

Centrum Badań i Innowacji  
PRO-AKADEMIA

LEADER SCHOOL  
INNOWACYJNE METODY NAUCZANIA



KAPITAŁ LUDZKI  
CZŁOWIEK – NAJLEPSZA INWESTYCJA!

promuje  
tędzkie

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOLECZNY



# ACTA INNOVATIONS

SERIA WYDAWNICZA

CBI Pro-Akademia  
ISBN 978-83-63704-16-3



**Determinanty  
rozwoju  
odnawialnych  
źródeł energii**

# Determinanty rozwoju odnawialnych źródeł energii



**KAPITAŁ LUDZKI**  
CZŁOWIEK – NAILEPSZA INWESTYCJA!



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**LEADER SCHOOL**  
NOWOCZESNE METODY NAUCZANIA

**Redakcja merytoryczna**

Dr Ewa Kochańska

**Recenzja**

Dr Marlena Kowalczyk

Copyright by Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia

CBI Pro-Akademia ISBN 978-83-63704-19-3

Poglądy zawarte w publikacji odzwierciedlają poglądy autorów i nie muszą być tożsame z poglądami wydawcy i grantodawcy.

Niniejsza publikacja powstała w ramach projektu „Przedstawiciel handlowy branży OZE zawodem przyszłości” realizowanego przy współpracy Leader School oraz Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia, a finansowanego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki ze środków Europejskiego funduszu Społecznego.

Publikacja jest bezpłatna

# SPIS TREŚCI

<b>Wstęp</b> .....	<b>5</b>
<b>Rozdział 1</b> – OZE jako stymulanty rozwoju.....	<b>17</b>
<b>Rozdział 2</b> – Prawo energetyczne .....	<b>35</b>
<b>Rozdział 3</b> – Energia z odpadów .....	<b>45</b>
<b>Rozdział 4</b> – Przetwarzanie biomasy .....	<b>63</b>
<b>Rozdział 5</b> – Energetyka wodna .....	<b>83</b>
<b>Rozdział 6</b> – Geotermia .....	<b>99</b>
<b>Rozdział 7</b> – Energetyka słoneczna .....	<b>113</b>
<b>Rozdział 8</b> – Energetyka wiatrowa .....	<b>135</b>
<b>Rozdział 9</b> – Efektywność energetyczna .....	<b>149</b>
<b>Rozdział 10</b> – Oddziaływanie na środowisko, jako element procesu inwestycyjnego .....	<b>159</b>
<b>Rozdział 11</b> – Finansowanie inwestycji w OZE .....	<b>177</b>
<b>Rozdział 12</b> – Akceptacja społeczna OZE .....	<b>189</b>



# WSTĘP

---

## UWARUNKOWANIA ROZWOJU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM I BUDOWANIA SPECJALIZACJI REGIONALNEJ W KONTEKŚCIE TRENDÓW ŚWIATOWYCH

---

Lawinowo wzrastające spalanie paliw kopalnych w XIX i XX wieku i zmiany użytkowania gruntów mają wpływ na zwiększającą się emisję gazów cieplarnianych, m.in. dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), metanu (CH<sub>4</sub>) i dwutlenku azotu (N<sub>2</sub>O) do atmosfery ziemskiej. To z kolei powoduje przenikanie na Ziemię coraz większych ilości ciepła ze Słońca, które normalnie powinno być zawracane z powrotem w przestrzeń kosmiczną. Ten wzrost temperatury prowadzi to do tzw. efektu cieplarnianego, w wyniku czego następują zmiany klimatu. Zmiany klimatu przejawiają się podniesieniem średniej globalnej temperatury, zmianami w zachmurzeniu i opadach atmosferycznych w szczególności nad terenami zamieszkałymi przez człowieka, topnieniem czap lodowych i lodowców oraz zmniejszonymi opadami śniegu oraz wzrostem temperatury i kwasowości mórz i oceanów. (1).

Prognozy zakładają, że jeśli tempo spalania paliw kopalnych utrzyma się, to w ciągu 40–45 lat może nastąpić nasycenie nim atmosfery, co

może spowodować średni wzrost powierzchniowej temperatury Ziemi o ok. 1,5–4,5 °C.

Syntetyczny Raport Międzynarodowego Zespołu do Zmian Klimatycznych (2) jest pesymistyczny. Przewiduje, że w następnym stuleciu poziom wód morskich może wzrosnąć w wyniku topnienia lodów o ok. 1 m, zalewając większość delt rzecznych, wysp na atlantyckim wybrzeżu USA, część Chin, wyspy na Oceanie Indyjskim i Spokojnym. Zimy będą cieplejsze, a lata niebezpiecznie dla życia upalne. Zaostrzą się susze, opady deszczu będą prowadziły do nieustających powodzi.

Autorzy Raportu piszą, że średnie temperatury na półkuli północnej w drugiej połowie XX wieku były wyższe niż w jakimkolwiek innym okresie 50-letnim w ciągu ostatnich 500 lat. Jest wysoce prawdopodobne, że były one najwyższe w ciągu co najmniej ostatnich 1300 lat.

Dowody obserwacyjne ze wszystkich kontynentów i większości oceanów pokazują, że wiele naturalnych ekosystemów jest zagrożonych

regionalnymi zmianami klimatu, szczególnie wzrostem temperatury. Wraz z ociepleniem klimatu rośnie temperatura oceanów i tym samym ich poziom.

Przykłady skutków związanych ze zmianą średniej globalnej temperatury (skutki będą się różnić ze względu na stopień adaptacji, tempo zmiany temperatury i ścieżkę społeczno-ekonomiczną) przedstawia Rysunek 1.

W Europie można wydzielić dwie strefy o różnej wrażliwości na oczekiwane zmiany klimatu: Europa Południowa, dla której większość zmian będzie mieć negatywne konsekwencje i gdzie możliwości adaptacyjne są najsłabsze i Europa Północna, a zwłaszcza Skandynawia, dla których zmiany klimatu mogą się okazać korzystne. Dla całej Europy należy oczekiwać spadku zasobów wodnych, wzrostu zagrożenia powodzią, przesuszenia prowadzącego do spadku produktywności gleb, intensyfikacji procesów i pustoszenia, wzrostu ryzyka wystąpienia pożarów lasów, lodowce alpejskie albo znikną zupełnie albo zostaną poważnie zredukowane.

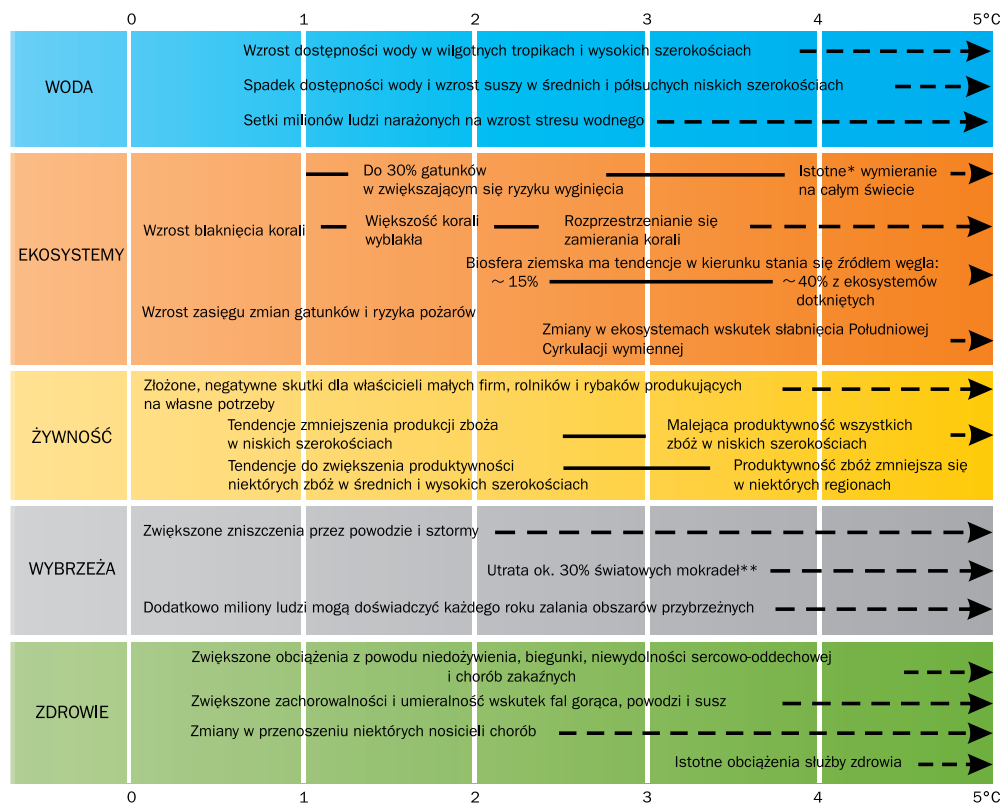
Trzeba się liczyć z niemal całkowitym zanikiem do roku 2080 chłodnych zim i wzrostem częstotliwości występowania upalnych lat.

Zmiany klimatu silnie oddziałują na europejskie rolnictwo: w ciągu ostatnich 40 lat długość okresu wegetacyjnego uległa wydłużeniu o ok. 10 dni. Należy się spodziewać, że w Europie Południowej zbiory będą słabsze, a nakłady na rolnictwo wzrosną. W Europie Północnej wydłużeniu ulegnie okres wegetacyjny, co przy dostatecznej ilości opadów będzie sprzyjać wzrostowi plonów rolnych.

Z przeprowadzonych analiz Instytutu Ochrony Środowiska wynika, że roczne koszty strat spowodowanych klimatycznymi zjawiskami ekstremalnymi wzrosły blisko 10-krotnie od lat 50-tych i w końcu lat 90-tych wyniosły ok. 40 mld USD rocznie. Udział towarzystw ubezpieczeniowych w tych kosztach stale wzrastał: od 0.6 mld USD w latach 60-tych do 9 mld rocznie w dekadzie lat 90-tych. Społeczne i ekonomiczne koszty zmian klimatu poniosą ubezpieczający się. (3)

W Polsce należy spodziewać się do końca XXI w. wzrostu średniej rocznej temperatury powietrza o ok. 1°C, choć wzrost temperatury nie będzie równomierny i wyższy w okresie zimowym. Styczeń może stać się cieplejszy średnio nawet o 5°C. Wysoka temperatura będzie sprzyjać silnemu parowaniu i rozwojowi suszy, powstawaniu lokalnych silnych turbulencji m.in. w postaci trąb powietrznych i szkwałów burzowych. Mimo, że sumy roczne opadów nie ulegną większym zmianom, to będą cechować się dużą zmiennością w czasie.

O około 10 – 15 dni i może wydłużyć się okres wegetacyjny w rolnictwie, a w następstwie przyspieszenie terminu rozpoczęcia prac polowych o około 3 tygodnie. Wydłuży się okres utrzymywania zwierząt na pastwiskach, rośliny ciepłolubne, jak kukurydza, soja czy słonecznik, zareagują większym wzrostem plonów, nawet o 30%, lecz poważnie ucierpią plony roślin zimnolubnych: uprawy ziemniaków mogą się zmniejszyć nawet o 1/3. Szacuje się, że całkowita produkcja żywności w Polsce na skutek zmian klimatu może wzrosnąć o około 34%, pod warunkiem zapewnienia dostatecznej ilości wody. W rolnictwie obserwowany jest postępu-



\* Istotność jest zdefiniowana tutaj jako więcej niż 40%  
 \*\* Na podstawie średniego podniesienia poziomu morza rzędu 4,2 mm/rok od 2000 roku do 2080 roku

**Rysunek 1.** Skutki zmian klimatu na podstawie średnich rocznych zmian temperatury względem lat 1980–1999 (°C)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2]



jący, chociaż nierównomierny wzrost zagrożenia suszą rolniczą na obszarze Polski. Uzyskane wyniki analiz wskazują na wzrost strat w plonach niektórych roślin w wyniku wzrostu zagrożenia suszą rolniczą w latach 2021–2050 oraz 2071–2100. W uprawach największe straty potencjalnego plonu spodziewane są w Polsce centralnej i południowo-zachodniej, a najmniejsze w Polsce północno-wschodniej.

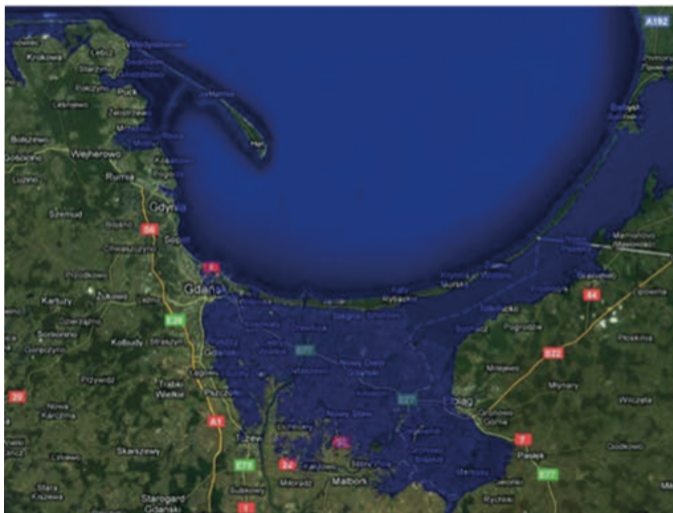
Już obecnie można zaobserwować, że łagodniejsze warunki klimatyczne sprzyjają pojawianiu się nowych gatunków szkodników oraz chorób zakaźnych, jak malaria czy np. szrotówek kasztanowiaczek, który przyszedł do nas z krajów bałkańskich i wyniszcza drzewa kasztanowca. Rośliny i zwierzęta przystosowane do chłodniejszego klimatu będą wypierane przez gatunki ciepłolubne: świerk ustępuje gatunkom

liściastym, gniazduje coraz więcej ptaków z południa Europy jak czapla biała, mewa białogłowa czy żołą.

Innym problemem dla Polski będzie utrata przynajmniej 120 km<sup>2</sup> powierzchni, a także dużych osuwisk na klifach w wyniku erozji. Jedynie 30% polskich brzegów morskich będzie objęte pełną ochroną, a reszta będzie podlegać różnym wariantom kontrolowanego odstąpienia. Poważnym zagrożeniem, szczególnie dla wybrzeży Bałtyku, jest wzrost poziomu morza. Do tej pory poziom Bałtyku podnosił się o około 1,5-2,9 mm/rok, a szacuje się, że do 2015 roku podniesie się nawet od 0,1-0,97 m i obszarowi 1.789 km<sup>2</sup> obszarów wybrzeża grozi zalanie. Zagrożonych jest m.in. 18 ośrodków wypoczynkowych położonych na klifach ulegających erozji, 5 dużych portów oraz domy 120 tysięcy osób.

Spośród terenów o unikalnej wartości przyrodniczej zagrożone są obszary Słowińskiego Parku Narodowego i Wolińskiego Parku Narodowego oraz Nadmorskiego Parku Krajobrazowego. Zmiany klimatu spowodują ogromne zakłócenia funkcjonowania ekosystemów w ich obszarach i wzrost kosztów utrzymania funkcji związanych z ochroną przyrody.

Na wykresie 1 przedstawiono symulację mapy linii brzegowej Bałtyku w roku 2050, jeśli niezahamowane będą postępujące zalewanie wybrzeża i podnoszenie się poziomu morza (Rysunek 2).



**Rysunek 2.** Symulacja wyglądu Zatoki Gdańskiej dla poziomu morza wyższego o 1 metr.

Okolo 300 tys. osób będzie narażone na bezpośrednio ryzyko związane ze skutkami zmian klimatu (utrata mieszkań). A okolo 1,7 mln osób będzie narażonych na pośrednie skutki zmian klimatu (utrata miejsc pracy). Branżami, które szczególnie narażone są na oddziaływanie zmian klimatycznych są budownictwo, transport i energetyka.

## BUDOWNICTWO A ZMIANY KLIMATU

Zmiany klimatu wpływają na nowe podejście do planowania konstrukcji nośnych obiektów budowlanych, zwłaszcza mieszkalnictwa na terenach zurbanizowanych: muszą być odporne na takie zagrożenia jak dość drastyczne zmiany temperatury, obciążenie wiatrem i śniegiem. O ile tendencja wzrostu temperatury utrzyma się w drugiej połowie stulecia (wyrażona kilkustopniowym podwyższeniem średniej temperatury dobowej oraz skróceniem okresu grzewczego i zwiększeniem częstotliwości wystąpienia upałów w lecie), będzie konieczne dostosowanie norm w zakresie termoizolacji, zasad ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji budynków lub zasad odśnieżania dachów.

W użytkowanych obecnie budynkach najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu są instalacje: wodno-kanalizacyjna, grzewcza oraz wentylacyjno-klimatyzacyjna.

## TRANSPORT A ZMIANY KLIMATU

Największym zagrożeniem dla transportu w perspektywie końca XXI w. mogą być zmiany

w strukturze występowania zjawisk ekstremalnych oraz zwiększenie opadu zimowego. Autorzy Raportu dla Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu przewidują, że w okresie do 2070 r. należy się liczyć przede wszystkim ze zdarzeniami ekstremalnymi, które będą utrudniać funkcjonowanie sektora transportu. Analiza przewidywanych zmian klimatu dowodzi, że oczekiwane zmiany w dalszej perspektywie będą oddziaływać na transport negatywnie.

Analiza wrażliwości infrastruktury transportowej wskazuje, że najbardziej wrażliwa na deszcz, silny wiatry, opady śniegu, deszcz i mróz oraz wahania temperatury będzie infrastruktura drogowa i kolejowa.

## ENERGETYKA A ZMIANY KLIMATU

Sektor energetyki jest relatywnie mało wrażliwy na zmiany klimatu. Wzrost temperatury powoduje zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepłą u końcowych odbiorców. Jednak z uwagi na występowanie trudnych do przewidzenia skoków temperatury mogą pojawić się zagrożenia dla sieci przesyłowych: obfite opady śniegu połączone z przechodzeniem temperatury przez wartość 0°C powodują masowe awarie sieci niskiego napięcia i nawet kilkudniowe braki zasilania, głównie na obszarach wiejskich. Straty wywołane brakiem zasilania w energię elektryczną szacuje się, że brak zasilania przez 10 godzin dla obszaru, na którym mieszka 100 tys. osób oznacza średnio stratę na poziomie 4,20 mln zł, bez uwzględnienia pojawiających się zawsze w takim przypadku kosztów usuwania uszkodzeń. (4)

Odpowiedzią energetyki konwencjonalnej na zmiany klimatu, a zwłaszcza na obniżenie emisji CO<sub>2</sub> jest poszukiwanie tzw. czystych technologii węglowych oraz integracja i ko-egzystencja zawodowych systemów energetycznych z energetyką rozproszoną i bazującą na odnawialnych źródłach energii.

Rozwój produkcji energii elektrycznej i ciepłej oraz paliw dla transportu w oparciu o odnawialne źródła energii takie jak wiatr, słońce, biomasa i biogaz czy pływy morskie odgrywa podwójnie ważną rolę: stanowi jedno z ważniejszych narzędzi ograniczających zmiany klimatu oraz jest kapitalnym stymulatorem rozwoju na poziomie lokalnym i regionalnym, a ponadto stwarza możliwość budowania niezależności energetycznej, co przenosi się na budowanie niezależności społeczno-gospodarczej.

### PERSPEKTYWY ROZWOJU ENERGETYKI OPARTEJ O ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII NA ŚWIECIE

Tempo, skala i teraz zasięg geograficzny inwestycji w energetykę, bazującą na odnawialnych źródłach energii jest jednym z najbardziej pozytywnych i niezwykłych dokonań gospodarki całego świata na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat.

Procesy przechodzenia na gospodarkę niskiemisyjną, wolną od paliw kopalnych są częściowo skutkiem obowiązku, nakładanego na rządy i gospodarki krajowe przez organizacje międzynarodowe, głównie w ramach ONZetowskiej Ra-

mowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC lub FCCC) i Protokół z Kioto, a częściowo rezultatem pojawiających się nowych technologii i innowacji, przyjaznych klimatowi i zapewniających przewagę konkurencyjną.

### PROTOKÓŁ Z KIOTO

Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu jako umowa międzynarodowa, określająca założenia współpracy na rzecz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, które uznano za odpowiedzialne za zjawisko globalnego ocieplenia, została podpisana podczas Konferencji Narodów Zjednoczonych na temat Środowiska i Rozwoju, tzw. Szczytu Ziemi w 1992 w Rio de Janeiro. Początkowo Konwencja nie zawierała nakazów, co do ograniczenia emisji, ale kolejne tzw. protokoły wprowadzały konkretne limity emisji CO<sub>2</sub>.

Protokół z Kioto, obecnie znany bardziej niż sama Konwencja został wypracowany na konferencji w Kioto w grudniu 1997 i jako traktat wszedł w życie 16 lutego 2005 roku, trzy miesiące po ratyfikowaniu go przez Rosję 04 listopada 2004.

W ramach Protokołu z Kioto kraje uprzemysłowione zobowiązały się do redukcji ogólnej emisji gazów powodujących efekt cieplarniany o 5,2% do roku 2012 w porównaniu z rokiem 1990. Poziomy obniżania emisji dla różnych krajów są różne i wynoszą np. dla Unii Europejskiej 8%, dla USA 7%, 6% dla Japonii, 0% dla Rosji oraz możliwy wzrost dla Australii o 8% i 10% dla Islandii.

Sygnatariusze Protokołu z Kioto, w tym Polska, „realizując swoje zobowiązania do ilościowo określonego ograniczenia i redukcji emisji (...), w celu wspierania zrównoważonego rozwoju wdroży lub będzie rozwijać kierunki polityki i środki właściwe dla warunków krajowych, takie jak:

- poprawa efektywności energetycznej w odpowiednich sektorach gospodarki krajowej;
- ochrona i zwiększenie efektywności pochłaniaczy i zbiorników gazów cieplarnianych oraz wspieranie zrównoważonej gospodarki leśnej, zalesiania i odnowień;
- wspieranie zrównoważonych form gospodarki rolnej w kontekście ochrony klimatu;
- badania, wspieranie, rozwój oraz zwiększenie wykorzystania nowych i odnawialnych źródeł energii, technologii pochłaniania dwutlenku węgla oraz zaawansowanych i innowacyjnych technologii przyjaznych dla środowiska;
- stosowanie instrumentów rynkowych oraz stopniowe zmniejszanie lub eliminacja niedoskonałości rynkowych, zachęt podatkowych, zwolnień podatkowych i celnych oraz dotacji, sprzecznych z celami Konwencji, we wszystkich sektorach emitujących gazy cieplarniane;
- zachęcanie do wprowadzania w odpowiednich sektorach reform, mających na celu wspieranie polityki i środków ograniczających lub redukujących emisje gazów cieplarnianych;
- działania w sektorze transportu mające na celu ograniczenie lub redukcję emisji gazów cieplarnianych;
- ograniczenie lub redukcja emisji metanu poprzez jego odzyskiwanie i wykorzystywanie

w gospodarce odpadami oraz w produkcji, przesyłaniu i dystrybucji energii.

Na kraje wysoko rozwinięte, jako moralnie odpowiedzialne za zmiany klimatyczne i niszczenie środowiska naturalnego nałożono nie tylko obowiązek obniżania emisji, ale także obciążono koniecznością wsparcia biedniejszych krajów w walce z globalnym ociepleniem. Wsparcie ma polegać na przyczynianiu się do rozwoju technologicznego krajów słabo rozwiniętych, prowadzeniu permanentnego monitorowania zmian klimatycznych, a zwłaszcza badań nad alternatywnymi źródłami pozyskiwania energii, takimi jak energia wiatru, słońca bądź energia jądrowa. (5)

W 2012 roku na świecie zainwestowano 244 mld USD w sektor odnawialnych źródeł energii. Inwestycje w OZE i w „czyste” lub „zielone” systemy energetyczne dokonywane przez sektor prywatny znalazły się w głównym nurcie globalnego bilansu energetycznego. Inwestowanie w energetykę opartą o odnawialne źródła energii ma charakter globalny. Obserwowane są pojęte przedsięwzięcia nie tylko na rynku chińskim: na przykład Maroko przeznaczyło 1,2 mld USD na sfinansowanie elektrowni słonecznych Masen Ouarzazate, blisko 1 mld USD został zainwestowany w Meksyku na budowę elektrowni wiatrowej o mocy 396MW w Oaxaca. Poważnymi inwestorami są spółki w krajach Zatoki Perskiej, w tym Arabii Saudyjskiej, Kataru i Zjednoczonych Emiratów Arabskich. Powstają małe elektrownie wodne ze znaczący kapitałem prywatnym w Brazylii, Ekwadorze, Indonezji.

Pojawiają się nowe źródła finansowania inwestycji, takie jak np. 5 mld USD "zielonych" obli-

gacji wyemitowanych w ubiegłym roku, co oznacza wzrost o 44 % w stosunku do 2011 roku. Odnotowano zjawisko tzw. crowd funding'u, czyli zwiększania się wolumenu i dostępności kapitału stosownie do rosnącej liczby drobnych inwestorów – przykładem może być kapitał zaangażowany w Europie i Stanach Zjednoczonych na finansowanie małej skali elektrowni słonecznych.

W koszty wytwarzania energii na bazie paliw kopalnych zaczynają być wliczane tzw. koszty zewnętrzne, uwzględniające m.in. koszty dewastacji środowiska naturalnego przez kopalnie, szyby czy odkrywkę, nieodwracalne zmiany w krajobrazie, uszkodzenia całych ekosystemów, zużywanie i zanieczyszczenie wody oraz uszczerbek na zdrowiu ludzi. (6)

Co najmniej 138 krajów produkowało energię z odnawialnych źródeł energii na koniec 2012 roku. Od początku 2013 roku, politykę wspierania energii ze źródeł odnawialnych zidentyfikowano w 127 krajach, z czego ponad dwie trzecie są to kraje rozwijające się i gospodarki wschodzące. W związku z tym, że w większości krajów zasady i celem rozwijania energetyki opartej o odnawialne źródła energii odnoszą się do sektora dojrzałego, przyrosty wydają się być dużo wolniejsze niż w poprzedniej dekadzie.

W odpowiedzi na szybko zmieniające się warunki rynkowe i pojawiające się coraz to nowsze technologie OZE, ale też z uwagi na skutki światowego kryzysu finansowego i napięte budżety krajowe, wiele krajów dokonało zmian w istniejących przepisach, dotyczących budowania gospodarki niskoemisyjnej na korzyść wsparcia dla odnawialnych źródeł energii, a w niektórych krajach na całym świecie przyjęto ambitne nowe cele.

W 2012 w pięciu krajach w Afryce i na Bliskim Wschodzie uchwalono dopasowanie polityki gospodarczej do rozwoju odnawialnych źródeł energii, tysiące miast i miasteczek na całym świecie ma własne plany i strategie, aby przejść na odnawialne źródła energii. W Europie 1.116 miast i gmin przystąpiło do Porozumienia Burmistrzów Covenant of Mayors, zobowiązując się do 20% redukcji emisji CO<sub>2</sub> i podjęcia działań zmierzających do ograniczenia zmian klimatu, podnoszenia efektywności energetycznej i wspierania rozwoju energii z OZE.

Poziom światowych inwestycji w rynek odnawialnych źródeł energii wyniósł w roku 2012 244 mld USD i był niższy o 12% w porównaniu z poprzednim, rekordowym rokiem 2011. Warto jednak zauważyć, że z powyższej statystyki zostały wyłączone nakłady na hydroelektrownie o mocy powyżej 50MW, a także zakupy kolektorów słonecznych do ogrzewania wody – gdyby uwzględnić te inwestycje, to kwota zwiększyłaby się do 285 mld USD.

Spowolnienie inwestowania w OZE, po kilku latach stałych wzrostów wynika ze zmniejszenia publicznych dotacji na OZE, głównie w Unii Europejskiej (spadek o 36% w roku 2012 w stosunku do roku 2011) i Stanach Zjednoczonych (spadek o 35% w roku 2012 w stosunku do roku 2011).

Nakłady na inwestycje w OZE w krajach rozwijających się sięgnęły 112 mld USD - stanowiły 46% inwestycji światowej i był to wzrost o 34% w porównaniu do roku 2011. W krajach rozwijających się kontynuowana jest nieprzerwanie od ośmiu lat tendencja wzrostowa w OZE, odwrotnie niż w gospodarkach rozwiniętych, gdzie

inwestycje spadły o 29% do poziomu 132 mld USD, najniższego od 2009 roku.

Wydaje się, że powodem jest zmniejszenie dotacji na rozwój farm słonecznych i wiatrowych w Europie i Stanach Zjednoczonych. Obserwowany jest wzrost zainteresowania inwestorów OZE na rynkach wschodzących z uwagi na rosnące zapotrzebowanie na energię i atrakcyjny potencjał OZE w tych krajach. Widoczne są również wyraźne trendy spadających kosztów technologii wiatrowych i baterii słonecznych.

Największe nakłady zostały poniesione na energię słoneczną – 57% wszystkich inwestycji, a w tej grupie inwestycji 96% stanowiły inwestycje w farmy fotowoltaiczne. Drugą grupą inwestycji były farmy wiatrowe – 80 mld USD oraz hydroelektrownie powyżej 50MW z budżetem 33 mld USD. (7)

## PODSUMOWANIE

Energetyka opierająca się o odnawialne źródła energii jest jednym z ważniejszych stymulatorów rozwoju społeczno-gospodarczego na całym świecie. W odróżnieniu od energetyki konwencjonalnej, wykorzystującej kopalne surowce dla produkcji energii i działającej w myśl zasady „niewielu zarabia na wielu”, OZE stanowi zbiór impulsów rozwojowych, atrakcyjnych zarówno dla gospodarek państw wysoko rozwiniętych, jak i krajów rozwijających się. (8)

Odnawialne źródła energii już odgrywają ważną rolę w koszyku energetycznym w wielu krajach na całym świecie. W 2012 r. ceny odnawialnej technologii energetycznej, głównie wiatrowej i słonecznej, nadal spadały, wytwarzania energii

ze źródeł odnawialnych jest włączane do głównego nurtu energetyki zawodowej i z roku na rok staje się coraz bardziej konkurencyjne w stosunku do konwencjonalnych źródeł energii.

Różnorodność odnawialnych źródeł energii pozwala krajom i regionom na całym świecie na budowanie oryginalnych specjalizacji, tworzenie oryginalnych technologii, wprowadzanie wynalazków, budowanie niezależności energetycznej na poziomie lokalnym i konkurowanie tymi wszystkimi atutami na globalnym rynku energii.

Powyższe atuty widoczne są w statystykach za rok 2012, opracowanych przez międzynarodowy think-tank REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century) i skupiający specjalistów ze wszystkich krajów świata i różnych specjalizacji. Na podstawie Raportu Renewables 2013 zostały opracowane: Tabela 1, Tabela 2, Tabela 3.

Z wyżej przedstawionych danych statystycznych można wysnuć kilka ważnych wniosków:

- po pierwsze – największe inwestycje i największa produkcja energii ze źródeł odnawialnych mają miejsce w Chinach i Stanach Zjednoczonych, a więc w krajach, które nie podpisały Protokołu z Kioto;
- po drugie – zainteresowanie OZE wykazują kraje rozwijające się, takie jak Meksyk, Filipiny, Indonezja;
- po trzecie – widoczne są krajowe specjalizacje w ramach technologii OZE;
- po czwarte – światowy rynek OZE nabiera cech rynku dojrzałego i będzie coraz trudniej zająć na nim mocną pozycję, bądź zarezerwować sobie wąską niszę technologiczną.

Tabela 1. Światowi liderzy inwestycji i produkcji energii ze źródeł odnawialnych w roku 2012

Lp.	Największa produkcja OZE (łącznie z hydro)	Największa produkcja OZE (łącznie z hydro)	Największa produkcja OZE na mieszkańca	Największa zainstalowana moc OZE	Największa produkcja energii z geotermii	Największa produkcja energii z geotermii	Największa produkcja energii ciepłej z kolektorów
1	Chiny	Chiny	Niemcy	USA	Chiny	USA	USA
2	USA	Turcja	Włochy	Chiny	Turcja	Argentyna	Brazylia
3	Niemcy	Brazylia/ Wietnam	Chiny	Niemcy	Niemcy	Niemcy/ Brazylia	Chiny
4	Japan	Rosja	USA	Indie	Indie	Francja	Kanada
5	Włochy	Kanada	Japonia	W. Brytania	Brazylia	Indonezja	Francja

Źródło: opracowanie własne na podstawie (7)

Tabela 2. Najwięksi producenci energii z odnawialnych źródeł w roku 2012

Lp.	Największa produkcja OZE (łącznie z hydro)	Największa produkcja OZE (łącznie z hydro)	Największa produkcja OZE na mieszkańca	Największa zainstalowana moc OZE	Największa produkcja energii z geotermii	Największa produkcja energii z geotermii	Największa produkcja energii ciepłej z kolektorów
1	Chiny	Chiny	Chiny	USA	USA	Chiny	Chiny
2	USA	USA	USA	Brazylia	Brazylia	Brazylia	Brazylia
3	Brazylia	Niemcy	Niemcy	Chiny	Chiny	USA	USA
4	Kanada	Hiszpania	Hiszpania	Niemcy	Niemcy	Kanada	Kanada
5	Niemcy	Włochy	Włochy	Szwecja	Szwecja	Rosja	Rosja

Źródło: opracowanie własne na podstawie (7)

Tabela 3. Najwięksi producenci energii z odnawialnych źródeł w roku 2012

Lp.	Największa produkcja energii z PV	Największa produkcja energii z PV na mieszkańca	Największa produkcja energii z wiatru	Największa produkcja energii cieplnej z kolektorów	Największa produkcja energii cieplnej z kolektorów na mieszkańca	Największa produkcja energii cieplnej z geotermii	Największa produkcja energii cieplnej z geotermii
1	Niemcy	Niemcy	Chiny	Chiny	Chiny	USA	Chiny
2	Włochy	Włochy	USA	Niemcy	Niemcy	Chiny	USA
3	USA	Belgia	Niemcy	Turcja	Turcja	Szwecja	Szwecja
4	Chiny	Czechy	Hiszpania	Brazylia	Brazylia	Niemcy	Turcja
5	Japonia	Grecja	Indie	Indie	Indie	Japonia	Japonia/ Islandia

Źródło: opracowanie własne na podstawie (7)



## BIBLIOGRAFIA

1. United Nations Framework Convention on Climate Change. Climate Change: Impact, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries. Bonn, Germany: brak nazwiska, 2010.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Synthesis Report. Genewa: UNEP & World Meteorological Organization, 2008.
3. Sadowski Maciej. Ocena potencjalnych skutków społeczno-gospodarczych zmian klimatu w Polsce. muratorplus.pl. [Online] 04 Kwiecień 2008. [Zacytowano: 22 Luty 2014.] [http://www.muratorplus.pl/biznes/raporty-i-prognozy/ocena-potencjalnych-skutkow-spoeczno-gospodarczych-zmian-klimatu-w-polsce\\_62545.html](http://www.muratorplus.pl/biznes/raporty-i-prognozy/ocena-potencjalnych-skutkow-spoeczno-gospodarczych-zmian-klimatu-w-polsce_62545.html).





**ROZDZIAŁ 1**

**ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII  
JAKO STYMULANTY ROZWOJU  
W UNII EUROPEJSKIEJ I W POLSCE**

---

**INŻ. MAKSYMILIAN KOCHAŃSKI  
CENTRUM BADAŃ I INNOWACJI PRO-AKADEMIA**

**INŻ. KATARZYNA KORCZAK  
CENTRUM BADAŃ I INNOWACJI PRO-AKADEMIA**

**INŻ. TOMASZ RUTKA  
POLITECHNIKA WARSZAWSKA**

---



## ABSTRAKT

Opracowanie przedstawia analizę wpływu odnawialnych źródeł energii na rozwój Unii Europejskiej i Polski. Autorzy opisują ramy prawne i regulacyjne systemu wspierania OZE, a także dane na temat produkcji energii ze źródeł odnawialnych, zainstalowanych mocy wytwórczych, nakładów finansowych i oddziaływania energetyki odnawialnej na rynki pracy UE i Polski. Szczególną uwagę poświęcono ocenie oddziaływania poszczególnych technologii OZE na rozwój gospodarczy i wymianę handlową Polski.

## SŁOWA KLUCZOWE

energetyka odnawialna, odnawialne źródła energii, OZE, zrównoważony rozwój

## WSTĘP

Zapoczątkowany w 2000 roku Europejski Program Ochrony Klimatu (ECCP) stanowił podwaliny pod europejską politykę ekologiczną, ściśle powiązaną z polityką energetyczną. Za jeden z głównych celów do zrealizowania przyjęto ograniczenie emisji dwutlenku węgla, co stwarza ogromne możliwości do rozwoju na rynku odnawialnych źródeł energii. Podczas Szczytu Rady Unii Europejskiej w 2007 roku przyjęto Plan Działań mający na celu integrację polityki energetycznej z klimatyczną. Za priorytet uznano ograniczenie o więcej niż 2°C wzrastającej średniej globalnej temperatury w stosunku do tej, jaka panowała przed okresem głębokiego uprzemysłowienia, zmniejszenie zagrożenia wzrostu cen paliw kopalnych, a także ogranicze-

nie ich zużycia. Powstał pakiet klimatyczny 3x20, którego założeniami były:

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 20% do roku 2020 w porównaniu do stanu z roku 1990,
- zwiększenie do 2020 r. udziału energii ze źródeł odnawialnych do 20% całkowitego zużycia finalnej energii,
- zwiększenie, również do 2020 r., efektywności energetycznej o 20%, w stosunku do scenariusza BAT.

Pakiet klimatyczny zakładał również osiągnięcie co najmniej 10% udziału biopaliw na rynku paliw transportowych w roku 2020 w krajach Unii. W celu dywersyfikacji źródeł energii przyjęto dyrektywę o promowaniu energii ze źródeł odnawialnych (2009/28/WE). Określa ona udział energii ze źródeł niekonwencjonalnych w całkowitym bilansie energetycznym państw UE do roku 2020. W Polsce wskaźnik ten ma wynosić 15% energii finalnej.

Przyjęte przez Polskę zapisy w Traktacie Akcesyjnym oraz ratyfikowany Protokół z Kioto obliguje sektor energetyczny do podjęcia działań, mających na celu ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery powstającego przy spalaniu paliw kopalnych, głównie węgla. Rada Ministrów opublikowała Krajowy Plan Rozdziału Upnień do emisji CO<sub>2</sub>, który obowiązywał w latach 2008-2012. Dokument ten rozdzielał pomiędzy elektrownie i zakłady przemysłowe bezpłatne upnienia do emisji. Najnowsza dyrektywa dotycząca handlu emisjami EU ETS zakłada, że Unia dalej realizuje swój cel, czyli zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub>, a model rynku handlu emisjami przyjmie dla Polski nową postać. Pier-

wotnie zakładała, że od 2013 roku uprawnienia do emisji będą w 100% podlegały handlowi na giełdzie. Ostatecznie Polska wraz z siedmioma innymi krajami wynegocjowała pewne ustępstwa w postaci m.in. siedmioletniego okresu przejściowego. W 2013 r. Polska otrzymała 70% uprawnień do emisji starych zasadach (w latach 2008-2012), natomiast pozostałe 30 % elektrownie muszą nabyć na giełdzie, a przydzielone bezpłatnie prawa do emisji nie podlegają handlowi. W ramach derogacji przesunięto w czasie konieczność zamknięcia najstarszych bloków energetycznych. Corocznie przydział darmowych uprawnień będzie zmniejszany, aby w 2020 handel zezwoleniami na emisję CO<sub>2</sub> odbywał się tak jak w pozostałych krajach Unii Europejskiej [1].

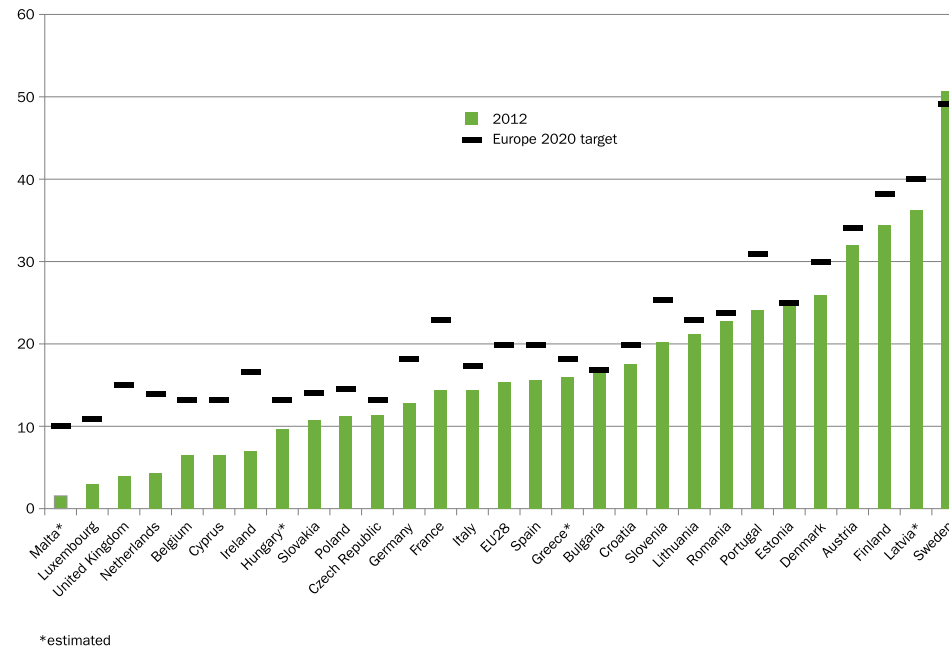
Kolejnym krokiem w polityce energetycznej Europy była Dyrektywa CCS (Carbon Capture and Storage), dotycząca sekwestracji CO<sub>2</sub>, czyli wychwytywaniu dwutlenku węgla ze spalin emitowanych przez zakłady przemysłowe, a następnie transportowania i zatłaczania go pod ziemię. Głównym założeniem Dyrektywy jest wyposażenie wszystkich nowobudowanych elektrowni, zaczynających produkcję energii elektrycznej po 2015 r., w instalacje CCS. Aktualnie powstające zakłady będą musiały posiadać odpowiednią przestrzeń na instalację urządzeń oraz spełniać warunek gotowości do uzupełnienia o technologię wychwytywania gazu. Instalacje CCS są jednak obecnie nierentowne. Koszty urządzeń do wychwytywania, zatłaczania i składowania oraz koszty samej energii elektrycznej niezbędnej do eksploatacji są znacznie wyższe niż prawa do emisji dwutlenku węgla. Dyrektywa nie wprowadza obowiązku wprowadzenia instalacji CCS. Zakłady mogą wybierać czy stosować drogie roz-

wiązanie, czy kupować prawa do emisji. Jednak już po roku 2015 planowane jest wprowadzenie nowelizacji dyrektywy, która nakładałaby obowiązek stosowania technologii CCS w elektrowniach o mocy znamionowej wyższej lub równej 300 MW.

W chwili obecnej istnieje szereg projektów prawnych jeszcze nie wdrożonych w unijnych i krajowych rozporządzeniach, ale należy je mieć na uwadze w perspektywie planowania przyszłych przedsięwzięć. Przykładem może być projekt dyrektywy o zintegrowanym zapobieganiu zanieczyszczeniom i ich kontroli, który zakłada istotne zmiany w systemie dopuszczalnych emisji przemysłowych. W roku 2015 ulegną one radykalnym zmniejszeniom dla instalacji, których moc w paliwie przekroczy 50 MW.

Temat obniżania emisji będzie kontynuowany w ramach dyskusji nad kierunkami polityki energetycznej Europy. Komisja Europejska pracuje nad „Energetyczną mapą drogową 2050”, wyznaczającą najnowsze normy dotyczące emisji i efektywności energetycznej, jakie powinny osiągnąć kraje członkowskie do 2050 r. Kluczowe działania w tym zakresie to ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> w granicach 85-90% w stosunku do roku 1990.

Polska jako kraj członkowski bierze udział we wprowadzaniu poszczególnych planów energetycznych UE. W 2010 r. Rada Ministrów przyjęła „Politykę energetyczną Polski do 2030 roku” [2]. Zakłada się w niej szereg działań mających na celu podołania takim problemom jak: wypełnienie zobowiązań związanych z ochroną środowiska, w tym z ochroną klimatu, uzależnienie od zewnętrznych dostaw gazu i ropy naftowej, wzra-



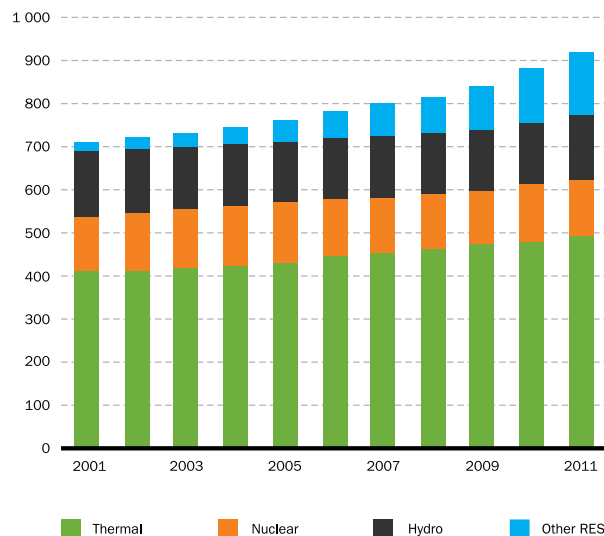
**Wykres 1.** 1 Udział energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii w państwach członkowskich UE-27 na koniec 2012 roku na tle celów na 2020 rok

Źródło: [6]

stające zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz zły stan techniczny infrastruktury dystrybucyjnej i wytwórczej. Głównymi kierunkami rozwoju polskiej energetyki do roku 2030 będą:

- promowanie efektywnego zużycia energii
- wzrost bezpieczeństwa dostaw paliw i energii
- dywersyfikacja struktury wytwarzania energii elektrycznej poprzez wprowadzenie energetyki jądrowej;
- rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliwa;
- rozwój konkurencyjnych rynków paliw i energii;
- ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko.

Wynika z tego potrzeba lepszego i szybszego wdrożenia założeń zrównoważonej polityki energetycznej, czyli polityki produkcji i wykorzystania energii prowadzącej do zaspokojenia rosnących



Wykres 2. Moc zainstalowana w państwach członkowskich UE-28 [MW]

Źródło: [7]

potrzeb ludzkich przy jednoczesnym rozwoju konkurencyjności gospodarki, bezpieczeństwie energetycznym kraju oraz ochronie środowiska.

## TENDENCJE W ROZWOJU OZE W UE

Na koniec 2012 r. w UE wyprodukowano 44% światowej energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych (z wyłączeniem hydroelektrowni). Energochłonność gospodarki UE w latach 1995–2011 spadła o 24%, natomiast w przemyśle wskaźnik ten wyniósł ok. 30%. Intensywność emisji dwutlenku węgla w gospodarce UE zmniejszyła się

w latach 1995–2010 o 28 % [3]. Wszystko wskazuje, że do 2020 roku Unia osiągnie, a nawet przekroczy założony w 2008 roku cel w postaci 20% energii z OZE.

Jak pokazuje Wykres 1, na koniec 2012 roku energia ze źródeł odnawialnych pokrywała 14,1% łącznego zapotrzebowania na energię w Unii Europejskiej [4]. Bułgaria, Estonia i Szwecja już wtedy osiągnęły cele dla nich wyznaczone na 2020 rok przez pakiet klimatyczny KE. Największy odsetek energii z OZE pozyskiwała Szwecja (ponad 51%). Dla porównania w Polsce w tym samym roku tylko 11% zużywanej energii pochodziło ze źródeł odnawialnych.

Do 2020 roku co najmniej 20% budżetu UE będzie przeznaczanych na działania związane ze zmianami klimatu, co stanowi ponad 180 miliardów euro [5]. Komisja Europejska (KE) postuluje, aby udział OZE w bilansie energetycznym UE wyniósł do 2030 roku przynajmniej 27%.

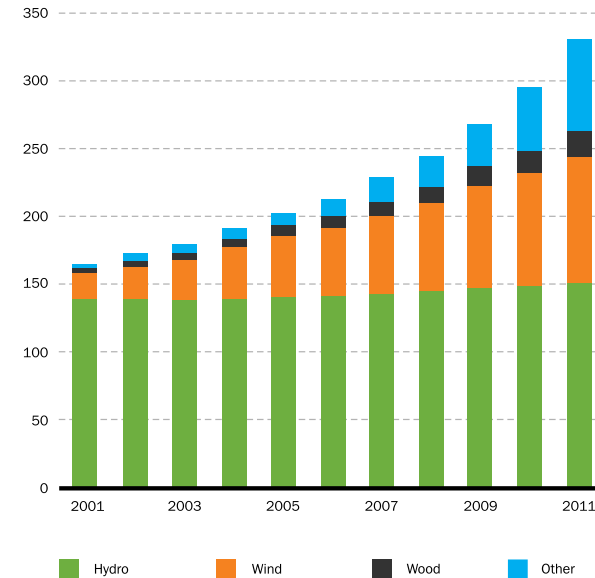
Jak pokazuje Wykres 2, od 2001 roku instalacje energetyczne wykorzystujące odnawialne źródła energii stanowiły najdynamiczniej rozwijający się sektor energetyki. Od 2001 do 2011 roku moc zainstalowana elektrowni wytwarzających energię elektryczną w UE-28 wzrosła o 31%. Na koniec tego okresu łączna moc elektryczna zainstalowana w UE-28 wynosiła 923 GW, z czego moc elektrociepłowni stanowiła 53%, moc elektrowni opartych na OZE – 17%, moc elektrowni wodnych – 16%, a moc elektrowni jądrowych – 14%.

Jak pokazuje Wykres 3, w 2011 r. elektryczna moc zainstalowana w odnawialnych źródłach energii w UE-28 osiągnęła 328 GW. W porów-

naniu do roku 2001, moc tych instalacji uległa podwojeniu. Największy wzrost (14-stokrotny) odnotowano w kategorii „inne odnawialne źródła energii”, do której Eurostat zalicza energię geotermalną, fotowoltaikę, energię pozyskaną ze stałych odpadów komunalnych i energię z biogazu. Na drugim miejscu uplasowały się elektrownie wiatrowe, których moc w latach 2001-2011 wzrosła 5-ciokrotnie, a następnie elektrownie spalające drewno, charakteryzujące się 3-krotnym przyrostem mocy. Jeśli chodzi o łączny wkład poszczególnych źródeł energii w bilans mocy energetyki odnawialnej w UE, to w 2011 roku składał się on w 45% z mocy elektrowni wodnych, w 29% mocy elektrowni wiatrowych, w 21% z mocy innych instalacji OZE i w 5% mocy elektrowni pozyskujących energię ze spalania drewna.

W 2012 roku w całej UE sektor odnawialnych źródeł energii był odpowiedzialny za ponad 1,2 mln miejsc pracy [9] i wartość ta wzrosła od 2010 o 200 tys. [10]. Największe zatrudnienie oferuje branża związana z energetyką wiatrową. Generuje ona ponad 303 tys. miejsc pracy i roczne obroty w wysokości 34 mld euro. Pojedyncze inwestycje przyczyniają się do rozwoju regionu, w którym są zlokalizowane. Na przykład budowa farm wiatrowej o mocy 600 MW w Fantanele-Cogealac w Rumunii pochłonęła 1,3 mld euro i przełożyła się na 5 000 miejsc pracy. W Polsce zwiększenie mocy zainstalowanej w 2012 w Polsce o 884 MW przyczyniło się do zatrudnienia nowych 2 815 osób, przy nakładach inwestycyjnych na poziomie 1,2 mld Euro [6].

Znaczący udział w zatrudnieniu ma branża biomasy stałej. W UE odpowiada za 282 tys. miejsc



**Wykres 3.** Moc zainstalowana elektrowni wykorzystujących odnawialne źródła energii w UE-28 [MW]

Źródło: [7]

pracy. Polska, z 20 tys. etatów, jest piątym co do wielkości rynkiem pracy w tym sektorze, po Niemczech, Francji, Szwecji i Finlandii.

Sektor fotowoltaiki w UE odpowiada za zatrudnienie 252 tys. osób i w ostatnich latach obserwuje się tendencję spadkową w liczbie zatrudnionych. Główną przyczyną jest kurczący się rynek niemiecki. Jeszcze w 2010 r. sektor ten generował 269 tys. miejsc pracy i był liderem spośród wszystkich technologii [6].



Energia ciepła w Unii Europejskiej pozyskiwana z geotermii wykorzystywana jest zazwyczaj w małych źródłach o znaczeniu lokalnym. Technologia ta przyczynia się więc do rozwoju gospodarek regionalnych, a nierzadko elektrownie geotermalne i przemysł z nimi związany są największymi zakładami pracy w okolicy i wyznaczają trendy rozwoju. Na przykład zwiększenie mocy elektrowni geotermalnych na Węgrzech o 60MWth spowodowało wzrost zatrudnienia o 5500 etatów, przy nakładach inwestycyjnych w wysokości 600 mln Euro [9].

Branża biopaliw wygenerowała do roku 2012 ponad 20 tys. miejsc pracy. Przykładem dobrej praktyki wpływu branży na gospodarkę jest Szwecja, gdzie planuje się całkowite zastąpienie tradycyjnych paliw transportowych biopaliwami do roku 2030, co według szacunków związane

będzie z wykreowaniem 4 300 miejsc pracy i zwiększeniem obrotów branży o 500 mln euro.

W skutek trudnej sytuacji makroekonomicznej wielu państw członkowskich UE i obserwowanego załamania rynku OZE w Europie, następują zmiany w strukturze zatrudnienia w poszczególnych sektorach OZE. Co ważne, kierunki zmian różnią się pomiędzy państwami członkowskimi. Na przykład w sektorze fotowoltaiki w latach 2011-2012 nastąpiło zmniejszenie zatrudnienia w państwach o dotychczasowej silnej pozycji tej branży: we Włoszech (spadek o 70%), Francji (38%) czy w Niemczech (21%), nastąpił natomiast wzrost zatrudnienia w państwach takich jak Litwa (50%), Holandia (50%), czy Bułgaria (180%). Sumarycznie dla całej Unii odnotowano spadek zatrudnienia o 23%.

Tabela 1. Wpływ sektorów OZE na gospodarkę UE i Polski

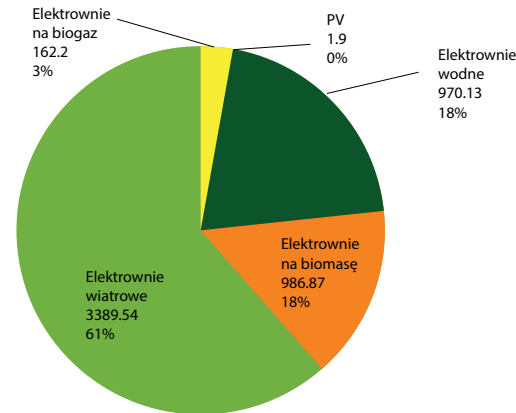
	UE	PL	UE	PL
	Miejsca pracy [tys.]	Miejsca pracy [tys.]	obroty [mld Euro]	obroty [mln Euro]
Energetyka wiatrowa	303	2,82	34	1260
Biomasa stała	282	20,00	27,7	2000
PV	252	0,42	30,8	14
Pompy ciepła	89	0,56	8	65
Biogaz	69	0,32	5,7	50
Kolektory słoneczne	46	2,54	4	241
Małe elektrownie wodne	26	0,95	3,2	80
odpady komunalne	24	0,05	-	-
biopaliwa	20	5,48	2,5	580
Geotermia	11	0,20	1,16	30
RAZEM	1122	33,34	117,06	4320

Źródło: opracowanie własne na podstawie [9]

## TENDENCJE W ROZWOJU OZE W POLSCE

W polskich warunkach wykorzystanie OZE obejmuje energię uzyskaną z bezpośredniego wykorzystania zasobów geotermalnych, wodnych, słońca, wiatru, biomasy, biogazu i biopaliw ciekłych. Największą moc zainstalowaną w energii odnawialnej stanowią obecnie siłownie wiatrowe, których moc na koniec 2013 roku wyniosła ok. 3400 MW. Moc zainstalowana w elektrowniach wodnych wynosiła 970 MW, elektrowniach biomasowych (z wyłączeniem współspalania) – 990 MW, biogazowniach – 160 MW oraz niespełna 2 MW w instalacjach fotowoltaicznych. Łączna moc zainstalowana technologii OZE w polskim systemie elektroenergetycznym wynosi ponad 5500 MW, co stanowi 14% mocy całego systemu [11], [12].

Brak wielkoskalowego rozwoju projektów związanych z budową elektrowni OZE jest związany z problemami finansowymi. Wysokie nakłady inwestycyjne po części rekompensują późniejsze niższe koszty eksploatacyjne, jednak niesie to za sobą długi okres zwrotu z inwestycji. Implikuje to zamrożenie na długi okres środków finansowych. Szczególnie niebezpieczne może to okazać się dla małych i średnich podmiotów, które charakteryzują się niskim poziomem kapitalizacji. Przy obecnym systemie kredytowania przedsiębiorstwa takie mają małe szanse na zainwestowanie w technologie OZE. Banki i instytucje finansowe wolą finansować duże, klasyczne obiekty energetyczne, które mają gwarancje rządowe, niechętnie natomiast udzielają pomocy na budowę małych, lokalnych źródeł, wykazujących się stosunkowo niskimi zyskami

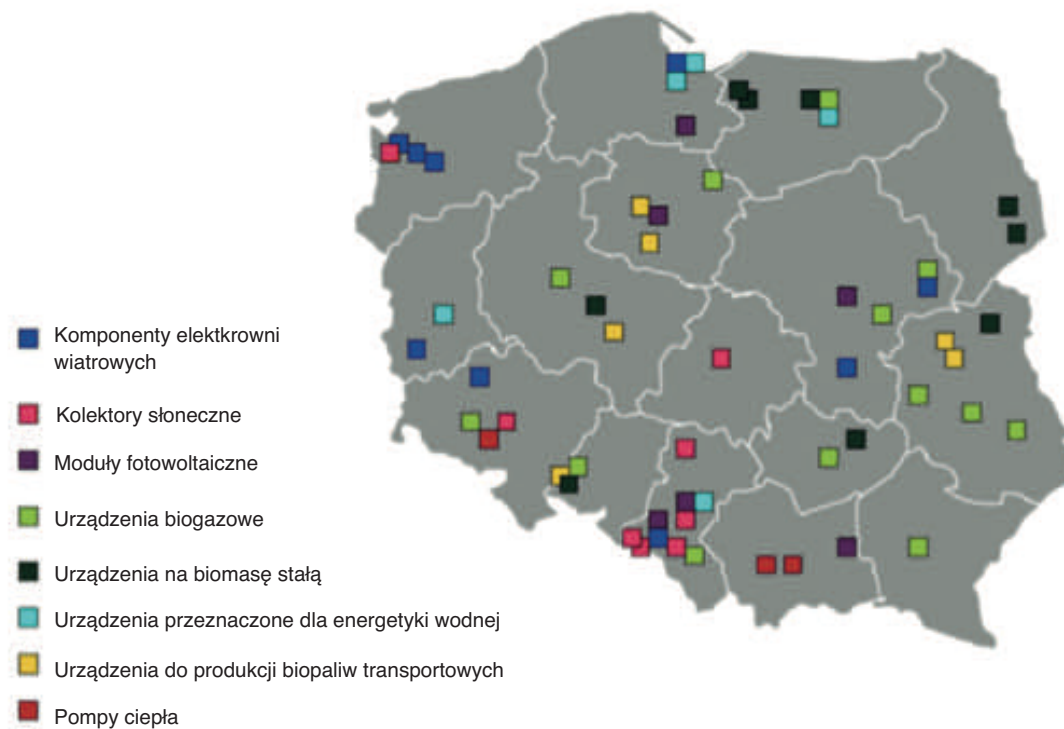


**Wykres 4.** Struktura mocy zainstalowanej OZE w polskim systemie elektroenergetycznym

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11], stan na dzień 31.12.2013

operacyjnymi przy ogromnych kosztach administracyjnych. Niemniej jednak, istnieje obecnie w Polsce kilka instytucji promujących i finansujących rozbudowę instalacji odnawialnych źródeł energii w kraju.

Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych jako główny cel określa dywersyfikację źródeł energii w Polsce, w taki sposób aby w 2020 r. ostatecznie wykorzystywać 19% energii ze źródeł odnawialnych. Plan wyznaczył wytyczne dla energetyki zawodowej, ciepłownictwa i chłodnictwa, a także dla sektora transportu. Większość środków pomocy na rozbudowę sektora OZE ma charakter finansowy, opierający się w głównej mierze na bezpośrednich dopłatach do inwestycji z funduszy UE oraz pomocy ze strony środków operacyjnych NFO-ŚiGW. Przewidziano również wsparcie w postaci

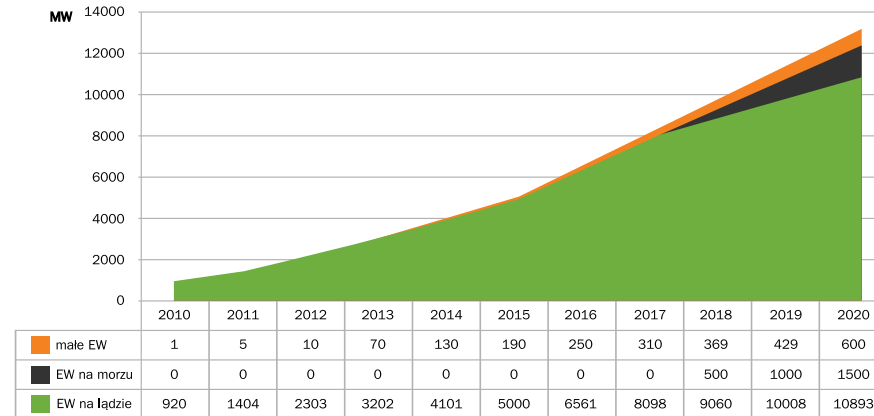


**Rysunek 1.** Producceni urządzeń dla energetyki odnawialnej w Polsce

Źródło: [13]

zwolnień lub zmniejszenia opłat, akcyzy oraz podatków. Specjalna ulga inwestycyjna przysługuje również podatnikom podatku rolnego. Po zakończeniu inwestycji w OZE mogą oni odliczyć od podatku 25% nakładów z tytułu wydatków

poniesionych na zakup i realizację infrastruktury energetycznej na swojej ziemi. Pozostałe instytucje wspierające rozwój OZE w Polsce to m.in.: Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.



**Wykres 5.** Prognoza wzrostu mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej w Polsce do 2020

Źródło: [15]

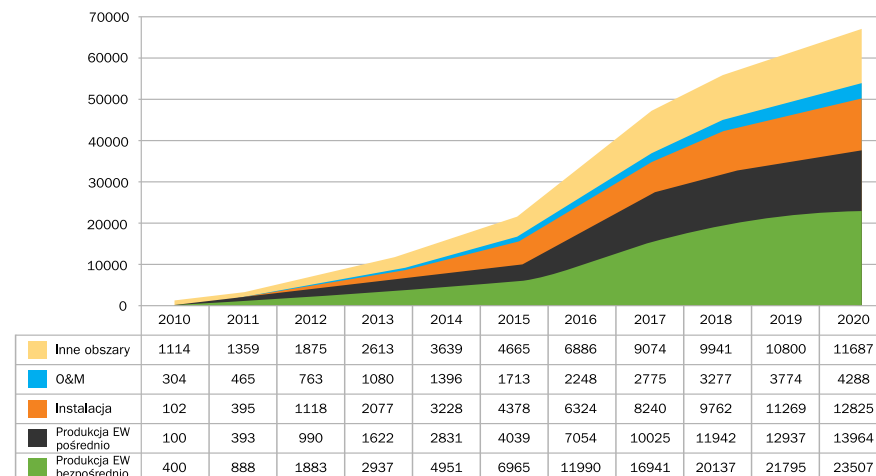
Polska wykorzystuje głównie importowane technologie OZE. Na rynku polskim obecnych jest niewiele podmiotów zajmujących się produkcją własnych technologii OZE – istniejące firmy to głównie filie zagranicznych koncernów. Najsilniej rozwiniętą częścią branży jest ta związana z produkcją i przetwarzaniem biomasy. Lokalizacje producentów urządzeń dla OZE przedstawia Rysunek 1.

### Energetyka wiatrowa

Energetyka wiatrowa stanowi ponad 60% mocy zainstalowanej w OZE w Polsce i jest najbardziej dynamicznie rozwijającą się gałęzią tego sektora w Polsce. W 2013 r. moc zainstalowana elektrowni wiatrowych wzrosła o 893 MW i wyniosła 3390 MW, a produkcja energii z tych źródeł wyniosła 6,6 TWh [14]. Wzrost ten usta-

nawia Polskę jako trzecie państwo w UE pod względem inwestycji w energetykę wiatrową – po Niemczech i Wielkiej Brytanii. Jak pokazuje Wykres 5, do 2020 r. możliwe jest zainstalowanie 11 GW w turbinach wiatrowych na lądzie i 1,5 GW na morzu [15].

Dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej wiąże się z nowymi miejscami pracy. Jak pokazuje Wykres 6, prognozuje się, że w 2020 r. liczba pełnych etatów w branży wyniesie 66 tys., wobec 2 tys. w 2008 r. Wpływy do kas gminnych z tytułu podatku od nieruchomości wyniosą łącznie 212 mln zł, w tym wpływy dla pojedynczych gmin wiejskich stanowiąc będą od 2 do 17% ich budżetów. Przychody rolników z tytułu dzierżawy gruntów pod elektrownie wiatrowe wyniosą 100 mln zł rocznie [15].



Wykres 6. Prognoza struktury zatrudnienia w energetyce wiatrowej w Polsce do 2020 r.

Źródło: [15]

Obecnie dostawcami technologii wiatrowych w Polsce są firmy zagraniczne. Ponad 50% udziału w rynku mają dwie firmy – Vestas i Gamesa, a więc przedsiębiorstwa duńskie i hiszpańskie. Strukturę pochodzenia turbin wiatrowych przedstawia Wykres 7.

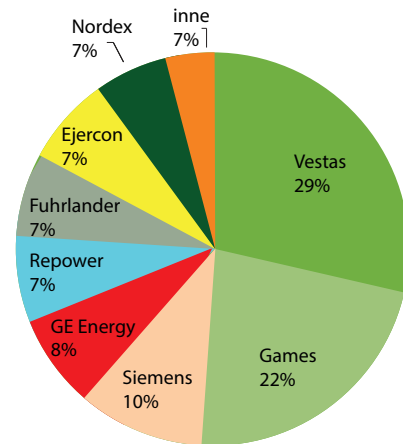
Ok. 76% całkowitych nakładów inwestycyjnych w elektrownie wiatrowe w Europie wiąże się z zakupem turbiny i masztu. Z uwagi na fakt, że w Polsce komponenty te pochodzą z importu, niewielka część nakładów pozostaje w kraju – jedynie 27% środków, a bezpośrednio w regionie 14% [16].

Wykorzystując cały potencjał ekonomiczny do budowy elektrowni wiatrowych w Polsce do

2020 roku, inwestycje w kolejnych latach wynosiłyby od 6,3 mld zł w 2015 roku do 13,8 mld zł w 2020 roku. Przełożyłoby się to analogicznie na kwoty od 1,7 do 3,7 mld zł, pozostające w kraju oraz na utworzenie w Polsce od 11 do 28 tys. miejsc pracy w firmach zajmujących się produkcją wirników i masztów do turbin wiatrowych [16].

### Biomasa

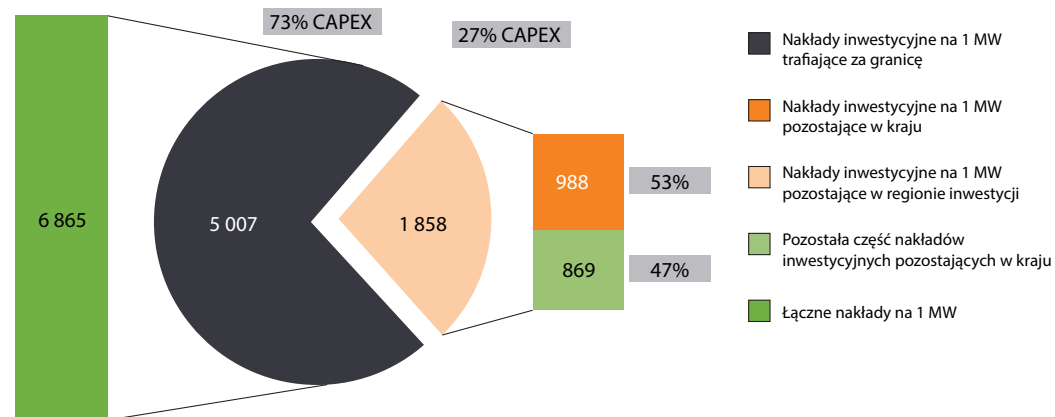
Energia elektryczna produkowana z biomasy ma największy udział w całkowitej wielkości energii z OZE w Polsce. W 2012 roku w instalacjach współspalania oraz elektrowniach biomasowych wyprodukowano łącznie 6,8 TWh energii elektrycznej, co stanowi 49% całkowitej energii z OZE.



**Wykres 7.** Dostawcy turbin wiatrowych na rynek Polski

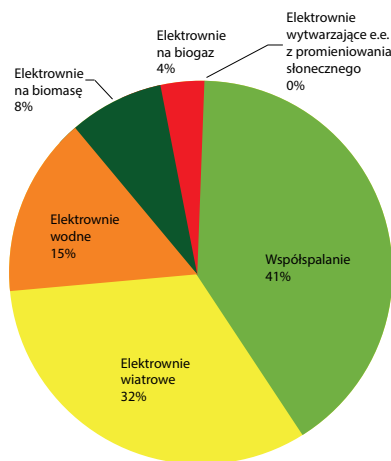
Źródło: [16]

Duże zapotrzebowanie na biomasę wpłynęło na powstanie nowej branży w gospodarce, związanej z przygotowaniem, przetwórstwem i dystrybucją biomasy oraz produkcją technologii do przetwarzania i spalania biomasy. Branża zaczęła się silnie rozwijać w 2005 roku, wraz z powstaniem obowiązku produkcji energii z OZE, a największy udział w rynku miała w 2012 roku, kiedy to osiągnęła moc wytwórczą na poziomie 7 mln ton biomasy rocznie. Branża składa się głównie z mikro i małych przedsiębiorstw. Łączne inwestycje branży w rynek biomasy wyniosły od 2012 roku ok. 3mld zł, z czego 1,4 mld zł pochodziło z kredytów, a 1,3 mld zł ze wspólnotowych środków pomocowych. Bezpośrednio w firmach zajmujących się produkcją i dostawą biomasy na cele energetyczne pracowało ok. 20 tys. osób. Na rozwoju branży silnie skorzystali



**Wykres 8.** Struktura rozplywu kosztów inwestycyjnych elektrowni wiatrowej o mocy 1MWna rynek Polski

Źródło: [16]



**Wykres 9.** Struktura produkcji energii z OZE w Polsce w 2012 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [17]

rolnicy, jako dostawcy surowców dla przedsiębiorstw zajmujących się przetwórstwem biomasy. W 2012 roku ich dochody z tego tytułu wyniosły ok. 400 mln zł [18]. Ważnym aspektem rozwoju rynku biomasy jest aktywizacja bezrobotnych i rozwój terenów o niskim uprzemysłowieniu. Liczba miejsc pracy w Polsce związana z sektorem biopaliw wyniosła w 2012 roku ok. 5-10 tysięcy osób [9], [19]. Miejsca pracy powstały w takich obszarach jak projektowanie, budowa i obsługa urządzeń będących elementem łańcucha produkcji biopaliw.

W 2013 roku wystąpiło załamanie rynku biomasy, spowodowane spadkiem cen zielonych certyfikatów i wycofywaniem się elektrowni zawodowych z procesów współspalania. Brak jest

jednak opracowań określających w jakim stopniu skurczyła się branża.

Niezależnie od elektroenergetyki rozwija się w Polsce rynek urządzeń do produkcji ciepła na potrzeby centralnego ogrzewania i przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Biomasa, jako paliwo czystsze niż węgiel i w porównywalnej cenie staje się atrakcyjnym zamiennikiem. Rosnąca automatyzacja kotłów na biomasę sprawia, że korzystanie z nich staje się wygodne i nie wymaga dużych nakładów pracy związanych z ich obsługą. W Polsce działa 115 producentów małych kotłów na biomasę, a 59 z nich ma w swojej ofercie urządzenia, dla których biomasa jest podstawowym paliwem. Spośród wszystkich urządzeń grzewczych sprzedawanych w Polsce, 10% stanowią kotły na biomasę. Szacuje się, że obecnie w Polsce funkcjonuje 90 tys. kotłów dedykowanych spalaniu biomasy, a ich roczna sprzedaż wynosi 15 tys. sztuk. Wartość rynku małych kotłów grzewczych na biomasę (do 70 kW) wynosi 150 mln zł [20].

### Biogaz

Produkcja energii z biogazu ma w Polsce duży niewykorzystany potencjał. Brak zainteresowania tą technologią wynika z wysokich kosztów inwestycyjnych oraz dużymi oporami społecznymi przed inwestycją. Na rynku działa niewiele firm, jednak całkowicie odpowiadają one na bieżące zapotrzebowanie, więc istnieje duża konkurencja podmiotów. Z uwagi na dużą złożoność instalacji biogazowych, działające w branży firmy oferują kompleksową obsługę inwestycji: projekt, sprzedaż urządzeń, budowa i montaż, obsługa działającej biogazowni, serwis, doradztwo i analiza efektywności pracy instalacji.

Tabela 1. Firmy branży biogazowej działające na rynku polskim

1	Abios	<a href="http://www.abios.pl">http://www.abios.pl</a>
2	Automatech sp. z o.o.	<a href="http://www.automatech.pl">http://www.automatech.pl</a>
3	Berutex sp. z o.o.	<a href="http://www.berutex.com">www.berutex.com</a>
4	Better – Energy sp.z o.o.	<a href="http://www.better-energy.pl/">http://www.better-energy.pl/</a>
5	BioAlians	<a href="http://www.bioalians.pl/">http://www.bioalians.pl/</a>
6	Biogas - Hochreiter	<a href="http://biogas-hochreiter.eu">http://biogas-hochreiter.eu</a>
7	BioPolinex	<a href="http://biopolinex.pl">http://biopolinex.pl</a>
8	Biowatt S.A.	<a href="http://biowatt.pl">http://biowatt.pl</a>
9	Centrum Inżynieryjne s.c.	<a href="http://www.cisc.com.pl">http://www.cisc.com.pl</a>
10	Conex	<a href="http://conex-oze.pl">http://conex-oze.pl</a>
11	DECO CleanEnergy	<a href="http://www.biogazplant.pl">http://www.biogazplant.pl</a>
12	Mikrobiogaz Sp. z o.o.	b.d.
13	Poldanor SA	<a href="http://www.poldanor.com.pl/">http://www.poldanor.com.pl/</a>
14	REHAU Energy Solutions GMBH	<a href="http://www.rehau-energy-solutions.com/PL">http://www.rehau-energy-solutions.com/PL</a>
15	SH + E Polska	<a href="http://www.she-polska.pl">http://www.she-polska.pl</a>

Źródło: [21]

**Energetyka wodna**

Z uwagi na niezbyt korzystne uwarunkowania geologiczno-hydrologiczne (przepuszczalne grunty, małe i nieregularne opady w ciągu roku), Polska ma mały potencjał do rozwoju energetyki wodnej. Obecnie w Polsce istnieje 771 elektrowni wodnych, w tym 646 małych elektrowni wodnych o mocy mniejszej niż 5 MW (MEW). Łączna moc zainstalowana w elektrowniach przepływowych i zbiornikowych wynosi 970 MW. Potencjał grawitacyjny cieków wodnych wyko-

rzystany jest w 11%. Na terenie całej Polski istnieje ok. 6000 lokalizacji dla małych elektrowni wodnych. Są to zazwyczaj miejsca, gdzie kiedyś funkcjonowały młyny do mielenia ziaren – zatem energia z tych miejsc była pozyskiwana, ale wraz z rozwojem technologii w rolnictwie zaprzestano jej wykorzystywania. Całkowite zasoby polskich wód wynoszą ok. 13,7 TWh/rok, z czego ponad 45% przypada na Wisłę, a ponad 43% na dorzecze Wisły i Odry [22].



Obecnie inwestycje prowadzone w Polsce obejmują głównie małe jednostki i są zlokalizowane w okolicach Olsztyna, Gdańska, Słupska i Bydgoszczy. Według [23] możliwe jest wybudowanie w Polsce ok. 1000 małych jednostek o łącznej mocy 200 MW – poprzez modernizację istniejących lub budowę nowych elektrowni na cele rolnicze.

Małe elektrownie wodne pozytywnie wpływają na lokalne gospodarki. Z uwagi na małą skalę

nie mają negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze (w przeciwieństwie do dużych elektrowni). Sztucznie spiętrzona woda jest elementem systemu przeciwpowodziowego, zwiększa więc bezpieczeństwo regionu. Rozwojowi MEW towarzyszy m.in. rozwój transportu wodnego, zwiększenie plonów rolniczych (dzięki zwiększeniu poziomu wód gruntowych) oraz zwiększenie liczby ryb w zbiornikach [23].

**Tabela 1.** Producenci paneli fotowoltaicznych w Polsce

Lp.	Nazwa firmy	Strona www	Miejscowość
1	CENTROPOL SJ - FOTTON®	<a href="http://www.fotton.eu/">http://www.fotton.eu/</a>	Gliwice
2	EasySolar	<a href="http://easysolar.pl/">http://easysolar.pl/</a>	Poznań
3	Europe Solar Production Sp. z o.o.	<a href="http://www.europe-solarproduction.pl/">http://www.europe-solarproduction.pl/</a>	Dąbrowa Górnicza
4	Georyt Solar	<a href="http://solar.georyt.pl/">http://solar.georyt.pl/</a>	Tarnów
5	Global Solar Trade®	<a href="http://www.globalsolar.pl/">http://www.globalsolar.pl/</a>	Wadowice
6	Hymon Energy Sp. z o.o.	<a href="http://www.hymon.pl/">http://www.hymon.pl/</a>	Tarnów
7	On Sp. z o.o.	<a href="http://www.on-eco.pl/">http://www.on-eco.pl/</a>	Rzeszów
8	PVTEC Polska Sp. z o.o.	<a href="http://www.pvtec.com.pl/">http://www.pvtec.com.pl/</a>	Ostrów - Wierzchosławice
9	Revolution 6 Incorporated	<a href="http://www.revolution6.com/">http://www.revolution6.com/</a>	Tarnów
10	SELF A GE S.A.	<a href="http://www.selfa-pv.com/">http://www.selfa-pv.com/</a>	Szczecin
11	Solar - Future Energy	<a href="http://www.solarfutureenergy.pl/">http://www.solarfutureenergy.pl/</a>	Bydgoszcz
12	Solar-Energy S.A.	<a href="http://www.solar-energy.pl/">http://www.solar-energy.pl/</a>	Warszawa
13	Vetro Polska Sp. z o.o.	<a href="http://www.vetropolska.eu/">http://www.vetropolska.eu/</a>	Czeladź
14	Xdisc® S.A.	<a href="http://www.x-disc.pl/">http://www.x-disc.pl/</a>	Warszawa

Źródło: [21]

## PV

Jak pokazuje Wykres 4, spośród wszystkich technologii OZE w Polsce rynek fotowoltaiczny jest najmniejszy. W 2013 roku w kraju działało 14 firm zajmujących się produkcją paneli fotowoltaicznych, 141 firm instalatorskich oraz pojedyncze firmy będące dystrybutorami zagranicznych producentów oraz importerzy elementów elektrowni słonecznych. Łącznie cała branża liczy ok. 200 firm. Potencjał produkcyjny polskich firm wynosi 580 MW/rok, co oznacza, że możliwe jest wytworzenie 2,15 mln modułów PV w skali roku [24]. Podmiotami związanymi z rynkiem są również producenci komponentów związanych z funkcjonowaniem elektrowni słonecznych (na przykład inwerterów, elementów konstrukcyjnych, osprzętu elektrycznego i elektronicznego), podmioty zainteresowane inwestycjami w fotowoltaikę – indywidualni i instytucjonalni, a także firmy usługowe, stowarzyszenia, instytucje promujące ekologię, prasa branżowa. Polskie firmy branży PV to najczęściej mikro i małe przedsiębiorstwa, zatrudniające do 20 osób, istniejące na rynku krócej niż 5 lat. 70% firm oprócz ofert dotyczących instalacji fotowoltaicznych oferuje również produkty związane z innymi technologiami OZE.

Na polskim rynku dominuje sprzedaż zestawów off-grid [25], które produkują energię wyłącznie na potrzeby własne właścicieli. Jest to związane z niestabilną sytuacją prawną i brakiem zachęt dla inwestorów do budowy instalacji systemowych. W kwietniu 2014 moc zainstalowana źródeł off-grid wynosiła 2,73 MWp, co stanowiło 58% mocy wszystkich instalacji fotowoltaicznych [26]. Najwięcej inwestycji fotowoltaicznych

jest realizowanych w województwach warmińsko-mazurskim, lubelskim i kujawsko-pomorskim. 96% paneli instalowanych w Polsce pochodzi z importu [24]. Głównymi państwami, z których Polska importuje panele PV są Chiny (28%), Niemcy (24%), Kanada (17%) i Japonia (9%) [25].

## PODSUMOWANIE

Dynamicznie rozwijający się rynek odnawialnych źródeł energii pozytywnie wpływa na gospodarkę. Związane jest to m. in. z rozwojem przemysłu technologii OZE, powstawaniem biur projektowych oraz firm zajmujących się budową, konserwacją i obsługą elektrowni OZE. W całej UE w branży OZE pracuje ponad 1,1 mln osób, a roczne obroty wynoszą 117 mld EUR. Oddziaływanie na gospodarkę obserwuje się na kilku poziomach. W przypadku wielkoskalowej produkcji urządzeń o dużych mocach dominuje oddziaływanie na gospodarkę krajową. Produkcja mniejszych urządzeń do zastosowań domowych czy lokalnych oraz eksploatacja elektrowni OZE wpływa znacząco na region, w którym jest zlokalizowana. Oprócz wpływu do budżetów lokalnych z tytułu podatków, poprawia się infrastruktura drogowa i energetyczna, aktywizowana jest lokalna społeczność do włączenia się w system produkcji energii (jako dostawcy surowców czy odbiorcy energii), poprawia się stan środowiska naturalnego. Wiele samorządów dostrzega w OZE szansę na rozwój własnego regionu. Na poziomie władz lokalnych nawiązywane są międzynarodowe kontakty w celu wymiany doświadczeń i dobrych praktyk.

## BIBLIOGRAFIA

1. Szyjko Cezary. Strategia UE a wyzwania energetyczne Polski. Czysła Energia. 10 2011.
2. Polityka energetyczna Polski do roku 2030. Warszawa: Ministerstwo Gospodarki, Wrzesień 2010.
3. Europejska Komisja. Komunikat Komisji: Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii /\* COM/2014/015 final \*/. [Online]
4. Eurostat. Share of renewables in energy consumption up to 14% in 2012 . [Online] 2014. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_PUBLIC/8-10032014-AP/EN/8-10032014-AP-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-10032014-AP/EN/8-10032014-AP-EN.PDF).
5. Komisja Europejska. Climate and energy policies of the EU. [Online] 2014. [http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/2030/index_en.htm).
6. EurObserv'ER. 13th Annual Assessment Barometer - The State of Renewable Energies in Europe 2013. [Online] 2013.
7. Eurostat. Energy, transport and environment indicators 2013. [Online] 2013. [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_105a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en).
8. —. [Online] 2013. [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_113a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_113a&lang=en).
9. The state of renewable energies in europe. Edition 2013. brak miejsca : EurObserv'ER, 2013.
10. <http://www.reo.pl/ue-ponad-milion-miejsc-pracy-w-sektorze-zielonej-energii> . [Online]
11. <http://www.ure.gov.pl/uremapoze/mapa.html>. [Online]
12. <http://www.pse.pl/>. [Online]
13. [http://www.paiz.gov.pl/sektory/odnawialne\\_zrodla\\_energii#](http://www.paiz.gov.pl/sektory/odnawialne_zrodla_energii#). [Online]
14. <http://www.ieo.pl/pl/energia-wiatrowa.html>. [Online]
15. Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 r. brak miejsca: Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2010.
16. Wplyw energetyki wiatrowej na wzrost gospodarczy w Polsce. brak miejsca: Ernst&Young, 2013.
17. <http://www.ure.gov.pl/>. [Online]
18. <http://www.polska-biomasa.pl/>. [Online]
19. Renewable energy progress and biofuels sustainability. brak miejsca: Komisja Europejska, 2012.
20. Rynek kotłó w i rządzeń na biomasę w Polsce – Podsumowanie 2012r. Warszawa : Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013.
21. Rynek biogazowni w Polsce i Województwie Śląskim. Katowice: Park Naukowo-Technologiczny Euro-Centrum, 2013.
22. [http://www.oze.pl/energia-wodna/energjawodna\\_7.html](http://www.oze.pl/energia-wodna/energjawodna_7.html). [Online]
23. <http://ioze.pl/energetyka-wodna/energetyka-wodna-w-polsce-2>. [Online]
24. Rynek fotowoltaiczny w Polsce 2013. Warszawa: Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013.
25. Rynek fotowoltaiki w Polsce - diagnoza. Katowice : Park Naukowo-Technologiczny Euro-Centrum, 2013.
26. [http://energetyka.wnp.pl/ieo-moc-elektrowni-pv-w-polsce-wynosi-4-69-mwp,222314\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/ieo-moc-elektrowni-pv-w-polsce-wynosi-4-69-mwp,222314_1_0_0.html). [Online]
27. Kozak Szymon. Determinanty kształtowania się cen uprawnień do emisji CO2. Analizy rynku.
28. Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2026r. Warszawa : Instytut Energetyki Odnawialnej, 2007.
29. [http://www.eumayors.eu/index\\_en.html](http://www.eumayors.eu/index_en.html). [Online]





**ROZDZIAŁ 2**

**PRAWO ENERGETYCZNE JAKO  
NARZĘDZIE WSPARCIA DLA ROZWOJU  
SEKTORA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ  
ENERGII – WYBRANE ZAGADNIENIA**

---

MATEUSZ IZBICKI  
KATEDRA EUROPEJSKIEGO PRAWA GOSPODARCZEGO,  
WYDZIAŁ PRAWA I ADMINISTRACJI  
UNIwersytetu Łódzkiego

MATEUSZ KAROLAK  
KATEDRA EUROPEJSKIEGO PRAWA GOSPODARCZEGO  
WYDZIAŁ PRAWA I ADMINISTRACJI  
UNIwersytetu Łódzkiego

---



## WSTĘP

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo Energetyczne (t.j. Dz.U.2012.1059) w polskim systemie prawa reguluje niezmiernie szeroką materię, na którą składają się:

- zasady kształtowania polityki energetycznej państwa;
- zasady funkcjonowania całego sektora energetycznego – elektroenergetycznego, gazowego, produkcji biogazu rolniczego, paliw płynnych;
- zasady prowadzenia działalności przez przedsiębiorstwa energetyczne, w tym tryb i zasady udzielania koncesji;
- zasady i warunki zaopatrzenia i użytkowania paliw i energii, w tym ciepła;
- zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego;
- tworzenie warunków do zrównoważonego rozwoju kraju;
- tworzenie warunków do rozwoju konkurencji, w tym regulacja przeciwdziałania negatywnym skutkom naturalnych monopolii;
- regulacja systemu wsparcia dla promocji i rozwoju energetyki odnawialnej;
- regulacja, warunki i tryb działania centralnych organów administracji państwowej odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie sektora energetycznego.

Jak można zauważyć ilość zagadnień uregulowanych w tym jednym akcie prawnym jest bardzo duża, co sprawia, że wspomniany akt jest obszerny, trudny w odbiorze oraz interpretacji.

Z uwagi na zachodzące obecnie zmiany klimatyczne najistotniejsze wydają się zagadnienia

związane z regulacją systemu wsparcia dla rozwoju odnawialnych źródeł energii, ale równie ważnepozostają zasady funkcjonowania całego sektora elektroenergetycznego oraz prowadzenia działalności gospodarczej przez poszczególne rodzaje przedsiębiorstw energetycznych.

## ZAGWARANTOWANIE ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU

Jednym z wyzwiań współczesnego świata stała się konieczność zabezpieczenia środowiska naturalnego zarówno dla obecnych, jak i przyszłych pokoleń. Istotnym problemem w tym przypadku stało się zmniejszanie zasobów naturalnych w skali już nie tylko jednego państwa, ale całego regionu i świata. Z tego względu koncepcja zrównoważonego rozwoju w skali regionalnej może być koordynowana przez tak duży organizm jakim jest Unia Europejska.

Koncepcje zrównoważonego rozwoju na obszarze Unii Europejskiej wynikają z wcześniej prowadzonej polityki w zakresie ochrony środowiska. Koncepcja zrównoważonego rozwoju została zasygnalizowana w uchwalonej w marcu 2000 roku Strategii Lizbońskiej. Wspomniana Strategia miała być zasadniczym programem gospodarczym na obszarze Unii Europejskiej. Jej celem było stworzenie do 2010 roku najbardziej rozwiniętej gospodarki, opartej na czterech elementach:

- innowacyjności,
- liberalizacji,
- przedsiębiorczości,
- spójności społecznej.

Innowacyjność opierać się ma na wspieraniu

wiedzy i nauki w gospodarce. Liberalizacja dotyczy rynków energii, finansów, telekomunikacji i transportu. Wspieranie przedsiębiorczości opierać się ma na ułatwieniach w jej prowadzeniu. Natomiast spójność społeczna – ma polegać na budowie nowego socjalnego państwa. Uzupełnieniem Strategii Lizbońskiej była Strategia Goeteborska.

O ile Strategia Lizbońska jedynie „dotykała” problematyki zrównoważonego rozwoju, o tyle ustalenia goeteborskie dotyczyły przede wszystkim kapitału środowiskowego i zrównoważonego rozwoju. Rozwój zrównoważony ma zapewnić Unii pozytywną długoterminową wizję społeczeństwa – zamożniejszego, sprawiedliwego, z czystym i bezpieczniejszym oraz zdrowszym środowiskiem.

Zasada zrównoważonego rozwoju uznawana jest za jedną z podstawowych koncepcji współczesnego prawa ochrony środowiska. Szczególne znaczenie dla jej ukształtowania na gruncie prawa międzynarodowego mają dokumenty przyjmowane przez Organizację Narodów Zjednoczonych.

Zrównoważony rozwój określono również w prawie pierwotnym UE jako nadrzędny długoterminowy cel Unii Europejskiej. Zgodnie z art. 11 TFUE, „przy ustalaniu i realizacji polityk i działań Unii, w szczególności w celu wspierania zrównoważonego rozwoju, muszą być brane pod uwagę wymogi ochrony środowiska”. Do zasady zrównoważonego rozwoju odwołuje się również Konstytucja RP, nadając jej rangę zasady konstytucyjnej. Zgodnie z art. 5 „Rzeczpospolita Polska (...) zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju”.

Zgodnie z art. 3 pkt. 13 Ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 roku Prawo ochrony środowiska, ochrona środowiska przewiduje m. in. „racjonalne kształtowanie środowiska i gospodarowanie zasobami środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju”, przy czym art. 3 pkt. 50. wspomnianej Ustawy definiuje zrównoważony rozwój jako „taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”.

Zrównoważony rozwój należy rozumieć jako rozwój zaspokajający obecne pragnienia bez uszczerbku dla możliwości przyszłych pokoleń zaspokajania swych własnych potrzeb. Jednym z głównych celów zrównoważonego rozwoju jest ochrona środowiska naturalnego, czyli zapewnienie możliwości utrzymania pełnej różnorodności form życia na Ziemi, poszanowanie ograniczeń zasobów naturalnych planety, zapewnianie wysokiego poziomu ochrony i poprawy jakości środowiska naturalnego. Celem zapewnienia ochrony środowiska jest również przeciwdziałanie i ograniczanie zanieczyszczenia środowiska, promowanie zrównoważonej produkcji i konsumpcji w celu likwidacji związku wzrostu gospodarczego z degradacją środowiska.

## PODSTAWY PRAWNE OZE

Energia odnawialna, w postaci energii: wiatrowej, słonecznej, wodnej, geotermalnej i pocho-

dzącej z biomasy, jest dostępna w zakresie nieograniczonym. W przeciwieństwie do paliw kopalnych, których zasoby kurczą się w znaczącym tempie, wykorzystanie energii odnawialnej nie jest szkodliwe dla środowiska i jest bezpieczne dla człowieka. Ponadto, korzystanie z energii odnawialnej umożliwia zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, a także uniezależnia gospodarkę krajową od dostaw energii z zewnątrz. Co więcej, konieczność stosowania eko-innowacji przy pozyskiwaniu i wykorzystaniu energii odnawialnej w gospodarce sprzyja również rozwojowi nowych technologii, oraz dóbr własności intelektualnej chronionych na gruncie przepisów prawa własności przemysłowej. Prowadzenie zatem przez organy państwowe odpowiedniej polityki w dziedzinie rozwoju OZE staje się cywilizacyjną koniecznością.

Jednym ze sposobów prowadzenia przez państwo polityki zmierzającej do ograniczenia zużycia zasobów naturalnych jest stanowienie odpowiedniego prawa. Prawo jest bowiem instrumentem, za pomocą, którego można wymuszać odpowiednie zachowania obywateli lub instytucji.

### REGULACJA PROMUJĄCA INWESTYCJE W ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII W POLSCE

Mechanizm wsparcia przedsiębiorców wytwarzających energię elektryczną z OZE w Polsce, oparty jest obecnie na systemie zielonych certyfikatów, polegającym na połączeniu dwóch instrumentów prawnych, dążących z jednej strony do przymuszenia producentów i sprzedawców energii elektrycznej do nabywania energii po-

chodzącej z odnawialnych źródeł, z drugiej strony mających na celu wsparcie finansowe producentów odnawialnej energii – spowodowanie aby inwestycja w OZE stała się bardziej opłacalna. Po pierwsze, producent energii z odnawialnych źródeł uzyskuje od państwowych organów regulacyjnych certyfikat pochodzenia (zielony certyfikat), potwierdzający wyprodukowanie danej ilości energii z odnawialnego źródła. Po drugie – regulacja prawna oparta na zielonych certyfikatach nakłada na wszystkie przedsiębiorstwa energetyczne, sprzedające elektryczność odbiorcom końcowym obowiązek, aby ściśle określona część owej energii pochodziła z odnawialnych źródeł. Wymóg ten jest realizowany poprzez przedstawienie właściwemu organowi regulacyjnemu odpowiedniej ilości zielonych certyfikatów do umorzenia. System oparty na zielonych certyfikatach zakłada, że producent energii elektrycznej z OZE, poza zyskami wynikającymi ze sprzedaży energii elektrycznej po cenach rynkowych uzyskuje również zyski ze sprzedaży zielonych certyfikatów przedsiębiorcom wykorzystującym elektryczność pochodzącą wyłącznie z konwencjonalnych źródeł [1].

Definicja certyfikatu, sposób jego wydawania, a także prawa majątkowe z nim związane uregulowane są w art. 9e Ustawy Prawo energetyczne. Z kolei obowiązek nabycia i przedstawienia do umorzenia określonej ilości świadectw pochodzenia wraz z obowiązkiem zakupu energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii ustanowione zostały w art. 9a analizowanej Ustawy.

Zielony certyfikat wydawany przez prezesa URE w pierwszej kolejności potwierdza, iż określona



w nim jednostka elektryczności została wyprodukowana przy wykorzystaniu w procesie przetwarzania energii wiatru, promieniowania słonecznego, aerothermalną, geothermalną, hydrothermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu pochodzącego ze składowisk odpadów oraz powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych.

Należy jednak pamiętać, iż zielony certyfikat jest również rodzajem papieru wartościowego, przedstawiającym wymierną wartość majątkową dla jego posiadacza i podlega obrotowi na giełdzie towarowej. Każdy certyfikat wydawany przez URE ma formę papierową i elektroniczną, która zostaje udostępniona podmiotowi prowadzącemu giełdę. Świadectwa pochodzenia są przedmiotem obrotu pomiędzy producentami z sektora OZE i producentami elektryczności ze źródeł konwencjonalnych [2].

Obowiązek potwierdzenia wyprodukowania odpowiedniej ilości energii elektrycznej z odnawialnego źródła może być zrealizowany w dowolny sposób – poprzez zakup właściwej ilości świadectw od producentów elektryczności pochodzącej z OZE i przedstawienie ich do umorzenia przez Prezesa URE lub alternatywnie – poprzez uiszczenie opłaty zastępczej wyliczonej zgodnie z zapisami Ustawy. Przedmiotowa powinność może być oczywiście zrealizowana częściowo poprzez umorzenie świadectw pochodzenia oraz uzupełnienie brakującej części opłatą zastępczą. W razie uchybienia umawianemu obowiązkowi na przedsiębiorcę zostanie

nałożona kara pieniężna zgodnie z art. 56 ust. 1 pkt. 1a Ustawy Prawo energetyczne. Termin do uiszczenia należnej opłaty zastępczej lub przedstawienia do umorzenia wymaganej ilości świadectw pochodzenia upływa 31 marca każdego roku za poprzedni rok kalendarzowy.

Równie istotnym elementem omawianego systemu wsparcia OZE, jak same zielone certyfikaty, jest obowiązek nabywania energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach przez sprzedawcę z urzędu określony w art. 9a ust. 6 Ustawy Prawo energetyczne, który stanowi, iż sprzedawca z urzędu jest obowiązany do zakupu energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii przyłączonych do sieci na terenie obejmującym obszar działania tego sprzedawcy, oferowanej przez przedsiębiorstwo energetyczne, które uzyskało koncesję na jej wytwarzanie [3]. Przytoczony przepis ma niezwykle istotne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania i rozwoju sektora OZE – gwarantuje bowiem, że po stworzeniu mocy wytwórczych i przyłączeniu ich do sieci wyprodukowana energia elektryczna znajdzie nabywcę [4].

Regulacja ma na celu zagwarantowanie poszanowania zasad konkurencji w sektorze elektroenergetycznym

Sektor elektroenergetyczny charakteryzuje się podziałem na cztery powiązane ze sobą rynki, etapy składające się na proces dostarczenia energii elektrycznej – produkcja energii, przesył, dystrybucja i sprzedaż [5].

Przesył i dystrybucja elektryczności odbywają się za pomocą przesyłowej sieci wysokiego napięcia oraz sieci dystrybucyjnych, średniego i ni-

skiego napięcia. Etapy przesyłu i dystrybucji uznawane są za tzw. wąskie gardła (ang. bottlenecks) łańcucha dostawczego elektryczności. Każda wyprodukowana w dowolny sposób energia musi zostać wtłoczona do sieci energetycznej, aby mogła zostać sprzedana. Sieć znajduje się pod kontrolą konkretnego podmiotu, który decyduje o: udzieleniu dostępu do sieci lub odmowie.

Nie istnieje żadna alternatywna droga transportowania elektryczności niż przez sieci przesyłowe i dystrybucyjne, dlatego możliwość świadczenia usług transmisyjnych jest w całości uzależniona od posiadania właściwej infrastruktury. Nie ma także praktycznej i ekonomicznej możliwości, aby każdy producent elektryczności budował odrębną sieć, żeby dostarczyć ją do swoich odbiorców. Podmiot będący właścicielem lub kontrolującym sieć jest monopolistą na rynku usług przesyłowych, ponieważ nikt inny nie jest w stanie ich świadczyć. Jednocześnie są to usługi niezbędne do funkcjonowania na rynkach powiązanych, czyli produkcji i sprzedaży energii, na które z łatwością można przenieść swoją pozycję z rynku przesyłowego i dystrybucyjnego. Z tych powodów można mówić o istnieniu monopolu naturalnego w sektorze elektroenergetycznym. Zapewnienie równego i niedyskryminującego dostępu do sieci jest konieczne dla zagwarantowania prawidłowego funkcjonowania konkurencji [6].

W sektorze elektroenergetycznym powszechne są próby wykluczenia konkurencji i podtrzymania posiadanej pozycji rynkowej. Pogłębienie dominacji i dalsze zaburzenia struktury rynkowej również negatywnie wpływają na sytuację odbiorców.

Przedsiębiorca, stosując praktyki wykluczające, działa w celu zakłócenia mechanizmów konkurencji, przede wszystkim poprzez zachowania skierowane przeciwko swoim faktycznym, bądź potencjalnym konkurentom. Najbardziej szkodliwe formy nadużycia pozycji dominującej na rynkach elektroenergetycznych związane są z wykorzystaniem sieciowej struktury rynku do zablokowania, bądź utrudniania do niego dostępu. Większość niedozwolonych praktyk zintegrowanych przedsiębiorstw, polega na odmowie lub ograniczeniu stronie trzeciej dostępu do infrastruktury przesyłowej lub dystrybucyjnej w sposób pośredni, bądź bezpośredni.

Zasadniczym problemem w sektorze energetycznym jest struktura funkcjonujących na nim przedsiębiorstw. Bardzo często są to podmioty kontrolujące cały proces dostarczania energii, powiązane ze sobą wzajemnie strukturami finansowymi oraz zarządczymi, należące do tych samych grup finansowych i najczęściej pozostające pod kontrolą właścicielską jednego większego podmiotu. W związku z tym zupełnie obce są im zachowania prokonkurencyjne, a wręcz naturalnym jest dla nich faworyzowanie podmiotu znajdującego się w tej samej grupie. W związku z tym, w ich interesie nie leży dopuszczanie do rynku nowych producentów czy sprzedawców energii.

## ROZDZIAŁ PRZEDSIĘBIORSTW ENERGETYCZNYCH

Jednym z najistotniejszych narzędzi wprowadzonych przez europejskiego prawodawcę do regulacji sektora było rozdzielenie działalności

operatorów sieci od działalności pozostałych przedsiębiorstw energetycznych tzw. unbundling.

Można wyróżnić cztery podstawowe rodzaje rozdziału:

- Rozdział rachunkowy – polega na obowiązku prowadzenia oddzielnej księgowości dla działalności przedsiębiorstwa w zakresie produkcji i sprzedaży energii oraz dla dochodów czerpanych z nadzorowania sieci przesyłowej i dystrybucyjnej [7].
- Rozdział informacyjny – polega na wprowadzeniu zakazu wymiany informacji między przedsiębiorstwami. Zakaz ten jest interpretowany szeroko i uniemożliwia np. zatrudnianie tych samych osób, czy pełnienie podobnych funkcji przez te same osoby w powiązanych przedsiębiorstwach.
- Wyodrębnienie prawne nakłada na przedsiębiorstwo obowiązek podziału na dwa oddzielne prawnie podmioty w taki sposób, aby działalność w zakresie przesyłu lub dystrybucji energii była wykonywana przez odrębne przedsiębiorstwo (spółkę).
- Rozdział funkcjonalny ma zagwarantować niezależność nowej spółce. Spółka będąca operatorem sieci dystrybucyjnej lub przesyłowej musi mieć zagwarantowaną swobodę w podejmowaniu wszelkich decyzji związanych z bieżącym funkcjonowaniem systemu, a także z jego renowacją i ewentualną rozbudową.

Poza powyższymi czterema rodzajami unbundlingu ustawodawca unijny zdecydował się wprowadzić najdalej idący rozdział własnościowy, a pionowo zintegrowane przedsiębior-

stwa zajmujące się jednocześnie przesyłem, produkcją i sprzedażą będą zobowiązane sprzedać swój majątek sieciowy i pozbyć się udziałów w przedsiębiorstwie przesyłowym, tak aby mógł powstać niezależny operator. Obowiązek ten został złagodzony przez Komisję poprzez dodanie, iż w Państwach Członkowskich, w przypadku gdy przed datą 3 września 2009 roku operator znajdował się w strukturze pionowo zintegrowanego przedsiębiorstwa, można nie wprowadzać obowiązku rozdziału, ale konieczne jest wprowadzenie daleko idących funkcji kontrolnych i zapewnienie zupełnej niezależności działania operatorowi. W praktyce oznacza to pozostawienie „pustego” prawa własności przy przedsiębiorstwie zintegrowanym pionowo, bez prawa do podejmowania jakichkolwiek decyzji dotyczących samej sieci. Prawo właściciela ogranicza się wyłącznie do możliwości sprzedaży takiej sieci. Polski ustawodawca zdecydował się wprowadzić właśnie to ostatnie rozwiązanie.

### ZASADA DOSTĘPU STRON TRZECICH (THIRD PARTY ACCESS)

ZDST stanowi, że podmiot, który jest właścicielem infrastruktury niemożliwej do skopiowania i niezbędnej do prowadzenia działalności gospodarczej na tym samym lub powiązanim rynku powinien zapewnić dostęp do niej za odpowiednią opłatą innym podmiotom na równych i niedyskryminujących zasadach [8].

„Zasada Dostępu Stron Trzecich” jest jednym z podstawowych instrumentów prawnych służących zagwarantowaniu zarazem poprawnie fun-

konkujującej konkurencji, jak i polepszeniu bezpieczeństwa energetycznego. Zagwarantowanie dostępu do sieci innym podmiotom i ich wejście na rynek wytwarzania, bądź dostaw elektryczności prowadzi w oczywisty sposób do rozwoju konkurencji i wiążących się z tym korzyści. Jednocześnie umożliwia odbiorcy dyferencjację źródeł, z których nabywa on energię elektryczną i przynajmniej częściowe zabezpieczenie się przed przerwami w dostawach elektryczności

Na gruncie prawa energetycznego zasada ta interpretowana jest jako obowiązek właściciela sieci do odpłatnego udostępnienia jej każdemu podmiotowi w celu umożliwienia mu dostarczenia elektryczności odbiorcom końcowym zgodnie z umowami zawartymi bezpośrednio z producentem, lub sprzedawcą energii. ZDST umożliwia dostawcom energii lub klientom wykorzystanie sieci elektroenergetycznej, której nie są właścicielami w celu sprzedaży lub kupna energii [9].

Polska wypełniła obowiązki nałożone na nią przez prawo unijne poprzez wprowadzenie odpowiedniej regulacji w art. 4 ust. 2 Ustawy Prawo energetyczne, który stanowi – „Przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją paliw gazowych lub energii jest obowiązane zapewnić wszystkim odbiorcom oraz przedsiębiorstwom zajmującym się sprzedażą paliw gazowych lub energii, na zasadach równoprawnego traktowania, świadczenie usług przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych lub energii, na zasadach i w zakresie określonym w Ustawie (...)”.

Szczegółowa procedura uzyskania przyłączenia do sieci oparta jest na kontroli całego procesu,

a w szczególności pobieranych przez operatora opłat przez krajowy organ regulacyjny. Prezes URE corocznie zatwierdza taryfy za przyłączenie u poszczególnych operatorów sieci. Taryfy wyliczane są na podstawie corocznych wydatków na modernizację i utrzymanie sieci.

## PODSUMOWANIE

Obecnie – w dobie pogłębiających się zmian klimatycznych, podnoszących się średnich rocznych temperatur oraz nawarstwiających się problemów z dostępem do wody pitnej w wielu regionach świata – nowego znaczenia nabiera pojęcie zrównoważonego rozwoju gospodarczego opartego na ekologicznych i przyjaznych środowisku naturalnemu technologiach. Jednym z najbardziej emisyjnych i zanieczyszczających atmosferę sektorów gospodarki jest elektroenergetyka, w znacznej mierze oparta na spalaniu paliw kopalnych. Dlatego niebagatelną rolę do odegrania mają podmioty tworzące prawo, których zadaniem powinno być zagwarantowanie stabilnego rozwoju gospodarczego państw, połączonego ze stopniowym odchodzeniem od tradycyjnej energetyki na rzecz odnawialnych źródeł energii. W tym kontekście, najistotniejszym aktem prawnym w polskim systemie prawa jest Ustawa Prawo energetyczne, której zadaniem powinno być zapewnienie warunków do rozwoju sektora OZE na dużą skalę. Jednak poza wskazaną w opracowaniu regulacją wprowadzającą systemy wsparcia finansowego dla producentów energii z odnawialnych źródeł nie mniej istotne są przepisy mające na celu zagwarantowanie poszanowania reguł konkurencji w sektorze energetycznym, bez których

dostęp do rynku dla małych i średnich przedsiębiorstw energetyczny mógłby okazać się niemożliwy. Dlatego z punktu widzenia rozwoju sektora OZE poszanowanie zasad konkurencji

jest równie istotne co regulacja systemu wsparcia w postaci zielonych certyfikatów.

## BIBLIOGRAFIA

1. D. Inglot, „Obowiązek zakupu energii ze źródeł odnawialnych. Zielone certyfikaty”, LexPolonica Piśmiennictwo: Praktyczne wyjaśnienia oraz wzory umów i pism, 2001-2006 Wydawnictwo Prawnicze LexisNexis-Lex Polonica. ISSN: 1643-0425.
2. M. Swora, Z. Muras, „Prawo Energetyczne Komentarz”, Warszawa 2010r., s. 668-682.
3. Art. 9a ust. 6 Ustawy z dnia 10.04.1997 r. – Prawo Energetyczne (tekst jedn.: Dz.U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625 z późn. zm.)
4. M. Swora, Z. Muras, „Prawo Energetyczne Komentarz”, Warszawa 2010r., s. 582-583.
5. A. Palasthy, “Third Party Access (TPA) in the Electricity Sector: EC Competition Law and Sector-Specific Regulation”, King’s College London, s. 4
6. A. Walaszek-Pyziół, W. Pyziół, Obowiązek zawarcia umowy świadczenia usług przesyłowych, Przegląd Ustawodawstwa Gospodarczego 2002, nr 9, s. 3.
7. M. Skrzydło, „Unbundling własnościowy (ownership unbundling) jako instrument regulacyjny w sektorze energetycznym, Przegląd Ustawodawstwa Gospodarczego 2007, nr 2., s. 3
8. A. Walaszek-Pyziół, W. Pyziół, Obowiązek zawarcia umowy świadczenia usług przesyłowych, Przegląd Ustawodawstwa Gospodarczego 2002, nr 9, s. 3.
9. E.Dziadykiewicz, Refusal to Grant Third-Party Access by an Electricity Transmission System Operator – Overview of Competition Law Issues, Journal of Energy & Natural Resources Law 2007, nr 2, s. 117.





## ROZDZIAŁ 3

# ENERGIA Z ODPADÓW

---

DR INŻ. KARINA MICHALSKA  
INSTYTUT WŁÓKIENICTWA POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

DR INŻ. ANNA PAZERA  
WYDZIAŁ INŻYNIERII PROCESOWEJ  
I OCHRONY ŚRODOWISKA  
POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

---



## WSTĘP

Wyczerpywanie się kopalnych źródeł energii staje się powoli kluczowym i globalnym problemem XXI wieku. Cały świat staje obecnie w obliczu nieubłagalnego kryzysu energetycznego, prowadzącego do poważnych i coraz częstszych konfliktów politycznych i społecznych. Biorąc pod uwagę fakt, iż filarem całej gospodarki światowej jest właśnie energetyka – jedynym rozsądnym wyjściem z obecnej sytuacji, jest nie tylko umiarkowane i racjonalne gospodarowanie energią konwencjonalną, ale również – a może i przede wszystkim – dywersyfikacja dostaw energii, zwłaszcza w kontekście źródeł odnawialnych.

Wykorzystanie energii niekonwencjonalnej pochodzącej z wiatru, wody czy energii słonecznej może okazać się dość kłopotliwe na większą skalę, gdyż jest ono uwarunkowane terytorialnie i klimatycznie (przyrodniczo). Mniej problematyczne i bardziej rentowne okazuje się pozyskiwanie energii ze źródeł lokalnie dostępnych w każdym obszarze geograficznym, w którym egzystuje człowiek. Takim ogólnodostępnym i wszechobecnym źródłem są odpady produkowane systematycznie przez każdego człowieka. W zależności od rodzaju odpadu, jego budowy chemicznej, podatności na biodegradację i pochodzenie charakteryzują się one różną kalorycznością i energetycznością (Tab. 1).

**Tabela 1.** Kaloryczność i wydajność energetyczna różnych rodzajów odpadów

RODZAJ ODPADU	KALORYCZNOŚĆ [kcal/kg]	ENERGETYCZNOŚĆ [kW/kg]
Tektura	3 800	4,4
Skórki cytrusów	4 500	5,2
Odpadki domowe	4 500	5,2
Gnojowica sucha	3 760	4,4
Papier	4 400	5,1
Parafina	10 340	12,1
Polipropylen	11 030	12,8
Polistyren	9 800	11,3
Guma	5 600	6,5
Osady ściekowe	3 300	3,8
Smoła	9 200	10,7
Tekstylia	4 000	4,6
Drewno	4 200	4,8

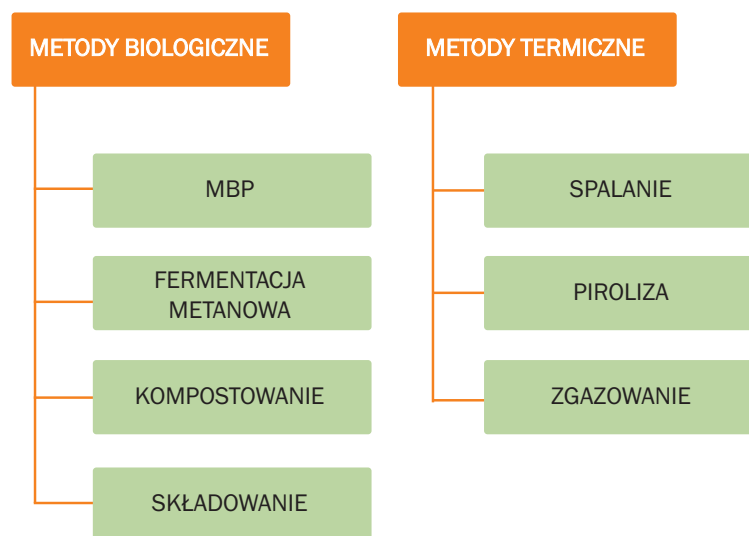
Źródło: [1]



Statystycznie każdy Polak wytwarza rocznie około 450 kg różnych odpadów, z czego aż 93% trafia na składowiska. Jest to nie tylko ogromne obciążenie dla środowiska przyrodniczego, ale i ogromne marnotrawstwo energii. Półtorej tony odpadów komunalnych odpowiada energetycznie 1 tonie węgla brunatnego – wystarczy tylko po tę energię umiejętnie „sięgnąć”. Metod pozyskiwania energii z odpadów komunalnych i przemysłowych jest co najmniej kilka. Najważniejsze zaś z nich staną się przedmiotem analiz niniejszego opracowania.

## KONWERSJA ODPADÓW W ENERGIĘ

Procesy konwersji odpadów w energię mogą mieć dwojaki charakter. Pierwszą grupę stanowią metody biologiczne, zachodzące przy czynnym udziale mikroorganizmów tlenowych i bez-tlenowych, drugą zaś – procesy termiczne, prowadzone w specjalistycznych instalacjach w podwyższonej temperaturze. Metody te charakteryzują się różną wydajnością i kosztocłonnością. Ich klasyfikację przedstawiono poniżej (Rys. 1).



Rys. 1. Podział metod konwersji odpadów w energię

Źródło: opracowanie własne

Spośród wyżej wymienionych metod największą popularnością cieszy się wciąż składowanie, pomimo tego, iż jest to metoda najbardziej uciążliwa dla środowiska. Co więcej – pozyskiwanie energii na drodze składowania odpadów wiąże się bezpośrednio z innym procesem biologicznej konwersji odpadów w energię – procesem fermentacji metanowej. Również kompostowanie, ze względu na prostotę procesu i niskie koszty inwestycyjne, cieszy się ogromną popularnością, zwłaszcza na terenach wiejskich i w małych gospodarstwach domowych. Metody termiczne znajdują szersze zastosowanie w aglomeracjach miejskich i przy znacznej podaży odpadów komunalnych oraz przemysłowych.

#### Metody biologiczne

Metody biologicznej konwersji odpadów w energię należą do najtańszych procesów. Wymagają jednak wcześniejszego przygotowania surowca do obróbki i wyodrębnienia z całego wolumenu odpadów frakcji podatnej na biologiczny rozkład. Procesy biologicznej konwersji, w zależności od rodzaju wykorzystywanych mikroorganizmów, prowadzone są zarówno w środowisku aerobowym jak i anaerobowym. Ich rezultatem jest energia w postaci ciepła procesowego oraz energia elektryczna generowana z powstałego w procesach gazu (biogazu).

#### Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie

Mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów to dwuetapowa obróbka polegająca na wykorzystaniu procesów zarówno mechanicznych, jak i biologicznych. Pierwsze mają na celu rozdzielenie strumienia odpadów na frakcje podlegające recyklingowi, a drugie – na frakcje ulegające biodegradacji. Dodatkowo uwzględ-

nienie procesów mechanicznych przed biologicznymi zapewnia lepsze zagęszczenie, a więc i rozdrobnienie odpadów, co znacznie zwiększa wydajność procesów prowadzonych przez mikroorganizmy.

Zasadniczo technologie MBP stosuje się w dwóch celach. Po pierwsze mają one wstępnie przygotować odpady do ich późniejszego deponowania na składowiskach. Drugi przypadek stosowania technologii MBP, to obróbka odpadów przed ich dalszym rozkładem termicznym. Wykorzystanie technik MBP w wariancie pierwszym prowadzi do możliwie jak największego stopnia degradacji organicznej frakcji odpadów, a więc zmniejszenia ich objętości. Wariant drugi zapewnia przede wszystkim znaczne obniżenie zawartości wody w odpadach, umożliwiając tym samym ich dalszą wydajną obróbkę termiczną [2].

Mechaniczna obróbka odpadów w technologiach MBP obejmuje, prowadzone w różnych konfiguracjach, takie procesy jak:

- rozdrabnianie,
- sortowanie,
- przesiewanie/homogenizacja,
- separacja metali żelaznych i nieżelaznych.

Dodatkowo stosuje się również urządzenia umożliwiające usunięcie ze strumienia odpadów składników niebezpiecznych lub inertnych, a także frakcji palnej. W linii technologicznej mechanicznej obróbki odpadów w systemach MBP znajdują się takie urządzenia jak młyny, kruszarki, rozdrabniarki, sita, przesiewacze, klasyfikatory oraz separatory różnego rodzaju i konstrukcji. W zależności od potrzeb i założonych celów systemy te bywają bardzo proste lub bardzo skomplikowane i kompleksowe.

Tabela 2. Charakterystyka metod biologicznych w systemach MBP

	METODA TLENOWA	METODA BEZTLENOWA
Zapotrzebowanie miejsca	Duże, około 4ha dla obiektu 20 000 Mg/rok	Małe, około 2ha dla obiektu 20 000 Mg/rok
Jakość kompostu	Dobra, zależna od wsadu	Często problematyczna
Higienizacja	Dobre efekty higienizacji	Niedostateczna, wymaga dodatkowej energii
Bilans energetyczny	Produkowane ciepło nie znajduje zastosowania	Duża ilość ciepła, uzysk biogazu

Źródło: [3]

Część biologiczną instalacji MBP stanowią reaktory do prowadzenia procesów biologicznej stabilizacji odpadów:

- kompostowania,
- fermentacji metanowej.

Wybór wariantu tlenowego lub beztlenowego związany jest bezpośrednio z oczekiwanym rezultatem procesu. Metody te są powszechnie stosowane i obie w pewnych aspektach posiadają zalety i wady. Ich krótką charakterystykę przedstawiono poniżej (Tab. 2), a prezentację w dalszej części opracowania.

Zgodnie z zaleceniami BAT (*Best Available Techniques*) instalacje MBP powinny spełniać szereg kryteriów i norm, do których zaliczyć można recykulację wody poprocesowej i osadów, stosowanie w pełni zamkniętych bioreaktorów, efektywną gospodarkę wodną czy minimalizację ilości wytwarzanych gazów odlotowych [4]. Niestety na chwilę obecną w Polsce nie istnieją żadne dokumenty referencyjne określające BAT dla tego typu

instalacji, stąd też ich ilość jest wciąż niewielka i nie gwarantuje bezpiecznego dla środowiska przetwarzania odpadów w energię.

#### Fermentacja metanowa

Proces fermentacji metanowej to beztlenowy rozkład materii organicznej prowadzony przez mikroorganizmy. Produktem końcowym fermentacji jest biogaz, będący palną mieszaniną metanu ( $\text{CH}_4$ ) oraz dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ). Mieszanina ta, głównie ze względu na znaczną zawartość metanu (40-70%), jest doskonałym źródłem energii odnawialnej o wartości opałowej wynoszącej 20-26 MJ/m<sup>3</sup>.

Klasyczny proces fermentacji metanowej przebiega w czterech etapach (Rys. 2). W pierwszej fazie – hydrolizy – wielkocząsteczkowe substancje złożone, rozkładane są do prostszych substancji rozpuszczalnych w wodzie (cukrów prostych, aminokwasów, kwasów tłuszczowych). W fazie zakwaszania (acidogennej) z produktów hydrolizy wytwarzane są kwasy karboksylowe,

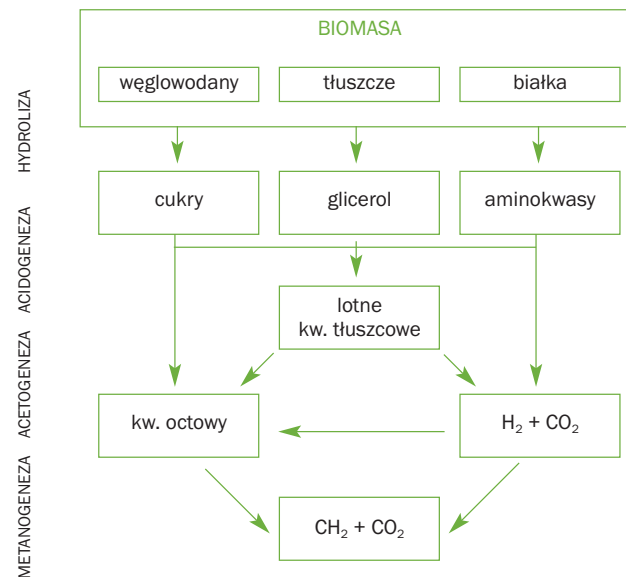
alkohole i wodór. Trzecia faza – octanogenna – polega na produkcji kwasu octowego, a ostatnia (metanogenna) na wytwarzaniu metanu wcześniej otrzymanych produktów. Ciąg wszystkich reakcji jest bardzo złożony i wymaga bezpośredniej symbiozy między mikroorganizmami prowadzącymi rozkład materii organicznej w każdej z czterech wymienionych faz.

Wydajność procesu fermentacji metanowej zależy od wielu różnych czynników procesowych, m.in. od:

- obecności odpowiedniej grupy mikroorganizmów,

- temperatury,
- odczynu środowiska,
- dostępności substancji pokarmowych,
- wilgotności substratów,
- wymiaru ich cząsteczek.

Zasadniczo w procesie fermentacji biorą udział mikroorganizmy zaliczane do obligatoryjnych i fakultatywnych beztlenowców. Temperatura procesu wpływa istotnie na wydajność i czas trwania fermentacji. Wyróżnia się dwie podstawowe techniki fermentacyjne: mezofilową (temp. ~30-40 °C) i termofilową (temp. >40 °C), przy czym ta druga – choć wymaga dostarcze-



Rys. 2. Uproszczony schemat procesu fermentacji metanowej

Źródło: opracowanie własne

nia znacznej ilości energii – przebiega znacznie szybciej. Ponadto, dopuszczalne wahania temperatur w bioreaktorach fermentacyjnych nie mogą być wyższe niż 1 °C/h. Odczyn pH środowiska reakcyjnego powinien być lekko zasadowy (7-7,5), przy czym optymalna wartość mieścić się w przedziale 7-7,2. Ewentualna korekta pH, w praktyce odbywa się poprzez dozowanie węglanów lub wapna do bioreaktora. Duże znaczenie dla procesu fermentacji metanowej ma obecność substancji biogennych, a przede wszystkim stosunek węgla i azotu (C/N) w cieczy nadosadowej. W optymalnie prowadzonym procesie C/N wynosi zwykle 10-30. Mniejsza lub wyższa wartość prowadzi do silnych zakłóceń tj. zahamowania produkcji biogazu czy powstawania amoniaku inhibitującego mikroorganizmy.

Proces fermentacji metanowej zachodzi w środowisku wodnym, dlatego też istotna jest zawartość wody w otaczającym środowisku. W zależności od wilgotności substratów fermentację dzieli się na:

- suchą (s.m. 22-40%),
- półsuchą (s.m. 20±2%),
- moką (s.m. 8-12%).

Na tej podstawie określa się odpowiednią dla niej technologię prowadzenia procesu. Równie istotny jest rozmiar cząstek substratu – im jest on mniejszy, tym szybciej przebiega proces. Dlatego też,

przed właściwym procesem produkcji biogazu, istotne jest wcześniejsze rozdrobnienie odpadów.

Wydajność produkcji biogazu w procesie fermentacji metanowej zależy nie tylko od warunków prowadzenia procesu, ale również od jakości i rodzaju wykorzystywanego substratu. Przykładowe wydajności dla kilku różnych odpadów przedstawiono (Tab. 3).

Uzyskany biogaz można wykorzystywać energetycznie na kilka sposobów: spalać w celu pozyskiwania ciepła, stosować w turbinach i generatorach do produkcji energii elektrycznej lub wykorzystywać jako paliwo napędowe w środkach transportu indywidualnego i publicznego. Warto również wspomnieć, iż – obok biogazu – w procesie fermentacji metanowej powstaje również osad przefermentowany, znajdujący zastosowanie jako pełnowartościowy nawóz organiczny w rolnictwie.

#### Kompostowanie

Drugą obok fermentacji metanowej metodą biochemicznego przetwarzania odpadów, o czym już wspomniano, jest kompostowanie. Kompostowanie jest procesem, w którym następuje unieszkodliwienie odpadów pod względem sanitarnym, a produktem głównym jest kompost, który może (i powinien) być wykorzystany jako nawóz. Proces ten polega na niskotemperaturowym tlenowym rozkładzie substancji organicznej z udziałem mikroorganizmów [6]:

**Odpady organiczne + mikroorganizmy + O<sub>2</sub> (powietrze) → H<sub>2</sub>O + CO<sub>2</sub> + kompost + ciepło**

Tabela 3. Potencjał metanogeny różnych odpadów organicznych

Surowiec	Procentowa zawartość s.m. w 1 t surowca % wsadu	Procentowa zawartość s.m.o. w zawartości s.m. % s.m.o.	Produkcja metanu na 1 t s.m.o. m <sup>3</sup> /t s.m.o.
Odpady i pozostałości owoców	45,0	61,5	400,0
Wysłodziny browarnicze	20,5	81,2	545,1
Wywarpogorzelniany ziemniaczany	13,6	89,5	387,7
Gliceryna	84,0	91,5	1196,0
Odpady z produkcji oleju	78,8	97,0	600,0
Serwatka	5,4	86,0	383,3
Słoma	87,5	87,0	387,5
Kiszonka z kukurydzy	32,6	90,8	317,6
Odseparowana tkanka tłuszczowa	34,3	49,1	700,0
Gnojowica bydlęca	9,5	77,4	222,5
Gnojowica świńska	6,6	76,1	301,0
Gnojowica kurza	15,1	75,6	320,0
Gnojowica krów mlecznych	8,5	85,5	154,0

Źródło: [5]

Kompostowanie jest procesem biotermicznym, zachodzącym w dwóch fazach:

- **Faza I** – kompostowanie termofilowe, nazywane też kompostowaniem intensywnym lub fazą wysokotemperaturową;
- **Faza II** – kompostowanie mezofilowe, nazywane również dojrzewaniem.

Czas przebiegu faz zależy od składu kompostowanej biomasy i stosowanej technologii. Mineralizacja tlenowa jest procesem egzoter-

micznym, a intensywność rozkładu zależy od podatności związków na rozkład. Bardzo łatwo ulegają rozkładowi tłuszcze, większość cukrów (w tym skrobia) i białek; trudniej hemicelulozy i celuloza. Natomiast lignina oraz białka z grupy skleroproteidów (np. keratyna) są bardzo odporne na rozkład. W fazie kompostowania intensywnego temperatura może przekroczyć nawet 70°C. Faza ta ma kluczowe znaczenie dla procesów higienizacji [6].

Niektórzy autorzy rozróżniają cztery fazy kompostowania:

- **Faza I** – faza wstępnego kompostowania nazywana też fazą wzrostu temperatury, krótka faza mezofilowa, w której następuje zainicjowanie procesu kompostowania i namnażanie mikroorganizmów;
- **Faza II** – faza termofilowa, czyli faza intensywnego kompostowania nazywana też wysoko temperaturową;
- **Faza III** – faza mezofilowa nazywana kompostowaniem właściwym;
- **Faza IV** – faza dojrzewania kompostu (dalszy spadek temperatury, powstawanie humin, może trwać kilka miesięcy).

Kompostowanie jest kontrolowanym procesem, na którego prawidłowy przebieg ma wpływ wiele parametrów (Tab. 4).

Kompostowanie posiada wiele zalet, dowodzących jego znaczenia w nowoczesnym systemie gospodarowania odpadami, takich jak [6]:

- umożliwienie recykulacji znaczących ilości odpadów ulegających biodegradacji (zapewnienie uzyskania odpowiednich poziomów recyklingu organicznego);
- zapewnienie unieszkodliwiania odpadów pod względem sanitarno-epidemiologicznym;
- zmniejszenie o 30-50% strumienia odpadów kierowanych na składowiska;
- dostępność i łatwość w eksploatacji;
- „akceptowalność” ekonomiczna (zarówno w kontekście kosztów inwestycyjnych jak i eksploatacyjnych);
- wykorzystanie jego produktu jako wartościowego materiału, przydatnego do wielu celów (jest m.in. bazą substancji humusowych niezbędnych dla zapewnienia urodzajności gleb (w Polsce ok. 60% gleb ma niedomiar humusu);
- podstawa każdego zintegrowanego systemu gospodarowania odpadami.

Technologie kompostowania odpadów realizowane w Europie można zakwalifikować do jed-

**Tabela 4.** Podstawowe parametry kompostowania

Warunki	Zakres tolerowany	Zakres preferowany
Stosunek C/N	20:1 do 40:1	25:1 do 30:1
Wilgotność	40-65	50-60 %
Stężenie tlenu	więcej niż 5%	znacznie więcej niż 5 %
Wielkość cząstek	4-5 cm	różny
pH	5,5-9,0	6,5-8
Temperatura ( °C)	5-30	20-30

Źródło: [2]

**Tabela 5.** Podział systemów kompostowania według kryterium intensywności procesu kompostowania

Statyczne	Quasi – dynamiczne	Dynamiczne
W pryzmach statycznych Metodą mat	W pryzmach przrzuconych	W bębnach obrotowych
Komorowe i kontenerowe TechnologiaBrikollare	Rzędowe i tunelowe	Wieżowe

Źródło: [2]

nej z grup wymienionych w tabeli 5. Różnią się one zasadniczo sposobem prowadzenia etapu I kompostowania (w tym: rozwiązaniem technicznym reaktora do kompostowania, sposobem formowania i kształtem pryzm, systemem napowietrzania mieszaniny kompostowej oraz czasem trwania rozkładu). Etap II kompostowania w większości technologii prowadzony jest w pryzmach trójkątnych lub trapezowych, z wymuszonym systemem napowietrzania lub przrzuconych [2].

## SKŁADOWANIE

Wraz z rozwojem cywilizacji wzrasta ilość produkowanych odpadów. Najstarszą metodą ich unieszkodliwiania jest deponowanie na składowiskach. Zdeponowane odpady komunalne podlegają długotrwałym przemianom o złożonym charakterze, wśród których wyróżnia się procesy:

- fizyczne,
- chemiczne,
- biologiczne.

Właściwie zagospodarowane składowisko odpa-

dów komunalnych może stać się źródłem taniej energii odnawialnej – gazu składowiskowego. Rozkład substancji organicznych przez mikroorganizmy rozpoczyna się w kilka miesięcy po złożeniu odpadów na składowisku. Gaz wydzielający się w sposób niekontrolowany utrudnia i przeciwdziała systematycznej i szybkiej rekultywacji wysypiska. Aby przyspieszyć rekultywację i zapobiec unoszeniu się gazów nad terenem składowiska, powstawaniu nieprzyjemnych zapachów oraz niekontrolowanym samozapłonem – gaz powinien być zbierany i odprowadzany. Gaz ten uzyskiwany jest w zasadzie bez ponoszenia kosztów, a jego wykorzystanie w układzie wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej w istotny sposób zwiększa zyskowność składowiska [7].

Produkt końcowy w postaci biogazu składa się średnio z:

- 45-65% metanu (CH<sub>4</sub>),
- 25-35% dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>),
- 10-20% azotu (N<sub>2</sub>).

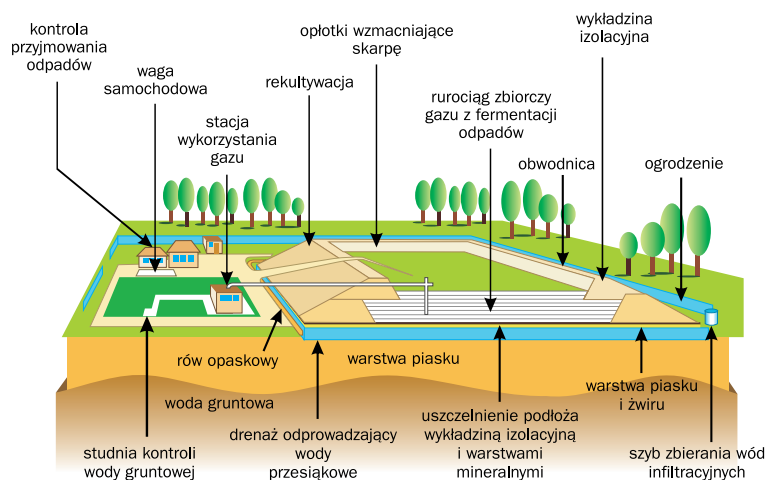
We wszystkich składowiskach odpadów komunalnych w Polsce rozkład materii organicznej



zawartej w odpadach przebiega w warunkach anaerobowych (fermentacja metanowa). W 2008 roku wytworzono w Polsce 12,2 Tg odpadów komunalnych, przy czym główną metodą ich unieszkodliwiania było deponowanie na składowiskach (96,4%). Liczba czynnych składowisk odpadów komunalnych w Polsce w 2008 roku sięgała 879, ale tylko 20 z nich posiadało instalację do pozyskiwania gazu [8]. Można się jednak spodziewać, że po zebraniu już pierwszych doświadczeń z wykorzystaniem gazu składowiskowego, w nieodległej przyszłości w Polsce pojawią się jeszcze lepiej zaprojektowane instalacje o większych mocach przekra-

czających 1 MW (Rys.3) [8].

Wynika z tego, że z polskich składowisk można uzyskać około 11 mld m<sup>3</sup> biogazu w ciągu roku. Stanowi to równowartość 5,2 mln ton tzw. paliwa umownego. Z tony odpadów komunalnych otrzymuje się w skali roku 5 m<sup>3</sup> biogazu. Na polskie składowiska trafiają przeważnie odpady nie poddawane selekcji. Jest w nich dużo szczątków organicznych, są więc zdolne do wytwarzania dużej ilości cennego paliwa. Zasoby metanu realnie możliwe do pozyskania ze składowisk odpadów komunalnych są szacowane na 135-145 milionów m<sup>3</sup> rocznie, co jest równoważnikiem 5235 TJ energii [8].



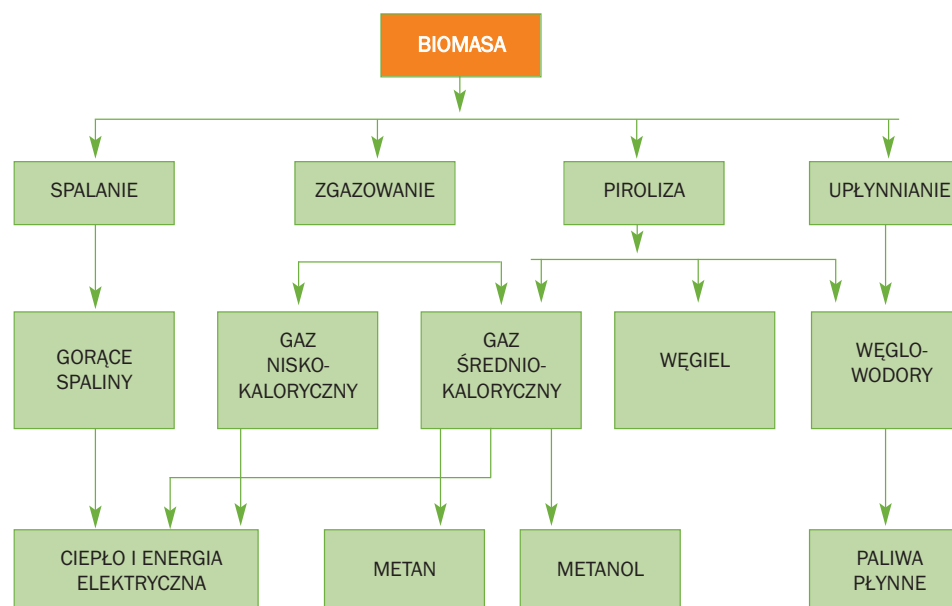
Rys. 3. Schemat nowoczesnego składowiska odpadów

Źródło: [9]

## METODY TERMICZNE

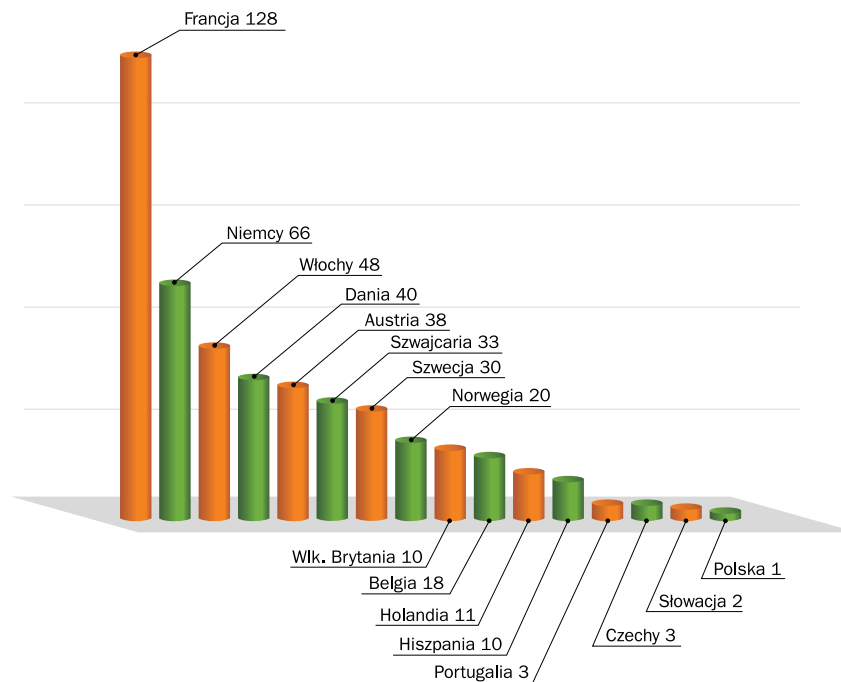
Metody termiczne unieszkodliwiania odpadów stosowane są głównie do odpadów, których wykorzystanie nie jest możliwe i które ze względu na rodzaj, cechy lub ilość są szczególnie szkodliwe dla zdrowia, powietrza lub wody, grożą eksplozją, a także zawierają lub mogą sprzyjać

rozprzestrzenianiu się zarasków, chorób zakaźnych. Podstawową zaletą termicznych procesów przeróbki odpadów jest możliwość ich całkowitego unieszkodliwienia i usunięcia z obiegu. Uzyskać można przy tym energię oraz żużel, który następnie może być wykorzystany bez szkody dla środowiska (Rys.4).



Rys. 4. Podział metod termicznych przetwarzania odpadów

Źródło: [10]



**Rys. 5.** Spalarnie w krajach UE

Źródło: [12]

W Europie działa ok. 500 zakładów termicznego unieszkodliwiania odpadów komunalnych. Funkcjonują od stu lat i przynoszą dochód (Rys. 5), a w miejscach w których istnieją – wyeliminowano porzucanie odpadów w lasach czy spalanie ich w domowych piecach. W Polsce istnieje tylko jedna spalarnia zlokalizowana na

warszawskim Targówku. W ubiegłym roku przeobraziła ona 65 tys. ton odpadów, z czego termicznej utylizacji zostało poddane 38,5 tys. ton. Zakład wyprodukował ponad 9,9 tys. MWh energii elektrycznej. Prawie 2,5 tys. MWh sprzedano, a pozostała część zużyto na potrzeby własne. Instalacja wytworzyła również 254 tys.

GJ energii cieplnej. Tak więc, wystarczy jeden obiekt termicznego przekształcania odpadów dla jednego miasta, ale w skali kraju liczba ta jest niewystarczająca [11].

Obecnie najpowszechniej stosowaną technologią jest spalanie. O efektywności procesu spalania decyduje ilość otrzymanego ciepła. Dlatego też jakość procesu może być oceniana przez sprawność urządzenia przetwarzającego paliwo. Obowiązuje zasada – im wyższa sprawność – tym więcej energii uzyskuje się ze spalania jednostki paliwa.

Pojęcie „spalanie” rozumiane jest zwykle jako szybka reakcja chemiczna związana z wyzwoleniem znacznych ilości ciepła i światła. Aby spalić paliwo konieczne jest doprowadzenie do niego odpowiedniej ilości tlenu dostarczanego przez powietrze. Paliwo i powietrze do spalania nazywane są substratami, podczas gdy

spaliny i stałe pozostałości po paliwie (popiół i żużel) stanowią produkty spalania [13].

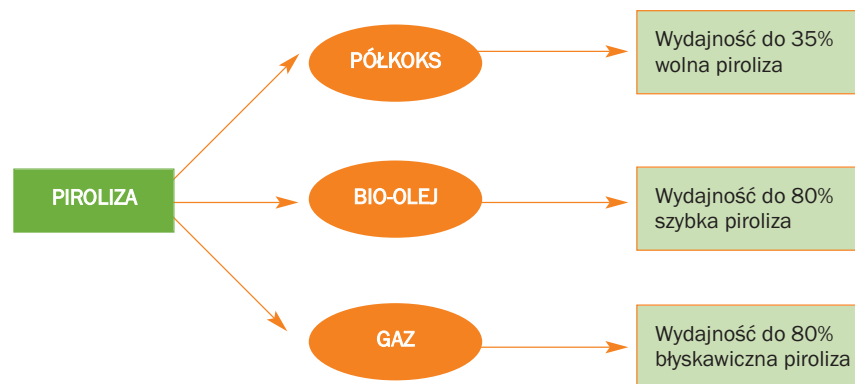
Kolejna z metod termicznego przetwarzania odpadów – piroliza – to rozkład cząsteczek związku chemicznego pod wpływem podwyższonej temperatury bez obecności tlenu lub innego czynnika utleniającego. Zazwyczaj w czasie procesu pirolizy następuje rozkład złożonych związków chemicznych do związków o mniejszej masie cząsteczkowej. Procesowi pirolizy mogą być poddawane zarówno materiały organiczne (np. węgiel, biomasa, odpady), jak i nieorganiczne (surowce ceramiczne).

Ze względu na stosowane warunki procesu takie jak: temperatura, szybkość nagrzewania, stopień rozdrobnienia, czas wygrzewania w temperaturze końcowej, wyróżnia się kilka rodzajów pirolizy, np. pirolizę konwencjonalną, szybką lub błyskawiczną, przy czym ta ostatnia nie znaj-

**Tabela 6.** Główne parametry dla różnych procesów pirolizy

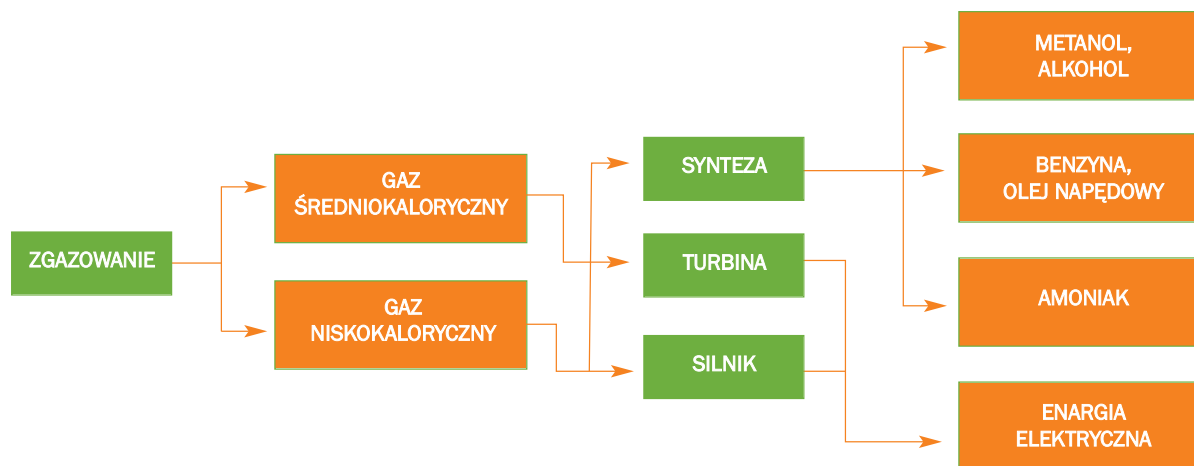
Warunki procesu	Konwencjonalna piroliza	Szybka piroliza	Błyskawiczna piroliza
Temperatura [°C]	300 – 700	600 – 1000	800 – 1000
Szybkość nagrzewania [°C/s]	0,1 – 1	10 – 200	≥1000
Czas przebywania w temperaturze końcowej [s]	600-6000	0,5 – 5	<0,5
Rozmiar cząstek [mm]	5-50	<1	pył

Źródło: [13]



Rys. 6. Rodzaje pirolizy i produkty

Źródło: [14]



Rys. 7. Sposoby wykorzystania gazu ze zgazowania

Źródło: [13]

duże zastosowania w większej skali (Rys. 6).

Ostatnia z metod – zgazowanie (gasification) polega na zamianie jakiegokolwiek substancji zawierającej węgiel w gaz, który ma jeszcze użyteczną, możliwą do wykorzystania, wartość opałową. Czynnikiem zgazowującym może być: tlen, powietrze, para wodna lub ich mieszanina. Zgazowanie może być stosowane zarówno dla ciał stałych, ciekłych i gazowych. Zgazowywane mogą być różnego rodzaju węgle, oleje jak również gaz ziemny oraz różnej postaci produkty odpadowe.

W nowoczesnych metodach zgazowania otrzymuje się właściwie dwa produkty: mieszaninę gazów (mieszanina  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ), nazywaną gazem syntezowym lub syn gazem oraz pozostałość mineralną w postaci popiołu. W zależności od realizacji procesu tworzą się również produkty uboczne, takie jak kondensujące się lotne i ciekłe substancje smoliste. Proces jest prowadzony w reaktorach nazywanych generatorami gazu. Wytworzony gaz palny (syngaz) wykorzystywany jest do produkcji energii elektrycznej i/lub ciepła albo traktowany jest jako substrat do dalszej produkcji chemicznej (Rys.7) [13].

## PODSUMOWANIE

Przedstawione w opracowaniu metody konwersji odpadów w energię charakteryzuje i łączy jedna cecha wspólna: ogromne możliwości wykorzystania ich w praktyce dla celów energetycznych. Powyższe przykłady i doświadczenie coraz liczniejszych krajów pokazują, że warto traktować odpady jako źródło dochodu. Dotyczy to szczególnie krajów, w których każdego dnia na składowiska trafia duża ich ilość.

Skala potencjalnych instalacji zależy nie tylko od dostępności samych odpadów, ich ilości ale i jakości oraz przydatności dla poszczególnych procesów. W aglomeracjach na pewno optymalnym ekonomicznie krokiem jest wykorzystanie metod termicznych, w obszarach rolniczych zaś – metod biologicznych. W pierwszym przypadku będą to zazwyczaj systemy o wielkich mocach przerobowych, w drugim zaś instalacje mikro- i średnioskalowe. Punktem wyjścia dla wykorzystania potencjału tkwiącego w odpadach, zarówno komunalnych jak i przemysłowych, jest ich selektywna zbiórka i właściwa segregacja, co należy rozważyć przed zaplanowaniem tego typu inwestycji.

## BIBLIOGRAFIA

1. Innovative Logistics Solutions, Inc. AndThe Pyromex Group.
2. Jędrzak A., 2007. Biologiczne przetwarzanie odpadów. PWN.
3. <http://www.slideshare.net/Odzyskenergii/mechaniczno-biologiczne-przetwarzanie-odpadw-komunalnych>.
4. <http://www.forum-dyrektorow.pl/dokumenty/wisla,2008,1.pdf>.
5. Cukrowski A., Oniszk-Popławska A., 2010. „Surowce do produkcji biogazu – uproszczona metoda obliczania wydajności biogazowi rolniczej”. Czysta Energia, 1/2010.
6. Manczarski P., 2007. Kompostowanie odpadów komunalnych. POLEKO.
7. [http://www.kcer.pl/files/zagranica/Projekt\\_465\\_materialy\\_dydaktyczne.pdf](http://www.kcer.pl/files/zagranica/Projekt_465_materialy_dydaktyczne.pdf).
8. GUS, Ochrona Środowiska 2009, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2009.
9. <http://www.extem.ellaz.pl/polska/ksia-odpady.htm>.
10. [http://www.oze.opole.pl/Poradniki\\_OZE,str,470.html](http://www.oze.opole.pl/Poradniki_OZE,str,470.html).
11. Forowicz K., 2011. Spalarnie-krok do przodu. Odpady i środowisko 4(70).
12. [http://webgfx.privacy.pl/wordpress/prezentacje\\_pdf/Spalanie%20odpad%F3w%20opakowaniowych.pdf](http://webgfx.privacy.pl/wordpress/prezentacje_pdf/Spalanie%20odpad%F3w%20opakowaniowych.pdf).
13. Głodek E., 2010. Spalanie i współspalanie biomasy. Przewodnik., Opole.
14. [http://polymer-carbon.ch.pwr.wroc.pl/instrukcje/PLTRnW\\_piroliza.pdf](http://polymer-carbon.ch.pwr.wroc.pl/instrukcje/PLTRnW_piroliza.pdf).



## ROZDZIAŁ 4

# PRZETWARZANIE BIOMASY

---

DR INŻ. JACEK KARCZEWSKI  
INSTYTUT ENERGETYKI  
ODDZIAŁ TECHNIKI CIEPLNEJ W ŁODZI

---





## WSTĘP

Biomasa, jako Odnawialne Źródło Energii (OZE) stanowi istotny element gospodarki energetycznej świata. Jej wykorzystanie dla potrzeb energetycznych w 2006 roku wynosiło 1186 Mtoe, a do 2030 roku ma osiągnąć 1660 Mtoe. Oznacza to, że przy szybko rosnącym światowym zapotrzebowaniu na energię pierwotną, udział biomasy będzie utrzymywał się na poziomie ok. 10%. Wiąże się to z rozwojem różnego rodzaju technologii związanych z przetwarzaniem wspomnianego surowca.

Tak więc, w kontekście do powyższych stwierdzeń, pojęcie „przetwarzanie biomasy” należy rozumieć w dwójnasób, to jest jako:

- przetwarzanie biomasy do postaci dogodnej do energetycznego wykorzystania (np. paletyzację);
- przetwarzanie biomasy w procesie konwersji termochemicznej i biochemicznej na ciepło, elektryczność i produkcję paliw transportowych (np. spalanie w kotłach).

W związku z powyższym, celem niniejszego opracowania jest:

- próba usystematyzowania wiedzy w zakresie energetycznego wykorzystania biomasy;
- zaprezentowanie możliwości energetycznego wykorzystania biomasy w kontekście uwarunkowań gospodarczych i ekologicznych;
- ukazanie możliwości pozyskiwania biomasy z różnych źródeł (odpady, hodowla) oraz róż-

nego rodzaju systemów przetwarzania biomasy;

- przedstawienie, z uwzględnieniem różnych uwarunkowań technologicznych, wybranych przykładów rozwiązań: kotłów, kominków i instalacji kotłowych spalających biomasę;
- zaprezentowanie zagadnień związanych ze współspalaniem biomasy ikogeneracją.

W opracowaniu, z uwagi na jego ograniczoną objętość, nie odniesiono się do zagadnień związanych z biogazem i paliwami płynnymi, choć formalnie zaliczane są do biomasy. Obszerność zaś wspomnianego zagadnienia, powoduje iż stanie się ono przedmiotem analiz odrębnej publikacji.

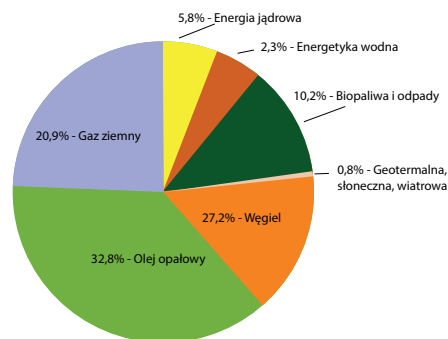
## ENERGETYCZNE WYKORZYSTANIE BIOMASY

Podjęcie zagadnienia dotyczącego energetycznego wykorzystania biomasy, wymaga sprecyzowania pojęcia biomasa oraz wskazania jej źródeł.

Tak więc, przez pojęcie biomasa rozumie się ulegające biodegradacji stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, pochodzące z odpadów i pozostałości produkcji rolnej, leśnej, przemysłu przetwarzającego ich produkty, oraz części pozostałych odpadów, podlegające biodegradacji i ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych<sup>1</sup> [1-2].

<sup>1</sup> Odnosi się to do ziaren zbóż niespełniających wymagań jakościowych, to jest zbóż w zakupie interwencyjnym określonych w art. 4 rozporządzenia Komisji (WE) nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008r. ustanawiającego procedury przejścia zbóż przez agencje płatnicze lub agencje interwencyjne oraz metody analizy do oznaczania jakości zbóż (Dz. Urz. UE L 192 z 19.07.2008, str. 20) i zbóż, nie podlegających zakupowi interwencyjnemu.

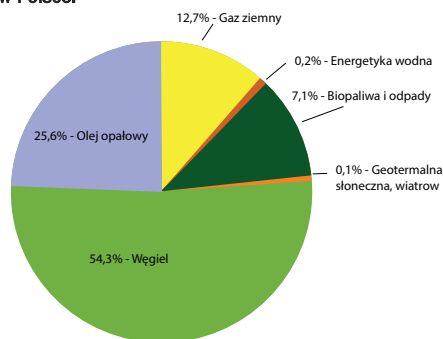
Światowy udział poszczególnych źródeł energii w produkcji energii pierwotnej w 2009 roku.



Rys. 1. Podział energii pierwotnej na świecie

Źródło: IEA

Udział poszczególnych źródeł energii w produkcji energii pierwotnej w 2009 roku w Polsce.



Rys. 2. Podział energii pierwotnej w Polsce

Źródło: IEA

Źródłami biomasy są:

- **Drewno:**
  - odpady leśne, np. zrębki, ścinki i inne pozostałości po wyрубie drzew;
  - opał drzewny np. polana (kawałki drewna przygotowane do spalania w piecu lub kominku);
  - odpady i produkty uboczne przemysłu leśnego, np. kora, trociny i wióry;
  - uprawy roślin energetycznych, np. wierzba wiciowa, topinambur, malwa pensylwańska, miskantus, róża bezkolcowa, rdest itp.;
  - odpady drzewne powstające w mieście, np. pozostałości po przycinaniu gałęzi drzew, koszeniu trawników, odpady z przydomowych ogródków, itp.
- **Słoma i odpady rolnicze:**
  - słoma zbóż, roślin oleistych (np. rzepak) i roślin strączkowych;
  - pozostałości po zbiorach np. łuski orzechów kokosowych, resztki z kolb kukurydzy;
  - odpady i produkty uboczne przemysłu przetwórczego np. pozostałości po przerobieniu trzciny cukrowej i wyłoki z oliwek.
- **Inne odpady organiczne:**
  - odchody zwierzęce np. trzody chlewnej, kurcząt i bydła;
  - osady ściekowe np. pochodzące ze ścieków komunalnych, przemysłu celulozowo-papierniczego, z cukrowni, roszarni lnu, gorzelni, browarów itp.;
- **Składowiska odpadów, w których części organiczne wykorzystuje się do produkcji biogazu.**

Podział energii pierwotnej w Polsce i świecie, w zależności od źródeł pochodzenia obrazują wykresy (Rys. 1 i 2).

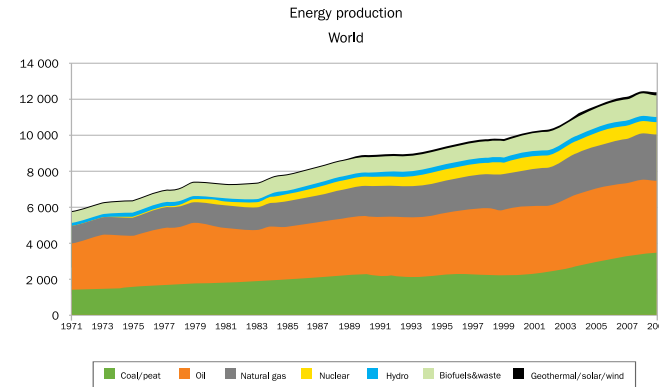
Z zaprezentowanych wykresów wynika, że udział biomasy w podziale energii pierwotnej wynosi ok. 10% (na świecie) i ok. 7% (w Polsce). Produkcja energii z biomasy wzrasta, niemniej jednak proporcje jej wykorzystania w stosunku do „brudnych” źródeł nadal są niezadawalające. Tendencje te obrazują poniżej zamieszczone wykresy (Rys. 3 i 4).

Światowe zapotrzebowanie roczne na energię wynosi 490 EJ (Eksadźul – trylion dżuli: 1EJ=10<sup>18</sup>J). Teoretyczny potencjał energetyczny biomasy szacowany jest na ok. 2900 EJ/rok (69 mld toe), przy czym szacuje się, że ze względów ekonomicznych tylko ok. 270 EJ (6,4 mld toe) może być wykorzystywana dla celów energetycznych. Obecnie zużycie biomasy wynosi ok. 48 EJ (1,2 mld toe). Najważniejszym składnikiem biomasy używanej dla celów energetycznych jest drewno, którego zużycie wynosi ok. 24 EJ, stanowiąc ok. 50% ogólnego zużycia biomasy.

Szczegółowe uzasadnienie celowości energetycznego wykorzystania biomasy w kontekście uwarunkowań gospodarczych (efektywność energetyczna) i ekologicznych, wynika z dwóch podstawowych przesłanek:

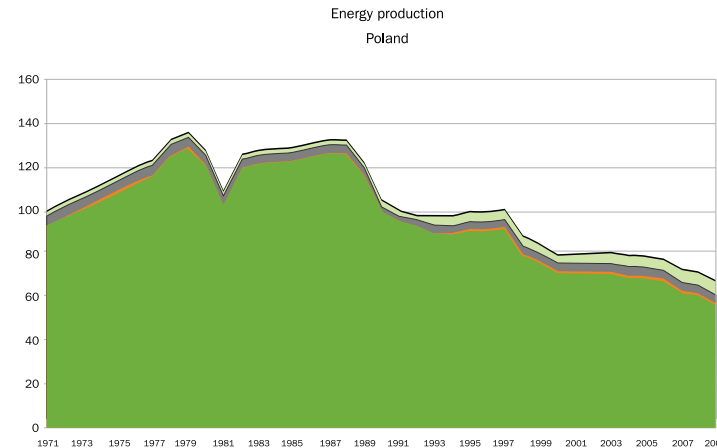
- Ilość nieodnawialnych źródeł energii jest ograniczona, a ich zapasy wyczerpują się.
- Stosowanie na szeroką skalę Odnawialnych Źródeł Energii ( w tym biomasy) ma uzasadnienie ekologiczne (np. w kontekście efektu cieplarnianego).

Dlatego też istotną wagę przywiązuje się do racjonalnego gospodarowania energią i wykorzystywania OZE. W tym miejscu warto odwołać się do dwóch istotnych dokumentów, które będą kształtowały „przyszłość energetyczną” w ciągu



Rys. 3. Produkcja energii na świecie

Źródło: IEA



Rys. 4. Produkcja energii w Polsce

Źródło: IEA

najbliższych lat – „Pakietu 3x20” oraz dokumentu „Polityka Energetyczna Polski do roku 2030” („PEP 2030”).

## BIOMASA – WARTOŚĆ OPAŁOWA

Wartości opałowe produktów biomasy w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi, kształtują się następująco:

- słoma żółta – 14,5 MJ/kg;
- słoma szara – 15,2 MJ/kg;
- drewno odpadowe – 13 MJ/kg;
- etanol – 25 MJ/kg;
- węgiel kamienny – 25 MJ/kg;
- gaz ziemny – 48 MJ/kg.

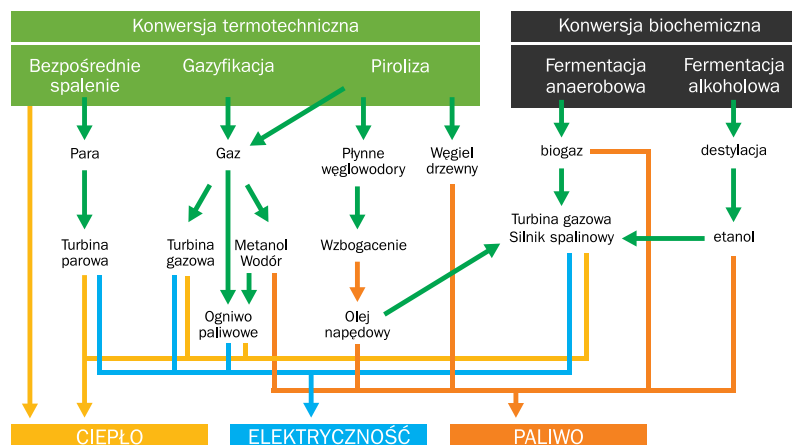
Jako surowiec energetyczny głównie wykorzysty-

wana jest biomasa pochodzenia roślinnego. Energia zawarta w biomase jest najmniej kapitałochłonnym źródłem energii odnawialnej. Wartość kaloryczna biomasy jest prawie dwukrotnie niższa od wartości kalorycznej węgla i na ogół przyjmuje się, że 1. tona węgla kamiennego jest równoważna energetycznie 2. tonom suchej biomasy.

Biomasę można energetycznie wykorzystać do:

- produkcji energii cieplnej,
- produkcji energii elektrycznej,
- produkcji energii mechanicznej.

Wykorzystanie energetyczne biomasy dokonuje się na drodze konwersji termochemicznej i konwersji biochemicznej, co zobrazowano na schemacie zamieszczonym poniżej (Rys. 5).



Rys. 5. Konwersja biomasy

Źródło: [3]

## KONWERSJA TERMOCHEMICZNA

### Bezpośrednie spalanie biomasy w postaci stałej

Spalanie jest procesem podczas którego, energia chemiczna zawarta w paliwach, przy udziale tlenu, przekształcana jest w energię cieplną. W procesie spalania drewna wyróżnia się następujące etapy:

- Suszenie, zachodzące w temperaturze ok. 150 °C;
- Powstawanie gazów palnych (gazyfikację), zachodzące w temperaturze ok. 300 °C;
- Spalanie gazów, zachodzące w temperaturze ok. 600 °C;
- Spalanie węgla drzewnego, zachodzące w temperaturze ok. 800-1200 °C.

### Gazyfikacja, podczas której powstaje gaz drzewny (holzgas)

W procesie gazyfikacji wyróżnia się takie etapy, jak:

- Suszenie, zachodzące w temperaturze ok. 150 °C;
- Wyodrębnienie z paliwa części lotnych, zachodzące w temperaturze 200-600 °C;
- Utlenianie (powstawanie tlenu i dwutlenku węgla oraz pary wodnej), zachodzące w temperaturze powyżej 600 °C;
- Redukcja dwutlenku węgla i pary wodnej do tlenu węgla i wodoru.

### Piroliza

Produktem jest bioolej (tzw. szybka piroliza). Następuje ona przy bardzo szybkim podgrzaniu substratu do temperatury 500-1300 °C i potraktowaniu go wysokim ciśnieniem (pomiędzy 50 a 150 atmosfer). Produktami szybkiej pirolizy są: w około 70% – olej pirolityczny, w około

10% – gaz oraz w około 20% – węgiel drzewny.

## KONWERSJA BIOCHEMICZNA

### Fermentacja anaerobowa (beztlenowa, metanowa)

Produktem fermentacji anaerobowej jest biogaz składający się przede wszystkim z metanu, dwutlenku węgla i azotu. Podczas fermentacji do 60.% masy organicznej, zamieniana jest w biogaz. Wyróżnia się fermentację moką i suchą.

### Fermentacja alkoholowa

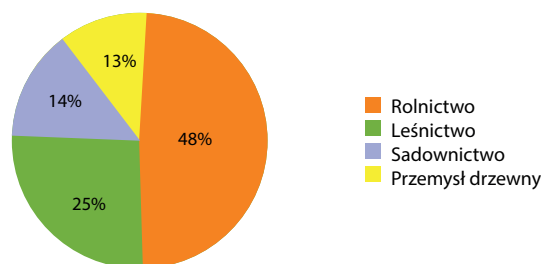
Produktem fermentacji alkoholowej jest alkohol etylowy i dwutlenek węgla. Polega na rozkładzie węglowodanów pod wpływem enzymów wytwarzanych przez drożdże. Wytworzony alkohol etylowy po odwodnieniu, może być wykorzystany jako dodatek do benzyn lub ich substytut.

Możliwa jest również produkcja biopaliw z olejów roślinnych. Z nasion roślin oleistych tłoczony jest olej, który jest odpowiednio oczyszczony. Kolejnym krokiem jest jego transestryfikacja, a produktem jest biopaliwo zwane biodieslem.

W Polsce roczny potencjał energetyczny biomasy, którą można zagospodarować wynosi: ponad 20 mln ton słomy odpadowej, ok. 4. mln ton odpadów drzewnych (chrust, trociny, kora, zrębki, pelety), ok. 6. mln ton osadów ściekowych przemysłu celulozowo-papierniczego, spożywczego oraz miejskich odpadów komunalnych. W rezultacie stanowi to ok. 30 mln ton biomasy rocznie, czyli równowartość energetyczną 15÷20.109 ton węgla. Odpady pochodzenia roślinnego lub biomasa z plantacji energetycznych, o wartości opałowej od ok. 9

do ponad 18 MJ/kg, mogą być bezpośrednio spalane w specjalistycznych kotłach (na słomę, drewno, pelety), współspalane w tradycyjnych kotłach z węglem, olejem opałowym, gazem lub przetworzone – w wyniku fermentacji, pirolizy, termicznego rozkładu, estryfikacji itp. – w alkohol metylowy, etylowy, biogaz i biodiesel. W wyniku spalania różnych postaci biomasy powstaje dwutlenek węgla, para wodna i wydzielają się ciepło. Strukturę potencjału technicznego biomasy w Polsce przedstawiono poniżej (Rys. 6).

Zaletą biomasy jest jej proekologiczność. Produkty spalania są przyjazne środowisku. Popiół jest doskonałym nawozem naturalnym, a dwutlenek węgla powstały ze spalania biomasy – nie zwiększa efektu cieplarnianego. Uczestniczy on w zamkniętym, w wyniku fotosyntezy obiegu w przyrodzie i jego stężenie utrzymuje się na stałym poziomie. Natomiast w przypadku dwutlenku węgla powstałego ze spalania tradycyjnych paliw – jego ilość stale przybywa, czemu towarzyszy jednoczesne ubywanie węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego.



Rys. 6. Struktura potencjału technicznego biomasy w Polsce

Źródło: opracowanie własne

## BIOMASA HODOWLANA I BIOMASA ODPADOWA

Biomasę można pozyskiwać na dwa sposoby, poprzez wykorzystanie:

- upraw energetycznych,
- biomasy odpadowej.

### Uprawy energetyczne

Uprawy energetyczne są uprawami roślin w celu pozyskania biomasy z jej przeznaczeniem na cele energetyczne, a więc do produkcji energii cieplnej, energii elektrycznej oraz paliwa gazowego (biogazu) lub ciekłego. Są nimi więc uprawy nie wytwarzające żywności.

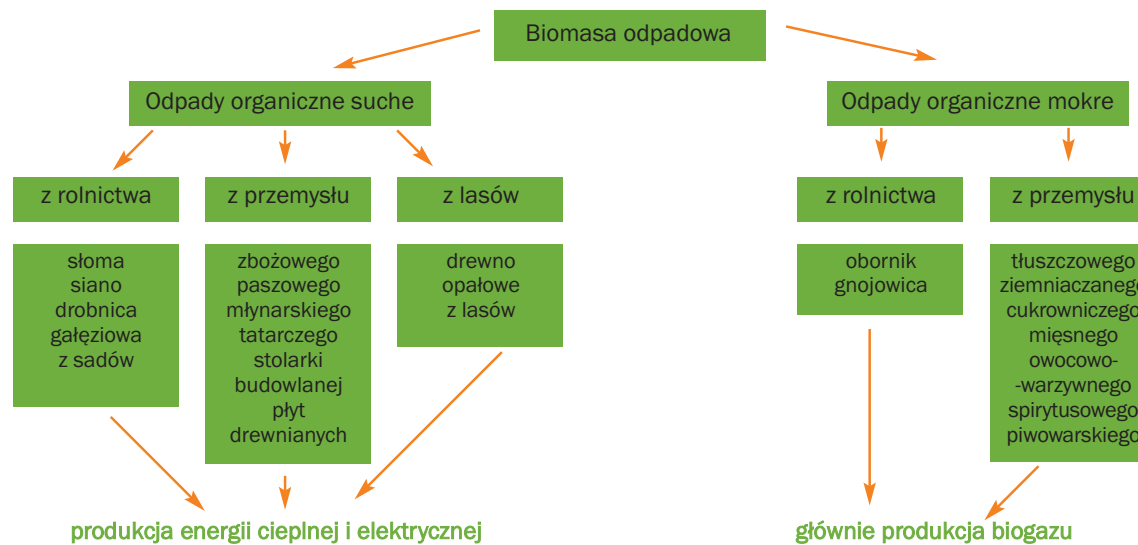
Roślinami energetycznymi, nadającymi się do upraw energetycznych są m.in.:

- rzepak, słonecznik, len, konopie i inne rośliny oleiste
- kukurydza zwyczajna, zboża, ziemniaki,
- burak cukrowy, trzcina cukrowa,
- ślazier pensylwański (tzw. malwa pensylwańska, *Sida hermaphrodita*),
- wierzba wiciowa (*Salix viminalis*),

- rdest sachaliński (*Polygonumsachalinense*),
- miskant (*Miscanthusspp.*),
- mozga trzcinowata (*Phalarisarundinacea*),
- topinambur (tzw. słonecznik bulwiasty, *Helianthustuberosus*),
- róża wielokwiatowa (tzw. róża bezkolcowa, *Rosa multiflora*),
- paulownia puszysta (*Paulownia tomentosa*).

### Biomasa odpadowa

Podział biomasy odpadowej przedstawiono na poniżej zamieszczonym schemacie (Rys. 7).



Rys. 7. Biomasa odpadowa

Źródło: [3]

Wśród biomasy odpadowej, obecnie największe znaczenie ma, słoma. W 2009 roku nadwyżka produkcji słomy w rolnictwie, możliwa do wykorzystania na cele energetyczne, wynosiła 2,6 miliona ton, co daje około 39 PJ energii. Węgiel w porównaniu ze słomą o zawartości wilgoci nie większej niż 20%, ma o ok. 70% wyższą wartość

opałową. Można zatem przyjąć, że jednej tonie węgla odpowiadają niecałe dwie tony słomy.

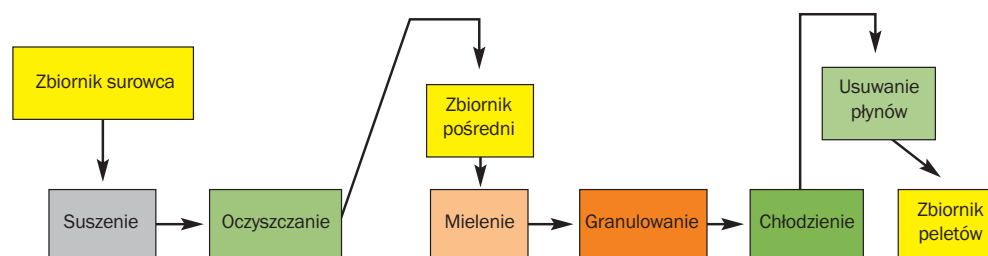
### PRZETWARZANIE BIOMASY

Najczęściej spotykaną formą biomasy stałej wykorzystywaną energetycznie są brykiety i pelety



(granulat). Jest to wysokowydajne, odnawialne paliwo, produkowane z biomasy. Paliwo to charakteryzuje się niską zawartością wilgoci (8-12%), popiołu (0,5%) i substancji szkodliwych dla śro-

dowiska oraz wysoką wartością energetyczną. Cechy te powodują, że jest to paliwo przyjazne środowisku naturalnemu, a jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji.



Rys. 8. Schemat linii produkcyjnej peletów

Źródło: [3]



Rys. 9. Kompaktowa linia produkcyjna peletów

Źródło: ZUKMRSp. z o.o.

Jakość wyprodukowanych peletów zależy od:

- Zawartości pyłów. Pomimo, że w procesie produkcyjnym pyły zostały usunięte, to mogły powstać nowe, np. podczas transportu. Zawartość pyłów nie powinna przekraczać 8.%.
- Wilgotności paliwa. Zawartość wody w peletach nie powinna przekraczać 10.%.
- Trwałości paliwa. Zależy głównie od zawartości ligniny w surowcu, z którego zostały wyprodukowane oraz od siły prasowania. Wilgoć, niekorzystnie wpływa również na ich trwałość, dlatego też magazyn peletów powinien znajdować się w suchym miejscu.

Obok przedstawiono schemat linii produkcyjnej peletów (Rys. 8) oraz przykład wybranego rozwiązania technicznego (Rys. 9).

## KOTŁY, KOMINKI, INSTALACJE KOTŁOWE

Podstawowe sposoby wykorzystania biomasy w instalacjach energetycznych, realizowane są poprzez jej spalanie (jako paliwa podstawowego) lub współspalanie (z innym paliwem alternatywnym). W przypadku kotłów o niewielkiej mocy, np. dla domów jednorodzinnych, kotły spalające pelety występują z podajnikiem paliwa, co nie skutkuje koniecznością częstego dokładania paliwa do kotła. Kotły na drewno kawałkowe lub brykiety mogą występować w takich rodzajach, jak:

- kotły zgórnym spalaniem (najprostsze i najtańsze);
- kotły z dolnym spalaniem (bardziej efektywne niż kotły zgórnym spalaniem);

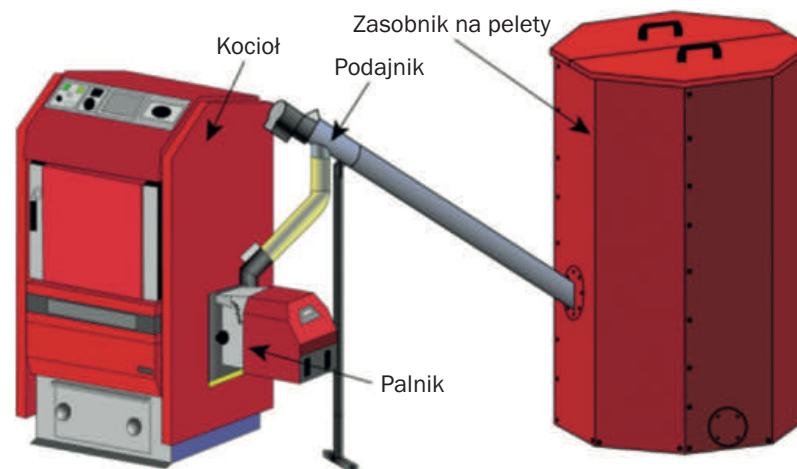
- kotły zgazowujące (najbardziej wydajne, w których wytwarzany jest gaz drzewny, następnie spalany w dyszy).

Najczęściej stosowanym bezpośrednim źródłem ciepła są kotły. Następuje w nich spalanie paliwa, w wyniku którego wytwarzane jest ciepło. Przekazywanej jest ono poprzez ścianki do nośnika ciepła, najczęściej wody.

Kotły można sklasyfikować, przyjmując za kryterium:

- rodzaj paliwa:
  - opalane gazem ziemnym,
  - opalane olejem opałowym,
  - opalane paliwem stałym,
  - zasilane elektrycznie;
- ciśnienie robocze:
  - niskoprężne (nadciśnienie mniejsze niż 0,1 MPa, temperatura mniejsza niż 120 °C),
  - wysokoprężne (nadciśnienie wyższe niż 0,1 MPa, temperatura wyższa niż 120 °C);
- materiały zastosowane do budowy:
  - stalowe,
  - żeliwne,
  - ze stali stopowych;
- sposób spalania paliwa:
  - ze spalaniem górnym,
  - ze spalaniem dolnym;
- sposób doprowadzenia powietrza do spalania:
  - atmosferyczne,
  - wentylatorowe;
- wydajność:
  - o wydajności małej (do około 50 kW),
  - o wydajności średniej (do 50-500 kW),
  - o wydajności dużej (powyżej 500 kW);
- nośnik ciepła:
  - wodne,

- parowe;
  - funkcje:
    - jednofunkcyjne (do zasilania instalacji c.o.),
    - dwufunkcyjne (do zasilania instalacji c.o. i przygotowania c.w.u.);
  - konstrukcje komory spalania:
    - z otwartą komorą spalania,
    - z zamkniętą komorą spalania;
  - sposób działania:
    - tradycyjny,
    - kondensacyjny (dodatkowo odzyskiwane jest ciepło skraplania pary wodnej zawartej w spalinach);
  - usytuowanie:
    - wiszące,
    - stojące.
- Na poniższym schemacie zaprezentowano kocioł z podajnikiem i zasobnikiem na pelety (Rys. 10).

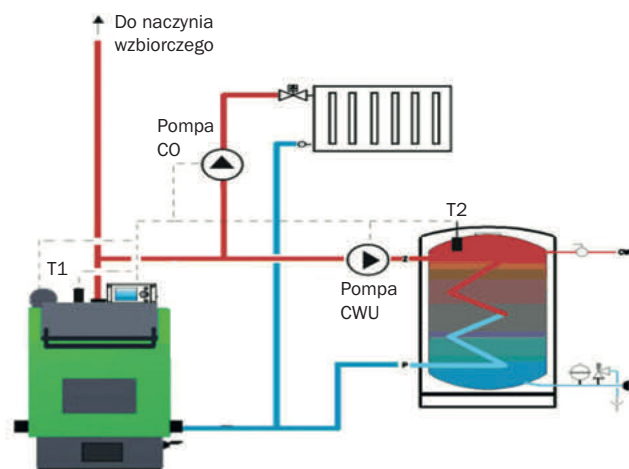


**Rys. 10.** Kocioł z podajnikiem i zasobnikiem na pelety

Źródło: [3]

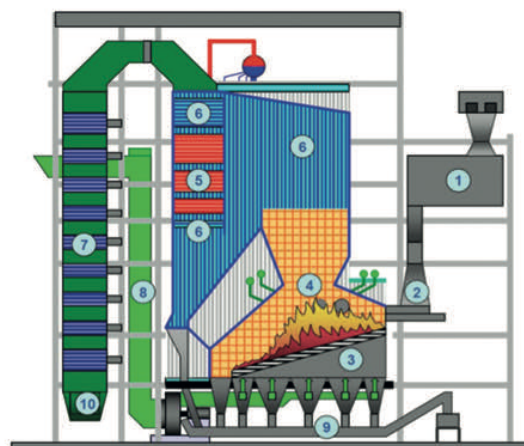
Domowe kotły grzewcze mogą funkcjonować w instalacjach centralnego ogrzewania (c.o.) oraz w instalacjach ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), co obrazuje poniższy schemat (Rys. 11).

Duże kotły energetyczne służą do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Schemat takiego kotła obrazuje poniższy schemat (Rys. 12).



Rys. 11. Instalacja kotłowa

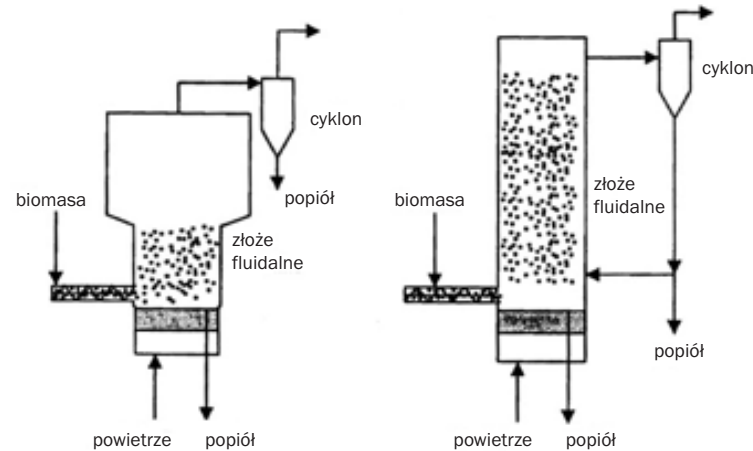
Źródło: [4]



Rys. 12. Schemat rusztowego kotła energetycznego<sup>2</sup>

Źródło: [5]

<sup>2</sup> Oznaczenia do Rys. 12: 1 – zbiornik pośredni paliwa; 2 – podajnik paliwa; 3 – ruszt; 4 – komora spalania; 5 – przegrzewacz pary; 6 – parownik; 7 – podgrzewacz wody; 8 – powietrze do spalania; 9 – odżulacz; 10 – wylot spalin.



Rys. 13. Schemat kotłów fluidalnych BFB i CFB

Źródło: [5]

### Kotły fluidalne

Fluidyzacja jest procesem powstawania dynamicznej zawiesiny, tzw. złoża fluidalnego, czyli drobnych cząsteczek ciała stałego w strumieniu gazu lub cieczy poruszających się z dołu do góry. Zawiesina fluidalna powstaje, gdy prędkość porywania cząstek ciała stałego przez gaz jest równa prędkości ich opadania pod wpływem grawitacji. Cząstki w fazie fluidalnej są w stałym ruchu – przemieszczają się stale po całej objętości naczynia. Sprawia to wrażenie analogiczne do zachowania wrzącej cieczy. Fluidyzacja intensyfikuje procesy fizyczne i chemiczne. Zjawisko fluidyzacji wykorzystuje się do prowadzenia procesów technologicznych wymagających dużej powierzchni międzyfazowej i szybkiej wymiany ciepła.

Spalanie w kotłach fluidalnych przebiega w temperaturze 750-950 °C (niższej niż w kotłach pyłowych). Współczynnik przenikania ciepła od warstwy fluidalnej do powierzchni w niej zamkniętej wynosi 280-570 W/(m<sup>2</sup>·K). Poniżej temperatury 750 °C pogarszają się warunki utleniania węgla i powstaje CO. Powyżej 950 °C następuje spiekanie i mięknięcie popiołu, czyli złożo traci sytki charakter i drobnoziarnistą strukturę. Dla utrzymania odpowiedniego zakresu temperatur, należy odpowiednio regulować strumień wytwarzającego i odbieranego w złożu ciepła. Zaletą kotłów fluidalnych jest łatwe odsiarczanie i odazotowanie spalin. Zmniejszenie powstawania NO<sub>x</sub> możliwe jest dzięki niskiej temperaturze spalania. Odsiarczanie można realizować tzw. metodą suchą, czyli po-

przez dodatek sorbentu (np. kamienia wapiennego) do materiału warstwy, który wiąże siarkę, nie dopuszczając do jej utlenienia do  $\text{SO}_2$ .

Kotły fluidalne, co obrazuje poniższy schemat (Rys. 13), generalnie dzielą się na:

- kotły z cyrkulacyjną warstwą fluidalną – CFB (ang.) – circulatingfluidizedbed,
- kotły z pęcherzową warstwą fluidalną – BFB (ang.) – bubblingfluidizedbed.

Pojawia się zatem pytanie: Jak dobrać moc kotła w gospodarstwie domowym?

Orientacyjną moc kotła najprościej można dobrać na podstawie wskaźnika odnoszącego się do kubatury ogrzewanych pomieszczeń. Wartość tego wskaźnika zależy od stopnia izolacji termicznej budynku. W przypadku bardzo dobrej izolacji termicznej zakłada się moc  $40 \text{ W/m}^3$ , zaś w przypadku budynków pozbawionych izolacji termicznej przyjmuje się współczynnik  $60 \text{ W/m}^3$ .

Moc kotła = Powierzchnia [ $\text{m}^2$ ] \* Wysokość pomieszczeń [m] \* (40-60) [W]

#### I Przykład

Kamienica bez izolacji termicznej. Powierzchnia  $300 \text{ m}^2$ . Wysokość pomieszczeń  $3 \text{ m}$ .

Moc kotła =  $300 \text{ m}^2 * 3 \text{ m} * 60 \text{ W} = 54000 \text{ W}$ , czyli  $54 \text{ kW}$ .

#### II Przykład

Nowy dom o bardzo dobrej izolacji termicznej.

Powierzchnia  $150 \text{ m}^2$ . Wysokość pomieszczeń  $2,5 \text{ m}$ .

Moc kotła =  $150 \text{ m}^2 * 2,5 \text{ m} * 40 \text{ W} = 15000 \text{ W}$ , czyli  $15 \text{ kW}$ .

#### Kominki

W kontekście wcześniejszych obliczeń, pojawia się kolejne pytanie: Na co należy zwracać uwagę wybierając wkład kominkowy? Należy uwzględnić w tym wypadku kilka kryteriów, takich jak:

- Moc nominalna w kilowatach (kW) – czyli średnia moc uzyskiwana w czasie 1. godziny pełnej eksploatacji paleniska w warunkach laboratoryjnych<sup>3</sup>.
- Sprawność grzewcza – w przypadku nowoczesnych kominków wynosi od 50. do 80.%.  
• Wielkość paleniska – zazwyczaj oferowane są wkłady z paleniskiem o szerokości od 60. cm do nawet 100. cm.
- Kształt frontu wkładu kominkowego – decyduje o wyglądzie całego kominka, może być np. zaokrąglony lub płaski, prosty w formie lub stylizowany.
- Ilość i rodzaj przeszklonych ścianek – decyduje o wyglądzie kominka oraz cenie wkładu.
- Rodzaj wykończenia frontu – ma znaczenie estetyczne, np. mosiężna, chromoniklowana, z brązu, wykończona farbą żaroodporną.
- Sposób otwierania drzwiczek – najczęściej

<sup>3</sup> Przy doborze mocy wkładu pod uwagę brana jest powierzchnia pomieszczeń do dogrzania, a także izolacja budynku. W przybliżeniu  $1 \text{ kW}$  mocy kominka ogrzewa ok.  $10 \text{ m}^2$  powierzchni. Jest to jednak wskaźnik orientacyjny, bowiem w zależności od typu budynku, występuje inne zapotrzebowanie energetyczne dla osiągnięcia komfortu cieplnego pomieszczeń, za który uznaje się temperaturę  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

na bok, rzadziej do góry. Oferowane są też modele z drzwiami chowanymi za paleniskiem.

- Sposób wybierania popiołu – szuflada, bezpośrednie wybieranie z dolnej płyty paleniska, system odprowadzania popiołu do pomieszczenia poniżej, np. z piwnicy.
- Regulacja procesu spalania – przez otwieranie i zamykanie szybra (ruchomej kłapy umieszczonej na wylocie spalin) lub za pomocą przepustnic przesłaniających otwory w przedniej części korpusu lub przepustnicy zintegrowanej z kanałem powietrza doprowadzonego z zewnątrz.
- Możliwość podłączenia do systemu dystrykcji gorącego powietrza (DGP) w przypadku wkładów powietrznych.

## WSPÓŁSPALANIE BIOMASY W KOTŁACH ENERGETYCZNYCH

W dużych kotłach energetycznych przeprowadza się współspalanie biomasy z węglem. Warunkiem ekonomicznej oraz technicznej poprawności współspalania, jest zachowanie optymalnego udziału biomasy w mieszance paliwowej oraz jej odpowiednia jakość. Efektywne współspalanie przygotowanej mieszanki, może być przeprowadzane w istniejących kotłach fluidalnych, jak i pyłowych.

Optymalnymi, w kontekście przystosowania do współspalania, są kotły fluidalne. Umożliwiają one, według zaleceń producentów, współspalanie na ogół do 15.% udziału energetycznego biomasy z paliwami podstawowymi, bez konieczności modyfikacji układu paleniskowego

kotła. W tym przypadku występuje jedynie konieczność dobudowania zbiorników magazynowania oraz linii podawania paliwa do kotła. Przy udziale 7.% paliw odnawialnych, nawet w największych jednostkach energetycznych, istnieje możliwość realizacji niskoinwestycyjnych technologii, które nie obejmują układów nawęglania, a jedynie modyfikują sposób gospodarki paliwami.

Wyróżnia się trzy technologie współspalania biomasy:

- technologię bezpośredniego współspalania,
- technologię pośredniego współspalania,
- technologię współspalania w układzie równoległym.

W technologii bezpośredniego współspalania, biomasa doprowadzana jest do komory spalania wspólnie lub oddzielnie z węglem. Mieszanie biomasy z węglem może mieć miejsce na składowisku (w tym przypadku mieszanka transportowana jest do instalacji młynowych) lub wewnątrz komory spalania (obydwa paliwa przygotowywane są wcześniej w specjalnie dla nich przewidzianych instalacjach mielenia i rozdrabniania). Technologia bezpośredniego współspalania biomasy jest powszechna w polskiej energetyce. Przyjmuje się, że przy 90.% udziale węgla i 10.% udziale biomasy otrzymuje się w tej technologii 97% energii „czarnej” i 3% energii „zielonej”.

W przypadku technologii pośredniego współspalania, biomasa drzewna poddawana jest wstępnemu spalaniu lub zgazowaniu, a zawarta w gazie energia wykorzystywana jest w odpowiednio przystosowanym kotle węglowym. W przypadku spalania biomasy w przedpale-

nisku, gazem doprowadzanym do kotła, jest gaz spalinowy o wysokiej entalpii fizycznej. Z kolei w przypadku zastosowania zgazowania, gazem doprowadzonym jest gaz syntezowy, który zostaje spalony wraz z węglem w komorze paleniskowej.

Natomiast w technologii współspalania w układzie równoległym – węgiel oraz biomasa spalane są w osobnych komorach z zachowaniem indywidualnych wymogów. Układy pracować mogą na jeden kolektor parowy (układ hybrydowy).

Współspalanie biomasy stwarza jednak liczne problemy. W procesie regulacyjnym, bardzo duże znaczenie ma dynamika pracy kotła. W przypadku współspalania biomasy pojawiają się dodatkowe problemy związane na przykład z:

- koniecznością dostarczenia większej objętości paliwa,
- zwiększeniem oporów zespołu młynowego,
- ryzykiem samozapłonu paliwa,
- koniecznością zwiększenia energii przeznaczanej na wysuszenie paliwa,
- rozkładem granulacji pyłu mieszanki węgla i biomasy,
- wahaniami wydajności kotła w przypadku niedostatecznego wymieszania biomasy,
- zwiększonym zaszlakowaniem kotła.

Konieczność dostarczenia większej objętości paliwa, wynika z dużo mniejszej gęstości nasypowej biomasy w stosunku do gęstości nasypowej węgla oraz znacznej dysproporcji pomiędzy wartościami opałowymi obydwu składników, co wymusza pracę podajników o większej wydajności.

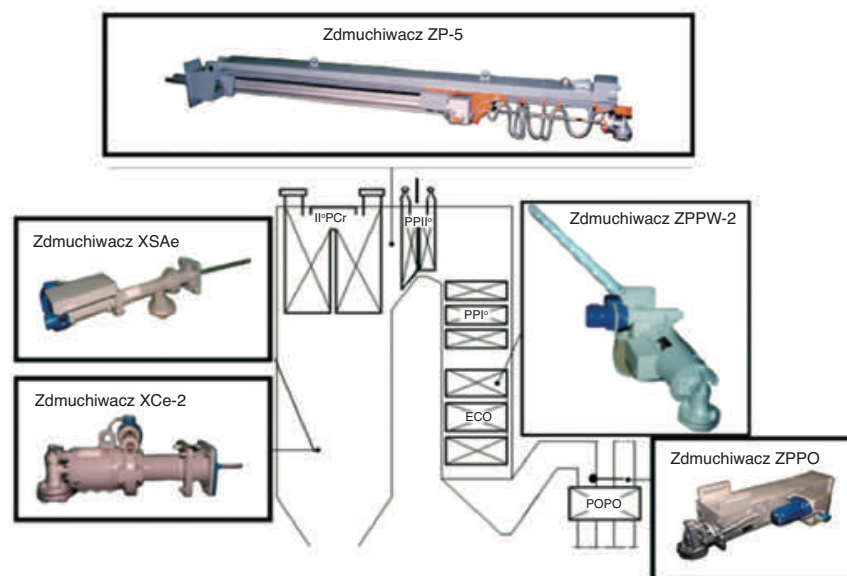
Zwiększenie oporów zespołu młynowego, związane jest z większym wypełnieniem komory mielenia i skutkuje zwiększeniem czasu opóźnienia zespołu młynowego na zmianę strumienia paliwa doprowadzanego do młyna.

Ryzyko samozapłonu paliwa (w zasobnikach węglowych lub w młynach), związane jest z występowaniem w biomase dużej ilości części lotnych, a konieczność zwiększenia energii przeznaczanej na wysuszenie paliwa, wynika z dużej wilgotności biomasy.

Rozkład granulacji pyłu mieszanki węgla i biomasy, rzutuje na proces spalania w komorze paleniskowej kotła. Ponadto, w przypadku niedostatecznego wymieszania biomasy, mogą występować wahania wydajności kotła. Natomiast zwiększone zaszlakowanie kotła, może skutkować gorszym doprowadzeniem ciepła do powierzchni ogrzewalnych kotła.

W przypadku współspalania biomasy należy więc wprowadzać pewne „środki zaradcze”, które wyeliminują powyższe niebezpieczeństwa. Dotyczą one m.in. ingerencji w układy automatycznej regulacji bloku energetycznego (zmiana wartości nastaw regulatorów, wykorzystanie techniki fuzji logicznej, wprowadzanie dodatkowych układów sygnalizacji i zabezpieczeń, rozbudowa opomiarowania układów itp.). Przykładem urządzeń nieodzownych do poprawnego prowadzenia kotła współpalającego biomasę są produkowane w Oddziale Techniki Ciepłej Instytutu Energetyki, zdmuchiawce parowe, czyli urządzenia służące do czyszczenia zaszlakowanych powierzchni ogrzewalnych kotła (Rys. 14).





Rys. 14. Zdmuchiwacze parowe popiołu w kotłach energetycznych

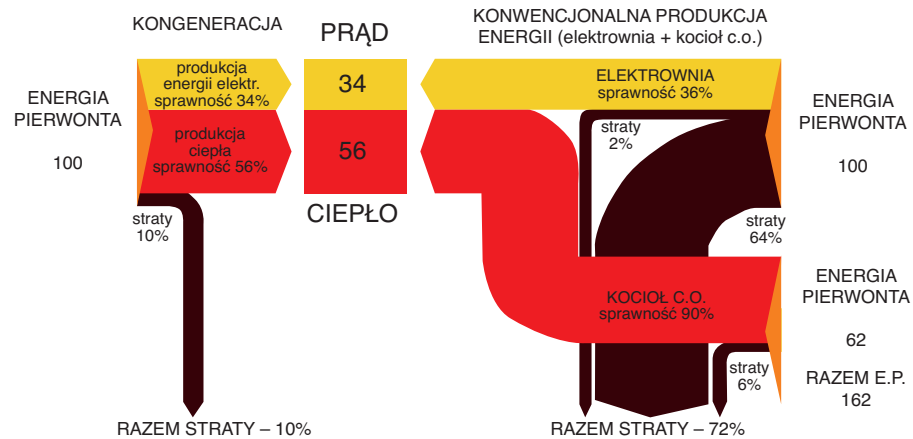
Źródło: [6]

## KOGENERACJA

Kogeneracja, a także skojarzona gospodarka energetyczna lub CHP – Combined Heat and Power, jest procesem technologicznym jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i użytkowej energii cieplnej w elektrociepłowni. Ze względu na mniejsze zużycie paliwa, zastosowanie kogeneracji owocuje dużymi oszczędnościami ekonomicznymi i jest korzystne pod względem ekologicznym – w porównaniu z odrębnym wytwarzaniem ciepła w klasycznej ciepłowni i energii elektrycznej w elektrowni kondensacyjnej.

Mikrokogeneracja (ang. micro-cogeneration), microCHP (ang. Micro Combined Heat and Power) – stanowi odmianę kogeneracji, polegającą na skojarzonej produkcji energii cieplnej i elektrycznej przy wykorzystaniu urządzeń małych i średnich mocy.

W systemie microCHP energia pierwotna w postaci gazu ziemnego i płynnego, oleju napędowego, biomasy i innych, jest przetwarzana na energię elektryczną i ciepłą. Sprawność całkowita układu wynosi około 90%. Energia elektryczna wytwarzana jest w generatorze napę-



Rys. 15. Rozkład energii dla układu kogeneracyjnego i konwencjonalnego

Źródło: [7]

dzanym silnikiem cieplnym, którego sprawność zawiera się w przedziale 10.-40%. Ciepło uzyskiwane w efekcie spalania paliw jest odzyskiwane w systemie wymienników ciepła i stanowi 50-80% energii pierwotnej. Rozpływ energii i strat dla układu kogeneracyjnego oraz dla rozdzielonego wytwarzania energii elektrycznej (w elektrowni) i ciepłej (w ciepłowni), zobrazowano poniżej (Rys. 15).

W agregacie kogeneracyjnym ze 100. jednostek energii pierwotnej wytworzone zostaną 34 jednostki energii elektrycznej i 56 jednostek ciepła. Straty stanowią jedynie 10%. W układzie tradycyjnym do wyprodukowania 34 jednostek energii elektrycznej niezbędnych jest 100 jednostek energii pierwotnej, a do wyprodukowa-

nia 56. jednostek ciepła potrzeba 62. jednostki energii pierwotnej. Na straty przypada 72%, co w skutkuje zużyciem 162. jednostek energii pierwotnej do wyprodukowania takiej samej ilości prądu i ciepła.

Podstawowymi urządzeniami układów kogeneracyjnych w małej energetyce rozproszonej są silniki spalinowe. Agregaty prądotwórcze na bazie silników spalinowych nadbudowane węzłem cieplowniczym stanowią trzon układów kogeneracyjnych skojarzonych z układami do produkcji paliw z biomasy – biogazowniami i biorafineriami. Wyposażone w odpowiednie układy zasilania i automatykę zapłonu, mogą spalać paliwa gazowe jak i ciekłe, a także paliwa mniej kaloryczne, takie jak biogaz z biogazowni fer-

mentacyjnej, gaz syntezowy otrzymywany w wyniku zgazowania pirolitycznego, ciekłe produkty fermentacji alkoholowej i pirolizy, produkty palne z procesu estryfikacji tłuszczów zwierzęcych, itp. Silniki spalinowe przeważnie pracują w zakresie mocy od kilkunastu kWe do kilku MWe.

## PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono zagadnienia związane z przetwarzaniem biomasy na potrzeby jej energetycznego wykorzystania. Podane informacje mają charakter przeglądowy i służą przekazaniu podstawowej wiedzy związanej z bio-

masą i jej energetycznym wykorzystaniem. W związku z uwarunkowaniami gospodarczymi i środowiskowymi rola biomasy w procesie wytwarzania energii wzrasta i należy spodziewać się rozwoju różnego rodzaju technologii związanych z jej produkcją i przetwarzaniem. Dotyczy to zarówno wprowadzania nowych upraw roślin energetycznych, powstawania innowacyjnych linii produkcyjnych peletów i brykietów jak również nowych instalacji, w których biomasa jest spalana. Wszystkie te działania w sposób istotny mogą przyczynić się do poprawy efektywności energetycznej, co z kolei jest priorytetowym zadaniem Unii Europejskiej na najbliższe lata.

## BIBLIOGRAFIA

1. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 687/2008 z dnia 18 lipca 2008 r.
2. Dz. Urz. UE L 192 z 19.07.2008, s. 20.
3. [www.zielonaenergia.eco.pl](http://www.zielonaenergia.eco.pl).
4. [www.moderator.com.pl](http://www.moderator.com.pl).
5. Golec T., Technologie i urządzenia do energetycznego wykorzystania biomasy, [www.pl4ua.net](http://www.pl4ua.net).
6. Materiały informacyjne Oddziału Techniki Ciepłej IEn, [www.itc.edu.pl](http://www.itc.edu.pl) oraz Instytutu Energetyki, [www.iem.com.pl](http://www.iem.com.pl).
7. [www.kogeneracja.net](http://www.kogeneracja.net).
8. <http://www.eko-polska.pl/>.
9. Michalski Ł., Koszt budowy i eksploatacji elektrowni i elektrociepłowni wykorzystujących biomase, [www.ekoenergia.pl](http://www.ekoenergia.pl).
10. <http://www.ekomiko.pl>.
11. Mokrzycki E., Ney R., Siemek J., Światowe zasoby surowców energetycznych – wnioski dla Polski, „Rynek Energii”, nr 6/2008.
12. <http://www.cire.pl/>.
13. Soliński J. Światowe rezerwy surowców energetycznych, „Energetyka”, luty 2008.
14. <http://www.iea.org/>.
15. Energy Policies of IEA Countries: POLAND, 2011 Review-OECD/IEA, 2011.
16. <http://www.wikipedia.org/>.
17. Lamch M., O czym pamiętać mieszając węgiel z biomasą, „Energetyka Ciepła i Zawodowa”, nr 7,8/2009.
18. <http://www.biomasa.org/>.
19. Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystywania biomasy, P. Bocian, T. Golec, J. Rakowski (red.) wyd. Instytut Energetyki, Warszawa 2010.
20. <http://www.baza-oze.pl/>.
21. Karczewski J., Optymalizacja układów regulacji mocy i ciśnienia pary świeżej bloków energetycznych współspalających biomasę, „Turbomachiny nr 138/2010.





**ROZDZIAŁ 5**

**INNOWACYJNA TECHNOLOGIA  
TURBIN NISKOSPADOWYCH  
I ROZWIĄZANIA PRZYJAZNE  
ŚRODOWISKU  
W HYDROENERGETYCE  
WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO**

---

MGR JOANNA LIK  
KATEDRA EKOLOGII I ZOOLOGII KRĘGOWCÓW  
UNIwersytetu ŁÓDZKIEGO

DR ELIZA SZCZERKOWSKA-MAJCHRZAK  
KATEDRA EKOLOGII I ZOOLOGII KRĘGOWCÓW  
UNIwersytetu ŁÓDZKIEGO

---



## WSTĘP

Przedstawiona w Regionalnej Strategii Innowacji dla województwa łódzkiego „LORIS 2030” diagnoza województwa łódzkiego pod kątem specjalizacji regionalnych, jako jeden z sześciu obszarów aktywności wykazała sektor energetyki z uwzględnieniem energii odnawialnych. Dynamiczny rozwój regionu, jaki dokonał się na przestrzeni ostatnich lat oraz zwiększający się poziom urbanizacji i poprawa stanu gospodarki sprawiły, że konieczne staje się zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego dla województwa łódzkiego.

Potencjał elektroenergetyczny regionu stanowi jego wyróżniającą i silną stronę. W 2011 roku województwo znalazło się na drugim miejscu w Polsce zarówno pod względem mocy zainstalowanej jak i produkcji energii elektrycznej (33 006,2GWh) [1]. Sektor szeroko rozumianej energetyki dostarcza ogromnych wpływów do budżetu województwa, stwarzając jednocześnie najwięcej miejsc pracy w regionie. W zakresie Odnawialnych Źródeł Energii region dysponuje znacznym potencjałem biomasy, wód geotermalnych i wiatru. W najbliższych latach rysuje się perspektywa finansowania (2014-2020) sprzyjająca rozwojowi województwa w dziedzinie energetyki, poparta strategicznymi dokumentami: „Europa 2020”, „Pakiet klimatyczny”, „Polityka 3x20”, „Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej”, „Horizon 2020”, czy „Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku” [2].

Strategia rozwoju Województwa Łódzkiego zakłada prowadzenie skoncentrowanych działań w sferze funkcjonalno-przestrzennej, między in-

nymi w zakresie ochrony środowiska. Dotyczy to również niwelowania negatywnych skutków działalności energetycznej związanej z wytwarzaniem, przesyłaniem i dystrybucją energii i paliw. W przypadku hydroenergetyki, kluczowego znaczenia nabiera rozwój zrównoważony, zakładający efektywne wykorzystanie zasobów z uwzględnieniem rozwiązań przyjaznych środowisku. Powinien on zatem obejmować zarządzanie trzema rodzajami kapitału: ekonomicznym, ludzkim i przyrodniczym. Inteligentny rozwój regionu zakłada promowanie gospodarki opartej na wiedzy, możliwy jedynie dzięki współpracy z jednostkami naukowymi i promujący i wdrażający innowacyjne rozwiązania.

## MOŻLIWOŚCI INWESTYCYJNE W SEKTORZE ENERGETYKI WODNEJ

W 2013 roku nastąpił spadek zainteresowania dzierżawą jazów na rzekach. Spowodowała to nowelizacja prawa energetycznego z 26 lipca 2013, zawierająca zasadę sprzedaży nadwyżek energii produkowanej w instalacjach prosumenckich po cenie 80.% średniej hurtowej ceny energii z roku wcześniejszego (co roku podawana przez Urząd Regulacji Energetyki). Według ekspertów rynku OZE, tak niska cena odsprzedaży, spowodowała zanik zainteresowania inwestorów ze względu na nieakceptowalnie długi okres zwrotu z inwestycji w mikroinstalacje (OZE o mocy zainstalowanej do 40 kW). Ministerstwo Gospodarki podkreśla natomiast, że omawiana zmiana skłoni prosumenatów do produkcji energii na własne potrzeby.

Inwestorzy czekają więc na podniesienie ceny energii z mikroinstalacji do poziomu 100.% ceny rynkowej. Niestety, projekt Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii (wersja 4.1 z dnia 31 grudnia 2013 roku) nie sprzyja inwestującym w małe elektrownie wodne, szczególnie w te o najmniejszych mocach. Optylizmem napawa możliwość dotowania inwestycji w domowe źródła OZE z programu PROSUMENT, przygotowanego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

### SYTUACJA ENERGETYCZNA W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM

Sektor elektroenergetyki w Polsce, z racji posiadania znacznych pokładów węgla, opiera się przede wszystkim jego złożach. Rozkład regionalny produkcji energii elektrycznej w Polsce zdeterminowany jest przez lokalizacje wielkich elektrowni systemowych, opalanych węglem kamiennym lub brunatnym. Ponad 50% produkowanej obecnie w kraju energii elektrycznej wytwarzane jest w trzech regionach – śląskim, łódzkim i mazowieckim [3].

Struktura wytwarzanej energii elektrycznej w skali kraju przedstawia się następująco [4]:

- węgiel kamienny – 50,6%,
- węgiel brunatny – 33,5%,
- energia odnawialna (biomasa, biogaz, woda, wiatr) – 10,4%,
- gaz ziemny – 3,3%,
- pozostałe paliwa – 2%.

Podobną sytuację można zaobserwować również na terenie województwa łódzkiego, które za pośrednictwem Elektrowni Bełchatów jest

czołowym producentem energii elektrycznej z węgla brunatnego (jego zasoby szacuje się na 2,4 mld ton). Ostatnia modernizacja obiektu zakończyła uruchomieniem nowego bloku energetycznego o mocy 858 MW [1].

W zakresie OZE, największy potencjał regionu zawiera się przede wszystkim w wodach geotermalnych i biomasie [5]. Przez obszar województwa przebiega pas wód geotermalnych, których wykorzystanie na poziomie jedynie 0,5% może zaspokoić wszystkie potrzeby energetyczne województwa [6]. Obszary w okolicach Zduńskiej Woli, Łęczycy i Uniejowa stanowią perspektywiczną strefę regionu – występują tam wody o temperaturze 85-100 °C. Natomiast w rejonie Sieradza i Piotrkowa Trybunalskiego wyodrębniono wody geotermalne o temperaturze 20-50 °C. Na terenie województwa łódzkiego od 2001 roku funkcjonuje ciepłownia w Uniejowie, a także termy stanowiące ośrodek rekreacyjny [3].

Produkcja energii z biomasy, to również kierunek priorytetowy dla województwa, rolniczy charakter obszaru stwarza duże możliwości produkcji biomasy roślinnej. Największe predyspozycje do uprawy roślin energetycznych występują w powiatach: sieradzkim, radomszczańskim, tomaszowskim, opoczyńskim, piotrkowskim i wieluńskim [7].

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki na terenie województwa moc instalacji spalających lub współspalających biopaliwa stałe wynosi 48 MW [8]. Przykładem nowych inwestycji są prace przedsiębiorstwa energetycznego Dalkia Łódź SA, które w celu zwiększenia udziału biomasy w bilansie energetycznym, rozpoczęło w 2010 roku w elektrociepłowniach w Łodzi

(EC 4) i równolegle w Poznaniu (EC Karolin), prace konwersji 2. kotłów węglowych na kotły dedykowane w 100% do spalania biomasy. Inicjatywa ta stanowi największy projekt spalania biomasy w Grupie Dalkia, a zarazem pierwszą tak dużą modernizację elektrociepłowni w Polsce. Nakłady inwestycyjne szacuje się na około 70 milionów euro. Projekt pozwoli na uniknięcie emisji 460 000 ton CO<sub>2</sub> rocznie [9].

Pośród instalacji wytwarzających energię z Odnawialnych Źródeł Energii na terenie województwa łódzkiego przeważają turbiny wiatrowe. Według mapy wietrzności Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, region ten mieści się w drugiej strefie, o dobrych warunkach dla instalacji turbin wiatrowych. Roczna prędkość wiatru na terenie województwa zawiera się w przedziałach: od 5 do 6 m/s (na wysokości 50 m nad poziomem gruntu) oraz od 5 do 7 m/s (na wysokości 100 m). Ponieważ wartość wymagana dla energetyki wiatrowej wynosi 4 m/s, można przyjąć warunki panujące na terenie województwa za korzystne [10]. Elektrownie wiatrowe zlokalizowane są w większości w środkowej oraz północnej części obszaru, 178 turbin o łącznej mocy ponad 300 MW [8]. Największym dostawcą energii jest elektrownia wiatrowa o mocy 30 MW na Górze Kamieńsk [10]. Planowane jest znaczne zwiększenie wykorzystania potencjału siły wiatru poprzez budowę nowych farm wiatrowych w kilkunastu gminach, co planuje energetykę wiatrową na pierwszym miejscu najbardziej rozwijających się energii odnawialnych [7].

Insolacja w regionie sprzyja konwersji energii promieniowania słonecznego. Okres nasłonecz-

nienia wynosi około 1.946. godzin rocznie, przewyższając średnią wartość krajową (od 1.450 do 1.600 godzin rocznie). W Poddębicach znajduje się największa w Polsce instalacja kolektorów słonecznych [11].

Mniejsze znaczenie ma natomiast biogaz. Szacunkowa moc biogazowni to 10,5 MW. Obiekty te wytwarzają energię z biogazu składowiskowego, rolniczego lub pochodzącego z oczyszczalni ścieków [8].

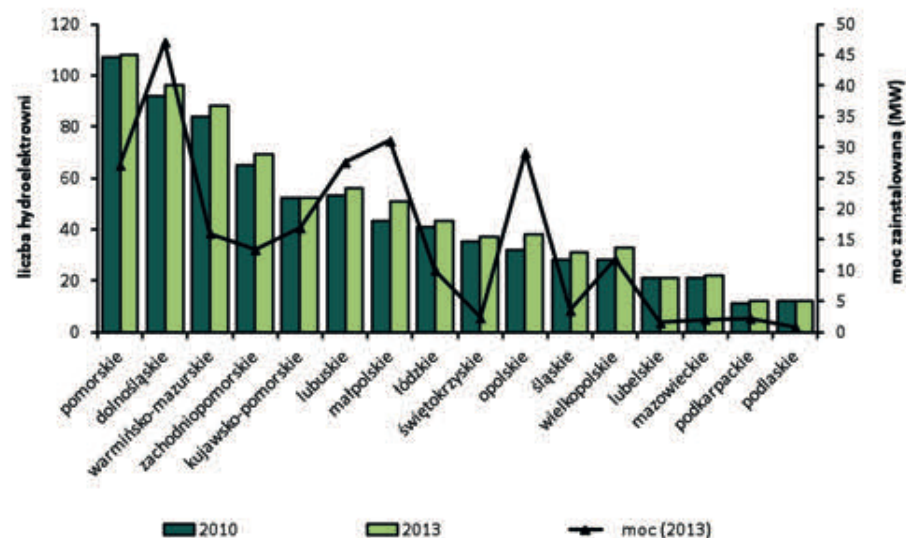
## MAŁA HYDROENERGETYKA REGIONU NA TLE KRAJU

W Polsce powstaje coraz więcej hydroelektrowni zlokalizowanych na małych rzekach. Najczęściej są to obiekty o mocy nieprzekraczającej 5 MW zaliczane do Małych Elektrowni Wodnych (MEW). Jest to zgodne z założeniami, że w hydroenergetyce kontynuowana będzie dotychczasowa polityka państwa, promująca głównie rozwój elektrowni wodnych o mocach mniejszych niż 10 MW [3]. Na przestrzeni ostatnich trzech lat (w okresie 2010-2013) odnotowano 44 nowe hydroelektrownie. W chwili obecnej, funkcjonuje 769 instalacji o łącznej mocy 970 MW [8].

Najwięcej obiektów (108) zlokalizowanych jest na terenie województwa pomorskiego, a największe moce posiadają dolnośląskie (47 MW; 96 instalacji), małopolskie (31 MW; 51 instalacji) i opolskie (29 MW; 38 instalacji), (Rys. 1).

W rankingu województw pod względem ilości MEW region łódzki zajmuje 8. miejsce, niestety w dziedzinie mocy zainstalowanej spada na lokatę 10. [8]. Elektrownie wodne rozmieszczone





Rys. 1. Liczba i moc hydroelektrowni w poszczególnych województwach

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych URE

na rzekach województwa łódzkiego, są obiektami o małej mocy jednostkowej – dwie największe związane są ze zbiornikami zaporowymi, Jeziorsko na Warcie (4 MW) oraz Sulejów na Pilicy (3,4 MW). Moc pozostałych 41 obiektów nie przekracza 0,3 MW [12].

Z uwagi na to, że podobnie jak w przypadku geotermii, projekty energetyki wodnej mają charakter punktowy, ich indywidualny i realny potencjał rynkowy wynika nie tyle z uogólnionych ocen zasobów, ile z lokalnych uwarunkowań.

Największy wzrost liczby MEW stwierdzono w województwach małopolskim (8) opolskim (6) oraz wielkopolskim (5). Realizacja potencjału

hydroenergetycznego postępuje także w dolnośląskim, warmińsko-mazurskim oraz zachodniopomorskim (przybyły po 4 MEW). Stagnację w tej dziedzinie można obserwować w kujawsko-pomorskim, lubelskim i podlaskim [8].

W Łódzkiem, podobnie jak w Świętokrzyskiem zrealizowano dwie inwestycje w dziedzinie hydroenergetyki (Rys. 2). Obecnie w regionie funkcjonują już 43 instalacje przetwarzające siłę płynącej wody. Z uwagi na warunki niesprzyjające generowaniu energii wodnej, głównie małe spadki terenu i niskie wartości przepływu rzek, hydroelektrownie rozmieszczone są nierównomiernie w zlewniach trzech głównych rzek województwa.

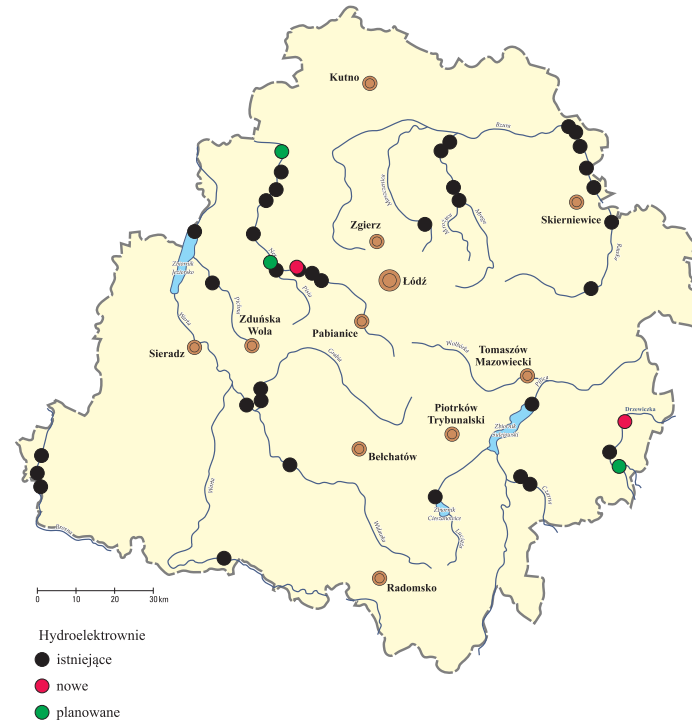
W Zlewni Warty, hydroelektrownie mieszczą się na rzekach, gdzie następuje sztuczne zwiększenie przepływu. Bezpośrednio na Warcie znajdują się dwie elektrownie, w gminie Działoszyn (MEW Działoszyn), oraz na tamie zbiornika – EW Jeziorsko (gmina Pęczniew). W granicach zbiornika do Warty uchodzi jej prawobrzeżny dopływ, rzeka Pichna na której zlokalizowano MEW Skęczno (gmina Zadzim), (Rys. 2) [12].

Najwięcej instalacji (10) znajduje się na jazach Neru w gminach: Lutomiersk (Charbice Dolne 45 kW, Charbice Górne 45 kW, Zygmuntów 66 kW, Puczniew 110 kW), Zadzim (2 hydroelektrownie o mocach 10 kW i 29 kW w Małyniu), Poddębice (Bałdrzychów 40 kW) i Wartkowie (Wilkowice 60 kW, Wólka 90 kW i Kolonia Borek 44 kW), (Rys. 2). Dwoma głównymi powodami stanowiącymi o atrakcyjności Neru dla inwestorów w dziedzinie hydroenergetyki są:

- dostępność zabudowy hydrotechnicznej rzeki (duża ilość jazów sprzyjających lokalizacji),
- specyficzny reżim hydrologiczny wynikający z wykorzystania rzeki jako odbiornika oczyszczonych ścieków z łódzkiej Grupowej Oczyszczalni Ścieków.

Przepływy w Widawce także zwiększane są o rzuty wód odwadniających odkrywką KWB Bełchatów, dwie MEW mieszczą się w gminach Szczerców (Szczerców 55 kW) oraz Sędziejowice (Podgórze 165 kW).

Na Grabi, która w przeszłości obfitowała ilością młynów wodnych obecnie pracują dwie hydroelektrownie: Brzeski i Nowe Kozuby w gminie Sędziejowice. Natomiast na Prośnie w gminie Wieruszów funkcjonują trzy instalacje – Kowalówka, Wieruszów oraz Mesznary [12].



**Rys. 2.** Rozmieszczenie hydroelektrowni na terenie województwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]

W zlewni Pilicy zlokalizowanych jest sześć hydroelektrowni. W gminie Aleksandrów na Czarnej Malenieckiej (Koneckiej) zlokalizowano 3 instalacje (dwie w miejscowości Dąbrowa nad Czarną, jedna w Siucicach). Na Drzewiczce znaj-

duże się MEW Opoczno (21 kW) oraz nowa instalacja w Gielzowie w gminie Drzewica (Rys. 2).

Stopień wodny w Gielzowie na młynówce rzeki Drzewiczki istniał od XIX wieku. Ze względu na mały spadek i silne zamulenie przestał on działać. W 2005 roku właściciele ziem przylegających do młyna podjęli działania w celu uruchomienia na jazie hydroelektrowni. Efektem jest otwarta w 2012 roku mała elektrownia wodna wykorzystująca pracę turbiny Francisa. Warto podkreślić, że turbina zainstalowana jest pionowo w klatce turbinowej i osiąga moc 30kW.

Dwa duże zbiorniki zaporowe w zlewni Pilicy także pełnią funkcję energetyczną (MEW Cieszanowice na Luciąży 45 kW oraz Smardzewice na Pilicy 3,4 MW).

Elektrownie wodne na terenie zlewni Bzury skoncentrowane są na dwóch rzekach, Rawce oraz Mrodze. Na Rawce energię wytwarza się w sześciu siłowniach:

- w gminie Bolimów (MEW Kęszyce, Sokołów, Bolimowska Wieś),
- w gminie Skierniewice (MEW Sierakowice, Strobów),
- w gminie Nowy Kawęczyn (MEW Suliszew).

Podkreślić należy naturalny charakter rzeki Rawki oraz jej bardzo duży spadek (jak na rzekę nizinną). Takie walory są niewątpliwie korzystne dla lokalizacji nowych instalacji. Koryto rzeki zostało jednak objęte ochroną, utworzono rezerwat przyrody Rawka [12]. Stanowi to przeszkodę dla dalszej eksploatacji niewątpliwego potencjału rzeki.

Zainteresowaniem dzierżawców cieszy się jaz na Rawce w miejscowości Joachimów. Podejmo-

wane były starania dotyczące zniesienia zakazu budowy hydroelektrowni w rezerwacie. Według ustawy o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 roku, Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, z uwagi na komercyjną działalność hydroenergetyczną, nastawioną na zysk – odmówiła cofnięcia zakazu.

Na Mrodze powstało pięć MEW: trzy w gminie Głowno (Mew Ziewanice oraz dwie instalacje w Głownie), a także Janinów i Psary w gminie Bielawy.

### DZIAŁANIA WOJEWÓDZKIEGO ZARZĄDU MELIORACJI I URZĄDZEŃ WODNYCH W ŁODZI NA RZECZ HYDROENERGETYKI

W celu zwiększenia znaczenia hydroenergetyki na rzekach regionu, Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi opublikował listę lokalizacji 345. budowli piętrzących o spiętrzeniu powyżej 1 metra, które planuje wydzielić na cele energetyczne. Na stronie internetowej WZMiUW regularnie ogłaszane są nowe przetargi. Niestety, w ostatnim czasie z uwagi na oczekiwane zmiany w prawie (ustawa o OZE), inicjatywa ta nie cieszy się popularnością. Do 2011 roku podjęto działania prowadzące realizacji MEW w kolejnych 8. lokalizacjach, w miejscowościach: Zygmunów, Zimne-Rydzyna, Pudłów Stary oraz Jeżew – na Nerze; w Smugach na Widawce, w Miedznej Murowanej na Wąglance, w Woli Kałkowej na Bzurze oraz w Gielzowie na Drzewiczce [12]. Sukcesem zakończyły się do tej pory jedynie dwie inwestycje (Zygmunów i Gielzów), w trzech lokalizacjach nadal trwa procedura formalno-



Fot. 1. Hydroelektrownia w Zygmuntowie z zainstalowaną na kanale obiegowym turbiną Archimedesą

prawna, a trzy projekty pozostały w fazie planów. Największą przeprowadzoną w ostatnim czasie (2010-2011) inwestycją WZMiUW była przebudowa jazu Jeżew (Fot. 1), zlokalizowanego na Nerze w gminie Zadzim (powiat poddębicki), sfinansowana ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi, oraz z budżetu Wojewody Łódzkiego. Budowla z uwagi na zły stan techniczny została rozebrana. Wybudowano nowy jaz z mostem oraz przesłem pod turbinę małej elektrowni wodnej, a także przepławką dla ryb. Dokonano umocnienia koryta rzeki oraz ujęcia do nawodnień rolniczych. Powstanie nowoczesnej budowli hydrotechnicznej umożliwi utrzymanie piętrzenia na dotychczasowym poziomie i retencjonowanie wód rzeki Ner na odcinku od jazu

Jeżew do jazu Małyń w górę rzeki a także prowadzenie nawodnień rolniczych na obszarze ponad 300. ha. Z uwagi na parametry jazu (wysokość piętrzenia ponad 2 metry i korzystne przepływy) oraz przystosowania do zamontowania turbiny generującej energię wodną, obiekt cieszył się zainteresowaniem dzierżawców i w drodze przetargu wyłoniony został inwestor. Obecnie trwa procedura formalno-prawna prowadząca do powstania MEW Jeżew [13].

Kolejnym miejscem, w którym prawdopodobnie powstanie mała elektrownia wodna na Nerze jest miejscowość Zimne-Rydzyna (gmina Świnice Warckie). Trwa procedura formalno-prawna, jednak z uwagi na sezonowe wezbrania rzeki oraz lokalne podtopienia – inicjatywa nie spotkała się jednak z aprobatą mieszkańców.

## ROZWIĄZANIA PROŚRODOWISKOWE W ŁÓDZKIEM

### Turbina Archimedesesa

Idea turbiny ślimakowej pojawiła się w XIX wieku, kiedy francuski inżynier Claude Louis Marie Henri Navier postanowił pompę Archimedesesa, zastosować jako odmianę koła wodnego. Prawie dwieście lat później inżynier Radlik i prof. dr Karel Brada z Czeskiego Uniwersytetu Technicznego w Pradze (ČVUT) razem z firmą SIGMA z Hranic zbudowali pierwszy prototyp turbiny ślimakowej w na świecie. Prototyp był testowany co doprowadziło do skonstruowania turbiny o niezwykłych właściwościach [14].

Turbina ślimakowa została opatentowana w 2006 roku. Zadaniem urządzenia jest przetwarzanie energii płynącej wody na energię mechaniczną lub elektryczną. Turbina ta jest zanurzona w nurcie wody, moment obrotowy za pomocą wału jest przenoszony do prądnicy. Odbiornik może być zainstalowany na pomoście, brzegu akwenu lub na zakotwiczonym urządzeniu pływającym. Cechy konstrukcyjne pozwalają na korzystanie z turbiny w ciekach wodnych stosunkowo płytkich bez stosowania kosztownych spiętrzeń [15].

Przykładowe parametry techniczne pojedynczej turbiny [14]:

- przełyk – 0,1-10 m<sup>3</sup>/s,
- spad – 1-8 m,
- nachylenie – 22-36° ,
- moc – 1-500 kW.

Jako główne zalety turbiny ślimakowej, wymienia się ich jednolitą i prostą konstrukcję, gwa-

rantującą długą żywotność i wysoką sprawność. Łatwość montażu w jazach oraz działanie przy bardzo małych przepływach, na niewielkich spadach, może okazać się kluczowe przy wyborze turbiny na terenie nizinnym. Obsługa jest prosta, co obniża nakłady eksploatacyjne. Ponadto, koszty budowy są niższe niż w przypadku innych turbin. Nie występuje zjawisko kawitacji, zbędne są kraty oraz czyszczarki krat. Nie bez znaczenia jest też fakt, że układ jest bezpieczny i przyjazny dla ryb. Ta cecha turbiny nabiera znaczenia zwłaszcza w obliczu problematycznej procedury uzyskiwania decyzji środowiskowej [14-15].

Badania dotyczące wpływu niskospadowych elektrowni wodnych na ichtiofaunę przeprowadzone w 2010 roku we Francji przez Instytut Technologii Energetycznych wykazały stuprocentową przeżywalność ryb przepływających przez pracującą turbinę. Próbę stanowiło ponad 200 osobników, przeżywalność badano dopiero po 48 godzinach od trwającego 3 dni testu. Zastosowano urządzenie typu VLH 4500 o mocy 400 kW, elektrownia pracowała z pełną mocą przy przepływie 22 m<sup>3</sup>/s, na spadzie 2,4 m [16].

We Francji trwają również badania dotyczące migracji ryb dwuśrodowiskowych, na przykładzie łososia atlantyckiego [16].

Pierwsza w Polsce turbina Archimedesesa pojawiła się na terenie województwa mazowieckiego w czerwcu 2011 roku. Została wyprodukowana w Czechach przez GESS-CZ, s.r.o., a zainstalowano ją w hydroelektrowni na Rzece Radomce w Goryniu. Moc hydroelektrowni wynosi 80 kW, a spad 2 m. W drugiej kolejności czeski producent zaopatrzył w turbinę ślimakową MEW

Luboszyce (50 kW) na rzece Mała Panew [17-18].

Trzecią, najważniejszą dla polskiej hydroenergetyki inwestycją tego typu, była pierwsza turbina Archimedesza zaprojektowana i wyprodukowana w Polsce dla mew Bieleckie Młyny. Urządzenie o mocy 38 kW zamontowano w województwie świętokrzyskim, przy przebudowanym jazie na rzece Czarna Nida (gmina Morawica). Za projekt tego unikalnego w skali krajowej obiektu odpowiada Instytut OZE, prowadzi także etap prawno-administracyjny inwestycji. Generalnym wykonawcą jest firma ENERKO [19].

### INNOWACJA NA SKALĘ WOJEWÓDZTWA, MEW ZYGUNTÓW

W następstwie dzierżawy jazu na Nerze oraz skomplikowanej procedury formalno-prawnej, w 2011 roku rozpoczęto prace budowlane prowadzące do wykonania kanału obiegowego doprowadzającego wodę do elektrowni Zygmuntów, gm. Lutomiersk. Takie rozwiązanie konstrukcyjne jest korzystne zarówno dla jazu i środowiska rzeki. W takim wypadku, gdy urządzenia elektrowni nie znajdują się w świetle jazu, przepływ wód nie podlega ograniczeniom i zakłóceniom. Jest to ważne w okresach wezbrańowych a dodatkowo odciąża konstrukcję piętrzącą od niekorzystnego wpływu drgań i wibracji. Wadą takiego sposobu budowy MEW są wysokie koszty związane z budową kanału obiegowego, a także mniejszy przepływ możliwy do wykorzystania. Podczas budowy, natrafiono na stare koryto rzeki, co wydłużyło proces oraz zwiększyło koszty.

Hydroelektrownia została uruchomiona w kwietniu 2013 roku. Zainstalowano turbinę Archimedesza (śrubową) czeskiego producenta, firmy GESS o mocy 66 kW (średnica 3,3 m o obrotach 23,6 obrotów/min). Turbina połączona jest poprzez przekładnię walcową z generatorem asynchronicznym (1500 obrotów/min). Wysokość piętrzenia wynosi 1,9 m, a przełyk maksymalny 5 m<sup>3</sup>/s. Ponieważ turbina jest bezpieczna dla ryb, nie wymaga budowania dodatkowo przepławki (Fot. 2).

Na wybór turbiny wpłynęła głównie korzystna cena uzyskana od czeskiego producenta, była ona niższa niż ceny oferowane przez wytwórców turbin Kaplana. Niestety, podczas prac okazało się że wbrew opinii producentów koszty zabudowy turbiny ślimakowej o tej średnicy przewyższają koszty zabudowy turbiny Kaplana. Obecnie przy małych przepływach turbina nie pracuje optymalnie, jednak w najbliższym czasie zostanie zainstalowany specjalny moduł sterowania generatorem, który zapewni możliwość zmniejszenia obrotów (więc też przełyku) turbiny i w konsekwencji nastąpi poprawa warunków jej pracy.

Przepławka jako próba minimalizacji negatywnego wpływu piętrzenia na migrację ryb

Organizmy wodne takie jak ryby, a także bezkręgowce na różnych etapach swojego życia wykazują skłonności do migracji. Wędrówki są związane z rozmnażaniem, odżywianiem, schronieniem i potrzebami kolejnych stadiów rozwojowych. Zapory i jazy przedzielające koryta rzek, nie tylko zaburzają relację pomiędzy ekosystemami lądowymi i wodnymi. Ich funkcjonowanie prowadzi do zwiększonej fragmentacji siedlisk, izolacji populacji, a także do spadku produktywności.



Fot. 2. Jaz w Jeżewie zaopatrzony w przepławkę dla ryb

ności środowisk [20-23]. Opóźnienia w wędrówkach organizmów spowodowane istnieniem tam, powodują także zwiększenie zapotrzebowania na energię niezbędną dla migracji albo reprodukcji [24-25]. Te niekorzystne zmiany wpływają na reprodukcję, prowadząc do eliminacji niektórych gatunków.

W celu minimalizacji tego zjawiska już od połowy XIX wieku budowano przepławki, urządzenia techniczne dla migracji ryb (Fot. 3). Często są to ułożone szeregowo, betonowe komory, przedzielone pionową ścianą z dwoma otworami: górnym, przez który woda przelewała się ze swobodnym zwierciadłem, i dolnym, w którym woda przepływała pod ciśnieniem [26]. Mają za zadanie redukcję szybkości przepływu wody do wartości odpowiadających możliwościom pokonywania siły prądu zarówno

przez zasiedlające rzekę ryby oraz organizmy bezkręgowce. Funkcjonalność obecnie tworzonych przepławk jest różna. Na wspomnianą funkcjonalność wpływają: materiał wykorzystywany do budowy, nachylenie dna, prędkość i objętość przepływu, a przede wszystkim miejsce lokalizacji.

Przepławki nie są doskonałym rozwiązaniem. Jeśli nawet pomagają dorosłym rybam, to osobniki młodociane mogą nie być w stanie skutecznie migrować [27]. Według specjalistów ich budowa dla ryb nie zawsze jest korzystna, ponieważ niektóre gatunki mogą być zbyt małe albo duże, żeby pokonać takie przeszkody [28]. Ponadto, drapieżnictwo często potęguje się w obszarach, na których gromadzi się wiele ryb oczekujących na przekroczenie zapy przez przepławkę.



Fot. 3. Przeławka na Drawie w miejscowości Samociążek oraz na Nerze w miejscowości Jeżew

Obserwowane często niewłaściwe funkcjonowanie tradycyjnych technicznych przeławek, wymusiło poszukiwanie nowych, skuteczniejszych rozwiązań. Współczesna ekologiczna przeławka nie tylko wykonana jest z naturalnie występujących na danym terenie materiałów (kamienie) ale łączy wiele funkcji: możliwość swobodnej migracji organizmów rzecznych czy przeciwdziałanie erozji koryta.

Do oceny funkcjonalności przeławek stosowane są określone kryteria [29]:

- bardzo dobra – gdy 100% ryb pokonuje przeszkodę, a opóźnienie trwa kilka godzin;
- dobra – gdy 95-100% ryb pokonuje przeszkodę, a opóźnienie nie przekracza kilku dni;
- słaba – gdy 70-95% ryb pokonuje przeszkodę, a opóźnienie jest większe niż kilka dni;

- zła – gdy mniej niż 70% ryb pokonuje przeszkodę, a opóźnienie jest większe niż kilka dni (i trwa nawet miesiąc).

Pod uwagę bierze się również możliwość pokonywania przez ryby prądu wody. Najmniejsze problemy mają ryby łososiowate i lipień, które są w stanie pokonać bardzo silny prąd (2,0 m/s). Pozostałe grupy wykazują mniejsze możliwości: ryby reofilne pokonują prąd rzędu 1,5 m/s, natomiast jeszcze inne gatunki oraz osobniki młode 1,0 m/s. W związku z tym, w konstruowaniu przeławki ważne jest dopuszczanie takich wartości prędkości wody tylko na krótkich odcinkach przesmyków, szczelin i przelewów łączących poszczególne fragmenty przeławki oraz zachowanie łagodnego jej nachylenia, a także odpowiednio dużych komór. Innym parametrem, na który coraz częściej zwraca się



uwagę jest kąt ujścia wody z przepławki, który powinien być ostry w stosunku do nurtu rzeki, natomiast dno przepławki powinno mieć formę kamienistego stożka łagodnie łączącego przepławkę z dnem rzeki [30-31].

### MODERNIZACJA MEW PODGÓRZE

Zwiększająca się świadomość ekologiczna społeczeństwa oraz obowiązujące prawo wodne, wywierają coraz większy nacisk na przywrócenie drożności zmienionym antropogenicznie ciekom. Niestety nie zawsze miało to miejsce w przeszłości, czego efektem jest niewielka liczba przepławek w regionie łódzkim. Nawet największa elektrownia wodna Jeziorsko pozbawiona jest urządzenia zapewniającego swobodne migracje ryb.

Większość hydroelektrowni na terenie województwa stanowią konstrukcje przepływowe, za instalowane bezpośrednio na budowli piętrzącej, w które region obfituje. Elektrownie na przegrodzeniu rzeki to konstrukcje najprostsze, generujące energię elektryczną wykorzystując naturalne hydrologiczne fluktuacje przepływu. Niebezpieczne jest jednak to, że woda musi przepływać bezpośrednio przez turbiny co zagraża faunie rzecznej.

Na czterech obiektach zastosowano jednak rozwiązanie konstrukcyjne, łagodzące szkodliwy wpływ na ekosystem – MEW Puczniew, Wólka, Zygmuntów oraz Podgórze umiejscowione są na sztucznym kanale obiegowym, połączonym z głównym korytem rzeczonym.

Najdłuższy kanał wykopano na potrzeby hydroelektrowni Podgórze w gminie Widawa. Wybu-

dowana w 2004 roku hydroelektrownia składa się z budynku z siłownią, wyposażoną w 3 turbiny Kaplana o łącznej mocy 165 kW, oraz kanału o długości 350 m, którego zadaniem jest doprowadzanie spiętrzonej wody do elektrowni, a następnie odprowadzanie wody z turbin. Budowa kanału wymagała ogromnych nakładów finansowych, wynikających z konieczności uszczelnienia geotkaniną, faszyną i umocnienia kołkami. Jego użytkowanie związane jest z regularną konserwacją, aby przeciwdziałać zarastaniu [32].

W 2006 roku podjęto starania w celu wybudowania przepławki dla ryb. Wykonano projekt komorowej kamiennej konstrukcji przyjaznej dla ichtiofauny. W owym czasie natrafiono jednak na problem dotyczący dzierżawy gruntu na terenie, na którym miałyby powstać przepławka i jej budowa została wstrzymana. Kolejne kroki zostały podjęte w 2012 roku – właściciele Podgórza otrzymali 100.% finansowanie (1 mln 200 tys. zł) nowego projektu przepławki wraz z jej wykonaniem z funduszy III Osi Priorytetowej Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. W ramach tej inicjatywy realizowane są zadania proekologiczne wynikające z wojewódzkich programów małej retencji. Zadania te finansowane są ze źródeł krajowych, funduszy własnych samorządów gminnych oraz środków pochodzących z wojewódzkich funduszy ochrony środowiska i gospodarki wodnej.

### PODSUMOWANIE

Położone w centrum Polski województwo łódzkie jest nie tylko czołowym producentem energii konwencjonalnej, ale wykazuje też potencjał

w zakresie wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii. Zielona energia stanowi ważny komponent uzupełniający, który może być wykorzystywany lokalnie w postaci rozproszonej.

W regionie eksploatuje się zasoby wiatru, geotermii, słońca, biogazu i wody, jednak największe znaczenie ma biomasa. Na obszarze na którym funkcjonują największe przedsiębiorstwa przemysłowe w branży energetycznej – za kluczowy cel stawia się podniesienie konkurencyjności w dziedzinie energetyki.

Niestety, ostatnio skutek zmian w prawodawstwie, zainteresowanie inwestujących w mikroinstalacje OZE znacznie zmalało. Jednocześnie

w regionie uruchomiono dwie nowe hydroelektrownie, w tym jedną z turbiną Archimedesą. Turbiny niskospadowe stanowią nowatorskie rozwiązanie w dziedzinie małej energetyki wodnej w Polsce. Na terenach nizinnych o małych spadach, w które niewątpliwie wpisuje się województwo łódzkie oraz na ciekach o małych przepływach – dalszy rozwój hydroenergetyki jest zdeterminowany poszukiwaniem nowych, efektywnych i przyjaznych środowisku rozwiązań. W przypadku obiektów już istniejących ważne są natomiast modernizacje (między innymi budowa przepławek), mające na celu poprawę stanu ekologicznego zaburzanych piętrzeniem rzek.

## BIBLIOGRAFIA

1. Strategia Rozwoju Województwa Łódzkiego 2020.
2. M. Idczak, Łódzkie Energetyczne – budowa marki regionu, prezentacja multimedialna zamieszczona na stronie internetowej, [http://www.forum.lodzkie.pl/files/CBI\\_Pro-Akademia\\_14\\_11\\_2013.pdf](http://www.forum.lodzkie.pl/files/CBI_Pro-Akademia_14_11_2013.pdf)
3. Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii. Wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020, G. Wiśniewski (red.), Warszawa, 2011.
4. Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko perspektywa do 2020, Warszawa, 2013.
5. Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013, Łódź, 2007.
6. Program Zrównoważonego Rozwoju Energetyki, Suplement dla województwa łódzkiego, Łódź, 2008.
7. Plan zagospodarowania przestrzennego województwa łódzkiego, Bezpieczeństwo energetyczne województwa, Łódź, 2008.
8. Opracowanie własne danych Urzędu Regulacji Energetyki, <http://www.ure.gov.pl>
9. <http://www.dalkia.pl>
10. K. Alwingier, Społeczny raport regionalny o energetyce przyjaznej środowisku w województwie łódzkim, Łódź, 2012.
11. Energetyka odnawialna w województwie łódzkim, CBI Pro-Akademia, prezentacja multimedialna dostępna na stronie <http://www.bioenergiadlaregionu.eu>
12. J. Lik, J. Sołtuniak, Wykorzystanie zasobów wodnych województwa łódzkiego na cele energetyki i towarzyszącej jej turystyki, B. Pielat (Red.), Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, pp. 60, ISBN 978-83-86492-64-0.
13. P. Bułhak, Jaz Jeżew, charakterystyka inwestycji zamieszczona na stronie WZMiUW Łódź, <http://www.bip.melioracja.lodzkie.pl/>
14. <http://www.dobraenergia.info>
15. K. Dąbała, Z. Krzemień, Mikroelektrownia rzeczna z turbiną ślimakową, Zeszyty Problematyczne – Maszyny Elektryczne, 82 (2009), 129-133.
16. M. Drzewiecki, Rozwój niskospadowej energetyki wodnej, Czysta energia, 11 (2011), czasopismo dostępne online <http://www.czystaenergia.pl>
17. <http://enerko.pl>
18. <http://piotr.app.hostit.pl>

19. <http://ioze.pl>
20. M. R. Winston, C.M. Taylor, J. Pigg, Upstream extirpation of four minnow species due to damming of a prairie stream. *Transactions of the American Fisheries Society*, 1991, 120, 98–105.
21. I. Chisholm, L. Aadland, Environmental impacts of river regulation. *Minnesota Department of Natural Resources*, St. Paul, Minnesota, 1994, 31.
22. M. Dynesius, D. Nilsson, Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science*, 1994, 266, 753–762.
23. J.A. Stanford, J.V. Ward, W. J. Liss, C. A. Frissell, R.N. Williams, J.A. Lichatowich, C.C. Coutant, A general protocol for restoration of regulated rivers. *Regulated Rivers: Research and Management*, 1996, 2, 391–413.
24. A.T. Bednarek, Undamming Rivers: A Review of the Ecological Impacts of Dam Removal. *Environmental Management*, 2001, 27, 803–814.
25. E. Szczerkowska-Majchrzak, M. Grzybkowska, Piętrzenia rzek i energia wodna; za i przeciw. *Kosmos*, 2008, Tom 57 Numer 3–4: 295–303.
26. J. Zgrabczyński, Identyfikacja i ocena sprawności przepławek dla ryb w regionie wodnym Warty. *Nauka Przyr. Technol*, 2007, 1-2.
27. W. Wiśniewolski, Przepławki dla ryb konieczność czy przesada? (W:) *Rybactwo jeziorowe*. A. Wołos. (red.). V Krajowa Konferencja Użytkowników Jezior, Wydawnictwo IRS. Olsztyn, 2000, 109–114.
28. M.J. Dadsell, The removal of Edwards Dam, Kennebec River, Maine: Its effects on the restoration of anadromus fishes. *Draft Environmental Impact Statement, Kennebec River, Maine, Appendices*, 1996, 1-3, 1-99.
29. R. Wawręty, J. Żelaziński (red.), *Zapory a powódzie*. Oświęcim-Kraków, 2006, 64.
30. W. Wiśniewolski, Hydroelectric facilities and fish. *Archives of Polish Fisheries*. 2008,16: 203-212.
31. B. Lubieniecki, *Przepławki i drożność rzek*. Wyd. IRS, 2008, Olsztyn. 2002, s. 83.
32. J. Lik, Porównanie hydroenergetyki we Włoszech i w Polsce, z uwzględnieniem przyjaznych środowisku rozwiązań technologicznych i możliwością ich aplikacji w województwie łódzkim [w:] J. Karczewski, M. Pawlak, E. Kochańska, R. Gałczyński (Red.), *Nowy paradygmat innowacji technologicznych* Seria wydawnicza *Acta Innovations*, Wydawnictwo PAN, s. 117-128; ISBN 978-83-86492-74-9.



**ROZDZIAŁ 6**

**WYKORZYSTANIE ZASOBÓW  
ENERGII ODNAWIALNEJ  
– GEOTERMIA, REKUPERATORY  
I POMPY CIEPŁA**

---

**DR INŻ. MARIUSZ PAWLAK  
POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
INSTYTUT AUTOMATYKI I ROBOTYKI**

---



## WSTĘP

Jedną z podstawowych potrzeb życiowych człowieka jest utrzymanie stałej temperatury ciała. Potrzeba ta jest uwarunkowana miejscem zamieszkania, ale nawet w krajach o ciepłym klimacie zużywa się dużo energii – w tym przypadku do produkcji chłodu. Kończące się zasoby energetycznych źródeł konwencjonalnych, skutkujące ciągłym wzrostem cen surowców oraz zmiany klimatyczne i ochrona naturalnego środowiska człowieka – zmuszają do poszukiwania odnawialnych źródeł ciepła. Obecny stan wiedzy i techniki pozwala znaleźć układy pozyskiwania energii z odnawialnych zasobów przyrody. Rozwijane technologie mogą wykorzystywać zasoby energetyczne znajdujące się w wodzie, glebie i powietrzu. Woda, gleba i powietrze posiadają zdolność akumulacji ciepła słonecznego, dzięki czemu można wykorzystywać pierwotne wewnętrzne ciepło zgromadzone w jądrze Ziemi. W związku z powyższym w niniejszym artykule skoncentrowano się na sposobach pozyskiwania energii z tych mediów, zwracając uwagę na podstawy działania układów energetycznych opartych na geotermii, odzyskiwaniu ciepła z wykorzystaniem rekuperatorów i zasadach działania pomp ciepła.

## ENERGIA GEOTERMALNA

### Ciepło z jądra Ziemi

Energia geotermalna jest wewnętrznym ciepłem Ziemi nagromadzonym w skałach oraz w wodach wypełniających szczeliny skalne. Bardzo duża ilość ciepła jest nagromadzona w jądrze i skorupie ziemskiej. W jądrze planety zachodzą

rozpady pierwiastków promieniotwórczych, których efektem jest wysoka temperatura jądra dochodząca do 4500 °C. Temperatura ta maleje w miarę zbliżania się do powierzchni Ziemi o 15-80 °C na jeden kilometr, w zależności od rodzaju skał i warunków geologicznych [2].

Przeciętnie przyjmuje się, że zmiana temperatury skorupy ziemskiej wynosi 30° C/km. Następuje przepływ ciepła od wnętrza Ziemi do górnych warstw skorupy i na powierzchnię Ziemi [1] [9]. Rozróżnia się dwa rodzaje zasobów energii geotermalnej: hydrotermiczne i petrotermiczne. Zasoby hydrotermiczne odnoszą się do wody, pary lub mieszaniny parowo-wodnej, występujących w szczelinach skalnych, żyłach wodnych lub w warstwach wodonośnych i są obecnie wykorzystywane. Zasoby petrotermiczne stanowi energia cieplna zgromadzona w suchych, ogrzanych i porowatych skałach. Posiada ona znaczenie perspektywiczne wynikające z tego, iż istnieją możliwości wykonania odwiertów i wykorzystania energii petrotermicznej zgromadzonej na głębokości 5000 m. Praktycznie jednak ekonomiczne jest dokonywanie odwiertów jedynie do głębokości 2000 metrów [2].

W produkcji ciepła wody geotermalne wykorzystywane są jako samodzielne źródła ciepła lub źródła kojarzone z innymi nośnikami energii, takimi jak konwencjonalne lub odnawialne (np. biomasa, biogaz).

Głębokość zalegania złóż wody geotermalnej jest mocno zróżnicowana w poszczególnych miejscach globu. Najczęściej jednak zawiera się w granicach 1000-4500 m i powyżej. Wody te wydobywa się na powierzchnię przy pomocy

specjalnych odwiertów [9]. Wody geotermalne, wprawdzie najszersze zastosowanie znajdują w energetyce ciepłej, ale w innych gałęziach przemysłu również istnieją duże możliwości ich wykorzystania. Natomiast wody geotermalne osiągające temperaturę rzędu 120 °C i wyższą, opłaca się wykorzystać do produkcji energii elektrycznej [2] [9].

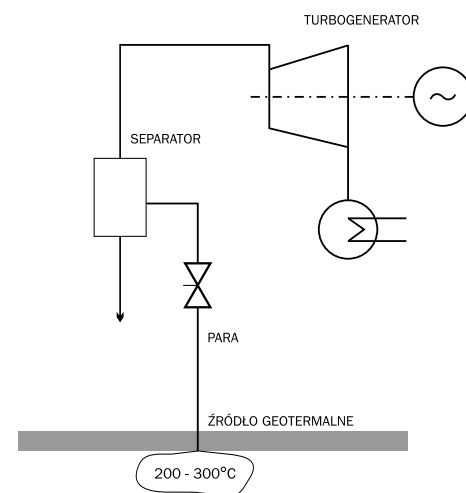
Zasoby energii geotermalnej (ciepła) wykorzystywane aktualnie energetycznie można podzielić na [3]:

- ciepło pokładów gorącej wody o temperaturze 40-120 °C, występujące na głębokości 100-4000 m (wykorzystywane m.in. w Polsce [1]);
- energię zawartą w wysokotemperaturowych warstwach ogrzanej mieszaniny wody i pary wodnej (w zbiornikach geotermalnych) o temperaturze 200-300 °C, która często objawia się erupcją pary wodnej i gorącej wody z wnętrza Ziemi w postaci gejzerów [9];
- ciepło zgromadzone w suchych, gorących i porowatych skałach (instalacje doświadczalne technologia nadal rozwijana);
- ciepło zawarte w wierzchnich warstwach Ziemi, wynikające z ciepła doprowadzonego przez przewodzenie z Ziemi, a przede wszystkim z ciepła doprowadzonego przez promieniowanie ze Słońca. Aby wykorzystać ten rodzaj ciepła muszą być stosowane pompy ciepła do podniesienia go na wyższy poziom termodynamiczny [5] [14-15].

Prowadzone są także badania nad wykorzystaniem ciepła magmy wulkanicznej oraz ciepłej wody i powietrza z instalacji kopalnianych.

### Elektrownie geotermalne

Para gejzerów jest wykorzystywana do napędu turbin parowych bezpośrednio (Rys.1) lub pośrednio. Gazy i cząstki zawarte w parze wydobywającej się z gejzerów są separowane przed podaniem do turbiny, ale jeżeli są one agresywne i niszczą łopatki turbiny, to wówczas stosowany jest obieg wtórny w wytwornicami pary co komplikuje i pogarsza sprawność [3] [9].



**Rysunek 1.** Schemat ideowy układu elektrowni geotermalnej z bezpośrednim zasileniem parą

Źródło: [13]

Największe zasoby energii geotermicznej zawarte są w suchych gorących skałach. Odbieranie ciepła geotermalnego odbywa się dzięki

tlóczeniu zimnej wody przez pionowy głębszy otwór do zbiornika naturalnego lub sztucznego w gorącej warstwie skał. Ogrzana woda wydobywa się przez drugi otwór o mniejszej głębokości i zasila wymiennik.

Wykorzystanie ciepła gorących skał jest obecnie na etapie zbierania doświadczeń w kilkunastu małych instalacjach na świecie.

Układy geotermalne produkujące energię elektryczną są lokalizowane w krajach, w których naturalne parametry (temperatura i ciśnienie pary) źródeł na to pozwalają. Można wyróżnić trzy typy elektrowni geotermalnych: elektrownie na parę suchą, elektrownie na parę mokrą, oraz tzw. elektrownie binarne dwuczynnikiowe oparte na technologii ORC (Organic Rankine Cycle) [9].

Największymi elektrowniami geotermalnymi na świecie są:

- Geysers w Kalifornii – 908 MW, para 0,73 MPa/180 °C turbiny o mocy 110MW;
- Larderello (Włochy) – 420MW, parametry pary 0,5 MPa /150 °C;
- Wairakei w Nowej Zelandii 293 MW;
- Tiwi na Filipinach 220 MW;
- Sierra Prieto w Meksyku 150 MW;
- Elektrownia Hellisheiði, na Islandii 303 MW.

## GEOTERMIA W POLSCE

Możliwość wykorzystania energii wnętrza Ziemi istnieje na ponad 80% powierzchni Polski. Wody geotermalne charakteryzują się temperaturami w granicach 30-130 °C, co czyni je w większym stopniu przydatnymi do pozyskiwania energii cieplej niż elektrycznej [1].

Polska posiada bogate zasoby energii geotermalnej, a ich poziom szacuje się na 1512 PJ/rok, co stanowi ok. 30% krajowego zapotrzebowania na ciepło.

Co ważne, najlepsze warunki geotermalne występują na obszarach silnie uprzemysłowionych, o dużym zagęszczeniu ludności. Na terenach zasobnych w energię wód geotermalnych zlokalizowane są m.in. takie miasta jak: Warszawa, Poznań, Szczecin, Łódź, Toruń, Płock. Zasoby te są dość równomiernie rozmieszczone na znacznej części obszaru Polski, w wydzielonych basenach geotermalnych, zaliczanych do określonych prowincji i okręgów geotermalnych [1].

Pomimo dobrych warunków geologicznych dopiero w latach 90. XX wieku, rozpoczęto w Polsce budowę instalacji ciepłowniczych bazujących na energii gorących wód podziemnych.

Pierwszą ciepłownią geotermalną w Polsce jest Bańska w Białym Dunajcu. W Bańskiej w latach 80. XX wieku, prowadzono badania mające na celu wykrycie złóż ropy naftowej. Natrafiono jednak na ciepłą wodę. W 1993 roku do zakładu ciepłowniczego powstałego na bazie odwiertów geotermalnych odłączono pierwsze 5 domów, a do 1995 roku – podłączono większość budynków administracyjnych[4].

W 1996 roku uruchomiono ciepłownię geotermalną w Pyrzycach. Zastąpiła ona 68 kotłowni węglowych. Temperatura wody w jej złożu wynosi 61 °C. Złoże ma głębokość pomiędzy 1500-1650 m. Całkowita moc cieplna ciepłowni w Pyrzycach wynosi 50 MWt, w tym 15 MWt z geotermii jest to układ gazowo geotermalny.

W 1999 roku została oddana do eksploatacji



Tabela 1. Największe ciepłownie geotermalne w Polsce

Obiekt	Rok uruchomienia	Temp.	Głębokość	Wydajność	Moc	Źródło szczytowe
Bańska	1993	83	2500 (3500)	670	40	gaz/olej
Pyrzyce	1996	63	1640	340	15	gaz/APC
Uniejów	2001	68	2000	120	2,6	olej/biomasa
Mszczonów	1999	40	1700	60	1,2	gaz/APC

Źródło: [13]

ciepłownia geotermalna w Mszczonowie. Ciepłownia zastąpiła od razu trzy miejskie kotłownie węglowe, które co roku emitowały do atmosfery 15 ton związków azotu, 60 ton związków siarki, 9,7 tys. ton dwutlenku węgla oraz 145 ton pyłów. Koszt inwestycji wyniósł około 10. mln zł. Temperatura wody we wspomnianym złożu wynosi 40 °C. Złoże ma maksymalną głębokość 1700 m, a jego całkowita moc cieplna wynosi 12 MWt.

Ciepłownia geotermalna w Uniejowie została uruchomiona w 2001 roku z głębokością złoża wynoszącą 2000 m i temperaturą w granicach 67-70 °C. Jej moc wynosi 4,6 MWt. W systemie grzewczym wykorzystywane są trzy odwierty geotermalne. Eksploatacja wód termalnych i odzysk ciepła pochodzącego z nich odbywa się w systemie zamkniętym. W systemie tym gorąca woda termalna wydobywana jest otworem eksploatacyjnym (PIG/AGH-2) i przy pomocy pompy głębinowej z wydajnością do 120 m<sup>3</sup>/h i po przejściu przez układ filtracyjny dostaje się do wymienników ciepła.

## WADY I ZALETY ENERGETYKI GEOTERMALNEJ

W Unii Europejskiej ciepłownie geotermalne pracują już w Islandii, gdzie 85% domów ogrzewanych jest energią geotermalną, a 30% z nich korzysta z energii elektrycznej wytwarzanej z energii geotermalnej. Ciepłownie geotermalne pracują również w Grecji, Włoszech, Turcji, Niemczech i Austrii.

### Zalety:

- Zasoby energii geotermalnej, w przeciwieństwie do energii wiatru czy energii Słońca, są dostępne zawsze i niezależnie od warunków klimatycznych.
- Przy prawidłowym zaprojektowaniu i eksploatacji instalacji ciepłownia geotermalna jest nieszkodliwa dla środowiska.
- Instalacje geotermalne w odróżnieniu od zapór wodnych czy wiatraków nie wywierają niekorzystnego wpływu na krajobraz.
- Ciepłownie oparte na wykorzystaniu energii geotermalnej odznaczają się stosunkowo niskimi kosztami eksploatacyjnymi.

**Wady:**

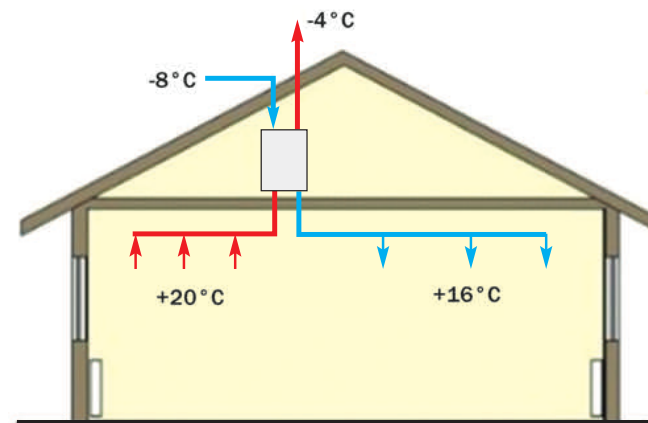
- Efektem ubocznym korzystania z energii geotermalnej jest niebezpieczeństwo zanieczyszczenia atmosfery oraz wód powierzchniowych i głębinowych przez szkodliwe gazy i minerały.
- Pozyskiwanie energii geotermalnej wymaga poniesienia dużych nakładów inwestycyjnych na budowę instalacji.
- Występują problemy eksploatacyjne związane z zasoleniem wód geotermalnych (korozja rur i instalacji).
- Istnieje ryzyko przemieszczenia się złóż geotermalnych.

## REKUPERATOR W SYSTEMIE WENTYLACJI

**Zasada działania rekuperatora**

Uniknięcie problemów związanych z brakiem odpowiedniej wymiany powietrza w domu wymaga, zastosowania wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej, optymalnie – z odzyskiem ciepła, czyli rekuperacją. Wspomniana instalacja składa się z kanałów nawiewnych i wywiewnych połączonych z centralą wentylacyjną nazywaną rekuperatorem (Rys. 2) [12-13].

Wentylacja mechaniczna zapewnia stałą, niezależną od warunków atmosferycznych wymianę powietrza w domu. Jego ilość dostosowuje się do wielkości budynku, liczby mieszkańców i przeznaczenia poszczególnych pomieszczeń. Zajmuje się tym projektant instalacji, dobierając odpowiednie urządzenia. Pozwala ona regulować ilość powietrza wentylacyjnego i kontrolować jego strumień w zależności od potrzeb

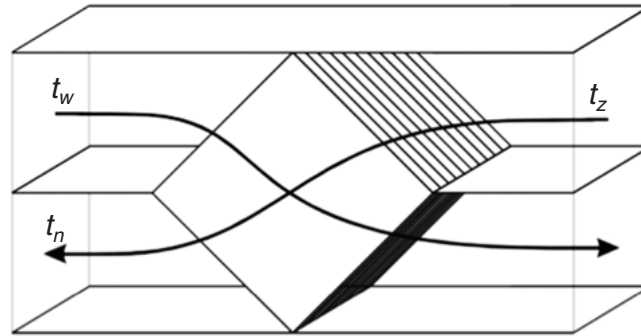


**Rysunek 2.** Schemat działania rekuperatora

Źródło: opracowanie własne

(w przypadku wentylacji grawitacyjnej możliwe jest tylko jego ograniczenie, zwiększenie może nastąpić jedynie poprzez otwarcie okien, co szczególnie zimą jest problematyczne). Układ wentylacji mechanicznej można wyposażyć w rekuperator (wymiennik ciepła typu gaz/gaz) [12-13]. Straty ciepła spowodowane wentylacją mogą stanowić 30-50% wszystkich strat cieplnych w budynku. Dlatego też zastosowanie rekuperatora może zmniejszyć koszty ogrzewania nawet o 50%.

Zobrazowana zasada działania systemu odzysku ciepła ukazuje, iż dwa strumienie powietrza są przepuszczane w układzie przeciwnym przez odpowiedni wymiennik ciepła. W najczęściej stosowanych wymiennikach krzyżowych utworzonych z cienkich przylegających



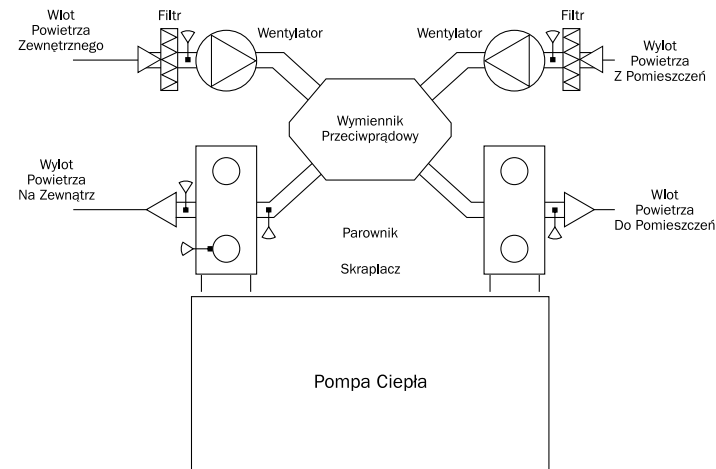
**Rysunek 3.** Rekuperator krzyżowy

Źródło: opracowanie własne

do siebie kanałków sprowadza się to do tego, że przez jeden ich rząd przepływa powietrze ciepłe (wywiewane), przez sąsiedni zimne (świeże). Ciepło przenika przez ścianki kanałków wymiennika, a do wymuszenia przepływu obu strumieni powietrza służą wentylatory [12-13].

Dla optymalnego wykorzystania ciepła pochodzącego z ogrzanego domu, stosowane są układy wyposażone w pompę ciepła. Urządzenie tego rodzaju może pracować w dwóch trybach pracy chłodzenia i grzania. Obrazuje to poniżej przedstawiony schemat ideowy układu.

Przy pracy w trybie ogrzewania – pompa ciepła odbiera ciepło z powietrza wywiewanego na zewnątrz i przekazuje je do powietrza nawiewa-



**Rysunek 4.** Rekuperator z wymiennikiem ciepła i pompą ciepłą

Źródło: opracowanie własne

nego do pomieszczeń, podnosząc jego temperaturę.

Przy pracy w trybie chłodzenia – pompa ciepła odbiera ciepło z powietrza nawiewanego do pomieszczeń, obniżając jego temperaturę i przekazuje je do powietrza wywiewanego na zewnątrz. W domach pasywnych, niskoenergetycznych i energooszczędnych oraz ogrzewanych tylko energią elektryczną rekuperator z pompą ciepła może stanowić jedyne źródło ogrzewania. Moc wbudowanej pompy ciepła to 3,5 kW do 7 kW.

## WADY I ZALETY WENTYLACJI MECHANICZNEJ Z ODZYSKIEM CIEPŁA

### Zalety:

- Wentylacja mechaniczna zapewnia doprowadzenie powietrza w sposób kontrolowany i w wymaganych ilościach.
- Zastosowanie rekuperatorów zmniejsza zapotrzebowanie budynku na ciepło.
- Występują lepsze możliwości regulacji temperatury w pomieszczeniach budynku.
- W budynku panuje cisza i nie ma potrzeby otwierania okien, co sprzyja eliminowaniu hałasu pochodzącego z zewnątrz.
- Występuje możliwość zastosowania gruntowego wymiennika ciepła. W połączeniu z instalacją wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła, można dodatkowo zastosować gruntowy powietrzny wymiennik ciepła. Gruntowy wymiennik ciepła to urządzenie zakopane pod ziemią (system rur lub złoża kamienne), wykorzystujące zdolność gruntu do akumulacji ciepła. Zastosowanie takiego

rozwiązania zwiększa sprawność odzysku ciepła.

### Wady:

- Optymalnym rozwiązaniem jest projekt wentylacji wykonany już na etapie projektu budowlanego. Ułatwi to wyznaczenie tras przewodów wentylacyjnych, ukrycie ich w szachtach, czy pomieszczeniach technicznych. Podczas projektowania instalacji wentylacji mechanicznej w domu największym problemem jest rozmieszczenie rur w taki sposób, aby były jak najmniej uciążliwe dla aranżacji wnętrza.
- Występują stosunkowo wysokie koszty inwestycyjne. Koszt wykonania instalacji wentylacji mechanicznej dla domku jednorodzinnego może stanowić znaczący element w kosztach budowy budynku. Oprócz centrali wentylacyjnej koszt podwyższają: dostawy kanałów, osprzętu i automatyki.
- Występują dodatkowe koszty eksploatacji układu. Trzeba uwzględnić dodatkowe koszty energii elektrycznej niezbędnej do zasilania urządzeń wentylacyjnych oraz wymianę materiałów eksploatacyjnych (wkłady filtrów).

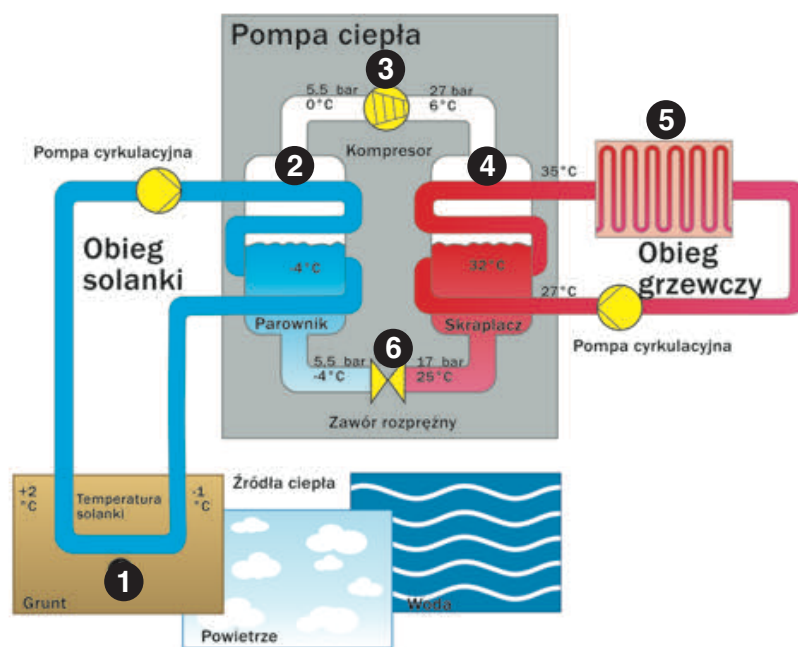
## POMPY CIEPŁA

### Zasada działania pompy ciepła

Sprężarkowa pompa ciepła jest urządzeniem umożliwiającym wykorzystanie energii cieplnej ze źródeł o niskiej temperaturze. Jej podstawową rolą jest pobieranie ciepła ze źródła dolnego o niższej temperaturze  $T_d[K]$  i przekazywanie go do źródła górnego o temperaturze wyższej  $T_g[K]$ , którą z kolei można wykorzystać do

ogrzewania, wentylacji pomieszczeń, czy przygotowania ciepłej wody użytkowej. Proces ten wymaga doprowadzenia energii napędowej z zewnątrz w postaci energii mechanicznej lub elektrycznej, przy czym rodzaj energii napędowej

uzależniony jest bezpośrednio od konstrukcji i systemu pompy ciepła [6-7] [11] [14]. Podstawowymi elementami pompy ciepła poza sprężarką chłodniczą są dwa wymienniki ciepła, tj. skraplacz i parownik oraz zawór rozprężny.



Rysunek 5. Schemat działania sprężarkowej pompy ciepła

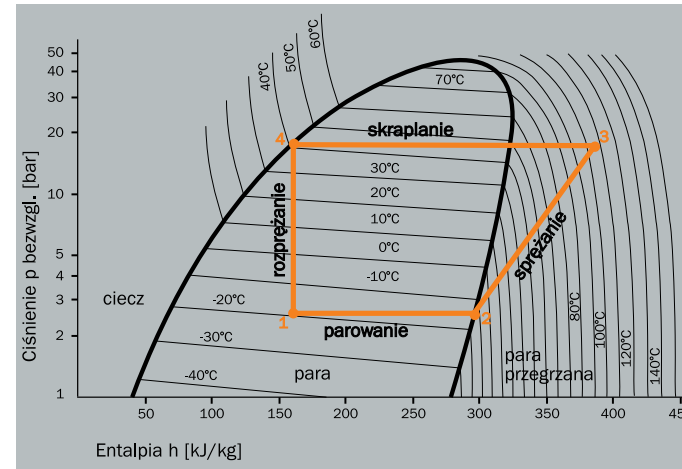
Źródło: [8]

Pompa ciepła pracuje według klasycznego obiegu Lindego [15]. Zasada jej działania polega na wykorzystaniu ciepła skraplania i przegrzania sprężonych par czynnika roboczego (chłodniczego) niskowrzącego (o temperaturze wrzenia, np.  $-10^{\circ}\text{C}$ ), który w ciągu cyklu periodycznie przybiera postać ciekłą lub parową. W parowniku, czynnik ten odparowuje w warunkach obniżonego ciśnienia i temperatury, wykorzystując ciepło pozyskiwane z dolnego źródła ciepła np. gruntu, wody lub powietrza [7] [11]. Para czynnika roboczego odpływająca z parowacza zostaje sprężona w sprężarce do ciśnienia skraplania, kosztem doprowadzonej mocy elektrycznej. W skraplaczu zmienia się stan skupienia czynnika roboczego – z parowego na ciekły. Ciepło skraplania powstałe podczas tego procesu wykorzystywane jest w górnym źródle ciepła, tj. w instalacji centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Czynnik roboczy w fazie ciekłej odpływając ze skraplacza jest rozprężany na zaworze rozprężnym, a następnie trafia do parowacza połączonego ze źródłem dolnym, w którym ponownie następuje cykliczny proces jego odparowywania.

Pompa ciepła wykorzystuje właściwości czynnika roboczego, który w zależności od temperatury i ciśnienia może występować pod postacią płynu lub pary, a zmiany jego parametrów i stanu skupienia następują na drodze:

- parowania,
- sprężania,
- skraplania,
- rozprężania.

Procesy termodynamiczne zobrazowano na Rysunku 6.



**Rysunek 6.** Obieg termodynamiczny pompy ciepła powietrze/woda na wykresie „lg p-h” [(przedstawienie uproszczone dla temperatury powietrza zewnętrznego  $-15^{\circ}\text{C}$  (na wlocie powietrza) i temperatury zasilania  $45^{\circ}\text{C}$ )]

Źródło: [5]

## WSPÓŁCZYNNIKI EFEKTYWNOŚCI POMP CIEPŁA

Pompa ciepła jest urządzeniem, które cechują określone wartości i parametry. Jedną z nich jest współczynnik wydajności cieplnej COP, określający stosunek pomiędzy mocą grzewczą pompy ( $Q$ ), a mocą wykorzystywaną do jej zasilania ( $Q_e$ ), czyli chwilowy stosunek ilości energii przekazanej przez pompę do ilości energii zużytej na jej pracę.

$$\text{COP} = Q/Q_e$$

(z ang. – Coefficient Of Performance)

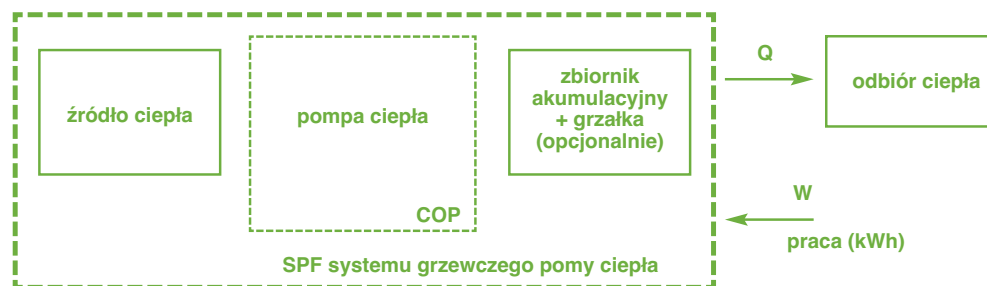
Sprawność pompowania ciepła jest tym większa, im mniejsza jest różnica temperatury między odbiornikiem (źródłem górnym), a źródłem ciepła (źródłem dolnym).

Wyższa wartość współczynnika COP oznacza, że pompa działa efektywnie, czyli ogrzewanie budynku przy jej wykorzystaniu jest tańsze. Współczynnik osiąga najwyższe wartości w przypadku gdy różnica pomiędzy dolnym, a górnym źródłem ciepła jest mniejsza. Wartość współczynnika COP podawana przez producentów ma zwykle charakter teoretyczny.

Dla całej instalacji grzewczej, bardziej miarodajny pod względem oceny efektywności jest współczynnik:

SPF =  $Q/W$   
(z ang. – Seasonal Performance Factor)

Można zauważyć, że współczynnik SPF ujmuje wpływ na efektywność układu także z jej dodatkowych urządzeń poza pompą ciepła, takich jak: pompy obiegowe czy elektryczne grzałki, dodatkowo umieszczone w pompie ciepła bądź w zbiorniku ciepłej wody użytkowej. Współczynnik ten uwzględnia całą pobraną energię (W) w określonym czasie zazwyczaj przez jeden rok [7] [11] [15].



**Rysunek 7.** Powiązania między współczynnikami COP i SPF dla pomp ciepła

Źródło: opracowanie własne

## GÓRNE I DOLNE ŹRÓDŁO CIEPŁA DLA POMP CIEPŁA

### Źródło górne

Wykorzystanie źródła górnego, może odbywać się poprzez zainstalowanie:

- ogrzewania podłogowego(ew. ściennego lub sufitowego)
- grzejników.

Ze wzoru na COP wynika, że największą sprawność pompy ciepłej uzyskuje się przy nisko-

temperaturowym ogrzewaniu podłogowym (ok. 28-35 °C). Jeżeli więc już stosowane są grzejniki, to ich temperatura pracy powinna być jak najniższa, tj. 55 °C. W nowo budowanym domu optymalnym jest zastosowanie w całym domu niskotemperaturowego ogrzewania podłogowego.

Grzejniki można rozważyć w przypadku modernizacji ogrzewania i intencji zastąpienia kotła pompą ciepła, przy pozostawieniu uprzedniej instalacji c.o. Niekiedy, szczególnie w systemach powietrze-powietrze, stosuje się klimakonwektory, które zimą pracują jako względnie niskotemperaturowe źródło ciepła, a latem jako klimatyzatory [7].

#### Źródło dolne

Dla korzystania z ciepła środowiska są do dyspozycji takie źródła ciepła, jak grunt, wody gruntowe i powierzchniowe, powietrze lub ciepło odpadowe.

#### Ziemna pompa ciepła (pompa typu solanka-woda)

Węzeł grzewczy oparty o gruntową pompę ciepła pobiera ciepło, które zakumulowane jest pod ziemią. Nawet w polskim klimacie, temperatura gruntu jest stała niezależnie od pory roku i na głębokości około 1,5 m wynosi mniej więcej 10 °C.

Istnieją dwa rodzaje instalacji, która pobiera ciepło z ziemi na potrzeby pompy ciepła:

- poprzez sondy pionowe inaczej głębinowe [5],
- kolektory poziome czyli powierzchniowe.

#### Wody gruntowe jako dolne źródło ciepła

Pompa typu woda-woda, to taka, której dolne źródło stanowi woda gruntowa. Najczęściej

ciepło z wody jest uzyskiwane przy pomocy systemu studni (w zależności od zapotrzebowania na ciepło dwóch lub więcej).

Jedna ze studni jest zbiornikiem ciepłej wody czerpalnej, natomiast pozostałe studnie mają charakter „zrzutowy”, czyli magazynują wodę schłodzoną. Odstępy pomiędzy studniami muszą wynosić kilkanaście metrów, by wody nie mieszały się [7].

Woda gruntowa jest dosyć wymagającym dolnym źródłem dla pompy ciepła, ze względów geologicznych – nie każdy grunt posiada wody gruntowe na wymaganej głębokości (od ok. 6 m do 30 m).

#### Powietrze atmosferyczne jako dolne źródło ciepła

Z instalacyjnego punktu widzenia najwygodniejsza jest powietrzna pompa ciepła, ponieważ nie wymaga większych ingerencji na poziomie fundamentów budowlanych. Powietrzna pompa ciepła jest nie tylko najłatwiejsza w montażu, ale też najtańsza.

Niestety większość pomp tego typu działa bez wspomagania jedynie do około -5/-10 °C. Poniżej tej temperatury pompa musi działać wspólnie z dodatkową grzałką elektryczną czy nawet zewnętrznym kotłem grzewczym, ponieważ spada jej wydajność. Kiedy temperatura obniży się jeszcze bardziej – to urządzenia wspomagające całkowicie zastępują pracę pompy ciepła typu powietrze-woda, która automatycznie się wyłącza [5] [8].

#### Ekonomia pomp ciepła

Z zaprezentowanych analiz wynika, że pompy ciepła są urządzeniami, które warto brać pod



uwagę przy wyborze systemu zaopatrzenia w ciepło budynków jednorodzinnych.

Pod względem ekonomicznej opłacalności inwestycji – przewyższają rozwiązania zasilane propanem, olejem opałowym czy energią elektryczną. Natomiast z powodzeniem mogą konkurować z instalacjami wyposażonymi w kotły gazowe. Ze wszystkich uwzględnionych systemów, pompy ciepła wykazują najniższe jednostkowe kosztyeksploatacyjne. Natomiast wysokie koszty inwestycyjne mogą powodować, że źródła te nie będą konkurencyjne wobec kotłów zasilanych gazem ziemnym i ekogroszkiem. Należy jednak pamiętać o takich czynnikach, jak:

- Aspekty ekologiczne: pompy ciepła klasyfikowane są jako Odnawialne Źródła Energii (OZE), co zapewnia im dużą przewagę nad konkurencją. Ponadto, wprowadzenie opłat akcyzowych na paliwa kopalne wpływa na bi-

lans ekonomiczny tych urządzeń.

- Komfort użytkowania: pompy ciepła poza okresowymi przeglądami i regulacją działają automatycznie, nie wymagając stałego nadzoru.

## PODSUMOWANIE

Obecny stan wiedzy i techniki umożliwia zastosowanie odnawialnych źródeł energii w układach indywidualnych, użytkowanych w domach jednorodzinnych. Pewnym „hamulcem” stosowania rekuperacji czy pomp ciepła może być ich cena, ale urządzenia te tanieją i ich sprzedaż corocznie wzrasta. Zmieniające się akty prawne tak w Unii Europejskiej jak i w Polsce mają na celu preferowanie układów OZE i odejście od tradycyjnych źródeł energii pierwotnej jako nieekologicznych i nieefektywnych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Polska Geotermalna Asocjacja im prof. Juliana Sokółskiego [www.pga.org.pl](http://www.pga.org.pl).
2. [www.energiadom.pl](http://www.energiadom.pl).
3. Pawlik M., Strzelczyk F.: Elekrownie WNT 2010.
4. PEC Geotermia Podhalańska S.A.
5. Zeszyty fachowe Pompy Ciepła VIESSMANN.
6. Największa instalacja pomp ciepła o mocy 180 MW artykuł – GLOB Energia 2/2007.
7. [www.pompyciepla.com](http://www.pompyciepla.com).
8. Podręcznik projektowania i instalacji „Ogrzewanie i chłodzenie pompą ciepła”, [www.dimplex.de](http://www.dimplex.de).
9. Geothermal Education office [geothermal.marin.org](http://geothermal.marin.org).
11. Oszczak W.: Ogrzewanie domów z zastosowaniem pomp ciepła, WKŁ, 2009.
12. Joniec W., Kosowski M, Zator S.: „Rekuperatory” Dom Wydawniczy MEDIUM,2009.
13. [www.rekuperatory.pl](http://www.rekuperatory.pl).
14. Brodowicz K., Dyakowski T.: Pompy ciepła. PWN, Warszawa 1990.
15. Rubik M.: Pompy ciepła – część 2. Teoretyczne podstawy działania – wykresy obiegów sprężarkowych pomp ciepła. Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, nr 5, 2008, 3-5.





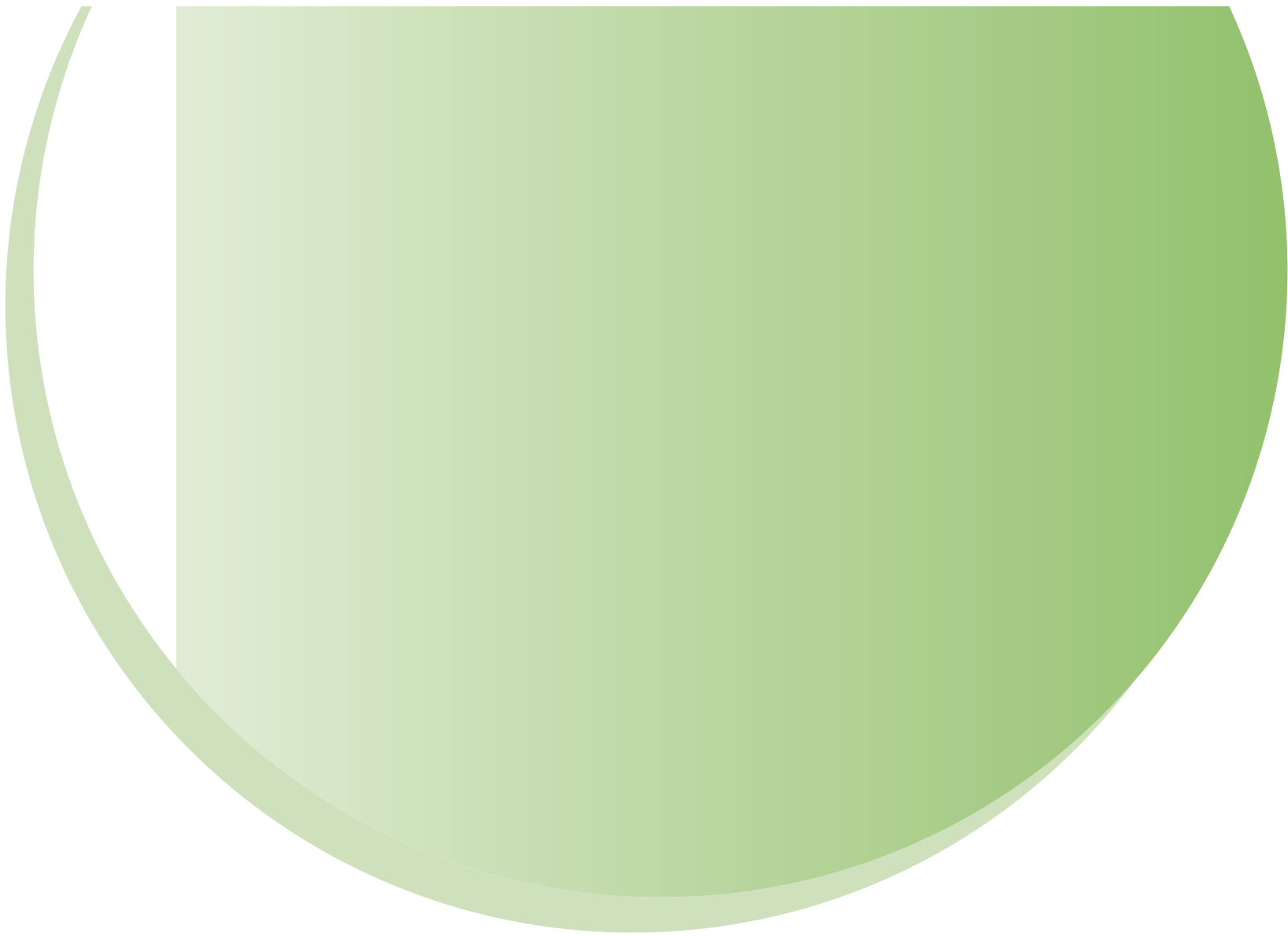
**ROZDZIAŁ 7**

**POTENCJAŁ WOJEWÓDZTWA  
ŁÓDZKIEGO DLA ROZWOJU  
ENERGETYKI SŁONECZNEJ**

---

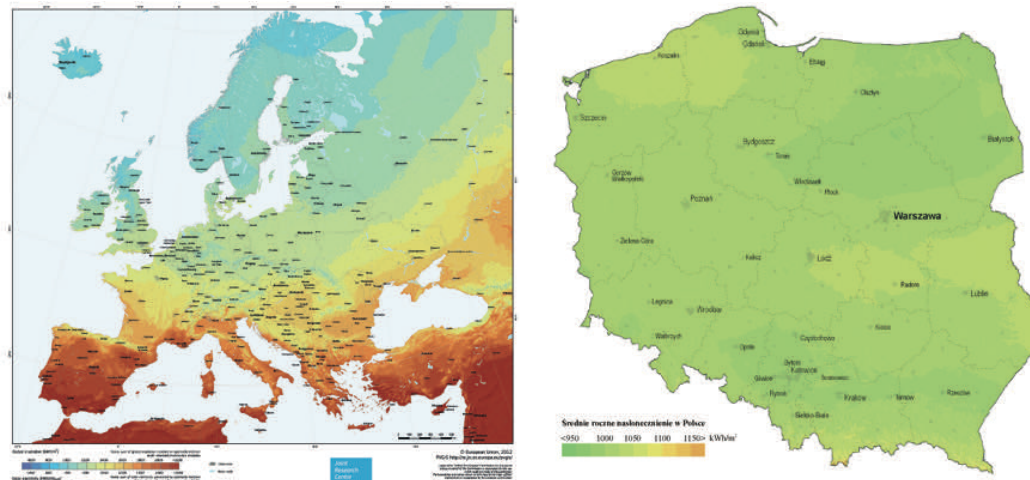
**MGR INŻ. SYLWIA WALCZAK  
CBT PRO AKADEMIA**

---



Energia pochodząca ze Słońca to podstawowe źródło energii na naszej planecie, generuje ona również podstawowe procesy klimatotwórcze tj. obieg ciepła, wilgoci, cyrkulację atmosferyczną. Ilość energii słonecznej, docierająca do powierzchni Ziemi, uzależniona jest od wielu czynników, między innymi od położenia geograficznego, aktualnie panujących warunków atmosferycznych i klimatycznych, ukształtowania terenu oraz składu i czystości atmosfery. Najgorsze warunki słoneczne dla naszego kraju przypadają na okres jesienno-zimowy, a wynika to głównie z położenia geograficznego Polski, jednak zasoby energii słonecznej są wielokrotnie wyższe od innych OZE dostępnych w Polsce. Najważniejszymi parametrami, charakteryzującymi jakość energii słonecznej są:

- Natężenie promieniowania słonecznego – chwilowa gęstość mocy promieniowania słonecznego, które pada na prostopadłą do promieniowania powierzchnię  $1 \text{ m}^2$  w ciągu jednej sekundy. Do górnych warstw atmosfery dociera promieniowanie słoneczne o wartości  $1366 \text{ W/m}^2$  – wartość tę określamy jako tzw. stałą/irradiancję słoneczną. W Polsce przyjmuje się średnią wartość natężenia promieniowania słonecznego na poziomie  $100\text{-}800 \text{ W/m}^2$ , w zależności od aktualnie panujących warunków atmosferycznych.
- Nasłonecznienie – suma natężenia promieniowania słonecznego w danej jednostce czasu na danej powierzchni. Parametr ten opisuje zasoby energii słonecznej w danym regionie i czasie. Mapa 1 przedstawia roz-



**Rysunek 5.** Rozkład natężenia promieniowania słonecznego w Europie i Polsce

Źródło: [1]

kład nasłonecznienia w Europie i Polsce. W zależności od regionu Polski wartość ta waha się w granicach od 900 – 1200 kWh/m<sup>2</sup>. Największe wartości notowane są w środkowo-wschodniej części kraju (woj. lubelskie) oraz w województwach centralnych, najmniejsze natomiast w obszarze Sudetów, Dolnego i Górnego Śląska, Małopolski oraz w pasie od Szczecina do Giżycka. W skali kraju województwo łódzkie charakteryzuje się stosunkowo korzystnymi warunkami nasłonecznienia, teoretycznie najkorzystniejsze warunki występują w powiatach: łódzkim, tomaszowskim, opoczyńskim i rawskim. Różnice pomiędzy poszczególnymi regionami województwa są jednak niewielkie, zatem

obszar ten można traktować, jako jednorodny.

Celem zobrazowania warunków słonecznych przypadających dla pięciu największych miast województwa łódzkiego przedstawiono wartości nasłonecznienia dla poszczególnych miast (Łódź – 51°45'33" N, 19°27'21" E, 206 m n.p.m., Piotrków Trybunalski – 51°24'18" N, 19°42'10" E, 190 m n.p.m., Pabianice – 51°39'24" N, 19°21'27" E, 182 m n.p.m., Tomaszów Mazowiecki – 51°31'52" N, 20°0'31" E, 169 m n.p.m., Bełchatów – 51°22'7" N, 19°21'23" E, 203 m n.p.m.) – Tabela 1. Dane zostały obliczone dla powierzchni horyzontalnej (Hh) oraz dla optymalnego kąta inklinacji (Hopt), wynoszącego 36°.

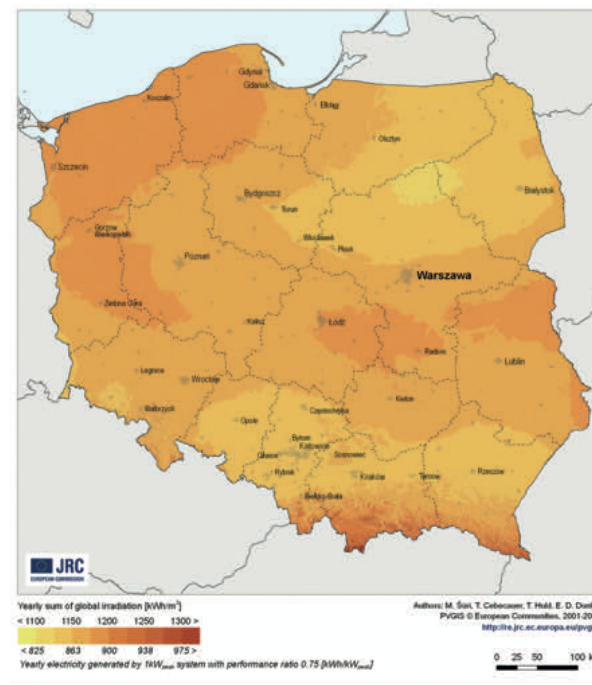
**Tabela 1.** Nasłonecznienie w największych miastach województwa łódzkiego

Miesiąc	Łódź		Piotrków Trybunalski		Pabianice		Tomaszów Mazowiecki		Bełchatów	
	Hh [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hopt [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hh [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hopt [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hh [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hopt [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hh [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hopt [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hh [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]	Hopt [Wh/m <sup>2</sup> / dzień]
Styczeń	645	1 040	652	1 050	657	1 050	677	1 100	671	1 060
Luty	1 220	1 740	1 280	1 800	1 260	1 780	1 310	1 880	1 310	1 830
Marzec	2 640	3 470	2 740	3 590	2 700	3 550	2 740	3 590	2 720	3 560
Kwiecień	4 300	5 010	4 320	5 020	4 340	5 050	4 300	5 010	4 310	5 010
Maj	5 280	5 440	5 290	5 450	5 300	5 470	5 290	5 450	5 250	5 410
Czerwiec	5 570	5 470	5 620	5 520	5 630	5 530	5 620	5 520	5 570	5 470
Lipiec	5 100	5 080	5 150	5 120	5 170	5 160	5 170	5 150	5 140	5 120
Sierpień	4 530	5 010	4 550	5 020	4 530	5 010	4 590	5 070	4 540	5 010

Wrzesień	3 110	3 890	3 150	3 930	3 140	3 930	3 160	3 970	3 150	3 930
Październik	1 710	2 480	1 760	2 530	1 750	2 550	1 750	2 530	1 760	2 540
Listopad	801	1 280	824	1 320	821	1 330	817	1 300	839	1 350
Grudzień	566	905	598	925	574	907	595	932	624	960
Średnia	2 956	3 401	2 995	3 440	2 989	3 443	3 002	3 459	2 990	3 438

Źródło: opracowanie własne, na podstawie danych z [1]

Na podstawie powyższej tabeli można zaobserwować, że rozkład nasłonecznienia dla poszczególnych miejscowości jest bardzo zbliżony, różnica pomiędzy najniższą, a najwyższą wartością nie przekracza 2%. Największe wartości nasłonecznienia notowane są dla Tomaszowa Mazowieckiego, a najniższe dla Łodzi. W skali roku występuje dość duża nierównomierność rozkładu nasłonecznienia, około 75% przypada na miesiące od marca do września, pozostałe 25% nasłonecznienia przypada na miesiące zimowe. W okresie zimowym możliwy czas wykorzystania energii słonecznej wynosi zaledwie 8 godzin w ciągu doby, a w okresie letnim ok. 16 godzin na dobę. Istotna jest również poprawa efektywności wykorzystania energii słonecznej przy zastosowaniu montażu ogniw fotowoltaicznych lub kolektorów słonecznych pod odpowiednim kątem w stosunku do powierzchni horyzontalnej. Maksymalną efektywność osiąga się instalując system w kierunku południowym, natomiast optymalny kąt nachylenia zawiera się w przedziale 34° – 70° i jest zależny od pory roku. Możliwe jest zainstalowanie systemów na stałe lub z układem nadążnym, zapewniającym automatyczną korektę



Rysunek 6. Rozkład usłonecznienia w Polsce.

Źródło: [3]

nachylenia i ukierunkowania, co umożliwia wzrost rocznej sumy pochłoniętego promieniowania nawet do 30%.

Usłonecznienie to liczba słonecznych godzin w danej jednostce czasu, występująca najczęściej w roku. Należy mieć na uwadze, że parametr ten opisuje głównie warunki pogodowe, a nie zasoby energii słonecznej. Na podstawie prowadzonych na terenie Polski badań w latach 1951-2000 można stwierdzić, że najwyższą wartość usłonecznienia odnotowano w Kołobrzegu (1 624 h/rok), natomiast dla Łodzi wartość ta wynosiła około 1 560 h/rok, co stanowi średnio 4,3 słonecznej godziny dziennie. Naj-



**Rysunek 7.** Potencjał energii promieniowania słonecznego dla poszczególnych powiatów województwa łódzkiego.

Źródło: [4].

wiekszy udział usłonecznienia rzeczywistego w sumie rocznej przypada na wiosnę i lato (72%). Od lat 80. XX wieku obserwuje się tendencję wzrostową wartości dni słonecznych na terenie Łodzi, co jest dość nietypowe dla wielkomiejskich aglomeracji, dzięki czemu Łódź wyróżnia się na tle innych miejskich ośrodków w Polsce i Europie Środkowej [2]. Rys. 6 przedstawia rozkład usłonecznienia w Polsce.

Urządzeniami umożliwiającymi praktyczne wykorzystanie energii słonecznej są kolektory, które przekształcają ją w energię cieplną oraz ogniwa fotowoltaiczne – generujące energię elektryczną. Bardziej rozpowszechnione w Polsce są pierwsze przetworniki, wykorzystywane głównie do podgrzewania ciepłej wody użytkowej, przede wszystkim w domkach jednorodzinnych, ale i także w budynkach użyteczności publicznej.

Teoretyczny potencjał energii słonecznej, przypadający na poszczególne powiaty województwa łódzkiego przedstawia Tabela 2.

W celu wykonania powyższych obliczeń przyjęta została sprawność konwersji fotowoltaicznej na poziomie 20%, natomiast energii fototermicznej na poziomie 50% [5].

Rys. 7 obrazuje graficznie potencjał promieniowania słonecznego dla poszczególnych powiatów w województwie łódzkim. Najgorsze warunki słoneczne przypadają na powiat pączęński, wieruszowski i wieluński, natomiast najlepsze są dla powiatów opoczyńskiego, brzezińskiego, tomaszowskiego, łódzkiego wschodniego i miasta Łodzi, zatem na tych obszarach powinna rozwijać się energetyka, bazująca na zasobach słonecznych.

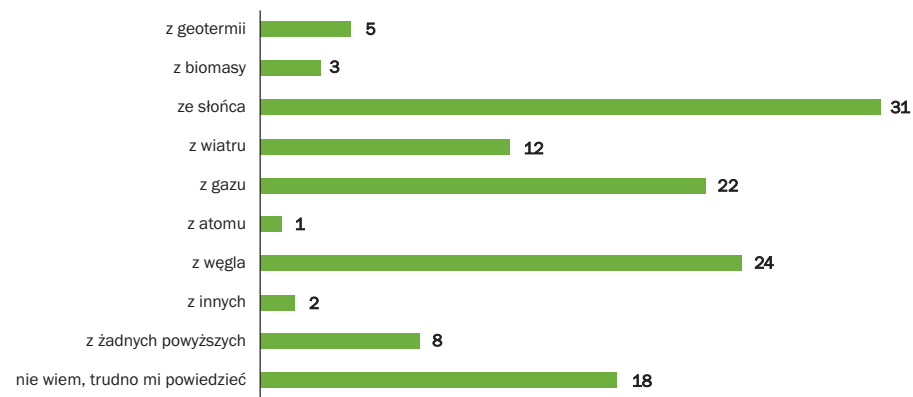
Tabela 2. Nasłonecznienie w największych miastach województwa łódzkiego

LP	Powiat	Potencjał teoretyczny [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	Potencjał techniczny dla konwersji fotowoltaicznej [kWh/m <sup>2</sup> /rok]	Potencjał techniczny dla konwersji fototermicznej [GJ/m <sup>2</sup> /rok]
1.	opoczyński	1 178	235,64	2,12
2.	brzeziński	1 177	235,50	2,12
3.	tomaszowski	1 177	235,50	2,12
4.	łódzki wschodni	1 176	235,28	2,12
5.	miasto Łódź	1 176	235,27	2,12
6.	rawski	1 176	235,13	2,12
7.	piotrkowski	1 175	234,99	2,11
8.	zgierski	1 175	234,99	2,11
9.	pabianicki	1 175	234,91	2,11
10.	łaski	1 174	234,77	2,11
11.	zduńskowolski	1 171	234,18	2,11
12.	bełchatowski	1 170	233,97	2,11
13.	skierniewicki	1 170	233,97	2,11
14.	sieradzki	1 167	233,45	2,10
15.	poddębicki	1 165	233,09	2,10
16.	łęczycki	1 164	232,87	2,10
17.	łowicki	1 164	232,72	2,09
18.	kutnowski	1 161	232,21	2,09
19.	radomszczański	1 161	232,14	2,09
20.	pajęczański	1 158	231,56	2,08
21.	wieruszowski	1 157	231,34	2,08
22.	wieluński	1 156	231,26	2,08
<b>ŁĄCZNIE</b>		25 724	5144,75	46,30
<b>WARTOŚĆ ŚREDNIA</b>		1 169	233,85	2,10

źródło: obliczenia własne na podstawie danych [4].



Z jakiego źródła energii elektrycznej i ciepła korzystał(a)by Pan(i) najchętniej w swoim gospodarstwie domowym?

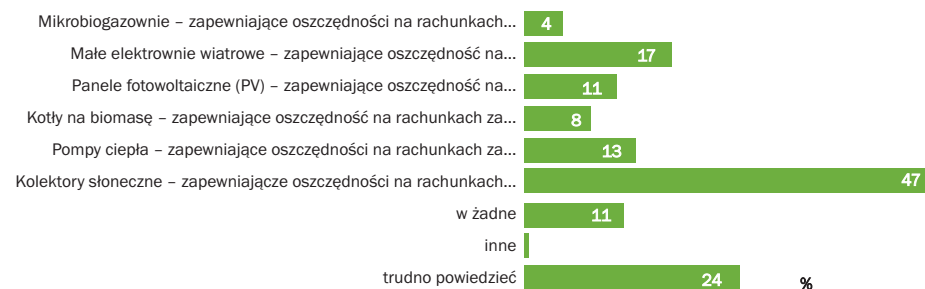


Wyniki nie sumują się do 100% – badani mogli wskazać do 2 odpowiedzi

Wykres 9. Poparcie społeczne dla energetyki odnawialnej

Źródło: [6]

Gdyby miał(a) Pan(i) taką możliwość to, w które przydomowe urządzenia energetyki odnawialnej najchętniej by Pan(i) zainwestował(a). Proszę wybrać nie więcej niż 3



Wykres 10. Poparcie społeczne dla poszczególnych instalacji OZE

Źródło: [6]

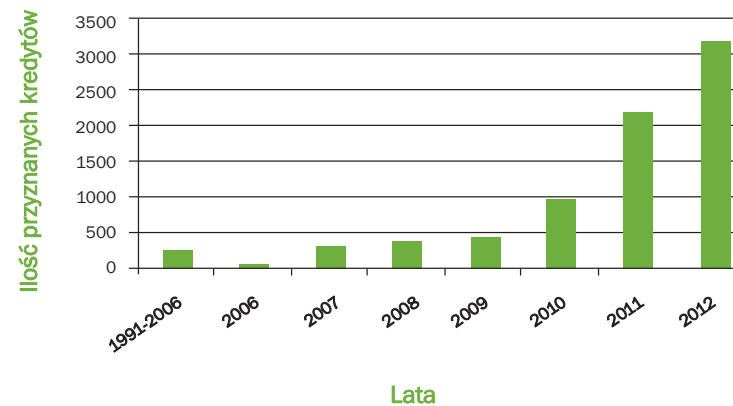
Energia słoneczna, jako czysta i całkowicie darmowa przynosi wymierne efekty ekologiczne, przyczyniając się do zmniejszenia ilości spalanych paliw konwencjonalnych, a tym samym emisji gazów (m.in. NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO). Rosnąca świadomość ekologiczna społeczeństwa, postęp techniczny na rynku instalacji solarnych oraz spadające koszty instalacji przyczyniają się do coraz większego zainteresowania fotowoltaiką oraz fotokonwersją. Za korzystaniem z tego typu instalacji przemawia fakt częściowego uniezależnienia się od cen i dostępności paliw konwencjonalnych, a także bardzo pozytywna opinia społeczna nt. tego typu instalacji – Wykres 9.

Spośród wyżej przedstawionych urządzeń energetyki odnawialnej największym poparciem społecznym charakteryzują się kolektory słoneczne - Wykres 10. Prawie połowa respondentów za-

inwestowałaby właśnie w tego typu urządzenia, panele fotowoltaiczne znajdują się na dalszej pozycji.

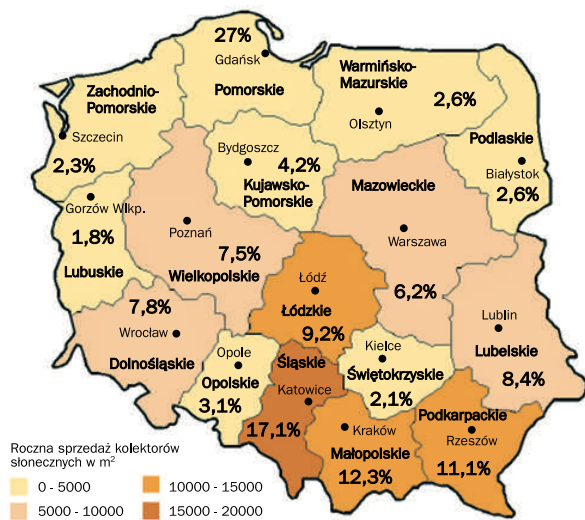
### 1.1.1. WYKORZYSTANIE TERMICZNEJ ENERGII SŁONECZNEJ

Termiczna energia solarna może być wykorzystywana do podgrzewania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) lub centralnego ogrzewania (c.o). Na terenie województwa łódzkiego zaprojektowane i wykonane zostało bardzo dużo prywatnych instalacji, umiejscowionych na dachach domków jednorodzinnych. Zgodnie z danymi, opublikowanymi przez Bank Ochrony Środowiska, kwota udzielonych przez niego kredytów, związanych ze sprzedażą Słonecznego EkoKredytu – kredytu z dotacją NFOŚiGW na zakup i montaż kolektorów słonecznych w 2012 roku wyniosła 49,7 mln zł i wzrosła względem roku 2011 aż o 58%.



Wykres 11. Ilość kredytów na instalacje kolektorów słonecznych, przyznanych przez BOŚ w latach 1991-2012

Źródło: opracowanie własne, na podstawie: [7]



**Rysunek 8.** Sprzedaż kolektorów słonecznych w Polsce w 2010 roku.

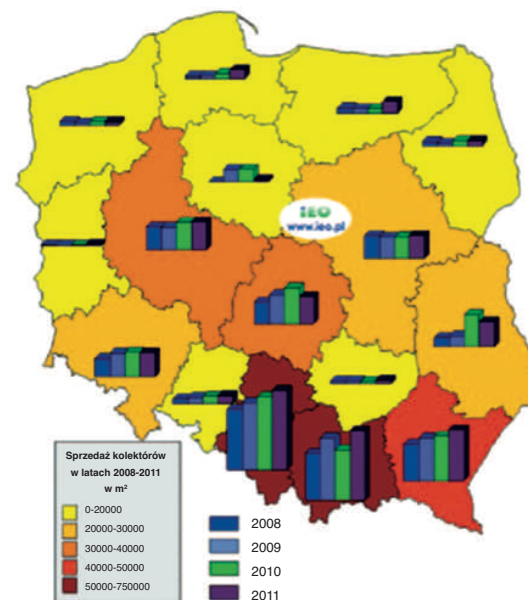
Źródło: [8]

W latach 2007-2010 województwo łódzkie znajdowało się w ścisłej czołówce wraz z województwami: śląskim, małopolskim i podkarpackim w ilości sprzedanych kolektorów słonecznych – Rys. 8.

Przewaga popularności kolektorów słonecznych nad ogniwami fotowoltaicznymi wynika ze wcześniejszej dostępności kredytów (np. BOŚ) i dotacji (NFOŚiGW) na instalacje do konwersji fototermicznej. W latach 2007-2013 w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych przeznaczono 231 mln zł na inwestycje związane z energetyką słoneczną (20% całego budżetu

na energetykę odnawialną), jednak do końca listopada 2011 r. zatwierdzone wnioski na budowę instalacji solarnych, opiewały na 328 mln zł zatem, ze względu na ogromne zainteresowanie tego typu inwestycjami, zakładana kwota została przekroczona aż o około 30%.

Instalacje służące konwersji fototermicznej budowane są na terenie całego województwa. Jedną z największych w Polsce jest instalacja w Poddębicach. Składa się ona z 1 267 kolektorów o łącznej powierzchni 2 270 m<sup>2</sup>. W skali roku instalacja ta jest w stanie wyprodukować



**Rysunek 9.** Sprzedaż instalacji słonecznych w Polsce w latach 2008-2011.

Źródło: [8]

1 800 GJ energii, służącej do podgrzewania c.w.u. na dwóch osiedlach „Północ” oraz „Południe”, a także w Szpitalu Powiatowym i Internacie ZSP. Coraz powszechniejsze są instalacje solarne na jednorodzinnych domkach, jednak ze względu na ich dość duże rozproszenie bardzo trudno jest oszacować ich łączną powierzchnię. W województwie łódzkim, ani w Polsce nie prowadzi się ewidencji wybudowanych instalacji kolektorów słonecznych, jednak wartość tę można określić w przybliżeniu na podstawie danych sprzedaży kolektorów, przedstawionych na Rys. 9.

#### 1.1.2. BARIERY W ROZWOJU ENERGETYKI SŁONECZNEJ

Rozwój energetyki odnawialnej ograniczony jest pewnymi barierami, które możemy podzielić na:

- ekonomiczne,
- techniczne,
- instytucjonalne,
- społeczne,
- legislacyjne.

W przypadku instalacji słonecznej najbardziej newralgiczną jest bariera ekonomiczna. Kwota niezbędna na wybudowanie instalacji przetwarzającej energię słoneczną na energię elektryczną bądź ciepłą jest wciąż relatywnie wysoka, a roczny okres, w którym możemy czerpać energię ze Słońca jest bardzo krótki (tylko w ciągu dnia, najlepiej słonecznego). W związku z powyższym czas zwrotu inwestycji instalacji wykorzystującej energię słoneczną jest dość wysoki, wobec czego bez wypracowania korzystnych mechanizmów finansowych, najlepiej w formie dotacji lub niskoprocentowanych pożyczek dla inwestorów indywidualnych szansa

rozwoju energetyki słonecznej jest niewielka. Kolejną, istotną barierą są niepewne uwarunkowania prawne, ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii ulega ciągłym zmianom, zatem inwestycja w OZE jest aktualnie niepewna.

#### 1.1.3. ETAPY INWESTYCJI W ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII NA PRZYKŁADZIE INWESTYCJI W INSTALACJĘ FOTOWOLTAICZNĄ LUB KOLEKTORÓW SŁONECZNYCH

W przypadku zdecydowania się na inwestycję w instalację fotowoltaiczną inwestor może się zapoznać się z poniższymi kryteriami dopuszczającymi do instalacji w OZE.

- Lokalne warunki zabudowy – oddziaływanie inwestycji na środowisko

Zapoznanie się z lokalnymi warunkami zabudowy, ustalonymi w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego albo z decyzją o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu. W celu uzyskania decyzji środowiskowej inwestor powinien złożyć wniosek do władz gminy wraz z wymaganymi załącznikami, w tym kartą informacyjną zawierającą podstawowe informacje dotyczące planowanego przedsięwzięcia. Na podstawie informacji zawartych w tej karcie, organ odpowiedzialny za wydanie decyzji środowiskowej podejmuje decyzję, czy należy wykonać dla danego przedsięwzięcia Ocenę Oddziaływania Środowiskowego (OOS), czy nie. Np. Prezydent Miasta Pabianic, bazując na ustawie o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko oraz posiłkując się opiniami sanitarnymi i starosty lub regionalnego dyrektora

ochrony środowiska (RDOS) wydaje postanowienie o konieczności, albo o braku konieczności przeprowadzenia OOS. Decyzja zawierająca konieczność przeprowadzenia OOS zawiera zakres wymaganego raportu. Po jego wykonaniu opiniowany jest on przez władze gminy i RDOS, następnie po konsultacjach społecznych, władze samorządowe wydają decyzję środowiskową.

Przy planowaniu inwestycji należy także uzyskać informację, czy tereny inwestycyjne wchodzą w obszar NATURA 2000, dla których wymagana jest dodatkowa ekspertyza środowiskowa.

- Lokalne warunki zabudowy – lokalizacja inwestycji w OZE

Zgodnie z ustawą o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym lokalizacja inwestycji OZE może mieć miejsce w drodze decyzji władz lokalnych o ustanowieniu inwestycji, jako inwestycji celu publicznego. Jednak większość inwestycji w OZE jest prowadzona w oparciu o zmianę MPZP lub w przypadku jego braku, w oparciu o jego uchwalenie. Wniosek o zmianę MPZP celem "naniesienia inwestycji" składa się do władz gminy lub do Rady Gminy, która podejmuje odpowiednią uchwałę. Procedura zmiany MPZP jest podobna do jego uchwalania i może trwać nawet do kilku miesięcy. W przypadku braku MPZP, określenie sposobów zagospodarowania i warunków zabudowy terenu może nastąpić w drodze decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, którą wydają władze gminy. Do wniosku o wydanie takiej decyzji należy dołączyć m.in. decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach, określić granice terenu objętego wnioskiem oraz przedstawić charakterystykę inwestycji.

- Przyłączenie jednostki bazującej na OZE do sieci energetycznej

W celu podłączenia do sieci elektroenergetycznej podmiot musi złożyć wniosek do lokalnego operatora/dystrybutora sieci o określenie technicznych i ekonomicznych warunków przyłączenia. Wnioskodawca wnosi na poczet opłaty za przyłączenie zaliczkę w wysokości 30 zł brutto za każdy kW mocy przyłączeniowej, jednak nie więcej niż koszt przewidywanej opłaty za przyłączenie do sieci i nie wyższą niż 3 000 000 zł. Do wniosku o wydanie warunków przyłączenia dostarcza się:

- Dokument potwierdzający tytuł prawny wnioskodawcy do korzystania z nieruchomości;
- Plan zabudowy na mapie sytuacyjno-wysokościowej, określający usytuowanie przyłączonego obiektu względem istniejącej sieci.
- W przypadku wnioskodawcy ubiegającego się o przyłączenie źródła do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym wyższym niż 1kV – wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub, w przypadku braku takiego planu, decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla nieruchomości określonej we wniosku, jeżeli jest ona wymagana na podstawie przepisów o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Wypis i wyrys z MPZP lub decyzja o warunkach zabudowy powinny potwierdzić dopuszczalność lokalizacji danego źródła energii na terenie objętym planowaną inwestycją, która jest objęta wnioskiem o określenie warunków przyłączenia.
- Dla źródła wytwórczego będącego źródłem fotowoltaicznym – parametry techniczne,

charakterystykę ruchową i eksploatacyjną przyłączanych urządzeń, instalacji lub sieci, w tym specyfikę techniczną wg określonego wzoru oraz karty katalogowej ogniw fotowoltaicznych i przekształtników DC/AC.

- Planowany elektryczny i topograficzny schemat wewnętrzny źródła, uwzględniający schemat stacji elektroenergetycznej źródła (dot. II i III gr. przyłączeniowej) oraz długości i typy linii elektroenergetycznych zasilających źródło.
- Wypis z KRS lub zaświadczenie o wpisie do CEIDG.
- Pełnomocnictwa dla osób upoważnionych przez wnioskodawcę do występowania w jego imieniu.
- Ekspertyzę wpływu na system elektroenergetyczny (jeśli dotyczy),
- Wypis i wyrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego potwierdzający możliwość lokalizacji danego źródła energii lub w przypadku jego braku decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla nieruchomości określonej we wniosku, jeżeli jest ona wymagana na podstawie przepisów o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym.

Warunki przyłączenia wraz z projektem umowy o przyłączenie do sieci wydawane są przez operatora/dystrybutora w ciągu 150 dni po złożeniu wniosku, a ich ważność wynosi dwa lata. Operator/dystrybutor zobowiązany jest do zawarcia umowy o przyłączenie do sieci z podmiotami ubiegającymi się o przyłączenie, na zasadzie równoprawnego traktowania, jeśli istnieją techniczne i ekonomiczne warunki przyłączenia do sieci, a żądający zawarcia umowy

spełnia warunki przyłączenia. Warto podkreślić, że niestety nie ma gwarancji przyłączenia i przy braku informacji o możliwościach przyłączenia, inwestycja w OZE jest ryzykowna.

- Uzyskanie pozwolenia na budowę

Wniosek o wydanie pozwolenia na budowę należy złożyć w Wydziale Architektury i Budownictwa Starostwa Powiatowego. Do wniosku o wydanie pozwolenia na budowę należy dołączyć w szczególności:

- a) projekt budowlany w kilku egzemplarzach z opiniami i uzgodnieniami,
- b) decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach,
- c) oświadczenie o posiadanym prawie do dysponowania nieruchomością na cele budowlane,
- d) decyzję o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, (jeżeli jest wymagana).

Czas uzyskania pozwolenia na budowę wynosi do 30 dni od daty zgłoszenia. Decyzję o pozwoleniu na budowę wydaje Prezydent Miasta. W zależności od rodzaju przedsięwzięcia OZE wymagane będą odrębne decyzje, pozwolenia i uzgodnienia.

- Oddanie do użytku i eksploatacja

Przed przystąpieniem do użytkowania obiektu budowlanego należy uzyskać ostateczną decyzję o pozwoleniu na jego użytkowanie. Najważniejszą kwestią na tym etapie jest uzyskanie koncesji od prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, która umożliwi prowadzenie działalności gospodarczej w zakresie wytwarzania energii w źródłach odnawialnych. Energia wytwarzana przez dany podmiot z OZE może zostać wykorzystana na potrzeby własne podmiotu lub

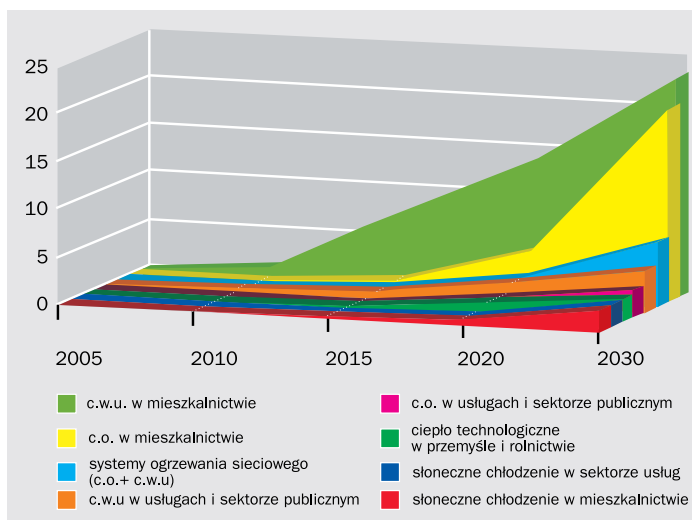
wprowadzona do krajowej sieci i sprzedana przedsiębiorstwom zajmującym się obrotem energią. Aby rozpocząć sprzedaż energii konieczne jest zawarcie umowy dystrybucyjnej z operatorem sieci oraz uzgodnienie instrukcji współpracy. Niezbędne jest również podpisanie odpowiednich umów handlowych oraz sprzedaży praw majątkowych wynikających z uzyskanych świadectw pochodzenia („zielonych certyfikatów”).

#### 1.1.4. PERSPEKTYWY ROZWOJU OZE NA PRZYKŁADZIE ENERGETYKI SŁONECZNEJ

W skali kraju w województwie łódzkim wystę-

puje dość wysoki potencjał promieniowania słonecznego wynoszący średnio 1 169 kWh/m<sup>2</sup>/rok – Tabela 2. Rozwój energetyki słonecznej bazować będzie głównie na wykorzystaniu termicznej konwersji energii słonecznej, ściśle związanej z rosnącym zapotrzebowaniem na poniższe potrzeby grzewcze, które wizualizuje Wykres 12:

- c.w.u. oraz c.o. w mieszkalnictwie;
- c.w.u. i c.o. w usługach i sektorze publicznym;
- ciepło technologiczne w przemyśle oraz rolnictwie;
- chłodzenie w mieszkalnictwie i sektorze usług.



Wykres 12. Prognoza rozwoju rynku termicznej energetyki słonecznej w Polsce

Źródło: [10]

Potrzeby te będą ciągle aktualne, a dzięki wzrostowi świadomości oraz popularyzacji OZE coraz większe grono osób będzie zainteresowanych inwestycją w OZE. Prowadzone analizy rynkowe sugerują, że w latach 2014-2020 rosnące będzie wykorzystywanie energii słonecznej do lokalnego podgrzewania c.w.u. w mieszkalnictwie oraz sektorze usługowym i publicznym. Ciekawa, innowacyjna oferta przewidywana jest na rok 2020, kiedy to prognozowane jest wprowadzenie słonecznych systemów chłodzenia. Potencjalna grupa nabywców dużych instalacji (powierzchnia kolektorów i ogniw fotowoltaicznych powyżej 50 m<sup>2</sup>) w województwie łódzkim stanowią przede wszystkim:

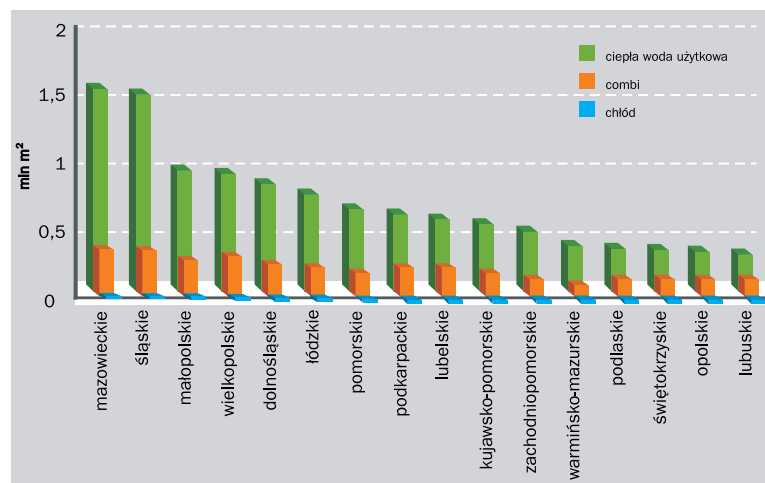
- **Szpitaly i Zakłady Opieki Zdrowotnej** – w województwie znajduje się 76 szpitali [11]. Większość z nich wymaga modernizacji sieci ciepłowniczej lub elektroenergetycznej. Jeśli założymy, że w co 7 szpitalu zostanie przeprowadzona termomodernizacja wraz z montażem instalacji kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych o powierzchniach 50 m<sup>2</sup> każda, przy założeniu średniej wartości potencjału do konwersji fototermicznej – 2,1 GJ/m<sup>2</sup>/rok oraz potencjału do konwersji fotowoltaicznej – 233,85 kWh/m<sup>2</sup>/rok to możliwe będzie wytworzenie 1 155 GJ energii cieplnej oraz 128,62 MWh/rok energii elektrycznej. Wzorem dla tej grupy inwestorów powinny być Poddębickie Centrum Zdrowia Sp. z o.o. – zainstalowanych 149 kolektorów o łącznej powierzchni 268 m<sup>2</sup> oraz Wojewódzki Specjalistyczny Szpital im. dr Wł. Biegańskiego, który zainwestował w rozwój fotowoltaiki – około 1 800 paneli

fotowoltaicznych o łącznej powierzchni prawie 2 000 m<sup>2</sup> i mocy 220 kW. Każdy pawilon szpitala ma swoją instalację fotowoltaiczną, przeznaczoną na potrzeby własne. W przypadku nadmiaru produkcji prądu w jednym z pawilonów możliwe jest przesłanie nadwyżek do innego pawilonu [12].

- **Placówki oświatowe** – w województwie łódzkim znajduje się 3 886 placówek oświatowych [13]. Jeśli założymy, że w co dziesiątym obiekcie przeprowadzona zostanie termomodernizacja wraz z instalacją kolektorów słonecznych o powierzchni 50 m<sup>2</sup> i paneli fotowoltaicznych (50 m<sup>2</sup>) to przy uwzględnieniu średnich wartości potencjału dla konwersji fototermicznej i fotowoltaicznej możliwa moc do wytworzenia będzie wynosiła odpowiednio 40,8 TJ/rok oraz 4,54 GWh rocznie energii elektrycznej.
- **Obiekty noclegowe turystyki (hotele, pensjonaty, motele)** – w województwie łódzkim znajduje się 296 obiektów [14]. Przy założeniu, że co 10 obiekt zostanie poddany termomodernizacji wraz z montażem instalacji kolektorów słonecznych o powierzchni 50 m<sup>2</sup> i paneli fotowoltaicznych (50 m<sup>2</sup>) to możliwa moc do wytworzenia będzie wynosiła odpowiednio 3 108 GJ energii cieplnej oraz 346,1 MWh rocznie energii elektrycznej.

Potencjał wykorzystania energii słonecznej do przygotowania c.w.u., systemów typu combi (umożliwiających współpracę systemów tradycyjnych z kolektorami słonecznymi) oraz w celu chłodzenia pomieszczeń w przeliczeniu na m<sup>2</sup> powierzchni pokazuje Wykres 13, str. 128 .





**Wykres 13.** Potencjał rynkowy poszczególnych województw pod względem wykorzystania kolektorów słonecznych

Źródło: [10]

Województwo łódzkie plasuje się na szóstej pozycji, co jest dość dobrym wynikiem. Kolejnym parametrem, charakteryzującym potencjał energii słonecznej może być wskaźnik powierzchni kolektora per capita, którego średnia wartość dla Polski w roku 2020 przyjęta została jako 0,39 m<sup>2</sup> (Wykres 14).

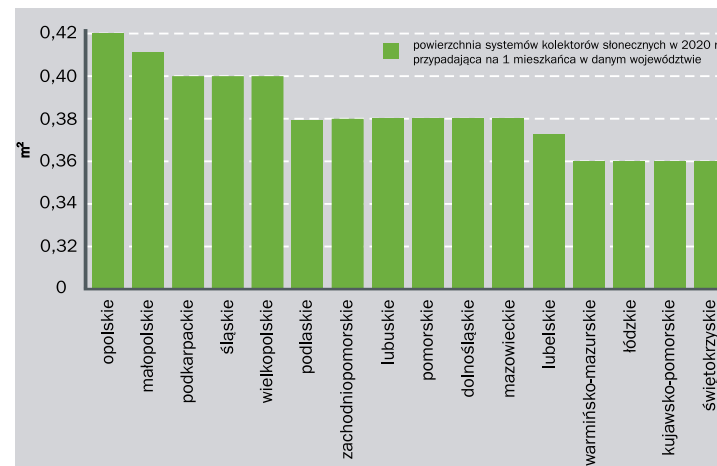
W zaktualizowanej Strategii Rozwoju Regionalnego 2014-2020 energetyka i energetyka odnawialna zostały uznane za kluczowe dziedziny rozwojowe. Budowaniu i rozwojowi energetycznego charakteru województwa łódzkiego będzie sprzyjać nadchodząca perspektywa finansowa 2014-2020 i strategiczne dokumenty: Europa

2020, Pakiet klimatyczny, Polityka „3x20”, Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej, Horizon 2020, Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku i inne. Jednak obowiązujący krajowy cel dla rozwoju systemów fotowoltaicznych na 2020 r., który został zaproponowany w „Polityce energetycznej Polski do 2030 roku” z 2009 roku i potwierdzony w „Krajowym planie działania w zakresie odnawialnych źródeł energii”, określony został na zaledwie 3 MW mocy zainstalowanej. Aktualnie brak jest odpowiedniego systemu wsparcia dla technologii fotowoltaiki w krajowych programach, które właściwie nie dają szans na racjonalne plano-

wanie wsparcia tej technologii w ramach funduszy regionalnych UE w nowej perspektywie finansowej 2014-2020. Brak zmian w systemie wsparcia minimalizuje potencjał rynkowy budowy megawatowych elektrowni fotowoltaicznych w Polsce i regionie. Zapewne w dalszym ciągu stopniowo będą rosły inwestycje w małe systemy fotowoltaiczne, związane z rozwojem energetyki prosumenckiej. W ramach 16 PRO złożono zaledwie 24 wnioski na budowę instalacji PV (łącna wartość dofinansowania 92,6 mln zł), z których zatwierdzonych zostało jedynie 5 projektów (o wartości dofinansowania 19,6 mln zł), a odrzuconych aż 16 (o wartości dofinansowania 59,6 mln zł). Wartość projektów

z zakresu fotowoltaiki stanowiła zaledwie 5% wartości projektów z sektora rozwiniętych kolektorów słonecznych.

Aktualnie koszt inwestycji w instalacje wykorzystujące OZE jest wyższy od jednostkowych kosztów inwestycyjnych w energetyce konwencjonalnej, co sprawia to, że nie są one konkurencyjne. Inwestycja w fotowoltaikę jest najmniej opłacalna (ok. 30 mln/MW) [4]. Jednakże należy pamiętać, że energia słoneczna jest całkowicie darmowa, a koszty eksploatacji instalacji PV są niewysokie, w związku z powyższym inwestor ponosi głównie koszt zakupu podzespołów instalacji, montażu i formalnych dokumentów.



Wykres 14. Powierzchnia systemów kolektorów słonecznych per capita w 2020 roku

Źródło: [10]

Znaczącą rolę w realizacji strategii rozwoju w zakresie wykorzystania OZE powinny odgrywać samorządy gmin, które są bezpośrednio odpowiedzialne za planowanie przestrzenne na terenie gminy i decydują lub opiniują jakie inwestycje na terenie gminy będą zlokalizowane. Potencjalnie największym odbiorcą energii ze źródeł odnawialnych może być rolnictwo, a także małe gospodarstwa domowe. Samorząd gminny powinien aktywnie wspierać inicjatywy i działania w kierunku rozwoju małych źródeł wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

W tematykę ww. wspierania idealnie wpisuje się trwający program, realizowany przez NFOŚiGW „Wspieranie rozproszonych, odnawialnych źródeł energii Część 4) Prosument – linia dofinansowania z przeznaczeniem na zakup i montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii”, którego budżet dla bezzwrotnych form dofinansowania wynosi 150 000 tys zł, natomiast dla zobowiązań zwrotnych 450 000 tys zł. Ma on na celu promowanie nowych technologii OZE oraz postaw prosumenckich oraz rozwój rynku dostawców urządzeń i instalatorów oraz zwiększenie liczby miejsc pracy w tym sektorze. Otrzymane dofinansowanie będzie można przeznaczyć na zakup i montaż mikroinstalacji OZE, przeznaczonych do produkcji energii elektrycznej lub ciepła i energii elektrycznej. Beneficjentami programu mogą być zarówno osoby fizyczne, jak i spółdzielnie oraz wspólnoty mieszkaniowe oraz jednostki samorządu terytorialnego [15].

Kolejną szansą na znalezienie dofinansowania w obszarze inwestycji słonecznych jest „Programu Oczyszczania Kraju z Azbestu na lata

2009-2032”, realizowany przez Ministerstwo Gospodarki. W wyniku realizacji tego programu powinny zostać wymienione pokrycia dachowe na około 1 mln 130 tys. budynków [10]. Inwestycja w nowe pokrycia dachowe może być inspirowana do połączenia jej z montażem na nowym dachu kolektorów lub paneli słonecznych.

Rozwój energetyki odnawialnej, w zwłaszcza energetyki słonecznej, wiąże się z aktualną ofertą edukacyjno-szkoleniową dla młodzieży i osób dorosłych w obszarze OZE. Na podkreślenie zasługują intensywne badania i rozwój nad technologiami fotowoltaicznymi na łódzkich uczelniach (głównie Politechnika Łódzka), a także realizowane programy szkoleniowe, m.in. Manager Budownictwa Energooszczędnego, realizowany przez CBI Pro-Akademia, a także Odnawialne źródła energii – studia podyplomowe dla nauczycieli i instruktorów praktycznej nauki zawodu, realizowany przez Agencję Użytkowania i Poszanowania Energii Sp. z o.o. oraz Politechnikę Łódzką. W związku z rozwojem OZE pracodawcy w najbliższych latach planują zwiększenie zatrudnienia w obszarze OZE, co pozwala prognozować istotne zapotrzebowanie na rynku pracy na absolwentów kierunków związanych z energetyką odnawialną, zarówno na poziomie zasadniczych szkół zawodowych, techników, jak i szkół wyższych. Wśród pracodawców istnieje duże przekonanie o potrzebie utworzenia w regionie łódzkim klas w szkole ponadgimnazjalnej – kształcących dla branży OZE.

Należy spodziewać się wzrostu zapotrzebowania branżowego rynku pracy, na: monterów urządzeń energii odnawialnej, serwisantów

urządzeń OZE oraz techników urządzeń i systemów energetyki odnawialnej. W mniejszym stopniu, na: sprzedawców OZE oraz projektantów instalacji energetyki odnawialnej – rynek ten jest już dość dobrze obsadzony.

Obecnie istnieje duża potrzeba w dziedzinie doształcania pracowników firm z zakresu systemów związanych z energetyką odnawialną – zwłaszcza szkolenia dla pracowników przedsiębiorstw branży instalacyjno-budowlanej z za-

stosowania technologii OZE i rozwiązań zwiększających efektywność energetyczną. Oferta szkoleń powinna obejmować monterów urządzeń energetyki odnawialnej oraz serwisantów tych urządzeń

W poniższej tabeli przedstawiona została analiza SWOT dla inwestycji w energetykę słoneczną, przeprowadzona w oparciu o warunki panujące w województwie łódzkim.

**Tabela 3.** Analiza SWOT dla inwestycji w energetykę słoneczną

MOCNE STRONY	SŁABE STRONY
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korzystne warunki promieniowania słonecznego w województwie łódzkim,</li> <li>• Bardzo dobry odbiór społeczny technologii słonecznych,</li> <li>• Dobrze rozwinięte zaplecze badawczo-rozwojowe w regionie,</li> <li>• Aktywnie działający Klaster Bioenergia dla Regionu, wspierający inwestycje w energetykę odnawialną,</li> <li>• Zwiększająca się efektywność technologii PV,</li> <li>• Rozwój tektroniki w regionie łódzkim, zainteresowanie przedstawicieli innych branż technologiami OZE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Powszechna opinia o złych warunkach klimatycznych dla rozwoju technologii słonecznych,</li> <li>• Wysoki koszt inwestycji w technologię słoneczną w porównaniu z innymi technologiami OZE oraz konwencjonalną,</li> <li>• Niewielkie podkreślanie możliwości technologii słonecznych w strategiach rozwoju energetyki w kraju,</li> <li>• Brak opracowanych mechanizmów rozwoju rynku technologii słonecznych,</li> <li>• Niepewna droga do przygotowania i finansowania typowych inwestycji słonecznych,</li> <li>• Wysokie koszty środowiskowe związane z produkcją ogniw fotowoltaicznych,</li> <li>• Brak koordynacji pomiędzy programami badawczo-rozwojowymi na temat technologii słonecznych.</li> </ul>

SZANSE	ZAGROŻENIA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Możliwy dalszy wzrost efektywności technologii PV, nowe odkrycia o nowych materiałach,</li> <li>• Spadek ceny kolektorów i ogniw słonecznych,</li> <li>• Możliwość wykorzystania poparcia społecznego do przeznaczenia większych nakładów na badania i rozwój rynku,</li> <li>• Wzrosty i wahania cen paliw i surowców,</li> <li>• Niestabilna sytuacja polityczna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szybki rozwój technologii fotowoltaicznych poza UE (Chiny, Indie, USA i Japonia),</li> <li>• Brak rozwoju krajowej bazy produkcji urządzeń i technologii słonecznych i związane z tym wyższe koszty importu,</li> <li>• Brak długofalowej, stabilnej polityki w zakresie OZE,</li> </ul>

#### 1.1.5. PODSUMOWANIE

Energia słoneczna przy aktualnych warunkach nasłonecznienia i uśonecznienia dla województwa łódzkiego może być wykorzystana przede wszystkim do podgrzewania wody w instalacjach z kolektorami słonecznymi, ale i także do produkcji energii elektrycznej w oparciu o instalacje fotowoltaiczne. Niestety ze względu na wysoki koszt inwestycyjny zakres zastosowania ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej jest na razie ograniczony do insta-

lacji jedynie o małych mocach. W ostatnich latach obserwuje się wzrost liczby instalacji z kolektorami solarnymi, nie tylko na dachach domów jednorodzinnych, ale i także dużych instalacji na budynkach obiektów użyteczności publicznej oraz instalacji wolnostojących. Ogółem szacuje się, że w województwie łódzkim powstały instalacje solarne o powierzchni kolektorów około 8 000 m<sup>2</sup> [4]. Danych na temat powierzchni zainstalowanych systemów fotowoltaicznych nie ma, ponieważ są one bardziej rozproszone niż instalacje kolektorów słonecznych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Šúri M. Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A. Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. *Solar Energy*, 81, 1295–1305. [Online] 2007. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.
2. Podstawczyńska A. Cechy solarne klimatu Łodzi. *Folia Geographica Physica*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. 7, 2007.
3. Informatyki Zakład Agrometeorologii i Zastosowań. [Online] <http://www.zazi.iung.pulawy.pl/>.
4. S.A CITEC. Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim. Katowice: brak nazwiska, 2008.
5. Butkowski M. Wykorzystanie energii słonecznej do podgrzewania wody za pośrednictwem kolektorów słonecznych. brak miejsca : Polskie Sieci Elektroenergetyczne – Wschód sp z.o.o.
6. IEO zespół. Polacy o źródłach energii odnawialnej – wyliczenia z Krajowego Planu Rozwoju Mikroinstalacji OZE do 2020 roku. 2013.
7. Raport ekologiczny 2013 BOŚ Bank. [Online] <http://www.bosbank.pl/>.
8. Dobry Znak. [Online] <http://gazeta-dobryznak.pl>.
9. IEO zespół. Małoskalowe Odnawialne Źródła Energii i Mikroinstalacje. Warszawa: Heinrich-Boll-Stiftung, 2012.
10. Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020. Warszawa : Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, 2011.
11. Dział Analiz Statystycznych Ekonomicznych i Informatyzacji Ochrony Zdrowia. Działalność Zakładów Lecznictwa Zamkniętego Województwa Łódzkiego. Łódź: Wojewódzkie Centrum Zdrowia Publicznego, 2013.
12. energoo GRAMWZIELONE.pl portal zielonej. [Online] <http://gramzielone.pl/>.
13. Kuratorium Oświaty w Łodzi. [Online] <http://www.kuratorium.lodz.pl>.
14. Łódzi Urząd Statystyczny w. Turystyka w województwie łódzkim w 2011 roku. Łódź : Urząd Statystyczny w Łodzi, 2011.
15. Wodnej Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki. [Online] <http://www.nfosigw.gov.pl>.





ROZDZIAŁ 8

# ENERGETYKA WIATROWA

---

PROF. DR HAB. INŻ MAREK DZIUBIŃSKI

---





## 1.4 ENERGETYKA WIATROWA

### 1.4.1 Wprowadzenie

Człowiek od najdawniejszych czasów wykorzystywał energię wiatru głównie do napędu łodzi żaglowych oraz wiatraków. Pierwsze opisy urządzeń wiatrowych można znaleźć w kodeksie Hammurabiego z 1750 r. p.n.e., zaś pierwsze wzmianki o wiatrakach w Europie pochodzą z Anglii i datowane są na 833 r. Pierwsza informacja o wiatrakach na terenie Polski pochodzi z 1271 r. W XVIII wieku Polska z pracującymi na jej terenie około 20000 wiatraków (głównie do przemiału zboża) należała do czołówki europejskiej w tej dziedzinie.

Początek przemysłowego rozwoju energetyki wiatrowej datuje się na 1959 r., w którym to roku duński inżynier J. Juul opracował technologię współczesnej turbiny wiatrowej (w podstawowych założeniach niezmienną do chwili obecnej) o mocy 200 kW i uruchomił ją w Ged-sar (Dania). Pierwszą polską turbinę wiatrową opracowano w 1991 r.

Aktualnie energetyka wiatrowa jest najbardziej dynamicznie rozwijającą się branżą energetyki odnawialnej w Polsce. Jest ona silnie powiązana z energią słoneczną, ponieważ źródłem powstawania wiatrów jest promieniowanie elektromagnetyczne Słońca oraz ruch obrotowy Ziemi.

Różne kąty padania promieniowania słonecznego na powierzchnię Ziemi – ze względu na kulisty kształt naszej planety – powodują występowanie bardzo nierównomiernego nagrzewania różnych części powierzchni Ziemi. Na

stopień nagrzania powierzchni Ziemi mają również wpływ: zachmurzenie, ukształtowanie terenu, wysokość nad poziomem morza, prądy morskie oraz ruch wirowy Ziemi. Nierównomierne nagrzewanie różnych części powierzchni Ziemi powoduje powstawanie obszarów o zmiennej temperaturze i ciśnieniu. Występująca różnica temperatur i ciśnienia powoduje wytwarzanie różnic gęstości powietrza co skutkuje naturalną cyrkulacją mas powietrza, objawiająca się w postaci wiejących wiatrów.

Na kuli ziemskiej wyróżniamy dwie podstawowe cyrkulacje mas powietrza: cyrkulację Hadley'a i cyrkulację Rossby'ego. Cyrkulacja Hadley'a występuje między zwrotnikami Raka i Koziorożca w strefie przyrównikowej. Silnie nagrzane powietrze w strefie przyrównikowej wytwarza prądy wznoszące mas powietrza do troposfery, a stąd przemieszcza się ono ku powierzchni Ziemi w kierunku równika. Na półkuli północnej ruch tych mas powietrza odbywa się w kierunku północno-wschodnim, zaś na półkuli południowej w kierunku południowo-wschodnim. Wytwarzają się jednorodne, stabilne wiatry. Pozostała część strumienia powietrza przemieszcza się w kierunku biegunów wywołując na obu półkulach wiatry zachodnie. W pobliżu biegunów, czyli w obszarze niższych temperatur dopływające strumienie powietrza schładzają się a ich zwiększającą się gęstość powoduje ruch powietrza ku powierzchni Ziemi, co skutkuje wytwarzaniem się stref podwyższonego ciśnienia.

Między obszarami podwyższonego ciśnienia w pobliżu zwrotników i bieguna występują strefy obniżonego ciśnienia oraz dużych gradientów temperatury. W tym obszarze powstają prądy

powietrza wiejące równoleżnikowo zwane cyrkulacją Rossby'ego.

Oprócz cyrkulacji globalnych występują również rozliczne cyrkulacje lokalne dużych mas powietrza. Do najważniejszych należą prądy monsonowe powstające w wyniku dużych różnic temperatur między kontynentem azjatyckim a powierzchnią Oceanu Indyjskiego oraz Afryką i Oceanem Atlantyckim. W okolicy Karaibów występują obszary silnie wiejących tajfunów, zaś w południowo-wschodniej Azji mamy do czynienia z wieloma huraganami.

Na tworzące się wiatry mają również wpływ lokalne zjawiska atmosferyczne. Powierzchnie lądu szybciej się nagrzewają i schładzają niż powierzchnie wód (jezior, rzek, mórz). Powoduje to wytworzenie określonego kierunku cyrkulacji mas powietrznych wynikających z różnicy ich gęstości. W ciągu dnia powstają wiatry wiejące od morza do powierzchni lądu, zaś w nocy kierunek tych wiatrów jest odwrotny. Podobne zjawisko dotyczy szybszego nagrzewania i schładzania się zboczy górskich niż sąsiednich dolin. Powstające różnice temperatur a więc i różnice gęstości powietrza wytwarzają odpowiednie cyrkulacje mas powietrza.

Wiatr jest zjawiskiem stochastycznym co do prędkości i kierunku przepływu dużych mas powietrza. Powoduje to określone trudności i ograniczenia przy pozyskiwaniu energii wiatrowej. Zasadą energetyki wiatrowej jest zamiana energii kinetycznej wiejącego wiatru w energię mechaniczną, która przekształca się w energię elektryczną w generatorze prądu elektrycznego. Jest więc oczywistym, że lokalizacja turbiny wiatrowej powinna być silnie uzależniona od

charakterystyki lokalnych wiatrów, a więc rozkładów przestrzennych i czasowych prędkości wiatru oraz od dominującego kierunku wiejącego wiatru.

Oprócz zmiennych prędkości wiatru uśrednianych w okresach krótko i długoterminowych mamy do czynienia z tzw. porywami lub podmuchami wiatru. Podmuchy wiatru są zjawiskami trwającymi od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund, w którym występują znaczne zmiany prędkości wiatru. Są to niepożądane zjawiska wprowadzające silne wahania prędkości obrotowej wiatraka, a więc również wahania napięć prądu i pozyskiwanych mocy energii elektrycznej mających bardzo niekorzystny wpływ na pracę systemu sieci energetycznych.

Prędkość wiatru zmienia się w kierunku prostopadłym do powierzchni ziemi. Oczywiście, ze wzrostem wysokości lokalna prędkość wiatru wzrasta. Wykonanie długookresowych pomiarów prędkości wiatru na kilku wysokościach umożliwia ich uśrednianie w czasie i określenie z odpowiednich zależności profilu prędkości lokalnie wiejących wiatrów (uśrednianych czasowo), co umożliwia prognozowanie lokalizacji elektrowni wiatrowej i wielkości energii wiatru jaką będzie można pozyskać z proponowanej do realizacji elektrowni wiatrowej. Sugeruje się, aby uśrednianie prędkości i kierunku wiatru wykonywane było dla danych uzyskanych w przedziale czasowym kilku lat.

Rozkłady prędkości wiatru w warstwie przyściennej, są opisywane funkcją logarytmiczną albo potęgową. Mają one następującą postać:

- rozkład logarytmiczny

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\ln \frac{h_2 - h_0}{s_0}}{\ln \frac{h_1 - h_0}{s_0}} \quad (1)$$

gdzie:  $h_1, h_2$  – wysokości nad powierzchnią ziemi, na których występują prędkości wiatru równe  $v_1$  i  $v_2$ ,  $h_0$  – parametr zależny od szorstkości powierzchni,  $s_0$  – miara szorstkości powierzchni gruntu.

Wartości parametrów  $h_0$  i  $s_0$  przedstawiono w tabeli 1.4.1

**Tabela 1.4.1** Wartości parametrów  $h_0$  i  $s_0$  w równ.(1)

Klasa szorstkości terenu	$s_0$ , m	$h_0$ , m	Opis terenu
Powierzchnia wody (morze...)	0,0002	0	otwarte morze
Powierzchnie gładkie otwarte z zaburzeniami pasmowymi	0,005	0	łąki, pastwiska
Powierzchnie otwarte	0,03	0	tereny rolnicze z niewielkimi przeszkodami
Powierzchnie otwarte z niewielkimi występami	0,1	0	
Powierzchnie „szorstkie”	0,25		tereny rolnicze z wysoką zabudową i innymi przeszkodami
Powierzchni bardzo „szorstkie”	0,5	3	pasy z krzewami i drzewami
Powierzchni zamknięte pokryte regularnymi przeszkodami	1	5	las, wsie, przedmieścia miast
Centra miast	2	6	centra dużych miast z niską i wysoką zabudową

- rozkład potęgowy

$$\frac{v_2}{v_1} = \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^a \quad (2)$$

Wykładnik  $a$  jest wyznaczony z zależności

$$a = \frac{1}{\ln \frac{s}{s_0}} \quad (3)$$

gdzie

$$s = \sqrt{h_1 \cdot h_2} \quad (4)$$

Z analizy równ. (3) wynika, że wartość wykładnika  $a$  zmienia się z wysokością, co utrudnia określenie profilu prędkości wiejącego wiatru. W wielu pracach proponuje się stałe wartości parametru  $a$ . Są one przedstawione w tabeli 1.4.2.

Z tabeli 1.4.2 wynika, że wartość współczynnika  $a$  rośnie ze wzrostem klasy szorstkości terenu.

**Tabela 1.4.2** Wartości parametru  $a$ , dla odpowiedniej klasy szorstkości terenu

Klasa szorstkości	Opis terenu	$a$
0	Płaski teren otwarty, średnia wysokość obiektów nie przekracza 0,5 m	0,150
1	Teren otwarty z nielicznymi niskimi przeszkodami, rozproszone niskie zabudowania lub pojedyncze drzewa w dużych odległościach od siebie	0,165
2	Teren z dużymi otwartymi przestrzeniami, płaski lub pofałdowany z grupami drzew oddalonymi od siebie, niska rozproszona zabudowa	
3	Tereny zalesione, przedmieścia dużych miast, małe miasta, tereny przemysłowe luźno zabudowane	0,220
4	Teren z licznymi skupiskami przeszkód (skupiska drzew, budynków) w odległości nie mniejszej niż 300 m od miejsca obserwacji	0,270
5	Liczne przeszkody położone obok siebie (śródmieścia dużych miast, tereny leśne, obszary zurbanizowane)	0,350

Oznacza to, że w terenie z licznymi przeszkodami pionowy gradient prędkości wiatru jest większy niż na przykład dla terenu płaskiego otwartego. Dla przybliżonych obliczeń można przyjąć wartość  $a = 0,2$  dla elektrowni wiatrowych lądowych i  $a = 0,14$  dla elektrowni morskich.

Zmiana prędkości wiatru wiąże się ze zmianą energii niesionej przez wiatr zgodnie z zależnością

$$E = E_0 \left( \frac{v}{v_0} \right)^3 \quad (5)$$

gdzie:  $E$  i  $E_0$  – energia wiatru odpowiednio na wysokości  $h$  i  $h_0$ , na których prędkości wiatru wynoszą  $v$  i  $v_0$ ,  $a$  – wykładnik o wartościach przedstawionych w tabeli 1.4.2.

Silny związek między prędkością wiatru a zasobem energii wiatrowej wskazuje na duże znaczenie prawidłowego określenia uśrednionego w długim okresie czasu profilu prędkości wiejącego wiatru.

Biorąc pod uwagę równ. (2) możemy zapisać równ. (5) w postaci

$$E = E_0 \left( \frac{h}{h_0} \right)^{3a} \quad (6)$$

Równ.(6) wskazuje, że na większych wysokościach w stosunku do poziomu gruntu możliwe jest pozyskiwanie większej energii wiatrowej.

#### 1.4.2 Zasoby energetyczne wiatru

Szacuje się, że około 1-2% promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi jest zamieniana na energię kinetyczną wiatru. Jest to ogromna energia wynosząca około 2700 TW. Wiatry wiejące nad powierzchnią lądów mają potencjał energetyczny około 40 TW, zaś wiejące nad otwartym morzem około 20 TW. Z tak olbrzymich ilości energii jesteśmy w stanie wykorzystać tylko bardzo małą jej część. Dotyczy ona energii wiatru pozyskiwanej w warstwie przyściennej przez turbiny wiatrowe. Z technicznego punktu widzenia istnieje możliwość pozyskiwania energii wiatru w pasie o wysokości uzależnionej do wielkości turbiny wiatrowej. Aktualnie największe budowane turbiny wiatrowe są mocowane na wieży o wysokości około 130 m, zaś średnica ich śmigła wynosi około 115 m, co pozwala pozyskać energię w pasie o wysokości około 190 m. Oczywiście im wyższe są elektrownie wiatrowe tym są w stanie pozyskać większą energię wiatru, która silnie zależy od wysokości – porównaj równ. (6)

Miarą zasobów energetycznych wiatru jest uśredniona w długim okresie czasu prędkość wiatru. Jest rzeczą oczywistą, że zasoby te są silnie uzależnione od położenia geograficznego. Na rys. 2 przedstawiono strefy energetyczne wiatru w Polsce. Mapa ta została opracowana na podstawie pomiarów wykonanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w latach 1971-2000. Przedstawia więc uśrednione w bardzo długim okresie czasu prędkości wiatru wiejące w poszczególnych regionach kraju. Cały obszar Polski podzielony jest na pięć stref energetycznych o następujących nazwach:

I – wybitnie korzystna o średniej prędkości

wiatru powyżej 5 m/s

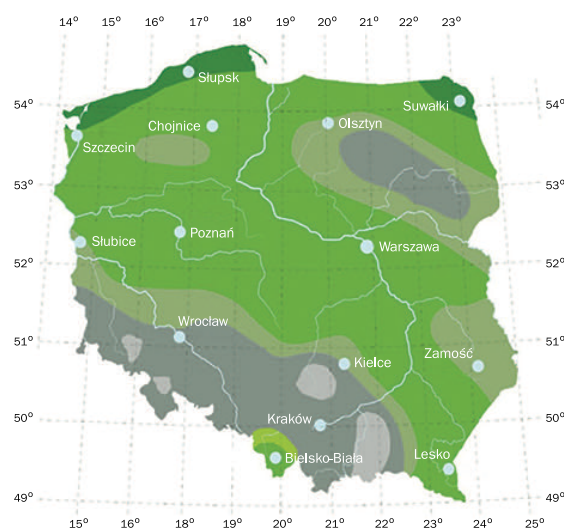
II – bardzo korzystna – prędkość wiatru 4,5-5 m/s

III – korzystna – prędkość wiatru 4-4,5 m/s

IV – mało korzystna – prędkość wiatru 3,5-4 m/s

V – niekorzystna o prędkości wiatru poniżej 3,5 m/s

Najkorzystniejsze z punktu widzenia energetyki wiatrowej są obszary w pasie nadmorskim, Suwalszczyźnie oraz Wielkopolsce, natomiast najmniej korzystne są obszary południowo-zachodniej Polski. Występujące lokalnie uśredniane a tym bardziej chwilowe prędkości wiatru mogą znacznie różnić się od wartości przedstawionych na rys. 2.



Rys. 2 Strefy energetyczne wiatru w Polsce

Źródło: DELgreen

Biorąc pod uwagę istniejące rozwiązania techniczne elektrowni wiatrowych oraz dane przedstawione na rys. 2 można stwierdzić, że na znacznej części powierzchni Polski istnieją dogodne warunki do budowy elektrowni wiatrowych.

Całoroczny zasób energii wiatru jest bardzo nierównomiernie rozłożony pomiędzy poszczególnymi miesiącami roku. Powoduje to pozyskiwanie – przy użyciu tego samej turbiny wiatrowej – znacznie różniących się energii wiatru w różnych porach roku. Na rys. 4 przedstawiono – dla warunków krajowych – uśrednione rozkłady prędkości wiatru w poszczególnych miesiącach roku.

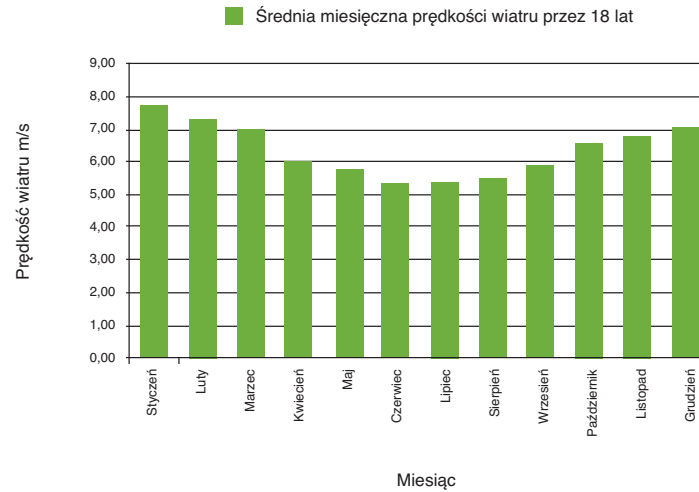
#### 1.4.3 Warunki pozyskiwania i stopień wykorzystania energii wiatru

Aktualnie pracujące turbiny wiatrowe mogą być używane tylko w ściśle określonym przedziale prędkości wiatru. Minimalna prędkość wiatru niezbędna do pracy turbin wiatrowych wynosi 3÷5 m/s, zaś maksymalna 25÷30 m/s. Powyżej tej prędkości wiatru turbiny są zatrzymywane, aby zapobiec ich uszkodzeniu. Optymalna prędkość wiatru dla pracy większości turbin wiatrowych wynosi 12-15 m/s.

Możliwy czas pozyskiwania energii wiatrowej w skali rocznej jest uzależniony od miejsca posadowienia turbiny i wynosi:

- dla turbin wiatrowych na lądzie 1500-2000 h/rok
- dla turbin wiatrowych na wybrzeżu morskim 2000-2500 h/rok
- dla turbin wiatrowych morskich ~ 3500 h/rok

Stopień wykorzystania energii wiatru można oszacować przy przyjęciu następujących założeń. Roz-



Wykres 14. Roczna względna zmienność mocy wiatru pozyskiwanej w elektrowni wiatrowej.

ważamy turbinę wiatrową o średnicy wiatraka wynoszącej  $D$  [m] oraz powierzchni  $A$  [m<sup>2</sup>] zataczanej przez śmigło wiatraka. Średnia prędkość wiatru w płaszczyźnie obracającego się śmigła wiatraka wynosi  $v$  [m/s].

Energia kinetyczna jaką posiada przemieszczające się z prędkością  $v$  powietrze wynosi

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (7)$$

gdzie:  $m$  – masa powietrza przepływającego w czasie  $t$  przez powierzchnię  $A$ . Masę tą obliczamy z zależności

$$m = V \cdot \rho = A \cdot v \cdot t \cdot \rho \quad (8)$$

gdzie:  $V$  – objętość powietrza przepływającego z prędkością  $v$  w czasie  $t$  przez powierzchnię  $A$ ,  $\rho$  – gęstość powietrza.

Podstawiając równ. (8) do równ. (7) po prostych przekształceniach otrzymujemy

$$E = \frac{Av \cdot t \cdot \rho \cdot v^2}{2} = \frac{1}{2} Av^3 t \rho \quad (9)$$

Po podzieleniu równ.(9) przez czas  $t$  otrzymujemy



zależność na moc strumienia wiatru  $N$

$$N = \frac{1}{2} A v^3 \cdot \rho \quad (10)$$

Z równ. (10) wynika, że decydujący wpływ na moc wiatru ma jego prędkość  $N \sim v^3$  oraz powierzchnia koła wiatrowego  $A$  i gęstość powietrza  $\rho$ . Powierzchnia koła wiatrowego  $A$  zależy od wielkości śmigła wiatraka. Zwiększenie pozyskania energii wiatrowej wymaga więc budowy jak największych wiatraków. Jak wspomniano wcześniej największe budowane turbiny wiatrowe mają średnicę śmigieł około 115 m i wytwarzają energię o mocy 4,5 MW. Na etapie prac studyjnych są wiatraki o mocy 10 MW.

Gęstość powietrza zależy oczywiście od temperatury i ciśnienia. Przy spadku temperatury od 15 do 0°C gęstość powietrza nieznacznie wzrasta, zaś moc elektrowni wiatrowej wzrasta o około 6%. Przy wzroście temperatury od 15 do 30°C gęstość powietrza maleje, a moc elektrowni wiatrowej zmniejsza się o około 5%. Natomiast przy wzroście ciśnienia od 970 do 1040 Pa (typowy zakres zmian ciśnienia atmosferycznego w Polsce) gęstość powietrza wzrasta co powoduje wzrost mocy elektrowni wiatrowej o około 6%.

Przyjmując gęstość powietrza równą  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$  (warunki normalne) równ.(10) przyjmuje postać

$$N = 0,000625A \cdot v^3 \quad (11)$$

Często odnosi się moc wiatru do  $1 \text{ m}^2$  powierzchni koła wiatrowego zataczanego przez końce śmigła

turbiny i określa mianem gęstości mocy wiatru  $P$

$$P = \frac{1}{2} v^3 \cdot \rho \quad (12)$$

W ogólnym podejściu do określania stopnia wykorzystania energii wiatru przyjmuje się, że prędkości wiatru przed i za turbiną wiatrową są różne. Z bilansu energii wiatru dopływającego i odpływającego z układu turbiny wiatrowej można wyprowadzić następującą zależność na jej moc  $N_{TW}$

$$N_{TW} = \frac{1}{4} A \cdot \rho v_0^3 \left( 1 + \frac{v_1}{v_0} \right) \left( 1 - \frac{v_1^2}{v_0^2} \right) \quad (13)$$

gdzie:  $v_0$  – prędkość wiatru przed turbiną,  $v_1$  – prędkość wiatru za turbiną.

Dzieląc równ. (13) przez moc wiatru dopływającego do turbiny określamy stopień wykorzystania energii wiatru w turbinie wiatrowej  $c_p$

$$c_p = \frac{N_{TW}}{\frac{1}{2} \rho v_0^3 A} = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{v_1}{v_0} \right) \left( 1 - \frac{v_1^2}{v_0^2} \right) \quad (14)$$

Z analizy równ. (14) wynika, że maksymalną wartość parametru  $c_p$  uzyskuje się przy wartości

$$v_1 / v_0 = \frac{1}{3}$$

i wynosi ona

$$c_{p \max} = \frac{16}{27}$$

czyli w turbinie wiatrowej można maksymalnie zamienić około 60% energii wiatru na energię mechaniczną. Przy czym wyróżnik szybkobieżności z zdefiniowany jest jako

$$z = \frac{u}{v_0} = \frac{\omega D}{2v_0} \quad (15)$$

gdzie:  $u$  – prędkość liniowa końca śmigła wiatraka,  $v_0$  – prędkość wiatru przed wiatrakiem (wiejącego prostopadle do powierzchni śmigła),  $\omega$  – prędkość kątowna obracającego się śmigła,  $D$  – średnica śmigła wiatraka.

Dotychczasowe zebrane dane pokazują, że dla większości turbin wiatrowych współczynnik wykorzystania energii wiatru wynosi około 30%.

#### 1.4.4 Opłacalność inwestycji w energetyce wiatrowej

Opłacalność inwestycji budowy i eksploatacji elektrowni wiatrowej (farm wiatrowych) wynika z wielkości ponoszonych kosztów oraz uzyskiwanych przychodów z takiej inwestycji. W skład kosztów wchodzi nakłady inwestycyjne i eksploatacyjne. Do kosztów inwestycyjnych zaliczamy:

1. Koszty zakupu elektrowni wiatrowej lub farmy wiatrowej.

Jest to zasadniczy składnik kosztów inwestycyjnych. Stanowi on 60-80% całkowitych nakładów

inwestycyjnych. Aktualne ceny elektrowni wiatrowej w zależności od jej wielkości wahają się w przedziale 750-1200 euro/kW. Ceny dużych elektrowni są najbardziej korzystne w stosunku do pozyskiwanej jednostkowej energii i wynoszą około 800 euro/kW, co dla elektrowni o mocy 2MW wynosi około 1,6 mln euro.

2. Koszt zakupu gruntu wynoszący 2-6% nakładów. W przypadku dzierżawy gruntu koszt ten oczywiście nie występuje.
3. Koszt badań warunków wiatrowych (0,2-0,3% nakładów)
4. Koszt projektu technicznego (1-2% nakładów)
5. Koszt budowy fundamentów pod elektrownię wiatrową (6-8% nakładów)
6. Koszt wykonania przyłącza do systemu elektroenergetycznego (8-20% nakładów)
7. Koszty opłat administracyjnych (0,15-0,2% nakładów)
8. Koszty ubezpieczenia budowy instalacji (3-4% nakładów).

Natomiast w skład kosztów eksploatacyjnych wchodzi:

1. Wystawienie przez Urząd Regulacji Energetyki koncesji oraz opłata za koncesję
2. Dzierżawa terenu
3. Koszty obsługi i remontów elektrowni wiatrowej
4. Podatek od nieruchomości
5. Ubezpieczenia oraz koszty obsługi prawnej i administracyjnej

Przychody uzyskiwane z elektrowni wiatrowej są związane ze sprzedażą energii elektrycznej. Za-

leżą one od ilości produkowanej energii i jej ceny jednostkowej.

Niezależnym efektem pozyskiwania energii elektrycznej z elektrowni wiatrowej jest efekt ekologiczny. Szacuje się, że wyprodukowanie przez elektrownię wiatrową 1000 kWh energii eliminuje emisję do atmosfery około 5,5 kg SO<sub>2</sub>, 4,2 kg NO<sub>x</sub>, 700 kg CO<sub>2</sub> oraz 49 kg pyłów.

#### 1.4.5 Rozwój energetyki wiatrowej w Polsce i na świecie

Energetyka wiatrowa należy do najbardziej dynamicznie rozwijających się branż energetyki bazujących na odnawialnych źródłach energii. O dynamice jej wzrostu świadczą chociażby następujące dane. W 2000 r. światowa produkcja energii wiatrowej wynosiła 18 039 MW, aby w roku 2005 wzrosnąć do 59 024 MW, zaś już w 2009 r. wartość ta wynosiła 152 000 MW. Prognozy przewidują, że do końca 2010 r. światowa produkcja energetyki wiatrowej wyniesie 190 000 MW. Aktualna roczna światowa produkcja turbin wiatrowych wynosi około 20 000 MW.

Europa ma w rozwoju energetyki wiatrowej decydujący udział. Dynamikę rozwoju energetyki wiatrowej w wybranych krajach europejskich przedstawiono w Tabeli 1.4.3.

Jak łatwo stwierdzić zdecydowanym liderem w pozyskiwaniu energii wiatrowej w Europie są Niemcy. W czołówce znajdują się aktualnie Hiszpania, Dania i Holandia. W Polsce po początkowym okresie dużej stagnacji w ostatniej dekadzie XX wieku obserwujemy niezmiernie dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej, co przedstawia tabela 1.4.5.

Największe polskie elektrownie i farmy wiatrowe zlokalizowane są głównie w województwach pomorskim, zachodniopomorskim, wielkopolskim oraz warmińsko-mazurskim, a więc tam gdzie występują najlepsze warunki wiatrowe w Polsce. Największa polska farma wiatrowa o mocy 120 MW została uruchomiona w 2009 r. w Margoninie (woj. wielkopolskie). Mimo bardzo intensywnego rozwoju energetyki wiatrowej zapewne nie zostaną zrealizowane plany rządowe zakładające uzyskanie w 2010 r. udziału energii wiatrowej w krajowym zużyciu energii na poziomie 2,3 %. Na koniec 2008 r. wskaźnik ten wynosił bowiem zaledwie 0,51 %. Nasylenie elektrowniami wiatrowymi w Polsce należy do najniższych w Europie i wynosi 12W/mieszkańca lub 1,44 kW/km<sup>2</sup>. Dla porównania wskaźniki te w innych krajach europejskich wynoszą Dania 642 W/mieszkańca, Hiszpania 264 W/mieszkańca i Niemcy 253 W/mieszkańca

#### 1.4.6 Wady i zalety energetyki wiatrowej

Energetyka wiatrowa ma wiele zalet, do których zaliczyć należy: niewyczerpywalność źródła energii, pozyskiwanie energii bez zanieczyszczania środowiska, możliwość dywersyfikacji źródeł energii oraz tworzenie nowych miejsc pracy (szacuje się, że instalacja turbin wiatrowych o mocy 1000 MW daje zatrudnienie około 5000 osobom).

Niestety energetyka wiatrowa ma również szereg wad. Do najważniejszych należą: bardzo wysokie koszty inwestycyjne, cykliczność pozyskiwania energii. Wielkość energii wiatrowej jest bardzo silnie uzależniona od zmiennej prędkości wiatru, co stwarza określone problemy techniczne (synchronizacja z siecią krajową oraz konieczność stosowania akumulatorów energii). Do mniej znaczą-

**Tabela 1.4.3** Dynamika rozwoju energetyki wiatrowej w krajach europejskich [MW zainstalowanej mocy]

Kraj	1990	1996	2002	2008
Niemcy	60	1545	11 968	20 600
Hiszpania	10	249	5043	11 600
Dania	343	857	2888	4 146
Holandia	40	299	727	2 560
Włochy	2	71	806	2 123
Wielka Brytania	8	270	570	1 963
Portugalia	0	20	-	1 716
Francja	0	10	-	1 567
Europa	470	3507	22300	73 530
Świat	2170	6098	32 037	121 200

**Tabela 1.4.5** Rozwój energetyki wiatrowej w Polsce

Rok	1991	1995	2000	2003	2006	2008	2009
Moc elektrowni wiatrowych [MW]	0,25	0,73	4,74	62,5	150	451	666 (do 30.09.09)

cych wad należą: hałas wytwarzany przez pracujące turbiny wiatrowe wynoszący w przypadku turbiny o mocy 1 MW około 45 – 65 dB, zakłócenia sygnałów radiowych, podnoszone przez ruchy eko-

logiczne zagrożenia dla przelatujących ptaków, co nie ma jednak potwierdzenia w danych statystycznych przedstawionych w poniższej tabeli oraz zakłócenia estetyki naturalnego krajobrazu.

Przyczyny śmierci ptaków na 10 000 przypadków	
Elektrownie wiatrowe	< 1
Wieże telekomunikacyjne	250
Pestycydy	700
Pojazdy	700
Linie wysokiego napięcia	880
Inne formy działalności człowieka	1000
Koty	1000
Budynki	5500

Wydaje się, że znaczące zalety energetyki wiatrowej powodują, że będzie się ona w najbliższym czasie bardzo dynamicznie rozwijała zarówno w Polsce jak i na świecie. Naturalna tendencja rozwojowa będzie polegała na konstrukcji i uruchamianiu coraz to większych turbin wiatrowych

(w najbliższych planach są turbiny o mocy 10 MW), rozwoju konstrukcji nowych typów generatorów w tym małych turbin wiatrowych MTW o mocach rzędu kilku kilowatów pracujących na potrzeby własne drobnych odbiorców energii oraz rozwoju morskich farm wiatrowych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Lewandowski J.: Proekologiczne źródła energii, WNT, Warszawa 2009
2. Chmielnik T.: Technologie energetyczne, WNT, Warszawa 2008
3. Soliński I.: Energetyczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania energii wiatrowej, Wyd. Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, PAN, Kraków 1999
4. Lubośny Z.: Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym, WNT, Warszawa 2009
5. Han E.: Windturbines: fundamentals, technologies, application, economics, Springer Verlag, Berlin 2000
6. Zasoby energii wiatru, Prezentacja ImiGW Warszawa, <http://www.imgw.pl>



**ROZDZIAŁ 9**

**PROCEDURA OCENY  
ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO,  
JAKO ELEMENT PROCESU  
INWESTYCYJNEGO  
W ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII**

---

MAGDALENA ŁYSEK  
WYDZIAŁ PRAWA I ADMINISTRACJI UNIWERSYTET ŁÓDZKI

---



## WSTĘP

Zgodnie z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 roku O ochronie przyrody (Tekst jednolity Dz.U.2013.627), celem ochrony przyrody jest utrzymanie procesów ekologicznych i stabilności ekosystemów; zachowanie różnorodności biologicznej; zapewnienie ciągłości istnienia gatunków roślin, zwierząt i grzybów, wraz z ich siedliskami, przez ich utrzymywanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony; ochrona walorów krajobrazowych, zieleni w miastach i wsiach oraz zadrzewień; utrzymywanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych, a także pozostałych zasobów, tworów i składników przyrody oraz kształtowanie właściwych postaw człowieka wobec przyrody przez edukację, informowanie i promocję w dziedzinie ochrony przyrody. Cele te realizowane są poprzez uwzględnianie wymagań ochrony przyrody w działalności gospodarczej i inwestycyjnej, a także w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Analizie możliwości negatywnego oddziaływania planowanej inwestycji na środowisko i ewentualnie dopuszczenia takiej inwestycji do realizacji, służy procedura oceny oddziaływania na środowisko. Jest to instrument ochrony środowiska o charakterze prewencyjnym, który ma na celu, możliwie najwcześniejszą reakcję, w fazie projektowania procesu inwestycyjnego. Ponadto, umożliwia uwzględnienie wymogów ochrony środowiska podczas tworzenia aktów administracyjnych na podstawie, których inwestorzy w przyszłości będą realizować swoje przedsięwzięcie. Pojawia się jednak wątpliwość, czy skomplikowana procedura oceny oddziaływania na środowisko nie

hamuje inwestycji w Odnawialne Źródła Energii (OZE).

## ANALIZA PRZYRODNICZA

Niezwykle istotnym aspektem procesu inwestycyjnego jest identyfikacja potencjalnych czynników ryzyka przyrodniczego, bowiem obowiązkiem organów administracji publicznej, osób prawnych, innych jednostek organizacyjnych oraz osób fizycznych jest dbałość o przyrodę będącą dziedzictwem i bogactwem narodowym. W przypadku inwestycji w OZE do najczęściej wymienianych czynników ryzyka determinujących wybór lokalizacji zalicza się: obawę zredukowania liczebności populacji kluczowych gatunków ptaków, bądź naruszenie równowagi pomiędzy tymi gatunkami, w związku ze zbyt bliską odległością inwestycji od obszarów specjalnej ochrony ptaków (OSOP), wyznaczonych w celu ochrony populacji dziko występujących ptaków jednego lub wielu gatunków, w którego granicach ptaki mają korzystne warunki bytowania w ciągu całego życia, w dowolnym jego okresie albo stadium rozwoju, zgodnie z przepisami dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 roku w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (wcześniej dyrektywa Rady 79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979 roku w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Dz. Urz. WE L103z 25.04.1979), czy też możliwość zaburzenia równowagi siedlisk przyrodniczych, zmniejszenie ich powierzchni czy też fragmentację siedlisk z uwagi na zbyt bliską odległość inwestycji od Specjalnych obszarów ochrony siedlisk (SOOS) wyznaczonych, w celu trwałej ochrony siedlisk przyrodniczych lub po-



pulacji zagrożonych wyginięciem gatunków roślin lub zwierząt lub w celu odtworzenia właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych lub właściwego stanu ochrony tych gatunków, zgodnie z przepisami dyrektywy Rady 92/43/EWG z 21.05.1992 roku w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, (Dz. Urz. WE L 206 z 22.07.1992). Inwestując w energetykę odnawialną należy, zatem pamiętać o tym ważnym aspekcie, jakim jest zarzut negatywnego oddziaływania inwestycji OZE na przyrodę. Do takiego oddziaływania zaliczyć można, w przypadku energetyki wodnej, utrudnianie wędrówek ryb na tarło i rozwój narybku, likwidowanie miejsc lęgowych ptaków poprzez podnoszenie się poziomu wód w rzece i naturalną erozję brzegów, zmianę struktury hydrologicznej (podniesienie wód gruntowych przed zaporą i obniżenie za zaporą) oraz zamieranie życia w zbiornikach na skutek ich zamulania i odtleniania wody [1]. Ponadto, inwestycje w duże elektrownie wodne wiążą się z koniecznością budowy zbiorników retencyjnych, co prowadzi do zniszczenia naturalnych siedlisk roślin i zwierząt. W przypadku wykorzystywania biomasy do produkcji energii elektrycznej najczęściej podnoszonym zarzutem jest ryzyko zmniejszenia bioróżnorodności w przypadku wieloletniego uprawiania, na tym samym obszarze roślin jednego gatunku, bądź o podobnych wymaganiach glebowych (monokultur) roślin, np. wierzby energetycznej, co powoduje szybkie wyjałowienie gleb nawet bardzo żyznych oraz zmianę ich struktury. W tym kontekście, zagrożenie dla przelatujących ptaków, zmniejszenie ich populacji oraz utratę siedlisk, postrzegane jest jako wada budowy elektrowni wiatrowych oraz de-

wastacja naturalnego krajobrazu na skutek sztucznej ingerencji w jego porządek. Przy większości inwestycji OZE dochodzi do zmiany użytkowania gruntów, powodującą utratę różnorodności biologicznej i degradację funkcji gleby. Należy podkreślić, że błędnie przeprowadzona lokalizacja inwestycji może doprowadzić do pogorszenia stanu środowiska, a zgodnie z zapisami Konstytucji RP – dbałość o środowisko oraz ponoszenie odpowiedzialności za spowodowane przez siebie jego pogorszenie – jest obowiązkiem każdego.

## OCENA ODDZIAŁYWANIA

Konstytucja RP w sposób priorytetowy traktuje ochronę środowiska stanowiąc, że konieczność ochrony środowiska naturalnego może być powodem ustawowego ograniczenia korzystania z konstytucyjnych wolności i praw, do których należy także wolność gospodarcza. Takiemu ograniczeniu podlegają inwestycje w zakresie OZE, które muszą być realizowane zgodnie z wymogami ochrony środowiska. W art. 76 Ustawy Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz. U. z 2008 roku Nr 25, poz.150 ze zm.) podkreślono, że każdy nowo zbudowany lub przebudowany obiekt budowlany, zespół obiektów lub instalacja, nie mogą być oddane

do użytkowania, jeżeli nie spełniają wymagań ochrony środowiska. Do takich wymagań zalicza się wykonanie wymaganych przepisami lub określonych w decyzjach administracyjnych środków technicznych chroniących środowisko; zastosowanie odpowiednich rozwiązań technologicznych, wynikających z ustaw lub decyzji;

uzyskanie wymaganych decyzji określających zakres i warunki korzystania ze środowiska; czy też dotrzymanie na etapie wymaganych prawem badań i sprawdzeń, wynikających z mocy prawa standardów emisyjnych oraz określonych w pozwoleniu warunków emisji. Wymaganą decyzją określającą zakres i warunki korzystania ze środowiska jest decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach wydawana po przeprowadzeniu procedury oceny oddziaływania na środowisko. W decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach określa się rodzaj i miejsce realizacji przedsięwzięcia wraz z warunkami wykorzystywania terenu w fazie realizacji i eksploatacji lub użytkowania, ze szczególnym uwzględnieniem konieczności ochrony cennych wartości przyrodniczych, zasobów naturalnych i zabytków oraz ograniczenia czynników uciążliwych dla terenów sąsiednich.

Podstawowym aktem prawnym w tym zakresie jest Ustawa z dnia 3 października 2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz. U z 2008 roku Nr 199, poz. 1227 zwana dalej Ustawą d.u.o.ś.). Określa ona zasady i tryb postępowania w sprawach: udostępniania informacji o środowisku i jego ochronie; ocen oddziaływania na środowisko; transgranicznego oddziaływania na środowisko oraz zasady udziału społeczeństwa w ochronie środowiska. Określa także kompetencje organów administracji właściwych w wyżej wymienionych sprawach. Należy pamiętać, iż ustawodawca pod pojęciem oddziaływania na środowisko rozumie także oddziaływanie na zdrowie ludzi. Zgodnie ze słowniczkiem zawartym w art. 3

Ustawy d.u.o.ś. przez ocenę oddziaływania na środowisko (ooś) rozumie się postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko planowanego przedsięwzięcia, obejmujące w szczególności: weryfikację raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, uzyskanie wymaganych Ustawą opinii i uzgodnień, zapewnienie możliwości udziału społeczeństwa w postępowaniu. Przedsięwzięcie rozumiane jest, jako zamierzenie budowlane lub inna ingerencja w środowisko polegająca na przekształceniu lub zmianie sposobu wykorzystania terenu, w tym również na wydobywaniu kopalin. Należy podkreślić, iż przedsięwzięcia powiązane technologicznie kwalifikuje się, jako jedno przedsięwzięcie, również i w tych przypadkach, gdy są one realizowane przez różne podmioty. Procedura oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko ma na celu zabezpieczenie inwestora, a przede wszystkim środowiska przed błędną lokalizacją inwestycji. Przeprowadzenie oceny potencjalnego wpływu inwestycji na środowisko jest bardzo ważne w procesie inwestycyjnym, nie tylko z zakresu OZE. Kończąca postępowanie decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach jest, bowiem niezbędna w celu ubiegania się o tzw. decyzję realizacyjną, czyli np. decyzję o pozwoleniu na budowę. Brak decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach uniemożliwia, zatem dalszy przebieg realizacji inwestycji. Wniosek o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach składa się do organu kompetentnego do rozpatrzenia sprawy. W większości przypadków jest to wójt, burmistrz lub prezydent miasta, na którego obszarze właściwości przedsięwzięcie jest planowane. W przypadku przedsięwzięcia wykraczającego

poza obszar jednej gminy decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach wydaje wójt, burmistrz, prezydent miasta, na którego obszarze właściwości znajduje się największa część terenu, na którym ma być realizowane to przedsięwzięcie, w porozumieniu z zainteresowanymi wójtami, burmistrzami, prezydentami miast. Organami kompetentnymi do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach są także: regionalny dyrektor ochrony środowiska, generalny dyrektor ochrony środowiska, starosta, czy też dyrektor regionalnej dyrekcji Lasów Państwowych, w szczególnych przypadkach określonych w Ustawie. Z kolei organami opiniującymi, biorącymi udział w procedurze o.o.s., są organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Należy zaznaczyć, że w przypadku gdy te organy nie wydadzą opinii, w określonym terminie – traktuje się to, jako brak zastrzeżeń.

Przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko, wymaga realizacja planowanych przedsięwzięć, mogących znacząco oddziaływać na środowisko (zawsze bądź potencjalnie), jeżeli obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko został stwierdzony na podstawie art. 63 ust. 1. Ustawy d.u.o.s. Sama ocena przeprowadzana jest w ramach postępowania w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, wszczynanego na wniosek podmiotu planującego realizację przedsięwzięcia, a także postępowania w sprawie wydania decyzji realizacyjnej, jeżeli konieczność przeprowadzenia takiej oceny została stwierdzona przez organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Wymagany zakres monitoringu, ocena możliwości i sposobów

zapobiegania i zmniejszania negatywnego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko oraz analiza bezpośredniego i pośredniego wpływu danego przedsięwzięcia na zdrowie i warunki życia ludzi i na środowisko jest celem przeprowadzenia o.o.s.

Szczegółowe unormowania do oceny skutków środowiskowych wywieranych przez przedsięwzięcia publiczne i prywatne, które mogą powodować znaczące skutki w środowisku zostały zawarte w Dyrektywie Rady 2011/92/UE z dnia 13 grudnia 2011 roku w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko naturalne, która weszła w życie 17 lutego 2012 roku. Dyrektywa ta zastąpiła wcześniejszą dyrektywę obowiązującą w tym zakresie Dyrektywę Rady 85/337/EWG. Inwestycje wymagające przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko wymienione zostały w załączniku §2 i §3 Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 roku w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 nr 213 poz. 1397), które transponowało ww. dyrektywę na grunt prawa krajowego. Rozporządzenie określa rodzaje przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, rodzaje przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko oraz przypadki, w których zmiany dokonywane w obiektach są kwalifikowane jako wyżej wymienione przedsięwzięcia. O tym czy dana inwestycja kwalifikuje się do przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko decyduje przynależność do jednej z grup przedsięwzięć wymienionych we wspomnianym rozporządzeniu. Z zapisów aktu wynika, że do rodzajów

przedsięwzięć OZE mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, można zaliczyć: elektrociepłownie lub inne instalacje do spalania paliw w celu wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej, o mocy cieplnej nie mniejszej niż 300 MW rozumianej jako ilość energii wprowadzonej w paliwie do instalacji w jednostce czasu przy ich nominalnym obciążeniu (§ 2 ust. 1 pkt. 3); instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru o łącznej mocy nominalnej elektrowni nie mniejszej niż 100 MW oraz lokalizowane na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej (§ 2 ust. 1 pkt. 5); budowle piętrzące wodę o wysokości piętrzenia nie mniejszej niż 5 m (§ 2 ust.1 pkt. 36) oraz instalacje do odzysku lub unieszkodliwiania odpadów innych niż niebezpieczne przy zastosowaniu procesów termicznych lub chemicznych, w tym instalacje do krakingu odpadów, z wyłączeniem instalacji spalających odpady będące biomasą w rozumieniu przepisów o standardach emisyjnych z instalacji (§ 2 ust. 1 pkt. 46). Z kolei rodzaje przedsięwzięć OZE mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko to: elektrownie wodne (§ 3 ust.1 pkt. 5); instalacje wykorzystujące do wytwarzania energii elektrycznej energię wiatru mniejsze niż 100 MW zlokalizowane na obszarach objętych formami ochrony przyrody, o całkowitej wysokości nie niższej niż 30 m (§ 3 ust.1 pkt. 6); instalacje do produkcji paliw z produktów roślinnych, z wyłączeniem biogazowni o zainstalowanej mocy elektrycznej nie większej niż 0,5 MW lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej (§ 3 ust.1 pkt. 45); elektrownie konwencjonalne,

elektrociepłownie lub inne instalacje do spalania paliw w celu wytwarzania energii elektrycznej lub ciepłej, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt. 3, o mocy cieplnej rozumianej, jako ilość energii wprowadzonej w paliwie do instalacji w jednostce czasu przy ich nominalnym obciążeniu, nie mniejszej niż 25 MW, a przy stosowaniu paliwa stałego – nie mniejszej niż 10 MW; przy czym przez paliwo rozumie się paliwo w rozumieniu przepisów o standardach emisyjnych z instalacji (§ 2 ust.1 pkt. 4); instalacje związane z odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów, instalacje związane z odzyskiem lub unieszkodliwianiem odpadów, inne niż wymienione w § 2 ust. 1 pkt. 41-47, z wyłączeniem instalacji do wytwarzania biogazu rolniczego w rozumieniu przepisów Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku – Prawo energetyczne o zainstalowanej mocy elektrycznej nie większej niż 0,5 MW lub wytwarzających ekwiwalentną ilość biogazu rolniczego wykorzystywanego do innych celów niż produkcja energii elektrycznej (§ 2 ust.1 pkt. 80). W pozostałych przypadkach o konieczności przeprowadzenia procedury oś decyduje właściwy organ.

Jeżeli przedsięwzięcie zostanie zakwalifikowane do przedsięwzięć zawsze znacząco oddziaływiających na środowisko wymienionych w §2 rozporządzenia RM wówczas przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko z raportem oś i procedurą udziału społeczeństwa jest obowiązkowe. W przypadku takich przedsięwzięć, w raporcie o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko (dołączanym do wniosku) należy w szczególności opisać elementy przyrodnicze środowiska objęte zakresem przewidywanego oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na

środowisko, w tym elementów środowiska objętych ochroną na gruncie Ustawy u.o.p. oraz przedstawić propozycję monitoringu oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na etapie jego budowy i eksploatacji lub użytkowania, w szczególności na cele i przedmiot ochrony obszaru Natura 2000 oraz integralność tego obszaru. Natomiast w karcie informacyjnej przedsięwzięcia dołączanej do wniosku przy przedsięwzięciach potencjalnie znacząco oddziaływujących na środowisko, należy zawrzeć informacje o obszarach podlegających ochronie na podstawie Ustawy u.o.p., znajdujących się w zasięgu znaczącego oddziaływania przedsięwzięcia. W przypadku planowanego przedsięwzięcia mogącego potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko o obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko decyduje organ właściwy do wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, w drodze postanowienia, (tzw. screening).

Organ administracji, kieruje się przy wydawaniu decyzji rodzajem i charakterystyką przedsięwzięcia, z uwzględnieniem: skali przedsięwzięcia i wielkości zajmowanego terenu oraz ich wzajemnych proporcji, powiązań z innymi przedsięwzięciami, w szczególności kumulowania się oddziaływań przedsięwzięć znajdujących się na obszarze, na który będzie oddziaływać przedsięwzięcie, wykorzystywania zasobów naturalnych, emisji i występowania innych uciążliwości oraz ryzyka wystąpienia poważnej awarii. Ponadto, zwraca uwagę na usytuowanie przedsięwzięcia, z uwzględnieniem możliwego zagrożenia dla środowiska, w szczególności przy istniejącym użytkowaniu terenu, zdolności samoczyszczania się środowiska i odnawiania

się zasobów naturalnych, walorów przyrodniczych i krajobrazowych oraz uwarunkowań miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Uwzględnia także rodzaj i skalę możliwego oddziaływania, rozważanego

w odniesieniu do wspomnianych uwarunkowań, wynikające m.in. z: zasięgu oddziaływania, wielkości i złożoności oddziaływania oraz prawdopodobieństwa oddziaływania oraz czasu trwania, częstotliwości i odwracalności oddziaływania. W przypadku, stwierdzenia konieczności przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko, organ wydaje postanowienie o zawieszeniu postępowania w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach do czasu przedłożenia przez wnioskodawcę raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, w którym określa jednocześnie zakres tego raportu. Organ administracji ma na to 30 dni od dnia wszczęcia postępowania, po zasięgnięciu opinii regionalnego dyrektora ochrony środowiska i organu państwowej inspekcji sanitarnej. W formie postanowienia organ informuje również o braku konieczności przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko. Warto wymienić także dokumenty, które należy dołączyć do wniosku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, (zgodnie z art. 74 Ustawy d.u.o.ś.):

- raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, w przypadku przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko;
- kartę informacyjną przedsięwzięcia, w przypadku przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko;

- wypis z rejestru gruntów obejmujący przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz na który będzie oddziaływać;
- dla przedsięwzięć, dla których organem prowadzącym postępowanie jest regionalny dyrektor ochrony środowiska – wypis i wrys z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, jeżeli plan ten został uchwalony, albo informację o jego braku;
- kopię mapy ewidencyjnej, poświadczoną przez właściwy organ, obejmującej przewidywany teren, na którym będzie realizowane przedsięwzięcie, oraz obejmującej obszar, na który będzie ono oddziaływać;
- w szczególnych przypadkach mapę sytuacyjno-wysokościową sporządzoną w skali umożliwiającej szczegółowe przedstawienie przebiegu granic terenu, którego dotyczy wniosek, oraz obejmującą obszar, na który przedsięwzięcie będzie oddziaływać.

Wnioskodawca, składając wniosek o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko, może zamiast raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, złożyć kartę informacyjną przedsięwzięcia wraz z wnioskiem o ustalenie zakresu raportu (tzw. scoping). Ustalenie zakresu raportu jest obowiązkowe, w przypadku, gdy przedsięwzięcie może transgranicznie oddziaływać na środowisko. Decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach dołącza się do wniosku o wydanie decyzji realizacyjnej. Złożenie wniosku o wydanie decyzji powinno nastąpić w terminie 4 lat od dnia, w którym decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach stała się ostateczna. Możliwe jest wy-

dłużenie tego terminu do 6. lat, w drodze postanowienia, (na które przysługuje zażalenie), pod warunkiem, że realizacja planowanego przedsięwzięcia przebiega etapowo oraz nie zmieniły się warunki określone w decyzji.

## PODSUMOWANIE

Promowanie ekologicznych źródeł energii jest priorytetem w obecnych działaniach UE. Inwestycje w OZE stanowią ważny aspekt rozwiązań ukierunkowanych na oszczędność zasobów nieodnawialnych i połączenia rozwoju gospodarczego z bardziej efektywną ochroną środowiska. Jednakże każda inwestycja, nawet proekologiczna, powoduje nieodwracalne skutki w środowisku przyrodniczym. Zanim podejmie się zatem decyzję o realizacji inwestycji należy dobrze skalkulować korzyści ekonomiczne i ekologiczne. Właśnie temu drugiemu aspektowi służy procedura oceny oddziaływania na środowisko. Warto pamiętać, że każda forma ochrony przyrody podlega pewnemu reżimowi prawnemu określającemu możliwości korzystania z ustanowionego terenu. Reżim ten ma postać zakazów i ograniczeń, które mają moc powszechnie wiążącą wszystkich, znajdujących się na danym obszarze. Procedura ooś ma na celu określenie, analizę i ocenę bezpośredniego i pośredniego wpływu danego przedsięwzięcia na środowisko oraz zdrowie i warunki życia ludzi, dobra materialne, zabytki, wzajemne oddziaływanie między tymi elementami, czy dostępność do złóż kopalin, a przede wszystkim określa możliwości oraz sposoby zapobiegania i zmniejszania negatywnego oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko.

Ocena oddziaływania na środowisko jest skutecznym instrumentem prawnym służącym realizacji zasady przezorności i można śmiało powiedzieć, że to nie sama procedura, która niekiedy wydaje się skomplikowana, jest hamul-

cem w rozwoju branży OZE, lecz brak jasnych procedur wsparcia wytwarzania energii ze źródeł OZE (choćby fakt, że od kilku lat trwają prace legislacyjne nad Ustawą o OZE).

## BIBLIOGRAFIA

1. W. Lewandowski, Proekologiczne Odnawialne Źródła Energii, Warszawa, 2006.





## ROZDZIAŁ 10

# EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA I EMISYJNOŚĆ

---

MGR INŻ. MICHAŁ KOWALIK  
POLITECHNIKA ŁÓDZKA

---





## EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA I EMISYJNOŚĆ

Efektywność energetyczna stanowi obecnie ważny kierunek rozwoju – zarówno w Unii Europejskiej, jak i w Polsce. Określenie efektywność energetyczna oznacza stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, niezbędnej do uzyskania tego efektu [1]. Skutkiem zwiększenia efektywności energetycznej jest więc zmniejszenie zużycia energii, przy zachowaniu produkcji i innych efektów użytkowych związanych z pobieraniem energii, na tym samym poziomie.

Celami, jakie towarzyszą podejmowaniu działań zwiększających efektywność energetyczną w gospodarce są:

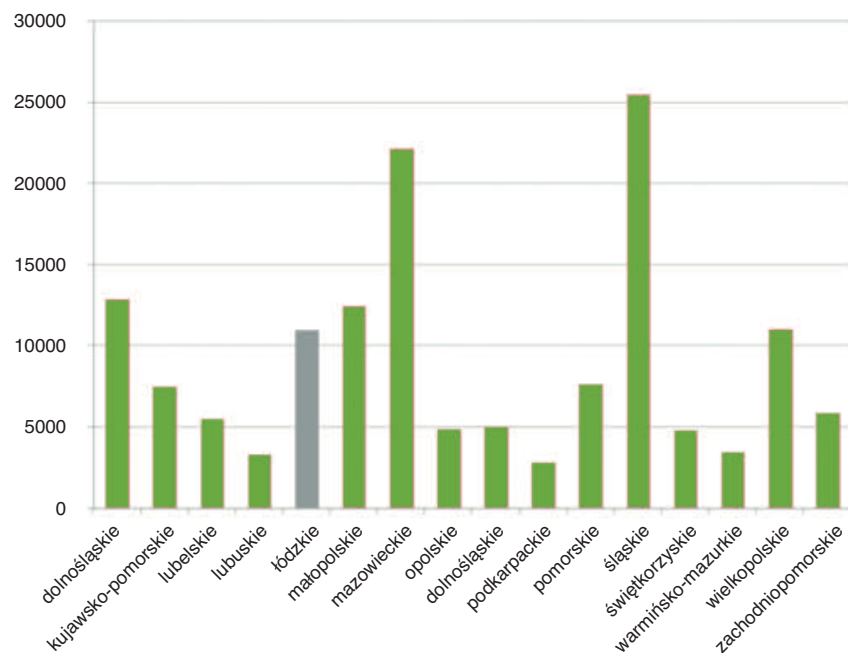
- racjonalne wykorzystywanie dostępnych surowców energetycznych
- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego
- zwiększenie konkurencyjności gospodarki
- zmniejszenie negatywnego wpływu gospodarki na środowisko

Zobowiązania i metody zwiększania efektywności energetycznej znalazły się w szeregu dokumentów, przyjętych na poziomie wspólnotowym, krajowym i regionalnym, m.in.:

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcji, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej
- Ustawa z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 marca 2009 r. w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytów, a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego
- Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej
- Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej, przyjęty przez Radę Ministrów 17 kwietnia 2012 r.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
- Strategia rozwoju Województwa Łódzkiego 2020

Polska odnosi niewątpliwe sukcesy na polu zwiększania efektywności energetycznej. W Krajowym Planie Działań dotyczący efektywności energetycznej wyznaczono cel do osiągnięcia w 2016 r. Cel ten zakłada, że do 2016 r. powinno nastąpić zmniejszenie zużycia energii finalnej minimum o 9% w stosunku do uśrednionego zużycia w latach 2001-2005, tj. o min. 53 452 GWh. W celu weryfikacji postępów ustanowiono również cel pośredni – zmniejszenie zużycia



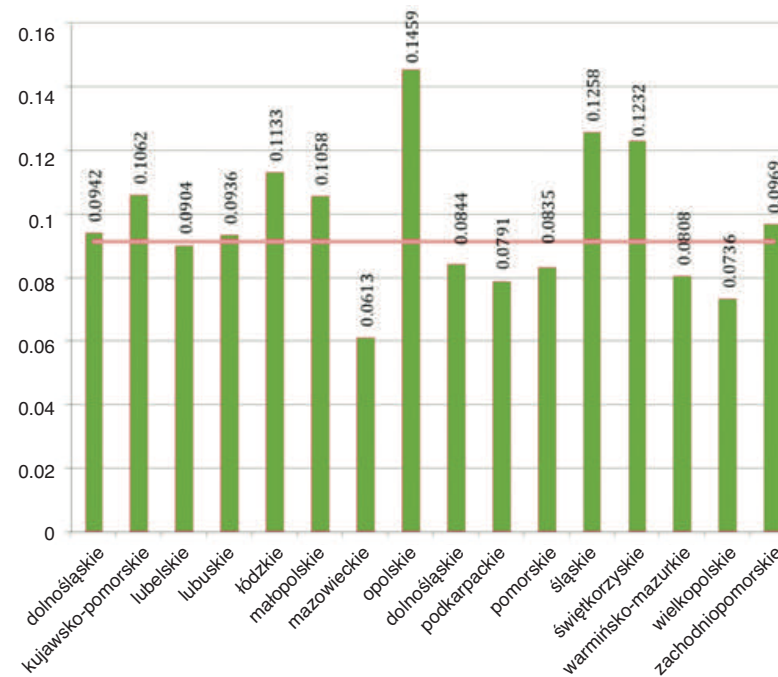
**Wykres 1.** Zużycie energii elektrycznej przez województwa [GWh]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [5]

energii o 2% w stosunku do uśrednionego zużycia z lat 2001-2005. Ewaluacja realizacji Planu wskazała, że osiągnięcie założonych wskaźników nie jest zagrożone. Cel pośredni został zrealizowany, a oszczędności energii przekroczyły trzykrotnie zakładany wskaźnik. Szacunki na rok 2016 wskazują przekroczenie celu o 26% [2].

W efekcie podejmowanych działań zmniejsza się energochłonność gospodarki. Jak podaje Mi-

nisterstwo Gospodarki, w ciągu ostatnich 10 lat w Polsce energochłonność Produktu Krajowego Brutto spadła o ok. 1/3. Osiągnięto to poprzez działania takie jak: przedsięwzięcia termomodernizacyjne wykonywane w ramach ustawy o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych, modernizacja oświetlenia ulicznego, optymalizacja procesów przemysłowych. W porównaniu jednak do największych gospodarek UE, efektywność energetyczna Polski jest 3 razy niższa, a w porównaniu do średniej unijnej 2 razy



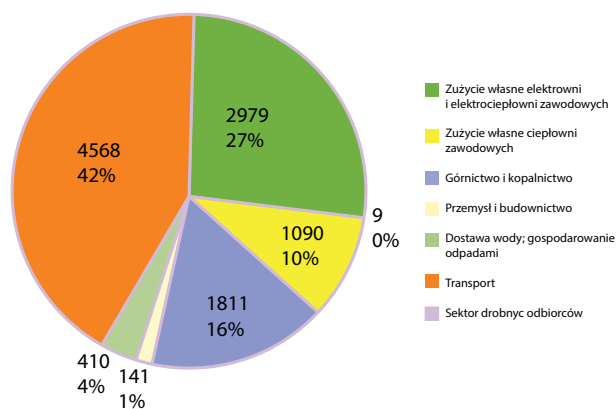
**Wykres 2.** Zużycie energii elektrycznej [GWh/mln zł PKB]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6], [5]

niższa (11). Nadal istnieje więc duży potencjał do obniżania energochłonności gospodarki w Polsce. Plany i strategie inwestowania w efektywność gospodarki, w zakresie wykorzystania energii i zasobów oraz redukcji emisji powinny być przyjmowane na poziomie krajowym. Realizacja tych strategii powinna być jednakże realizowana na poziomach regionalnych, a same strategie dostosowywane do lokalnych uwarunkowań i celów rozwojowych [4].

### 1.1.1. ENERGOCHŁONNOŚĆ WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO NA TLE POZOSTAŁYCH WOJEWÓDZTW

Województwo łódzkie na energetycznej mapie Polski zajmuje szczególną pozycję. Lokalizacja największej w Europie elektrowni na węgiel brunatny, a w Polsce największej w ogóle – Elektrowni Bełchatów powoduje, że moc zainstalowana w województwie łódzkim, na tle polskiej energetyki zawodowej, przekracza 19%, a pro-



**Wykres 3.** Struktura zużycia energii elektrycznej województwie łódzkim [GWh]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [5]

dukcja energii elektrycznej stawi 1+2 ok. 20% krajowej produkcji. Jak pokazuje Wykres 1 (str. 160), zużycie energii elektrycznej w województwie łódzkim jest jednak znacznie niższe niż produkcja i odpowiada za 8% krajowego zużycia.

W odniesieniu jednak do generowanego PKB, województwo łódzkie wypada powyżej średniej dla Polski. Ze zużyciem energii na poziomie 0,1133 GWh/mln zł PKB jest czwartym województwem pod względem energochłonności – za opolskim, śląskim i świętokrzyskim, czyli typowo przemysłowymi województwami. Zużycie energii elektrycznej jest wyższe o 24% od średniej dla Polski. Za zużycie energii ponad średnią odpowiada głównie branża energetyczna – Elektrownia Bełchatów oraz kopalnia węgla brunatnego (Wykres 3).

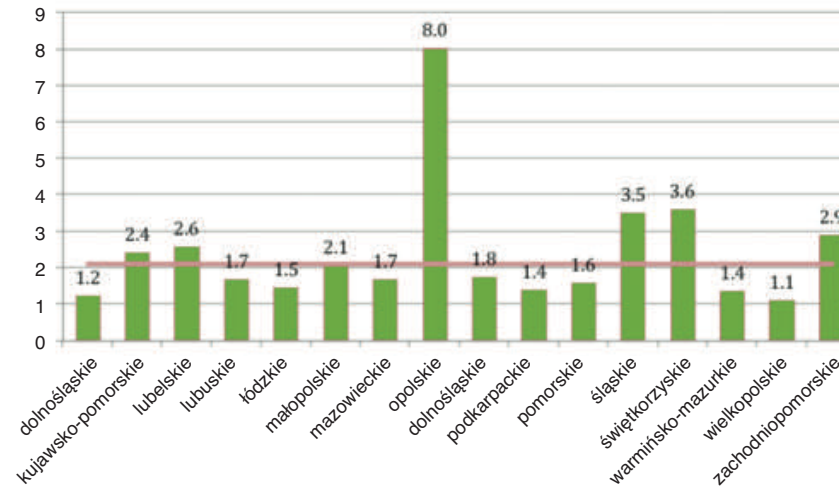
W podziale zużycie wszystkich nośników energii (tj. węgla kamiennego, gazu ziemnego, gazu ciekłego, lekkiego i ciężkiego oleju opałowego, ciepła oraz energii elektrycznej) województwo łódzkie odpowiada za 4% krajowej konsumpcji, co stanowi jedną z niższych wartości (Wykres 4, str. 163). W odniesieniu do PKB zużycie energii jest efektywne – plasuje się poniżej średniej i wynosi 1,5 TJ/mln zł PKB, co jest piątym wynikiem w kraju (za wielkopolskim, dolnośląskim, podlaskim i warmińsko – mazurskim (Wykres 4).

Najwięcej energii konsumowane jest na cele grzewcze. Zużycie węgla kamiennego i ciepła z systemów ciepłowniczych odpowiada łącznie za 55% całkowitego zużycia. Drugim co do wielkości nośnikiem energii jest energia elektryczna – odpowiada za 28% zużycia.

Jak pokazują powyższe wykresy, w województwie łódzkim istnieje duży potencjał do zwiększenia efektywności energetycznej. Największe rezultaty powinny zostać osiągnięte poprzez zintensyfikowanie działań w dwóch obszarach: zwiększenia efektywności sektora energetyki i górnictwa oraz wytwarzania i użytkowania energii cieplnej.

### 1.1.2. WPŁYW GOSPODARKI NA CZYSTOŚĆ POWIETRZA

Jednym z najbardziej powszechnie wykorzystywanych surowców jest powietrze. Uznawane jest ono za odnawialne źródło, jednakże w przypadku działalności gospodarczej człowieka może ulec wyczerpaniu (np. w przypadku wystąpienia smogu w mieście). Charakterystyczną cechą powietrza jest możliwość rozprzestrzeniania się na duże odległości. Odległość, na jakie



Wykres 4. Energochłonność gospodarek województw [TJ/mln zł PKB]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6], [5]

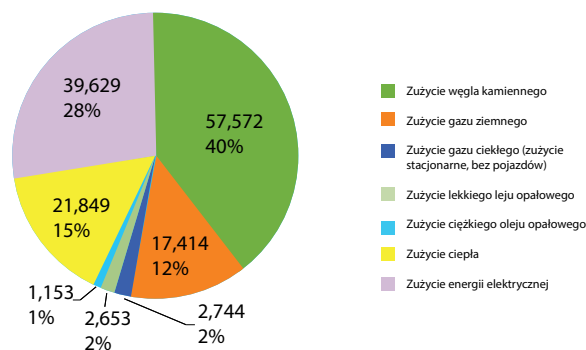
zostaną przeniesione masy powietrza z danego terenu uwarunkowana jest charakterem, wielkością i wysokością emitora, a także ukształtowanie terenu i warunkami meteorologicznymi. Razem z powietrzem przenoszone są wyemitowane zanieczyszczenia, nieodłącznie związane z działalnością człowieka. Wyróżniamy następujące źródła emisji pochodzenia antropogenicznego:

- Emisje punktowe – źródłem są elektrownie spalające paliwa oraz przedsiębiorstwa prowadzące działalność produkcyjną
- Emisje liniowe – źródłem są szlaki komunikacyjne (transportu samochodowego, kole-

jowego, wodnego i lotniczego)

- Emisje powierzchniowe – źródłem są zanieczyszczenia komunalne z palenisk domowych, gromadzenia i utylizacji ścieków i odpadów
- Emisje z rolnictwa – źródłem jest uprawa roślin i hodowla zwierząt
- Emisje niezorganizowane – źródłem są pojedyncze zdarzenia, np. pożar, prace remontowe i budowlane, przypadkowe wycieki itp.

W województwie łódzkim zlokalizowany jest największy punktowy emitent CO<sub>2</sub> w Polsce i w Europie – Elektrownia Bełchatów. W 2009 r. wyemitowała 29,5 mln Mg CO<sub>2</sub> i wartość ta była



Wykres 6. Struktura zużycia energii w województwie łódzkim [TJ]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [5]

o 11% większa od drugiego co do wielkości europejskiego emitenta, niemieckiej elektrowni Niederaussem (15). Ponadto, oprócz CO<sub>2</sub> emi-

towany jest również szereg innych zanieczyszczeń, mający znaczny wpływ na zdrowie ludzi oraz na rośliny. W Polsce monitorowane są emisje następujących substancji:

- Benzen
- Tlenki azotu
- Dwutlenek siarki
- Ołów
- PM<sub>2,5</sub>
- PM<sub>10</sub>
- Tlenek węgla
- Arsen
- Benzo(a)piren
- Kadm
- Nikiel
- Ozon

Każda z tych substancji monitorowana jest osobno, natomiast wielkość emisji przeliczana jest na emisje równoważne. Wielkości emisji największych zakładów przemysłowych w województwie łódzkim przedstawia Tabela 1.

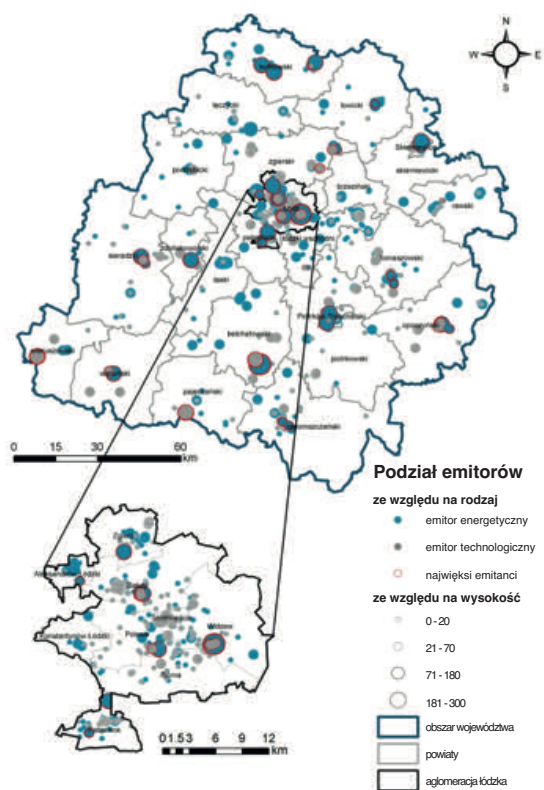
Tabela 1. Zakłady emitujące najwięcej zanieczyszczeń w województwie łódzkim w 2012 r. – emisja równoważna

Lp.	Zakład	Emisja równoważna [Mg/rok]
1	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Oddział Elektrownia Bełchatów	98761,56
2	Dalkia Łódź S.A. (dawny Zespół Elektrociepłowni w Łodzi)	9952,54
3	EUROGLAS Polska Sp. z o.o.	2042,5
4	Cementownia „WARTA” S.A.	1233,35
5	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Sieradzu	489,35
6	Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Pabianicach	469,67
7	Elektrociepłownia Zduńska Wola Sp. z o.o.	448,87

8	ECO Kutno Sp. z o.o.	432,63
9	Miejski Zakład Gospodarki Komunalnej w Piotrkowie Trybunalskim	423,22
10	PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Oddział Elektrociepłownia Zgierz	347,73
11	Energetyka Ciepła Sp. z o.o. w Skierniewicach	293,28
12	PFLEIDERER Prospan S.A.	258,56
13	Krajowa Spółka Cukrowa S.A. Oddział Cukrownia Dobrzelin	248,49
14	Energetyka Ciepła Spółka z o. o. w Wieluniu	241,03
15	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Zakład Ciepłowniczy w Radomsku	229,72
16	Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. Opoczno	171,75
17	SOLAN S.A. Głowno	162,39
18	Zakład Gospodarki Ciepłowniczej Sp. z o.o. w Tomaszowie Mazowieckim	160,15
19	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej i Mieszkaniowej Sp. z o.o. w Aleksandrowie Łódzkim	123,23
20	Dalkia Chrzanów Sp. z o.o. Elektrociepłownia Radomsko	119,83
21	Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska WARTMILK w Sieradzu	103,13
22	AGROS NOVA Sp. z o.o.	98,25
23	OPOCZNO I Sp. z o.o.	95,65
24	Przedsiębiorstwo Budowy Dróg i Mostów „Erbedim” Sp. z o.o. Piotrków Tryb.	85,86
25	Spółdzielnia Dostawców Mleka w Wieluniu	72,84
26	ENERGA Kogeneracja Sp. z o.o. Oddział Ciepłownia w Żychlinie	61,46
27	Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska w Skierniewicach	46,57
28	Optex S. A.	44,11
29	Spółdzielnia Mieszkaniowa “Przodownik”	40,44
30	Miejski Zakład Komunalny w Głownie	19,08

Źródło: [16]



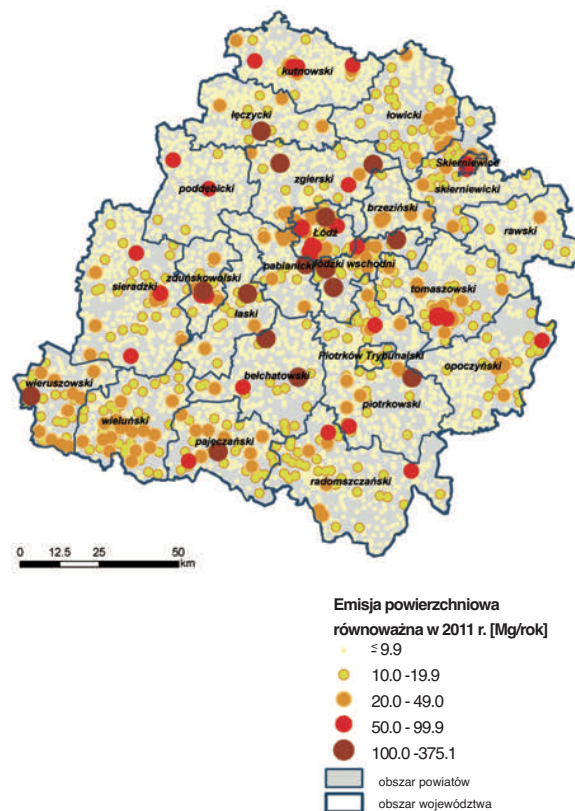


**Rysunek 3.** Rozmieszczenie emitorów punktowych w województwie łódzkim w 2012 roku

Źródło: [17]

Rozmieszczenie emitorów punktowych i powierzchniowych w województwie łódzkim przedstawiają Rysunek 3 i Mapa 2.

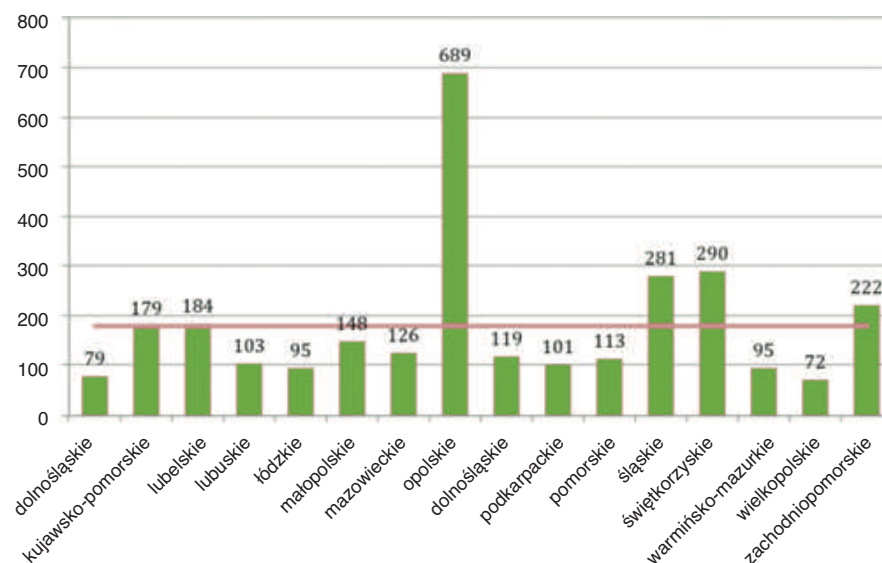
W odniesieniu do PKB, województwo łódzkie jest jednym z najmniejszych emitorów CO<sub>2</sub>.



**Rysunek 4.** Równoważna emisja ze źródeł powierzchniowych w województwie łódzkim w 2011 r.

Źródło: [17]

Wielkość emisji wyrażona w Mg CO<sub>2</sub>/ mln zł PBK wynosi 95 i jest trzecią wartością (ex aequo z warmińsko-mazurskim, za dolnośląskim i wielkopolskim). Niski wskaźnik emisyjności wynika jedynie częściowo z dużej efektywności wyko-



Wykres 9. Emisyjność województw w 2012r. [Mg CO<sub>2</sub>/mln zł PKB]

Źródło: opracowanie własne na podstawie [6], [5]

rzystania paliw. Większe znaczenia ma mała wartość PKB wytwarzana w województwie. Województwo odpowiada za 6,1% krajowego PKB, a w przeliczeniu na jednego mieszkańca, dochód wynosi 92,8% średniej dla Polski [6].

### 1.1.3. DZIAŁANIA PROWADZĄCE DO POPRAWY EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

W Polityce energetycznej Polski do roku 2030 priorytetowe znaczenie nadano działaniom zwiększającym efektywność energetyczną. Krajowym celem jest obniżenie do 2030 r. energochłonności polskiej gospodarki do poziomu UE z 2005 r. oraz utworzenie zeroenergetycznego

wzrostu gospodarczego - tzn. takiego, w którym przy wzroście gospodarki zużycie energii pozostaje na tym samym poziomie lub wręcz maleje. Działania poprawy efektywności energetycznej dotyczą wszystkich sektorów gospodarki. W szczególności wyróżnić można działania podejmowane w następujących sektorach:

- Elektroenergetyka
- Energochłonny przemysł
- Małe i średnie przedsiębiorstwa
- Sektor publiczny
- Transport
- Budownictwo
- Gospodarstwa domowe

Tabela 1. Działania prowadzące do poprawy efektywności energetycznej

Sektor	Działania poprawiające efektywność energetyczną
Elektroenergetyka i energetyka ciepła	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa nowych jednostek wytwórczych o wysokiej sprawności</li> <li>• Modernizacja istniejących elektrowni mająca na celu podwyższenie sprawności konwersji energii</li> <li>• Budowa elektrowni opartych o odnawialne źródła energii</li> <li>• Modernizacja linii przesyłowych i dystrybucyjnych oraz stacji elektroenergetycznych</li> <li>• Modernizacja sieci ciepłowniczych</li> </ul>
Przemysł energochłonny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stosowanie regulacji częstotliwościowej napędów</li> <li>• Wymiana pomp na pompy o podwyższonej sprawności i dostosowanie ich do rzeczywistych potrzeb układu pompowego (redukcja „przewymiarowania” pomp)</li> <li>• Stosowanie systemów odzysku ciepła</li> <li>• Wymiana silników na silniki o podwyższonej sprawności</li> </ul>
MŚP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaż automatyki regulacyjnej</li> <li>• Stosowanie oświetlenia energooszczędnego</li> <li>• Stosowanie energooszczędnych urządzeń AGD</li> <li>• Termomodernizacja przegród zewnętrznych (okna, ściany, stropy)</li> <li>• Modernizacji instalacji grzewczej – źródeł i systemów grzewczych</li> <li>• Stosowanie systemów odzysku ciepła z wentylacji</li> <li>• Modernizacja przepływowych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej</li> <li>• Stosowanie odnawialnych źródeł energii do celów grzewczych – np. kolektorów słonecznych, pomp ciepła</li> </ul>
Publiczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stosowanie energooszczędnego oświetlenia ulicznego</li> <li>• Stosowanie energooszczędnego oświetlenia w budynkach użyteczności publicznej</li> <li>• Termomodernizacja przegród zewnętrznych (okna, ściany, stropy)</li> <li>• Modernizacji instalacji grzewczej – źródeł i systemów grzewczych</li> <li>• Stosowanie systemów odzysku ciepła z wentylacji</li> <li>• Stosowanie Inteligentnych Systemów Transportowych (ITS) w miastach</li> </ul>

Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stosowanie niskoemisyjnego transportu osobowego (zbiorowego) oraz towarowego</li> <li>• Stosowanie oświetlenia energooszczędnego</li> <li>• Stosowanie energooszczędnych urządzeń AGD</li> <li>• Termomodernizacja przegród zewnętrznych (okna, ściany, stropy)</li> <li>• Modernizacji instalacji grzewczej – źródeł i systemów grzewczych</li> <li>• Stosowanie systemów odzysku ciepła z wentylacji</li> </ul>
Gospodarstwa domowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modernizacja przepływowych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej</li> <li>• Stosowanie odnawialnych źródeł energii do celów grzewczych – np. kolektorów słonecznych, pomp ciepła</li> <li>• Modernizacja osiedlowych kotłowni grzewczych</li> <li>• Modernizacja źródeł ciepła w systemach ciepłowniczych</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Na poziomie regionalnym możliwe są do podjęcia następujące działania [7]:

- Kampanie informacyjne skierowane do gospodarstw domowych, MŚP oraz zarządców budynków publicznych. Celem kampanii powinno być informowanie o korzyściach płynących ze zwiększania efektywności energetycznej oraz możliwych do podjęcia działań.
- Szkolenia skierowane do dzieci i młodzieży, nauczycieli, zarządców budynków, MŚP, właścicieli i lokatorów budynków. Podczas szkoleń kursanci powinni zdobyć praktyczną wiedzę o tym, jak oszczędzać energię podczas codziennych aktywności oraz o możliwych do podjęcia przedsięwzięciach, zmniejszających zużycie energii w dłuższym okresie.
- Szkolenia zawodowe dla architektów, inżynierów budownictwa, audytorów energetycznych, pracowników firm budowlanych, zarządców budynków. Celem szkoleń powinno być podnoszenie kwalifikacji i kompetencji kursantów w zakresie stosowania standardów oraz doradztwa w zakresie stosowania rozwiązań energooszczędnych.
- Wprowadzenie kryteriów wymaganej efektywności energetycznej do przedsięwzięć dofinansowanych środkami publicznymi, np. przy budowie budynków i obiektów infrastrukturalnych (wodociągi, oczyszczalnie ścieków, drogi, systemy transportowe, sprzęt elektroniczny).
- Opracowanie i wdrożenie regionalnego programu zwiększania efektywności energetycznej. Program powinien być skorelowany z planami województwa dot. zwiększania inwestycji w mikro i małe instalacje oze, wykorzystywane do zasilania gospodarstw domowych, budynków oraz MŚP.

- Wzorcowa rola sektora publicznego. Cel ten jest zgodny z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej. Realizacja powinna się odbywać poprzez:
  - wprowadzenie obowiązku etykietowania wszystkich budynków publicznych o powierzchni powyżej 1000 m<sup>2</sup>;
  - wprowadzenie obowiązku działań naprawczych we wszystkich budynkach i obiektach użyteczności publicznej. W pierwszej kolejności w budynkach, w których jednostkowe zużycie lub koszty energii są wyższe od średniej dla danej populacji;
  - wyeliminowanie nieefektywnych i zanieczyszczających środowisko kotłowni grzewczych (niska emisja);
  - modernizacja oświetlenia ulic i placów;
  - partnerstwo i stymulowanie energooszczędnych i OZE przedsięwzięć wśród niepublicznych podmiotów gospodarczych i społecznych;
  - obligatoryjne wprowadzanie trwałych i skutecznych systemów zarządzania kosztami i zużycia energii w oraz w gminach i miastach powyżej 20000 mieszkańców. Dobrowolne w mniejszych miastach i gminach;
  - informacja i komunikacja sektora publicznego ze społeczeństwem;
  - monitorowanie efektów powyższych działań.

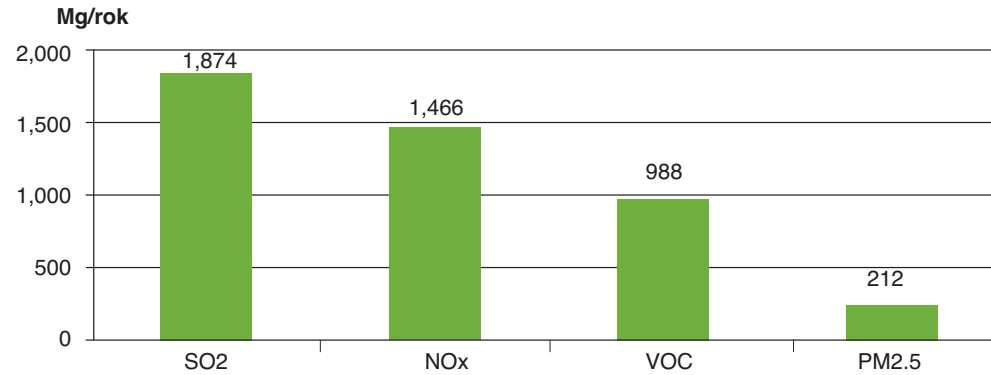
#### 1.1.4. EFEKTY ZWIĘKSZANIA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Bezpośrednim skutkiem realizacji działań zwiększających efektywność energetyczną jest zmniejszenie zużycia energii, co z kolei przekłada się na oszczędności finansowe. Poprawa efektywności energetycznej przedsiębiorstwa

może więc być metodą na wzmocnienie pozycji na rynku, zwiększenia dochodów i niezależności od zewnętrznych dostawców energii. Dla samorządów zwiększenie efektywności energetycznej przyniesie również oszczędności finansowe, a także zwiększy bezpieczeństwo energetyczne regionu. Oszczędności finansowe nie będą wynikały jedynie z obniżenia zużycia energii, ale również z unikniętych wydatków na służbę zdrowia czy renowację zniszczonych zanieczyszczonym powietrzem obiektów. Strukturę unikniętych emisji, zrealizowanych w ramach programów wsparcia termomodernizacji budynków użyteczności publicznej przedstawia Wykres 9. Sama tylko termomodernizacja budynków użyteczności publicznej może przyczynić się do oszczędności na poziomie 410 mln zł do 2020 roku. Oszczędności te wynikać będą m.in z braku konieczności pokrywania kosztów leczenia chorób (np. astmy, bronchitu, choroby serca), czy też hospitalizacji przewlekłe chorych osób, których stan zdrowia pogorszył się na skutek długotrwałego narażenia na emisję szkodliwych związków [8]. Strukturę oszczędności w podziale na uniknięte emisje zanieczyszczeń przedstawia Wykres 8.

Poprawa efektywności energetycznej budynków jest stosunkowo najprostszym rozwiązaniem, praktykowanym od wielu lat i z dużym potencjałem wykonawców na rynku. Obserwowane są następujące pozytywne skutki realizacji działań termomodernizacyjnych, niezwiązanych z głównym celem, jakim jest obniżenie zużycia energii:

- Zmniejszenie obciążenia infrastruktury energetycznej. Wydłużana jest tym samym żywotność np. rurociągów ciepłowniczych czy ga-



**Wykres 7.** Emisje uniknięte w wyniku realizacji programów wsparcia termomodernizacji budynków użyteczności publicznej

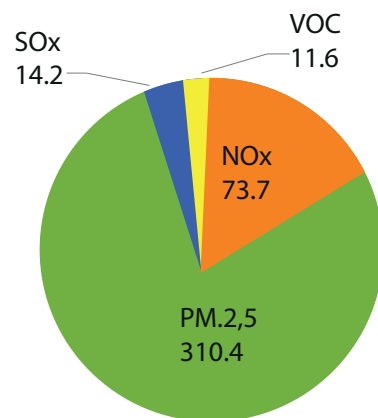
Źródło: [8]

zowych oraz możliwe jest dołączenie nowych użytkowników do systemu, bez konieczności jego rozbudowy.

- Zwiększony popyt na urządzenia i materiały służące zmniejszaniu energochłonności budynków wymusza rozwój nowych technologii w zakresie energooszczędnego budownictwa i termomodernizacji.
- Prowadzone są projekty badawczo-rozwojowe w zakresie m.in. materiałów izolacyjnych, sezonowego magazynowania energii w budynkach [9], systemów zarządzania energią w budynkach [10], kompleksowych metod zmniejszania energochłonności budynków [11] oraz nowych technik budowlanych służących powstawaniu energooszczędnych budynków [12].
- Poprawa stanu zdrowia mieszkańców oraz ich samopoczucia, jak również zmniejszana

degradacja środowiska lokalnego oraz budynków.

- Wzrost wartości aktywów podmiotów będących właścicielami modernizowanych urządzeń i budynków.
- Rozwój przedsiębiorstw zajmujących się budownictwem energooszczędnym i termomodernizacją. Prace związane z poprawą efektywności energetycznej w budynkach są zazwyczaj pracochłonne i aktywizują firmy sektora MŚP na lokalnych rynkach. Według Instytutu na rzecz Ekorozwoju do roku 2020 możliwe jest stworzenie od 40 do 330 tys. pełnych etatów w branżach związanych z termomodernizacją budynków [13].
- W przypadku instytucji publicznych, takich jak szpitale, szkoły czy przedszkola, ważnym celem społecznym termomodernizacji jest fakt poprawy komfortu użytkownika budyn-



**Wykres 8.** Oszczędności osiągnięte do 2020 r. związane z ograniczeniem emisji [mln zł]

Źródło: [8]

ków. Na społeczności lokalne pozytywnie oddziałuje poprawa estetyki budynków – termomodernizacja wiąże się z wymianą stolarki okiennej oraz elewacji, często również, jako dodatkowe działanie, przeprowadzane jest porządkowanie terenu – wymiana roślinności, oświetlenia zewnętrznego, terenów rekreacyjnych. Ładniejsze budynki narzucają użytkownikom bardziej kulturalne zachowania, podnoszą rangę mieszkańców i budują poczucie lokalnej tożsamości.

- Dzięki wzrostowi zatrudnienia w branżach powiązanych z termomodernizacją zmniejszeniu ulegają negatywne skutki bezrobocia – niskie poczucie własnej wartości, podatność na uzależnienia, ryzyko wystąpienia patologii.
- Możliwość nawiązania współpracy na poziomie władz lokalnych z międzynarodową spo-

łecznością. Przykładem międzynarodowej sieci zawiązanej w celu wymiany doświadczeń i dobrych praktyk jest Covenant of Mayors. Porozumienie to które podpisało ponad 4,8 tys. przedstawicieli władz lokalnych, w tym 35 podmiotów z Polski [14]. Celem inicjatywy jest kompleksowe podejście do kwestii modernizacji obszarów miejskich, obejmujące m.in. termomodernizację budynków i optymalizację wykorzystania transportu. Tworzone są spójne plany poprawy efektywności energetycznej uwzględniające powiązania międzysektorowe. Jasno określone są cele – zarówno energetyczne (stopień poprawy efektywności energetycznej), jak i ekonomiczne (oszczędności wynikające ze zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych). W tworzenie planów angażowane są podmioty bezpośrednio tym zainteresowane, czyli społeczności lokalne oraz przedsiębiorcy. Oprócz efektu uwzględniania potrzeb wszystkich interesariuszy, istotne jest również wzmocnienie postaw proefektywnościowych wśród osób prywatnych i przedsiębiorców.

Efektywność energetyczna jest ważnym obecnie kierunkiem w polityce energetycznej na poziomie krajowym i europejskim. Województwo łódzkie, posiadające stosunkowo energochłonną gospodarkę ma duży potencjał do wdrażania projektów i działań energooszczędnych. Korzyści, jakie przyniosą te działania to przede wszystkim obniżenie kosztów ponoszonych z tytułu zużycia energii oraz zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego. Dodatkowymi skutkami procesów podnoszenia efektywności energetycznej są m.in. obniżenie kosztów opieki zdrowotnej, zwiększenie liczby miejsc pracy oraz rozwój gospodarki.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. (Dz. U. nr 94, poz. 551 z późn.zm) o efektywności energetycznej.
2. Drugi Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2011. brak miejsca : Ministerstwo Gospodarki, 2012.
3. <http://www.mg.gov.pl/bezpieczenstwo+gospodarcze/Energetyka/Efektywnosc+energetyczna>. [Online]
4. Skoczkowski Tadeusz. Zagadnienia zrównoważonego rozwoju w procesie rewitalizacji budynków użyteczności publicznej. [aut. książki] Węglarza Praca zbiorowa pod red. Arkadiusza. Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej według kryteriów zrównoważonego rozwoju. Łódź: CBI Pro-Akademia, 2014.
5. ZUŻYCIE PALIW I NOŚNIKÓW ENERGII W 2012 R. brak miejsca : Główny Urząd Statystyczny, 2013.
6. Wstępne szacunki produktu krajowego brutto według województw w 2012 r. brak miejsca : Główny Urząd Statystyczny, 2014.
7. <http://www.reuters.com/article/2010/04/06/us-eu-carbon-thirty-idUSTRE6353L220100406>. [Online]
8. Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2012 r. Cz. III. Powietrze. brak miejsca: Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi, 2013.
9. Roczna ocena jakości powietrza w województwie łódzkim w 2012. brak miejsca : Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Łodzi, 2013.
10. Potencjał efektywności energetycznej i redukcji emisji w wybranych grupach użytkownika energii. Droga napróżd do realizacji pakietu klimatyczno-energetycznego. Katowice : PKEOG i FEWE, 2009.
11. Korczak Katarzyna. Programy wsparcia rewitalizacji budynków użyteczności publicznej zorientowane na zwiększenie efektywności energetycznej. [aut. książki] Węglarza Praca zbiorowa pod red. Arkadiusza. Rewitalizacja budynków użyteczności publicznej według kryteriów zrównoważonego rozwoju. Łódź : CBI Pro-Akademia, 2014.
12. <http://www.mostostal.waw.pl/index.php?m=content&cmd=print&module-id=80>. [Online]
13. <http://www.teds4bee.eu/>. [Online]
14. <http://www.ncbir.pl/programy-strategiczne/zintegrowany-system-zmniejszenia-eksploatacyjnej-energochlonnosci-budynkow/>. [Online]
15. <http://www.mbj2030.pl/>. [Online]
16. [http://www.ine-isd.org.pl/theme/UploadFiles/File/projekty/EE\\_PRACAL.pdf](http://www.ine-isd.org.pl/theme/UploadFiles/File/projekty/EE_PRACAL.pdf). [Online]
17. [http://www.eumayors.eu/index\\_en.html](http://www.eumayors.eu/index_en.html). [Online]







**ROZDZIAŁ 11**

**SPOŁECZNA AKCEPTACJA  
ODNAWIALNYCH  
ŹRÓDEŁ ENERGII**

---

**MGR MONIKA STANISZEWSKA  
CBI PRO-AKADEMIA**

---



## WSTĘP

Polityka Unii Europejskiej dotycząca odnawialnych źródeł energii jest jednoznaczna – gospodarka Europy ma dążyć do ograniczenia emisji dwutlenku węgla, co w oczywisty sposób wiąże się z rozwojem OZE. Dokumenty strategiczne Unii Europejskiej, w tym przyjęty przez Komisję Europejską „Plan działania w zakresie energii do roku 2050” (tzw. Energy Roadmap 2050) wskazują, iż w najbliższych latach głównym celem będzie znaczne obniżenie emisji gazów cieplarnianych. Cel ten może zostać osiągnięty między innymi dzięki ograniczeniu produkcji energii ze źródeł konwencjonalnych na rzecz alternatywnych. Rząd Polski, w przyjętym w 2009 roku dokumencie strategicznym „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” zakłada, zgodnie z założeniami przyjętymi w ramach pakietu klimatyczno-energetycznego, wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii, czyli do poziomu 15% w 2020 roku.

Niemniej jednak inwestycje w odnawialne źródła energii nie będą możliwe bez ich akceptacji nie tylko na szczeblu krajowym, ale także i lokalnym (przez władze samorządowe oraz społeczność lokalną).

## AKCEPTACJA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII PRZEZ WŁADZE GMINNE

Przychylność władzy lokalnej do inwestycji OZE jest jednym z warunków powodzenia takiego przedsięwzięcia. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez Instytut Studiów nad Środowi-

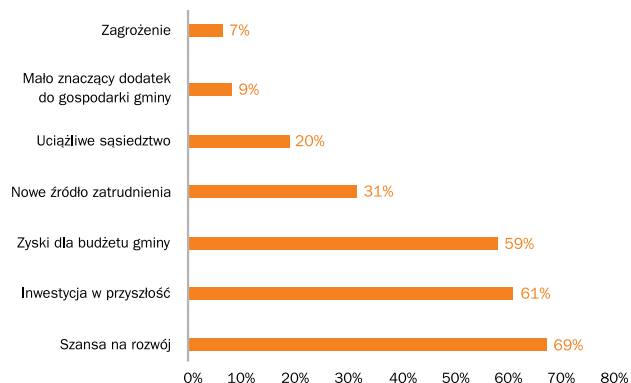
skiem i Polityką [1], akceptacja inwestycji w odnawialne źródła energii na poziomie władz gminnych jest wysoka. Szczególnie dotyczy to gmin, w których podobne inwestycje już istnieją. Optymistyczne są także plany inwestycyjne – 52% gmin planuje inwestycje w elektrownie fotowoltaiczne, 50% w elektrownie wiatrowe, a 26% w biogazownie. Co więcej – 84% gmin deklaruje, iż miało już kontakt z potencjalnymi inwestorami. Zatem tematyka OZE nie jest gminom obca. Niestety poziom interakcji z instytucjami czy organizacjami, które powinny aktywnie włączyć się w promocję OZE, można uznać za niesatysfakcjonujący. Tak więc, co czwarta gmina kontaktowała się w tych kwestiach z przedstawicielami instytucji państwowych, a co piąta z organizacjami ekologicznymi oraz przedstawicielami uczelni i instytucji badawczych.

Powyższe dane wskazują, iż promocja OZE wśród samorządów lokalnych powinna zostać wzmocniona i dostarczać władzom gminnym kompleksowych informacji pochodzących z różnych źródeł, a nie tylko od potencjalnych inwestorów.

Jak wynika z badań władze lokalne są pozytywnie nastawione do inwestycji w OZE, upatrując w nich szansę na rozwój gospodarczy i ekonomiczny gmin oraz na stworzenie nowych miejsc pracy. Tylko nieliczne objęte badaniem gminy (7%), postrzegają inwestycje w odnawialne źródła energii w kategorii zagrożeń.

Władze gminne, mimo stosunkowo wysokiego poparcia dla inwestycji OZE, obawiają się protestów społeczności lokalnych. Wyrażają poglądy, że w opinii mieszkańców gminy tego typu inwestycje cieszą się zdecydowanie mniejszą

## KORZYŚCI PŁYNĄCE Z INWESTYCJI W OZE



Rys. 1. Percepcja OZE przez gminy

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

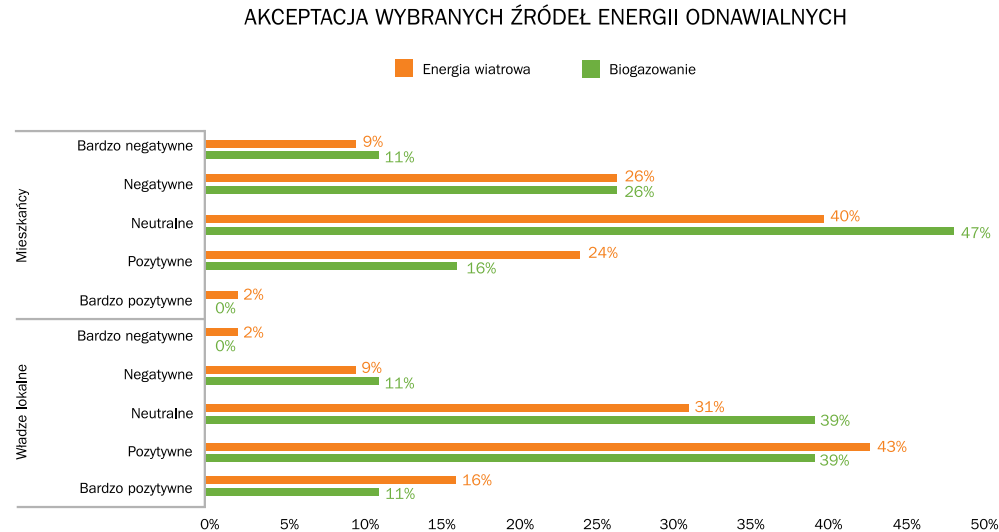
aprobata. Zwłaszcza negatywnie oceniane są biogazownie i farmy wiatrowe, które wskutek licznych protestów organizowanych na terenie całego kraju, budzą „niepokój” wśród społeczności lokalnych.

Jak wynika z powyższego wykresu, w opinii władz lokalnych ponad 1/3 mieszkańców przejawia negatywne postawy zarówno wobec farm wiatrowych, jak i biogazowni. Sami samorządowcy są zdecydowanie mniej sceptyczni wobec wspomnianych źródeł energii. Wynik ten może niepokoić, bowiem bez poparcia społeczności lokalnych, inwestycje w odnawialne źródła energii mogą okazać się trudne lub wręcz niemożliwe do zrealizowania.

### AKCEPTACJA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII PRZEZ SPOŁECZNOŚĆ LOKALNĄ

Poparcie dla konwencjonalnych źródeł energii w Polsce jest zdecydowanie wyższe niż w innych krajach Unii Europejskiej. Jest to uwarunkowane tym, że polska energetyka od wielu lat bazuje na węglu kamiennym i brunatnym, co przekłada się na poziom akceptacji OZE. Powszechne przeświadczenie, że „Polska węglem stoi” oraz wciąż żywy etos górnika – znajdują odzwierciedlenie w wynikach badań.

Na podstawie ogólnopolskich badań można stwierdzić, iż nastawienie Polaków wobec odna-



**Rys. 2.** Nastawienie władz lokalnych oraz mieszkańców do wybranych źródeł energii odnawialnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [1]

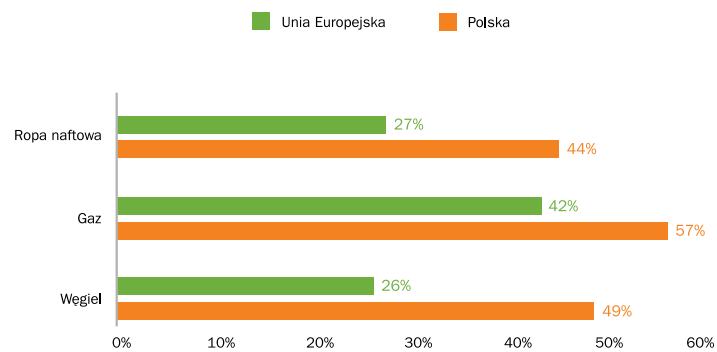
wialnych źródeł energii jest pozytywne i na przestrzeni lat nie uległo większym zmianom.

Jak wynika z raportu „Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures” [4] w 2006 roku w Polsce odnawialne źródła energii cieszyły się bardzo wysoką akceptacją. Ponad 80% badanych Polaków popierało inwestycje w instalacje wykorzystujące energię słoneczną i płynącą z wiatru. Nieco mniejszą akceptacją (61%) cieszyła się energetyka wodna. Najmniejszą zaś – biomasa, aczkolwiek akceptację dla niej wyraziło 58% badanych.

Najnowsze badania przeprowadzone przez TNS OBOP na zlecenie Greenpeace [5] wykazały, iż ponad ¾ Polaków (89%) oczekuje, by więcej energii pochodziło ze źródeł odnawialnych. Zaledwie 4% badanych sprzeciwia się rozwojowi OZE w Polsce.

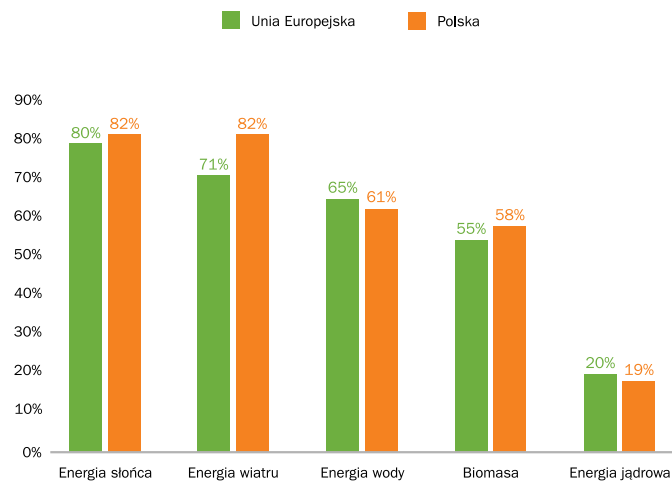
Mieszkańcy Polski dostrzegają także korzyści płynące z inwestowania w odnawialne źródła energii. Jak wynika z raportu „Akceptacja dorosłych Polaków dla energetyki wiatrowej i innych odnawialnych źródeł energii” [6], największa liczba badanych upatruje w inwestycjach tego

## AKCEPTACJA KONWENCJONALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII



Rys. 3. Akceptacja konwencjonalnych źródeł energii w Polsce i Unii Europejskiej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]



Rys. 4. Akceptacja wybranych źródeł energii niekonwencjonalnej

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

typu korzyści związanych z ochroną środowiska naturalnego. W mniejszym odsetku badani korzyści upatrują we wzroście bezpieczeństwa energetycznego kraju oraz w postępie technologicznym. Zdecydowanie mniej respondentów natomiast, wiąże je z korzyściami dla gminy i jej mieszkańców.

Tak optymistyczne wyniki powinny stać się im-

pulsem dla inwestorów i gmin zainteresowanych odnawialnymi źródłami energii. Należy wspomnieć jednak, iż rezultaty odnoszą się do akceptacji dla poszczególnych źródeł energii, bez wskazywania ich konkretnej lokalizacji. Dlatego też, pomimo wysokiego deklarowanego poparcia dla OZE, na etapie inwestycyjnym, występują liczne protesty.

**Tabela 1.** Korzystny wpływ produkcji OZE i energii wiatrowej

Czy OZE wpływa korzystnie na:	Tak i raczej tak	Ani tak ani nie	Raczej nie i nie	Brak odpowiedzi
Ochronę zdrowia mieszkańców	83,23%	11,46%	4,6%	0,68%
Ceny energii elektrycznej	33,12%	22,75%	40,37%	3,76%
Czystość środowiska naturalnego	90,6%	6,5%	1,62%	1,28%
Postęp technologiczny Polski	81,8%	10,6%	5,13%	2,58%
Nowe miejsca pracy dla mieszkańców	53,27%	22,58%	20,35%	3,33%
Obniżenie ceny energii	29,34%	24,12%	44%	2,48%
Zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju	71,85%	17,45%	8,4%	2,3%
Uniezależnienie Polski od dostaw gazu ziemnego	63%	18,73%	15,65%	2,56%
Zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza	90,93%	5,13%	2,56%	1,36%
Bogacenie się gminy	54,1%	28,82%	13,3%	3,76%
Wzrost zamożności mieszkańców gminy	36,3%	35,9%	25,23%	2,56%

Źródło: [6]



## SYNDROM NIMBY

Wyjaśnieniem deklarowanej akceptacji dla inwestycji w odnawialne źródła energii oraz występujących licznych protestów przeciwko nim może być zjawisko określane, syndromem NIMBY. Syndrom NIMBY (Not In My Back Yard) określa postawę osób, które wyrażają sprzeciw wobec lokalizacji inwestycji w ich najbliższym otoczeniu, nie kwestionując konieczności ich przedsięwzięcia. Postawa ta dotyczy nie tylko inwestycji związanych z odnawialnymi źródłami energii, ale wszystkich, które w opinii społeczności lokalnej, postrzegane są jako uciążliwe (m.in.: zakłady karne, lotniska, wysypiska odpadów).

W literaturze przedmiotu wyróżnia się cztery poziomy syndromu NIMBY [7]:

- **Poziom ekonomiczny** – Osią, wokół której powstaje syndrom NIMBY, jest „dobro wspólne”. Jest to sytuacja, w której koszty ponosi stosunkowo niewielka liczba osób, natomiast korzyści czerpane są przez znacznie szerszą grupę.
- **Poziom polityczny** – Wynika z braku zaufania do władzy oraz przedstawicieli biznesu. Wiąże się z wyrażaniem wątpliwości odnośnie intencji – czy dana lokalizacja jest w interesie społeczności oraz czy decyzja była podjęta w sposób prawidłowy, niekorupcyjny.
- **Poziom etyczny** – Jest przejawem postawy egoistycznej, wynikającej z przedkładania dobra indywidualnego nad dobro wspólne.
- **Poziom społeczny** – Jest to wyeksponowanie roli podmiotów (indywidualnych oraz grup) biorących udział w konflikcie.

Protesty dotyczące inwestycji w odnawialne

źródła energii powinny być rozpatrywane na wszystkich czterech wyżej wymienionych poziomach.

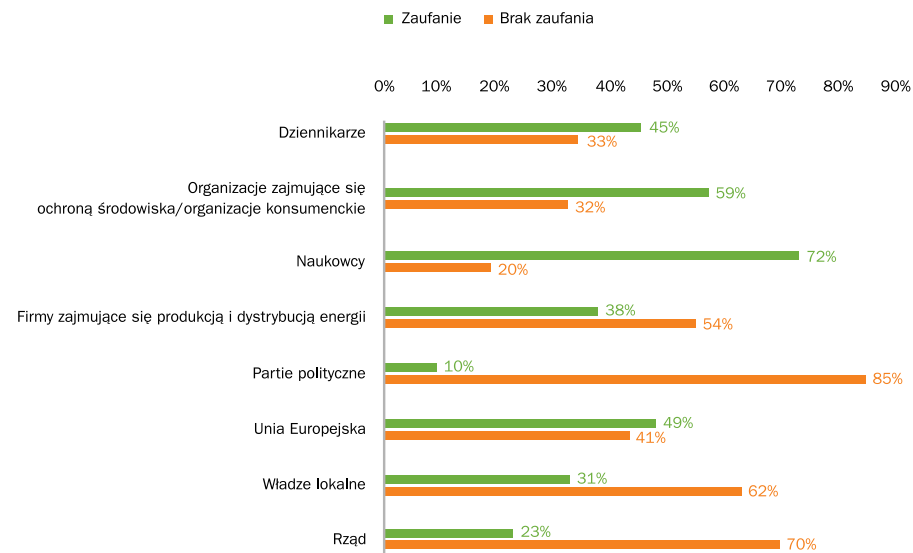
Konflikty lokalizacyjne związane z inwestowaniem w odnawialne źródła energii mogą budzić protesty społeczne, ponieważ społeczność lokalna nie jest wystarczająco dobrze poinformowana. Obowiązek informacyjny powinien spoczywać zarówno na inwestorze, władzach lokalnych i innych aktorach życia społecznego, cieszącym się autorytetem wśród mieszkańców.

Społeczność lokalna powinna być włączona w proces inwestycyjny już na samym początku, na etapie jego planowania. Niestety, w Polsce nie jest to powszechnie stosowaną praktyką. Mieszkańcy, często z braku rzetelnej informacji i obawy przed zmianą, protestują przeciwko planowanym przedsięwzięciom.

Społeczność lokalna wyraża swój sprzeciw wobec inwestycji w różny sposób. Protest może przybierać takie formy, jak:

- Zbieranie podpisów pod petycjami wyrażającymi sprzeciw wobec inwestycji;
- Happeningi i demonstracje uliczne mające na celu zwrócenie uwagi na potencjalne zagrożenia wynikające z inwestycji;
- Tworzenie i dystrybucja materiałów kontra inwestycyjnych;
- Demonstracje i happeningi organizowane podczas sesji organów administracji lokalnej;
- Składanie do organów ścigania doniesień o popełnieniu przestępstwa, przez urzędników wydających zgodę na inwestycję.

W zależności od rodzaju inwestycji, różny może być zasięg terytorialny protestów oraz jego



**Rys. 5.** Zaufanie Polaków do podmiotów udzielających informacji na tematy związane z energetyką

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

siła. Inwestycje, podczas których występuje syndrom NIMBY koncentrują wokół siebie różnych aktorów społecznych. Nie wszyscy z nich w bezpośredni sposób są zaangażowani w konflikt, pozostając jednocześnie w różnych relacjach między sobą. Niekiedy też „obozy” zwolenników lub przeciwników są wewnętrznie niejedolite, a opowiadanie się po jednej ze stron konfliktów podyktowane jest odmiennymi czynnikami.

## FAZY ORAZ SKUTKI KONFLIKTÓW NA TLE SYNDROMU NIMBY

W każdym konflikcie lokalizacyjnym można wyróżnić dwie główne fazy [8]:

- przedkonfliktową;
- konfliktową.

Faza przedkonfliktowa składa się z dwóch zasadniczych etapów. Pierwszy z nich przebiega

bez angażowania społeczności lokalnej. Wiąże się z wyłonieniem się podmiotu zamierzającego inwestować oraz konfrontacją planów inwestycyjnych z planami zagospodarowania przestrzennego. Do drugiego etapu włącza się społeczność lokalna, która dowiaduje się o planach inwestycyjnych i kształtuje swoją opinię w tym zakresie.

Faza konfliktowa charakteryzuje się udziałem społeczności lokalnej. W fazie tej następuje zaangażowanie i mobilizacja aktorów społecznych. Następnie działania protestacyjne zostają zintensyfikowane. Strony poszukują sojuszników oraz demonstrują swoje argumenty.

Podczas inwestycji w odnawialne źródła energii ważnym jest, by konsultacje społeczne były podjęte jak najszybciej, w fazie przedkonfliktowej. Mieszkańcy powinni zostać poinformowani o inwestycji już na etapie jej planowania. Taka strategia pozwala na większą partycypację społeczności lokalnej.

Z socjologicznego punktu widzenia konflikt można rozpatrywać zarówno przez pryzmat skutków pozytywnych, jak i negatywnych.

Skutki pozytywne konfliktu wiążą się z większą integracją społeczności lokalnej oraz rozwojem jej kapitału społecznego. „Analiza konfliktów w regionie łódzkim wykazała, iż dzięki nim społeczności nauczyły się wyrażać swoje poglądy i walczyć wspólnie o jakąś sprawę. I nawet konflikty nierozstrzygnięte na korzyść mieszkańców spowodowały większe zintegrowanie społeczności oraz wzrost jej aktywności. (...) uczestnicy protestów bardziej świadomie postrzegają swoje prawa jako obywateli, podejmują różne

formy aktywności w stowarzyszeniach i innych formach samoorganizacji społecznej, uczestnicząc w ten sposób w tak ważnym procesie budowania społeczeństwa obywatelskiego. Tam gdzie władza lokalna – samorząd i mieszkańcy stoją po jednej stronie, współpraca się zacieśnia, rośnie poziom zaufania mieszkańców do władzy.” [8].

Niemniej jednak nie należy zapominać o negatywnych konsekwencjach konfliktów. Można je rozpatrywać w wymiarze jednostkowym (m. in. wzrost poziomu stresu) oraz grupowym (m. in. w kontekście wewnętrznego podziału społeczności lokalnej ze względu na stanowisko zajmowane wobec kwestii konfliktowej).

### SPOSOBY ŁAGODZENIA KONFLIKTÓW NA TLE SYNDROMU NIMBY

Każda ze stron zaangażowana w konflikt ponosi związane z nim koszty. Aby uniknąć lub łagodzić negatywne skutki wiążące się z występowaniem konfliktów wynikających z syndromu NIMBY, należy podjąć stosowne działania. W literaturze wyróżnia dwie podstawowe grupy takich działań [7]:

- rozwiązania ekonomiczne,
- rozwiązania partycypacyjne.

Rozwiązania ekonomiczne, w ich najprostszej postaci, wiążą się z oferowaniem rekompensat dla protestujących. Rekompensaty te mogą przybierać formę pieniężną lub też wiązać się z inwestycjami służącymi społeczności (np. budowa drogi).

Rozwiązania partycypacyjne ustanawiają społeczność lokalną w roli partnera w procesie decyzyjnym. Przykładem tego typu działań jest referendum. Choć, jak podkreśla P. Frączek [2], referendum może okazać się rozwiązaniem trudnym, z uwagi na fakt, iż:

- Trudno jest oszacować obszar na jakim powinno być przeprowadzone.
- Istnieje zagrożenie niskiej frekwencji, w związku z czym – może okazać się niewiążącym.
- Może zostać upolitycznione.

Szczegółowe informacje dotyczące prowadzenia procesu inwestycyjnego zawarte są także w „Przewodniku dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych”, opracowanym na zlecenie Ministerstwa Gospodarki. Podkreślono w nim znaczenie komunikacji ze społecznością lokalną, zalecając:

- opracowanie planu kontaktów z miejscową społecznością,
- wypracowanie narzędzi komunikacyjnych, pozwalających łagodzić ewentualne konflikty.

Jednocześnie w przywołanej publikacji, zwrócono uwagę na wykorzystanie następujących instrumentów interkomunikacyjnych, przydatnych w procesie dialogu społecznego [3], takich jak:

- bezpośredni kontakt,
- rozmowy przy okrągłym stole,
- zwiedzanie innych biogazowni,
- kampanie medialne,
- konferencje prasowe,

- programy szkolne i wakacyjne.

Ważnym elementem pozostaje także edukacja ekologiczna. Powinny być prowadzone akcje edukacyjno-informacyjne, polegające m.in. na wskazywaniu dobrych przykładów inwestycji w energetykę odnawialną i płynących z nich korzyści.

## ZAKOŃCZENIE

Wraz z rozwojem cywilizacyjnym i poziomem możliwości społeczeństw – zapotrzebowania na energię będzie wzrastać. Zatem – tym ważniejsze jest jak najszybsze wdrażanie rozwiązań proekologicznych oraz zmiana wzoru konsumpcji. Tego typu działania nie będą jednak możliwe bez zwiększenia świadomości ekologicznej Polaków oraz akceptacji dla nowych, proekologicznych inwestycji.

Zatem edukacja proekologiczna powinna być prowadzona nie tylko w systemie edukacji formalnej (w szkołach), ale też nieformalnej. Istotnym jest, by wiedza i wartości przekazywane w szkole miały swe odzwierciedlenie i znajdowały potwierdzenie w życiu codziennym, a także w rodzinie, w kręgach koleżeńskich i sąsiedzkich.

Nieformalna edukacja pozaszkolna powinna być kierowana zarówno do dzieci, jak i osób dorosłych, a w działania te powinny być włączone władze lokalne, środki masowego przekazu, instytucje i organizacje działające na terenie danej społeczności lokalnej.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ancygier A., Szulecki K. 2013. Energia lokalna – czyli odnawialna? Raport z badania dla odnawialnych źródeł energii. 2013.
2. Frączek P. 2010. Wybrane uwarunkowania występowania syndromu NIMBY. Uniwersytet Rzeszowski. [Online] 2010. [Zacytowano: 01 Marzec 2014.] <http://www.univ.rzeszow.pl/pliki/Zeszyt17/24.pdf>.
3. Gospodarki Ministerstwo. 2011. Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych. Ministerstwo Gospodarki. [Online] Instytut Energetyki Odnawialnej, 2011. [Zacytowano: 01 Marzec 2014.] <http://www.mg.gov.pl/node/13229>.
4. Special Eurobarometr 262. 2007. Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures. [Online] January 2007. [Zacytowano: 04 luty 2014.] [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_262\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_262_en.pdf).
5. Greenpeace. 2013. Greenpeace. [Online] Listopad 2013. [Zacytowano: 04 luty 2014.] [http://www.greenpeace.org/poland/PageFiles/564046/Energia\\_badanie\\_opinii\\_publicznej\\_briefing.pdf](http://www.greenpeace.org/poland/PageFiles/564046/Energia_badanie_opinii_publicznej_briefing.pdf).
6. red. Mroczek B. 2011. Akceptacja dorosłych Polaków dla energetyki wiatrowej i innych odnawialnych źródeł energii. Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej. [Online] Zakład Zdrowia Publicznego Polskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, 21 Marzec 2011. [Zacytowano: 01 Marzec 2014.] [http://psew.pl/files/raport\\_akceptacja.pdf](http://psew.pl/files/raport_akceptacja.pdf).
7. Matczak P. 1996. Społeczne uwarunkowania eliminacji syndromu NIMBY. [aut. książki] Cichocki R. Podmiotowość społeczności lokalnych. Praktyczne programy wspomagania rozwoju. Poznań : Media-G.T., 1996.
8. Michałowska E. 2008. Syndrom NIMBY jako przykład samoorganizacji społecznej na poziomie lokalnym. Studia regionalne i lokalne. 2008, 1.





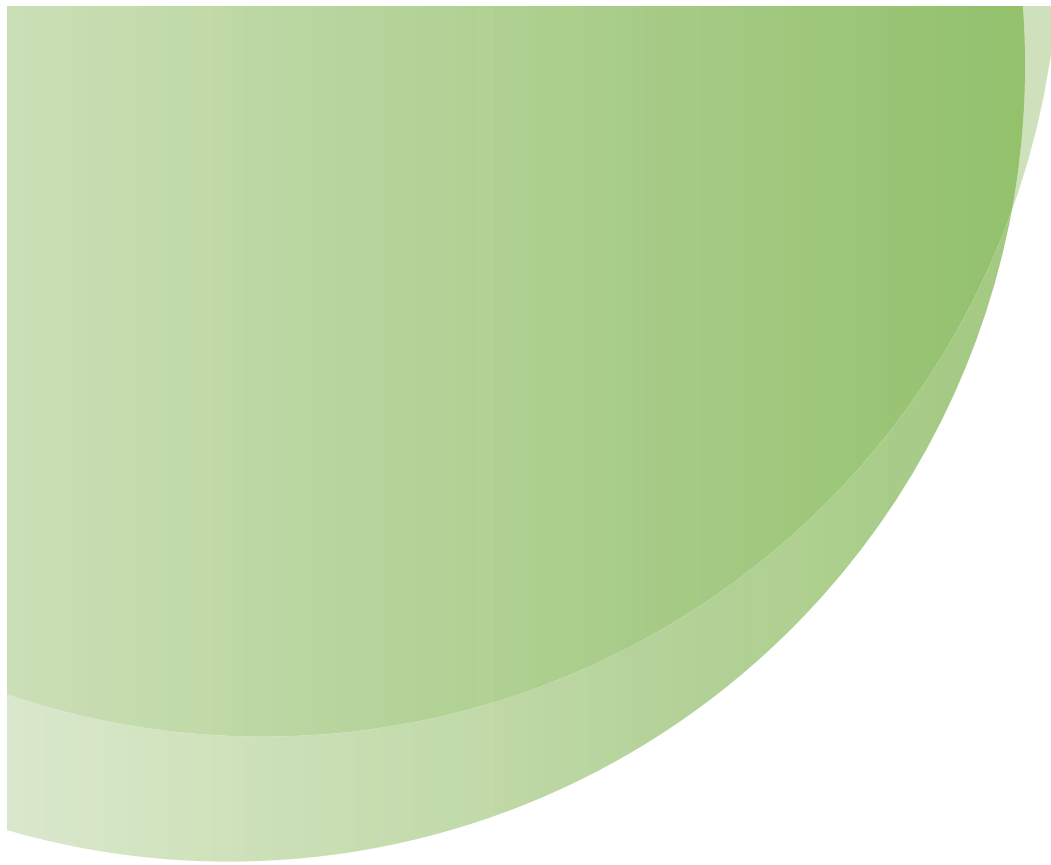
**ROZDZIAŁ 12**

**DZIAŁANIA FINANSOWANE  
Z WOJEWÓDZKIEGO FUNDUSZU  
OCHRONY ŚRODOWISKA  
I GOSPODARKI WODNEJ W ŁODZI**

---

INŻ. ANITA BADOWSKA  
CBI PRO-AKADEMIA

---



## WSTĘP

Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej jest instytucją ochrony środowiska. Jego głównym celem jest finansowanie działań promujących ochronę środowiska i gospodarkę wodną. Fundusz prowadzi samodzielną gospodarkę finansową. Tak więc działania, które finansuje Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej pokrywa ze środków własnych i z uzyskanych wpływów. Nadzór nad działalnością Funduszu sprawuje Wojewoda Łódzki. Fundusz działa zgodnie z wprowadzoną Polityką Zintegrowanego Systemu Zarządzania, który jest systematycznie nadzorowany poprzez audyty wewnętrzne i przeglądy systemu zarządzania. Zarząd WFOŚiGW w Łodzi zobowiązany jest do realizacji celów ogólnych wynikających z Polityki Zintegrowanego Systemu Zarządzania. Pracownicy Funduszu zobowiązani są do aktywnego udziału w utrzymaniu i doskonaleniu systemu. Wszystkie działania podejmowane przez zarząd oraz pracowników WFOŚiGW w Łodzi nakierowane są na osiągnięcie jak najwyższych standardów obsługi beneficjentów oraz szerzenie idei poszanowania środowiska naturalnego.

Polityka Funduszu realizowana jest poprzez:

- działania na rzecz zmniejszenia i zapobiegania zanieczyszczeniu środowiska, poprzez efektywne i zasadne dofinansowywanie przedsięwzięć mających na celu jego ochronę;
- rozpowszechnianie szczegółowych informacji o kryteriach i zasadach dofinansowania przedsięwzięć na rzecz ochrony środowiska wśród potencjalnych beneficjentów;
- zwiększanie świadomości ekologicznej mieszkańców województwa łódzkiego;
- identyfikowanie oczekiwani beneficjentów i monitorowanie poziomu ich zadowolenia;
- zatrudnianie kompetentnego personelu, podnoszenie kwalifikacji i wiedzy pracowników oraz zapewnienie sprawnej organizacji i komunikacji wewnętrznej, warunkujących najwyższą jakość pracy i dobrą współpracę z beneficjentami;
- kształtowanie pozytywnego wizerunku Funduszu poprzez uczestniczenie każdego pracownika w procesach ciągłego doskonalenia działań całej organizacji;
- przestrzeganie przepisów prawa oraz dobrowolnie podjętych norm w zakresie ochrony środowiska;
- ograniczenie zużycia papieru oraz optymalizację zużycia energii elektrycznej i cieplnej;
- zwiększanie skuteczności i efektywności procesów zapewniających doskonalenie Zintegrowanego Systemu Zarządzania.

## PODSTAWOWE POJĘCIA I FINANSOWANIA

Znajomość niżej opisanych pojęć jest niezbędna i istotna, dla zrozumienia oraz prawidłowego zidentyfikowania podejmowanego we wniosku tematu. Dlatego też głównym hasłem, które musi być określone w każdym działaniu finansowanym przez WFOŚiGW i ściśle związanym z nim działaniem, jest tzw. efekt ekologiczny – czyli korzyści dla środowiska wynikające z podjętych działań. Analogicznie to samo odnosi się do opisu, charakterystyki i stopnia wpływu na poprawę jakości środowiska. Wnio-



skodawca po podpisaniu umowy z Funduszem na realizację zadania staje się beneficjentem.

Inne pojęcia pojawiające się we wnioskach, w których można ubiegać się o Fundusze zewnętrzne to: koszt całkowity zadania, w który wpisują się koszty kwalifikowane (wyszczególnione w katalogu kwalifikacji kosztów)

i niekwalifikowane. Przy każdym współfinansowanym zadaniu wnioskodawca musi przewidzieć udział własny, który jest określony w zależności od działania w pewnym procencie kosztów całkowitych, tym samym są to środki wykorzystane na realizację zadania pochodzące z innych źródeł niż WFOŚiGW.

Beneficjent może ubiegać się o pożyczkę lub częściową dotację do podjętego działania, pożyczki pomostowe, czy też przekazanie środków w przypadku państwowych jednostek budżetowych. Innymi formami dotacji mogą być dopłaty do oprocentowania kredytu bankowego oraz częściowa spłata kapitału kredytów bankowych.

## DZIAŁANIA PRIORYTETOWE

Działania priorytetowe są ściśle związane z Prawem ochrony środowiska. Dlatego też ogólnymi dziedzinami finansowania są:

- edukacja ekologiczna,
- ochrona różnorodności biologicznej i funkcji ekosystemów,
- ochrona atmosfery,
- racjonalne gospodarowanie odpadami i ochrona powierzchni Ziemi,
- ochrona i zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi,
- inne działania ochrony środowiska.

W dziedzinie dotyczącej edukacji ekologicznej można wyszczególnić takie priorytety jak: lokalne programy edukacyjne, działania edukacyjne organizowane przez nadleśnictwa i parki krajobrazowe oraz regionalną działalność medialną i publikacyjną w zakresie edukacji ekologicznej.

W kolejną dziedzinę czyli ochronę różnorodności biologicznej wpisują się prace rewitalizacyjne na chronionych obiektach lub terenach, zachowanie różnorodności biologicznej, ochrona cennych gatunków roślin i zwierząt oraz podejmowanie nasadzeń drzew i krzewów.

Ochrona atmosfery to przede wszystkim: realizacja programów ograniczania emisji, wykorzystanie Odnawialnych Źródeł Energii, redukcja emisji zanieczyszczeń w energetyce i przemyśle, proces skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej w jednostkach kogeneracyjnych.

Racjonalne gospodarowanie odpadami i ochrona powierzchni Ziemi – jest zagadnieniem od pewnego czasu zauważalnym na mapie działalności wielu samorządów. W tę dziedzinę wpisano priorytety związane z budową i rozbudową instalacji do zagospodarowania odpadów, zapobieganiem powstawania odpadów i ograniczeniem ich negatywnego wpływu na środowisko, odzyskiem odpadów poprzez ich wtórne wykorzystanie.

Ochrona i zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi to przede wszystkim budowa oczyszczalni ścieków, sieci kanalizacji sanitarnej, budowa i ochrona ujęć i zasobów wody pitnej.

Do dziedziny inne działania ochrony środowiska zalicza się: wspomaganie Państwowego Monitoringu Środowiska, opracowania, programy,

plany i prace badawcze z zakresu ochrony środowiska, realizację zadań związanych z zapobieganiem i likwidacją skutków działania żywołów oraz rozwiązania innowacyjne.

## FINANSOWANIE DZIAŁAŃ I SKŁADANIE WNIOSKU

Na działania priorytetowe Funduszu odbywa się nabór ciągły co oznacza, że wnioski mogą być składane przez cały rok. W celu złożenia wniosku na inną działalność niż priorytetowa, należy śledzić harmonogram ogłaszany na stronie Funduszu, w którym podane są terminy przyjmowania wniosków na inne działania. W celu złożenia wniosku należy wypełnić formularz dostępny na stronie internetowej Funduszu. Formularze są podzielone na różne tematy i działania, w związku z tym należy wypełnić odpowiedni dla wnioskodawcy wniosek.

Decyzja o udzieleniu dotacji lub pożyczki podejmowana jest na podstawie złożonego wniosku. Przyznanie dofinansowania uzależnione jest od: oceny planowanego efektu ekologicznego i rzeczowego zadania, zgodności zadania z kryteriami wyborów przedsięwzięć, zobowiązania się wnioskodawcy do stosowania procedur wynikających z Prawa zamówień publicznych do wydatkowania pieniędzy Funduszu, jak i oceny kondycji ekonomicznej wnioskodawcy.

Umowę o udzieleniu dofinansowania zawiera się do 3 miesięcy od czasu podjęcia przez zarząd uchwały o przyznaniu pomocy finansowej. Po upływie tego czasu decyzja traci moc. Wszelkie koszty i opłaty związane z zawarciem i realizacją umowy ponosi beneficjent.

W celu rozliczenia poniesionych całkowitych kosztów, należy udokumentować koszty zadań rachunkami lub fakturami. Sposób rozliczenia jest ściśle określony w podpisanej przez obie strony umowie. Dokładny opis zasad udzielania pożyczek i dotacji znajduje się w dokumencie „Zasady udzielania dofinansowania ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi”.

Wnioski o udzielenie dofinansowania należy dostarczać do Funduszu bezpośrednio lub za pośrednictwem podmiotu świadczącego usługi pocztowe lub kurierskie, w jednym egzemplarzu w wersji papierowej, w terminach wyznaczonych przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, przy czym należy pamiętać, że data wpływu wniosku rozumiana jest jako dzień jego dostarczenia do siedziby Funduszu. Wyjątkiem są wnioski o dotację w formie dopłat do oprocentowania kredytów bankowych oraz w formie częściowych spłat kapitału kredytów bankowych, które należy składać w banku. Wnioski o dofinansowanie, złożone po ogłoszonych terminach nie podlegają rozpatrzeniu. Fundusz nie zwraca złożonej dokumentacji.

Ogłaszane terminy, mogą być zmienione przez Zarząd Funduszu. Informacja o zmianie terminów musi zostać niezwłocznie umieszczona na stronie internetowej. Wnioskodawca może, na każdym etapie oceny wniosku, złożyć rezygnację z ubiegania się o dofinansowanie, przekazując stosowną informację w tym zakresie Funduszowi na piśmie. W sytuacji, o której mowa powyżej złożone dokumenty nie podlegają zwrotowi.

Przy udzielaniu dofinansowania dla przedsię-

biorców, w ramach pomocy regionalnej na nowe inwestycje, rozpatrywaniu przez Fundusz podlegają wyłącznie wnioski złożone przed rozpoczęciem inwestycji. Pod pojęciem „rozpoczęcie inwestycji” należy rozumieć podjęcie robót budowlanych lub złożenie pierwszego zobowiązania w zakresie zamówienia urządzeń, z wyłączeniem opracowania wstępnych studiów wykonalności, które nie są objęte pomocą. W terminie do 30 dni od daty wpływu wniosku, Fundusz potwierdza wnioskodawcy pisemnie lub drogą elektroniczną, że zadanie jest objęte wnioskiem, z zastrzeżeniem szczegółowej jego weryfikacji i zakwalifikowaniem do pomocy.

Wnioski o dofinansowanie podlegają ocenie formalnej i merytorycznej. Oceny formalnej dokonuje się w terminie 10 dni roboczych od daty złożenia wniosku według kryteriów przyjętych przez Zarząd Funduszu, publikowanych na stronie internetowej. Wnioski, które uzyskują pozytywną ocenę formalną poddawane są ocenie merytorycznej, w terminie do 30 dni roboczych od daty stwierdzenia przez Fundusz ich kompletności. Oceny merytorycznej dokonuje się na podstawie kryteriów oceny wniosków ustalonych przez Zarząd Funduszu. W ramach wyżej wspomnianej oceny Fundusz może podjąć następujące działania:

- zbadać kondycję ekonomiczną wnioskodawcy;
- zweryfikować zaproponowane formy zabezpieczeń wnioskowanej pomocy finansowej z uwzględnieniem wewnętrznych regulacji w tym zakresie;
- sprawdzić zgodność planowanej pomocy publicznej z regulacjami prawnymi w zakresie jej dopuszczalności;

- zażądać przedstawienia opinii podmiotu zewnętrznego, uwzględniającej specyfikę zadania.

W sytuacji, gdy w trakcie przeprowadzanej oceny formalnej lub merytorycznej zostaną stwierdzone błędy lub wystąpi konieczność uzupełnienia wniosku, Fundusz wzywa wnioskodawcę jednokrotnie na etapie oceny formalnej i jednokrotnie na etapie oceny merytorycznej dokonywanej przez poszczególne zespoły, do złożenia koniecznych wyjaśnień, naniesienia stosownych uzupełnień lub poprawienia błędów, pod rygorem pozostawienia wniosku bez rozpatrzenia. Wezwanie może być przekazane wnioskodawcy różnymi środkami przekazu m.in. w formie pisma, za pośrednictwem poczty elektronicznej na wskazany we wniosku adres lub fax'em na wskazany numer. Po dokonaniu uzupełnień przez wnioskodawcę termin przeprowadzenia oceny formalnej lub merytorycznej biegnie od nowa i rozpoczyna się od daty złożenia w Funduszu uzupełnień i poprawek wskazanych w wezwaniu. Czynności uzupełniających należy dokonać w terminie do 21 dni roboczych od daty otrzymania przez wnioskodawcę wezwania, jeśli uzupełnienia nie zostaną złożone traktowane jest to jako rezygnacja wnioskodawcy z ubiegania się o dofinansowanie. Za potwierdzenie otrzymania przez odbiorcę wezwania, przekazanego wnioskodawcy za pośrednictwem poczty elektronicznej lub fax'u uznaje się odpowiednio raport programu pocztowego nadawcy o przekazaniu wiadomości e-mail lub raport poprawnej transmisji fax'u. Wnioski, które nie zostaną rozpatrzone w danym roku kalendarzowym mogą być kierowane do rozpatrzenia na rok następny. Nie dotyczy to wniosków

o przyznanie dofinansowania w formie dopłat do oprocentowania kredytów bankowych oraz w formie częściowych spłat kapitału kredytów bankowych, które należy składać w terminie nieprzekraczającym daty 30 września. Decyzje w sprawie udzielenia dofinansowania lub promesy dofinansowania podejmowane są na podstawie zasad obowiązujących w dniu ich podjęcia. Decyzję w sprawie udzielenia dofinansowania albo przyznania promesy dofinansowania podejmuje Zarząd Funduszu, a w przypadku wniosku którego wartość jednostkowa przekracza 0,5% przychodów uzyskanych przez Fundusz w roku poprzednim – Rada Nadzorcza.

O decyzji, wnioskodawca jest informowany pisemnie w terminie do 10 dni roboczych od daty jej podjęcia. Jeżeli decyzja jest odmowna wymagane jest jej uzasadnienie. W terminie nie dłuższym niż 10 dni roboczych od dnia otrzymania z Funduszu pisemnej informacji o odmowie przyznania dofinansowania, wnioskodawcy przysługuje prawo do złożenia wniosku o powtórne rozpatrzenie sprawy. Prawo to przysługuje jednorazowo w toku całego postępowania. Złożony wniosek wymaga uzasadnienia.

### ŚRODKI DLA PAŃSTWOWYCH JEDNOSTEK BUDŻETOWYCH

Do postępowania w sprawie przekazania środków państwowym jednostkom budżetowym stosuje się przepisy rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 16 listopada 2010 roku w sprawie gospodarki finansowej Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i Wojewódzkich Funduszy Ochrony Śro-

dowiska i Gospodarki Wodnej z tym, że decyzję o przyznaniu dofinansowania podejmuje Zarząd Funduszu. Do umów o przekazanie środków państwowym jednostkom budżetowym nie ustanawia się zabezpieczeń.

### POSTANOWIENIA W SPRAWIE DOTACJI W FORMIE DOPŁAT DO OPROCENTOWANIA KREDYTÓW BANKOWYCH ORAZ CZĘŚCIOWYCH SPŁAT KAPITAŁU KREDYTÓW BANKOWYCH

Do wniosków o dotację w formie dopłat do oprocentowania kredytów bankowych oraz w formie częściowych spłat kapitału kredytów bankowych stosuje się odpowiednie postanowienia niniejszych procedur. O podjętej decyzji w sprawie przyznania albo nie przyznania dofinansowania w formie dopłat do oprocentowania oraz częściowych spłat kapitału kredytów bankowych Fundusz dodatkowo informuje pisemnie wskazany we wniosku bank. Podjęcie przez Fundusz decyzji o dofinansowaniu zadania w formie dopłaty do oprocentowania kredytu oraz dokonywaniu częściowych spłat kapitału kredytów bankowych, nie jest jednoznaczne z późniejszym udzieleniem kredytu przez bank. Umowa o udzielenie kredytu z dotacją Funduszu zawierana jest przez bank w terminie 3 miesięcy od dnia podjęcia uchwały o przyznaniu dotacji przez właściwy organ Funduszu, lecz nie później niż do 31 grudnia danego roku. Po upływie wspomnianych, terminów uchwała traci moc.

## ZAWIERANIE UMÓW

Zawarcie umowy następuje po przedłożeniu w Funduszu przez wnioskodawcę stosownych umów z wykonawcami lub dostawcami, chyba że specyfika zadania tego nie wymaga. Dopuszcza się możliwość zawarcia umowy o dofinansowanie przed zawarciem umów z wykonawcami lub dostawcami pod warunkiem, że zostaną one dostarczone do Funduszu przed datą wypłaty środków lub do dnia rozliczenia umorzenia. Zawarcie umowy następuje w drodze zgodnego oświadczenia stron, wyrażonego złożeniem podpisów przez osoby uprawnione do składania oświadczeń woli w zakresie praw i obowiązków majątkowych w imieniu na rzecz wnioskodawcy oraz Funduszu. Umowa o dofinansowanie zawierana jest w terminie do 3 miesięcy od daty podjęcia przez właściwy organ Funduszu stosownej uchwały w tym zakresie, lecz nie później niż do dnia

31 grudnia danego roku. Rozliczenie finansowe przyznanego dofinansowania w formie: pożyczki, dotacji, przekazania środków państwowym jednostkom budżetowym, umorzenia następuje na podstawie zapisów umownych oraz Instrukcji.

## POSTANOWIENIA W PRAWIE UMORZEŃ

Złożenie wniosku o częściowe umorzenie pożyczki, przy niezachowaniu terminu wskazanego w procedurach, powoduje konieczność spłaty kolejnej raty kapitału i odsetek oraz skutkuje automatycznym przekwalifikowaniem go na wniosek o umorzenie kolejnej do spłaty raty,

która wraz z następującymi po niej ratami będzie mogła stanowić przedmiot umorzenia. Po podjęciu decyzji przez właściwy organ Funduszu o częściowym umorzeniu pożyczki, w sytuacji przeznaczenia środków pochodzących z umorzenia na realizację innego zadania z zakresu ochrony środowiska i gospodarki wodnej niż wskazany w umowie pożyczki z beneficjentem, zawierana jest odpowiednio umowa o umorzenie albo aneks do umowy pożyczki, zgodnie z odpowiednimi postanowieniami zasad. Zaplanowane w danym roku budżetowym terminy wypłat środków dla beneficjentów, którymi są państwowe jednostki budżetowe nie mogą być przesuwane do wypłat na rok następny, chyba że kwoty wypłat zostały ujęte w rezerwie celowej i znajdują się na uzgodnionej liście zadań zakwalifikowanych do dofinansowania w roku kolejnym. W przypadku zmian dotyczących dofinansowania w formie dotacji, rozumianej jako dopłata do oprocentowania kredytu lub częściowa spłata kapitału kredytów bankowych. Beneficjent przed dokonaniem zmiany w umowie kredytowej w banku, zobowiązany jest uzyskać zgodę Funduszu na zmiany w zakresie objętym decyzją i przekazać o powyższym informację bankowi. Realizacja zadań objętych dofinansowaniem może podlegać kontroli przez pracowników Funduszu na każdym etapie. Kontrola przeprowadzana jest w oparciu o obowiązujące w WFOŚiGW w Łodzi regulacje.

## DOFINANSOWANIE JST W SPRAWIE AZBESTU

Dofinansowanie udzielane jest jednostkom samorządu terytorialnego, zwanym dalej „Jedno-

stkami” lub „JST”, na realizację zadań związanych z ochroną środowiska i gospodarką wodną, a za ich pośrednictwem innym podmiotom. O udzielenie dofinansowania mogą się ubiegać jednostki samorządu terytorialnego, które przeprowadziły inwentaryzację wyrobów zawierających azbest oraz posiadają przyjęty uchwałą rady JST program usuwania azbestu i wyrobów zawierających azbest. Do dofinansowania mogą być zgłaszane zadania z zakresu demontażu, zbierania, transportu oraz unieszkodliwiania odpadów zawierających azbest, zgodne z programami usuwania azbestu i wyrobów zawierających azbest. Realizacja zadań objętych wnioskami składanymi nie może przekroczyć dnia 15.10.2014 roku, który stanowi ostateczny termin osiągnięcia efektu ekologicznego i rzeczowego. Wypłata środków następuje w 2014 roku. Przy udzieleniu dofinansowania ostatecznym odbiorcom korzyści, dotowana jednostka samorządu terytorialnego uwzględnia przepisy dotyczące warunków dopuszczalności pomocy publicznej. Podmiotem udzielającym pomocy ostatecznemu odbiorcy, zobowiązanemu do zapewnienia zgodności pomocy publicznej z zasadami jej udzielania oraz realizacji innych obowiązków podmiotu udzielającego pomocy, jest JST. Wnioskodawca ubiegający się o dofinansowanie zobowiązany jest dokonać wyboru wykonawcy zadania zgodnie z ustawą Prawo zamówień publicznych. Firmy dokonujące usunięcia i unieszkodliwienia azbestu winny posiadać, wymagane przepisami prawa zezwolenia lub decyzje na wytwarzanie i gospodarowanie odpadami zawierającymi azbest. Dofinansowanie nie będzie udzielane na zadania zakończone przed dniem złożenia wniosku.

Wnioski o dofinansowanie należy składać do Funduszu według wzoru aktualnie obowiązującego formularza wniosku o dofinansowanie wraz z załącznikami, w tym z „Kartą planowanego efektu rzeczowego i ekologicznego zadania z dziedziny Gospodarka Odpadami i Ochrona Powierzchni Ziemi – AZBEST”, które znajdują się na stronie internetowej Funduszu. Nabór wniosków trwa do 31.08.2014 roku.

### PULA ŚRODKÓW, WYSOKOŚĆ DOFINANSOWANIA I KWALIFIKACJA KOSZTÓW ZADAŃ

Na realizację programu w 2014 roku Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi zabezpieczył własne środki finansowe – w wysokości min. 35% łącznych kosztów kwalifikowanych zadań zgłoszonych do programu oraz środki udostępnione przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w kwocie 744.186,00 zł. Kwota dofinansowania zadania wynosi do 99% jego kosztów kwalifikowanych, w tym do 50% kosztów kwalifikowanych, ale nie więcej jednak niż 400 zł za 1 Mg, ze środków udostępnionych przez NFOŚiGW w formie dotacji. Za koszty kwalifikowane zadania uznaje się koszty związane z jego realizacją, służące uzyskaniu efektu rzeczowego i ekologicznego. W przypadku finansowania działania dotyczącego usunięcia wyrobów zawierających azbest, środki przeznaczone będą na: demontaż, zbieranie, załadunek oraz przygotowanie do transportu i transport, a także przekazanie wyrobów zawierających azbest do unieszkodliwienia metodami dopuszczalnymi do stosowania w Polsce. W kosztach całkowi-

tych zadania nie uznaje się kosztów wykonania nowego pokrycia dachowego oraz kosztów związanych z demontażem starej konstrukcji dachu.

## ROZLICZENIE ZADANIA

Zasady rozliczania przyznanych środków określiła umowa o dofinansowanie oraz „Instrukcja rozliczania kosztów zadania dofinansowanego ze środków WFOŚiGW w Łodzi”, przy czym wnioskodawcy powinni do rozliczenia przedstawić zapłacone faktury. Do rozliczenia dofinansowania pod względem uzyskanego efektu ekologicznego zadania, wnioskodawcy powinni przedstawić następujące dokumenty:

- sprawozdanie końcowe z wykazem obiektów, z których usunięto azbest i podaniem masy odpadów nieszkodliwionych (Mg);
- karty przekazania odpadów na składowisko;
- oświadczenie JST, iż:
  - wykonawca posiada uprawnienia na prace na danym terenie i na transport odpadów azbestowych;
  - prace były wykonywane przez wykonawcę zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 roku w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz. U. Nr 71 poz. 649) po uzyskaniu stosownego zezwolenia, pozwolenia, decyzji zatwierdzenia programu gospodarowania odpadami niebezpiecznymi albo złożenia organowi informacji o sposobie gospodarowania odpadami niebezpiecznym;
  - wykonawca złożył pisemne oświadczenie o prawidłowości wykonania prac oraz o oczy-

szczeniu terenu z pyłu azbestowego, z zachowaniem właściwych przepisów technicznych i sanitarnych.

Przebieg realizacji zadania musi być zgodny z zapisami umowy dotacji oraz harmonogramem rzeczowo-finansowym, stanowiącym załącznik do umowy. NFOŚiGW i WFOŚiGW w Łodzi są uprawnione do wspólnej kontroli dofinansowanych zadań.

Do wniosków dołączyć należy załączniki, z których jeden dotyczy zbiorczego rozliczenia kosztów pożyczki, pożyczki pomostowej lub dotacji, czy zbiorczego rozliczenia kosztów pożyczki i dotacji udzielonej zgodnie z programami priorytetowymi.

Wnioski o których wspomniano oraz zbiorcze rozliczenie kosztów umowy o umorzenie podpisują osoby upoważnione do składania, w imieniu beneficjenta, oświadczeń woli w zakresie praw i obowiązków majątkowych. Złożenie przez beneficjenta nieprawdziwych oświadczeń traktowane jest jako niedotrzymanie warunków zawartej umowy. Wypłata środków dokonywana jest jednorazowo, w transzach lub sukcesywnie.

Fundusz dokonuje wypłaty środków zgodnie z terminem określonym w zawartej umowie pożyczki, pożyczki pomostowej lub dotacji. Podstawę wypłaty środków stanowią wnioski o dokonaniu płatności.

## PORTAL BENEFICJENTA I ORGANIZOWANE SZKOLENIA

Każdy z beneficjentów może zalogować się na portalu beneficjenta, na którym publikowane są

informacje dla kontrahentów WFOŚiGW w Łodzi. Korzystając z niego można przeglądać stan realizacji zgłoszonych wniosków i umów. Portal jest dostępny dla tych, którzy uzyskali niezbędne identyfikatory tzn. nazwę wykorzystywaną do logowania w portalu i numer beneficjenta. W celu uzyskania opisanych danych należy kontaktować się z pracownikami Funduszu.

WFOŚiGW jako jednostka za pośrednictwem której można ubiegać się również o finansowanie z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowiska, organizował i organizuje wiele szkoleń w zakresie tematyki pozyskania Funduszy, jak i zarządzania projektami.

### ZASADY ZNAKOWANIA ZADAŃ ZREALIZOWANYCH ZE ŚRODKÓW FUNDUSZU

Zadania, które należy znakować muszą spełniać poniższe warunki:

- dofinansowanie przekroczyło 200.000,00 zł.;
- projekt dotyczył robót infrastrukturalnych lub budowlanych;
- termin zakończenia zadania od dnia podpisania umowy nie jest krótszy niż 2 miesiące.

Tablice informacyjne ustawiane są w miejscu realizacji zadania i powinny spełniać poniższe warunki:

- minimalna wielkość tablicy: 1 m (szerokość) x 0,7 m (wysokość);
- kolor tablicy: biały;
- kolor czcionki: czarny.

Kolejnym kryterium jest opis zadania zawierający:

- nazwę i logo podmiotu odpowiedzialnego za realizację zadania;
- nazwę zadania;
- wartość ogólną zadania;
- wysokość oraz formę dofinansowania ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi w zaokrągleniu do liczby całkowitej;
- logotyp WFOŚiGW w Łodzi wraz z informacją o dofinansowaniu ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi;
- logo lub logotyp podmiotu odpowiedzialnego za realizację przedsięwzięcia nie może być większe niż logotyp WFOŚiGW w Łodzi.

Po zakończeniu realizacji zadania tablicę informacyjną należy zastąpić stałą tablicą pamiątkową.



## BIBLIOGRAFIA

1. Zasady udzielania dofinansowania ze środków WFOŚiGW w Łodzi.
2. Kryteria wyboru przedsięwzięć finansowych ze środków WFOŚiGW w Łodzi.
3. Regulamin udzielania przez WFOŚiGW w Łodzi dotacji w formie dopłat do oprocentowania oraz dokonywania częściowych spłat kapitału kredytów bankowych.
4. Lista Przedsięwzięć priorytetowych WFOŚiGW w Łodzi na 2014 r.
5. Procedury udzielania dofinansowania ze środków WFOŚiGW w Łodzi.
6. Katalog kwalifikacji kosztów dla zadań dofinansowywanych ze środków WFOŚiGW w Łodzi – 2014.
7. Instrukcja rozliczania kosztów zadania dofinansowywanego ze środków WFOŚiGW w Łodzi dla umów zawartych od stycznia 2013.
8. Kryteria oceny formalnej.
9. Regulamin udzielania dotacji przez WFOŚiGW w Łodzi na zadania z zakresu usuwania wyrobów zawierających azbest.
10. Zasady znakowania zadań dofinansowanych ze środków WFOŚiGW w Łodzi.

