

Anna Bałamut

dr, Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie
<https://orcid.org/0000-0001-7300-7367>

Zarządzanie bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym na poziomie lokalnym w Polsce – rola magazynów energii

Wprowadzenie

Jednym z rozwiązań proponowanych w ramach strategii Unii Europejskiej na rzecz niskoemisyjności są inwestycje w odnawialne źródła energii (OZE). Konieczność zmiany miksu energetycznego Polski i słuszność dostosowania się do unijnych wytycznych dotyczących niskoemisyjności czy zeroemisyjności wydają się obecnie bezsporne. Jednak zmiana nastawienia, akceptacja i wdrożenie tego typu rozwiązań powinny wynikać z zarządzania opartego na silnej i ugruntowanej strategii, biorącej pod uwagę dwa horyzonty czasowe: krótko- i długoterminowy. Całość powinna zostać wsparta procesem edukacji na każdym możliwym szczeblu. Zrozumienie sensu danych rozwiązań pozwala uruchomić proces przyczynowo-skutkowy. Niestety w Polsce z jednej strony obserwujemy wzrost zainteresowania inwestycjami w OZE, ale z drugiej – brak kompleksowości. Nadprodukcja mocy, jeżeli się pojawi, jest niezabezpieczana, zarówno w przypadku farm wiatrowych, jak i gospodarstwa domowego. Fakt ten znacząco osłabia całość systemu elektroenergetycznego, bo powstaje energia, która nie ma być jak wykorzystana. Warto się zatem zastanowić nad tym, ile gospodarstw domowych w Polsce posiada na panele fotowoltaiczne, a ile magazyny energii.

Celem opracowania jest przedstawienie rynku magazynów energii w Polsce, analiza stanu faktycznego i perspektyw na przyszłość. Zadano pytanie badawcze: czy magazyny energii kreują bezpieczeństwo energetyczno-ekologiczne na poziomie

lokalnym? Na potrzeby opracowania postawiono hipotezę: w Polsce na poziomie lokalnym brakuje zachęt inspirujących prosumentów do budowy magazynów energii. Nie jest też prowadzona edukacja pozwalająca zrozumieć potrzebę budowania niezależności energetycznej.

Artykuł został podzielony na trzy części teoretyczne. Pierwsza opisuje proces zarządzania bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym na poziomie lokalnym w Polsce. Druga omawia, czym są magazyny energii i jaką rolę mogą odgrywać w kształtowaniu bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego. Część trzecia odpowiada na pytanie, jaka jest przyszłość magazynów energii w Polsce. Wybrane zagadnienie, z uwagi na swoją obszerność, będzie wymagało w przyszłości kontynuacji w postaci analizy projektów realizowanych w poszczególnych województwach.

W niniejszej pracy wykorzystana została metoda przeglądu literatury przedmiotu. Dodatkowo wykorzystano metody empiryczne, tj. obserwację (poznanie zjawiska) i opis (będący wynikiem obserwacji), oraz ogólnologiczne, tj. analizę, syntezę, indukcję oraz dedukcję. W artykule wykorzystano zarówno źródła pierwotne, jak i monografie, publikacje zbiorowe, artykuły oraz publikacje zamieszczane na stronach internetowych poszczególnych ministerstw, organizacji i innych podmiotów.

Zarządzanie bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym na poziomie lokalnym

Zarządzanie bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym oznacza kreowanie strategii w perspektywie nie tylko krótko-, ale i długoterminowej. Strategia to nie tylko plan w postaci dokumentu lub kolorowej prezentacji, ale szereg działań poprzedzonych dogłębną analizą problemu, uzupełniony monitorowaniem czynników otoczenia w skali mikro i makro. Uwzględnione powinny być takie aspekty jak energetyka i ekologia w ramach realizowanych procesów i podejmowanych działań¹, aspekty technologiczne, polityczne, społeczne, ekonomiczne i kulturowo-religijne. Na równi z bezpieczeństwem analizie powinna zostać poddana ewentualna sytuacja kryzysowa wraz ze skutkami.

Inwestycje w odnawialne źródła energii w Polsce w ostatnich latach powodują duży przyrost mikroinstalacji. Te generują nadwyżki energii, którym nie mogą sprostać sieci energetyczne. Rozwiązaniem tej sytuacji wydają się magazyny energii, które będą mogły gromadzić nadwyżki mocy i wykorzystywać je w sytuacjach większego zapotrzebowania, a tym samym mniejszej produkcji, oraz w niespodziewanych sytuacjach kryzysowych, np. blackoutów, ataków hakerskich, przeciążeń

¹ M. Ruszel, *Bezpieczeństwo energetyczne w kontekście współczesnych wyzwań wywołanych wojną w Ukrainie w 2022 roku*, [w:] *Bezpieczeństwo energetyczne. Wybrane zagadnienia*, red. A. Wiącek, M. Ruszel, J. Stec-Rusiecka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2022, s. 11–12.

sieci, działań zbrojnych. Zaangażowanie obywateli w tego typu inwestycje potwierdza ideę kreowania bezpieczeństwa na poziomie lokalnym. Dlatego też zarządzanie bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym powinno być rozpatrywane w dwóch ujęciach: na poziomie lokalnym i krajowym. Co ważniejsze, pojęcie to powinno uwzględniać aspekty społeczne. Dlatego też, aby móc właściwie definiować bezpieczeństwo energetyczne i nim zarządzać, trzeba podkreślić, że jest to proces zmiennych stanów gospodarki, które powinny móc pokryć bieżące i przewidywane zapotrzebowanie (w sposób ciągły, niezawodny itp.), przy uwzględnieniu interesów nie tylko geopolitycznych i geoeconomicznych², ale i potrzeb społecznych³. Warto podkreślić, iż tylko zdecentralizowany system energetyczny zapewni lokalną odporność kryzysową. Dlatego tak ważne jest inicjowanie działań w kierunku lokalnego bezpieczeństwa energetycznego (np. klastry energetyczne, spółdzielnie energetyczne, energetyka obywatelska), w którym magazyny energii będą odgrywać rolę kluczową. Są niezbędne dla tego typu inwestycji, zwłaszcza gdy zostaną przyłączone bezpośrednio lub pośrednio do systemu dystrybucyjnego⁴.

Magazyn energii to instalacja, która umożliwi magazynowanie energii elektrycznej i wprowadzenie jej do sieci⁵. Zgodnie z nowelizacją ustawy OZE, która weszła w życie z dniem 1 października 2023 r.⁶, zaimplementowane zostały części pakietu, a tym samym rozwiązania w sprawie OZE w ramach dyrektywy RED II⁷. Ważne jest rozgraniczenie pojęć. Unia Europejska przywiązuje wagę do społeczności energetycznych, jednakże polskie klastry energii nie spełniały wymogów dyrektyw RED II i IEMD⁸ co do REC (*renewable energy communities*, społeczności energetyczne działające w zakresie energii odnawialnej) i CEC (*citizen energy communities*, obywatelskie społeczności energetyczne) i nie mają swojego odpowiednika w krajach UE⁹. Dlatego też konieczna była nowelizacja ustawy, bo przecież

² Idem, *Paradygmat bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Zarys teorii bezpieczeństwa państwa*, red. J. Gryz, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2016, s. 317–337.

³ A. Bałamut, M. Ruszel, *Evolution of the definition of energy security and local component (clusters) in the theoretical perspective*, „Energy Policy Studies” 2023, nr 2(13), s. 3–13.

⁴ *Bałamut: Tylko zdecentralizowany system energetyczny zapewni lokalną odporność kryzysową* [z Anną Bałamut rozmawia Witold Szwagrún], *BiznesAlert*, 26.01.2024, <https://biznesalert.pl/polska-ukraina-energetyka-decentralizacja-oze> [dostęp: 12.05.2024].

⁵ Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, tekst jedn. Dz.U. z 2021 r., poz. 716, art. 3 ust. 10k.

⁶ Ustawa z dnia 17 sierpnia 2023 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2023 r., poz. 1762.

⁷ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz.Ur. UE L 328/82 z 21.12.2018, z późn. zm.

⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE, Dz.Ur. UE L 158/125 z 14.06.2019.

⁹ A. Bałamut, M. Ruszel, *Evolution of the definition of energy security...*, *op. cit.*

brak jednolitości może ograniczać efektywność. Natomiast w przypadku magazynów energii podkreśla się ich niezbędną rolę w łańcuchu tworzenia, przesyłu i magazynowania energii w ramach nowelizowanej ustawy OZE.

Energetyka rozproszona zgodnie z dokumentami strategicznymi Polski to nie tylko źródła wytwórcze, ale i magazyny energii przeznaczone do użytku lokalnego. Przyłączone powinny być do systemu elektroenergetycznego (dystrybucyjnego) w sposób bezpośredni lub pośredni¹⁰. Główną rolę będzie tutaj odgrywać transformacja energetyczna z uwzględnieniem energetyki obywatelskiej¹¹, a filarem zmian mogą być chociażby klastry energii. Energetyka obywatelska oznacza zatem pewien system, w którym mogą brać udział osoby prywatne, przedsiębiorstwa, organizacje i instytucje (nie tylko z sektora energetycznego), a ich wspólnym celem jest wytwarzanie, przesył i zarządzanie energią¹². Dlatego też istotne jest zaakceptowanie i zmiana roli obecnego konsumenta na konsumenta świadomego, czyli ekokonsumenta, a nawet prosumenta, czyli producenta i konsumenta energii jednocześnie. Wytwarzana energia jest na potrzeby własne, na wypadek wystąpienia sytuacji kryzysowej, niestabilności przesyłu krajowego systemu dystrybucyjnego, wysokich cen energii, przeświadczenia o potrzebie zaangażowania w niskoemisyjną gospodarkę itd.

Rozwój energetyki prosumenckiej jest wspierany przez rządowy program „Mój prąd”. W ramach tej inicjatywy wspierane są przede wszystkim: instalacje fotowoltaiczne (PV), magazyny ciepła, magazyny energii elektrycznej o pojemności co najmniej 2 kWh oraz systemy zarządzania energią domową EMS/HEMS ((Home) Energy Management System). Program jest skierowany do konsumenta, jednostki, gospodarstwa domowego, które wytwarza energię elektryczną na własne potrzeby, zawiera umowę, która reguluje kwestie wprowadzania energii elektrycznej do sieci oraz rozliczeń w systemie net-billing¹³. Wielkość dofinansowania w ramach poszczególnych etapów programu przedstawiono w tabeli nr 1. Warto zwrócić uwagę na wsparcie również dla magazynów gazów. Obecnie zakończył się nabór do V edycji programu. Następna planowana jest pod koniec 2024 r.

¹⁰ *Kierunki rozwoju polityki klastrowej po 2020 r.*, Warszawa 2020, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/krajowe-klastry-kluczowe> [dostęp: 12.04.2024].

¹¹ *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*, <https://www.gov.pl/web/ia/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-pep2040> [dostęp: 20.02.2024].

¹² Ustawa z dnia 28 lipca 2023 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2023 r., poz. 1681.

¹³ *Skorzystaj z programu „Mój prąd”*, GOV.pl, 2.05.2023, <https://www.gov.pl/web/gov/skorzystaj-z-programu-moj-prad> [dostęp: 12.05.2024].

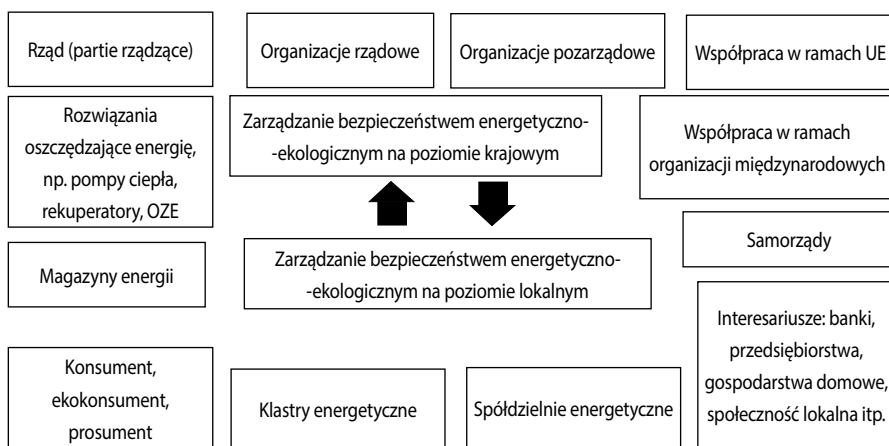
Tabela 1. Program „Mój prąd” – harmonogram wsparcia

Nabór	I i II (MP1) i (MP2)	Nabór III (MP3)	Nabór IV (MP4)	Nabór IV+ (MP4+)
Czas	MP1: 30.08.2019– 20.12.2019 MP2: 12.01.2020– 6.12.2020	1.07.2021– 6.10.2021	16.04.2022–17.03.2023	15.12.2022– 17.03.2023
Zakres działań	Dofinansowanie zakupu i montażu mikroinstalacji fotowoltaicznych od 2 do 10 kW – do 5000 zł	Dofinansowanie zakupu i montażu mikroinstalacji fotowoltaicznych od 2 do 10 kW – do 3000 zł	Dofinansowanie zakupu i montażu: mikroinstalacji fotowoltaicznych od 2 do 10 kW – do 5000 zł; magazynów ciepła – do 5000 zł; magazynów energii – do 7000 zł; systemów EMS/HEMS – do 3000 zł	Dofinansowanie zakupu i montażu: mikroinstalacji fotowoltaicznych od 2–10 kW – do 7000 zł; magazynów ciepła – do 5000 zł; magazynów energii – do 16 000 zł; systemów EMS/HEMS – do 3000 zł

Źródło opracowanie własne na podstawie: Mój prąd, <https://mojprad.gov.pl/> [dostęp: 12.05.2024].

Reasumując powyższe rozważania, warto wskazać szczególną zależność pomiędzy kształtowaniem się bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego na poziomie lokalnym i krajowym. Oddziaływania w poszczególnych płaszczyznach są bardzo intensywne. Widoczne są inicjatywy takie jak klastry czy spółdzielnie energetyczne, co wskazuje na zainteresowanie tematem bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego (a tym samym kwestią wystąpienia ryzyka) na poziomie lokalnym. Edukacja na poziomie lokalnym – budowanie świadomości konsumentów i przekształcanie ich w ekokonsumentów czy prosumentów – to właściwy kierunek. Istotą jest kreowanie inicjatyw w tym zakresie np. poprzez działalność samorządów, organizacji, przedsiębiorstw itp., ale w połączeniu ze wsparciem na poziomie krajowym. Regulacje odpowiadające na potrzeby lokalnego bezpieczeństwa energetycznego są tu kluczowe. Potrzebne jest stabilne otoczenie prawne, budowane przez współpracę z interesariuszami sektora energetycznego w skali kraju i regionu, oraz zarządzanie strategią w perspektywie krótko- i długookresowej. Rysunek 1 pokazuje dwie płaszczyzny zarządzania bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym na poziomie krajowym i lokalnym oraz elementy (części składowe), które powinny zostać wzięte pod uwagę na obu poziomach. Kompleksowość ujęcia problemu pozwoli na jednoczesne kreowanie bezpieczeństwa oraz reagowanie w sytuacji kryzysowej. Schemat nie jest zbiorem zamkniętym, może stanowić punkt wyjścia do dalszej analizy.

Rysunek 1. Zarządzanie bezpieczeństwem na poziomie krajowym i lokalnym – wielość elementów składowych



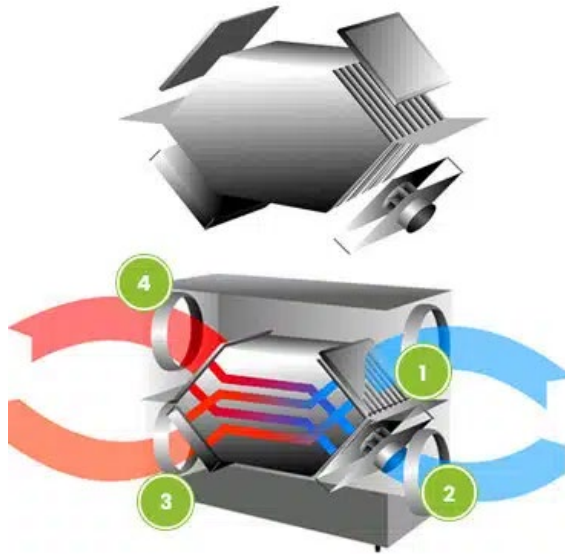
Źródło: opracowanie własne.

Magazyny energii – formy i zastosowanie

Rozpoczynając dyskusję nad magazynami energii w Polsce, trzeba stwierdzić, że jest to rozwiązanie przyszłościowe – obecnie nie jest stosowane powszechnie ani na poziomie krajowym, ani lokalnym. Warto wymienić kilka możliwych rozwiązań, które bezpośrednio lub pośrednio mają wpływ na kwestie oszczędzania energii i można wskazać je jako istotne dla poprawy efektywności energetycznej obiektów budowlanych, w tym gospodarstw domowych.

Rekuperacja (rysunek 2) to wentylacja mechaniczna, która pozwala na odzysk ciepła. Powietrze zużyte (tzw. brudne) wymieniane jest na czyste, które jednocześnie jest w rekuperatorze ogrzewane: brudne, ciepłe powietrze, oddaje swoje ciepło do zimnego i czystego. Szacuje się, że oszczędność energii przy takim rozwiązaniu wynosi od 30 do 70% w porównaniu do rozwiązań opartych na np. nieodnawialnych źródłach energii. Rekuperacja łączy nie tylko funkcjonalność, ale też aspekt zdrowotny. Jest to rozwiązanie szczególnie istotne dla obszarów, w których mieszkańcy muszą mierzyć się z zanieczyszczeniami powietrza, smogiem, spalinami, pyłkami, roztocami, wirusami itp. Jej montaż sprawdza się zwłaszcza dla nowo powstających budynków. W przypadku starszych obiektów wiąże się z wyższymi kosztami, z uwagi na stan budynku i jego specyfikę budowlaną (ocieplenie, szczelność okien, drzwi itp.).

Rysunek 2. Schemat budowy rekuperatora. Oznaczono kanały wentylacyjne: strumień nawiewny (kanał 1 i 3), strumień wyciągowy (kanał 2 i 4)



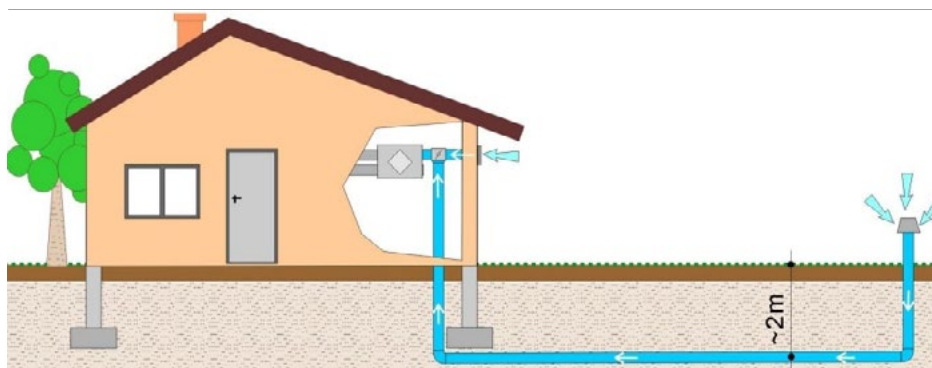
Źródło: *Co to jest, jak działa rekuperacja*, ECO comfort, <https://www.ecocomfort.pl/rekuperacja> [dostęp: 12.05.2024].

Innym rozwiązaniem jest gruntowny wymiennik ciepła (GWC, rysunek 3), którego głównym celem jest zwiększenie efektywności energetycznej systemu rekuperacji. Z uwagi na zmienne warunki atmosferyczne w Polsce rozwiązanie wydaje się kluczowe. Temperatura pod ziemią jest bardziej stabilna (stała) niż na zewnątrz, co w GWC wykorzystuje się do zmniejszenia kosztów ogrzania albo ochłodzenia powietrza wewnątrz budynku. GWC współpracuje z wentylacją mechaniczną, co znacząco poprawia jakość dostarczanego powietrza. Wyróżnia się trzy typy gruntowych wymienników ciepła: rurowy (złożony z rur PCV), żwirowy (następuje wymiana ciepła ze żwirem) oraz płytowy (specjalne płyty położone są zazwyczaj na utwardzonym podłożu pisakowo-żwirowym, tutaj przepływ powietrza ma miejsce poprzez podłoże gruntowe). Dodatkowo występuje na rynku rozwiązanie zbliżone do pomp ciepła – glikolowy wymiennik ciepła, który sprawdzi się zwłaszcza na terenach podmokłych, gdzie wymienniki żwirowe i płytowe nie mogą być zastosowane.

W Polsce w ostatnich latach zainteresowanie klientów indywidualnych i przemysłu wzbudziły pompy ciepła. Istotą tego rozwiązania jest energia pozyskana ze środowiska i wykorzystana do zasilania instalacji centralnego ogrzewania oraz ogrzania wody użytkowej (około 75% energii pochodzi ze środowiska). Rozwiązanie to jest ekologiczne z uwagi na ograniczoną emisję zanieczyszczeń. Wyróżnia się różne rodzaje pomp ciepła. Pompy gruntowe wykorzystują wodę geotermalną (stosuje się

tu wymiennik ciepła pionowy: do 100 m pod ziemią, lub poziomy: rury umieszczone płytko (1–1,5 m) pod ziemią); pompy powietrzne pobierają ciepło z powietrza, ogrzewanie jest możliwe nawet przy temperaturze $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$; pompy hybrydowe działają w połączeniu np. z kotłem gazowym (łączone są więc źródła odnawialne i tradycyjne); pompa woda-powietrze pozwala na kilka trybów pracy: grzanie, chłodzenie, podgrzewanie wody i jednocześnie grzanie; w pompie wodnej źródłem ciepła jest woda ze stawu, jeziora, rzeki lub ze studni głębinowej o temperaturze $5\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pompy ciepła są rozwiązaniem energooszczędnym, pozwalającym obniżyć koszty ogrzewania gospodarstwa domowego o połowę¹⁴.

Rysunek 3. Gruntowy wymiennik ciepła



Źródło: *Gruntowe wymienniki ciepła dla domu*, Energooszczędny dom, <https://wentylacja.energooszczedny-dom.pl/3-gruntowy-wymiennik-ciepła/32-rodzaje-gwc.php> [dostęp: 12.05.2024].

Powyższe rozwiązania, choć tak bardzo usprawniające funkcjonowanie podmiotów pod względem efektywności energetycznej, wymagają budowania komercyjnych przydomowych magazynów energii. Wynika to również z faktu rosnącego zainteresowania instalacjami fotowoltaicznymi. Inwestycje indywidualne oraz farmy fotowoltaiczne na skalę komercyjną przy braku przepustowości linii energetycznych prowadzą do nadprodukcji mocy. Rodzi się pytanie, czy nie generuje to niepotrzebnych kosztów – powstaje przecież prąd, który nie jest wykorzystany. Rozwiązaniem w takiej sytuacji powinien być magazyn energii. Jest on również zabezpieczeniem na wypadek wystąpienia sytuacji kryzysowej (przerwania lub zakłócenia dostaw energii). Typy magazynów energii przedstawiono na rysunku 4. Prosumenckie są przeznaczone do instalacji przydomowych; w Polsce popularnością cieszą się magazyny o mocy 10 kWh (z uwagi na przydomowe instalacje o mocy 5–7 kW). Koszt magazynu o pojemności 5 kWh wynosi ok. 15 tys. zł. Do tego trzeba dodać usługę instalacji oraz ewentualne dodatkowe koszty. Przeciwnicy tego typu inwestycji wskazują,

¹⁴ *Rodzaje pomp ciepła – co trzeba wiedzieć?*, ERCO, 30.06.2020, <https://erco-lodz.pl/rodzaje-pomp-ciepła-co-trzeba-wiedziec> [dostęp: 12.05.2024].

że magazynowanie energii na mniejszą skalę jest mniej efektywne z uwagi na pojemność. Dodatkowo przecież i tak wykorzystywany jest kobalt lub lit, co ma swoje konsekwencje dla środowiska. Jednakże jest to rozwiązanie praktyczne na wypadek awarii i braku dostaw prądu, z powodu np. ataku zbrojnego czy przeciążenia (blackoutu). Kolejnym rozwiązaniem są magazyny energii w stacjach transformatorowych. Ich pojemność to kilkadziesiąt kilowatogodzin. Pojedyncze stacje mogą być ze sobą łączone w przypadku większego zapotrzebowania, co pozwala dostosować możliwości do indywidualnych potrzeb. Magazyny takie mogą gromadzić energię z instalacji PV i pobierać energię z sieci. Można je wykorzystać w miejscach użyteczności publicznej, jak centra handlowe czy stacje benzynowe, a nawet osiedla mieszkalne. Wielkoskalowe magazyny to moc liczona w mega-, a nawet gigawatach. Powszechnie używa się nazwy hub. Pozwalają one na handel energią i jej zakupy po okazjonalnej cenie, co znacząco podnosi wskaźnik bezpieczeństwa energetycznego państwa. Zagrożenie mogą stanowić baterie litowo-jonowe, które w przypadku awarii mogą powodować pożary na wielką skalę¹⁵.

Rysunek 4. Typy magazynów energii



Źródło: *Magazyny energii: prosumenckie, w stacji transformatorowej czy wielkoskalowe?*, e-magazyny.pl, 21.10.2022, <https://e-magazyny.pl/magazyny-energii-prosumenckie-w-stacji-transformatorowej-czy-wielkoskalowe/> [dostęp: 12.05.2024].

Dzięki magazynom energii można uzyskać czasową niezależność energetyczną i odporność na braki lub ograniczenia dostaw prądu na poziomie krajowym. Dodatkowo dają one możliwość pełnego wykorzystania wyprodukowanej energii i dzięki temu – uniknięcia ewentualnych zakłóceń czy przeciążeń sieci.

¹⁵ *Magazyny energii: prosumenckie, w stacji transformatorowej czy wielkoskalowe?*, e-magazyny.pl, 21.10.2022, <https://e-magazyny.pl/magazyny-energii-prosumenckie-w-stacji-transformatorowej-czy-wielkoskalowe/> [dostęp: 12.05.2024].

Stan obecny a perspektywy dla magazynów energii w Polsce

W Europie Zachodniej, Stanach Zjednoczonych czy Australii panuje wręcz boom na magazyny energii. Sytuacja w Polsce jest obiecująca, ale na ten moment można raczej mówić o etapie wstępnym. Potencjał magazynów energii zarówno w aspekcie krajowym, jak i lokalnym jest widoczny, jednak nie przekłada się to na liczbę inwestycji. Zgodnie z ustawą Prawo energetyczne PSE S.A. jako operator systemu przesyłowego (OSP) zobowiązany jest prowadzić rejestr przyłączonych do sieci magazynów energii elektrycznej „o łącznej mocy zainstalowanej większej niż 50 kW”. Wniosek o rejestrację może być przesłany zarówno przez osobę fizyczną, jak i prawną¹⁶. Obecnie w rejestrze są dwie pozycje, obydwie należą do PGE Energia Odnawialna S.A. – są to elektrownie szczytowo-pompowe o mocy 716 MW (Elektrownia Żarnowiec nad Jeziorem Żarnowieckim,) oraz 540 MW (Elektrownia Żar nad Jeziorem Międzybrodzkim). Listę tę uzupełnia rejestr magazynów energii elektrycznej, systemów dystrybucyjnych i instalacji odbiorczych planowanych do przyłączenia do sieci przesyłowej¹⁷, zawierający ponad 130 propozycji (stan na 30 kwietnia 2024 r.), co staje się obiecującą perspektywą dla rynku magazynów energii w Polsce. Dla porównania – w roku 2023 lista obejmowała 23 propozycje. Widoczny jest znaczący przyrost inwestycji w tym obszarze, co potwierdza trend rosnący. Zdaniem prezesa PSE Grzegorza Onichimowskiego najważniejszym aspektem jest stabilizacja systemu elektroenergetycznego w ujęciu krajowym, a rozwiązaniem mają być magazyny energii. Pożądana moc magazynów to 10 GW¹⁸. Obecnie w Polsce funkcjonuje 11 000 magazynów o mocy 110 MW i pojemności 188 MWh. Dodatkowo 166 MW to moc w magazynach energii w technologii bateryjnej (z czego 40% to przydomowe magazyny energii). Innym ważnym elementem systemu magazynowania energii są elektrownie szczytowo-pompowe (łącznie 1767,6 MW), np. wspomniane już elektrownie Żarnowiec i Żar czy Elektrownia Solina (198,66 MW) na rzece San¹⁹. W raporcie Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz Polskiego Stowarzyszenia Magazynowania Energii, którego celem była ocena perspektywy rozbudowy infrastruktury dla magazynów energii w Polsce do roku 2040 (magazyny prosumenckie, przemysłowe

¹⁶ Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, art. 43g ust. 1 i 3.

¹⁷ *Informacja na temat magazynów energii elektrycznej, systemów dystrybucyjnych i instalacji odbiorczych planowanych do przyłączenia do sieci przesyłowej (stan na dzień 30 kwietnia 2024 r.)*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne, https://www.pse.pl/documents/20182/51490/Wykaz_MME_SD_ODB_planowanych_do_przylaczenia_do_sieci_przesylowej.pdf [dostęp: 12.05.2024].

¹⁸ *PSE potrzebuje 10 GW w magazynach energii*, Gramzielone.pl, 28.05.2024, <https://www.gramzielone.pl/magazynowanie-energii/20200658/pse-potrzebuje-10-gw-w-magazynach-energii> [dostęp: 1.06.2024].

¹⁹ *Magazynowanie energii to jedno z kluczowych wyzwań współczesnej energetyki*, GLOBEnergia, 29.04.2024, <https://globenergia.pl/11-tysiecy-magazynow-energii-o-pojemnosci-138-mwh-przydomowe-magazyny-energii-w-liczbach-pod-koniec-2023> [dostęp: 12.05.2024].

i wielkoskalowe do 400 kWh), wskazane zostały trzy przestrzenie czasowe, scenariusz bazowy, perspektywa Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. oraz scenariusz optymalny (tabela 2). Raport podkreśla, że zapotrzebowanie na energię rośnie i maleje zależnie od pory dnia i roku. Zmienne zapotrzebowanie nie wpływa na potencjał rynku. Tego typu inwestycje przyczynią się do wzrostu zatrudnienia i wzrostu potencjału gospodarczego kraju. Magazyny energii to miejsca pracy m.in. dla konserwatorów instalacji, maszyn i urządzeń, branży informatycznej, transportu lądowego, handlu detalicznego i hurtowego²⁰.

Tabela 2. Potencjał rozwoju rynku magazynów energii w Polsce

	Nowa pojemność zainstalowana [MWh]					
	Magazyny klasy prosumenckiej			Magazyny przemysłowe i wielkoskalowe		
	BAZ	PEP2040	OPT	BAZ	PEP2040	OPT
2021–2025	1000	610	1150	1615	2440	2000
2026–2030	1400	990	1610	9200	3960	11 000
2031–2035	2100	1510	2415	10 400	6040	12 000
2036–2040	2400	1290	2760	12 800	5160	15 000
Łącznie 2021–2040	6900	4400	7935	34 015	17 600	40 000

* BAZ – scenariusz bazowy; PEP2040 – scenariusz Polityki Energetycznej Polski do 2040 r., OPT – scenariusz optymalny dla branży.

Źródło: S. Kopeć *et al.*, *Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, Analizy AGH, Komunikat 2/2022, https://psme.org.pl/wp-content/uploads/2022/05/RAPORT_komunikat-2_2022.pdf, s. 3 [dostęp: 14.05.2024].

Dla klientów indywidualnych dostępne są kalkulatory pozwalające wybrać odpowiedni magazyn energii, gdzie brana jest pod uwagę moc fotowoltaiki oraz roczne zużycie energii w gospodarstwie domowym. Kalkulator nie uwzględnia wszystkich rozwiązań, np. ładowania samochodu elektrycznego czy działającej pompy ciepła. Dlatego takie kwestie dobrze jest omówić z fachowym doradcą. Najczęściej klienci w ramach gospodarstw domowych wybierają magazyn energii o pojemności 5, 10 i 20 kWh²¹.

²⁰ S. Kopeć *et al.*, *Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, Analizy AGH, Komunikat 2/2022, https://psme.org.pl/wp-content/uploads/2022/05/RAPORT_komunikat-2_2022.pdf [dostęp: 14.05.2024].

²¹ *Magazyny energii*, E-ZPUE, <https://e-zpue.com/magazyny-energii> [dostęp: 12.05.2024].

Na początku kwietnia 2024 r. na portalu money.pl pojawiła się informacja o sprzedaży projektu dużego magazynu energii (BESS – Battery Energy Storage System). Stronami umowy były Columbus Energy S.A. (Polska) oraz DRI (DTEK Renewables International B.V., Ukraina). Projekt ma powstać na terenie gminy Chrzanów, będzie to największy obiekt tego typu w Polsce (moc 133 MW, pojemność 532 MWh)²². Takie sytuacje rodzą pytania o bezpieczeństwo energetyczno-ekologiczne z uwagi na kwestie współpracy z firmą zagraniczną i ryzykiem kooperacji w tym obszarze. Dlaczego istotne pod względem bezpieczeństwa kraju inwestycje nie pozostają w rękach rodzimych podmiotów?

Reasumując powyższe rozważania, należy wspomnieć o XVI Europejskim Kongresie Gospodarczym w Katowicach, gdzie debatowano nad perspektywą magazynowania energii w Polsce. Według prezesa zarządu Polskiego Stowarzyszenia Magazynowania Energii Barbary Adamskiej widać brak rzeczywistych inicjatyw. Problemem może być nadal brak sprzyjających regulacji. Według wiceprezesa zarządu ds. handlu Tauron Polska Energia S.A. Piotra Gołębiowskiego, spółka zachęca do inwestowania w magazyny energii jako rozwiązania bezemisyjne. Zdaniem dyrektora Departamentu Rozwoju Rynków i Spraw Konsumentckich Urzędu Regulacji Energetyki Małgorzaty Kozak magazyny energii istotne są z uwagi na dynamiczny rozwój fotowoltaiki. Brak magazynów powoduje, że system musi polegać na elektrowniach konwencjonalnych. Natomiast Grzegorz Kozioł, Digital Energy Solution Manager z Huawei Polska, podkreślił, że uczestnicy rynku coraz częściej stawiają na niezależność energetyczną, stąd inwestycje w magazyny energii będą kluczowe. Dodatkowo magazyny energii pozwolą wykorzystać nadwyżki mocy z farm fotowoltaicznych. Jacek Mazurkiewicz, Business Development Manager z Corab S.A., zgodził się ze zdaniem poprzedników i podkreślił fakt marnowania się energii w ramach farm fotowoltaicznych czy instalacji domowych, co nie powinno mieć miejsca. Dawid Olszewski, prezes zarządu Alfa Laval Polska, zaznaczył istnienie dwóch rodzajów magazynów energii: bateryjnych, które mają ograniczenia żywotności, oraz magazynów szczytowo-pompowych, których budowa jest długa. Natomiast Michał Wypychewicz, prezes zarządu, dyrektor generalny ZPUE S.A., uwypuklił fakt, że Polska potrzebuje wprowadzenia mechanizmów wspierających inwestorów, jak np. we Włoszech, gdzie istnieje rynek domowych magazynów energii, gdyż jasne wsparcie finansowe przekłada się na obniżenie kosztów finansowania²³.

²² B. Błaczowska, *Columbus sprzedaje projekt ogromnego magazynu energii*, Gramzielone.pl, 28.03.2024, <https://www.gramzielone.pl/magazynowanie-energii/20192193/columbus-sprzedaje-projekt-ogromnego-magazynu-energii> [dostęp: 12.05.2024].

²³ *XVI Europejski Kongres Gospodarczy*, 08.05.2024, <https://www.eccpoland.eu/2024/pl/o-ecc/366/> [dostęp: 30.05.2024].

Podsumowanie

W zmiennym otoczeniu pojęcie bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego stale ewoluuje. Państwa nie mogą stosować jednej strategii, co znacząco zmienia reguły gry. Uwzględnianie elementów otoczenia w skali mikro i makro oraz w perspektywie krótko- i długookresowej stanowi kluczowy element. Dodatkowo potrzebna jest kooperacja ze wszystkimi interesariuszami na rynku – w skali regionu, kraju czy w aspekcie globalnym – mającymi istotny wpływ na sukces danej inwestycji. Dążenie do własnej niezależności energetycznej nie jest możliwe bez magazynów energii. Wymusza to inteligentne sterowanie przepływem energii, np. fotowoltaika, pompy ciepła oraz inteligentne zarządzanie budynkiem.

Bezspornie można uznać, że magazyny energii kreują bezpieczeństwo energetyczno-ekologiczne na poziomie lokalnym i krajowym. W Polsce brakuje mechanizmów zachęcających prosumentów do ich budowy. Nie jest też prowadzona edukacja pozwalająca zrozumieć potrzebę budowania niezależności energetycznej. W zmiennym otoczeniu – z widmem braku dostaw, blackoutów, wysokich cen energii, przerwania łańcuchów dostaw, a nawet redukcji generacji energii z OZE – podstawą powinna być elastyczność i odporność nie tylko rynku, ale i uczestników na wypadek sytuacji zmiennych lub/i kryzysowych.

Dalego też niniejszy tekst jest wstępem do głębszej analizy problemu. Warto uczyć się na rozwiązaniach stosowanych w innych państwach, np. Hiszpanii, Włoszech, Stanach Zjednoczonych. Przedstawienie tych rozwiązań i próba uwzględnienia ich na polskim rynku to dobry pierwszy krok w obszarze właściwego wykorzystania magazynów energii, a tym samym – budowania bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego na poziomie lokalnym. Zagadnienie to może zatem stanowić przedmiot kolejnej publikacji.

Bibliografia

- Bałamut A., Ruszel M., *Evolution of the definition of energy security and local component (clusters) in the theoretical perspective*, „Energy Policy Studies” 2023, nr 2(13), s. 3–13.
- Bałamut: *Tylko zdecentralizowany system energetyczny zapewni lokalną odporność kryzysową* [z Anną Bałamut rozmawia Witold Szwaugrun], *BiznesAlert*, 26.01.2024, <https://biznesalert.pl/polska-ukraina-energetyka-decentralizacja-oze> [dostęp: 12.05.2024].
- Bezpieczeństwo energetyczne. Wybrane zagadnienia*, red. A. Wiącek, M. Ruszel, J. Stec-Rusiecka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2022.
- Blazkowska B., *Columbus sprzedaje projekt ogromnego magazynu energii*, *Gramzielone.pl*, 28.03.2024, <https://www.gramzielone.pl/magazynowanie-energii/20192193/columbus-sprzedaje-projekt-ogromnego-magazynu-energii> [dostęp: 12.05.2024].
- Co to jest, jak działa rekuperacja*, *ECO comfort*, <https://www.ecocomfort.pl/rekuperacja> [dostęp: 12.05.2024].

- Gruntowe wymienniki ciepła dla domu*, Energooszczędny dom, <https://wentylacja.energooszczedny-dom.pl/3-gruntowy-wymiennik-ciepła/32-rodzaje-gwc.php> [dostęp: 12.05.2024].
- Informacja na temat magazynów energii elektrycznej, systemów dystrybucyjnych i instalacji odbiorczych planowanych do przyłączenia do sieci przesyłowej (stan na dzień 30 kwietnia 2024 r.)*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne, https://www.pse.pl/documents/20182/51490/Wykaz_MME_SD_ODB_planowanych_do_przyłączenia_do_sieci_przesyłowej.pdf [dostęp: 12.05.2024].
- Kierunki rozwoju polityki klastrowej po 2020 r.*, Warszawa 2020, Ministerstwo Rozwoju i Technologii, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/krajowe-klastry-kluczowe> [dostęp: 12.04.2024].
- Kopeć S., Lach Ł., Adamska B., Wrocławski M., Szczeciński P., *Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, Analizy AGH, Komunikat 2/2022, https://psme.org.pl/wp-content/uploads/2022/05/RAPORT_komunikat-2_2022.pdf [dostęp: 14.05.2024].
- Magazynowanie energii to jedno z kluczowych wyzwań współczesnej energetyki*, GLOBEnergia, 29.04.2024, <https://globenergia.pl/11-tysiecy-magazynow-energii-o-pojemnosci-138-mwh-przydomowe-magazyny-energii-w-liczbach-pod-koniec-2023> [dostęp: 12.05.2024].
- Magazyny energii*, E-ZPUE, <https://e-zpue.com/magazyny-energii> [dostęp: 12.05.2024].
- Magazyny energii: prosumenckie, w stacji transformatorowej czy wielkoskalowe?*, e-magazyny.pl, 21.10.2022, <https://e-magazyny.pl/magazyny-energii-prosumenckie-w-stacji-transformatorowej-czy-wielkoskalowe/> [dostęp: 12.05.2024].
- Mój prąd, <https://mojprad.gov.pl> [dostęp: 12.05.2024].
- Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*, GOV.pl, <https://www.gov.pl/web/ia/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-pep2040> [dostęp: 20.02.2024].
- PSE potrzebuje 10 GW w magazynach energii*, Gramzielone.pl, 28.05.2024, <https://www.gramzielone.pl/magazynowanie-energii/20200658/pse-potrzebuje-10-gw-w-magazynach-energii> [dostęp: 1.06.2024].
- Rodzaje pomp ciepła – co trzeba wiedzieć?*, ERCO, 30.06.2020, <https://erco-lodz.pl/rodzaje-pomp-ciepła-co-trzeba-wiedziec> [dostęp: 12.05.2024].
- Ruszel M., *Paradygmat bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Zarys teorii bezpieczeństwa państwa*, red. J. Gryz, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2016, s. 317–337.
- Skorzystaj z programu „Mój prąd”*, GOV.pl, 2.05.2023, <https://www.gov.pl/web/gov/skorzystaj-z-programu-moj-prad> [dostęp: 12.05.2024].

Akty prawne

- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne, tekst jedn. Dz.U. z 2021 r., poz. 716.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, Dz.Urz. UE L 328/82 z 21.12.2018, z późn. zm.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE, Dz.Urz. UE L 158/125 z 14.06.2019.
- Ustawa z dnia 28 lipca 2023 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2023 r., poz. 1681.
- Ustawa z dnia 17 sierpnia 2023 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2023 r., poz. 1762.

Zarządzanie bezpieczeństwem energetyczno-ekologicznym na poziomie lokalnym w Polsce – rola magazynów energii

Streszczenie

Definicja bezpieczeństwa energetycznego to pojęcie zmienne w czasie z uwagi na niestabilne otoczenie z dużym ryzykiem wystąpienia kryzysów. Państwo jako podmiot główny powinno kształtować ramy bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego. Chodzi tu o pokrycie zgłaszanego popytu po przystępnej cenie. Warto uwzględnić tzw. dostępność cenową surowców energetycznych oraz energii nie tylko dla podmiotów odpowiadających za przesył, ale i obywateli danego państwa. Kluczowym elementem jest uwzględnienie aspektu krajowego i lokalnego bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego. Kompleksowe podejście do zagadnienia pozwoli uwzględnić chociażby rolę magazynów energii w kształtowaniu bezpieczeństwa energetyczno-ekologicznego na poziomie lokalnym.

Celem opracowania jest przedstawienie rynku magazynów energii w Polsce, analiza stanu faktycznego i perspektyw na przyszłość. Zadano pytanie badawcze: czy magazyny energii kreują bezpieczeństwo energetyczno-ekologiczne na poziomie lokalnym? Na potrzeby opracowania postawiono hipotezę: w Polsce na poziomie lokalnym brakuje zachęt inspirujących prosumentów do budowy magazynów energii. Nie jest też prowadzona edukacja pozwalająca zrozumieć potrzebę budowania niezależności energetycznej.

Słowa kluczowe: Polska, magazyny energii, zarządzanie, bezpieczeństwo energetyczno-ekologiczne, poziom lokalny, poziom krajowy

Energy and ecological security management at the local level in Poland – the role of energy storage

Abstract

The definition of energy security is a time-varying concept due to the unstable environment with a high risk of crises. The state as the main entity should shape the framework of energy and ecological security. The point is to cover the reported demand at an affordable price. It is worth considering the so-called price availability of energy resources and energy not only for entities responsible for transmission, but also for citizens of a given country. A key element is to take into account the national and local aspect of energy and ecological security. A comprehensive approach to the issue will allow for considering, for example, the role of energy storage facilities in shaping energy and ecological security at the local level.

The aim of the study is to present the energy storage market in Poland, analyze the actual state and prospects for the future. The research question was asked: do energy storage facilities create energy and ecological security at the local level? For the purposes of the study, a hypothesis was put forward: in Poland, at the local level, there are no incentives to inspire prosumers to build energy storage facilities. There is also no education that allows understanding the need to build energy independence.

Keywords: Poland, energy storage, management, energy and ecological security, local level, national level

