczących przyszłości ich regionu[23].

[23] A. Pellizzone, A. Allansdottir, R. de Franco, G Muttoni, A. Manzella, *Exploring public engagement with geothermal energy in southern Italy: A case study*, „Energy Policy" 2015, nr 85, s. 9–10, https://www.researchgate.net/publication/276908069_Exploring_public_engagement_with_geothermal_energy_in_southern_Italy_A_case_study.

2.6. Motywacja społeczności do uczestnictwa w transformacji energetycznej

Wzrost poziomu świadomości ekologicznej i ekonomicznej przekłada się również na motywację społeczności do uczestnictwa w transformacji energetycznej. Kluczowe znaczenie mają tutaj nie tylko czynniki finansowe, takie jak możliwość obniżenia kosztów zużycia energii czy dodatkowe źródła dochodu z jej sprzedaży, lecz także aspekt środowiskowy i społeczny. Dla wielu osób uczestnictwo w projektach związanych z odnawialnymi źródłami energii stanowi element długofalowej strategii poprawy jakości życia oraz ochrony lokalnych ekosystemów. Motywacje te mogą być wzmacniane przez polityki zachęt finansowych oraz systemy wsparcia na poziomie krajowym i unijnym, które ułatwiają wdrażanie rozwiązań prosumenckich i wspólnotowych systemów energetycznych[24].

Skuteczna implementacja projektów wymaga jednak ścisłej współpracy między samorządem a społecznością lokalną. Władze regionalne i lokalne de facto i de jure pełnią istotną funkcję jako podmioty koordynujące i wspierające rozwój zdecentralizowanych systemów energetycznych. Ich

[24] A. Graczyk, *Możliwości finansowania mikroinstalacji dla prosumentów jako czynnik rozwoju lokalnego*, „Regional Barometer. Analyses & Prognoses" 2016, nr 14(1), s. 121–123.

zaangażowanie obejmuje zarówno kwestie administracyjne, takie jak wydawanie pozwoleń czy zarządzanie funduszami na rozwój infrastruktury, jak i działania o charakterze konsultacyjnym, mające na celu angażowanie mieszkańców w podejmowanie decyzji dotyczących przyszłości energetycznej regionu. Relacje między samorządem a społecznością mogą determinować poziom akceptacji dla wdrażanych inicjatyw oraz wpływać na efektywność ich realizacji. W literaturze podkreśla się, że transparentność procesów decyzyjnych oraz otwartość na dialog są kluczowe dla długoterminowego sukcesu wspólnych przedsięwzięć[25].

2.7. Budowanie zaufania w projektach energetycznych

Nie mniej istotnym aspektem, warunkującym powodzenie projektów związanych z energetyką rozproszoną, jest budowanie zaufania między poszczególnymi uczestnikami systemu. Społeczności lokalne często wykazują ostrożność wobec nowych inwestycji, zwłaszcza gdy brakuje im pełnej informacji na temat ich długoterminowych skutków. Dlatego kluczowe znaczenie ma rzetelna komunikacja oraz

[25] W. Kowalik, M. Matlak, A. Nowak, K. Noworól, Z. Noworól, *Kultura lokalnie Między uczestnictwem w kulturze a partycypacją w zarządzaniu,* Kraków 2011, s. 54, 149.

jasne określenie zasad współpracy, które pozwalają na rozwianie obaw i zwiększenie poczucia bezpieczeństwa wśród mieszkańców. Wdrożenie mechanizmów dialogu, takich jak konsultacje społeczne czy panele obywatelskie, umożliwia aktywną partycypację mieszkańców, co pozytywnie wpływa na akceptację i stabilność realizowanych przedsięwzięć[26].

Mechanizmy partycypacyjne w projektach energetycznych stanowią istotne narzędzie umożliwiające mieszkańcom realny wpływ na kształtowanie lokalnych strategii w zakresie zarządzania zasobami energetycznymi. Wspólne planowanie, współdecydowanie oraz możliwość kontroli nad procesami inwestycyjnymi sprzyjają nie tylko skuteczniejszemu wdrażaniu zdecentralizowanych systemów, ale także wzmacniają poczucie wspólnotowości oraz odpowiedzialności za podejmowane decyzje[27]. Zaangażowanie społeczności w procesy decyzyjne zwiększa szanse na powodzenie inicjatyw oraz wpływa na ich długoterminową trwałość[28].

Sama partycypacja zakłada istnienie kapitału rozruchowego. Nie zawsze jest on dostępny. Stąd też kluczową rolę dla

---

[26] B. Worek, D. Micek, M. Kocór, *Aspekty społeczne i kulturowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, „Energetyka Rozproszona" 2022, nr 8, s. 25.

[27] Ibidem, s. 23.

[28] M. Jacyno, J. Korkosz-Gębska, M. Maj, J. Milewski, D. Trębacz, G. Wójcik, *Społecznie odpowiedzialna energetyka,* „Rynek Energii" 2013, nr 6, s. 6–7.

społeczności lokalnych w umożliwieniu skutecznej realizacji przez nią projektów związanych z energetyką rozproszoną odgrywa możliwość pozyskania wsparcia finansowego. Może przyjmować formę bezpośrednich dotacji, preferencyjnych kredytów, ulg podatkowych lub mechanizmów zwrotnych, które minimalizują obciążenia ekonomiczne i przyspieszają zwrot nakładów poniesionych na modernizację systemów wytwórczych oraz sieci przesyłowych. Jego model musi być dostosowany do charakterystyki ubiegającego się o nią podmiotu oraz samego przedsięwzięcia[29].

Alternatywnym modelem wsparcia są innowacyjne rozwiązania finansowe, takie jak crowdfunding energetyczny czy też zielone obligacje. Pierwszy z nich polega na pozyskiwaniu środków od szerokiego grona inwestorów indywidualnych, którzy decydują się na finansowanie określonych przedsięwzięć w zamian za późniejsze korzyści, np. obniżenie kosztów energii lub partycypację w zyskach z produkcji. Zielone obligacje natomiast stanowią narzędzie umożliwiające pozyskanie kapitału na realizację inwestycji zgodnych z polityką zrównoważonego rozwoju, przy czym ich emisja często wiąże się z preferencyjnymi warunkami oraz atrakcyjnymi stopami zwrotu[30].

---

[29] S. Słupik, *Energetyka prosumencka i jej wpływ na rynek energii elektrycznej*, „Studia i Prace WNEIZ US" 2014, nr 2, s. 127–136.

[30] S. Stefaniak, A. Padiasek, *Zielone obligacje. Perspektywy wsparcia rozwoju rynku w Polsce,* „Instrat Policy Note" 2023, nr 01, s. 36–39.

Oprócz zewnętrznych źródeł finansowania, istotną rolę odgrywają także lokalne mechanizmy wsparcia, obejmujące systemy spółdzielcze oraz samofinansowanie wspólnot energetycznych. Wiele społeczności decyduje się na utworzenie funduszy obywatelskich, w których środki gromadzone są poprzez składki członkowskie lub opłaty solidarnościowe, a następnie przeznaczane na rozwój infrastruktury energetycznej. Tego rodzaju rozwiązania wzmacniają poczucie odpowiedzialności za realizowane inwestycje oraz sprzyjają większej stabilności finansowej przedsięwzięć. W połączeniu z dobrze zaplanowanym systemem wsparcia ze strony instytucji publicznych i prywatnych, takie modele mogą znacząco przyczynić się do wzrostu udziału społeczności w transformacji energetycznej[31].

2.8. Rola NGO w integracji społeczności lokalnych

Współczesna transformacja energetyczna wymaga nie tylko wdrażania nowoczesnych technologii, ale także skutecznej integracji społecznej, umożliwiającej wspólne zarządzanie zasobami oraz długoterminową koordynację działań. Istotnym elementem tego procesu jest aktywizacja organizacji

[31] A. Dyląg, A. Kassenberg, W. Szymalski, *Energetyka obywatelska w Polsce–analiza stanu i rekomendacje do rozwoju*, Warszawa 2019, s. 106.

pozarządowych, które pełnią funkcję łącznika pomiędzy mieszkańcami, sektorem prywatnym i administracją. Ich rola nie ogranicza się jedynie do edukacji i popularyzacji idei odnawialnych źródeł energii, lecz obejmuje również mediację w sytuacjach konfliktowych oraz inicjowanie projektów dostosowanych do lokalnych uwarunkowań. Pośrednikiem pełniącym tę funkcję stają się nader często organizacje pozarządowe (dalej NGO – przyp. autorzy). Fundacje i stowarzyszenia wyspecjalizowane w działalności prospołecznej na wybranych płaszczyznach stają się spoiwem, a zarazem przewodnikiem dla partnerów przedsięwzięć. Właśnie poprzez budowanie sieci współpracy NGO wspierają rozwój spółdzielni energetycznych, klastra energii oraz lokalnych inicjatyw prosumenckich, zwiększając tym samym stopień zaangażowania społecznego w zarządzanie zasobami[32].

Pozycja i rola NGO-sów pozostaje tu niepodważalna, lecz nie są one jedynym elementem pozwalającym na pomyślne ukończenie planowanych przedsięwzięć sektorowych. Skuteczność podejmowanych działań w obszarze energetyki rozproszonej zależy w dużej mierze od współpracy władz samorządowych reprezentujących lokalną wspólnotę z sektorem prywatnym, który wnosi do procesów inwestycyjnych kapitał, techno-

[32] B. Buczkowski, T. Dorożyński, A. Kuna-Marszałek, T. Serwach, J. Wieloch, *Władza lokalna a państwo, społeczeństwo i rynek. Współpraca i konkurencja*, Łódź 2014, s. 115.

logię oraz know-how w zakresie efektywnego zarządzania infrastrukturą. Partnerstwa publiczno-prywatne pozwalają na wykorzystanie nowoczesnych narzędzi finansowania, takich jak zielone obligacje, crowdfunding energetyczny czy mechanizmy wsparcia prosumenckiego. Jednocześnie, zaangażowanie podmiotów komercyjnych wiąże się z koniecznością transparentnego zarządzania korzyściami, aby uniknąć sytuacji, w której część społeczności zostaje zmarginalizowana ze względu na nierówne możliwości finansowe lub brak dostępu do systemów wsparcia. Oczywiście w tym kontekście efektywne modele współpracy muszą uwzględniać sprawiedliwy podział zysków oraz włączenie lokalnych interesariuszy w procesy decyzyjne, co samo w sobie niesie wiele kontrowersji. Wynika to z braku jej sprecyzowanej definicji[33].

2.9. Wykluczenie społeczne w kontekście transformacji energetycznej

Pomimo licznych korzyści, jakie niesie decentralizacja sektora energetycznego, proces ten może również prowadzić

[33] A. Kultys, Czy polskie miasta są zrównoważone? Analiza sytuacji Polski na tle Unii Europejskiej, [w] *Miasto przyszłości, wyzwania dla gospodarki komunalnej*, red. P. Małecki, A. Mazurek-Czarnecka, Kraków 2022, s. 91–92.

do zjawisk wykluczenia społecznego. Transformacja nie jest jednolitym procesem, a dostęp do nowoczesnych rozwiązań często zależy od poziomu dochodów, wykształcenia oraz kompetencji cyfrowych mieszkańców. Osoby o niższych zasobach finansowych mogą napotykać bariery w uczestnictwie w projektach OZE, zarówno pod względem inwestycyjnym, jak i operacyjnym. W konsekwencji rosnące dysproporcje w dostępie do taniej i stabilnej energii mogą prowadzić do nowych form marginalizacji. Wynika to m.in. z braku potencjału inwestycyjnego gorzej sytuowanych przedstawicieli społeczności lokalnej. Tu pojawia się pytania, czy nie angażujący się finansowo w przedsięwzięcie ma prawo partycypować w jego korzyściach? Powraca tu podniesiony wyżej kontekst sprawiedliwości.

W celu przeciwdziałania tym zjawiskom wdrażane są mechanizmy wsparcia w postaci dotacji, kredytów preferencyjnych czy programów edukacyjnych, które umożliwią pełniejsze uczestnictwo wszystkich grup społecznych w lokalnych inicjatywach energetycznych[34]. Problem, jednakże, sam w sobie pozostaje. Subwencje oraz instytucjonalne pożyczki niemal zawsze wiążą się z koniecznością spełnie-

[34] M. Błażejowska, W. Gostomczyk, *Warunki tworzenia i stan rozwoju spółdzielni i klastrów energetycznych w Polsce na tle doświadczeń niemieckich*, „Problems of World Agriculture/Problemy Rolnictwa Światowego" 2018, nr 2, s. 21–24.

nia rygorystycznych wymagań, w tym zabezpieczenia majątkowego, które jest warunkiem uzyskania finansowania[35]. Jest to istotna bariera, szczególnie dla osób znajdujących się w trudnej sytuacji finansowej lub dotkniętych ubóstwem energetycznym, które nie posiadają wystarczających zasobów, by spełnić wymogi formalne. W rezultacie paradoksalnie wsparcie, które ma na celu poprawę dostępu do nowoczesnych rozwiązań energetycznych, często pozostaje poza zasięgiem najbardziej potrzebujących.

W związku z tym, aby realnie zwiększyć samodzielność energetyczną gmin i powiatów oraz umożliwić pełniejsze uczestnictwo wszystkich grup społecznych w lokalnych inicjatywach energetycznych, konieczne jest opracowanie bardziej inkluzyjnych form wsparcia[36]. Mogłyby to być np. modele finansowania społecznościowego, leasingu instalacji OZE bez konieczności posiadania zabezpieczeń majątkowych czy mechanizmy oparte na długoterminowych umowach PPA (Power Purchase Agreement), które pozwoliłyby na spłatę inwestycji w ramach oszczędności wynikających z obniżenia kosztów energii. Dodatkowo kluczową rolę odgrywać powinny inicjatywy edukacyjne oraz doradztwo prawno-finansowe,

[35] Nader często zakłócają alokację środków.

[36] J. Hausner, W. Paprocki, M. Gronicki, *Polski archipelag rozwoju w warunkach globalnej niepewności*, Sopot 2018, s. 67.

które zwiększałyby świadomość społeczną i ułatwiały proces aplikowania o dostępne formy wsparcia[37].

Dodatkowym problemem jest brak odpowiednich mechanizmów ułatwiających długoterminowe uczestnictwo osób o niskich dochodach w transformacji energetycznej. Nawet w sytuacji, gdy dostępne są programy wsparcia, wymagają one nie tylko wkładu własnego, ale również znajomości procedur aplikacyjnych, co dla wielu osób stanowi kolejną przeszkodę. Ponadto instytucje finansujące często oceniają zdolność kredytową potencjalnych beneficjentów na podstawie historycznych dochodów, co skutkuje odrzucaniem wniosków przez osoby niestabilnie zatrudnione lub znajdujące się w gospodarstwach o niższym statusie materialnym[38].

Niemniej nie wolno zapominać w kontekście wskazań związanych z ekskluzją o pozytywnej roli, jaką odgrywają rozproszone systemy produkcji energii w obszarze zmian w relacjach społecznych. Decentralizacja zwiększa poziom niezależności lokalnych społeczności, ograniczając ich zależność od dużych koncernów energetycznych i ułatwiając wdrażanie zrównoważonych rozwiązań dostosowanych do

---

[37] K. Faliszek, E. Leśniak-Berek, *Społeczność lokalna wobec problemu wykluczenia społecznego – organizowanie pomocy dla samopomocy*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Sociologica" 2011, nr 38, s. 188.

[38] B. Filipiak, *Indywidualny wskaźnik zadłużenia jako determinanta oceny kondycji finansowej jednostki samorządu terytorialnego*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy" 2018, nr 56, s. 79–80.

specyfiki danego obszaru. W dłuższej perspektywie prowadzi to do wzmocnienia lokalnych gospodarek poprzez tworzenie miejsc pracy, rozwój sektora technologii odnawialnych oraz wzrost innowacyjności w zarządzaniu infrastrukturą energetyczną. Dodatkowo, proces ten sprzyja demokratyzacji dostępu do energii, umożliwiając mieszkańcom nie tylko bierne korzystanie z zasobów, ale także aktywne uczestnictwo w ich produkcji i dystrybucji[39]. Mechanizmy partycypacyjne, jak wspomniano, są selektywne, lecz i tak pozwalają na lepsze dostosowanie inwestycji do oczekiwań społecznych oraz wzrostu akceptacji dla nowych technologii. Głównym wyzwaniem jest zapewnienie właściwej komunikacji między centralnymi ośrodkami kontroli i nadzoru a instytucjami samorządowymi[40].

2.10. Konflikty interesów i ich rozwiązywanie

Nie tylko ograniczenie w zakresie partycypacji, ale też kwestie wynikające z konfliktów interesów, które naturalnie pojawiają się w procesie transformacji energetycznej, są

[39] P. Ruszkowski, *Problemy polskiej energetyki w perspektywie socjologicznej*, „Energetyka – społeczeństwo – polityka" 2015, nr 1, s. 65–87, https://www.ceeol.com/search/viewpdf?id=565034.

[40] Ibidem, s. 68.

trudne do pominięcia. Ich całkowite wyeliminowanie jest niemożliwe. Różnorodne grupy społeczne oraz instytucje mają odmienne priorytety i cele, co może prowadzić do napięć dotyczących lokalizacji inwestycji, podziału korzyści czy wpływu na środowisko. W szczególności mieszkańcy obszarów wiejskich mogą sprzeciwiać się budowie farm wiatrowych lub dużych instalacji fotowoltaicznych ze względu na kwestie estetyczne, poziom hałasu czy obawy dotyczące zmiany wartości nieruchomości. Aby skutecznie minimalizować tego typu nieporozumienia, konieczne jest prowadzenie konsultacyjnych, uwzględniających interesy wszystkich stron oraz umożliwiających negocjowanie rozwiązań opartych na kompromisie. Modele kompensacyjne, takie jak udział społeczności w dochodach z projektów energetycznych czy inwestycje w infrastrukturę publiczną, mogą stanowić skuteczny sposób na zwiększenie akceptacji społecznej i zmniejszenie oporu wobec nowych technologii[41].

Wszystkie te elementy – współpraca NGO, partnerstwa publiczno-prywatne, przeciwdziałanie wykluczeniu oraz skuteczne zarządzanie konfliktami – składają się na kompleksowy model transformacji energetycznej, który nie tylko

[41] M. Bednarek, K. Dmochowska-Dudek, *Syndrom NIMBY na obszarach wiejskich w Polsce: uwarunkowania i specyfika konfliktów wokół lokalizacji niechcianych inwestycji,* vol. 255, IGiPZ PAN, Warszawa 2016, s. 93–101.

zapewnia bezpieczeństwo dostaw i optymalizację kosztów, ale także przyczynia się do budowania bardziej zintegrowanych, odpornych i autonomicznych społeczności. Decentralizacja nie może być jedynie technologiczną zmianą – musi iść w parze z reformami społecznymi i ekonomicznymi, które umożliwią pełne wykorzystanie jej potencjału w sposób sprawiedliwy i długofalowy[42].

W kontekście budowania autonomicznych i odpornych społeczności kluczowe staje się kreowanie wspólnej wizji energetycznej, która pozwoli na harmonijną integrację zdecentralizowanych źródeł wytwarzania energii z lokalnym systemem gospodarczym i społecznym. Proces ten wymaga nie tylko technicznego i ekonomicznego uzasadnienia poszczególnych inwestycji, ale przede wszystkim wypracowania długofalowej strategii opartej na szerokiej akceptacji społecznej[43].

---

[42] B. Ryszawska, J. Zabawa, *Transformacja energetyczna gospodarki Niemiec*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu" 2016, nr 453, s. 284.

[43] S. Słupik, *Strategia społecznej odpowiedzialności biznesu w działalności przedsiębiorstw energetycznych w Polsce*, „Studia Ekonomiczne" 2013, nr 136, s. 262–264.

2.11. Energia obywatelska – przykład oddolnych inicjatyw

Bez uwzględnienia lokalnych uwarunkowań, specyfiki regionu oraz jego potencjału, podejmowane działania obarczone są ryzykiem spotkania się z oporem mieszkańców bądź też skutkować nieefektywnym wykorzystaniem zasobów. Zaangażowanie mieszkańców czyniąc ich beneficjentami inwestycji jest tu najprostszą drogą do sukcesu. Doskonale odzwierciedlającym ten stan przykładem jest inicjatywa Samso Energy Academy w Danii, gdzie udało się zbudować niemal w pełni samowystarczalną gminę energetyczną, opartą na odnawialnych źródłach[44].

Kluczowym elementem sukcesu było włączenie mieszkańców w cały proces planowania oraz utworzenie spółdzielni energetycznych, umożliwiających partycypację finansową społeczności w lokalnych projektach. Dzięki temu inwestycje w turbiny wiatrowe i biomasę były postrzegane nie jako narzucona odgórnie zmiana, ale jako szansa na rozwój gospodarczy i zwiększenie niezależności energetycznej. Zaangażowanie pośrednie czy też bezpośrednie mieszkańców w proces tworzenie, daje im poczucie współwłasności i współodpowiedzialności za przedsięwzięcie. Stają się oni

[44] *Die Zukunft liebt Rebell: innen*, 28.02.2025, https://www.ews-schoenau.de.

bezpośrednio zainteresowani jego powodzeniem. Wspomniany przypadek z Danii nie jest odosobniony.

Podobne rozwiązania wdrażane są w Niemczech w ramach ruchu Bürgerenergie, który promuje rozwój energetyki obywatelskiej. Przykładem może być spółdzielnia energetyczna EWS Schönau, która powstała po katastrofie w Czarnobylu jako oddolna inicjatywa mieszkańców sprzeciwiających się uzależnieniu od dużych koncernów energetycznych. Dzięki tej spółdzielni lokalna społeczność przejęła kontrolę nad siecią energetyczną, rozwijając własne źródła odnawialne, co pozwoliło na redukcję emisji oraz zapewnienie stabilnych cen energii[45].

Fundamentalne znaczenie w procesie budowania spójnej wizji energetycznej ma dialog wielostronny, w którym aktywnie uczestniczą zarówno przedstawiciele administracji samorządowej, przedsiębiorcy, jak i mieszkańcy. Włączenie różnych grup społecznych na wczesnym etapie projektowania strategii energetycznej pozwala na skuteczniejsze dostosowanie rozwiązań technologicznych do lokalnych potrzeb, co redukuje ryzyko konfliktów oraz sprzyja poczuciu współodpowiedzialności za przyjęte kierunki rozwoju. W praktyce oznacza to organizację warsztatów, debat oraz

[45] S. Sladek, *EWS Schönau: Die Schönauer Stromrebellen–Energiewende in Bürgerhand*, „Soziale Innovationen in Deutschland: Von der Idee zur gesellschaftlichen Wirkung" 2015, s. 277–289.

wykorzystanie nowoczesnych narzędzi cyfrowych, takich jak platformy konsultacyjne czy modele symulacyjne, które umożliwiają wizualizację skutków poszczególnych decyzji[46].

Interesującym podejściem, które sprzyja włączeniu mieszkańców i ich partycypacji w przedsięwzięciu są tzw. energy café, czyli lokalne spotkania informacyjne, w trakcie których mieszkańcy mogą otwarcie dyskutować na temat przyszłych inwestycji energetycznych i wpływu, jaki będą one miały na ich codzienne życie[47].

W Szkocji tego typu wydarzenia pomogły przełamać nieufność wobec farm wiatrowych poprzez prezentowanie korzyści płynących z ich lokalizacji w danej gminie, takich jak wpływy do budżetu lokalnego czy niższe ceny energii dla społeczności. Zasadniczą rolę w tym procesie odgrywa także edukacja – zarówno formalna, jak i nieformalna – ukierunkowana na podnoszenie świadomości społecznej w zakresie korzyści wynikających z transformacji energetycznej. Programy edukacyjne mogą przyczynić się do redukcji barier mentalnych i informacyjnych, a tym samym zwiększyć gotowość społeczności do współpracy w realizacji lokalnych inicjatyw. Przykładem jest holenderska kampa-

---

[46] K. Poczykowska, *Rola i znaczenie partycypacji publicznej. Partycypacja obywatelska – decyzje bliższe ludziom*, Białystok 2013, s. 110.

[47] M. Martiskainen, E. Heiskanen, G. Speciale, *Community energy initiatives to alleviate fuel poverty: the material politics of Energy Cafés*, „Local Environment" 2018, nr 1, s. 30.

nia Hier Opgewekt, która w przystępny sposób informuje mieszkańców miast i wsi o możliwościach finansowania projektów prosumenckich oraz korzyściach wynikających z lokalnej produkcji energii[48].

2.12. Monitoring i ewaluacja działań społecznych

Aby jednak wypracowana wizja miała charakter dynamiczny i odpowiadała na zmieniające się realia technologiczne oraz ekonomiczne, konieczne jest wdrożenie systemu monitoringu i ewaluacji działań społecznych. Ocenianie skuteczności podejmowanych inicjatyw w zakresie rozproszonej energetyki umożliwia ich bieżące dostosowywanie do aktualnych warunków oraz optymalizację procesów zarządzania. Interesujący przykładem jest Community Energy England, organizacja zajmująca się zbieraniem i analizą danych dotyczących wpływu inicjatyw energetycznych na społeczności lokalne. Monitorowanie obejmuje zarówno aspekty ilościowe, takie jak poziom produkcji i zużycia energii, udział społeczności w projektach prosumenckich czy liczbę wdrożonych technologii OZE, jak i wskaźniki jakościowe, odzwierciedlające stopień integracji społecznej, poziom akceptacji inwestycji oraz efektywność mechanizmów partycypacyjnych[49].

---

[48] *HIER opgewekt 2025*, https://www.hier.nu/hieropgewekt.

[49] *What is community energy?*, https://communityenergyengland.org.

Podstawowym problemem jest sam pomiar zaangażowania i akceptacji społecznej poszczególnych przedsięwzięć. Istotnym narzędziem w tym zakresie są ankiety społeczne, panele obywatelskie oraz systemy raportowania, które pozwalają na analizę postaw mieszkańców wobec realizowanych działań. Przykładem udanej ewaluacji jest projekt Energiewende w Niemczech, gdzie za pomocą cyklicznych badań opinii monitoruje się wpływ transformacji energetycznej na różne grupy społeczne, a wyniki analiz są regularnie uwzględniane w polityce państwa[50].

W omawianym kontekście oceny partycypacji niezwykle istotne staje się także badanie wpływu podejmowanych inicjatyw na lokalne społeczności i gospodarkę. Parametryzacji powinny podlegać takie czynniki jak poziom zatrudnienia generowany przez rozwój sektora energetyki rozproszonej, wpływ na stabilność cen energii czy skuteczność w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych. Integracja tych danych z procesem decyzyjnym pozwala na optymalizację strategii oraz lepsze dostosowanie działań do zmieniających się warunków społeczno-gospodarczych. Rozwój narzędzi analitycznych umożliwia wdrożenie bardziej zaawansowanych metod monitoringu. Przykładem może być wyko-

[50] K. Schumacher, M. R. Di Nucci, B. Görlach, M. Grünig, C. Heldwein, J. Repenning, S. Rieseberg, K. Tews, C. Wörlen, H. Ziesing, *Evaluation as a Cornerstone of Policies and Measures for the Energiewende*.

rzystanie blockchain w systemach zarządzania energią, co pozwala na transparentne śledzenie przepływów energii i udziału poszczególnych użytkowników w wytwarzaniu oraz konsumowaniu energii w lokalnych sieciach. Obecnie w regionach obsługiwanych przez Eneę S.A. doskonale funkcjonuje platforma, która umożliwia klientom bieżący dostęp do danych dotyczących ich zużycia energii. Nie ma przeszkód technicznych, by w podobny sposób wykorzystać ją w większym wymiarze, właściwym dla lokalnego bilansu energetycznego, co pozwoliłoby docelowo zwiększyć świadomość i motywację do dalszych działań na rzecz OZE. Ponadto, wdrażanie systemów monitorowania umożliwia tworzenie baz wiedzy, które mogą stanowić cenny zasób dla kolejnych inicjatyw i projektów. Dzielenie się doświadczeniami oraz upowszechnianie najlepszych praktyk pozwala na przyspieszenie transformacji energetycznej i uniknięcie błędów wynikających z wcześniejszych niepowodzeń. W długoterminowej perspektywie skuteczna ewaluacja działań społecznych przyczynia się do wzmacniania zaangażowania obywateli oraz budowania trwałego modelu współpracy pomiędzy sektorem publicznym, prywatnym i społecznym[51].

[51] K. Głębocki, I. Herbuś, *Gminy w nowatorskich platformach współpracy kształtujących gospodarkę energetyczną*, „Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska" 2016.

Rozdział 3

Efektywność energetyki rozproszonej a integracja społeczna

3.1. Definicja efektywności energetycznej w modelu rozproszonym

Efektywność energetyczna w kontekście rozproszonego modelu wytwarzania prądu i ciepła odnosi się do zdolności systemów bazujących na zdecentralizowanych źródłach do optymalnego wykorzystania dostępnych zasobów przy minimalizacji strat oraz negatywnego oddziaływania na ekosystem. Fundamentalnym aspektem tej koncepcji jest ocena relacji pomiędzy ilością uzyskanej energii użytkowej a wielkością wkładu niezbędnego do jej wytworzenia. Model zdecentralizowany charakteryzuje się możliwością integracji różnych technologii, takich jak instalacje fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe oraz mikroelektrownie

wodne, co pozwala na elastyczne dostosowanie podaży do lokalnych warunków[1].

Efektywność w ramach struktury zdecentralizowanej oceniana jest na podstawie wskaźników technicznych, ekonomicznych oraz środowiskowych. Pierwszy aspekt obejmuje miary takie jak sprawność konwersji energii pierwotnej, stabilność dostaw oraz zdolność bilansowania systemu. Kryterium ekonomiczne koncentruje się na koszcie jednostkowym produkcji, okresie zwrotu inwestycji oraz podatności na wahania cen półproduktów. Natomiast wymiar ekologiczny odnosi się do wielkości emisji dwutlenku węgla, wykorzystania surowców odnawialnych oraz możliwości ponownego wykorzystania elementów składowych infrastruktury[2]. W każdym z tych obszarów analiza efektywności wymaga uwzględnienia wieloaspektowych zależności pomiędzy wytwarzaniem a zużyciem energii[3]. Ma to swoje

---

[1] Por. T. Młynarski, *Bezpieczeństwo energetyczne i ochrona klimatu w drugiej dekadzie XXI wieku: energia-środowisko-klimat*, Kraków 2017, s. 76, 83.

[2] P. Ratajczak, *System mierników i wskaźników wykorzystywany w controllingu ekologicznym w Kompanii Piwowarskiej* [w] *Zielony controlling i finanse. Podstawy teoretyczne,* red. C. Kochalski, Warszawa 2016, s. 81–93.

[3] M. Zajączkowska, *Efekty realizacji założeń Europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego dotyczących efektywności energetycznej w Polsce*, „Horyzonty Polityki" 2017, nr 23, s. 129–131.

przełożenie tak w kontekście użytych paliw, jak i samego procesu produkcyjnego. Istotnym elementem pozostają tu normy i dyrektywy unijne, które nierzadko są głównym determinantem doboru wspomnianych[4].

Kwestie związane z dekarbonizacją i emisją gazów cieplarnianych wytyczały nie tylko drogę transformacji sektora, lecz także w sposób bezwzględny rzutowały na jego rentowność ekonomiczną[5].

Uwzględnienie wskaźników dotyczących tak generowania, jak i absorbcji energii elektrycznej i cieplnej, pozwala na ocenę potencjału zdecentralizowanych systemów w kontekście ich zdolności do stabilizacji rynku energetycznego oraz wpływu na rozwój lokalnych gospodarek. Ponadto, umożliwia określenie relacji pomiędzy stopniem autonomii odbiorców a poziomem ich zaangażowania w zarządzanie strukturą dystrybucji. Zastosowanie nowoczesnych technologii cyfrowych, takich jak inteligentne sieci oraz systemy magazynowania energii, stwarza dodatkowe możliwości podnoszenia efektywności. Dynamiczny rozwój tych rozwiązań zwiększa potencjał zintegrowanych modeli opartych na wykorzystaniu zdecentralizo-

---

[4] Ibidem.

[5] T. Skoczkowski, S. Bielecki, *Efektywność energetyczna – polityczno-formalne uwarunkowania rozwoju w Polsce i Unii Europejskiej*, „Polityka Energetyczna" 2016, nr 19, s. 6 i 18.

wanych źródeł, co pozwala na lepsze dopasowanie generacji do bieżących potrzeb konsumpcyjnych[6].

3.2. Czynniki wpływające na efektywność systemów rozproszonych

Skuteczność funkcjonowania struktur zdecentralizowanych zależy od szeregu aspektów, wśród których kluczowe znaczenie mają aspekty techniczne, ekonomiczne, regulacyjne oraz społeczne. Pierwsze z wymienionych obejmują zaawansowanie zastosowanych metod wytwarzania, poziom automatyzacji oraz możliwość integracji z innymi systemami energetycznymi. Wysoka sprawność konwersji energii oraz rozwój systemów magazynowania pozwala na minimalizację strat oraz zwiększenie niezależności użytkowników. Dodatkowo, zastosowanie zaawansowanych algorytmów prognozowania umożliwia optymalizację procesów zarządzania dostawami, co znaczną przyczynia się do poprawy wydajności[7].

---

[6] T. Skoczkowski, S. Bielecki, K. Rafał. *Rozwój zasobów rozproszonych energii-desygnat pojęcia i problematyka krajowa*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2016, nr 6, s. 190–195. W kontekście upowszechniania wiedzy: M. Jakubowski, *Polityka edukacyjna*, „Polityki publiczne" 2021, s. 153–174.

[7] J. Paska, *Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w systemach hybrydowych*, „Rynek Energii" 2007, nr 5, https://www.academia.

Czynnik ekonomiczny w pewnym uproszczeniu sprowadza się do relacji między kosztami inwestycyjnymi a długoterminowymi oszczędnościami, wynikającymi z uniezależnienia się od tradycyjnych dostawców energii. Inicjatywy zmierzające do rozwoju zdecentralizowanych struktur wymagają kapitałochłonnych inwestycji, jednak ich długoterminowa rentowność czyni je atrakcyjnymi z perspektywy odbiorców indywidualnych oraz wspólnot lokalnych[8].

Państwowe mechanizmy wsparcia, takie jak subsydia oraz instrumenty regulacyjne, odgrywają istotną rolę w początkowej fazie wdrażania innowacyjnych rozwiązań, wpływając na tempo ich upowszechnienia oraz dynamikę kształtowania się rynku[9].

W rzeczy samej tego rodzaju interwencje umożliwiają nowym technologiom pokonanie barier wejścia, stwarzają warunki do ich stopniowej optymalizacji oraz redukcji kosztów produkcji. Jednym z przykładów tego typu działań jest implementacja systemów taryf gwarantowanych, które zapewniają producentom energii odnawialnej przewidywal-

edu/download/42051733/Wytwarzanie_energii_elektrycznej_i_ciepa20160204-25129-hk7aok.pdf.

[8] P. Kwiatkiewicz, *Wyzwania polityki energetycznej a sektor paliwowy. Świat i Polska: oczekiwania i prognozy*, Poznań 2025, s. 302–323.

[9] M. Sołtysik, J. Pułtorak, *Systemy wsparcia realizacji inwestycji w elektroenergetyce*. „Rynek energii" 2010, nr 2, s. 2–5.

ne i stabilne przychody, sprzyjając tym samym rozwojowi sektora[10].

Należy jednak podkreślić, że długoterminowe utrzymywanie subsydiów, zamiast pełnić funkcję impulsu rozwojowego, może prowadzić do zaburzenia mechanizmów rynkowych. Przedłużające się wsparcie finansowe sztucznie podtrzymuje rozwiązania, które w warunkach wolnej konkurencji mogłyby okazać się nierentowne, ograniczając tym samym naturalną selekcję technologii, opartą na efektywności ekonomicznej i innowacyjności. W efekcie interwencjonizm fiskalny, który początkowo stymuluje rozwój sektora, może w dłuższej perspektywie przyczyniać się do alokacji kapitału w przedsięwzięcia niewykazujące potencjału samodzielnego funkcjonowania, co osłabia konkurencyjność rynku i hamuje wdrażanie bardziej wydajnych rozwiązań[11].

W modelu zdecentralizowanym kluczową rolę odgrywa również aspekt regulacyjny, który determinuje zarówno tempo wdrażania nowych rozwiązań, jak i ich rentowność.

---

[10] Ł. Jaworski, *Uwarunkowania rozwoju inwestycji w odnawialne źródła energii do produkcji energii elektrycznej w Unii Europejskiej do roku 2020 i w latach kolejnych*, „Polityka Energetyczna" 2011, nr 14, s. 163–178.

[11] B. Fiedor, *Publiczne wsparcie dla rozwoju energetyki odnawialnej a jej rynkowa efektywność (ze szczególnym uwzględnieniem Unii Europejskiej)*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu" 2009, nr 83, s.109.

Przepisy określające procedury przyłączania mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej oraz mechanizmy bilansowania nadwyżek energii stanowią tu bardzo istotny czynnik. Rzutuje ona na atrakcyjność ekonomiczną tego modelu. Transparentność regulacji oraz stabilność polityki energetycznej nie tylko sprzyjają, lecz przyczyniają się do zwiększonej skłonności do inwestowania w systemy bazujące na rozproszonych źródłach wytwórczych[12].

3.3. Innowacje organizacyjne wspólnot energetycznych

W państwach wdrażających instrumenty wsparcia dla odnawialnych źródeł energii obserwuje się dynamiczny rozwój zdecentralizowanej produkcji, wynikający zarówno z preferencyjnych zasad rozliczeń, jak i uproszczonych procedur administracyjnych. Odpowiednio skonstruowane mechanizmy prawne i ekonomiczne zachęcają do implementacji systemów opartych na różnorodnych technologiach, co sprzyja dywersyfikacji struktury wytwórczej oraz zwiększa odporność sektora na zmiany rynkowe. Z kolei w krajach, gdzie regulacje

[12] M. Bartosik, W. Kamrat, M. Kaźmierkowski, W. Lewandowski, M. Pawlik, T. Peryt, T. Skoczkowski, A. Strupczewski, A. Szeląg, *Polityka i porządek prawny w polskiej energetyce na tle polityki Unii Europejskiej*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2016, nr 9, s. 293–294.

nie wspierają autonomicznych inicjatyw prosumenckich, model oparty na scentralizowanych jednostkach wytwórczych pozostaje dominującą formą organizacji rynku, ograniczając potencjał transformacji energetycznej oraz utrwalając tradycyjne struktury sektora elektroenergetycznego[13].

Społeczny wymiar efektywności energetycznej w systemach zdecentralizowanych wynika z interakcji między lokalnymi użytkownikami a strukturą technologiczną rozproszonych źródeł wytwórczych. Wydajność takich systemów zależy nie tylko od sprawności urządzeń, ale również od sposobu, w jaki społeczności lokalne zarządzają generacją, magazynowaniem i konsumpcją energii. Kluczową rolę odgrywa tu świadomość energetyczna oraz zdolność do dynamicznej regulacji zużycia, co pozwala na ograniczenie strat oraz maksymalizację samowystarczalności[14].

Wysoki stopień zaangażowania mieszkańców w procesy związane z mikrogeneracją sprzyja nie tylko, jak wspomniano wcześniej, realizacji przedsięwzięć, lecz także lepszemu dopasowaniu podaży do zapotrzebowania, redukcji nadwyżek oraz efektywniejszemu wykorzystaniu zasobów[15].

---

[13] A. Szafrański, *Instrumenty prawne regulacji cen energii elektrycznej*, „Forum Prawnicze" 2023, nr 76(2), 2023, s. 5–8.

[14] B. Worek, M. Kocór, D. Micek, K. Lisek, A. Szczucka, *Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce – kluczowe czynniki i wyzwania,* „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5/6, s. 110–111.

[15] K. Poczykowska, op. cit., s. 110.

W modelach opartych na aktywnej partycypacji społecznej obserwuje się większą skłonność do stosowania strategii poprawiających sprawność energetyczną, takich jak dynamiczne zarządzanie obciążeniem, wykorzystanie magazynowania oraz dostosowanie schematów konsumpcji do warunków generacji. W konsekwencji, w społecznościach świadomie zarządzających własną produkcją i zużyciem, osiągana sprawność energetyczna jest wyższa niż w tradycyjnych systemach scentralizowanych, gdzie odbiorcy mają ograniczony wpływ na strukturę poboru[16].

Edukacja oraz dostęp do narzędzi umożliwiających optymalizację zużycia są istotnym czynnikiem determinującym stopień efektywności systemów rozproszonych. Użytkownicy dysponujący wiedzą na temat bilansowania energii, monitorowania jej zużycia oraz metod minimalizacji strat są w stanie lepiej zarządzać własnym zapotrzebowaniem, co przekłada się na wyższą sprawność całej infrastruktury. Zastosowanie inteligentnych sieci w połączeniu z mechanizmami automatycznego sterowania umożliwia redukcję zbędnych poborów oraz zwiększenie współczynnika wykorzystania generowanej energii na poziomie lokalnym[17].

---

[16] Ibidem.

[17] B. Worek, D. Micek, M. Kocór, *Aspekty społeczne i kulturowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, „Energetyka Rozproszona" 2022, nr 8, s. 26–28.

Na efektywność zdecentralizowanej energetyki wpływa także zdolność społeczności do współpracy oraz koordynacji działań na poziomie regionalnym. Inicjatywy oparte na lokalnych klastrach energetycznych, spółdzielniach prosumenckich oraz systemach wymiany energii pozwalają na bardziej równomierne rozłożenie obciążeń w sieci oraz ograniczenie strat wynikających z nieefektywnego przesyłu. Systemy zdecentralizowane, w których odbiorcy podejmują świadome decyzje dotyczące zarządzania wytwarzaniem i dystrybucją, charakteryzują się mniejszymi wahaniami mocy oraz lepszą zdolnością do bilansowania lokalnych zasobów, co wpływa na ich długoterminową stabilność i odporność na zakłócenia[18].

Tak jak wspomniano na przytaczanych przykładach lokalnych społeczności na terenie Niemiec czy Danii, a więc tam, gdzie wdrożono mechanizmy wsparcia dla społeczności energetycznych oraz rozwiązania zwiększające transparentność zużycia, zaobserwowano wzrost efektywności energetycznej w sektorze prosumenckim. Umożliwienie użytkownikom aktywnego uczestnictwa w modelowaniu lokalnych systemów elektroenergetycznych przyczyniło się do lepszego wykorzystania generowanej energii, ogra-

[18] T. Górski, P. Prus, *Architektura systemu do maksymalizacji korzyści prosumenta z generacji rozproszonej*, „Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej" 2013, nr 1, s. 105–108.

niczenia marnotrawstwa oraz zmniejszenia zależności od konwencjonalnych źródeł wytwarzania.

Model zbiorowego zarządzania zasobami energetycznymi odgrywa istotną rolę w kształtowaniu nowoczesnych systemów elektroenergetycznych, zwłaszcza w omawianym kontekście rosnącej decentralizacji i transformacji sektora[19]. Kluczowym wyzwaniem niezmiennie od lat pozostaje zapewnienie efektywności operacyjnej przy jednoczesnym zachowaniu stabilności sieci oraz spełnieniu wymogów regulacyjnych. W tym obszarze nieodzownym elementem funkcjonowania zdecentralizowanych systemów elektroenergetycznych staje się zarządzanie popytem, a wynika to między innymi z ograniczeń mocy zainstalowanej w układach mikrogeneracyjnych[20].

Nie są to wprawdzie bariery natury technicznej, a ich podłoże jest determinowane przez czynniki społeczno-gospodarcze. Jednym z narzędzi stosowanych w tym zakresie są taryfy dynamiczne. Inwestycje w źródła wytwórcze, przekraczające w sposób znaczący lokalny potencjał odbiorczy, są sprzeczne z ideą energetyki rozproszonej i jej gospodarczą

---

[19] R. Szczerbowski, B. Ceran, *Możliwości rozwoju i problemy techniczne małej generacji rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii*, „Polityka energetyczna" 2013, nr 3, s. 193–205.

[20] B. Ceran, *Ogniwa paliwowe w generacji rozproszonej*, „Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering" 2013, nr 74, s. 203–209.

istotą. W praktyce też ich wielkość jest ściśle dostosowana do potrzeb miejscowych, wychodząc z założenia nietransferowania produkcji[21].

3.4. Ekonomiczne aspekty współpracy lokalnej – taryfy dynamiczne

Taryfy dynamiczne jako mechanizm zarządzania popytem wdrażany jest wyłącznie przez operatorów sieci, bez możliwości ingerencji społeczności lokalnych, co w istotny sposób ogranicza ich wpływ na sposób użytkowania zasobów energetycznych. Jest to niezwykle poważny problem związany z realiami prawno-biznesowymi. Dotyczy on nie tylko Polski, chociaż pozycja państwowych spółek energetycznych pełniących role operatorów w żadnym innym państwie Wspólnoty nie jest aż tak silna[22].

Stosowane w systemach elektroenergetycznych na całym świecie, mają na celu zrównoważenie obciążenia sieci poprzez zmienność cen energii w zależności od popytu

---

[21] R. Szczerbowski, W. Chomicz, *Generacja rozproszona oraz sieci Smart Grid w budownictwie przemysłowym niskoenergetycznym*, „Polityka Energetyczna" 2012, nr 15, s. 100–103.

[22] O. Świniarska, *Analiza raportów niefinansowych wybranych przedsiębiorstw z branży energetycznej*, „Inżynieria Mineralna" 2024, nr 2, s. 21–24.

i dostępności. Ich struktura obejmuje zarówno ceny szczytowe, kiedy koszt energii znacząco wzrasta, jak i okresy niskich stawek, mające na celu stymulowanie zużycia w godzinach, gdy podaż przewyższa zapotrzebowanie. Jednakże użytkownicy końcowi, w tym prosumenci oraz uczestnicy wspólnot energetycznych, nie mają wpływu na konstrukcję tego mechanizmu – ich rola sprowadza się wyłącznie do dostosowywania się do narzuconych warunków. Decyzje dotyczące wysokości stawek oraz momentów ich zmiany leżą w gestii operatorów systemów dystrybucyjnych oraz przesyłowych, co podkreśla asymetrię władzy regulacyjnej i ograniczoną możliwość negocjacji ze strony podmiotów zdecentralizowanych[23].

Taryfy dynamiczne, mimo że wprowadzane jako narzędzie równoważenia bilansu energetycznego, niosą ze sobą konsekwencje dla rozwoju zdecentralizowanych modeli wytwarzania. W szczególności ograniczają autonomię uczestników rynku lokalnego, zmuszając ich do dostosowania się do warunków, które mogą nie być optymalne z punktu widzenia społeczności dążących do samowystarczalności energetycznej. Przykładowo, taryfy te mogą utrudniać długofalowe planowanie inwestycji w magazynowanie energii czy zwiększać koszty funkcjonowania wspólnot

[23] A. Firlit, G. Hołdyński, *Elastyczność energetyczna: raport specjalistyczny*, „Napędy i Sterowanie" 2023, nr 25, s. 80–82.

energetycznych, zmuszając je do konsumpcji w określonych ramach czasowych niezależnie od ich rzeczywistych potrzeb. W efekcie, mimo deklarowanego celu zwiększenia efektywności, narzucenie dynamicznych mechanizmów cenowych przez operatorów systemów sieciowych może skutkować pogłębieniem barier dla lokalnych inicjatyw, redukując ich elastyczność w zarządzaniu energią[24].

Oprócz kwestii taryf dynamicznych, istotnym aspektem organizacji systemu elektroenergetycznego pozostaje wdrażanie nowoczesnych narzędzi cyfrowych umożliwiających optymalizację zarządzania zasobami. Inteligentne liczniki oraz platformy oparte na algorytmach sztucznej inteligencji stanowią fundament nowoczesnych systemów monitorowania i bilansowania energii. Ich implementacja pozwala na bieżącą analizę danych dotyczących produkcji i zużycia, co w teorii może zwiększyć efektywność funkcjonowania zdecentralizowanych źródeł. Niemniej jednak, podobnie jak w przypadku mechanizmów cenowych, infrastruktura informatyczna podlega kontroli ze strony operatorów sieci, co oznacza, że lokalne wspólnoty energetyczne nie mają autonomii w zakresie dostępu do tych narzędzi czy też możliwości kształtowania polityki ich użytkowania.

---

[24] A. Pamuła, *Taryfy i ceny jako narzędzia zarządzania popytem odbiorców energii*, „Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica" 2013, nr 287, s. 87.

Ograniczenie wpływu zdecentralizowanych podmiotów na wdrażanie technologii predykcyjnych może utrudnić długoterminową stabilizację lokalnych systemów elektroenergetycznych i pogłębić zależność od centralnych instytucji zarządzających rynkiem.

Obecne regulacje prawne dotyczące funkcjonowania zdecentralizowanych systemów elektroenergetycznych w wielu krajach nie przewidują mechanizmów umożliwiających negocjację warunków funkcjonowania taryf dynamicznych przez lokalne społeczności. Przeciwnie – rynek energii, choć formalnie zliberalizowany, pozostaje silnie kontrolowany przez operatorów sieci, którzy pełnią zarówno funkcję zarządczą, jak i regulacyjną. Ten dualizm kompetencji prowadzi do sytuacji, w której społeczności energetyczne, mimo formalnej możliwości uczestnictwa w rynku, nie mogą faktycznie kształtować warunków swojego funkcjonowania. Co więcej, rozwój zdecentralizowanych systemów wymaga integracji z ogólnokrajową infrastrukturą sieciową, a brak dostępu do decyzyjnych narzędzi regulacyjnych stawia lokalne inicjatywy w pozycji podmiotów podporządkowanych istniejącym mechanizmom rynkowym, a nie ich aktywnych uczestników[25].

[25] Na temat sprawiedliwego podziału wytwarzaną energią i możliwości partycypacyjnych udziałowców w świetle przepisów UE: B. Kupiec, *Energy sharing w świetle prawa Unii Europejskiej i spra-*

3.5. Technologie wspierające efektywność energetyczną

Brak rzeczywistego wpływu zdecentralizowanych podmiotów na mechanizmy zarządzania energią jest szczególnie widoczny w kontekście nowoczesnych rozwiązań technologicznych, takich jak wirtualne elektrownie. Są to systemy pozwalające na integrację lokalnych źródeł i magazynów energii w jeden dynamicznie zarządzany organizm[26]. Ich funkcjonowanie pozostaje jednakże uzależnione od centralnych struktur regulacyjnych i operatorów sieci. Umożliwiają one skoordynowane sterowanie rozproszonymi instalacjami, w tym farmami wiatrowymi, systemami fotowoltaicznymi, turbinami gazowymi czy bateryjnymi magazynami energii, co teoretycznie pozwala na większą elastyczność i optymalizację dostaw. Jednak podobnie jak w przypadku taryf dynamicznych, ich zarządzanie podlega regułom ustalanym przez podmioty dominujące na rynku, co ogranicza autonomię lokalnych społeczności w decydowaniu o własnych zasobach energetycznych[27].

---

wiedliwości energetycznej, „Internetowy Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny" 2024, nr 3, s. 62–65.

[26] A. Orłowska, *Generacja rozproszona a niezawodność*, „Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering" 2019, nr 98, s. 21.

[27] D. Bober, *Sterowanie popytem na energię elektryczną w sytuacjach niedoboru mocy-przegląd metod*, „Prace Instytutu Elektrotechniki" 2008, s. 50–54.

Wirtualne elektrownie operują na podstawie zaawansowanych systemów informatycznych, które zbierają i analizują dane dotyczące produkcji oraz konsumpcji energii w czasie rzeczywistym. Pozwala to na dynamiczne bilansowanie podaży i popytu, a także stabilizację pracy sieci w warunkach rosnącego udziału źródeł odnawialnych. Kluczową rolę w tych strukturach odgrywają magazyny energii, takie jak akumulatory litowo-jonowe, superkondensatory czy elektrownie szczytowo-pompowe, które umożliwiają przechowywanie nadwyżek i ich późniejsze wykorzystanie w okresach zwiększonego zapotrzebowania. Mimo tych technologicznych możliwości, lokalne podmioty nie mają pełnej kontroli nad sposobem wykorzystania tych zasobów – decyzje dotyczące ich integracji z siecią, a także zasad funkcjonowania, pozostają w gestii centralnych regulatorów i operatorów systemów elektroenergetycznych.

Chociaż wirtualne elektrownie stanowią istotny krok w kierunku efektywniejszego zarządzania energią, ich rozwój rodzi pytania o granice decentralizacji w sektorze elektroenergetycznym. Konieczność zapewnienia stabilności krajowego systemu wymaga koordynacji działań rozproszonych źródeł, lecz sposób, w jaki realizowana jest ta koordynacja, często wzmacnia istniejące hierarchie rynkowe, zamiast faktycznie otwierać przestrzeń dla nowych podmiotów. W efekcie, choć technologia ta może teoretycznie wspierać demokratyzację dostępu do zasobów, w praktyce jej wdraża-

nie odbywa się w ramach regulacyjnych, które nadal sprzyjają utrzymaniu dominacji dużych graczy rynkowych. Dlatego kluczowe znaczenie dla przyszłości tych systemów będzie miało nie tylko ich rozwój technologiczny, ale również zmiany w polityce regulacyjnej, które zdecydują o stopniu faktycznej autonomii zdecentralizowanych uczestników rynku[28].

W perspektywie dalszego rozwoju zdecentralizowanych systemów energetycznych należy poważnie wziąć pod uwagę czy konieczne nie staje się zatem ponowne przeanalizowanie zasad kształtowania taryf dynamicznych oraz wdrażanie mechanizmów umożliwiających większą elastyczność lokalnym podmiotom w zarządzaniu zasobami. Niezbędne wydaje się także doprecyzowanie regulacji prawnych w zakresie wdrażania technologii cyfrowych, tak aby społeczności lokalne mogły realnie korzystać z narzędzi umożliwiających optymalizację produkcji i konsumpcji. Brak tych działań może skutkować sytuacją, w której mikrogereacyjne modele energetyczne pozostaną jedynie koncepcją teoretyczną, ograniczoną przez strukturalne uwarunkowania rynku elektroenergetycznego i decyzje podejmowane przez centralnych operatorów[29].

---

[28] R. Szczerbowski, *Generacja rozproszona oraz sieci Smart Grid – wirtualne elektrownie*, „Polityka energetyczna" 2011, 14, s. 400–401.

[29] T. Skoczkowski, S. Bielecki, *Konieczność zapewnienia interesów odbiorców końcowych w procesie budowy sieci inteligentnych*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2015, nr 1, s. 88–94.

Dalsza ewolucja systemów zdecentralizowanej energetyki nie może ograniczać się wyłącznie do kwestii regulacyjnych. Choć dostosowanie ram prawnych jest kluczowe dla zapewnienia równowagi pomiędzy stabilnością sieci a autonomią lokalnych podmiotów, równie istotne pozostaje wdrażanie technologii umożliwiających zwiększenie efektywności zarządzania zasobami. Inteligentne liczniki, wspomniane już wcześniej jako narzędzie poprawiające monitoring zużycia, stanowią jedynie jeden z elementów większego ekosystemu rozwiązań, które mogą usprawnić bilansowanie podaży i popytu[30].

W tym kontekście coraz większą rolę odgrywają systemy umożliwiające dynamiczne dostosowanie konsumpcji do aktualnych warunków rynkowych. Optymalizacja zużycia nie może jednak ograniczać się jedynie do lepszego pomiaru i analizy danych – konieczne staje się wdrożenie rozwiązań, które pozwolą na automatyczne sterowanie poborem oraz skuteczne zarządzanie nadwyżkami. Technologie umożliwiające realizację tych celów obejmują m.in. inteligentne systemy zarządzania budynkami, innowacyjne metody magazynowania oraz algorytmy predykcyjne, które zwięk-

[30] K. Heller, *Zastosowanie rozwiązań teleinformatycznych w środowisku rozproszonych źródeł energii*, „Energetyka Rozproszona" 2021, s. 121.

szają elastyczność w dostosowywaniu zapotrzebowania do dostępności energii.

Podniesienie efektywności zdecentralizowanych systemów nie tylko wzmacnia ich ekonomiczną opłacalność, ale także zmniejsza zależność od zewnętrznych podmiotów zarządzających siecią. Rozwój metod automatycznej regulacji, integracja lokalnych instalacji z systemami predykcyjnymi oraz implementacja magazynów energii pozwalają na lepsze wykorzystanie odnawialnych źródeł i zwiększają niezawodność dostaw. W perspektywie długoterminowej te zmiany mogą wpłynąć nie tylko na stabilność infrastruktury elektroenergetycznej, ale również na sposób, w jaki lokalne społeczności uczestniczą w procesach zarządzania zasobami.

3.6. Monitoring zużycia energii na poziomie lokalnym

Skuteczne zarządzanie energią na poziomie małych jednostek terytorialnych wymaga precyzyjnego monitorowania jej zużycia, co pozwala na identyfikację wzorców konsumpcji oraz wykrywanie obszarów wymagających optymalizacji. Jak współczesne systemy pomiarowe, wykorzystujące rozbudowane sieci czujników i inteligentnych liczników, umożliwiają gromadzenie szczegółowych danych dotyczących wykorzystania zasobów w czasie rzeczywistym. Dopiero w połączeniu z algorytmami analizy predykcyjnej

pozwalają one na prognozowanie przyszłych potrzeb oraz minimalizację strat wynikających z nieefektywnego zarządzania przepływem energii. Odpowiednio skalibrowane mechanizmy kontroli dostosowują parametry pracy urządzeń do rzeczywistego zapotrzebowania, przyczyniając się tym samym do redukcji nadmiernych obciążeń i optymalizacji bilansu energetycznego[31].

Istotnym aspektem monitorowania konsumpcji jest nie tylko rejestrowanie wartości zużycia, ale także ich interpretacja w odniesieniu do zmieniających się warunków ekonomicznych i środowiskowych. Zaawansowane modele analityczne pozwalają na wykrywanie anomalii, takich jak nieplanowane skoki poboru, co umożliwia szybkie reagowanie na sytuacje awaryjne lub nadużycia[32]. Współpraca systemów monitorujących z rozwiązaniami automatyzującymi procesy dystrybucji energii pozwala również na dynamiczne zarządzanie jej przepływem w obrębie wspólnot lokalnych.

---

[31] P. Morkisz, M. Wiącek, I. Wochlik, *Wykorzystanie metod obliczeniowych i sztucznej inteligencji w bezpieczeństwie energetycznym*, „Wiedza Obronna" 2023, nr 2, https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-dd27c316-cad6-42f9-bae3-5a625cbbc348/c/morkisz_wykorzystanie_metod.pdf.

[32] K. Bednarek, *Wzrost bezpieczeństwa energetycznego poprzez zwiększanie niezawodności systemów zasilania energią elektryczną*, *Bezpieczeństwo energetyczne. Rynki surowców i energii – teraźniejszość i przyszłość*, red. P. Kwiatkiewicz, Poznań 2014, s. 85–102.

Dzięki temu możliwe jest nie tylko bardziej efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł, ale także lepsze dopasowanie produkcji do bieżących potrzeb odbiorców, co ogranicza konieczność interwencji zewnętrznych dostawców i wzmacnia lokalną niezależność[33].

Zastosowanie nowoczesnych technologii kontroli zużycia pozwala na stopniowe przejście od pasywnego odbioru energii do modelu aktywnego uczestnictwa użytkowników w kształtowaniu struktury poboru. Conditio sine qua non tego procesu pozostaje personalizacja profili konsumpcji. Pozwala ona uwzględnić zarówno indywidualne potrzeby, jak i dostępność zasobów. Ponadto umożliwia bardziej precyzyjne planowanie wykorzystania energii w skali mikroregionów. Wprowadzenie mechanizmów stwarzających szansę na elastyczne dostosowanie poziomu poboru do bieżących uwarunkowań rynkowych stanowi kluczowy element stabilizacji zdecentralizowanych systemów, umożliwiając jednocześnie użytkownikom końcowym większą kontrolę nad sposobem wykorzystania dostępnych zasobów[34].

---

[33] B. Mól, J. Bargiel, A. Halinka, P. Sowa, *Lokalne bezpieczeństwo energetyczne w kontekście nowych zagrożeń globalnych*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2022, nr 98, s. 287–288.

[34] M. Dechnik, S. Moskwa, *Smart House – inteligentny budynek – idea przyszłości*, „Organ" 2017, nr 9, s. 3–8.

3.7. Bilansowanie popytu i podaży

Zwiększenie przejrzystości i dostępności informacji dotyczących zużycia energii wpływa także na zachowania konsumentów, zachęcając ich do racjonalizacji poboru. Stworzenie mechanizmu samokontroli może uchodzić za najważniejszy element związany z racjonalizacja poboru energii. Sprzyjają temu publicznie dostępne dane o strukturze konsumpcji w określonych jednostkach terytorialnych, pozwalające na wdrażanie strategii edukacyjnych oraz promowanie postaw sprzyjających efektywności energetycznej. Świadoma konsumpcja, wspierana przez technologie umożliwiające bieżący dostęp do informacji, przekłada się na ograniczenie strat oraz poprawę stabilności dostaw, co ma kluczowe znaczenie w kontekście rosnącego udziału odnawialnych źródeł w systemach zdecentralizowanych[35].

Podejście partycypacyjne sprzyja skuteczniejszej synchronizacji podaży z rzeczywistym zapotrzebowaniem, eliminując nadmierne obciążenia infrastruktury przesyłowej i ograniczając konieczność kompensacji strat poprzez nadprodukcję. Współpraca mieszkańców, prosumentów oraz podmiotów administrujących siecią prowadzi do lepszego

[35] S. Słupik, *Świadomy konsument energii w województwie śląskim w świetle badań ankietowych*, „Studia Ekonomiczne" 2015, nr 232, s. 215–224.

dopasowania schematów zużycia do dostępności energii, co sprzyja bardziej efektywnemu wykorzystaniu odnawialnych źródeł. Odpowiednio ukierunkowane działania edukacyjne i kampanie informacyjne wspierają rozwój świadomości energetycznej, przekładając się na bardziej racjonalne korzystanie z zasobów[36].

Integracja systemów zarządzania energią z oddolnymi inicjatywami pozwala nie tylko na poprawę efektywności, ale także na większą elastyczność w kształtowaniu strategii zużycia. Lokalne programy bilansowania podaży i popytu, oparte na analizie danych i prognozach, umożliwiają wprowadzanie mechanizmów redukcji zużycia w okresach szczytowych oraz efektywne zagospodarowanie nadwyżek w momentach niskiego zapotrzebowania. Aktywna współpraca odbiorców z operatorami sieci umożliwia wprowadzenie dynamicznych modeli zarządzania, w których decyzje o zwiększeniu lub ograniczeniu poboru energii podejmowane są w oparciu o bieżące warunki rynkowe oraz stan infrastruktury. Działania te nie tylko stabilizują system elektroenergetyczny, ale także minimalizują koszty operacyjne związane z koniecznością interwencyjnego równoważenia obciążenia sieci[37].

---

[36] A. Pamula, *Zaangażowanie odbiorców z grupy gospodarstw domowych w zarządzanie popytem na energię*, Łódź 2013, s. 69.

[37] Nowoczesne metody predykcyjne popytu energii: T. Jasiński, A. Ścianowska, *Szeregi czasowe na rynku energii elektrycznej*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk

Długoterminowe korzyści wynikające z partycypacyjnego podejścia do gospodarki energetycznej obejmują nie tylko poprawę parametrów eksploatacyjnych infrastruktury, ale także rozwój kultury efektywnościowej wśród użytkowników. Włączenie społeczności w procesy planowania oraz wprowadzanie mechanizmów zachęcających do oszczędności – takich jak dynamiczne taryfy, programy kompensacyjne czy systemy premiujące redukcję zużycia – prowadzi do wykształcenia trwałych nawyków sprzyjających optymalnemu gospodarowaniu zasobami. Efektem tych działań jest nie tylko zmniejszenie strat, ale także wzrost stabilności zdecentralizowanych systemów, które stają się bardziej odporne na wahania rynkowe oraz zmienne warunki środowiskowe[38].

3.8. Optymalizacja lokalnych sieci energetycznych

Efektywne funkcjonowanie zdecentralizowanych systemów elektroenergetycznych wymaga zastosowania strategii umożliwiających optymalizację zarządzania przepływem energii w obrębie lokalnych sieci. Kluczowym aspektem tego procesu jest dostosowanie infrastruktury przesyłowej

Ekonomicznych i Zarządzania. Problemy współczesnej ekonomii" 2014, nr 2, s. 65–77.

[38] M. Mróz, T. Rodziewicz, *Inteligentna dystrybucja*, „Energetyka Rozproszona" 2023, s. 40.

do zmiennego charakteru produkcji i zużycia, co pozwala na minimalizację strat wynikających z nieefektywnej dystrybucji. Wdrażanie inteligentnych systemów sterowania ruchem energii umożliwia dynamiczne bilansowanie podaży i popytu, ograniczając przeciążenia i poprawiając stabilność całego systemu. Rozwój technologii umożliwiających precyzyjne dostosowanie mocy przesyłowej do rzeczywistych potrzeb odbiorców sprzyja zarówno zmniejszeniu kosztów operacyjnych, jak i zwiększeniu niezawodności dostaw.

Oprócz integracji zaawansowanych systemów pomiarowych i zarządzania, istotnym elementem optymalizacji jest wykorzystanie lokalnych źródeł wytwórczych w sposób dostosowany do charakterystyki odbiorców. Zastosowanie algorytmów analizy predykcyjnej pozwala na lepsze prognozowanie zapotrzebowania oraz precyzyjne sterowanie dostępnymi zasobami, co redukuje konieczność importu energii z systemu krajowego. Współpraca pomiędzy prosumentami, operatorami sieci dystrybucyjnych oraz jednostkami samorządu terytorialnego umożliwia tworzenie spójnych modeli zarządzania, w których energia produkowana w określonych godzinach może być efektywnie wykorzystywana przez lokalnych odbiorców, eliminując tym samym straty wynikające z nieoptymalnego przesyłu[39].

[39] J. Popczyk, *Trzy fale elektroprosumeryzmu*, „Energetyka" 2020, nr 7, s. 319.

W społecznościach opartych na mikrogeneracji, gdzie energia produkowana jest w niewielkich, rozproszonych źródłach, kluczowym wyzwaniem pozostaje zapewnienie stabilności dostaw oraz maksymalizacja wykorzystania wytworzonych zasobów. Tradycyjne systemy energetyczne opierały się na modelu scentralizowanego przesyłu, w którym nadwyżki były kompensowane w ramach krajowej sieci. W przypadku zdecentralizowanych struktur, brak odpowiednich mechanizmów równoważenia podaży i popytu może prowadzić do strat lub konieczności oddawania nadmiaru energii po niekorzystnych stawkach. Magazynowanie staje się zatem kluczowym narzędziem poprawy efektywności, umożliwiającym zatrzymanie nadwyżek produkcyjnych i ich wykorzystanie w okresach wzmożonego zapotrzebowania[40].

3.9. Magazynowanie energii jako narzędzie zwiększania efektywności

Problem nadwyżek energii w systemach zdecentralizowanych, szczególnie tych opartych na odnawialnych źródłach, stanowi jedno z kluczowych wyzwań dla efektywnego bilansowania podaży i popytu. W państwach o wysokim

[40] K. Herlender, *Magazynowanie energii w systemach generacji rozproszonej*, „Wiadomości Elektrotechniczne" 2012, nr 9, s. 6–8.

stopniu wykorzystania fotowoltaiki, zwłaszcza w miesiącach letnich, w południe dochodzi do znacznych nadwyżek produkcji energii, których system elektroenergetyczny nie jest w stanie w całości skonsumować. Paradoksalnie, w godzinach wieczornych, gdy zapotrzebowanie na energię wzrasta – zwłaszcza w gospodarstwach domowych – zasoby pochodzące ze słońca nie są już dostępne. Podobne zjawisko dotyczy elektrowni wiatrowych, które generują energię w sposób nieregularny, a w pewnych okresach mogą dostarczać więcej, niż jest to potrzebne w danym momencie. Brak odpowiednich mechanizmów umożliwiających efektywne wykorzystanie tych nadwyżek prowadzi do ich utraty lub konieczności oddawania do sieci na niekorzystnych warunkach finansowych[41].

Tradycyjnie magazynowanie energii kojarzone jest przede wszystkim z technologiami chemicznymi, takimi jak baterie

[41] R. Szczerbowski, *Mikrogeneracja ciepła i energii elektrycznej w lokalnych systemach zasilania*, XIII Sympozjum Oddziału Poznańskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich „Współczesne urządzenia oraz usługi elektroenergetyczne, telekomunikacyjne i informatyczne– sieci i instalacje elektryczne–klasyczne i inteligentne", Poznań 2010, https://www.researchgate.net/profile/Radoslaw-Szczerbowski/publication/267805004_Mikrogeneracja_ciepla_i_energii_elektrycznej_w_lokalnych_systemach_zasilania/links/56deaec208aeb8b66f95f4a6/Mikrogeneracja-ciepla-i-energii-elektrycznej-w-lokalnych-systemach-zasilania.pdf.

litowo-jonowe czy akumulatory przepływowe. Chociaż ich rozwój odgrywa istotną rolę w stabilizacji systemów zdecentralizowanych, nie powinno się ich traktować jako jedynego sposobu buforowania nadwyżek. Współczesne podejście do gospodarki energetycznej skłania się ku bardziej kompleksowym rozwiązaniom, w których magazynem może być nie tylko sam system elektroenergetyczny, ale również inne zasoby odnawialne. Przykładem jest wykorzystanie sprężonego powietrza (Compressed Air Energy Storage – CAES), gdzie nadmiar energii elektrycznej jest przekształcany w energię mechaniczną poprzez kompresję gazu, który następnie może zostać uwolniony w odpowiednim momencie i wykorzystany do generowania energii.

Innym innowacyjnym podejściem jest magazynowanie nadwyżek poprzez ich wykorzystanie do podgrzewania biomasy w biogazowniach. Energia elektryczna uzyskana w szczytowych momentach produkcji może być kierowana do podtrzymania procesów fermentacyjnych, zwiększając efektywność konwersji substratów organicznych w biogaz. Dzięki temu w godzinach wieczornych, gdy zapotrzebowanie na energię wzrasta, biogazownie mogą generować większą ilość prądu i ciepła, stabilizując system i niwelując deficyt związany z brakiem produkcji ze źródeł słonecznych.

Zastosowanie alternatywnych metod magazynowania, które nie ograniczają się jedynie do akumulatorów, otwiera nowe perspektywy dla społeczności energetycznych i zde-

centralizowanych struktur. Włączenie do bilansowania nie tylko tradycyjnych technologii, ale także zasobów w postaci energii cieplnej, mechanicznej czy chemicznej pozwala na bardziej elastyczne zarządzanie podażą i popytem. Odchodząc od konwencjonalnego rozumienia magazynowania jako wyłącznie procesu przechowywania energii elektrycznej, społeczności mogą efektywniej wykorzystywać dostępne zasoby i minimalizować straty wynikające z nierównomierności generacji. W przyszłości rozwój systemów integrujących różne formy magazynowania stanie się kluczowym elementem zapewnienia stabilności energetycznej w modelu zdecentralizowanym[42].

Współczesne technologie magazynowania pozwalają na znaczącą poprawę autonomii społeczności energetycznych, redukując ich zależność od zewnętrznych dostawców. Systemy akumulacji oparte na bateriach litowo-jonowych, przepływowych czy wodorowych umożliwiają elastyczne zarządzanie zasobami, a ich integracja z inteligentnymi mechanizmami sterowania pozwala na optymalne wykorzystywanie dostępnej energii. Współdzielone magazyny mogą dodatkowo sprzyjać lokalnej współpracy, pozwalając na efektywniejsze bilansowanie produkcji pomiędzy pro-

[42] P. Kwiatkiewicz, *Wyzwania polityki energetycznej a sektor paliwowy. Świat i Polska: oczekiwania i prognozy*, Poznań 2025, s. 194–195.

sumentami, co prowadzi do stabilizacji mikroregionalnych sieci i minimalizacji kosztów[43].

3.10. Koszty a efektywność projektów energetyki rozproszonej

Efektywne wdrażanie technologii przechowywania nie tylko poprawia sprawność systemu, ale także wzmacnia ekonomiczne podstawy społeczności energetycznych. Odpowiednie modele zarządzania umożliwiają sprzedaż nadwyżek w korzystniejszych warunkach rynkowych, a także minimalizację strat związanych z niepełnym wykorzystaniem lokalnych zasobów. W rezultacie, magazynowanie staje się nie tylko narzędziem stabilizacyjnym, ale także czynnikiem zwiększającym konkurencyjność zdecentralizowanych systemów w stosunku do tradycyjnych struktur elektroenergetycznych, otwierając nowe perspektywy dla rozwoju mikrogeneracyjnych wspólnot energetycznych[44].

Efektywność zdecentralizowanych systemów elektroenergetycznych nie zależy wyłącznie od technologii optymali-

---

[43] P. Kwiatkiewicz, M. Żak, *Elektroenergetyka w Polsce. Między bezpieczeństwem, gospodarką, środowiskiem a społeczeństwem – polityka równowagi,* Poznań 2025.

[44] Ibidem.

zujących przesył i magazynowanie energii, ale również od współpracy różnych podmiotów działających w obrębie danej struktury. Jest to w istocie kluczowa okoliczność związane z optymalizacją pracy systemu. Budowanie synergii między lokalnymi aktorami, takimi jak samorządy, prosumenci, operatorzy sieci dystrybucyjnych oraz przedsiębiorstwa energetyczne, umożliwia bardziej zintegrowane zarządzanie zasobami oraz skuteczniejsze dostosowanie produkcji do rzeczywistych potrzeb odbiorców[45]. Wspólna koordynacja działań pozwala na eliminację barier organizacyjnych oraz lepsze wykorzystanie istniejącej infrastruktury, co prowadzi do zwiększenia efektywności i ograniczenia strat wynikających z nieskoordynowanego zarządzania energią[46].

3.11. Budowanie synergii między lokalnymi aktorami

Kluczowym elementem synergicznego podejścia do gospodarki energetycznej jest wypracowanie mechanizmów współpracy, które umożliwią płynny przepływ informacji oraz skuteczne reagowanie na zmieniające się warunki

[45] A. Włodarczyk-Gębik, A. Urszula Woźniak, K. Miodoński, *Ku zrównoważonej przyszłości: współpraca biznesu i administracji*, „Energetyka Rozproszona" 2024, nr 11, s. 43–45.

[46] G. Borys, *System wsparcia energetyki prosumenckiej w Polsce*, „Studia Ekonomiczne" 2014, nr 198, s. 35–43.

rynkowe i technologiczne. Odpowiednia wymiana danych między podmiotami zaangażowanymi w lokalne systemy energetyczne pozwala na lepsze prognozowanie zapotrzebowania, optymalne zarządzanie magazynowaniem oraz bardziej efektywne wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Jednocześnie, koordynacja działań w skali regionalnej może przyczynić się do rozwoju innowacyjnych modeli zarządzania, w których integracja różnych aktorów tworzy stabilne i odporne na wahania rynkowe struktury[47].

W dłuższej perspektywie budowanie synergii między lokalnymi uczestnikami rynku energetycznego może doprowadzić do powstania nowych form organizacyjnych, takich jak wspólnoty energetyczne czy lokalne klastry współdziałania. Struktury te, bazując na wzajemnym uzupełnianiu się kompetencji i zasobów, umożliwiają rozwój zdecentralizowanych modeli dostaw oraz większą odporność na zewnętrzne czynniki destabilizujące. Włączenie szerokiego grona interesariuszy w procesy decyzyjne sprzyja również demokratyzacji zarządzania energią, czyniąc lokalne społeczności nie tylko odbiorcami, ale także aktywnymi uczestnikami kształtowania rynku energetycznego.

Doświadczenia z wdrażania zdecentralizowanych projektów energetycznych wskazują, że skuteczna poprawa

[47] K. Wawrzyniak, S. Walkowiak, R. Cetnarski, *Elastyczność w sieci OSD jako kluczowy komponent transformacji energetycznej*, „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 75–90.

efektywności wymaga integracji innowacyjnych technologii z lokalnymi strategiami zarządzania. Istotną rolę w tym procesie odgrywają rozwiązania oparte na optymalizacji rozproszonego zarządzania energią oraz wykorzystaniu wspólnych zasobów magazynowych. Badania nad modelami optymalizacji odporności energetycznej w społecznościach lokalnych wskazują, że zastosowanie zdecentralizowanego podejścia pozwala na poprawę stabilności i efektywności dostaw. Modele te umożliwiają dynamiczne bilansowanie przepływów energii, uwzględniając lokalne warunki sieciowe oraz prognozowane zapotrzebowanie[48].

Równocześnie znaczący wpływ na efektywność społeczności energetycznych mają rozwiązania związane z nowoczesnymi metodami rozliczeń i zarządzania przepływami energii. Przykładem jest przytaczane już zastosowanie technologii blockchain w rozliczeniach i handlu energią w inteligentnych sieciach, co pozwala na eliminację pośredników i zwiększenie przejrzystości procesów transakcyjnych[49].

---

[48] E. Mokaramiana, V. Calderaroa, V. Galdia, G. Grabera, L. Ippolitoa, P. Sianob, *Sustainable Local Energy Communities: The Role of Peer-to-Peer Trading, EVs, and RECs on Social Welfare and Emissions*, https://ssrn.com/abstract=5069036; http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5069036.

[49] K. Rafał, W. Radziszewska, P. Król, G. Bazior, P. Grabowski, *Model funkcjonowania energetyki rozproszonej w oparciu o blockchain i systemy zarządzania energią*, „Nowa Energia" 2021, nr 3, s. 36–40.

Analiza wdrożonych projektów wskazuje, że kluczowym warunkiem sukcesu jest dostosowanie strategii zarządzania do lokalnych uwarunkowań oraz stworzenie spójnych modeli współpracy między uczestnikami rynku. Wspólne magazyny energii oraz rozproszone systemy bilansowania znacząco podnoszą efektywność wykorzystania odnawialnych źródeł, redukując jednocześnie straty wynikające z niestabilnej podaży. Ponadto, wdrożenie technologii umożliwiających dynamiczne sterowanie zużyciem oraz inteligentne algorytmy analizy predykcyjnej pozwala na lepsze dopasowanie produkcji do rzeczywistych potrzeb odbiorców.

W celu dalszego zwiększenia efektywności systemów zdecentralizowanych zaleca się rozwój regulacji prawnych wspierających organizację lokalnych społeczności energetycznych oraz uproszczenie procedur związanych z tworzeniem klastrów energetycznych. Istotne jest także wdrażanie systemów zarządzania opartych na modelach partycypacyjnych, umożliwiających aktywny udział odbiorców w procesach decyzyjnych dotyczących struktury rynku energii. Dalsza integracja narzędzi cyfrowych, takich jak blockchain czy inteligentne systemy predykcji, pozwoli na jeszcze bardziej efektywne wykorzystanie lokalnych zasobów, zwiększając tym samym niezależność energetyczną wspólnot oraz ich odporność na zewnętrzne czynniki destabilizujące.

Rozdział 4

Przyszłość energetyki rozproszonej w kontekście integracji społecznej

4.1. Wizje przyszłości energetyki rozproszonej

Wizja przyszłości rozproszonego systemu energetycznego oprzeć należałby na wielowektorowym podejściu do produkcji oraz zarządzania energią, zakładającym dominację hybrydowych układów łączących źródła odnawialne różnego typu. Kluczowym elementem takiego modelu pozostaje synergia między instalacjami fotowoltaicznymi, turbinami wiatrowymi a technologiami wykorzystującymi biomasę, umożliwiająca zwiększenie efektywności i stabilności dostaw. Integracja różnorodnych źródeł pozwala zminimalizować zmienność charakterystyczną dla pojedynczych technologii, gwarantując większą przewidywalność produkcji niezależnie od warunków atmosferycznych czy sezonowych fluktuacji dostępności surowców biologicznych[1].

[1] M. Kurtyka, *Jaka jest przyszłość energetyki rozproszonej?* „Energetyka Rozproszona" 2023, s. 7–11.

Centralnym zagadnieniem determinującym przyszłość integracji społeczności lokalnych w ramach polityki energetyki rozproszonej pozostaje efektywne magazynowanie energii. Wprawdzie współczesne rozwiązania technologiczne dotyczące przechowywania energii – szczegółowo przedstawione w poprzednich rozdziałach – charakteryzują się coraz wyższą sprawnością oraz niższymi kosztami implementacji, jednak znaczenie magazynowania w długofalowej perspektywie wykracza poza ramy czysto ekonomiczne czy technologiczne. Staje się ono fundamentem nowego modelu współpracy oraz wspólnego zarządzania zasobami energetycznymi na poziomie lokalnym i regionalnym, prowadząc do zwiększonej efektywności wykorzystania rozproszonych źródeł energii[2].

W przyszłości rola technologii magazynowania energii będzie polegać nie tylko na technicznym bilansowaniu lokalnych systemów energetycznych, ale również na integracji społeczności lokalnych w szerszą strukturę energetyczną kraju. Zastosowanie inteligentnych sieci (smart grids) oraz rozwiązań opartych na zaawansowanej analityce danych umożliwi aktywne włączenie lokalnych społeczności w procesy decyzyjne, pozwalając na dynamiczne zarządzanie nadwyżkami energii i optymalne jej wykorzystanie zgodne

[2] A. Dyląg, A. Kassenberg, W. Szymalski, *Energetyka obywatelska w Polsce – analiza stanu i rekomendacje do rozwoju*, Warszawa 2019, s. 19.

z potrzebami poszczególnych społeczności. W efekcie, wspólnoty lokalne przestaną być wyłącznie biernymi odbiorcami energii, stając się aktywnymi uczestnikami polityki energetycznej, współtworzącymi efektywny system energetyki rozproszonej[3].

Istotnym kierunkiem przyszłego rozwoju będą również alternatywne technologie magazynowania – takie jak ogniwa wodorowe, superkondensatory, czy magazyny ciepła. Umożliwią one wielowymiarową integrację sektorową, łącząc różne nośniki energii w spójne lokalne ekosystemy energetyczne. Dzięki temu możliwe będzie realizowanie wizji całkowitej lub częściowej autonomii energetycznej lokalnych społeczności, wzmacniając ich samowystarczalność oraz pozycję negocjacyjną wobec dużych operatorów sieciowych[4].

W konsekwencji magazynowanie energii należy traktować jako kluczowy element transformacji polityki energetycznej, wspierającej proces budowania podmiotowości społeczności lokalnych i zwiększającej ich rolę w osiąganiu ogólnokrajowych celów związanych z efektywnością energetyki rozproszonej.

---

[3] T. Skoczkowski, *Smart city – nowy element lokalnej polityki energetycznej*, Ogólnopolska Konferencja „Energia dla inteligentnych miast – smart grid lokalnie i w regionach" 24 czerwca 2010, https://www.academia.edu/download/97127615/02Smartcity-nowyelementlokalnejpolitykienergetycznej.pdf.

[4] P. Kwiatkiewicz, M. Żak, op. cit.

Należy jednak zaznaczyć, iż jednym z głównych hamulców dla rozwoju tego typu modeli pozostaje ingerencja państwowych koncernów energetycznych oraz struktur regulacyjnych. Monopolistyczne praktyki, wspierane przez polityczne interesy centralnych władz, utrudniają implementację nowych inicjatyw lokalnych, często blokując dostęp do infrastruktury przesyłowej bądź nakładając restrykcje administracyjne, które skutecznie zniechęcają inwestorów prywatnych oraz obywateli. W opozycji do tych barier, rozproszona energetyka jawi się jako narzędzie obywatelskiego zaangażowania, umożliwiające przejęcie kontroli nad lokalnym bezpieczeństwem energetycznym przez społeczności[5].

Warto przy tym zauważyć, że argumentacja na rzecz promowania energetyki rozproszonej zyskuje szczególne znaczenie w kontekście kwestii bezpieczeństwa narodowego i obronności. W dobie niepewności geopolitycznej oraz zagrożeń wynikających z cyberataków na scentralizowane sieci, rozdrobnione źródła energii, funkcjonujące autonomicznie lub w niewielkich, wzajemnie powiązanych klastrach, znacząco podnoszą odporność systemu jako całości[6]. Redukcja

---

[5] P. Wieczorek, *Bezpieczeństwo energetyczne społeczności lokalnej*, „Polityka i Społeczeństwo" 2017, nr 02, s. 82–103.

[6] M. Kurtyka, *Energetyka rozproszona jako element uniezależniania Polski od zewnętrznych wstrząsów*, „Energetyka Rozproszona" 2022, nr 8, s. 41–47.

ryzyka sabotażu infrastruktury krytycznej stanowi istotny pretekst do wdrażania tego typu rozwiązań, mogący znaleźć odzwierciedlenie w strategiach państwowych nakierowanych na budowanie odporności energetycznej[7].

Równolegle obserwujemy dynamiczny spadek kosztów inwestycji w odnawialne źródła energii oraz magazyny energii, co przekłada się na wzrost opłacalności instalacji podejmowanych oddolnie. Ekonomiczna dostępność technologii staje się głównym motorem napędowym transformacji, a wraz z nią pojawia się coraz silniejsza rola off-gridowych systemów, uniezależniających użytkowników od centralnych dostawców. Zmienia się tym samym nie tylko architektura systemów elektroenergetycznych, ale również układ sił społeczno-politycznych, w których decydujące znaczenie zaczynają odgrywać aktywność obywateli i lokalnych wspólnot.

4.2. Scenariusze rozwoju energetyki lokalnej

Jednym z kluczowych scenariuszy przyszłego kształtowania lokalnych ekosystemów energetycznych jest budowanie wspólnych, sąsiedzkich jednostek wytwórczych. Tego rodzaju

[7] P. Kwiatkiewicz, *Proobywatelski wymiar energetyki rozproszonej – casus fotowoltaiki*, Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie" 2017, nr 104, s. 319–321.

inicjatywy prowadzą do powstania struktur hybrydowych, wykorzystujących jednocześnie różnorodne technologie odnawialne, np. panele fotowoltaiczne, mikroturbiny wiatrowe czy biogazownie. Dzięki dywersyfikacji źródeł i kooperacji sąsiadujących ze sobą gospodarstw domowych lub grup mieszkańców, powstają układy wieloźródłowe, które efektywnie bilansują potrzeby energetyczne społeczności. Rozwiązania takie sprzyjają także zwiększeniu stabilności lokalnych sieci oraz zmniejszeniu wrażliwości na przerwy w dostawach energii[8].

Kolejnym ważnym kierunkiem rozpatrywania lokalnych strategii energetycznych jest koncepcja uwspólnotowienia infrastruktury magazynowej. W przyszłości pojedyncze gospodarstwa nie będą musiały samodzielnie inwestować w kosztowne systemy przechowywania energii, gdyż te zasoby mogą zostać współdzielone na zasadzie spółdzielczej lub sąsiedzkiej. Taka forma współpracy znacząco zmniejszy koszty inwestycyjne dla poszczególnych użytkowników, a także pozwoli efektywniej wykorzystywać zgromadzoną energię. Jednocześnie, poprzez wspólne zarządzanie magazynami energii, mieszkańcy zyskają możliwość elastycznego reagowania na zmieniające się warunki zapotrzebowania

[8] R. Szczerbowski, *Generacja rozproszona oraz sieci Smart Grid – wirtualne elektrownie*, „Polityka energetyczna" 2011, nr 14, s. 391–404.

i produkcji, co sprzyjać będzie powstawaniu aktywnych lokalnych społeczności energetycznych[9].

W perspektywie długoterminowej scenariusze rozwoju lokalnych systemów energetycznych powinny zakładać stopniowe uniezależnianie społeczności sąsiedzkich od zewnętrznych źródeł dostaw energii. Takie podejście oznacza stopniowe tworzenie lokalnych centrów zarządzania i dystrybucji energii, które będą integrowały różnorodne zasoby energetyczne, zarządzały nadwyżkami, optymalizowały konsumpcję i umożliwiały wzajemne rozliczenia. Dzięki inteligentnym systemom pomiarowym, lokalne grupy mieszkańców mogłyby monitorować efektywność własnych zasobów, świadomie uczestnicząc w ich optymalizacji. Ostatecznym efektem tego procesu będzie powstanie rozproszonych, lecz silnie skonsolidowanych wspólnot energetycznych, mających wpływ nie tylko na swoją efektywność energetyczną, ale również na lokalne polityki publiczne w obszarze energetyki[10].

---

[9] M. Szyrski, *Ruch spółdzielczy w energetyce. Nowe trendy w energetyce lokalnej*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny" 2021, nr 3, s. 194–195.

[10] Propozycja taką może być mikrosieć społecznościowa z wewnętrznym rynkiem lokalnym, umożliwiającą członkom społeczności wymianę energii i usług bez pośrednictwa publicznej sieci elektroenergetycznej. Podejście może prowadzić do znacznych oszczędności kosztów oraz zwiększenia autonomii energetycznej społeczności.

Przyszłościowe koncepcje powinny uwzględniać nie tylko integrację technologiczną, ale również sektorową. Szczególnie obiecujące jest w tym kontekście zagospodarowanie lokalnych źródeł biomasy czy odpadów organicznych poprzez uruchomienie wspólnotowych instalacji biogazowych. Rozwiązania te mogą stanowić stabilne źródło energii elektrycznej i cieplnej, przyczyniając się do zasilania infrastruktury komunalnej – na przykład lokalnych oczyszczalni ścieków, stacji uzdatniania wody, przepompowni czy innych strategicznych obiektów gminnych. Tak zaplanowane systemy integrują zasoby lokalne, przynosząc korzyści nie tylko ekonomiczne, ale także ekologiczne i społeczne, dodatkowo umacniając poczucie wspólnej odpowiedzialności mieszkańców za stan środowiska naturalnego[11].

Istotnym krokiem w kierunku pełnego wykorzystania potencjału energetyki rozproszonej jest stworzenie lokalnych ekosystemów energetycznych opartych na współdzieleniu energii (ang. energy sharing). W tym modelu energia wyprodukowana przez instalacje prosumentów – zarówno

---

Szeroko na przykładzie: B. Cornélusse, I. Savelli, S. Paoletti, A. Giannitrapani, A. Vicino, *A community microgrid architecture with an internal local market*, „Applied Energy" 2019, nr 242, s. 549–555.

[11] B.Baran, E. Szostak, *Proces konwergencji w zakresie emisyjności i odnawialnych źródeł energii w Unii Europejskiej*, Wrocław 2022, s. 181, https://dbc.wroc.pl/Content/120014/Baran_Szostak_Proces_konwergencji_w_zakresie.pdf.

gospodarstw domowych, jak i małych przedsiębiorstw – może być bezpośrednio przekazywana innym członkom lokalnej społeczności. Rozwiązanie to minimalizuje straty przesyłowe, zmniejsza koszty użytkowania sieci przesyłowych oraz maksymalizuje efektywność zużycia lokalnie wyprodukowanej energii. Dodatkowo takie podejście pozwala na stworzenie lokalnych systemów rozliczeniowych, opartych o własną walutę energetyczną lub inne formy wspólnotowej wzajemności, co dodatkowo wzmacnia integrację społeczną[12].

Scenariusze rozwoju powinny także uwzględniać rosnącą rolę elektromobilności na poziomie lokalnym. Stacje ładowania pojazdów elektrycznych, których zasilanie pochodzi z lokalnych źródeł odnawialnych i współdzielonych magazynów energii, mogłyby stać się częścią sieci infrastruktury lokalnej, podnosząc jakość życia mieszkańców. Energia zgromadzona w bateriach pojazdów może w przyszłości dodatkowo wspierać stabilność sieci w momentach szczytowego zapotrzebowania, realizując ideę pojazdów jako mobilnych magazynów energii (ang. *vehicle-to-grid*)[13].

---

[12] T. Pakulski, *Działanie europejskiego rynku energii i rezerw mocy w kontekście rozwiązań proponowanych przez ENTSO-E*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej" 2017, s. 20–21.

[13] P. Rzepka, M. Sołtysik, M. Szablicki, *Energy cloud – a new service for prosumers*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polskiej Akademii Nauk" 2017, nr 98, s. 179.

Jak już wspomniano, rozwój energetyki lokalnej może także przyczynić się do wzmocnienia odporności infrastruktury krytycznej. Mikroinstalacje wyposażone w indywidualne lub sąsiedzkie magazyny energii mogą zapewnić bezpieczeństwo energetyczne obiektom użyteczności publicznej – szkołom, ośrodkom zdrowia, placówkom ratunkowym oraz świetlicom wiejskim – gwarantując ciągłość ich działania nawet w sytuacjach awaryjnych. Takie podejście znacząco zwiększa bezpieczeństwo mieszkańców, a także wpływa na pozytywne postrzeganie i społeczną akceptację technologii rozproszonej produkcji energii[14].

W długookresowej perspektywie energetyka lokalna, oparta na integracji sektorowej i technologicznej, pozwoli na stworzenie efektywnych i samowystarczalnych wspólnot, zdolnych nie tylko zaspokajać swoje podstawowe potrzeby energetyczne, ale także aktywnie współkształtować lokalną politykę publiczną, rozwijając przy tym innowacyjne i zrównoważone rozwiązania w obszarze gospodarki energetycznej[15].

---

[14] J. Buriak, *Planowanie rozwoju lokalnych systemów energetycznych z uwzględnieniem wymagań efektywności energetycznej*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej" 2012, nr 31, s. 189–190.

[15] F. Kuźnik, B. Szczupak, *Nowa energetyka jako wehikuł rozwoju terytorialnego*, „Studia komitetu przestrzennego zagospodarowania kraju PAN" 2017, nr 177, s. 145–157.

4.3. Rola sztucznej inteligencji w przyszłych projektach energetycznych

Postęp technologiczny oraz dynamiczne zmiany zachodzące w sektorze nowych technologii otwierają przed energetyką rozproszoną zupełnie nowe ścieżki rozwoju. Transformacja, jakiej podlega współczesna gospodarka energetyczna, coraz częściej bazuje na innowacyjnych rozwiązaniach cyfrowych, których celem jest zarówno zwiększenie efektywności systemów, jak i aktywne włączenie społeczności lokalnych w procesy zarządzania zasobami. Wśród tych technologii szczególne miejsce zajmuje sztuczna inteligencja, która stopniowo przestaje być jedynie narzędziem wspomagającym, a staje się integralnym elementem kształtującym przyszłość sektora energetycznego[16].

Zastosowanie rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji w projektach rozproszonej produkcji i dystrybucji energii może radykalnie zmienić sposób, w jaki społeczności lokalne funkcjonują jako uczestnicy transformacji energetycznej[17]. Dzięki zdolności przetwarzania ogromnych ilości danych w czasie rzeczywistym, systemy oparte na algorytmach

---

[16] A. Ściążko, *Zastosowanie metod sztucznej inteligencji w energetyce*, „Pomiary Automatyka Robotyka" 2011, nr 15, s. 53–54.

[17] K. Heller, *Zastosowanie rozwiązań teleinformatycznych w środowisku rozproszonych źródeł energii*, „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5, s.124–125.

uczenia maszynowego są w stanie precyzyjnie analizować zmienne parametry dotyczące zarówno podaży, jak i popytu na energię. Pozwala to na bardziej świadome i elastyczne gospodarowanie lokalnymi zasobami energetycznymi, eliminując nadwyżki oraz minimalizując straty. W efekcie mieszkańcy stają się aktywnymi podmiotami współzarządzającymi systemem, nie tylko jako konsumenci, ale także jako decydenci współodpowiedzialni za bilansowanie lokalnej sieci energetycznej.

Z punktu widzenia integracji społecznej, szczególnie interesujący wydaje się potencjał sztucznej inteligencji w zakresie wspomagania procesów decyzyjnych w ramach wspólnot energetycznych. Algorytmy oparte na wielokryterialnej analizie danych mogą skutecznie rozstrzygać spory dotyczące rozdziału wyprodukowanej energii, optymalizacji inwestycji w nowe źródła czy też zarządzania wspólnymi magazynami energii. Co istotne, takie rozwiązania nie tylko zwiększają przejrzystość podejmowanych decyzji, lecz również wzmacniają zaufanie między uczestnikami wspólnoty, ograniczając ryzyko wystąpienia konfliktów interesów[18].

Warto również podkreślić, iż sztuczna inteligencja może odegrać istotną rolę w budowaniu świadomości energetycznej mieszkańców. Personalizowane platformy edukacyjne

[18] Z. Wysokińska, *Czy gospodarka cyfrowa pomoże zmniejszyć presję na środowisko naturalne?* Łodź 2022, s. 156.

oparte na zaawansowanych modelach rekomendacyjnych będą mogły dostarczać użytkownikom indywidualnych wskazówek dotyczących racjonalnego gospodarowania energią, dostosowanych do ich potrzeb i możliwości. W ten sposób możliwe stanie się nie tylko zwiększenie efektywności lokalnych systemów energetycznych, ale także rozwijanie kompetencji społeczności w zakresie zrównoważonego korzystania z dostępnych zasobów.

Nie sposób pominąć również potencjału SI w zakresie prewencji i zarządzania kryzysowego. Systemy predykcyjne, bazujące na analizie zmiennych środowiskowych i infrastrukturalnych, pozwolą przewidywać zagrożenia takie jak awarie sieci, przeciążenia czy ekstremalne zjawiska pogodowe. Możliwość błyskawicznego reagowania na pojawiające się nieprawidłowości nie tylko ograniczy ryzyko przerw w dostawach energii, ale również zwiększy odporność wspólnot na skutki kryzysów klimatycznych i gospodarczych[19].

Z drugiej strony, nie można pominąć refleksji dotyczącej potencjalnych zagrożeń związanych z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w energetyce rozproszonej. Automatyzacja procesów zarządzania wiąże się z koniecznością zapewnienia wysokiego poziomu cyberbezpieczeństwa oraz

---

[19] I. Oleksiewicz, *Cyberbezpieczeństwo i sztuczna inteligencja w sektorze energetycznym UE*, „Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego" 2020, nr 14, s. 226–232.

transparentności działania algorytmów. Istotne jest także zagwarantowanie, że wdrażane rozwiązania nie będą sprzyjać wykluczeniu cyfrowemu, lecz będą dostępne i zrozumiałe dla wszystkich członków wspólnot energetycznych, niezależnie od ich poziomu kompetencji technologicznych[20].

4.4. Decentralizacja a globalne wyzwania energetyczne

W kontekście postępującej decentralizacji sektora energetycznego nie sposób pominąć relacji, jakie zachodzą pomiędzy lokalnymi inicjatywami a globalnymi wyzwaniami w obszarze bezpieczeństwa energetycznego i polityki klimatycznej. Modele oparte na rozproszonych źródłach energii, choć zorientowane na potrzeby wspólnot lokalnych, coraz częściej stają się odpowiedzią na wyzwania o wymiarze transnarodowym. Lokalne wspólnoty, podejmując działania w zakresie autonomicznej produkcji energii, nie funkcjonują w próżni – ich decyzje oraz przyjęte rozwiązania technologiczne mają bezpośredni wpływ na stabilność makrosystemów energetycznych oraz globalne bilanse emisji gazów cieplarnianych. Z tej perspektywy decentralizacja nie jest

[20] D. Kurek, A. Urbaniak, *Systemy wsparcia decyzji operatora bloku. Zastosowanie metod deterministycznych i nowoczesnych algorytmów AI*, „Nowa Energia" 2019, nr 5–6, s. 19–21.

wyłącznie procesem o wymiarze wewnętrznym, ograniczonym do granic jednej społeczności, lecz elementem większej układanki, której kształt ma znaczenie dla realizacji międzynarodowych zobowiązań w zakresie ochrony klimatu[21].

Złożoność globalnych wyzwań energetycznych – takich jak niestabilność geopolityczna, zmienność cen surowców czy pogłębiające się skutki zmian klimatycznych – sprawia, że inicjatywy lokalne powinny być projektowane z uwzględnieniem wielopoziomowego wymiaru ich oddziaływania. Wspólnoty energetyczne, korzystając z rozproszonych źródeł, mogą znacząco przyczynić się do zwiększenia odporności całych państw na kryzysy energetyczne, a jednocześnie stawać się nośnikiem nowych modeli konsumpcji i produkcji opartych na zasadach zrównoważonego rozwoju. To właśnie ich elastyczność i zdolność do adaptacji mogą w przyszłości przesądzać o zdolności państw do wypełniania zobowiązań wynikających z porozumień międzynarodowych, takich jak cele wyznaczone przez Agendę 2030 czy Porozumienie Paryskie[22].

---

[21] J. Mizgajski, A. Mizgajski, *Globalne, europejskie i polskie dylematy polityki rozwoju wobec zmian klimatu – próba usystematyzowania*, „Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna" 2022, nr 58, s. 85.

[22] W. Ehrenhalt, *Kierunki transformacji polskiej energetyki*, „Energetyka – Społeczeństwo – Polityka" 2018, nr 2, s. 89.

4.5. Wsparcie dla lokalnej transformację energetyczną

Z uwagi na rosnącą rolę wspólnot lokalnych w kształtowaniu nowej architektury energetycznej, coraz większego znaczenia nabierają polityki publiczne ukierunkowane na wspieranie transformacji zdecentralizowanej. Wymaga to jednak świadomej interwencji ze strony instytucji państwowych i ponadnarodowych, które muszą stworzyć ramy prawne i finansowe sprzyjające rozwojowi lokalnych inicjatyw energetycznych. Kluczowym wyzwaniem pozostaje tutaj zapewnienie równowagi pomiędzy autonomią wspólnot a potrzebą zachowania spójności krajowego systemu energetycznego[23]. Instrumenty wsparcia nie mogą ograniczać się jedynie do subsydiów na inwestycje w odnawialne źródła energii, ale powinny obejmować również programy edukacyjne, rozwój kompetencji społeczności oraz ułatwienia w zakresie tworzenia lokalnych struktur zarządzania[24].

W praktyce skuteczność polityk wspierających transformację lokalną zależna jest od ich zdolności do eliminowania barier administracyjnych oraz finansowych, które hamują

---

[23] Ł. Gacek, *Cywilizacja ekologiczna i transformacja energetyczna w Chinach*, Poznań 2020, s. 7–12.

[24] B. Ryszawska, *Finansowe wyzwania w transformacji energetycznej-model rynkowy i obywatelski*, https://ppte2050.pl/platforman/bzppte/static/uploads/Finansowe%20wyzwania%20w%20transformacji%20energetycznej.pdf.

rozwój wspólnot energetycznych[25]. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabierają mechanizmy sprzyjające demokratyzacji dostępu do zasobów – takie jak ułatwienia dla inicjatyw obywatelskich, uproszczenie procedur prawnych czy zapewnienie równych warunków konkurencji na rynku energii. Dodatkowo, polityki publiczne muszą uwzględniać specyfikę poszczególnych regionów, dostosowując narzędzia wsparcia do ich uwarunkowań geograficznych, gospodarczych i społecznych. Tylko wówczas proces transformacji zdecentralizowanej będzie miał rzeczywisty charakter inkluzywny i trwały.

4.6. Energia w obiegu zamkniętym w modelu lokalnym

W dobie intensywnych przemian energetycznych coraz większą uwagę przykłada się do koncepcji gospodarki obiegu zamkniętego, której fundamentalne założenia mogą być skutecznie wdrażane również na poziomie lokalnym[26].

---

[25] Poruszone w zawiązku w problemem własności sieci: E. Mataczyńska, *Lokalna społeczność energetyczna w Pakiecie zimowym-możliwości implementacji w Polsce,* „Nowa Energia" 2017, nr 5–6, s. 5.

[26] M. Lewandowski, M. Kaniecki, S. Lewandowski, *Praktyczne aspekty udziału elektrowni wodnych w procesie transformacji energetycznej ze szczególnym uwzględnieniem magazynowania energii i świadczenia usług elastyczności*, „Przegląd Elektrotechniczny" 2023, nr 8, s. 54–56.

W tym kontekście energia w modelu cyrkularnym nabiera nowego wymiaru, stając się kluczowym elementem strategii samowystarczalności wspólnot. W przeciwieństwie do tradycyjnych, liniowych modeli zużycia zasobów, które zakładają prosty schemat produkcji, konsumpcji i eliminacji odpadów, podejście oparte na zamkniętym cyklu obiegu energii pozwala na maksymalne wykorzystanie dostępnych zasobów poprzez ich ponowne przetwarzanie, odzysk i efektywne magazynowanie[27].

Lokalne wspólnoty energetyczne, wdrażając tego rodzaju rozwiązania, mogą nie tylko zmniejszyć zapotrzebowanie na zewnętrzne dostawy paliw, ale również ograniczyć ilość generowanych strat energetycznych. Integracja systemów odzysku ciepła odpadowego, ponowne wykorzystanie odpadów organicznych w biogazowniach czy zastosowanie systemów magazynowania energii umożliwiają zamknięcie cyklu produkcji i konsumpcji w granicach jednej społeczności[28]. Co więcej, tego rodzaju podejście sprzyja powstawaniu lokalnych ekosystemów gospodarczych, w których nadwyżki

---

[27] M. Popkiewicz, *Rewolucja energetyczna z perspektywy samorządu: jak to zrobić skutecznie?* „Energetyka Rozproszona" 2021, 5–6, s. 53–57.

[28] Na zainteresowanie zasługuje projekt pilotażowy stworzenia parku energetycznego, szerzej: J. Godlewska, *Samowystarczalność energetyczna na szczeblu lokalnym. Ekonomiczne problemy wykorzystania odnawialnych zasobów przyrodniczych do produkcji energii*, „PN UE we Wrocławiu" 2009, nr 83, s. 82–90.

energetyczne mogą być przekazywane między różnymi sektorami – od przemysłu po gospodarstwa domowe – tworząc samowystarczalne układy funkcjonujące według zasady minimalizacji strat i optymalizacji przepływów energii.

Wprowadzenie modelu obiegu zamkniętego w lokalnym systemie energetycznym wymaga jednak nie tylko inwestycji technologicznych, ale również zmiany mentalności społeczności. Kluczowe staje się tutaj promowanie postaw odpowiedzialności zbiorowej i świadomości współzależności między producentami a odbiorcami energii. To właśnie na poziomie lokalnym możliwe jest wdrożenie rozwiązań umożliwiających każdemu członkowi wspólnoty udział w procesie zarówno produkcji, jak i odzysku zasobów energetycznych, co sprzyja wzmacnianiu integracji i budowaniu kapitału społecznego wokół idei zrównoważonego rozwoju.

4.7. Przyszłość prosumentów w zmieniającej się rzeczywistości

Na tle powyższych przemian nie sposób pominąć roli prosumentów, którzy odgrywają coraz bardziej złożoną funkcję w zmieniającej się rzeczywistości energetycznej. Dotychczasowa definicja prosumenta – łączącego w jednej osobie rolę producenta i konsumenta energii – ulega znacznemu rozszerzeniu, obejmując nowe formy uczestnictwa w lokal-

nych strukturach energetycznych. W miarę jak technologie umożliwiające autonomiczną produkcję energii stają się bardziej dostępne, prosument przestaje być jedynie odbiorcą nadwyżek produkcyjnych, a staje się aktywnym podmiotem kształtującym rynek energetyczny na poziomie lokalnym[29].

Rosnące znaczenie inteligentnych sieci energetycznych oraz rozwój mechanizmów umożliwiających handel energią w ramach wspólnot prosumenckich powodują, że rola użytkownika ulega stopniowej ewolucji w kierunku tzw. aktywnego obywatela energetycznego. Prosument nie tylko wytwarza i konsumuje, ale także zarządza nadwyżkami, uczestniczy w procesach decyzyjnych dotyczących wspólnych inwestycji oraz współtworzy strategie energetyczne swojej społeczności. Tego rodzaju zmiany niosą za sobą potrzebę nowych form wsparcia instytucjonalnego, które umożliwią efektywne funkcjonowanie prosumentów w ramach zdecentralizowanego systemu[30].

Nie bez znaczenia pozostają również wyzwania związane z adaptacją prosumentów do zmieniających się warunków

---

[29] P. Skubała, E. Sierka, *Energetyka prosumencka, czyli powrót do społeczeństwa funkcjonującego według praw natury* [w] *Energetyka prosumencka. Pierwsza próba konsolidacji*, red. J. Popczyk, R. Kucaba, K. Dębowski, W. Jędrzejczyk, Częstochowa 2014, s. 5–6.

[30] K. Gałązka, P. Kacejko, *Wpływ systemu wsparcia na opłacalność fotowoltaicznych źródeł prosumenckich* [w] *Energetyka prosumencka. Pierwsza próba konsolidacji*, Częstochowa 2014, s. 117.

prawnych oraz rynkowych. Konieczność dostosowania się do dynamicznych regulacji dotyczących rozliczeń, taryf czy standardów technicznych sprawia, że przyszłość tego modelu zależeć będzie nie tylko od postępu technologicznego, ale także od sprawności polityk publicznych, które zapewnią stabilne i przewidywalne warunki funkcjonowania prosumenckich struktur energetycznych.

W obliczu dynamicznych przemian strukturalnych i technologicznych prosumenci stanowią fundament nowoczesnych modeli zarządzania energią w ramach wspólnot lokalnych. Ich rola przestaje ograniczać się wyłącznie do autonomicznej produkcji energii na potrzeby własnego gospodarstwa. Coraz częściej uczestniczą oni w bardziej złożonych mechanizmach wymiany i współdzielenia zasobów, które obejmują m.in. lokalne rynki energii, wspólne magazyny oraz narzędzia do peer-to-peer tradingu. Postępująca digitalizacja oraz rozwój narzędzi opartych na blockchainie czy sztucznej inteligencji umożliwiają prosumentom bezpośrednie uczestnictwo w procesach rynkowych, które dotychczas były domeną dużych podmiotów gospodarczych[31]. W efekcie ich pozycja ulega wzmocnieniu nie tylko ekonomicznie, ale także społecznie – stają się bowiem współtwórcami nowych modeli partycypacji obywatelskiej w zarządzaniu infrastrukturą energetyczną.

---

[31] E. Vaskovskyi, *Technologia blockchain – możliwości zastosowania*, Warszawa 2018, s. 21, 52.

Jednocześnie należy dostrzec, że przyszłość prosumentów w dużej mierze uzależniona jest od stabilności ram regulacyjnych oraz efektywności instrumentów wspierających ich aktywność. W warunkach zmieniającego się rynku, na którym rośnie znaczenie odnawialnych źródeł energii, niezbędne stają się rozwiązania prawne, które z jednej strony zagwarantują im bezpieczeństwo inwestycyjne, z drugiej zaś umożliwią elastyczne dostosowywanie się do wahań podaży i popytu. Niezwykle istotnym aspektem jest również rozwój kompetencji cyfrowych i energetycznych prosumentów, co pozwoli im w pełni wykorzystać potencjał nowych technologii i świadomie uczestniczyć w lokalnych procesach decyzyjnych.

4.8. Lokalne społeczności a polityka klimatyczna

Równolegle z procesami decentralizacji i rozwoju wspólnot prosumenckich, coraz bardziej wyrazisty staje się wpływ polityki klimatycznej na kształtowanie lokalnych systemów energetycznych. Dążenie do neutralności klimatycznej, będące jednym z kluczowych celów Zielonego Ładu Unii Europejskiej, przekłada się bezpośrednio na konieczność zaangażowania społeczności lokalnych w realizację celów redukcji emisji gazów cieplarnianych. Lokalne wspólnoty, poprzez wdrażanie rozwiązań z zakresu energetyki rozpro-

szonej, mogą skutecznie wpisywać się w globalne strategie klimatyczne, stając się realnym podmiotem transformacji.

Niemniej jednak, ambitne założenia europejskiej polityki klimatycznej pozostają pod presją czynników zewnętrznych, które istotnie wpływają na tempo i kierunki zmian. Szczególnie widocznym hamulcem dla światowych wysiłków na rzecz transformacji energetycznej jest polityka administracji Donalda Trumpa, oparta na postulacie „drill, baby, drill" – promującym intensyfikację wydobycia paliw kopalnych, bez względu na koszty środowiskowe. Tego rodzaju retoryka, oparta na krótkoterminowych korzyściach gospodarczych, stoi w sprzeczności z długofalowymi celami dekarbonizacji gospodarki oraz podważa wysiłki społeczności międzynarodowej w walce ze zmianami klimatycznymi[32].

Polityka energetyczna Stanów Zjednoczonych w okresie administracji Trumpa ukazuje wyraźny rozdźwięk pomiędzy dążeniami wspólnot lokalnych, które coraz chętniej angażują się w transformację energetyczną na poziomie regionalnym, a decyzjami podejmowanymi na szczeblu federalnym, ukierunkowanymi na wspieranie sektora paliw kopalnych. Tego rodzaju dysonans stwarza poważne wyzwanie dla spójności globalnych działań klimatycznych i wymaga od

[32] A. Płachciak, *Postprawdziwa polityka klimatyczna Donalda Trumpa*, „Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny" 2021, nr 4, s. 257–270.

Unii Europejskiej oraz lokalnych społeczności nie tylko determinacji, ale również elastyczności w dostosowywaniu polityk wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii mimo niesprzyjających trendów międzynarodowych.

Równoległe funkcjonowanie lokalnych strategii energetycznych oraz polityki prowadzonej na szczeblu globalnym niejednokrotnie ujawnia napięcia i sprzeczności wynikające z odmiennych priorytetów. Światowe trendy, kształtowane w dużej mierze przez geopolityczne interesy wielkich mocarstw, wciąż pozostają pod silnym wpływem polityki nakierowanej na eksploatację paliw kopalnych, czego doskonałym przykładem była retoryka administracji Donalda Trumpa. Wydobycie ropy naftowej i gazu ziemnego, wspierane poprzez przytaczane już hasła typu „drill, baby, drill", kształtowało realia globalnego rynku energii, jednocześnie ignorując zobowiązania klimatyczne wyznaczane przez międzynarodowe porozumienia[33]. Dla lokalnych wspólnot energetycznych oznaczało to konieczność funkcjonowania w warunkach braku spójności między własnymi inicjatywami a polityką światowych graczy, których działania destabili-

[33] K. Byzdra, *„Drill, baby, drill". Donalda Trumpa pomysł na uczynienie Ameryki wielką,* https://energetyka24.com/elektroenergetyka/analizy-i-komentarze/drill-baby-drill-donalda-trumpa-pomysl-na-uczynienie-ameryki-wielka.

zowały nie tylko ceny surowców, ale i perspektywy rozwoju odnawialnych źródeł energii.

W efekcie społeczności lokalne zmuszone zostały do poszukiwania rozwiązań, które pozwalałyby im realizować swoje potrzeby niezależnie od niestabilności globalnego otoczenia. W tym kontekście decentralizacja i autonomizacja systemów energetycznych stają się nie tylko odpowiedzią na kryzysy paliwowe czy zawirowania polityczne, ale także narzędziem umożliwiającym zachowanie kontroli nad własnymi zasobami oraz dostosowanie produkcji energii do lokalnych warunków i oczekiwań. Jednakże proces ten nie jest wolny od ryzyk, których ignorowanie może prowadzić do poważnych konsekwencji dla stabilności zarówno lokalnych systemów, jak i szerszych struktur państwowych.

4.9. Ryzyka związane z decentralizacją energii

Jednym z kluczowych zagrożeń związanych z daleko idącą decentralizacją sektora energetycznego pozostaje problem fragmentaryzacji odpowiedzialności oraz niespójności działań podejmowanych przez poszczególne podmioty[34]. Lokalne wspólnoty, dążąc do uzyskania samowystarczalności, mogą

[34] A. Kaźmierski, *Skąd przybywa i dokąd zmierza energetyka rozproszona,* „Energetyka Rozproszona" 2021, nr 5–6, s. 33–37.

napotkać trudności związane z integracją swoich systemów z krajową siecią przesyłową, co w skrajnych przypadkach prowadzi do powstania tzw. wysp energetycznych funkcjonujących według odmiennych reguł. Taka sytuacja rodzi ryzyko rozproszenia standardów technicznych, braku koordynacji w sytuacjach kryzysowych oraz problemów z bilansowaniem podaży i popytu w skali makro. Co więcej, decentralizacja, choć sprzyja autonomii, nierzadko wiąże się także z asymetrią dostępu do nowoczesnych technologii, finansowania czy zasobów kadrowych, co może prowadzić do pogłębienia nierówności pomiędzy społecznościami znajdującymi się w różnych częściach kraju.

Mimo tych wyzwań, nie można pominąć faktu, iż to właśnie społeczności lokalne stanowią istotny motor innowacji w obszarze energetyki rozproszonej[35]. Dzięki bliskości rzeczywistych potrzeb oraz elastyczności organizacyjnej, są one w stanie szybciej testować i wdrażać nowatorskie rozwiązania, które często okazują się zbyt trudne do realizacji w skali centralnej. Przykłady projektów opartych na modelach peer-to-peer, wdrażanie lokalnych magazynów energii czy też tworzenie hybrydowych mikroinstalacji

[35] A.Z. Nowak, *Perspektywy innowacji, konkurencyjności i wzrostu polskiej gospodarki w kontekście transformacji energetycznej*, [w] *Transformacja energetyczna i klimatyczna – wybrane dylematy i rekomendacje*, Warszawa 2021, s. 11–27.

integrujących różne źródła energii dowodzą, że inicjatywy oddolne nie tylko uzupełniają lukę pozostawioną przez politykę krajową czy międzynarodową, ale wręcz wytyczają nowe ścieżki rozwoju[36].

Warto podkreślić, iż innowacyjność wspólnot nie ogranicza się wyłącznie do sfery technologicznej. Równie istotne są nowe modele zarządzania, oparte na demokratycznych procesach decyzyjnych i aktywnej partycypacji mieszkańców. To właśnie ten wymiar społeczny czyni lokalne inicjatywy bardziej odpornymi na kryzysy, a zarazem stanowi inspirację dla szerszych polityk publicznych poszukujących skutecznych narzędzi transformacji energetycznej[37].

4.10. Przyszłość mikrogeneracji w zrównoważonym świecie

Rozwój mikrogeneracji stanowi jeden z najbardziej perspektywicznych kierunków transformacji energetycznej w świecie dążącym do równowagi między gospodarką

---

[36] R. Romanowski, *Wpływ wsparcia systemów innowacji na rozwój lokalny*, Poznań 2015, s. 215.

[37] E. Okraszewska, *Demokracja energetyczna-społeczeństwo jako prosument energii elektrycznej*, Łódź 2016, s. 44, https://dspace.uni.lodz.pl/bitstream/handle/11089/21052/2_3_%5B39%5D-50_Okraszewska.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

a środowiskiem naturalnym. Te autonomiczne struktury, zdolne do funkcjonowania zarówno w trybie współpracy z krajową siecią przesyłową, jak i w trybie wyspowym, coraz częściej postrzegane są nie tylko jako narzędzie zwiększające niezależność lokalnych wspólnot, ale również jako kluczowy element budowania odporności infrastrukturalnej[38]. W warunkach zmienności dostaw surowców energetycznych, niestabilności cen oraz rosnącej liczby ekstremalnych zjawisk klimatycznych, elastyczność mikrosieci staje się nie do przecenienia[39].

Zaletą takich rozwiązań jest możliwość integracji rozproszonych źródeł energii, magazynów oraz systemów zarządzania opartych na zaawansowanych algorytmach predykcyjnych, które pozwalają na optymalne bilansowanie produkcji i konsumpcji w skali mikroregionu. W dłuższej perspektywie to właśnie mikrosieci mogą odegrać istotną rolę w minimalizowaniu strat energetycznych oraz ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych, bez potrzeby rozbudowy energochłonnej infrastruktury przesyłowej. Warto zauważyć, iż ich rozbudowa wymaga jednak odpowiedniego dostosowania regulacji prawnych, które powinny sprzyjać tworzeniu ram

---

[38] S. Sysko-Romańczuk, G. Kluj, *Mikrosieci jako innowacyjny komponent dywersyfikacji rynku energetycznego w Polsce*, „Przegląd Organizacji" 2019, nr 9, s.19–24.

[39] M. Parol, *Mikrosieci–przyszłościowe struktury sieci dystrybucyjnych*, „Organ" 2016, nr 8, s. 2–4.

dla lokalnych rynków energii, umożliwiających swobodny przepływ nadwyżek między uczestnikami wspólnot.

4.11. Lokalne strategie transformacji energetycznej w kontekście integracji sektorowej

Wraz z dynamicznym rozwojem mikrosieci coraz wyraźniej rysuje się również potrzeba ich integracji z systemami transportowymi, które przechodzą równie głęboką transformację w kierunku zeroemisyjności. Elektryfikacja transportu publicznego i prywatnego, rozwój infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych oraz rosnąca popularność koncepcji vehicle-to-grid (V2G) tworzą nowe wyzwania i możliwości w zakresie synchronizacji produkcji oraz konsumpcji energii. Włączenie transportu do lokalnych systemów energetycznych nie tylko umożliwia bardziej efektywne wykorzystanie zasobów w czasie rzeczywistym, ale także pozwala na przekształcenie flot pojazdów elektrycznych w rozproszone magazyny energii, wspierające stabilność mikrosieci w momentach szczytowego zapotrzebowania[40].

[40] Obszernie por. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, W. Śledzik, *Elektromobilność. Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej*, Poznań 2020.

Koncepcja integracji energetyki rozproszonej z transportem wymaga jednak wypracowania mechanizmów współpracy między sektorami, które dotychczas funkcjonowały w odmiennych ramach regulacyjnych i technologicznych. Harmonizacja standardów technicznych, opracowanie elastycznych modeli taryfowych oraz stworzenie systemów wymiany danych stanowią fundament dla budowy efektywnej współpracy pomiędzy operatorami sieci energetycznych, samorządami lokalnymi a przedsiębiorstwami odpowiedzialnymi za transport zbiorowy i indywidualny. Tylko wówczas możliwe stanie się pełne wykorzystanie synergii pomiędzy tymi sektorami, co przełoży się na poprawę efektywności energetycznej i obniżenie emisji w skali lokalnej i krajowej.

W tym kontekście nie sposób nie dostrzec rosnącego znaczenia współpracy międzysektorowej jako kluczowego elementu skutecznego zarządzania transformacją energetyczną. Energetyka rozproszona nie funkcjonuje w izolacji – jej rozwój pozostaje ściśle powiązany z takimi obszarami, jak gospodarka komunalna, ochrona środowiska, cyfryzacja czy edukacja. Dlatego też konieczne staje się wypracowanie trwałych kanałów komunikacji pomiędzy różnymi interesariuszami, obejmującymi zarówno sektor publiczny, jak i prywatny, organizacje pozarządowe oraz wspólnoty obywatelskie. Współdziałanie tych podmiotów, oparte na wzajemnym zaufaniu oraz jasno określonych zasadach odpowiedzialności, stanowi warunek konieczny dla

powodzenia polityk energetycznych w wymiarze lokalnym i ponadlokalnym.

Efektywność współpracy międzysektorowej zależy nie tylko od formalnych porozumień, ale również od gotowości do wymiany know-how, wspólnego planowania inwestycji oraz podejmowania działań w ramach zintegrowanych strategii rozwoju. Tylko poprzez synergiczne podejście możliwe jest osiągnięcie celu, jakim jest stworzenie zrównoważonego systemu energetycznego, który odpowiada zarówno na potrzeby lokalnych społeczności, jak i wyzwania wynikające z procesów globalnych.

Proces transformacji energetycznej, mimo że w dużej mierze realizowany jest na poziomie lokalnym, pozostaje pod silnym wpływem regulacji międzynarodowych, które wyznaczają ramy prawne i kierunki rozwoju całego sektora. Szczególnie istotną rolę w tym zakresie odgrywają akty normatywne Unii Europejskiej, takie jak pakiet „Fit for 55" czy wytyczne Zielonego Ładu, które narzucają państwom członkowskim konkretne cele w zakresie redukcji emisji, rozwoju odnawialnych źródeł energii oraz poprawy efektywności energetycznej[41]. Choć te dokumenty koncentrują się na poziomie makro, ich skutki odczuwalne są przede wszyst-

[41] P. Borkowski, *Europejski Zielony Ład jako narzędzie modernizacji i legitymizacji projektu europejskiego*, „Sprawy Międzynarodowe" 2021, nr 3, s. 17–45.

kim przez społeczności lokalne, które stają się faktycznym wykonawcą założeń polityk klimatyczno-energetycznych[42].

4.12. Wpływ międzynarodowych regulacji na społeczności lokalne

Implementacja międzynarodowych regulacji w praktyce lokalnej nierzadko napotyka trudności związane z dostosowaniem ich do realiów danego regionu, zarówno w wymiarze infrastrukturalnym, jak i społecznym[43]. Wspólnoty lokalne, choć zobowiązane do przestrzegania przyjętych norm, często mierzą się z problemem niewystarczających zasobów finansowych czy kadrowych, co może prowadzić do opóźnień w realizacji zobowiązań lub powstawania napięć między centralnymi organami państwa a władzami lokalnymi. Dlatego kluczowe znaczenie mają mechanizmy wsparcia finansowego i doradczego, takie jak fundusze unijne, które umożliwiają skuteczną implementację regulacji bez przenoszenia całego ciężaru kosztów na lokalne społeczności[44].

---

[42] R. Gurbiel, M. Wojtyło, *Jest drogo, będzie drożej?* Kraków 2023, s. 87–91.

[43] *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, Warszawa 2009, s. 5–6.

[44] Nierzadko jednak koszty systemów wsparcia dla źródeł odnawialnych prowadzą do na zwiększenie cen detalicznych energii J. Paska, T. Surma, *Wpływ polityki energetycznej Unii Europejskiej na*

Z drugiej strony, należy dostrzec, że międzynarodowe regulacje mogą również stymulować rozwój lokalnych inicjatyw energetycznych, wskazując nowe obszary aktywności i otwierając możliwości współpracy transgranicznej. Programy wspierające tworzenie wspólnot energetycznych, rozwój infrastruktury zeroemisyjnej czy wdrażanie innowacyjnych technologii często bazują na założeniach wypracowanych na poziomie międzynarodowym[45]. Przemyślana integracja tych ram prawnych z lokalnymi politykami sprzyja więc nie tylko realizacji globalnych celów klimatycznych, ale także wzmacnia samodzielność i konkurencyjność wspólnot[46].

4.13. Edukacja jako podstawa długofalowej integracji

Istotnym warunkiem skuteczności tych procesów pozostaje jednak poziom świadomości społecznej oraz przygotowanie

funkcjonowanie przedsiębiorstw energetycznych w Polsce, „Rynek Energii" 2016, nr 2, s. 21.

[45] P. Białynicki-Birula, *Regulacje prawne dotyczące społeczności energetycznych w wybranych krajach UE*, https://www.researchgate.net/profile/Pawel-Bialynicki-Birula/publication/356086577_Regulacje_prawne_dotyczace_spolecznosci_energetycznych_w_wybranych_krajach_UE/links/61f272efc5e3103375c4ab46/Regulacje-prawne-dotyczace-spolecznosci-energetycznych-w-wybranych-krajach-UE.pdf.

[46] Ł. Kozar, *Zielone miejsca pracy. Uwarunkowania – identyfikacja – oddziaływanie na lokalny rynek pracy*, Łódź 2019, s. 169 i nast.

mieszkańców do aktywnego uczestnictwa w transformacji energetycznej. Edukacja odgrywa tutaj rolę fundamentalną, stanowiąc podstawę długofalowej integracji wspólnot wokół wspólnych celów klimatyczno-energetycznych. Kształtowanie kompetencji energetycznych, ekologicznych oraz obywatelskich powinno rozpoczynać się już na etapie edukacji formalnej, obejmując zarówno treści związane z funkcjonowaniem lokalnych systemów energetycznych, jak i zagadnienia związane z prawami i obowiązkami prosumentów[47].

Jednakże równie istotna pozostaje edukacja pozaformalna, adresowana do dorosłych członków wspólnot, którzy podejmują decyzje inwestycyjne i zarządcze w ramach lokalnych struktur energetycznych. Organizacja warsztatów, kampanii informacyjnych oraz programów doradczych wspierających świadome zarządzanie energią staje się nieodzownym elementem procesu budowania trwałych podstaw dla rozwoju energetyki rozproszonej. Wiedza jako zasób strategiczny, wzmacnia zdolność wspólnot do podejmowania racjonalnych decyzji oraz sprzyja eliminacji barier mentalnych związanych z wdrażaniem innowacyjnych rozwiązań[48].

---

[47] D. Micek, *Społeczno-kulturowe uwarunkowania rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce. Raport z analizy danych zastanych,* Kraków 2020, s. 17.

[48] P. Wiśniewski, *Problematyka odnawialnych źródeł energii i bezpieczeństwa energetycznego w edukacji dzieci i młodzieży*, „Przegląd

Co więcej, edukacja nie powinna ograniczać się jedynie do aspektów technicznych. Równie ważne jest rozwijanie umiejętności współpracy, negocjacji i planowania długoterminowego, które są nieodzowne w kontekście zarządzania wspólnymi zasobami i prowadzenia dialogu międzysektorowego. Tylko poprzez kompleksowe podejście do edukacji, uwzględniające zarówno aspekt praktyczny, jak i społeczny, możliwe jest zapewnienie trwałości i skuteczności procesów integracji lokalnych społeczności w ramach polityki energetyki rozproszonej.

4.14. Podsumowanie i rekomendacje dla przyszłych działań

Analiza przeprowadzona w niniejszym rozdziale jednoznacznie wskazuje, że energetyka rozproszona, poza wymiarem technologicznym i ekologicznym, odgrywa kluczową rolę jako narzędzie integracji społeczności lokalnych. Proces ten nie jest jedynie odpowiedzią na globalne wyzwania klimatyczne, ale przede wszystkim mechanizmem wzmacniającym spójność wewnętrzną wspólnot, zwiększającym ich zdolność do samoorganizacji i współdecydowania o przyszło-

Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa" 2014, nr 3, s. 351–360.

ści lokalnej przestrzeni. W miarę jak zmieniają się modele zarządzania energią, to właśnie lokalne wspólnoty zyskują nową podmiotowość – nie tylko jako odbiorcy energii, lecz jako aktywni uczestnicy procesów produkcji, dystrybucji oraz współzarządzania zasobami.

Transformacja w kierunku zdecentralizowanych systemów energetycznych wymaga jednak nie tylko dostępu do technologii, ale przede wszystkim rozwinięcia kapitału społecznego – rozumianego jako sieć relacji opartych na współpracy, zaufaniu i wspólnych celach. Tworzenie wspólnych mocy wytwórczych, budowa mikrosieci czy zarządzanie lokalnymi magazynami energii nie jest bowiem możliwe bez wysokiego poziomu zaangażowania mieszkańców, ich świadomego udziału w planowaniu inwestycji oraz gotowości do podejmowania wspólnych decyzji. Energetyka rozproszona, poprzez konieczność współpracy między gospodarstwami domowymi, przedsiębiorcami i władzami lokalnymi, staje się naturalnym katalizatorem integracji społecznej.

W tym kontekście niezwykle istotne jest właściwe dostosowanie ram prawnych i finansowych, które nie tylko umożliwią rozwój wspólnotowych projektów energetycznych, ale także zagwarantują, że będą one narzędziem równomiernego rozwoju lokalnego. Dotychczasowe doświadczenia wskazują, że tam, gdzie mieszkańcy mają realny wpływ na kształtowanie lokalnej polityki energetycznej, gdzie tworzone są plat-

formy dialogu i konsultacji społecznych, następuje wzrost poczucia wspólnoty, zacieśniają się więzi międzyludzkie, a sam proces transformacji staje się nie tylko skuteczniejszy, ale również trwale zakorzeniony.

Warto również zauważyć, że międzynarodowe regulacje i polityki klimatyczne, choć w dużej mierze kształtowane na szczeblu ponadnarodowym, mają istotny wpływ na lokalne wspólnoty. Implementacja unijnych dyrektyw, takich jak pakiet „Fit for 55" czy mechanizmy Zielonego Ładu, otwiera przed społecznościami lokalnymi możliwość pozyskania niezbędnych środków finansowych na realizację wspólnotowych inwestycji energetycznych. Należy jednak dążyć do tego, aby proces dostosowywania lokalnych polityk do wymogów międzynarodowych odbywał się w sposób partycypacyjny, z uwzględnieniem potrzeb i oczekiwań mieszkańców, a nie był jedynie realizacją narzuconych odgórnie zobowiązań.

Nie sposób pominąć również aspektu edukacyjnego, który jawi się jako fundament trwałej integracji społeczności lokalnych wokół energetyki rozproszonej. Rozwój kompetencji mieszkańców w zakresie zarządzania energią, znajomości technologii odnawialnych oraz mechanizmów współdecydowania w lokalnych projektach energetycznych powinien stać się jednym z priorytetów polityki publicznej. Edukacja energetyczna, zarówno formalna, jak i nieformalna, powinna obejmować nie tylko aspekt techniczny, ale również społeczny, wskazując korzyści płynące z budowa-

nia wspólnot energetycznych oraz rozwijania współpracy międzysektorowej.

Rekomendując przyszłe kierunki działań, należy wyraźnie podkreślić potrzebę promowania modeli, które łączą rozwój energetyki rozproszonej z aktywizacją społeczności lokalnych. Niezbędne jest wdrożenie mechanizmów wspierających tworzenie wspólnot energetycznych jako narzędzi nie tylko służących osiąganiu celów klimatycznych, ale również wzmacnianiu kapitału społecznego, demokracji lokalnej oraz odporności społeczności na kryzysy gospodarcze i klimatyczne.

Zintegrowanie polityk energetycznych z innymi obszarami życia wspólnot – takimi jak transport, gospodarka komunalna czy edukacja – wymaga strategicznego podejścia, w którym energia postrzegana jest nie tylko jako zasób ekonomiczny, ale przede wszystkim jako czynnik spajający lokalne społeczności. W tym sensie energetyka rozproszona nie jest celem samym w sobie, lecz środkiem do budowania silnych, odpornych i świadomych wspólnot, zdolnych do wspólnego zarządzania swoimi zasobami i przyszłością.

Podsumowanie

W niniejszej pracy autorzy podjęli się wyzwania polegającego na wielowymiarowym przedstawieniu spojrzenia na rozwój rozproszonych modeli wytwarzania i dystrybucji energii oraz ich wpływ na integrację wspólnot lokalnych. Odwołując się do historycznych uwarunkowań – od pierwszych elektrowni „wyspowych" w czasach Thomasa Edisona i George'a Westinghouse'a – aż po najnowsze inicjatywy związane z udziałem prosumentów, zaprezentowane studia przypadków i analizowane przykłady ukazują, jak istotną rolę odgrywa dzisiejsza energetyka „rozsiana" w kształtowaniu nowoczesnego modelu zaopatrzenia w prąd i ciepło.

Przypisana niniejszej książce forma, z założenia stawia sobie za cel zarówno dostarczenie wglądu w procesy historyczne i technologiczne, jak i pogłębioną refleksję nad wymiarem administracyjnym, socjologicznym oraz ekonomicznym. Jak podkreślono we wstępie, transformacja zorientowana na lokalnych uczestników wymaga znacznie więcej niż wyłącznie zmian w infrastrukturze. Obejmuje konieczność stworzenia odpowiednich ram prawnych, instytucjonalnych

i finansowych, które będą stymulować aktywność obywateli, a zarazem rozwijać realną współpracę pomiędzy sektorem publicznym a prywatnym. Ów proces – mający swe źródła w dawnych modelach wyspowych – dziś wzbogaca się o idee dotyczące neutralności klimatycznej oraz demokratyzacji dostępu do energii.

Studia historyczne bardzo jednoznacznie zdają się sugerować właściwość, zgodnie z którą funkcjonowanie autonomicznych jednostek wytwórczych miało rację bytu przy ograniczeniach technologicznych w XIX stuleciu. Dzisiaj, ten rozproszony charakter stanowi świadomy wybór wynikający z poszukiwania nowych ścieżek rozwoju, zgodnych z zasadami zrównoważonego gospodarowania. W dawniejszych czasach lokalne fabryki i hotele dysponowały często własnymi generatorami, gdyż brakowało powszechnych sieci przesyłowych. Współcześnie – paradoksalnie – wraca się do takiej „bliskości" źródeł i odbiorców, chociaż podstawą są inne kryteria: dążenie do zmniejszenia strat przesyłowych, większa autonomia regionów, wzmacnianie postaw obywatelskich czy ograniczanie emisji gazów cieplarnianych.

Koncepcja energetyki rozproszonej wykroczyła daleko poza pryzmat czysto technologiczny i stopniowo zaczęła wkraczać w obszar polityk publicznych oraz zarządzania wspólnotami. Jak wykazano w kolejnych częściach książki, kluczowym aktorem w tej rzeczywistości pozostaje społecz-

ność – rozumiana nie tylko jako grupa wykorzystująca lokalne zasoby, lecz także jako aktywny decydent, uczestniczący w procesie inwestycyjnym i współodpowiedzialny za kształtowanie przyjętego modelu wytwarzania. Dzięki mechanizmom partycypacyjnym, przejrzystym regułom współpracy oraz edukacji w zakresie zarządzania energią, obywatele mogą przestać być biernymi odbiorcami i stać się współtwórcami rzeczywistości energetycznej na poziomie regionu.

Istotnym czynnikiem okazuje się tu zdolność społeczności do budowania lokalnych systemów, opartych na integracji różnych źródeł wytwórczych, mechanizmach magazynowania oraz efektywnym zarządzaniu popytem. Mikrosieci, spółdzielnie, inicjatywy prosumenckie czy obywatelskie projekty w zakresie biogazowni – wszystkie te rozwiązania stanowią w pewnym sensie współczesną odpowiedź na tendencje, które kształtowały się już u progu epoki elektryfikacji w XIX stuleciu. Oś sporu – kiedyś między entuzjastami prądu stałego Edisona a zwolennikami prądu zmiennego Westinghouse'a – dziś przebiega między modelami scentralizowanych gigantów a rozproszonymi i elastycznymi układami tworzonymi na szczeblu lokalnym.

Z dokonanej analizy wynika, że rozwój rozproszonych systemów wytwarzania niesie ze sobą szereg korzyści, takich jak:

- Minimalizacja strat przesyłowych – poprzez zmniejszenie odległości między źródłem a odbiorcą, model

ten poprawia bilans energetyczny i ogranicza koszty przesyłu.
- Wzmocnienie lokalnych gospodarek – nowe miejsca zatrudnienia i szansa na zwiększenie atrakcyjności regionów, dzięki wspólnym inwestycjom w odnawialne źródła.
- Budowanie kapitału społecznego – wspólna realizacja projektów wytwórczych czy inicjatyw prosumenckich sprzyja nawiązywaniu relacji opartych na zaufaniu, współpracy i odpowiedzialności.
- Zwiększenie elastyczności w zarządzaniu infrastrukturą – mikrosieci działające w trybie wyspowym mogą zapewnić zasilanie nawet w razie awarii systemu centralnego, co poprawia bezpieczeństwo mieszkańców.

Nie brak jednak wyzwań, które należy wziąć pod uwagę, by wizja ta mogła się urzeczywistnić w sposób trwały. Wymienić tu należy skomplikowane procedury przyłączeniowe, asymetrię w dostępie do kapitału inwestycyjnego czy brak wsparcia regulacyjnego zachęcającego do rozwoju klastrów i spółdzielni. Niekiedy władze centralne – reprezentowane przez państwowe koncerny – ograniczają realną podmiotowość społeczności, co kłóci się z ideą prowadzenia oddolnych projektów. Takie postawy prowadzą do konfliktów między dominującymi strukturami rynkowymi i obywatelami, co wpływa negatywnie na tempo przemian.

Jak pokazują przytaczane w niniejszej książce przykłady z obszarów wiejskich, miejskich oraz europejskich metropolii, szczególną szansę na rozwój stanowi synergia rozproszonej energetyki z gospodarką komunalną, transportem publicznym i gospodarką odpadami. W tej konwergencji rola lokalnych władz staje się jeszcze istotniejsza, ponieważ wymienione obszary wymagają planowania w skali regionu oraz konsolidacji działań podejmowanych przez różne środowiska. Nieodzowna jest przy tym dbałość o zachowanie równowagi między wymogami ekonomii a potrzebą zmniejszenia śladu węglowego i budowania odporności na potencjalne kryzysy. Wiele europejskich miast osiągnęło już znaczące sukcesy w dziedzinie ograniczenia zależności od paliw kopalnych, opierając strategię właśnie na udziale obywateli w kształtowaniu polityk energetycznych.

Stabilność systemu w ujęciu lokalnym rośnie, gdy społeczności dysponują własnymi magazynami energii i zachowują sprawczość w zakresie gospodarowania nadwyżkami produkcyjnymi. Pozytywne efekty przynosi stawianie na systemy inteligentne – w tym sztuczną inteligencję i blockchain – które wspomagają kompleksowe zarządzanie danymi i usprawniają rozliczenia peer-to-peer. Dzięki nim łatwiej jest równoważyć podaż z zapotrzebowaniem, a zarazem uwidaczniają się korzyści płynące z wymiany energii w ramach niewielkich społeczności. Wyzwaniem

jednak pozostaje kwestia bezpieczeństwa cyfrowego. Nie chcąc dopuścić do zagrożeń w systemach kontrolowanych przez algorytmy, konieczne jest wdrożenie odpowiednich regulacji i mechanizmów przeciwdziałających atakom hakerskim.

Nie można też zapomnieć o kontekście globalnym, w którym kluczową rolę odgrywają międzynarodowe zobowiązania klimatyczne. Nawet najlepsze inicjatywy lokalne mają ograniczone szanse powodzenia, jeżeli nie uzyskają wsparcia w postaci stabilnej polityki krajowej, a także instrumentów finansowych wynikających z porozumień i funduszy unijnych. Niespójność między centralną administracją – kierującą się nieraz interesami politycznymi czy gospodarką opartą na paliwach kopalnych – a aspiracjami wspólnot dążących do suwerenności w obszarze energetyki, potrafi prowadzić do zniechęcenia i braku postępów. Praca ta wskazuje jednak, że w wypadku niektórych państw, w tym pewnych regionów Polski, popularność inicjatyw prosumenckich i obywatelskich stale rośnie.

Tym, co szczególnie uwidacznia się, jest znaczenie integracji społecznej jako siły napędowej dla skutecznych zmian. Wstępnie zakładano, że sukces polityki rozproszonej energii opiera się na zdolności do włączania wielu aktorów w procesy zarządzania. Zebrane materiały empiryczne i przegląd literatury naukowej stanowią dowód, że zaangażowanie lokalnej społeczności jest kluczowe dla:

Akceptacji inwestycji – zmniejsza ryzyko konfliktów, zapewnia przejrzystość projektów i wzmacnia poczucie współuczestnictwa.

Efektywnego tworzenia sieci – przemyślane planowanie, oparte na analizie potrzeb regionu, umożliwia lepsze dopasowanie między produkcją a zużyciem.

Wzmacniania kapitału ludzkiego – edukacja i budowanie umiejętności w zakresie technologii odnawialnych i zarządzania energią podnoszą kompetencje lokalnych środowisk.

Trwałości strategii – włączanie obszarów, takich jak mobilność elektryczna, gospodarka odpadami czy zarządzanie wodą w spójną wizję energetyczną lokalnych wspólnot zapewnia bardziej wielowymiarowe podejście do rozwoju.

Należy zaznaczyć, że wbrew pojawiającym się przeszkodom natury legislacyjnej czy finansowej, oddolne projekty, w których to obywatele decydują o kierunku inwestycji, uzyskują coraz silniejsze wsparcie w wymiarze europejskim. Zamieszczone w niniejszej pracy wskazówki dotyczące instrumentów partycypacyjnych, projektów edukacyjnych i mechanizmów wsparcia finansowego mogą być cennym kompendium dla samorządów pragnących aktywnie kreować polityki związane z przechodzeniem na OZE. Przy właściwej koordynacji i wsparciu administracyjnym takie inicjatywy mogą się przekształcić w trwałe struktury, zdolne do odpowiadania na dynamiczne wyzwania, w tym kryzysy o charakterze klimatycznym czy politycznym.

Ważną przesłanką jest fakt, że rozwój rozproszonych instalacji nie przebiega w próżni: ma głębokie implikacje dla kształtu systemu politycznego i społecznego. Przytoczone badania pokazują, iż decentralizacja produkcji energii może sprzyjać upodmiotowieniu obywateli i rozwojowi świadomości, że działania proekologiczne mają realny wpływ na codzienne życie. Lokalna autonomia, przefiltrowana przez mechanizmy współpracy z operatorami sieci, przenosi na regiony i gminy spory zakres kompetencji – od planowania przestrzennego po organizację klastrów energetycznych. Jednakże na drodze do uzyskania pełnej samodzielności stoi często brak spójnych regulacji i podporządkowanie regułom narzucanym przez wielkie koncerny lub struktury rządowe.

Pomimo tych trudności, kolejne fragmenty monografii ukazują, iż wraz z rozwojem inteligentnych rozwiązań cyfrowych (smart grids, systemy blockchain, analizy predykcyjne) pojawia się wizja harmonijnej koegzystencji wielu źródeł wytwórczych w ramach danej wspólnoty. W tak zaprojektowanej infrastrukturze dużą wagę przykłada się do edukacji społecznej, prowadzonej przez organizacje pozarządowe, samorządy, czy prywatne inicjatywy. Przybliżanie obywatelom sposobu działania instalacji odnawialnych źródeł, przedstawianie im modeli finansowych oraz zachęcanie do współudziału w podejmowaniu decyzji przekłada się na większe zrozumienie i akceptację dla zmian, a w konsekwencji – na wyższą efektywność realizowanych przedsięwzięć.

Wreszcie, w wymiarze strategicznym, energetyka rozproszona to nie tylko alternatywa dla centralnego modelu wytwarzania, lecz także istotna szansa na wzmocnienie bezpieczeństwa. Odpowiednio skonstruowane mikrosieci, oparte na lokalnych zasobach i uzupełnione systemami magazynowania, są mniej podatne na awarie powstałe w systemach zewnętrznych. Kryzys paliwowy czy zagrożenie destabilizacją importu surowców energetycznych ma mniejsze znaczenie dla gmin i powiatów, które potrafią w dużej mierze zaspokoić swoje potrzeby z odnawialnych zasobów regionalnych.

W nawiązaniu do wstępu, w którym wyjaśniono, że niniejsza praca jest formą minimonografii, selektywnie podejmującej wielorakie wątki związane z integracją społeczności lokalnych w obszarze energetyki rozproszonej można stwierdzić, że cel, przynajmniej częściowo, został osiągnięty. Zgodnie z założeniami, nie była to próba wyczerpującego ujęcia zagadnień, lecz raczej syntetyczne nakreślenie istotnych tropów badawczych, które pokazują, jak złożone i różnorodne mogą być relacje między infrastrukturą energetyczną a strukturami społecznymi i organizacyjnymi.

Cztery główne założenia, nakreślone we wstępie, zostały rozwinięte poprzez analizę czynników ekonomicznych, administracyjnych, technologicznych i socjologicznych. Odwołując się do hipotez dotyczących roli obywatelskiego zaangażowania w poprawę efektywności wytwarzania

i dystrybucji energii na szczeblu gmin, potwierdzono, że włączenie ludzi w proces planowania i realizacji projektów znacząco zwiększa szanse powodzenia tych inicjatyw. Wpływ warunków polityki publicznej z kolei uwydatnia, iż stabilność regulacji i mechanizmów finansowych przekłada się na gotowość obywateli do podejmowania wysiłku organizacyjnego.

Oprócz stricte technicznej warstwy przedstawiono również wymiar społeczny, uwypuklając potrzebę rozwijania kompetencji i świadomości wśród mieszkańców. Edukacja – jak wykazano na licznych przykładach – jest fundamentalną przesłanką, by wspólnoty nie poprzestawały na biernym korzystaniu z zewnętrznych dostaw, lecz miały ambicję współtworzyć politykę klimatyczną czy wspólnie budować zdolności do reagowania na kryzysy. Powrót do rozwiązań lokalnych, przypominających nieco pionierskie „wyspowe" elektrownie z XIX wieku, zyskuje inny, bardziej wyrafinowany wymiar – staje się ważnym aspektem dążenia do suwerenności energetycznej i rozbudowy kapitału społecznego.

Mimo że tekst nie wyczerpuje całości zagadnień, można wyprowadzić wniosek o istotnej korelacji między decentralizacją wytwarzania a budowaniem spajających więzi w obrębie danego terytorium. Przechodzenie do modelu, w którym lokatorzy sami wytwarzają energię, wyzwala potrzebę współpracy i generuje nowy kształt relacji na linii mieszkaniec–władza–operator sieci. W ten sposób pojawiają się oddolne inicjatywy: spółdzielnie prosumenckie, klastry

energii czy mikrosieci bazujące na narzędziach peer-to-peer. Owe struktury mogą się stać zalążkiem dalekosiężnych zmian społecznych, w których rola obywateli nie ogranicza się do pasywnego obserwowania strategii centralnie narzucanych, lecz faktycznie wpływa na konfigurację i bilans lokalnej gospodarki.

Perspektywa, którą zarysowano w niniejszej pracy, pokazuje wyraźnie, że energetyka oparta na lokalnych zasobach nie jest jedynie rozwiązaniem „technicznym," mającym poprawić jakość dostaw czy obniżyć rachunki za prąd. Jest to szansa na przeformatowanie sposobu myślenia o zarządzaniu usługami publicznymi, w którym społeczność staje się nie obiektem, lecz istotnym podmiotem. Taki model wymaga koordynacji na poziomie administracji, przełamania barier prawnych i finansowych, a przede wszystkim woli współdziałania. Jeśli te warunki zostaną spełnione, można oczekiwać, że wspólnoty lokalne zaczną w jeszcze większym stopniu przejmować ster transformacji klimatyczno-energetycznej.

W świetle przywołanych argumentów i studiów przypadków należy zaakcentować, że rozwój rozproszonych form produkcji energii prawdopodobnie nie ustanie – szczególnie w obliczu rosnących wymogów ochrony klimatu, postępu technologicznego i dążeń do budowania autonomii strategicznej. Pod warunkiem spójnej polityki publicznej, która z jednej strony zapewni bodźce finansowe i prawne, a z drugiej nie będzie skłonna do nadmiernego centralizo-

wania kluczowych decyzji, model ten ma szansę na trwałe zakorzenienie.

Podsumowując, niniejsza minimonografia – powstała jako efekt selektywnego doboru najistotniejszych z punktu widzenia autorów zagadnień – potwierdza tezę, zgodnie z którą integracja społeczna może stać się filarem efektywnej, rozproszonej politykienergetycznej. Członkowie wspólnot, dysponujący odpowiednimi narzędziami i wiedzą, z powodzeniem wspierają wdrażanie innowacyjnych rozwiązań i przełamują dotychczasowe schematy w sektorze zaopatrzenia w prąd i ciepło. Pozostaje mieć nadzieję, że ten proces będzie się dalej rozwijał, stanowiąc wzorzec dla innych dziedzin, w których aktywność obywateli i lokalnych władz może przynieść wymierne rezultaty dla jakości życia, środowiska naturalnego i gospodarki na poziomie regionu, kraju, a nawet całego globu.

Bibliografia

Druki zwarte:

Bednarek M., Dmochowska-Dudek K., Syndrom NIMBY na obszarach wiejskich w Polsce: uwarunkowania i specyfika konfliktów wokół lokalizacji niechcianych inwestycji, t. 255, IGiPZ PAN, Warszawa 2016.

Buczkowski B., Dorożyński T., Kuna-Marszałek A., Serwach T., Wieloch J., Władza lokalna a państwo, społeczeństwo i rynek. Współpraca i konkurencja, Łódź 2014.

Dyląg A., Kassenberg A., Szymalski W., Energetyka obywatelska w Polsce – analiza stanu i rekomendacje do rozwoju, Warszawa 2019.

Gacek Ł., Cywilizacja ekologiczna i transformacja energetyczna w Chinach, Poznań 2020.

Gurbiel R., Wojtyło M., Jest drogo, będzie drożej?, Kraków 2023.

Hausner J., Paprocki W., Gronicki M., Polski archipelag rozwoju w warunkach globalnej niepewności, Sopot 2018.

Kassenberg A., Śniegocki A., W kierunku niskoemisyjnej transformacji rynku pracy, Warszawa 2014.

Kowalik W., Matlak M., Nowak A., Noworól K., Noworól Z., Kultura lokalnie. Między uczestnictwem w kulturze a partycypacją w zarządzaniu, Kraków 2011.

Kozar Ł., Zielone miejsca pracy. Uwarunkowania – identyfikacja – oddziaływanie na lokalny rynek pracy, Łódź 2019.

Kultys A., Czy polskie miasta są zrównoważone? Analiza sytuacji Polski na tle Unii Europejskiej, [w:] Miasto przyszłości, wyzwania dla gospodarki komunalnej, red. P. Małecki, A. Mazurek-Czarnecka, Kraków 2022.

Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R., Śledzik W., Elektromobilność. Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej, Poznań 2020.

Kwiatkiewicz P., Wyzwania polityki energetycznej a sektor paliwowy. Świat i Polska: oczekiwania i prognozy, Poznań 2025.

Kwiatkiewicz P., Żak M., Elektroenergetyka w Polsce. Między bezpieczeństwem, gospodarką, środowiskiem a społeczeństwem – polityka równowagi, Poznań 2025.

Micek D., Społeczno-kulturowe uwarunkowania rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce, Raport z analizy danych zastanych, Kraków 2020.

Młynarski T., Bezpieczeństwo energetyczne i ochrona klimatu w drugiej dekadzie XXI wieku: energia-środowisko-klimat, Kraków 2017.

Okraszewska E., Demokracja energetyczna – społeczeństwo jako prosument energii elektrycznej, Łódź 2016.

Pamuła A., Zaangażowanie odbiorców z grupy gospodarstw domowych w zarządzanie popytem na energię, Łódź 2013.

Poczykowska K., Rola i znaczenie partycypacji publicznej, [w:] Partycypacja obywatelska – decyzje bliższe ludziom, Białystok 2013.

Popczyk J., Energetyka rozproszona. Od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej, Warszawa 2011.

Porter M.E., Porter o konkurencji, przeł. Ehrlich A., PWE, Warszawa 2001.

Ratajczak P., System mierników i wskaźników wykorzystywany w controllingu ekologicznym w Kompanii Piwowarskiej, [w:] Zielony controlling i finanse. Podstawy teoretyczne, red. C. Kochalski, Warszawa 2016.

Romanowski R., Wpływ wsparcia systemów innowacji na rozwój lokalny, Poznań 2015.

Sladek S., EWS Schönau: Die Schönauer Stromrebellen – Energiewende in Bürgerhand, [w:] Soziale Innovationen in Deutschland: Von der Idee zur gesellschaftlichen Wirkung, 2015.

Vaskovskyi E., Technologia blockchain – możliwości zastosowania, Warszawa 2018.

Wspólnoty energetyczne jak wdrożyć dyrektywę o odnawialnych źródłach energii, red. Sasiak Z., Ruszkowski J., Warszawa 2020.

Żak-Skwierczyńska M., Bariery we współpracy jednostek samorządu terytorialnego miejskich obszarów funkcjonalnych. Przykład województwa łódzkiego, Łódź 2018.

Веселовский О.Н., Шнейберг Я.А., Очерки по истории электротехники, Издательство МЭИ, Москва 1936.

Raporty i opracowania statystyczne:

Baran B., Szostak E., Proces konwergencji w zakresie emisyjności i odnawialnych źródeł energii w Unii Europejskiej, Wrocław 2022.

Dyląg A., Kassenberg A., Szymalski W., Energetyka obywatelska w Polsce analiza stanu i rekomendacje do rozwoju, Warszawa 2019.

Kurtyka M., Jaka jest przyszłość energetyki rozproszonej? I Kongres Energetyki Rozproszonej, AGH, Kraków 2023, Energetyka Rozproszona, Kraków 2023.

Micek D., Społecznokulturowe uwarunkowania rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce. Raport z analizy danych zastanych, Kraków 2020.

Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009.

Ryszawska B., Finansowe wyzwania w transformacji energetycznej – model rynkowy i obywatelski, ppte2050.pl.

Szczerbowski R., Mikrogeneracja ciepła i energii elektrycznej w lokalnych systemach zasilania, XIII Sympozjum Oddziału Poznańskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Poznań 2010.

Periodyki:

Augustyn G., Mikulik J., Szyba M., Model holistycznego zarządzania energią w zrównoważonej społeczności, Zeszyty Naukowe Akademii Górnośląskiej 14/2024.

Badwal S.P.S., Giddey S., Kulkarni A., Goel J., Basu S., Direct ethanol fuel cells for transport and stationary applications - A comprehensive review, Applied Energy 145/2015.

Beck R., Avital M., Rossi M., Thatcher J., Blockchain Technology in Business and Information Systems Research, Business & Information Systems Engineering 59/2017.

Błażejowska M., Gostomczyk W., Warunki tworzenia i stan rozwoju spółdzielni i klastrów energetycznych w Polsce na tle doświadczeń niemieckich, Problems of World Agriculture/ Problemy Rolnictwa Światowego 2/2018.

Boucher M., Decentralized Energy: Prospects, Justice, and Transition, Energy Research & Social Science 11/2016.

Dechnik M., Moskwa S., Smart House - inteligentny budynek - idea przyszłości, Organ 9/2017.

Dyląg A., Energetyka obywatelska antidotum na kryzys energetyczny w Polsce, Marketing i Rynek 5/2015.

Ehrenhalt W., Kierunki transformacji polskiej energetyki, Energetyka-Społeczeństwo-Polityka 8.2/2018.

Faliszek K., Leśniak-Berek E., Społeczność lokalna wobec problemu wykluczenia społecznego – organizowanie pomocy dla samopomocy, Acta Universitatis Lodziensis. Folia Sociologica 38/2011.

Fiedor B., Publiczne wsparcie dla rozwoju energetyki odnawialnej a jej rynkowa efektywność (ze szczególnym uwzględnieniem Unii Europejskiej), Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 83/2009.

Filipiak B., Indywidualny wskaźnik zadłużenia jako determinanta oceny kondycji finansowej jednostki samorządu terytorialnego, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy 56/2018.

Głębocki K., Herbuś I., Gminy w nowatorskich platformach współpracy kształtujących gospodarkę energetyczną, Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie/Politechnika Śląska 2016.

Górski T., Prus P., Architektura systemu do maksymalizacji korzyści prosumenta z generacji rozproszonej, Biuletyn Wojskowej Akademii Technicznej 1/2013.

Grzybowski A., Historia elektroenergetyki wielkopolskiej, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej 74/2022.

Heller K., Zastosowanie rozwiązań teleinformatycznych w środowisku rozproszonych źródeł energii, Energetyka Rozproszona 5-6/2021.

Herlender K., Magazynowanie energii w systemach generacji rozproszonej, Wiadomości Elektrotechniczne 9/2012.

Jacyno M., Korkosz-Gębska J., Maj M., Milewski J., Trębacz D., Wójcik G., Społecznie odpowiedzialna energetyka, Rynek Energii 6/2013.

Jurasz J., Mikulik J., Solar & wind hybrid power source for residential building – mathematical model approach, Architecture Civil Engineering Environment 8/2015.

Kaźmierski A., Skąd przybywa i dokąd zmierza energetyka rozproszona, Energetyka Rozproszona 5-6/2021.

Kołomycew A., Partnerstwa jako instrument partycypacji publicznej? Przykład lokalnych grup działania, UR Journal of Humanities and Social Sciences 3/2018.

Kwiatkiewicz P., Ewolucja struktur systemu elektroenergetycznego a logistyka bezpieczeństwa energetycznego w zakresie produkcji i dystrybucji energii elektrycznej, Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Bezpieczeństwa 1/2016.

Kwiatkiewicz P., Proobywatelski wymiar energetyki rozproszonej – casus fotowoltaiki. Studium historyczne, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej „Organizacja i Zarządzanie" 104/2017.

Lissoń P., Czy obywatelska społeczność energetyczna to społeczność lokalna? Uwagi na tle nowych regulacji prawa unijnego i prawa polskiego, Prawo i Więź 4/2021.

Manteuffel Szoege H., Wiśniewski M., Ekonomiczne i ekologiczne aspekty produkcji etanolu energetycznego w małych gorzelniach rolniczych, Inżynieria Rolnicza 2/2013.

Maroun M.R., La Rovere E.L., Ethanol and food production by family smallholdings in rural Brazil: Economic and socio-environmental analysis of micro distilleries in the State of Rio Grande do Sul, Biomass and Bioenergy 63/2014.

Martiskainen M., Heiskanen E., Speciale G., Community energy initiatives to alleviate fuel poverty: the material politics of Energy Cafés, Local Environment 1/2018.

Matuszczyk P., Popławski T., Flasza J., Rozwój energetyki prosumenckiej na przykładzie kogeneracji CHP, Przegląd Elektrotechniczny 1/2016.

Mincewicz W., Potencjał wykorzystania technologii blockchain na szczeblu samorządu terytorialnego, Studia Politologiczne 67/2023.

Mizgajski J., Mizgajski A., Globalne, europejskie i polskie dylematy polityki rozwoju wobec zmian klimatu – próba usystematyzowania, Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna 58/2022.

Mól B., Bargiel J., Halinka A., Sowa P., Lokalne bezpieczeństwo energetyczne w kontekście nowych zagrożeń globalnych, Przegląd Elektrotechniczny 98/2022.

Mróz M., Rodziewicz T., Inteligentna dystrybucja, Energetyka Rozproszona 2023.

Parol M., Mikrosieci - przyszłościowe struktury sieci dystrybucyjnych, Organ 8/2016.

Paska J., Generacja rozproszona z wykorzystaniem hybrydowych układów wytwórczych - Distributed generation with the application of hybrid generation systems, Energetyka 6/2013.
Paska J., Surma T., Wpływ polityki energetycznej Unii Europejskiej na funkcjonowanie przedsiębiorstw energetycznych w Polsce, Rynek Energii 2/2016.
Paska J., Wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w systemach hybrydowych, Rynek Energii 5/2007.
Pawłowska A., Odnawialne Źródła Energii - przyszłość budownictwa jednorodzinnego, Środowisko Mieszkaniowe 2013.
Piotrowski A.J., Drabina integracji w stabilizacji systemu energetyki rozproszonej, Energetyka Rozproszona 5-6/2021.
Popczyk J., Trzy fale elektroprosumeryzmu, Energetyka 7/2020.
Porada Z., Strzałka J., Elektrycy krakowscy i krakowskie elektrownie do roku 1939, Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe 4/2017.
Rafał K., Radziszewska W., Król P., Bazior G., Grabowski P., Model funkcjonowania energetyki rozproszonej w oparciu o blockchain i systemy zarządzania energią, Nowa Energia 3/2021.
Ruszkowski P., Problemy polskiej energetyki w perspektywie socjologicznej. Energetyka – społeczeństwo – polityka 1/2015.
Ryszawska B., Zabawa J., Transformacja energetyczna gospodarki Niemiec, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 453/2016.
Sedler B., Przyszłość energetyki-nowe wyzwanie cywilizacyjne, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej 29/2011.
Skoczkowski T., Bielecki S., Efektywność energetyczna – politycznoformalne uwarunkowania rozwoju w Polsce i Unii Europejskiej, Polityka Energetyczna 19/2016.

Skoczkowski T., Bielecki S., Rafał K., Rozwój zasobów rozproszonych energii - desygnat pojęcia i problematyka krajowa, Przegląd Elektrotechniczny 6/2016.

Skomudek W., Współpraca nauki z biznesem w obszarze energetyki rozproszonej, Energetyka Rozproszona 10/2023.

Słupik S., Energetyka prosumencka i jej wpływ na rynek energii elektrycznej, Studia i Prace WNEIZ US 2/2014.

Słupik S., Strategia społecznej odpowiedzialności biznesu w działalności przedsiębiorstw energetycznych w Polsce, Studia Ekonomiczne 136/2013.

Sołtysik M., Pułtorak J., Systemy wsparcia realizacji inwestycji w elektroenergetyce, Rynek Energii 2/2010.

Stefaniak S., Padiasek A., Zielone obligacje. Perspektywy wsparcia rozwoju rynku w Polsce, Instrat Policy Note 01/2023. Adamska B., Magazyny energii niezbędnym elementem transformacji energetycznej, Energetyka Rozproszona 7/2022.

Sysko-Romańczuk S., Kluj G., Mikrosieci jako innowacyjny komponent dywersyfikacji rynku energetycznego w Polsce, Przegląd Organizacji 9/2019.

Szczerbowski R., Ceran B., Możliwości rozwoju i problemy techniczne małej generacji rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii, Polityka Energetyczna 3/2013.

Szczerbowski R., Generacja rozproszona oraz sieci Smart Grid – wirtualne elektrownie, Polityka Energetyczna 14/2011.

Szukalski S.M., Innowacje w energetyce: koncepcja prosumenta, Ekonomiczne Problemy Usług 109/2013.

Szyrski M., Energetyka lokalna w świetle koncepcji smart city – aspekty prawne, Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis 2/2022.

Szyrski M., Ruch spółdzielczy w energetyce. Nowe trendy w energetyce lokalnej, Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny 3/2021.

Świniarska O., Analiza raportów niefinansowych wybranych przedsiębiorstw z branży energetycznej, Inżynieria Mineralna 2/2024.

Wawrzyniak K., Walkowiak S., Cetnarski R., Elastyczność w sieci OSD jako kluczowy komponent transformacji energetycznej, Energetyka Rozproszona 56/2021.

Wieczorek P., Bezpieczeństwo energetyczne społeczności lokalnej, Polityka i Społeczeństwo 2/2017.

Worek B., Kocór M., Micek D., Lisek K., Szczucka A., Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce - kluczowe czynniki i wyzwania, Energetyka Rozproszona 5-6/2021.

Worek B., Micek D., Kocór M., Aspekty społeczne i kulturowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku, Energetyka Rozproszona 8/2022.

Zielińska A., Possibilities of using blockchain technology in the area of electricity trade settlements, Przegląd Elektrotechniczny 97/2021.

Periodyki Online:

Białynicki-Birula P., Regulacje prawne dotyczące społeczności energetycznych w wybranych krajach UE, 2021. [https://www.researchgate.net/profile/PawelBialynickiBirula/publication/356086577_Regulacje_praw-

ne_dotyczace_spolecznosci_energetycznych_w_wybranych_krajach_UE/links/61f272efc5e3103375c4ab46/RegulacjeprawnedotyczacespolecznoscienergetycznychwwybranychkrajachUE.pdf]

Cornélusse B., Savelli I., Paoletti S., Giannitrapani A., Vicino A., A community microgrid architecture with an internal local market, Applied Energy 242/2019. [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261919305540]

Grosspietsch D., Saenger M., Girod B., Matching decentralized energy production and local consumption: A review of renewable energy systems with conversion and storage technologies, Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment 8(4)/2019, e336. [https://www.researchcollection.ethz.ch/bitstream/handle/20.500.11850/349190/5/AAM_Grosspietsch_et_al_2019.pdf]

Malko J., Mikrogeneracja – nowy partner na rynku energii, Wokół Energetyki 6/2003. [https://www.termedia.pl/Journal/13/pdf15391?filename=Mikrogeneracja.pdf]

Mokaramian E., Calderaro V., Galdi V., Graber G., Ippolito L., Siano P., Sustainable Local Energy Communities: The Role of PeertoPeer Trading, EVs, and RECs on Social Welfare and Emissions, SSRN 2024. [https://ssrn.com/abstract=5069036]

Morkisz P., Wiącek M., Wochlik I., Wykorzystanie metod obliczeniowych i sztucznej inteligencji w bezpieczeństwie energetycznym, Wiedza Obronna 2/2023. [https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztechdd27c316cad642f9bae35a625cbbc348/c/morkisz_wykorzystanie_metod.pdf]

Muniz Kubota A., Dal Belo Leite J.G., Watanabe M., Cavalett O., Lima Verde Leal M.R., Cortez L., The Role of SmallScale Biofuel Production in Brazil: Lessons for Developing Countries, Agriculture 7/2017. [https://www.mdpi.com/20770472/7/7/61/pdf]

Parol M., Mikrosieci – przyszłościowe struktury sieci dystrybucyjnych, Organ 8/2016. [http://pe.org.pl/articles/2016/8/1.pdf]

Skoczkowski T., Smart city – nowy element lokalnej polityki energetycznej, Krajowa Agencia Poszanowania Energii SA, 2010. [https://www.academia.edu/download/97127615/02Smartcitynowyelementlokalnejpolitykienergetycznej.pdf]

Warda Ajaz A., Bernell D., Microgrids and the transition toward decentralized energy systems in the United States: A MultiLevel Perspective, Energy Policy 149/2021. [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520308053]

Internet źródła:

2022 Hydropower Status Report Sector trends and insights, International Hydropower Association. [https://www.hydropower.org/publications/2022-hydropower-status-report]

2024 Country Reports, IEA Bioenergy. [https://www.ieabioenergy.com/blog/publications/2024-country-reports/]

Co się bardziej opłaca – klaster czy spółdzielnia energetyczna?, gramwzielone.pl. [https://gramwzielone.pl/trendy/20293595/co-sie-bardziej-oplaca-klaster-czy-spoldzielnia-energetyczna]

Byzdra K., „Drill, baby, drill". Donalda Trumpa pomysł na uczynienie Ameryki wielką, energetyka24.com. [https://energetyka24.com]

Die Zukunft liebt Rebell: innen, EWS Schönau. [https://www.ews-schoenau.de/]

Energetyka w Polsce, czyli o zalążkach polskiej elektroenergetyki, energetyka-polska.pl. [https://www.energetyka-polska.pl/energetyka-w-polsce-czyli-o-zalazkach-polskiej-elektroenergetyki/]

Energa-Operator dla samorządów: Zasilamy rozwój. Sieć, która napędza społeczności, energa-operator.pl. [https://energa-operator.pl/aktualnosci/842884/energa-operator-dla-samorzadow-zasilamy-rozwoj-siec-ktora-napedza-spolecznosci]

HIER opgewekt 2025, HIER.nu. [https://www.hier.nu/hieropgewekt]

Kristensen S., Electrifying History: The History of the Pearl Street Generating Station, Tech Historian. [https://techhistorian.com/history-pearl-street-generating-station/]

Mazzola L., Denzler A., Christen R., Towards a Peer-to-Peer energy market: an overview, arXiv preprint arXiv:2003.07940, 2020. [https://arxiv.org/abs/2003.07940]

Pearl Street, Niagara Falls and the war of the currents: The eccentric beginnings of New York's bright lights, BBC Future. [https://www.bbc.com/future/article/20240923-the-feud-at-the-beginning-of-new-yorks-electricity]

Pearl Street Station, Engineering and Technology History Wiki. [https://ethw.org/Pearl_Street_Station]

Tyński A.J., Gminy w procesie decentralizacji i transformacji energetyki, atarnikkaliski.pl. [https://atarnikkaliski.pl/gminy-w-procesie-decentralizacji-i-transformacji-energetyki]

VDE Quality Tested: The most stringent solar PV module testing and certification, VDE. [https://www.vde.com/renewables/our-divisions/pv-modules/quality-tested-pv-modules]

What is community energy?, Community Energy England. [https://communityenergyengland.org/]
When Edison Lit Up Manhattan, New York Historical Society. [https://www.nyhistory.org/blogs/edison-lit-manhattan]
WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2023, IRENA. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_2023.pdf]
Zalążki polskiej elektroenergetyki, elektroenergetyka.pl. [https://elektroenergetyka.pl/upload/file/2013/6/Paska.pdf]
Zbiór materiałów – Muzeum PGNiG, muzeum.pgnig.pl. [https://muzeum.pgnig.pl/energia/]

NOTY O AUTORACH

prof. UAM dr hab. inż. Piotr Kwiatkiewicz
Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
e-mail: piotr.kwiatkiewicz@amu.edu.pl
ORCID: 0000-0002-3517-9974

Marek Laskowski
ORCID: 0000-0002-1830-0293