

Produkcja energii odnawialnej



INFORMUJEMY SZKOLIMY DORADZAMY
www.dodr.pl

Wydawca

Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego
53-033 Wrocław, ul. Zwycięska 8, tel. 71 339 80 21

Opracowanie:

Jadwiga Zajączkowska DODR, PZDR Lubin

Redakcja i korekta:

Agnieszka Siegel

Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw, DODR

Opracowanie graficzne i skład:

Ewa Kutkowska

Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw, DODR

Nakład: 1000 sztuk

PRODUKCJA ENERGII ODNAWIALNEJ

Energetyka w Polsce opiera się przede wszystkim na węglu brunatnym i kamiennym, czyli tzw. konwencjonalnych źródłach energii. Polska, jako kraj członkowski Unii Europejskiej została zobowiązana do zwiększenia produkcji energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych (OZE) m. in. z elektrowni słonecznych, wiatrowych, wodnych itp. Do 2020 roku nasz kraj ma osiągnąć wskaźnik udziału produkcji energii odnawialnej na poziomie 15% [1]. Spełnienie tych wymagań wymaga wdrożenia szeregu rozwiązań i instrumentów prawnych, a także oparcia dynamiki wzrostu produkcji energii elektrycznej o źródła najbardziej efektywne i możliwe do natychmiastowego wdrożenia.

Jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi energetyki odnawialnej w Polsce jest energetyka słoneczna. Produkcja energii elektrycznej ze słońca na masową skalę mogłaby wesprzeć polski system energetyczny, szczególnie w miesiącach letnich, kiedy nasłonecznienie jest najbardziej intensywne [2]. Rozwój energetyki słonecznej jest związany ze spadkiem cen instalacji fotowoltaicznych oraz uruchomieniem programów dotacyjnych na terenie naszego kraju.



Jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi energetyki odnawialnej w Polsce jest energetyka słoneczna. Fot. DODR

O zwiększonym zainteresowaniu wykorzystaniem energii słonecznej do produkcji prądu elektrycznego świadczy fakt, iż w 2018 roku podwoiła się liczba prosumentów, którzy wytwarzają energię elektryczną w mikroinstalacji OZE w celu jej zużycia na potrzeby własne, niezwiązane z wykonywaniem działalności gospodarczej. Instalacje fotowoltaiczne stanowią także najczęściej montowane źródła odnawialne. Mikroinstalacje OZE mogą mieć moc do 50 kW [3].

Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii oraz dotacje to szansa na rozwój energetyki rozproszonej w Polsce, czyli dla wytwarzania energii elektrycznej przez małe instalacje wytwórcze (do 150 MW), głównie ze źródeł odnawialnych. Energetyka rozproszona pozwala na wzmocnienie systemu energetycznego szczególnie, gdy instalacje powstają na terenach wiejskich, gdzie występuje zbyt niskie napięcie energii elektrycznej w sieci [4].

Lokalna energetyka jest dziś szansą dla rozwoju obszarów wiejskich poprzez poprawę konkurencyjności sektora rolno-spożywczego oraz sprostanie wymogom dotyczącym ochrony środowiska. Kluczową kwestią pozostaje zapewnienie opłacalności takiego przedsięwzięcia. Dlatego ważne jest nawiązywanie współpracy okolicznych podmiotów – rolników, przedsiębiorców, mieszkańców czy samorządów, w celu osiągnięcia wspólnych korzyści [5].

Budowa instalacji OZE, czyli fotowoltaicznych, biogazowni i wiatrowych na terenach wiejskich ma uzasadnienie ekonomiczne i lokalizacyjne. Szczególnie instalacje fotowoltaiczne pozwalają zmniejszyć zużycie energii w gospodarstwach rolnych oraz domach jednorodzinnych, które są domeną wsi. W takiej zabudowie mamy szereg możliwości lokalizacji źródła np. poprzez montaż na połaciach dachowych oraz gruntach przydomowych, czy rolnych. Natomiast biogazownie pozwolą zagospodarować odpady lub plony uboczne, które przetworzone dadzą prąd, ciepło oraz doskonały nawóz.

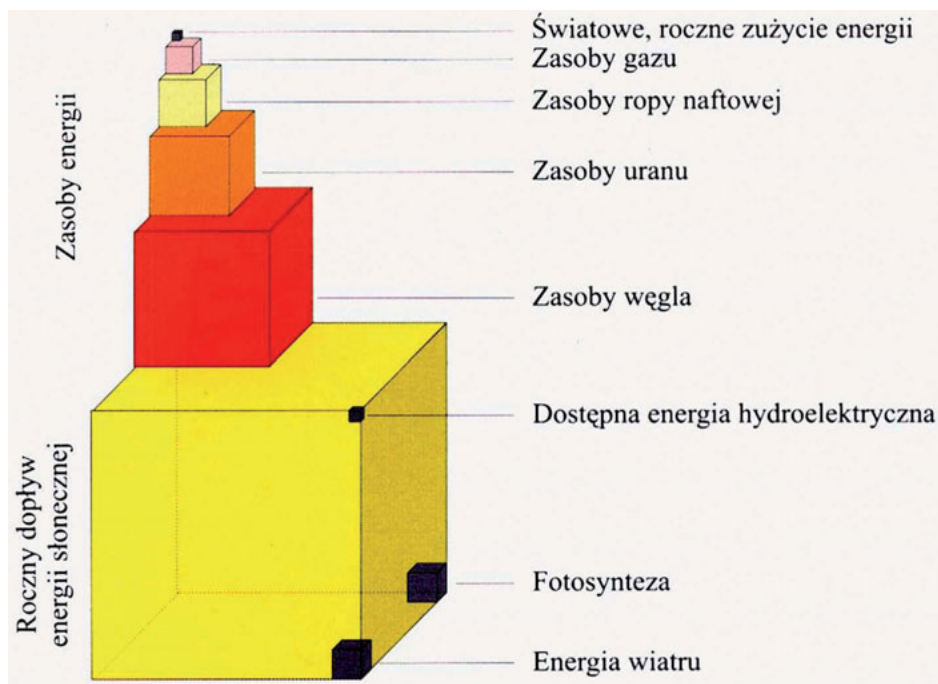
Energia odnawialna to taka, której źródła są niewyczerpalne i której eksploatacja powoduje możliwie najmniej szkód w środowisku. Są alternatywą dla energii pozyskiwanej ze źródeł kopalnych, przyczyniają się do zmniejszenia emisji gazów. To także szansa. To także szansa na dostęp do elektryczności dla ludzi żyjących na terenach, gdzie nie ma innych źródeł energii.

Obszary wiejskie są doskonałą bazą do wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych:

- Biogazownie – to zagospodarowanie biomasy, odpadów produkcyjnych w rolnictwie i przemyśle rolno-spożywczym, w zamian otrzymanie nawozu,
- Fotowoltaika i kolektory termiczne – oznacza wykorzystanie połaci dachów oraz gruntów o niskiej klasie bonitacji (rolniczo nieprzydatnych oraz niewykorzystywanych),
- Wiatraki – to wykorzystanie energii wiatru do produkcji prądu, jako dodatkowe źródło dochodu, niewielkie wyłączenia z produkcji rolnej.

Energia słońca

Odnawialne źródła energii, wykorzystują do produkcji energii niekopalne źródła i zasoby, obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aeortermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów – zgodnie z Ustawą o odnawialnych źródłach energii [6]. Ponieważ część z wykorzystywanych obecnie źródeł energii jest wyczerpywalna, w dobie postępu technologicznego i gwałtownego wzrostu liczby ludności na Ziemi, odnotowuje się stały wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną. Dlatego konieczne staje się poszukiwanie i rozwój nowych niekonwencjonalnych źródeł i technologii produkcji energii elektrycznej. Ilość energii docierająca do powierzchni Ziemi w ciągu roku jest dużo większa niż wszystkie konwencjonalne zasoby energii zgromadzone na Ziemi [7].



Rys. 1. Porównanie dostępnych zasobów energii na Ziemi do rocznego dopływu energii słonecznej

Dokonując przeglądu rocznego dopływu energii słonecznej do powierzchni Ziemi, należy zauważyć, że energia ta jest transformowana w atmosferze i na powierzchni planety. Do zewnętrznej atmosfery Ziemi dociera promieniowanie o mocy $1,39 \text{ kW/m}^2$, nazwane stałą słoneczną. Wartość promieniowania słonecznego dla Polski w zależności od położenia wynosi od 900 do 1150 kWh/m^2 w ciągu roku [8].



Rys. 2. Mapa nasłonecznienia dla Polski

Do przemiany energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną zastosowanie mają ogniwa fotowoltaiczne. Jest to technologia przyjazna środowisku, ponieważ przy produkcji energii elektrycznej nie są emitowane zanieczyszczenia środowiska jak gazy, odpady czy hałas [9].

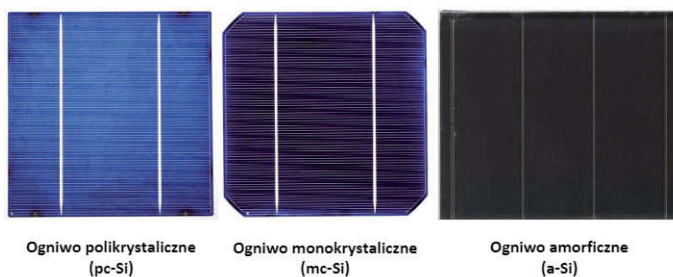
Ogniwa fotowoltaiczne są podstawowym elementem całego systemu fotowoltaicznego. Moduły fotowoltaiczne tworzą ogniwa połączone równolegle i/lub szeregowo. Moc takich modułów jest podawana przez producentów w warunkach standardowych (STC). Standardowe warunki to natężenie promieniowania słonecznego równe 1000 W/m², temperatura otoczenia 25 °C i ciśnienie atmosferyczne 1,5 at. Moduły wytwarzają prąd stały, który za pomocą falownika jest zamieniany na prąd zmienny i może płynąć do sieci elektroenergetycznej.

Na rynku dostępnych jest wiele modułów (paneli) fotowoltaicznych, które różnią się przede wszystkim zastosowanymi ogniwami. Większość jest zbudowanych z krzemu. Główne dwa rodzaje ogniw fotowoltaicznych to:

- Ogniwa krzemowe I generacji, zbudowane są w oparciu o złącze n-p. Wśród nich wyróżniamy: ogniwa monokrystaliczne, wykonane z jednego kryształu

krzemu, posiadają uporządkowaną strukturę wewnętrzną. Mają one wysoką sprawność – do 22% i żywotność, jednak są stosunkowo drogie. Ogniwa polikrystaliczne są wykonane z oszlifowanych płytek krzemowych, ułożonych nieregularnie w stosunku do ich struktury krystalicznej. Ich sprawność wynosi do 18%, są jednak tańsze od modułów monokrystalicznych. Moduły polikrystaliczne, ze względu na niższą cenę są najczęściej stosowane na rynku. [10].

- Ogniwa cienkowarstwowe II generacji są zbudowane także w oparciu o złącze n-p, jednak nie z krzemu krystalicznego [10], a ich sprawność sięga 14% [11]. Zaletą tej technologii jest redukcja zużycia drogich materiałów czy krzemu krystalicznego. Obecnie są wykorzystywane następujące typy ogniw cienkowarstwowych: ogniwa CdTe (z tellurku kadmu), ogniwa z amforycznego krzemu, ogniwa CIS (selenek miedziowo-indowy) i CIGS (selenek miedziowo-indo-galowy) [12].



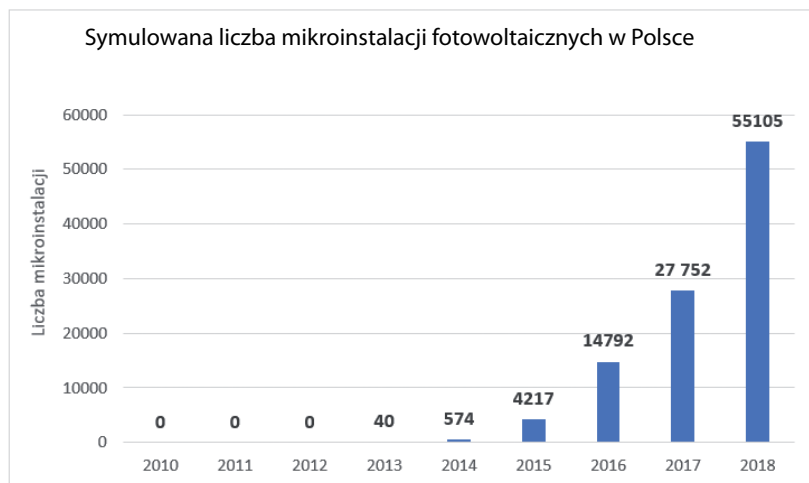
Rys. 3. Dostępne na rynku rodzaje ogniw fotowoltaicznych [13]

Niezależnie od dostępnych technologii ogniw fotowoltaicznych, w Polsce rośnie liczba mikroinstalacji fotowoltaicznych przyłączanych do sieci elektroenergetycznej. W 2018 roku (stan na 31.12.2018 r.) łączna moc instalacji fotowoltaicznych pracujących w krajowym systemie elektroenergetycznym wyniosła 490 MW, w tym ok. 340 MW w mikroinstalacjach fotowoltaicznych. W ubiegłym roku do krajowej sieci elektroenergetycznej zostało przyłączonych 27 tysięcy nowych mikroinstalacji pv o mocy w sumie 164 MW. [14]

Liczba instalacji fotowoltaicznych o mocy poniżej 50 kW, przyłączonych do sieci dystrybucyjnej, wykazuje wyraźny trend wzrostowy. W 2018 roku powstało w sumie więcej mikroinstalacji pv, niż łącznie w latach 2010-2017 [16].

Rozwój instalacji OZE wpisuje się w potrzeby elektroenergetyczne Polski, ponieważ krajowe zużycie energii elektrycznej stale rośnie. W 2010 roku wynosiło 155 TWh, natomiast w roku 2018 wzrosło do 171 TWh [17]. Według stanu na 31.12.2018 r. Struktura mocy osiąganey w KSE (krajowy system energetyczny) wynosi 45,65 GW. Moc wszystkich elektrowni OZE wynosi 6,452 GW [18] (udział na poziomie 14,13%).

Według oficjalnych danych Eurostat, opublikowanych 12 lutego 2019 r., udział energii odnawialnej w konsumpcji energii elektrycznej, ciepłej i transporcie w 2017 roku wyniósł 10,9% i był niższy o 0,4% w stosunku do 2016 roku [19].



Rys. 4. Przyrost liczby mikroinstalacji fotowoltaicznych w latach 2010–2018 [15]

Zgodnie z przyjętą dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych państwa członkowskie Unii Europejskiej zobowiązane są do zapewnienia określonego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 roku. Cele krajowe ogólne wynoszą 20% udziału energii z OZE w końcowym zużyciu energii brutto w Unii Europejskiej. Cel dla Polski został ustalony na poziomie 15% [20]. Określone przez Komisję Europejską cele energetyczne mają przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa i różnorodności dostaw energii, zmniejszenia zanieczyszczenia powietrza i stworzenia miejsc pracy w sektorach związanych z ochroną środowiska i energią ze źródeł odnawialnych [21].

W celu realizacji celów energetycznych założonych przez Komisję Europejską Polska przyjęła 20 lutego 2015 r. Ustawę o Odnawialnych Źródłach Energii. Regulacje prawne, które m. in. podzieliły źródła odnawialne na mikro-, małe i duże instalacje, ułatwiły inwestowanie w elektrownie OZE produkujące energię na potrzeby własne inwestora, czyli osoby prywatne, przedsiębiorców, rolników czy Jednostki Samorządu Terytorialnego (JST). Wprowadzone przepisy zniósł nadmierną biurokrację, natomiast rozwój technologii OZE, a przede wszystkim fotowoltaiki, przełożył się na zauważalny wzrost inwestycji w mikro- i małe OZE, szczególnie przez osoby indywidualne.

Wytwarzanie energii elektrycznej z OZE jest elementem regulacji sektorowej w elektroenergetyce, rozumianej jako przejaw interwencji państwa w zasady jego funkcjonowania.

Oprócz ustawy o odnawialnych źródłach energii, należy wymienić również inne akty prawne mające wpływ na funkcjonowanie rynku OZE:

- 10 kwietnia 1997 r. – Prawo Energetyczne,
- 11 stycznia 2018 r. – o elektromobilności i paliwach alternatywnych,
- 27 marca 2003 r. – o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym,
- 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane,
- 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska,
- 14 grudnia 2012 r. – o odpadach,
- 3 października 2003 r. – o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko,
- 20 maja 2016 r. – o efektywności energetycznej,
- 12 stycznia 1991 r. – o podatkach i opatach lokalnych,
- 15 listopada 1984 r. – o podatku rolnym,
- 6 grudnia 2008 r. – o podatku akcyzowym,
- 11 marca 2004 r. – o podatku od towarów i usług,
- 21 listopada 2008 r. – o wspieraniu termomodernizacji i remontów,
- 8 grudnia 2017 r. – o rynku mocy,
- 20 maja 2016 r. – o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych,
- 6 marca 2018 r. – prawo przedsiębiorców.

Oprócz wymienionych ustaw, należy również wskazać akty w zakresie krajowego planowania gospodarczego, które zostały ujęte w rządowych strategiach gospodarczych, czyli Projekt polityki energetycznej Polski do 2040 r., Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju – z perspektywą do 2030 r., Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych wraz z jego aktualizacją, Strategii Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 r., Polityka energetyczna Polski do 2030 r. oraz w projekcie dokumentu Polityki energetycznej Polski do 2040 r.

Obiecująco wypada prognoza rozwoju fotowoltaiki. Związane jest to z charakterystyką produkcji energii ze słońca, dobowym popytem na energię elektryczną i zapotrzebowaniem na chłód latem. Instalacje fotowoltaiczne budowane w sposób rozproszony, przyłączane do KSE stanowią alternatywę dla wykorzystania terenów przemysłowych, gruntów słabej klasy oraz dachów budynków [22].

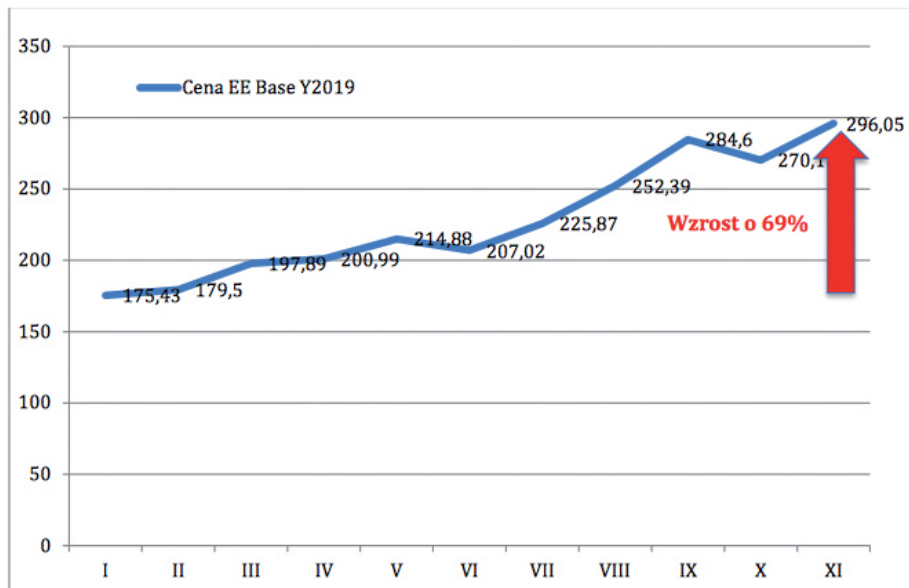
Rozwój odnawialnych źródeł energii, oprócz aspektów prawnych i technicznych, determinowany jest także aspektem ekonomicznym, który zależy od cen energii elektrycznej, kosztu instalacji OZE oraz instrumentów jej finansowania. Cena energii elektrycznej dla odbiorców w gospodarstwach domowych, z uwzględnieniem opłaty dystrybucyjnej, podatku akcyzowego, bez VAT, wynosiła w roku 2018 – 0,5055 zł/kWh [23]. Cena ta nie zmieniła się znacząco na przestrzeni kilku lat (tabela 1), ponieważ podlega regulacji i zatwierdzeniu przez Urząd Regulacji Energetyki – URE.

Tabela 1. Średnie ceny energii elektrycznej dla odbiorców końcowych w gospodarstwie domowym w latach 2012-2018 [23]

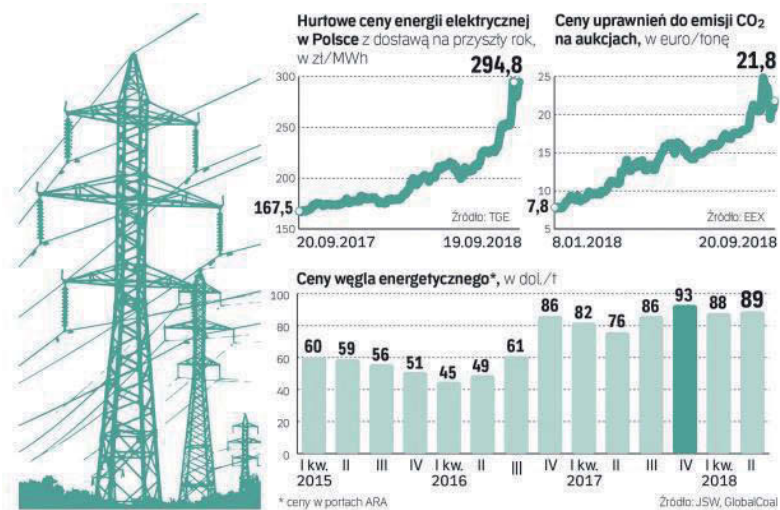
Za rok	Średnia cena
2018	0,5055 zł/kWh
2017	0,5046 zł/kWh
2016	0,4987 zł/kWh
2015	0,5017 zł/kWh
2014	0,4927 zł/kWh
2013	0,5048 zł/kWh
2012	0,5047 zł/kWh

W przypadku odbiorców końcowych energii, czyli małych, średnich i dużych przedsiębiorstw, stawki za prąd nie są regulowane przez URE. Ceny energii są ustalane przez spółki energetyczne – Tauron, PGE, RWE, Energa, Enea [24]. W 2018 roku ceny energii na Towarowej Giełdzie Energii (TGE) znacznie wzrosły, co przełożyło się na wzrost ceny w taryfach biznesowych (B i C) [25].

Przyczyną wzrostu cen energii elektrycznej dla klientów biznesowych jest przede wszystkim wzrost cen dla uprawień do emisji CO₂ i cen węgla. Wzrost cen przedstawiają wykresy.



Rys. 5. Ceny energii elektrycznej na TGE dla kontraktów terminowych – BASE dla 2019 roku, notowanych w okresie I–XI 2018 roku [22]



Rys. 6. Wzrost cen energii elektrycznej w Polsce, cen uprawnień do emisji CO₂ na aukcjach oraz cen węgla energetycznego [25]

Prognozy wzrostu cen uprawnień do emisji CO₂ w następnych latach przewidują wzrost cen do 35-40 euro/tonę w 2023 roku. Dla Polski, gdzie energetyka oparta jest głównie na węglu oznacza to dalszy wzrost cen energii na giełdzie oraz dla odbiorców końcowych. Przy tak wysokich cenach energii, opłacalność inwestycji w elektrownie OZE rośnie, szczególnie dla przedsiębiorców. [22]

Kolejnym elementem kształtującym opłacalność inwestowania w elektrownie fotowoltaiczne jest cena ich zakupu. We wrześniu 2018 roku Unia Europejska zniosła cła zaporowe dla chińskich paneli fotowoltaicznych, co przełożyło się na niższe koszty zakupu całej instalacji. W drugiej połowie 2018 roku cena kompletnej instalacji fotowoltaicznej dla grupy MŚP wyniosła 3300-4000 zł netto/kWh.



Rys. 7. Spadek cen [USD] instalacji fotowoltaicznych za 1 Wp na świecie w latach 2007-2017 wraz z prognozą na lata 2018-2022 [22]

Ważnym czynnikiem ekonomicznym wpływającym na rozwój OZE jest finansowanie instalacji. Zarówno przedsiębiorcy, jak i osoby fizyczne oraz rolnicy mogą korzystać z funduszy unijnych w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych, Programów Rozwoju Obszarów Rolnych, z funduszy krajowych w ramach Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), programów regionalnych z Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej czy niskooprocentowanych pożyczek np. z Banku Ochrony Środowiska lub środków własnych. [22; 26].

Potencjał rozwoju energetyki odnawialnej na wsi jest związany z dominującym charakterem jednorodzinnej zabudowy mieszkalnej. Według raportu GUS [28] w 2011 r. 84,7% zamieszkałych budynków na wsi stanowią mieszkania jednorodzinne, tymczasem w mieście mieszkania jednorodzinne stanowią jedynie 20,7% zamieszkałych budynków. Dodatkowo [29] od lat 90. ubiegłego wieku maleje liczba ludności w miastach i rośnie na wsi, szczególnie w gminach podmiejskich, skupionych wokół dużych miast. W 2018 roku na skutek ruchu naturalnego i migracji w mieście nastąpił spadek liczby ludności o 22 tys. osób. W wyniku dodatniego przyrostu naturalnego i salda migracji, liczba ludności na wsi wzrosła o 20 tys. osób. Zmiany te wpływają bezpośrednio na gęstość zaludnienia (na 1 km² powierzchni w miastach mieszkają ok. 1047 osoby a na wsi 53 osoby).

Wśród osób zamieszkujących tereny wiejskie są prowadzący działalność rolniczą. Współczesne rolnictwo i gospodarstwa rolne potrzebują coraz więcej energii elektrycznej. Rolnictwo zużywa 6% całego bilansu energii w Polsce [30].

Gospodarstwa rolne mają duży potencjał w zakresie stosowania OZE, który obrazują następujące dane [31]:

- 1,4 mln gospodarstw rolnych w Polsce,
- średnia wielkość pow. gruntów rolnych w gospodarstwie rolnym w Polsce w 2018 roku wynosi 10,81 ha,
- 2% gospodarstw posiada 1 ha lub mniej,
- 18% wszystkich gospodarstw posiada 1-2 ha,
- 32,2% gospodarstw posiada areał w przedziale 2-4,99 ha,
- 23% gospodarstw posiada od 5 do 10 ha,
- ok. 24% gospodarstw posiada powierzchnię gruntów 10 ha i więcej.

Odnawialne źródła energii dają możliwość dywersyfikacji produkcji oraz niezależności energetycznej dla gospodarstw rolnych posiadających mniejszy areał. Dotyczy to 75% wszystkich gospodarstw w Polsce o areale poniżej 10 ha. Instalacje odnawialne przyczyniają się do zmniejszenia kosztów bytowych i kosztów produkcji w gospodarstwach rolnych, to także dodatkowe dochody ze sprzedaży nadwyżek energii (oprócz prosumentów). Są szansą na zagospodarowanie gleb o słabszej klasie bonitacji i nieużytków np. przez instalacje fotowoltaiczne lub rośliny energetyczne. Natomiast gospodarstwa rolne posiadające nadwyżki produkcji roślinnej lub zwierzęcej, produkty uboczne, płynne lub stałe odchody zwierzęce lub odpady, pozostałości z przetwórstwa roślinnego, mogą zainwestować w lokalne biogazownie rolnicze.

Korzyści wynikające z inwestowania w OZE na terenach wiejskich przez rolników przeładają się na ochronę środowiska – zmniejszenie strat na przesyłce energii, odciążenie wiejskich sieci rozdzielczych, zagospodarowanie odpadów oraz posiadanie własnego źródła energii na wypadek przerw w dostawie prądu.



Starszym bratem fotowoltaiki są kolektory termiczne, które przekształcają energię słoneczną w ciepło. W instalacji ciepło z energii słonecznej oddaje ciepło znajdującej się w niej cieczy. Kolektory te znajdują zastosowanie w instalacjach grzewczych i instalacji do produkcji ciepłej wody.

Biomasa i biogazownie

Biomasa to najpopularniejsze i najstarsze odnawialne źródło energii. Tworzą ją materia organiczna, substancje pochodzenia roślinnego oraz substancje pochodzenia zwierzęcego. Za biomasę możemy uznać pozostałości z produkcji przemysłowej (np. odpady z przemysłu spożywczego: mleczarskiego, alkoholowego, cukierniczego, mięsnego), produkty i produkty uboczne produkcji rolniczej (np. celowo uprawiane rośliny energetyczne, takie jak kukurydza, żyto, pszenica, trawy itp. oraz nawozy organiczne np. gnojowica, obornik), czy odpady komunalne. [32]

Energię z biomasy można uzyskać poprzez:

- spalanie biomasy roślinnej (np. drewno, odpady drzewne z tartaków, zakładów meblarskich i in., słoma, specjalne uprawy roślin energetycznych),
- fermentację alkoholową trzciny cukrowej, ziemniaków lub dowolnego materiału organicznego poddającego się takiej fermentacji, celem wytworzenia alkoholu etylowego do paliw silnikowych,
- wytwarzanie oleju opałowego z roślin oleistych (np. rzepak) uprawianych dla celów energetycznych,
- beztlenową fermentację metanową odpadowej masy organicznej (np. odpady z produkcji rolnej lub przemysłu spożywczego).

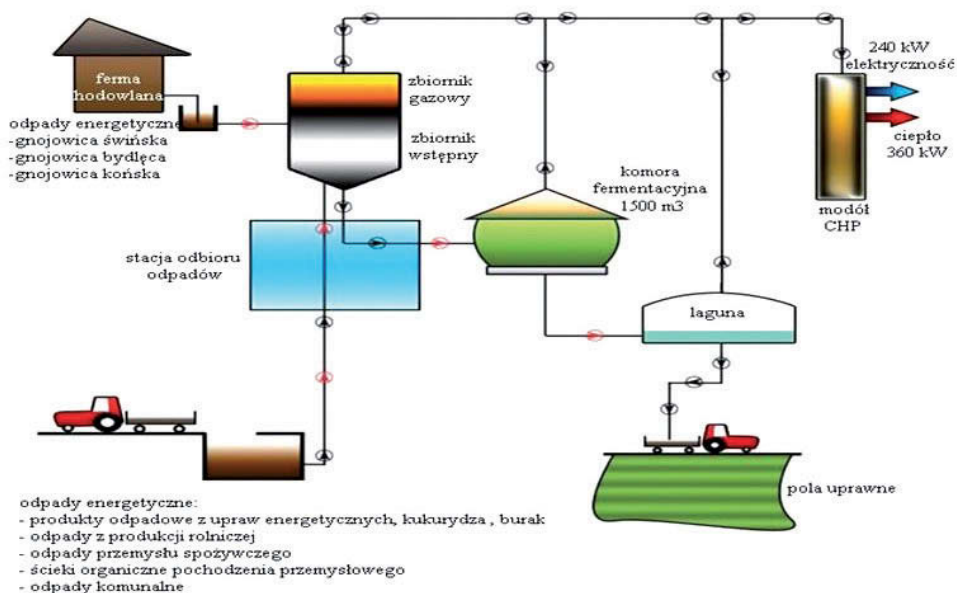
Biogaz powstaje w procesie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych, podczas której substancje organiczne są rozkładane przez bakterie na związki proste. W procesie fermentacji beztlenowej do 60% substancji organicznej zamienia się w biogaz.

Zgodnie z definicją, zawartą w ustawie z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne, za biogaz rolniczy uznaje się paliwo gazowe otrzymywane w procesie fermentacji metanowej surowców rolniczych, produktów ubocznych rolnictwa, płynnych lub stałych odchodów zwierzęcych, produktów ubocznych lub pozostałości z przetwórstwa produktów pochodzenia rolniczego lub biomasy leśnej. Ważne jest, że definicja biogazu rolniczego nie wskazuje na sposób jego zagospodarowania. A ten może zostać wykorzystany do produkcji energii elektrycznej w skojarzeniu z ciepłem, jak również, po oczyszczeniu z CO_2 oraz H_2S , może zostać zatłoczony do sieci gazowej. Przedstawiona w prawie energetycznym definicja biogazu wskazuje, że instalacja biogazu rolniczego powinna wpisywać się w łańcuch produkcyjny przemysłu rolno-spożyw-

czego, wykorzystując produkty rolne i produkty uboczne do wytwarzania biogazu rolniczego.

Połączenie biogazowni z istniejącą produkcją rolno-spożywczą może służyć do utylizacji produktów ubocznych, z których (w wyniku procesów fermentacji metanowej) produkowana jest energia w postaci gazu, energii elektrycznej oraz ciepłej. Nie bez znaczenia jest również fakt, że efektem działania biogazowni jest powstawanie pofermentu, który stanowi doskonały nawóz do zagospodarowania rolniczego.

Ważny jest także wybór technologii, począwszy od rodzaju dostępnych substratów, dobór rodzaju fermentacji, wielkości zbiorników do założonego czasu retencji, wybór urządzeń, sposobu zagospodarowania i sposobu uzdatniania biogazu. Inwestor wybiera produkt – energia elektryczna w skojarzeniu z ciepłem lub biometan. Każdy z tych wyborów przekłada się na ostateczną opłacalność projektu.



Rys. 8. Schemat biogazowni rolniczej

Nie bez znaczenia dla potrzeb oceny ryzyka i opłacalności inwestycji w biogazownię rolniczą są efekty pozafinansowe. Realizacja i uruchomienie zakładu utylizacyjnego, jakim jest biogazownia rolnicza, umożliwia rozwiązanie następujących problemów:

- neutralizacja efektu zapachowego

W wyniku działania instalacji utylizowana jest wprowadzona masa organiczna. Przefermentowana masa, używana docelowo jako nawóz, posiada mniejsze właściwości odorowe, przez co staje się mniej uciążliwa dla środowiska,

- redukcja emisji CO₂ (metan)

Biogazownia rolnicza powoduje redukcję emisji gazów cieplarnianych poprzez utylizację metanu, który stanowi jeden z najbardziej agresywnych gazów cieplarnianych (1 t metanu = 21 ton CO₂ równ.),

- polepszenie właściwości nawozowej przefermentowanej masy

Prowadzone badania i ekspertyzy pokazują, że nawóz pochodzący z biogazowni jest bogatszy w składniki odżywcze, a przede wszystkim jest bardziej przyswajalny przez nawożoną roślinność. W efekcie notujemy nie tylko zmniejszenie wykorzystywania nawozów sztucznych, ale także polepszenie jakości gleb oraz wód w okolicach biogazowni.



Rys. 9. Zasoby energetyczne w Polsce



Słoma jest źródłem biomasy. Fot. Ewa Kutkowska

Najpoważniejszym źródłem biomasy są odpady drzewne i słoma. Część odpadów drzewnych wykorzystuje się w miejscu ich powstawania (przemysł drzewny), głównie do produkcji ciepła lub pary użytkowanej w procesach technologicznych. W przypadku słomy, szczególnie cenne energetycznie, a zupełnie nieprzydatne w rolnictwie są słoma rzepakowa, bobikowa i słonecznikowa.

W Polsce z 1 ha użytków rolnych zbiera się rocznie ok. 10 ton biomasy, co stanowi równowartość ok. 5 ton węgla kamiennego. Podczas jej spalania wydzielają się niewielkie ilości związków siarki i azotu. Powstający gaz cieplarniany – dwutlenek węgla, jest asymilowany przez rośliny rosnące na polach. Oznacza to, że jego ilość w atmosferze nie zwiększa się. Zawartość popiołów przy spalaniu wynosi ok. 1% spalanej masy, podczas gdy przy spalaniu gorszych gatunków węgla sięga nawet 20%.

Dzięki niższej zawartości substancji szkodliwych, spalanie biomasy w mniejszym stopniu wpływa na zanieczyszczenie środowiska niż w przypadku spalania paliw kopalnych.

Energia wiatru

Wiatr jest czystym źródłem energii, nie emitującym żadnych zanieczyszczeń. W korzystnych warunkach wiatrowych (przy prędkości średniej długoterminowej $V > 5,5$ m/s na wysokości wirnika) cena jednostkowa energii pochodzącej z tego źródła może być i często jest niższa od ceny energii z konwencjonalnych elektrowni ciepłych.

Polska jest krajem średnio zasobnym w wiatr. Potencjał techniczny wiatru w Polsce wynosi ok. 25 TWh, z czego ok. 16 TWh przypada na ląd, pozostała część na obszar morski znajdujący się w polskiej strefie brzegowej.



Wiatr jest czystym źródłem energii, nie emitującym żadnych zanieczyszczeń.

Fot. Ewa Kutkowska

Wykorzystanie elektrowni wiatrowych – zalety

- możliwość zasilania trudnodostępnych miejsc w energię,
- zaspokojenie rosnących potrzeb energetycznych ludności poprzez rozwój ekologicznie czystej energii,
- niskie koszty eksploatacyjne pozyskiwania energii wiatru,
- brak kosztów paliwa,
- kreowanie wzrostu gospodarczego,
- redukcja emisji gazów cieplarnianych w tym CO₂,
- poprawa jakości powietrza przez uniknięcie emisji pyłów SO₂, NO₂,
- nie powodują powstawania opadów atmosferycznych, zanieczyszczenia, czy degradacji terenów.

Energia pochodząca z wiatru jest uważana powszechnie za tzw. energię czystą, zieloną i ekologiczną. Natomiast instalacje wiatrowe są uważane za bardziej przyjazne dla środowiska niż technologie konwencjonalne. Należy jednak podkreślić, że budowa i eksploatacja instalacji dla energetyki wiatrowej jest źródłem negatywnych oddziaływań dla człowieka i środowiska. Do uciążliwości należy proces budowy. W trakcie eksploatacji instalacji wiatrowej mogą wystąpić uciążliwości i zagrożenia dla środowiska, jak emisja hałasu, wibracji i niesłyszalnych dla ucha ludzkiego infradźwięków, efekty światłocienia i efekt stroboskopowy. Wpływa na pogorszenie walorów widokowo-krajobrazowych oraz stanowi zagrożenie dla przelatującego ptactwa. Stanowi też potencjalne zagrożenie katastrofą budowlaną. Do negatywnych skutków lokalizacji dużych parków wiatrowych jest opór społeczny (protesty) oraz potencjalne obniżenie cen gruntów położonych w sąsiedztwie.

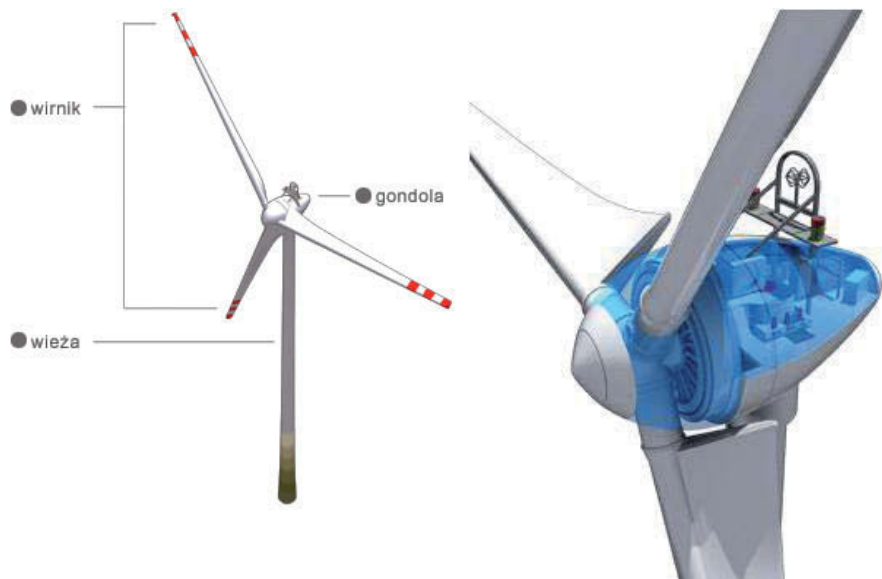
Efektywność elektrowni wiatrowej zależy od lokalizacji i parametrów m. in. średniej prędkości wiatru na danym terenie, mierzonej przez przynajmniej rok, na wysokości 100 m, dominującego kierunku wiatru na danym terenie, szorstkości terenu, gminnego planu zagospodarowania oraz ograniczeń np. ochrony krajobrazu (rezerwat, park krajobrazowy, obszar Natura 2000).

Współczesne elektrownie wiatrowe pod względem zasady działania bardzo przypominają znane od IX wieku wiatraki. Kiedyś pchane siłą wiatru łopaty napędzały młyny zbożowe, urządzenia tartaków oraz pompy odwadniające. Nowoczesne turbiny wiatrowe, często zgrupowane w tak zwane farmy, produkują ekologiczną energię elektryczną docierającą do gospodarstw domowych i przedsiębiorstw [33].

Turbina wiatrowa składa się z kilku zasadniczych elementów:

- wieży umożliwiającej ulokowanie turbiny na znaczącej wysokości, gdzie podmuchy wiatru są dużo silniejsze,
- ruchomej gondoli umożliwiającej ustawienie położenia turbiny zgodnie z kierunkiem wiejącego wiatru. Obrót o 360 stopni jest możliwy dzięki silnikowi i przekładni zainstalowanym na szczycie wieży. Gondola jest również elemen-

tem, w którym ulokowany jest generator oraz układy sterujące wszystkimi urządzeniami, wirnika, dzięki któremu dokonuje się zamiana energii kinetycznej wiatru w energię mechaniczną. Zwykle są to trzy łopaty osadzone na osi (choćby spotykane są konstrukcje z dwoma łopatami lub większą liczbą łopat).



Rys. 10 Schemat budowy turbiny wiatrowej [33]

Wiatr powoduje różnicę ciśnień przed i za łopatami, co sprawia, że turbina zaczyna się obracać. Wirnik napędza generator (ulokowany zwykle w gondoli), który zamienia energię mechaniczną w elektryczną. Łopaty elektrowni wietrznej obracają się z prędkością około 15-20 obrotów na minutę. Typowy generator asynchroniczny, który jest wykorzystywany w tego typu elektrowniach, wytwarza energię elektryczną przy prędkości ponad 1500 obrotów na minutę.

W związku z tym niezbędne jest stosowanie odpowiedniej przekładni zwiększającej prędkość obrotową. Element ten jest ulokowany pomiędzy osią wirnika a generatorem. W bardziej zaawansowanych konstrukcjach wykorzystywane są mechanizmy pozwalające na zmianę kąta ustawienia łopat wirnika.

Aby wytworzyć ilość energii elektrycznej istotną z punktu widzenia rynku, tworzone są tak zwane farmy wiatrowe. Składają się one z wielu ustawionych blisko siebie turbin.

Podsumowanie

Rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce jest związany z zatwierdzoną przez Unię Europejską polityką klimatyczno-energetyczną. W 2014 roku Rada Europejska utrzymała przyjęty kierunek przeciwdziałania zmianom klimatu i zatwierdziła cele do 2030 r. dla całej UE. Po rewizji w 2018 roku tzw. RED III założone cele mają następujący kształt [30]:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 40% (w odniesieniu do emisji w 1990 r.),
- minimalny udział OZE w zużyciu finalnym energii brutto na poziomie 32%,
- wzrost efektywności energetycznej o 32,5%,
- ukończenie budowy wewnętrznego rynku energii UE,
- zwiększenie roli prosumenta.

Aby sprostać wyznaczonym celom unijnym, Polska zmieniła przepisy i regulacje prawne, ułatwiając inwestycje w rynek OZE (np. poprzez wprowadzenie Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii). Jednak osiągnięcie 15% udziału energii odnawialnej w finalnym zużyciu energii brutto w 2020 roku przez nasz kraj jest wątpliwe. Według oficjalnych danych na koniec 2017 roku, udział ten wyniósł 10,9% i jest o 0,4% mniejszy niż rok wcześniej [31].

Rosnące ceny energii elektrycznej, coraz mniejsze koszty urządzeń, dopłaty krajowe czy unijne oraz potencjał lokalizacyjny w Polsce umożliwiają rozwój technologii OZE zarówno przez inwestorów, jak i osoby nieprowadzące działalności gospodarczej, czyli prosumentów. Rozwój mikroinstalacji dla obszarów wiejskich przy wysokim wsparciu dotacyjnym wydaje się korzystnym kierunkiem zarówno dla rozwoju OZE w Polsce, jak i dla obywateli. Oprócz zmniejszenia kosztów zakupu energii elektrycznej w gospodarstwie domowym, takie podejście pozwala bowiem realizować traktatowe zobowiązania kraju w zakresie minimalnego udziału energii z OZE w ogólnym bilansie energetycznym.

Energia słońca oraz energia wiatrowa należą do grupy niestabilnych odnawialnych źródeł energii, dlatego powinny pracować w układzie hybrydowym, ze stabilnym źródłem energii, jakim są np. instalacje biogazowe. Bioelektrownie i biogazownie rolnicze są także magazynem energii, poprzez magazynowanie biogazu w zbiornikach. Pozwala to na podawanie zwiększonej ilości energii elektrycznej w tzw. szczycie zapotrzebowania.

Produkcja energii ze źródeł odnawialnych i alternatywnych staje się coraz ważniejsza. Potwierdzeniem tego faktu jest coraz większa liczba wytwórców, tych indywidualnych, ale także przedsiębiorców.

Literatura

- [1] Ćwik D., Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R. Energetyka w odsłonach: ochrona środowiska, logistyka, OZE, technika, finanse, bezpieczeństwo. Poznań, 2016.
- [2] <https://wysokienapiecie.pl/11917-wygrali-aukcje-oze-maja-problem-z-finansowaniem/>
- [3] <https://wysokienapiecie.pl/17282-polacy-ruszyli-po-tansze-rachunki-za-prad-slonce-bije-rekordy/>
- [4] Jan Popczyk. 2011. Energetyka Rozproszona. Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki
- [5] Lewandowska B. Materiały szkoleniowe. Uwarunkowania i koszty pozyskania energii. 2019. Wrocław
- [6] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. O odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478, z późn. zm.)
- [7] M. Bartosik: Globalny kryzys energetyczny – mit czy rzeczywistość? Wybrane możliwości działań antykryzysowych w elektrotechnice. X Międzynarodowa Konferencja „Nowoczesne urządzenia zasilające w energetyce” Zakopane 2007
- [8] Pawlik M., Strzelczyk F. Elekrownie. Warszawa 2013. Wydanie 7, ISBN 978-836-362-292-0.
- [9] Agnieszka Sadłowska-Sałęga. Alternatywne źródła energii stosowane w budownictwie. Materiały pomocnicze do ćwiczeń.
- [10] <http://www.instsani.pl/502/budowa-ogniw-fotowoltaicznych>
- [11] <https://energetyka-sloneczna.net/wiadomosci/pokaz/2,typy-i-generacje-paneli-fotowoltaicznych>
- [12] Ewa Klugmann-Radziemska. Technologiczny postęp w fotowoltaice. „Czysta Energia”– nr 5/2014.
- [13] <https://powietrze.malopolska.pl/baza/ogniwa-fotowoltaiczne/>
- [14] <http://polskapv.pl/rynek-mikroinstalacji-fotowoltaicznych-polsce-2018-r/>
- [15] Mikroinstalacje fotowoltaiczne w polskim systemie energetycznym! Raport SBF POLSKA PV. GLOBEnergia 3/2018.
- [16] <http://polskapv.pl/rynek-mikroinstalacji-fotowoltaicznych-polsce-2018-r/>
- [17] https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-rb/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2018#r6_5
- [18] https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-rb/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2018#r1_1
- [19] <http://seo.org.pl/eurostat-dalszy-spadek-udzialu-oze-w-ogolnym-zuzyciu-energii-w-polsce/>
- [20] <https://www.money.pl/giolda/wiadomosci/artykul/gus-udzial-energii-z-oze-w-koncowym-zuzyciu,213,0,2421461.html>
- [21] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics/pl

- [22] Dziaduszyński K., Tarka M., Trupkiewicz M., Szydłowski K. Rozwój odnawialnych źródeł energii w sektorze Mikro, Małych i Średnich Przedsiębiorstw, w tym możliwość zastosowania rozwiązań prosumenckich. Stan obecny i perspektywy rozwoju.
- [23] <https://www.ure.gov.pl/pl/energia-elektryczna/ceny-wskazniki/7853,Srednia-cena-energii-elektrycznej-dla-gospodarstw-domowych.html>
- [24] <https://poprostuenergia.pl/dlaczego-prad-dla-firm-jest-drozszy/>
- [25] <https://www.rp.pl/Energetyka/304149927-Rosnacych-cen-pradu--nie-da-sie-zatrzymac.html>
- [26] Praktyczne aspekty eksploatacji systemów fotowoltycznych, Roman Klugiewicz, materiały szkoleniowe OZE
- [27] <http://www.ug.lubin.pl/dofinansowanie-do-fotowoltaiki/>
- [28] Główny Urząd Statystyczny. 2013. Zamieszkane Budynki. Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011. Warszawa.
- [29] Główny Urząd Statystyczny. 2018. Stan i struktura oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym w 2018 roku. Warszawa.
- [30] Urząd Regulacji Energetyki. Materiały szkoleniowe. Wsparcie operacyjne (prosument, taryfy gwarantowane FIT/FIP, aukcje). 2019. Wrocław
- [31] <http://seo.org.pl/eurostat-dalszy-spadek-udzialu-oze-w-ogolnym-zuzyciu-energii-w-polsce/>
- [32] <https://magazynebiomasa.pl/biogazownie-rolnicze-model-dzialania-i-decyzje-inwestycyjne/>
- [33] <https://pgegeo.pl/Zielona-energia-i-OZE/Energia-z-wiatru>



Dolnośląski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą we Wrocławiu

ul. Zwycięska 8, 53-033 Wrocław

centrala: 71 339 80 21 (22), sekretariat: tel. 71 339 86 56

faks 71 339 79 12

e-mail: sekretariat@dodr.pl
