Instytut
Innowacji i Technologii
Politechniki Białostockiej Sp. z o.o.

PORADNIK

DOFINANSOWANIE INWESTYCJI W ZAKRESIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

Zamawiający:

Urząd Marszałkowski Województwa Podlaskiego

ul. Wyszyńskiego 1

15-888 Białystok

Autor: dr hab. inż. Maciej Zajkowski prof. PB

Białystok, wrzesień 2023

Definicje na podstawie ustawy z dnia 17 sierpnia 2023 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw[1]:

1. Odnawialne Źródło Energii (skrót OZE) – odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otoczenia, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego, biometanu, biopłynów oraz z wodoru odnawialnego.
2. Instalacja odnawialnego źródła energii – instalację stanowiącą wyodrębniony zespół:
   a) urządzeń służących do wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła lub chłodu opisanych przez dane techniczne i handlowe, w których energia elektryczna lub ciepło lub chłód są wytwarzane z odnawialnych źródeł energii, lub
   b) obiektów budowlanych i urządzeń, stanowiących całość technicznoużytkową służącą do wytwarzania biogazu, biogazu rolniczego, biometanu lub wodoru odnawialnego – a także połączony z tym zespołem magazyn energii elektrycznej, magazyn biogazu lub instalacja magazynowa w rozumieniu art. 3 pkt 10a ustawy – Prawo energetyczne wykorzystywana do magazynowania biogazu rolniczego, biometanu lub wodoru odnawialnego.
3. Hybrydowa instalacja odnawialnego źródła energii – wyodrębniony zespół urządzeń opisanych przez dane techniczne i handlowe, w którym stopień wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej w ciągu roku stanowi stosunek ilości MWh wytworzonej energii elektrycznej na każdy MW mocy przyłączeniowej, przyłączonych do sieci elektroenergetycznej w jednym miejscu przyłączenia, wytwarzający energię elektryczną w tych urządzeniach wyłącznie z odnawialnych źródeł energii różniących się rodzajem oraz charakterystyką dyspozycyjności wytwarzanej energii elektrycznej, oraz spełniający następujące warunki:
   a) żadne z urządzeń wytwórczych nie ma mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 80% łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej tego zespołu,
   b) wyprowadzenie mocy z urządzeń wchodzących w skład tego zespołu do sieci elektroenergetycznej następuje przez urządzenie łączące ten zespół z siecią

[1] Dz. U. 2023 poz. 1762

elektroenergetyczną, służące do transformacji energii do warunków niezbędnych do jej wprowadzenia do tej sieci,

c) zespół ten obejmuje magazyn energii służący do magazynowania energii elektrycznej pochodzącej z urządzeń wytwórczych wchodzących w skład tego zespołu, przy czym udział energii pochodzącej z tych urządzeń wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej za pośrednictwem magazynu energii elektrycznej w łącznym wolumenie energii wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej wynosi nie mniej niż 5% na rok, do czego nie wlicza się energii elektrycznej pobranej z sieci

4. Magazyn energii elektrycznej stanowiący część instalacji odnawialnego źródła energii lub hybrydowej instalacji odnawialnego źródła energii wyposaża się w układ pomiarowo-rozliczeniowy rejestrujący ilość energii elektrycznej wprowadzonej do magazynu energii elektrycznej i wyprowadzonej z tego magazynu, który umożliwia ustalenie ilości energii elektrycznej z podziałem na ilość energii elektrycznej pobranej z sieci, a następnie wprowadzonej do tego magazynu oraz ilości energii elektrycznej wytworzonej w instalacji odnawialnego źródła energii, a następnie wprowadzonej do tego magazynu, niezależnie od układu pomiarowo-rozliczeniowego rejestrującego ilość energii elektrycznej pobranej z sieci i wprowadzonej do sieci przez tę instalację odnawialnego źródła energii lub hybrydową instalację odnawialnego źródła energii.

Dotyczy: warunków wsparcia inwestycji w odnawialne źródła energii w ramach programów regionalnych 2021-2027.

Wsparcie OZE w programach na lata 2021-2027 powinno być kontynuowane w formie zwrotnej, z uwagi m.in. na dojrzałość technologii OZE, która przekłada się na spadające koszty inwestycji lub wydajność instalacji OZE. Jednocześnie „w przypadku niektórych rodzajów OZE, w których brakuje systemów wsparcia operacyjnego lub gdy technologia OZE jest niewystarczająco dojrzała, charakteryzuje się wyższym ryzykiem/ niższą rentownością, zasadne będzie zastosowanie dotacji lub finansowania mieszanego (zwrotnego uzupełnionego o komponent dotacyjny)”[2].

[2] Szczegółowy Opis Priorytetów Programu Fundusze Europejskie dla Podlaskiego 2021-2027

Zapisy dotyczące form finansowania OZE są zgodne z art. 22 ust. 3 lit. b) i d) pkt (vii) rozporządzenia ogólnego Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1060 z dnia 24 czerwca 2021 r.[3], tj. form wsparcia inwestycji i planowanego wykorzystania instrumentów finansowych. Instrumenty finansowe powinny znaleźć zastosowanie w realizacji przedsięwzięć z zakresu OZE, które uznaje się za finansowo wykonalne i które nie uzyskują wystarczającego finansowania ze źródeł rynkowych. Natomiast, jeżeli wsparcie danego rodzaju OZE jest obarczone dużym ryzykiem biznesowym, z uwagi na przykład na niedojrzałość technologiczną lub brak systemowego wsparcia operacyjnego, to możliwe jest wówczas zastosowanie dotacji do jego finansowania. Jednocześnie w przypadku projektów, które tylko częściowo uznaje się za finansowo wykonalne, tj. które generują jedynie częściowe zyski lub oszczędności, zastosowanie powinny znaleźć instrumenty mieszane (instrument finansowy łączony z dotacją w ramach jednej albo dwóch oddzielnych operacji). W przypadku projektów OZE możliwe jest zastosowanie wszystkich form finansowego wsparcia, które powinno być uzależnione od rodzaju wspieranego OZE.

Wsparcie operacyjne, rozumiane jako system wsparcia dla wytworzonej energii, obejmuje wszystkie instalacje odnawialnego źródła energii z zastrzeżeniem ograniczonego wsparcia dla instalacji spalania wielopaliwowego. Odnośnie przewidzianych form wsparcia instalacji OZE w świetle projektu nowej ustawy o OZE, projekt UC99 zakłada wprowadzenie nowego systemu wsparcia operacyjnego w postaci dopłat do ceny rynkowej, na podstawie cen ustalonych administracyjnie (taryfa gwarantowana ustalana na podstawie ceny referencyjnej) lub cen wyznaczanych w drodze aukcji na wsparcie operacyjne. Wsparcie operacyjne w rozumieniu tego projektu ma umożliwić pokrycie uzasadnionych kosztów funkcjonowania instalacji OZE po zakończeniu pierwotnego okresu wsparcia. Wsparcie ma zapewnić rentowność produkcji energii w istniejących instalacjach OZE, które nie wymagają modernizacji. Wsparcie będzie zatem realizowane poprzez pokrycie różnicy pomiędzy tzw. kosztami operacyjnymi a przychodami ze sprzedaży energii po cenie rynkowej. Powyższe ma umożliwić wytwórcom energii elektrycznej w instalacjach odnawialnego źródła energii, które mają wysokie koszty operacyjne (wynikające głównie z rosnących kosztów

[3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/1060 z dnia 24 czerwca 2021 r. ustanawiające wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, Funduszu Spójności, Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji i Europejskiego Funduszu Morskiego, Rybackiego i Akwakultury, a także przepisy finansowe na potrzeby tych funduszy oraz na potrzeby Funduszu Azylu, Migracji i Integracji, Funduszu Bezpieczeństwa Wewnętrznego i Instrumentu Wsparcia Finansowego na rzecz Zarządzania Granicami i Polityki Wizowej

zakupu paliwa), dalszą pracę i wytwarzanie energii z OZE. Beneficjentami systemu wsparcia operacyjnego będą instalacje wykorzystujące biogaz lub biomasę oraz hydroenergetyka.

Ze wsparcia operacyjnego nie skorzystają np. fotowoltaika lub energetyka wiatrowa, które charakteryzują się wysokimi kosztami inwestycyjnymi (CAPEX), lecz niskimi kosztami operacyjnymi (OPEX).

Podstawowe cechy systemu wsparcia operacyjnego:

1) Ze wsparcia może korzystać wytwórca energii w instalacji OZE, dla której upłynął 15-letni okres „pierwotnego" wsparcia w ramach systemu świadectw pochodzenia, taryf gwarantowanych, dopłat do ceny rynkowej lub aukcyjnego;

2) Wsparcie nie może być łączone dla tego samego okresu z innym wsparciem operacyjnym (w tym np. rynek mocy, wsparcie dla wysokosprawnej kogeneracji);

3) Wsparcie może być łączone ze wsparciem inwestycyjnym (np. dotacje i pożyczki NFOŚiGW) i nie podlega regule kumulacji (wysokość wsparcia operacyjnego nie jest kalkulowana z uwzględnieniem kosztów inwestycyjnych, dlatego nie zaistnieje sytuacja podwójnego finansowania tych samych kosztów z obu instrumentów);

4) Poziom wsparcia dla instalacji odnawialnego źródła energii o mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 1 MW określany jest dla trzech technologii: elektrowni wodnych, biomasowych i biogazowych w przedziałach mocowych uzasadniających dodatkowe różnicowanie poziomu wsparcia w ramach tych technologii. Wsparcie jest udzielane wytwórcom na zasadzie taryfy gwarantowanej na poziomie 90% ceny referencyjnej ustalonej dla danego przedziału mocy w danej technologii;

5) W przypadku instalacji o mocy większej niż 1 MW, wsparcie udzielane jest formie kontraktu różnicowego realizowanego w oparciu o ofertę złożoną w aukcji dla cen referencyjnych przypisanych do koszyków technologiczno-mocowych. Wsparciem w tym systemie, poza elektrowniami wodnymi, biogazowymi i dedykowanymi instalacjami spalania biomasy, objęte są również układy hybrydowe, dedykowane instalacje spalania wielopaliwowego oraz instalacje termicznego przekształcania odpadów w wysokosprawnej kogeneracji.

Definicja „innowacji" według międzynarodowego podręcznika „Oslo Manual 2018"[4]: „to nowy lub ulepszony produkt lub proces (lub ich połączenie), który różni się znacząco od poprzednich produktów lub procesów danej jednostki i który został udostępniony potencjalnym użytkownikom (produkt) lub wprowadzony do użytku przez jednostkę (proces)."

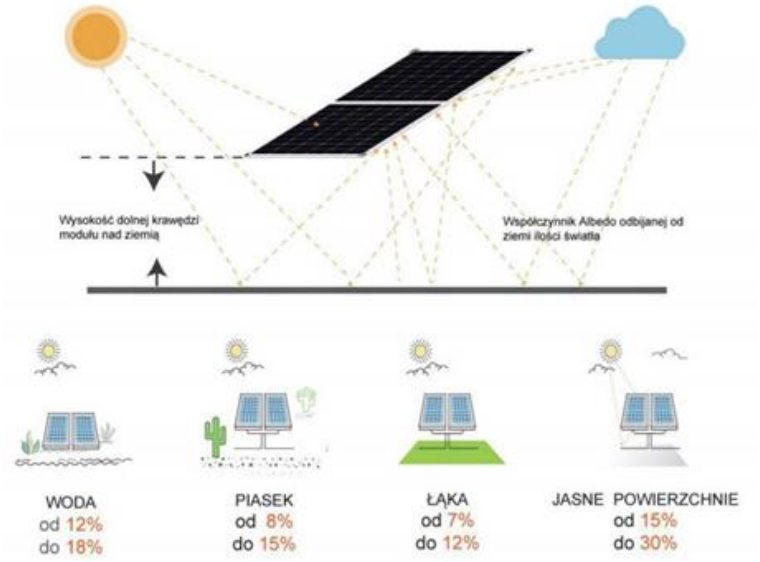
[4] Główny Urząd Statystyczny

PRZYKŁADY ROZWIĄZAŃ INNOWACYJNYCH

1. TECHNOLOGIE ENERGII SŁONECZNEJ

1.1. FOTOWOLTAIKA „ON-GRID”/”OFF-GRID” + MAGAZYN ENERGII

W obszarze technologii fotowoltaicznych przyjmuje się jako innowacyjne technologie modułów dwustronnych tzw. „bifacjalnych / bifaciall”, które potrafią generować od 15% do 30% więcej energii elektrycznej niż standardowe moduły jednostronne w tej samej technologii krzemowej, o tej samej powierzchni zabudowy (powierzchnia apertury) (rys. 1). Warunkiem zastosowania technologii modułów dwustronnych jest konieczność zapewnienia niestandardowej konstrukcji wsporczej, pozwalającej na dostęp światła słonecznego do tylnej powierzchni paneli fotowoltaicznych oraz zwiększenia albedo powierzchni pod panelami PV (zwiększenie jasności nawierzchni np.: jasny grys, piasek, jasna membrana dachowa lub mechaniczne systemy doświetlające w postaci lamel, żaluzji, siatek itp.).



Rys. 1. Sposób działania modułu dwustronnego (bifacjalnego) - SolarInnowa[5].

Systemy fotowoltaiczne wykorzystujące moduły dwustronne mogą być montowane jako panele pionowe. Wówczas zalecana jest orientacja wschód – zachód, dzięki której uzyskuje się z tej samej

[5] https://solarinnova.pl/bifacial-najnowsza-technologia-w-branzy-pv/

powierzchni zabudowy najbardziej efektywny sposób absorpcji promieniowania słonecznego (rys. 2.a). Konstrukcja może być nieruchoma, w postaci pionowych ekranów, lub nadążna jednoosiowa. Zalecane jest również stosowanie paneli PV dwustronnych w układzie poziomym lub o niewielkim nachyleniu względem poziomu, jako zadaszenie wiat, carportów, altan i innych konstrukcji budowlanych (rys. 2b). Przezierność modułów bifacjalnych pozwala na częściowe zacienienie powierzchni pod panelami oraz zwiększa uzysk od strony spodniej, poprzez wykorzystanie odbitego światła słonecznego i częściowo przepuszczonego przez zadaszenie bifacjalne.

Innowacyjne rozwiązania koncentratorów luminescencyjnych pokrywających typowe ogniwa słoneczne lub moduły fotowoltaiczne z koncentracją luminescencyjną, są obecnie w okresie badań przemysłowych, zatem w momencie wejścia ich na rynek stanowić będą innowację produktową w obszarze OZE. Możliwe jest wykorzystanie również optycznych koncentratorów solarnych CPV, dzięki którym można kilkukrotnie zwiększyć gęstość energii słonecznej na powierzchni ogniw solarnych. Technologie te wykorzystują koncentrację zwierciadlaną lub soczewkową (rys. 3).



a) b)

Rys. 2. Montaż modułów dwustronnych (bifacjalnych) na specjalnych konstrukcjach wsporczych: a) montaż w pozycji pionowej w układzie wschód-zachód, b) montaż w pozycji poziomej jako zadaszenie - SolarInnova[6].

O innowacyjności systemu fotowoltaicznego stanowi jego obowiązkowe podłączenie z magazynem energii w dowolnej technologii akumulacji. Magazyny energii muszą współpracować z systemem

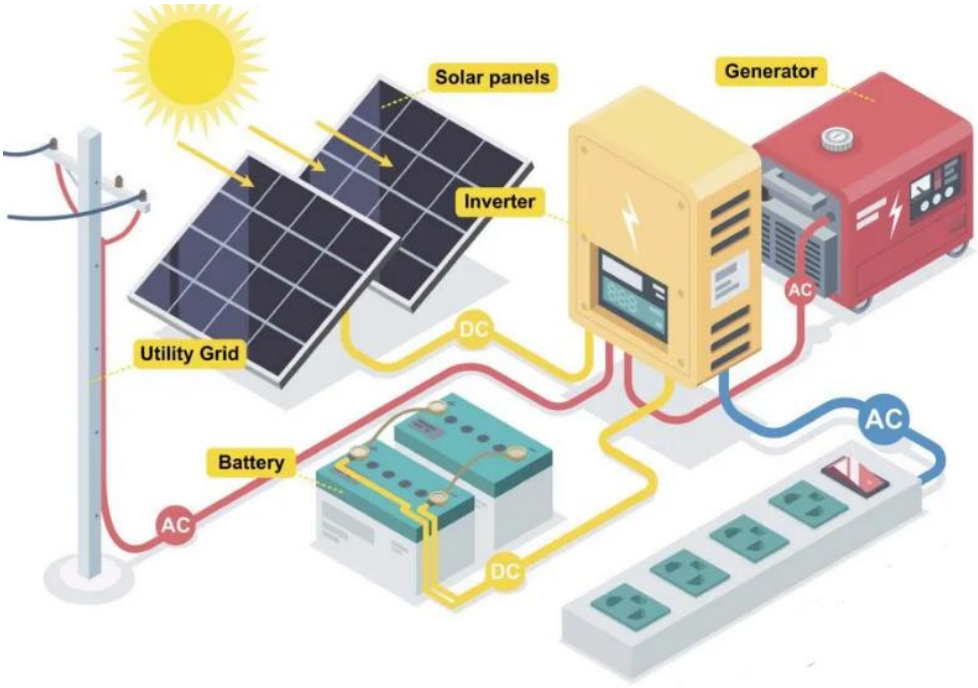
[6] https://solarinnova.pl/bifacial-najnowsza-technologia-w-branzy-pv/

fotowoltaicznym za pośrednictwem dedykowanych regulatorów ładowania lub hybrydowych falowników solarnych. Dodatkowo możliwe jest podłączenie innych źródeł energii elektrycznej (generatorów w postaci ogniw paliwowych, generatorów wiatrowych, z możliwością zarówno pracy na sieć zawodową (on-grid), jak również pracy wyspowej, bez podłączenia do sieci zawodowej (off-grid) z całkowitą autokonsumpcją wytworzonej energii elektrycznej (rys. 4).
Najbardziej innowacyjne rozwiązanie obejmuje zatem wykorzystanie modułów dwustronnych (bifacjalnych) lub innych innowacyjnych ogniw słonecznych np. z koncentratorami luminescencyjnymi (konieczność osiągnięcia ponad 4% większej generacji energii w stosunku do ogniwa o tej samej powierzchni) wraz z akumulatorem energii i systemem zarządzania energią, w celu uzyskania jak największego stopnia autokonsumpcji, bez konieczności wprowadzania energii do systemu elektroenergetycznego lub minimalizacji tego stopnia.



Rys.3. Koncentratory optyczne soczewkowe i zwierciadlane - Instsani[7].

[7] https://instsani.pl/technik-urzadzen-i-systemow-energetyki-odnawialnej/ vademecum-energetyki-odnawialnej/energia-sloneczna/panele-fotowoltaiczne/instalacje-fotowoltaiczne/budowa-i-rodzaje-instalacji-fotowoltaicznych/koncentratory-cpv/

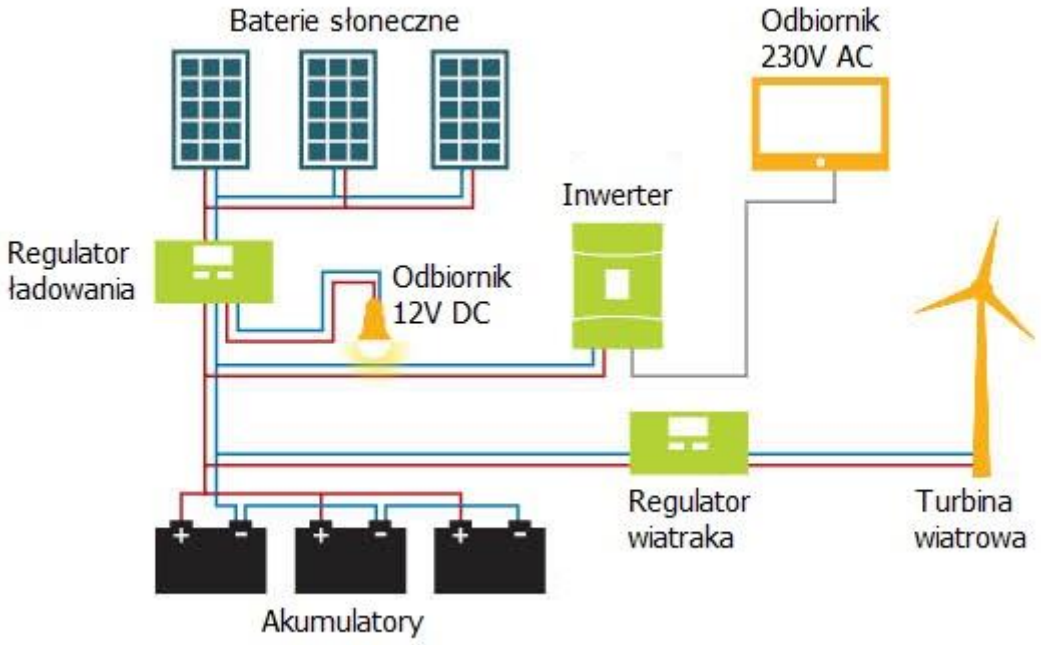


Rys. 4. Systemy hybrydowe PV z magazynem energii - PVGroup[8].

Do rozwiązań poprawiających autokonsumpcję należą systemy typu „off-grid", często nazywane jako wyspowe, niepodłączone do sieci elektroenergetycznej. Instalacje wyspowe mogą składać się z samodzielnych źródeł energii odnawialnej, a także mogą być łączone wzajemnie do pracy hybrydowej. Zastosowanie magazynów energii w układach „off-grid" gwarantuje bezpieczeństwo energetyczne obiektu z tego typu instalacją, ponieważ energia zgromadzona i niezużyta na bieżąco, trafia do magazynu, gdzie może być odebrana w sytuacji zwiększonego zapotrzebowania lub braku energii z generatorów źródeł odnawialnych. Do najpopularniejszych rozwiązań typu „off-grid" należą:

- wyspowy system fotowoltaiczny,
- wyspowy system z turbinami wiatrowymi,
- wyspowy system z ogniwami paliwowymi,
- wyspowy system do wytwarzania biometanu lub biogazu,
- wyspowe systemy hybrydowe łączące więcej niż jedną technolgię OZE np.: fotowoltaika + turbiny wiatrowe (rys. 5), fotowoltaika + pompy ciepła, fotowoltaika + elektrolizery, fotowoltaika + ogniwa paliwowe itp.

[8] https://pvgroup.pl/index.php/kategoria-produktu/fotowoltaika-hybrydowa/



Rys. 5. System hybrydowy „off-grid" z generatorem fotowoltaicznym i wiatrowym do zasilania odbiorników o napięciu sieciowym i niskonapięciowych DC – Fotoogniwa-sklep[9].

1.2. KOLEKTORY SŁONECZNE

W obszarze technologii kolektorów słonecznych postęp technologiczny jest ograniczony i bazuje na rozwiązaniach znanych. Dostępność handlowa tego typu urządzeń jest coraz mniejsza. Jako systemy do wytwarzania energii cieplnej do celów CWU (ciepła woda użytkowa) lub CO (centralne ogrzewanie) są rozwiązaniami znanymi i nie stanowią innowacji produktowej.
Instalacje kolektorów słonecznych mogą być traktowane jako innowacyjne, jeżeli będą pracować w zależnym układzie hybrydowym (tzn. energia cieplna wytworzona w kolektorach słonecznych będzie wykorzystana do pracy innego źródła OZE lub poprzez system zarządzania energią wspierać będzie pracę wydzielonych odbiorników) z innymi źródłami energii z OZE na potrzeby wykorzystania energii cieplnej np.: kolektory słoneczne + system PV + magazyn ciepła lub kolektory słoneczne + pompy ciepła.

[9] https://fotoogniwa-sklep.pl/systemy_off_grid_faq

1.3.SYSTEMY ŚWIATŁA DZIENNEGO

Systemy dystrybucji światła dziennego z układów koncentratorowych do oświetlania wnętrz budynków naturalnym światłem słonecznym, są znane w literaturze, jednak ich dostępność rynkowa jest ograniczona. Bardzo ważną cechą tego typu rozwiązań jest możliwość dostarczania naturalnego światła zgromadzonego w koncentratorach dachowych lub ściennych do pomieszczeń, które nie posiadają okien lub mają ograniczony dostęp do światła słonecznego. Poprzez wykorzystanie rur świetlnych lub światłowodowych torów optycznych,. światło dostarczane może być na odległość do 40m, a pojedynczy punkt świetlny jest zamiennikiem typowej oprawy oświetlenia biurowego (rys. 6). Systemy światła dziennego pozwalają zatem na ograniczenie zużycia energii na cele oświetleniowe poprzez wprowadzenie światła naturalnego. Innowacyjne systemy posiadają oprawy hybrydowe, solarno-ledowe, dzięki którym, niezależnie od poziomu światła słonecznego, można uzyskać niezmienne warunki oświetleniowe. Tego typu systemy światła dziennego pozwalają na oszczędności energii od 10% do nawet 70%.



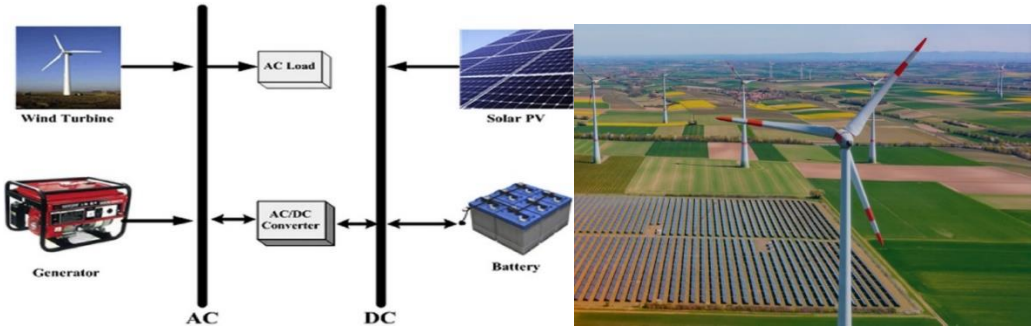
Rys. 6 Systemy pozyskania i dystrybucji światła słonecznego w budynkach użyteczności publicznej – Design4Sustainability[10].

[10] http://www.design-4-sustainability.com/products/63-transporting-natural-light-to-dark-corners

Do technologii innowacyjnych w obszarze energetyki słonecznej <u>nie zalicza się</u>:
- instalacji i systemów fotowoltaicznych „on-grid" nie podłączonych do magazynów energii,
- instalacji i systemów fotowoltaicznych „off-grid" nie podłączonych do magazynów energii,
- instalacji kolektorów słonecznych,
- świetlików i przeszkleń oraz przesłon nieregulowanych.

2. TECHNOLOGIE ENERGII WIATRU

Obszar technologii wiatrowych dostępnych handlowo obejmuje głównie standardowe rozwiązania łopatkowe turbin o poziomej lub pionowej osi obrotu. W zakresie innowacji należy więc poszukiwać rozwiązań turbin, które posiadają znacząco większą sprawność generacji energii w szerokim zakresie prędkości wiatru, posiadają znacząco ograniczoną emisję hałasu podczas pracy w całym zakresie prędkości, nie wprowadzają dodatkowych zanieczyszczeń np. migotania światła powodującego efekt stroboskopowy.



Rys. 7. Hybrydowe systemy turbin wiatrowych współpracujących z panelami PV z jednoczesnym wykorzystaniem techniki „cable pooling"[11].

Innowacyjne rozwiązanie wykorzystujące technologie wiatrowe musi zawierać obowiązkowe podłączenie z magazynem energii w dowolnej technologii akumulacji. Magazyny energii muszą współpracować z dedykowanym regulatorem wiatrowym lub hybrydowym inwerterem, obsługującym również magazyn energii do zasilania standardowych odbiorników w instalacji

[11] https://www.researchgate.net/figure/Schematic-diagram-of-hybrid-energy-systems_fig2_309373187 , https://www.forum-energii.eu/pl/analizy/cable-pooling

odbiorczej stałoprądowej DC oraz przemiennoprądowej AC oraz z możliwością współpracy z systemem fotowoltaicznym, w trybie pracy równoległej (jednoczesna obsługa obu źródeł OZE). Dodatkowo, stosowanie w tej samej lokalizacji farm wiatrowych i farm fotowoltaicznych, pozwala na wykorzystanie tej samej linii przesyłowej dla różnych OZE i magazynów energii w tzw.”cable pooling”. Dzięki temu nie jest konieczne prowadzenie odrębnych linii do przyłącza na średnim napięciu i optymalne wykorzystanie mocy przyłączeniowych, zależnych od warunków pogodowych, determinujących pracę różnych OZE (rys. 7).

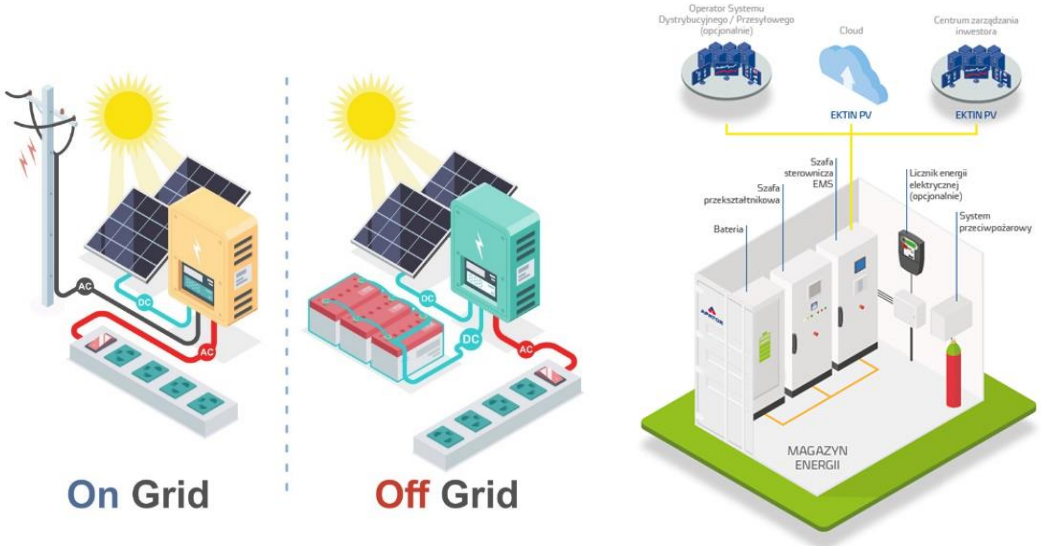
D*o technologii innowacyjnych w obszarze energetyki wiatrowej nie zalicza się instalacji i systemów turbin wiatrowych niepodłączonych do magazynów energii.*

3. MAGAZYNY ENERGII

Do najbardziej typowych magazynów energii zalicza się magazyny energii elektrycznej, w których na drodze przemian elektro-chemicznych możliwe jest wielokrotne ładowanie i rozładowanie akumulatorów. Inny rodzaj akumulacji energii to akumulatory cieplne (tzw. bufory cieplne), w których energia elektryczna wytworzona w systemie PV jest zamieniana na ciepło, które później wykorzystywane może być do systemów wytwarzania ciepłej wody użytkowej CWU, systemów centralnego ogrzewania CO lub innych systemów technologicznych. Możliwe jest też zastosowanie alternatywnych magazynów energii typu:

- kinetycznego np. wirujące koło „flywheel”,
- kinetyczno-potencjalnego np. kumulacja w przenoszonych masach,
- szczytowo-pompowych, wykorzystujących zbiorniki wodne położone na różnych wysokościach względnych.

Magazyny energii mogą pracować jako integralna część hybrydowego systemu OZE np.: system PV + wiatrowy + magazyn energii, system PV + magazyn energii, system wiatrowy + magazyn energii lub pracować samodzielnie jako uzupełnienie systemu zarządzania energią np. w budynku, lub jako stabilizator napięcia w sieci niskiego napięcia (rys.8). Proces ładowania akumulatorów można sprząc poprzez system zarządzania energią z instalacją OZE np. fotowoltaiczną, uzyskując w ten sposób instalację o wysokim stopniu autokonsumpcji. Stosowanie inteligentnych ładowarek pojazdów elektrycznych pozwala optymalizować zużycie energii w obiekcie i poprawiać jego efektywność energetyczną, w szczególności, gdy stanowią element systemu generacji energii elektrycznej z OZE typu „on-grid”.



a) b) c)

Rys. 8. Sposoby pracy magazynów energii: a) w układzie podłączonym do sieci „on-grid", b) w układzie wyspowym „off-grid", c) w układzie pracy samodzielnej – Gramwzielone.pl[12].

W kontekście innowacji rozwiązań magazynów energii należy przyjąć, że każda instalacja magazynów energii elektrycznej jest instalacją wysoce innowacyjną.

4. TECHNOLOGIE GEOTERMALNE I POMP CIEPŁA

W zakresie generacji ciepła, oprócz technologii spalania biomasy (drewno, słoma, itp.) i paliw na bazie biomasy (zrębek, pellet, biogaz, biometan itp.), występują technologie geotermalne lub pomp ciepła.

Technologie geotermalne wykorzystują bezpośrednio zasoby energii cieplnej zawartej w wodzie, skałach czy powietrzu i poprzez wymienniki ciepła, które separują obiegi nośnika czynnika geotermalnego i obiegu grzewczego/chłodniczego, przekazują pozyskaną energię do odbiorników bądź obiektów.

[12] https://www.gramwzielone.pl/magazynowanie-energii/20145055/magazyny-energii-wazny-element-transformacji-energetycznej

Technologie pomp ciepła wykorzystują ciepło zawarte w gruncie, wodach podziemnych, zbiornikach wodnych i w powietrzu i przekształcają je w sprężarkach zasilanych najczęściej elektrycznie lub gazowo, do postaci ciepła, lub chłodu na potrzeby ogrzewania, lub chłodzenia pomieszczeń, lub odbiorników oraz podgrzewania wody na potrzeby socjalno-bytowe (CWU – ciepła woda użytkowa).

Najbardziej dynamicznie rozwijający się rynek pomp ciepła obejmuje obecnie głównie pompy gruntowe, w których ciepło pozyskane z gruntu służy najczęściej do ogrzewania pomieszczeń i CWU poprzez ciekły czynnik roboczy (pompy typu grunt-woda). Drugi bardzo popularny typ pomp ciepła to pompy wykorzystujące ciepło zawarte w powietrzu (pompy typu powietrze – powietrze), w których czynnikiem roboczym może być powietrze lub czynnik ciekły (pompy typu powietrze – woda).

Nowoczesne pompy ciepła, niezależnie od ich typu, wykorzystują specjalny czynnik roboczy, który świadczy o ich efektywności energetycznej, zakresie temperatur pracy oraz o efekcie ekologicznym dla środowiska w sytuacji, gdyby pompa ciepła uległa rozszczelnieniu.

Parametrem pozycjonującym pompy ciepła pod względem efektywności energetycznej jest ich klasa efektywności energetycznej, która nie powinna być niższa niż „A+", zaś sugerowane jest stosowanie klasy „A++". Ze względu na temperatury pracy, pompy ciepła mogą być stosowane w instalacjach niskotemperaturowych np. wodne ogrzewanie podłogowe (typowe temperatury czynnika roboczego około 30ºC) lub używane w konwencjonalnych instalacjach grzejnikowych, gdzie typowe temperatury czynnika roboczego przekraczają 50ºC.

Czynnik roboczy w pompach ciepła tzw. „f-gaz" powinien być nieszkodliwy dla środowiska w sytuacji rozszczelnienia pompy ciepła. Świadczy o tym parametr GWP (Global Warming Potential), który wskazuje o stopniu destrukcyjności czynnika przy wydostaniu się do środowiska (im niższy tym lepiej). Obecnie typowe rodzaje czynników roboczych o dobrych parametrach transportu ciepła i względnie małym wpływie na środowisko naturalne posiadają oznaczenie „R32" (parametr GWP<750) i R290 (parametr GWP<3).

Pompy ciepła mogą występować w rozwiązaniach typu SPLIT (pompa ciepła z rozdzielonym układem chłodniczym), gdzie wymiennik ciepła jest poza budynkiem i połączony z jednostką wewnętrzną instalacją ciśnieniową z czynnikiem roboczym typu „f-gaz". Pompy ciepła typu

MONOBLOK (pompa ciepła z zintegrowanym układem chłodniczym) są rozwiązaniami kompaktowymi, które całą instalację z czynnikiem typu „f-gaz" zawierają w swojej konstrukcji. Tego typu pompy ciepła są wyłącznie jednostkami zewnętrznymi, a wygenerowane przez nie ciepło jest bezpośrednio dostarczane do instalacji grzewczej w budynku. Pompy ciepła muszą spełniać wymogi określone w rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) NR 811/20136 lub rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) NR 812/20137 z dnia 18 lutego 2013 r. lub w rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) nr 626/20119 z dnia 4 maja 2011 r. oraz w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/13698 z dnia 4 lipca 2017 r. ustanawiającym ramy etykietowania energetycznego i uchylającym dyrektywę 2010/30/UE. Pompy ciepła muszą spełniać w odniesieniu do ogrzewania pomieszczeń wymagania klasy efektywności energetycznej minimum A+[13].

Pompy ciepła mogą być traktowane jako innowacyjne, jeżeli ich klasa efektywności energetycznej będzie nie gorsza niż „A+" oraz zastosowany będzie czynnik roboczy o GWP<750 np. R32 lub R290.

5. TECHNOLOGIE WODOROWE

Wodór wytwarzany jest obecnie na kilka sposobów. Pierwszym z nich jest elektroliza, proces w którym pozyskuję się wodór z wody za pomocą energii elektrycznej. W przypadku wykorzystania energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych, proces elektrolizy nie wytwarza emisji dwutlenku węgla. W dwóch pozostałych metodach, wodór produkowany jest w procesie reakcji termochemicznych z wykorzystaniem węgla (w procesie zgazowania), gazu ziemnego (w procesie reformingu parowego metanu z wychwytywaniem CO_2 – CCS), bądź biomasy (procesy biochemiczne i termochemiczne). W chwili obecnej dąży się do tego, aby otrzymany wodór był zeroemisyjny (całkowita redukcja CO_2), co sprawia, że proces elektrolizy opartej na odnawialnych źródłach energii będzie wypierał znane do tej pory procesy pozyskiwania wodoru.

Przyjęto klasyfikację systemów wytwarzania wodoru, ze względu na sposób jego pozyskania:

[13] Program priorytetowy „Moje Ciepło" realizowany ze środków NFOŚiGW zgromadzonych na rachunku Funduszu Modernizacyjnego

– wodór szary – wyprodukowany przy użyciu paliw kopalnych, takich jak gaz ziemny, lub w procesie pirolizy, jest najpowszechniej używanym rodzajem wodoru, ponieważ koszt jego produkcji jest najniższy;

– wodór niebieski – do jego produkcji również wykorzystuje się paliwa kopalne, jednak za pomocą procesów CCS (Capture and Storage) wychwytuje się powstający dwutlenek węgla. W dobie obecnej rewolucji wodorowej uznawany jest jako „przejściowy" pomiędzy wodorem szarym i zielonym;

– wodór zielony – powstaje za pośrednictwem odnawialnych źródeł energii. Jest to główny cel EU, która do roku 2050 założyła osiągnięcie całkowitej neutralności klimatycznej;

- wodór turkusowy – powstaje za pośrednictwem metanu - głównego składnika gazu ziemnego, proces ten jest jednak zasilany poprzez energię elektryczną, a nie przez spalanie paliw kopalnych. Wodór turkusowy, podobnie jak wodór niebieski, uznawany jest jako „przejściowy".



a) b)

Rys. 9. Elektrolizery do wytwarzania wodoru: a) kompaktowy typu „kocioł wodorowy", b) przemysłowy - Carbonzorro[14].

[14] https://carbonzorro.com/pl/menu/wodor-232.html

Wykorzystanie wodoru polega na wytwarzaniu energii elektrycznej i cieplnej w ogniwach paliwowych, na bezpośrednim spalaniu lub jako kluczowy element procesów produkcyjnych (rys. 9). W warunkach małoskalowych najczęściej wodór wykorzystywany jest w „kotłach wodorowych" do wytwarzania ciepła, do napędu silników wodorowych pojazdów samochodowych oraz do wytwarzania energii elektrycznej w ogniwach paliwowych (rys. 10).



Rys. 10. Ogniwa paliwowe do wytwarzania energii elektrycznej i stacja tankowania samochodów paliwem wodorowym -Autokult[15].

W kontekście innowacji rozwiązań wodorowych należy przyjąć, że każda instalacja wytwarzania i wykorzystania wodoru, niezależnie od sposobu jego pozyskania lub konsumpcji do celów energetycznych, jest instalacją wysoce innowacyjną.

6. TECHNOLOGIE WYTWARZANIA BIOGAZU I BIOMETANU

W biogazowniach o charakterze innowacyjnym zastosowany może być szeroki wachlarz wykorzystywanych substratów o charakterze odpadów i pozostałości. Technologia cechować się musi wysoką efektywnością pracy, bezodorowością oraz samowystarczalnością energetyczną. Głównym produktem będzie paliwo gazowe – biometan, który może być wprowadzany do wydzielonej, gazowej sieci dystrybucyjnej, lub sprężony i/lub skroplony i następnie wykorzystywany w transporcie lub do innych celów energetycznych. Dodatkowo, z przefermentowanej masy, powstać

[15] https://e.autokult.pl/dwie-stacje-wodorowe-powstana-na-slasku-dzis-najblizsza-jest-w-niemczech,6871793003162336a

może nawóz organiczny lub polepszacz glebowy do zastosowań w rolnictwie i ogrodnictwie, a także inne produkty możliwe do zaoferowania na rynku.

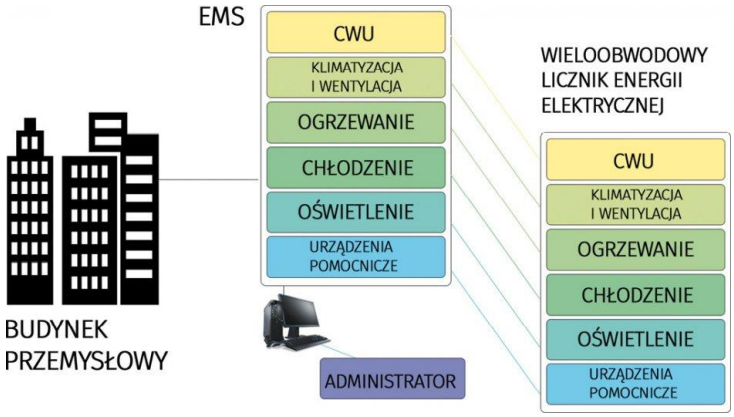
Wszystkie technologie wytwarzania biogazu i biometanu na potrzeby własne tzw. mikrobiogazownie, w których wytworzony biogaz lub biometan będzie wykorzystany w całości przez Beneficjenta i realizują założenia gospodarki obiegu zamkniętego, traktowane są jako innowacyjne.

7. SYSTEMY ZARZĄDZANIA ENERGIĄ WYTWORZONĄ Z OZE

Wytworzenie energii elektrycznej lub cieplnej z OZE daje możliwości ograniczenia zużycia energii wytworzonej z paliw kopalnych. Optymalne wykorzystanie energii wytwarzanej w źródłach odnawialnych nie jest jednak procesem łatwym. Systemy fotowoltaiczne generują energię w ciągu dnia, w sposób zależny od pory roku i warunków pogodowych. Podobnie generatory wiatrowe, generują energię wtedy, gdy wieje wiatr o odpowiednich parametrach. Prowadzi to do stanu, gdy wytworzona energia nie jest konsumowana na miejscu, tylko wprowadzona do sieci elektro-energetycznej lub bezpowrotnie tracona. Z drugiej strony, różne obiekty budowlane lub struktury energetyczne w różny sposób w ciągu doby i w ciągu roku konsumują energię. W wielu przypadkach trudno jest zapanować nad procesem optymalnej konsumpcji.

Systemy zarządzania energią (EMS – Energy Management System) pozwalają z jednej strony pozyskiwać informację o stopniu zapotrzebowania na energię (elektryczną i cieplną) i wodę, a poprzez prowadzony ciągły monitoring dają możliwość wyznaczenia profilu zapotrzebowania na dane medium (rys. 11). Na tej podstawie, system zarządzania energią może sterować poszczególnymi obwodami odbiorników i kierować energię w sposób zoptymalizowany. Dodatkowo, możliwe jest zapewnienie blokady przed przekroczeniem poziomu mocy zamówionej oraz kompensacja energii biernej (elektrycznej) za pomocą kompensatorów lub specjalnych filtrów aktywnych. Stosowanie systemów zarządzania energią wytworzoną z OZE i konsumowaną przez odbiorcę, wraz z elementami kompensacji mocy biernej, prowadzą do poprawy stopnia autokonsumpcji oraz poprawy jakości energii w miejscu jej odbioru, poprzez optymalne załączanie magazynów energii, odbiorników czy przełączanie obwodów z generatorami OZE. Oszczędności uzyskane dzięki EMS sięgają ponad 40%.

Systemy zarządzania energią sprawdzają się również w małych obiektach, ponieważ pozwalają na konsumpcję wytworzonej w OZE energii elektrycznej lub cieplnej w sposób optymalny, poprzez załączanie obwodów elektrycznych lub pojedynczych urządzeń, zgodnie z przyjętym harmonogramem lub według schematu pracy instalacji OZE. Rozwiązania typu „Smart Home" (rys. 12) sprawdzają się w budynkach biurowych, małych i mikro przedsiębiorstwach oraz w zastosowaniach domowych.



Rys. 11. System zarządzania energią w obiekcie przemysłowym – Izolacje[16].



[16] https://www.izolacje.com.pl/artykul/prawo-ekonomia-rynek/273871,zarzadzanie-energia-w-budynkach-czy-to-tylko-obowiazek-prawny

Rys. 12. Rozwiązanie typu „Smart Home” do sterowania urządzeniami domowymi oraz programowalne włączniki (gniazda sieciowe) - DataSienceCentral[17].

W kontekście innowacji rozwiązań systemów zarządzania energią należy przyjąć, że każdy system zarządzania i monitorowania energii elektrycznej lub cieplnej będzie traktowany jako innowacyjny.

8. PODSUMOWANIE

Zaprezentowane urządzenia i systemy odnawialnych źródeł energii oraz układy i systemy je wspierające, stanowią obecnie innowację na skalę krajową lub światową. Przy wyborze konkretnej technologii OZE, która traktowana będzie jako innowacyjna, należy łącznie spełnić następujące warunki:

1. Wykazać innowację technologii OZE zgodnie z definicją innowacji przedstawioną w Podręczniku „Oslo Manual 2018”;
2. Wykorzystać magazyn energii, poprawiający stopień autokonsumpcji energii wytworzonej w OZE na miejscu;
3. Zastosować systemy zarządzania energią w budynku lub obiekcie przemysłowym lub instalacji energetycznej, dzięki czemu możliwe będzie monitorowanie ilości energii wytworzonej w OZE oraz prognozowanie jej zużycia, wynikającego z potrzeb użytkowych oraz spodziewanej konsumpcji.

Wykorzystanie innowacyjnych rozwiązań można poddać analizie energetycznej, w której powinna być zawarta informacja o obecnym i planowanym zużyciu energii elektrycznej i cieplnej, przy czym należy pamiętać, że jednostki wytwórcze OZE powinny być dostosowane do rocznego zapotrzebowania na energię.

Zgodnie z nowymi zapisami w przepisach UE (pakiet „Gotowi na 55”)[18], państwa członkowskie do 2030 roku muszą średniorocznie ograniczać zużycie energii o 1,5%, zatem zastosowanie rozwiązań

[17] https://www.datasciencecentral.com/smart-home-as-a-service-how-smart-homes-can-deliver-1/

[18] https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/

OZE i systemów wspomagających ich pracę (EMS, magazyny energii itp.), powinno prowadzić do wykazania średniorocznie ponad 1,5% ograniczenia zużycia energii elektrycznej lub cieplnej.