

## Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim



Październik 2008

Urząd Marszałkowski w Łodzi  
al. Piłsudskiego 8  
90-051 Łódź  
www.lodzkie.pl

Numer projektu:

**01202**

Tytuł

**Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej  
w województwie łódzkim**

Autorzy

**mgr inż. Andrzej Cieślik**

**mgr inż. Karolina Halaczek-Nowak**

**mgr inż. Kamil Nowak**

**mgr inż. Rafał Szkutnik**

Sprawdził

**dr inż. Jacek Łyczko**

Zatwierdził

**mgr inż. Józef Polus**

Prezes Zarządu

**dr Marek Sowiński**

Katowice, październik 2008

<b>1</b>	<b>WPROWADZENIE</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>OGÓLNE INFORMACJE O WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>PRZEPISY PRAWNE, PROCEDURY ADMINISTRACYJNE ORAZ MECHANIZMY WSPARCIA W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA ENERGII ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH</b> .....	<b>21</b>
3.1	ANALIZA PRZEPISÓW PRAWNYCH REGULUJĄCYCH WYKORZYSTANIE ENERGII ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH W UE I W POLSCE .....	21
3.2	INSTRUMENTY STYMULUJĄCE WYKORZYSTANIE OŹE .....	24
3.3	ŹRÓDŁA I MECHANIZMY FINANSOWANIA ENERGETYKI ODNAWIALNEJ W POLSCE I W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM .....	24
3.4	WYMOGI PRAWNE I PROCEDURALNE PRZY LOKALIZACJI I BUDOWIE INSTALACJI WYKORZYSTUJĄCYCH OŹE .....	24
3.4.1	Lokalizacja i budowa instalacji wykorzystujących OŹE.....	24
<b>4</b>	<b>OCENA POTENCJALNYCH ZASOBÓW ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM</b> .....	<b>24</b>
4.1	BIOPALIWA STAŁE .....	24
4.1.1	Charakterystyka biopaliw stałych .....	24
4.1.2	Ocena potencjalnych zasobów biopaliw stałych .....	24
4.1.2.1	Potencjał teoretyczny.....	24
4.1.2.2	Potencjał techniczny .....	24
4.2	BIOPALIWA PŁYNNNE .....	24
4.2.1	Charakterystyka biopaliw płynnych .....	24
4.2.2	Ocena potencjalnych zasobów biopaliw płynnych.....	24
4.3	BIOPALIWA GAZOWE .....	24
4.3.1	Charakterystyka biopaliw gazowych.....	24
4.3.2	Ocena potencjalnych zasobów biopaliw gazowych .....	24
4.3.2.1	Potencjał teoretyczny.....	24
4.3.2.1.1	Gaz składowiskowy .....	24
4.3.2.1.2	Biogaz rolniczy.....	24
4.3.2.1.3	Biogaz z oczyszczalni ścieków.....	24
4.3.2.2	Potencjał techniczny .....	24
4.3.2.2.1	Gaz składowiskowy.....	24
4.3.2.2.2	Biogaz rolniczy.....	24
4.3.2.2.3	Biogaz z oczyszczalni ścieków.....	24
4.4	MAŁA ENERGETYKA WODNA.....	24
4.4.1	Charakterystyka Małej Energetyki Wodnej .....	24
4.4.2	Ocena potencjalnych zasobów małej energetyki wodnej .....	24
4.4.2.1	Potencjał teoretyczny.....	24
4.4.2.2	Potencjał techniczny.....	24
4.5	ENERGIA SŁONECZNA .....	24
4.5.1	Charakterystyka energii słonecznej.....	24
4.5.2	Ocena potencjalnych zasobów energii słonecznej.....	24
4.5.2.1	Potencjał teoretyczny.....	24
4.5.2.2	Potencjał techniczny.....	24
4.6	ENERGIA WIATRU .....	24
4.6.1	Charakterystyka energii wiatru .....	24
4.6.2	Ocena potencjalnych zasobów energii wiatru .....	24
4.6.2.1	Potencjał teoretyczny.....	24
4.6.2.2	Potencjał techniczny .....	24
4.7	ENERGIA GEOTERMALNA.....	24
4.7.1	Charakterystyka energii geotermalnej.....	24
4.7.2	Ocena potencjalnych zasobów energii geotermalnej.....	24
4.7.2.1	Potencjał teoretyczny.....	24
4.7.2.2	Potencjał techniczny .....	24
<b>5</b>	<b>STAN ROZWOJU SEKTORA ENERGETYKI ODNAWIALNEJ W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM</b>	<b>24</b>

5.1	WYKORZYSTANIE BIOPALIW STAŁYCH.....	24
5.2	MOŻLIWOŚCI WYTWÓRCZE BIOPALIW PŁYNNYCH .....	24
5.3	WYKORZYSTANIE BIOPALIW GAZOWYCH .....	24
5.4	MAŁA ENERGETYKA WODNA.....	24
5.5	WYKORZYSTANIE ENERGII SŁONECZNEJ.....	24
5.6	WYKORZYSTANIE ENERGII WIATRU .....	24
5.7	WYKORZYSTANIE ENERGII GEOTERMALNEJ .....	24
<b>6</b>	<b>OCENA POTENCJALNYCH MOŻLIWOŚCI POZYSKANIA ENERGII Z ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM.....</b>	<b>24</b>
6.1	TECHNICZNE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ZASOBÓW .....	24
6.1.1	Technologie energetycznego wykorzystania biopaliw stałych.....	24
6.1.2	Technologie wytwarzania biopaliw płynnych.....	24
6.1.3	Technologie energetycznego wykorzystania biopaliw gazowych.....	24
6.1.4	Mała Energetyka Wodna.....	24
6.1.5	Energia słoneczna.....	24
6.1.6	Energia wiatru .....	24
6.1.7	Energia geotermalna.....	24
6.2	OCENA KONKURENCYJNOŚCI OŹE .....	24
6.2.1	Nakłady inwestycyjne .....	24
6.2.2	Porównanie efektywności ekonomicznej .....	24
6.3	BARIERY I OGRANICZENIA W ROZWOJU OŹE.....	24
6.4	OCENA SKUTKÓW EKOLOGICZNYCH.....	24
<b>7</b>	<b>KONCEPCJA ROZWOJU ENERGETYKI ODNAWIALNEJ W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM .....</b>	<b>24</b>
7.1	PROGNOZOWANY ROZWÓJ OŹE DO ROKU 2020 I 2030.....	24
7.2	ZALECANE KIERUNKI ROZWOJU.....	24
7.3	SCENARIUSZ ROZWOJU OŹE W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM .....	24
<b>8</b>	<b>UDZIAŁ ADMINISTRACJI SAMORZĄDOWEJ W ROZWOJU ENERGETYKI ODNAWIALNEJ. ROZWIĄZANIA ORGANIZACYJNE I EKONOMICZNE.....</b>	<b>24</b>
<b>9</b>	<b>UDZIAŁ PRZEMYSŁU I JEDNOSTEK NAUKOWO-BADAWCZYCH W ROZWOJU ENERGETYKI ODNAWIALNEJ.....</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>ANALIZA SWOT .....</b>	<b>24</b>
<b>11</b>	<b>PODSUMOWANIE .....</b>	<b>24</b>
<b>12</b>	<b>ZAŁĄCZNIKI.....</b>	<b>24</b>

## SŁOWNIK WAŻNIEJSZYCH POJEĆ UŻYTYCH W OPRACOWANIU

**Biomasa** – stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, także przemysłu przetwarzającego ich produkty oraz części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji.

**Biomasa stała** – stałe substancje pochodzenia naturalnego, ulegające biodegradacji. Przykładem biomasy stałej może być słoma, drewno itp.

**Biomasa płynna** – są to substancje płynne, pochodzenia naturalnego, ulegające biodegradacji, np. gnojowica.

**Biopaliwa płynne** – paliwo pochodzące z surowców rolnych.

**Biopaliwa gazowe** – są to produkty fermentacji beztlenowej związków pochodzenia organicznego, zawartych w biomasie.

**Biopaliwa stałe** – substancje stałe pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego pochodzące z produktów, odpadów oraz pozostałości z produkcji rolnej i leśnej, które ulegają biodegradacji i używane są na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania, zgazowania, karbonizacji lub pirolizy.

**Dyrektywa** – nazwa aktu prawnego uchwalonego przez Wspólnotę Europejską. Dyrektywa może być kierowana do wszystkich lub tylko niektórych państw.

**Energetyka odnawialna** – energetyka oparta na odnawialnych źródłach energii.

**Energia** – tu energia elektryczna i ciepło.


**Kogeneracja** – proces technologiczny jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

**Nasłonecznienie** – roczna dawka energii słonecznej przypadająca na jednostkę powierzchni.

**Obszar chronionego krajobrazu** – forma ochrony przyrody w Polsce. Obszary takie zajmują różnej wielkości obszary, zwykle rozległe, obejmujące pełne jednostki środowiska naturalnego takie jak doliny rzeczne, kompleksy leśne, ciągi wzgórz, pola wydmore, torfowiska. Obszary chronionego krajobrazu są bardzo słabą formą ochrony przyrody, o niewielkich rygorach ochronności. Przeznaczone są głównie na rekreację, a działalność gospodarcza podlega tylko niewielkim ograniczeniom (zakaz wznoszenia obiektów szkodliwych dla środowiska i niszczenia środowiska naturalnego).

**Odnawialne źródło energii (OZE)** – to źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, gazu składowiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków i rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych.

**Paliwa konwencjonalne** – substancje powstałe ze związków organicznych zalegających pod ziemią przez kilkadziesiąt lub kilkaset milionów lat, poddanych działaniu wysokiego ciśnienia bez dostępu powietrza. Do paliw konwencjonalnych zalicza się: węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropę naftową, gaz ziemny, torf.

	<p>„Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”</p>	<p>Str. 4</p>
---	--	---------------

**Park Krajobrazowy** – obejmuje obszar chroniony ze względu na wartości przyrodnicze, historyczne i kulturowe oraz walory krajobrazowe, w celu zachowania, popularyzacji tych wartości w warunkach zrównoważonego rozwoju.

**Park Narodowy** – obszar powołany celem ochrony występującej tam przyrody ożywionej (rzadziej, np. cech krajobrazu, także kulturowego), na którym prawnie ograniczona jest możliwość prowadzenia działalności gospodarczej, osiedlania się itd.

**Pomnik Przyrody** – pojedyncze twory przyrody ożywionej i nieożywionej lub ich skupienia o szczególnej wartości przyrodniczej, naukowej, kulturowej, historycznej lub krajobrazowej oraz odznaczające się indywidualnymi cechami, wyróżniającymi je wśród innych tworów, okazałych rozmiarów drzewa, krzewy gatunków rodzimych lub obcych, źródła, wodospady, wywierzyska, skałki, jary, głązy narzutowe oraz jaskinie.

**Potencjał teoretyczny** – całkowita ilość energii możliwa do uzyskania z zasobów energii występujących na danym obszarze, przy założeniu 100 % przetworzenia ich na inne użyteczne formy energii, niezależnie od wybranej technologii przetworzenia.

**Potencjał techniczny** – ilość energii możliwa do uzyskania z zasobów energii występujących na danym obszarze, przy założeniu sprawności przetwarzania na inne użyteczne formy energii zgodnie z aktualnie dostępnymi technologiami.

**Rezerwat przyrody** – obejmuje obszary zachowane w stanie naturalnym lub mało zmienionym – ekosystemy, ostoje i siedliska przyrodnicze, a także siedliska roślin, siedliska zwierząt i siedliska grzybów oraz twory i składniki przyrody nieożywionej, wyróżniające się szczególnymi wartościami przyrodniczymi, naukowymi, kulturowymi lub walorami krajobrazowymi.

**Sprawność** – skalarna wielkość fizyczna określająca, w jakim stopniu urządzenie, organizm lub proces, przekształca energię występującą w jednej postaci na energię innej postaci, przeważnie wyrażona w %.


**Stanowiska Dokumentacyjne** – niewyodrębniające się na powierzchni lub możliwe do wyodrębnienia, ważne pod względem naukowym i dydaktycznym miejsca występowania formacji geologicznych, nagromadzeń skamieniałości lub tworów mineralnych, jaskinie lub schroniska podskalne wraz z namuliskami oraz fragmenty eksploatowanych lub nieczynnych wyrobisk powierzchniowych i podziemnych.

**Termomodernizacja** – przedsięwzięcie mające na celu zmniejszenie zapotrzebowania i zużycia ciepła w danym obiekcie budowlanym.

**Uprawy energetyczne** – plantacje zakładane w celu energetycznego wykorzystania pochodzących z nich plonów.

**Usłonecznienie** – czas, w którym na określone miejsce na powierzchni Ziemi dociera promieniowanie słoneczne bezpośrednie.

**Użyteczna forma energii** – energia mechaniczna, elektryczna lub ciepło.

	<p>„Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”</p>	<p>Str. 5</p>
---	--	---------------

**Użytek ekologiczny** – zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów, mających znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej – naturalne zbiorniki wodne, śródpolne i śródleśne oczka wodne, kępy drzew i krzewów, bagna, torfowiska, wydmy, płaty nieużytkowanej roślinności, starorzecza, wychodnie skalne, skarpy, kamieńce, siedliska przyrodnicze oraz stanowiska rzadkich lub chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów, ich ostoje oraz miejsca rozmnażania lub miejsca sezonowego przebywania. Istotnym powodem tworzenia użytków ekologicznych jest potrzeba objęcia ochroną niewielkich powierzchniowo obiektów, ale cennych pod względem przyrodniczym. Nie mogły one być objęte ochroną rezerwatową ze względu na niewielką powierzchnię i zazwyczaj mniejszą rangę ich walorów przyrodniczych.

**Wartość opałowa** – ilość energii, jaką można uzyskać przy całkowitym i zupełnym spaleniu jednostki paliwa w warunkach izobarycznych przy schłodzeniu spalin do temperatury początkowej substratów, przy założeniu, że para wodna zawarta w spalinach nie ulegnie wykropleniu; kJ/kg, MJ/kg, GJ/kg.

**Zespół Przyrodniczo Parkowy** – są to fragmenty krajobrazu naturalnego i kulturowego zasługujące na ochronę ze względu na ich walory widokowe i estetyczne. Zespół przyrodniczo-krajobrazowy wyznacza się w celu ochrony wyjątkowo cennych fragmentów krajobrazu naturalnego i kulturowego, dla zachowania jego wartości przyrodniczych, kulturowych i estetycznych. Działalność na terenach objętych tą formą ochrony uwarunkowana jest opracowaniem dla nich planu zagospodarowania przestrzennego, który uwzględni postulaty przyrodników i historyków.

**Zrównoważony rozwój** – termin oznaczający rozwój społeczno-ekonomiczny współczesnych społeczeństw, polegający na zaspokajaniu ich potrzeb w taki sposób, aby nie zmniejszać możliwości zaspokajania potrzeb przyszłym pokoleniom.



## **WYKAZ SKRÓTÓW UŻYTYCH W OPRACOWANIU**

**ARiMR** – Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa

**c.o.** – centralne ogrzewanie

**c.w.u.** – ciepła woda użytkowa

**EFTA** – (ang. *European Free Trade Association*) Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu

**GUS** – Główny Urząd Statystyczny

**IEO** – Instytut Energetyki Odnawialnej

**IMGiGW** – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

**KAPE** – Krajowa Agencja Poszanowania Energii

**MEW** – Mała Energetyka Wodna

**NCW** – Narodowe Cele Wskaźnikowe

**NFOŚiGW** – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

**OZE** – Odnawialne Źródła Energii

**PEP** – Polityka Energetyczna Polski

**PPP** – Partnerstwo Publiczno-Prywatne

**PROW** – Program Rozwoju Obszarów Wiejskich

**RDLP** – Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych

**RPO** – Regionalne Programy Operacyjne

**s.m** – sucha masa

**s.m.o** – sucha masa organiczna

**SD** – Sztuka Duża – umowna jednostka przeliczeniowa odpowiadająca krowie o masie 500 kg

**UE** – Unia Europejska

**WFOŚiGW** – Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

**WZMiUW** – Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi



## WYKAZ JEDNOSTEK UŻYTYCH W OPRACOWANIU

g – jednostka masy,

dt – jednostka masy (decytona),

t – jednostka masy (tona),

t.p.u – jednostka ekwiwalentna energii odpowiadająca zużyciu tony paliwa umownego (węgla),

1 t.p.u = 29 GJ,

ha – jednostka powierzchni (hektar),

J – jednostka energii cieplnej (dżul),


W – jednostka mocy (wat),

KM – jednostka mocy (koń mechaniczny),

Wh – jednostka energii (watogodzina).

Przedrostki dla używanych jednostek:

Nazwa	Przedrostek	Mnożnik	Nazwa mnożnika
peta	P	1 000 000 000 000 000 = $10^{15}$	biliard
tera	T	1 000 000 000 000 = $10^{12}$	bilion
giga	G	1 000 000 000 = $10^9$	miliard
mega	M	1 000 000 = $10^6$	milion
kilo	k	1 000 = $10^3$	tysiąc
hekto	h	100 = $10^2$	sto
mili	m	0,001 = $10^{-3}$	jedna tysięczna
nano	n	0,000 000 001 = $10^{-9}$	jedna miliardowa

 CITEC S.A. ul. Dąbry 5, 40-033 Katowice	„Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”	Str. 8
--	---	--------

## 1 Wprowadzenie



Energię pozyskiwaną i wykorzystywaną przez człowieka można podzielić na energię pochodzącą ze źródeł nieodnawialnych (konwencjonalnych), źródeł odnawialnych. Za energię ze źródeł nieodnawialnych uważa się energię uzyskiwaną z przeróbki paliw konwencjonalnych, tj. przede wszystkim węgla, ropy naftowej, gazu ziemnego oraz w wyniku rozpadu pierwiastków promieniotwórczych. Odnawialne Źródła Energii (OŹE) to źródła wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, gazu składowiskowego, a także energię pozyskiwaną z biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych.

Zasoby energii odnawialnej w odróżnieniu od zasobów paliw konwencjonalnych są praktycznie nieograniczone. Wzrost zainteresowania wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii następuje wraz ze wzrostem świadomości o ograniczonych zasobach paliw konwencjonalnych, wzrostem ich cen, oraz w wyniku podjęcia przez większość państw świata działań dla zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, głównie zaś ograniczenia emisji gazów odpowiedzialnych za efekt cieplarniany. Dla krajów europejskich rozwój wykorzystania zasobów energii odnawialnej to także wzrost bezpieczeństwa energetycznego, uniezależnienie się od importu paliw konwencjonalnych, możliwość kontynuacji rozwoju gospodarczego i tworzenie nowych miejsc pracy.

Problematyka rozwoju OŹE jest wpisana w dokumenty planistyczne oraz programowe rozwoju województwa łódzkiego, tj. w: *Regionalnym Programie Operacyjnym Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013* zatwierdzonym uchwałą Zarządu Województwa Łódzkiego w dniu 14 listopada 2007 r., *Programie Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012 – 2015* zatwierdzonym przez Sejmik Województwa Łódzkiego 31 marca 2008 r., *Wojewódzkim Programie Ochrony i Rozwoju Zasobów Wodnych* zatwierdzonym przez Sejmik Województwa Łódzkiego w dniu 31 stycznia 2006 r., *Planie Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego* zatwierdzonym przez Sejmik Województwa Łódzkiego w dniu 9 lipca 2002 r.

Celem opracowania „*Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim*” jest oszacowanie zasobów energii odnawialnej oraz określenie możliwości i kierunków rozwoju OŹE w województwie łódzkim.

Informacje o zasobach i aktualnym stanie rozwoju OŹE w województwie łódzkim uzyskano w oparciu o ankietę, którą opracowano dla potrzeb niniejszej ekspertyzy i rozesłano do 177 gmin oraz do: Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych, Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Ankieta skierowana do gmin województwa łódzkiego podzielona została na trzy części. W pierwszej części zawarto pytania dotyczące stanu posiadania przez gminy wymaganych dokumentów planistycznych

  <small>CITEC S.A. ul. Dąbny 5, 40-033 Katowice</small>	<i>„Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”</i>	Str. 9
--	--	--------

i rozwojowych oraz lokalnych zasobów energii odnawialnej. Druga część ankiety miała na celu uzyskanie informacji na temat istniejących instalacji wykorzystujących energię odnawialną. Ostatnia część ankiety dotyczyła informacji na temat projektowanych instalacji wykorzystujących energię odnawialną. Z otrzymanych danych stworzona została baza, która posłużyła do wyliczenia potencjału technicznego energii biopaliw stałych i biogazu dla terenu województwa łódzkiego. Do oszacowania zasobów energii wiatru, słońca, wód powierzchniowych, geotermii wykorzystano mapy, atlasy, opracowania i dokumenty opublikowane przez specjalistyczne instytucje.

## 2 Ogólne informacje o województwie łódzkim

Województwo łódzkie położone jest w centralnej części obszaru Polski na pograniczu dwóch dużych jednostek geomorfologicznych: Nizy Środkowoeuropejskiej i Wyżyn Polskich. W północnej części województwa dominują rozległe i prawie płaskie równiny, natomiast w południowej pagórki. Głównymi rzekami województwa są: Warta, Pilica, Bzura i Ner. Ich doliny znajdują się na peryferiach obszaru województwa. Warta i Pilica, jak i wiele mniejszych rzek, wpływają na teren województwa z Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Natomiast obszarem źródłiskowym dla Bzury i Neru jest Wyżyna Łódzka. Sieć hydrograficzna województwa łódzkiego charakteryzuje się przewagą małych rzek i cieków, które w porze letniej częściowo lub całkowicie wysychają. Charakterystyczny jest również brak jezior i naturalnych zbiorników wodnych. Na terenie województwa występuje niedobór zasobów wód powierzchniowych, szczególnie w północnej i północno-zachodniej jego części.

Obszar województwa łódzkiego znajduje się w zasięgu klimatu o charakterze przejściowym, typowym dla środkowej Polski. W układzie południkowym przejściowość ta dotyczy wpływu klimatu oceanicznego i kontynentalnego. W układzie równoleżnikowym natomiast, przejściowość ta oznacza położenie pomiędzy strefą klimatów kształtujących się pod wpływem gór i wyżyn a strefą klimatów kształtujących się pod wpływem Bałtyku. Przeważające płaskie ukształtowanie powierzchni ułatwia napływ różnych mas powietrza, czego przejawem jest duża zmienność warunków pogodowych zarówno w przebiegu dobowym, jak i rocznym. Relatywnie najcieplejsza jest południowo-zachodnia część województwa, zaś najchłodniejsze są najwyższe części Wyżyny Łódzkiej. Okres wegetacyjny jest dość długi i trwa około 210 dni. Suma opadów kształtuje się od 500 mm (na krańcach północno-zachodnich) do 650 mm (w rejonie Garbu Łódzkiego). Województwo łódzkie graniczy z 6 województwami: mazowieckim, świętokrzyskim, śląskim, opolskim, wielkopolskim oraz kujawsko-pomorskim. Obszar województwa łódzkiego wynosi: 18 218,94 km<sup>2</sup>, co daje 9. miejsce w kraju. Ludność: 2 571 534 mieszkańców<sup>1</sup>, tj. 6,7 % ludności kraju. Gęstość zaludnienia wynosi 141,7 osoby/km<sup>2</sup>. W 43 miastach zamieszkuje 1 657 288 osób, co stanowi 64,6 % ogółu mieszkańców województwa. Gminy wiejskie zamieszkuje 908 910 osób, co stanowi 35,4 % ogółu mieszkańców. Stolicą województwa jest miasto Łódź z około 760 000 mieszkańcami.

Strukturę administracyjną województwa tworzą 24 powiaty, w tym 3 grodzkie i 21 ziemskich oraz 177 gmin, w tym 18 miejskich, 24 miejsko-wiejskich i 135 wiejskich. Powiaty ziemskie województwa łódzkiego to: bełchatowski, brzeziński, kutnowski, łaski, łęczycki, łowicki, łódzki wschodni, opoczyński, pabianicki, pajęczański, piotrkowski, poddębicki, radomszczański, rawski, sieradzki, skierniewicki, tomaszowski, wieluński, wieruszowski, zduńskowolski, zgierski. Miasta na prawach powiatu to Piotrków Trybunalski, Łódź, Skierniewice.

---

<sup>1</sup> Wg. GUS, stan na dzień 31.12.2006 r.

Rysunek 2-1 Podział administracyjny województwa łódzkiego

**MAPA ADMINISTRACYJNA WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO W 2006 R.**  
**ADMINISTRATIVE MAP OF ŁÓDZKIE VOIVODSHIP IN 2006**  
**STAN W DNIU 31 XII**  
**AS OF 31 XII**



———— Granica województwa  
Voivodship's border

———— Granice powiatów  
Powiat's border

==== Granice gmin  
Gmina's border

■ Powiaty  
Powiats

□ Miasta na prawach powiatu  
Cities with powiat status

**m. ŁÓDŹ**

**Nazwy miast na prawach powiatu**  
Names of cities with powiat status

Źródło: GUS, 2006 r.

Województwo łódzkie ma charakter rolniczy. Powierzchnia ogólna gruntów należących do gospodarstw rolnych wynosiła w 2006 roku 1 262 822 ha, co stanowiło 70,1 % powierzchni województwa.

Najkorzystniejsze warunki glebowe występują w części północnej województwa. Najsłabsze gleby (kl. V i VI) dominują w południowej i południowo-wschodniej części. Średnia wielkość gospodarstw rolnych jest zbliżona do średniej krajowej i wynosi 6,28 ha<sup>2</sup>. Najwięcej jest małych gospodarstw rolnych o powierzchni użytkowej 1 – 5 ha i 5 – 10 ha. Niska jest intensywność produkcji rolniczej. Region charakteryzuje się dużą obsadą inwentarza żywego, głównie bydła, jednak w zdecydowanej większości gospodarstw stada są nieliczne. Występuje natomiast stosunkowo duża koncentracja chowu trzody chlewnej.

Sektor upraw energetycznych znajduje się na bardzo wczesnym etapie rozwoju, jednak cieszy się coraz większym zainteresowaniem rolników.

Lasy i grunty leśne zajmują około 20,4 % ogólnej powierzchni województwa, przy średniej krajowej 28,3 %. Najwięcej lasów znajduje się w południowej i południowo-wschodniej części województwa, najmniej w części północnej.

Zasoby naturalne regionu to przede wszystkim złoża węgla brunatnego. Najważniejsze z nich to złoża węgla brunatnego „Bełchatów” eksploatowane przez KWB Bełchatów, udokumentowane złoża „Złoczew” i „Rogóżno” oraz złoża prognostyczne „Wieruszów” i „Gorzkowice-Ręczno”. Do innych występujących tu bogactw naturalnych zaliczyć należy złoża piasków szlifierskich i formierskich zlokalizowane w rejonie Tomaszowa Mazowieckiego, stanowiące podstawowy surowiec dla rozwijającego się w rejonie Opoczna i Paradyża przemysłu ceramiki budowlanej. Z pozostałych złóż surowców naturalnych należy wymienić złoża kamieni budowlanych w rejonie Działoszyna i Żarnowa, glin ogniotrwałych w rejonie Żarnowa, złoża soli kamiennej „Łanięta” i „Rogóżno” oraz eksploatowane złoża kruszyw „Czatoлин” i „Dąbkowice”. Województwo łódzkie jest bogate w zasoby wód mineralno-geotermalnych o korzystnych warunkach eksploatacji, stwierdzonych m.in. w odwiertach w Uniejowie, Poddębicach, Rogóżnie i Skierniewicach. Najważniejszą branżą gospodarki regionu jest energetyka. Do najważniejszych przedsiębiorstw przemysłowych województwa łódzkiego należą Elektrownia i KWB Bełchatów w Rogowcu, wchodząca w skład grupy energetycznej BOT oraz elektrociepłownie Dalkia Łódź S.A. W województwie łódzkim dominuje przemysł tradycyjny. Łódź, Zgierz, Pabianice, Zduńska Wola oraz Ozorków są miejscowościami o silnie rozwiniętym przemyśle włókienniczym. Na terenie województwa łódzkiego zlokalizowane są również fabryki: płytek ceramicznych, wyrobów farmaceutycznych, budowlanych, papierniczych, narzędzi, maszyn oraz mebli.

Region charakteryzuje się znacznym potencjałem zasobów energii odnawialnej: biopaliw stałych, biogazu, energii wiatru, słońca oraz wód geotermalnych.

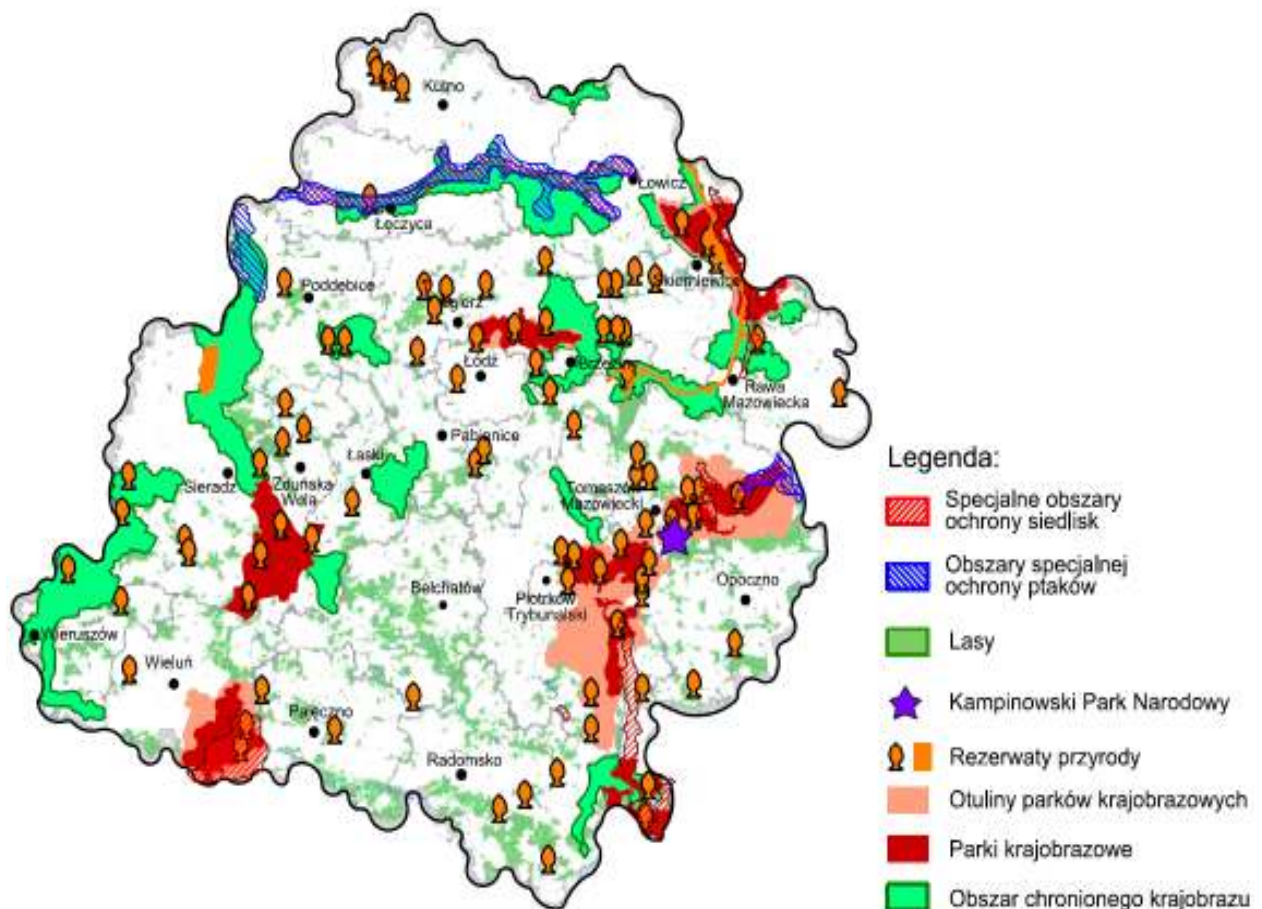
---

<sup>2</sup> [www.rolnictwo.lodzkie.pl](http://www.rolnictwo.lodzkie.pl)



Powierzchnia obszarów różnych form ochrony przyrody wynosi ok. 278 900 ha, co stanowi 15,3 % powierzchni całego województwa<sup>3</sup>. Obszarami prawnej ochrony przyrody, na których obowiązuje całkowity zakaz lub ograniczenie w działalności gospodarczej są: parki krajobrazowe, obszary Natura 2000, rezerwaty przyrody, obszary chronionego krajobrazu oraz zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Rozmieszczenie obszarów prawnej ochrony przyrody w województwie łódzkim przedstawiono na Rysunku 2-2.

**Rysunek 2-2** Obszary Prawnej Ochrony Przyrody w województwie łódzkim



*Źródło:* Opracowanie własne na podstawie portalu internetowego Natura 2000 oraz Programu Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015.

### **Parki krajobrazowe**

Łączna powierzchnia obszaru leżącego w granicach Parków Krajobrazowych na terenie województwa łódzkiego wynosi 101 198,08 ha. Stanowi to ok. 5,55 % całej powierzchni województwa łódzkiego. Na terenie województwa łódzkiego znajduje się 7 Parków Krajobrazowych:

<sup>3</sup> Informacje na temat różnych form ochrony przyrody w województwie łódzkim zostały zaczerpnięte z opracowania pt. „Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015” oraz z portalu internetowego Programu Natura 2000.



- Bolimowski Park Krajobrazowy – całkowita powierzchnia parku wynosi 23 130 ha, a powierzchnia jego otuliny wynosi 29,4 ha. Park położony jest na granicy województwa mazowieckiego oraz łódzkiego, w tym w województwie łódzkim znajduje się 13 253 ha. Park obejmuje gminy: Nieborów, Skierniewice, Bolimów, Nowy Kawęczyn, Kowiesy.
- Park Krajobrazowy Międzyrzecz Warty i Widawki – powierzchnia wynosi 25 330 ha. Park położony jest na pograniczu powiatów: łaskiego, wieluńskiego, zduńskowolskiego i sieradzkiego, w obrębie gmin Widawa, Konopnica, Burzenin, Zapolice, Sieradz, Ostrówek i Zduńska Wola.
- Park Krajobrazowy Wzniesień Łódzkich – powierzchnia wynosi 11 570 ha. Powierzchnia otuliny obejmuje obszar 3 090 ha. Park położony jest na północny-wschód od Łodzi. Pod względem administracyjnym leży na terenie 2 miast – Brzeziny i Łódź, oraz gmin: Brzeziny, Dmosin, Nowosolna, Stryków, Zgierz.
- Załęczański Park Krajobrazowy – powierzchnia wynosi 13 520 ha, strefy ochronnej 8 153 ha. Park położony jest na pograniczu trzech województw: łódzkiego, śląskiego i opolskiego. W województwie łódzkim obejmuje gminy: Pątnów, Wierzchlas i Działoszyn.
- Sulejowski Park Krajobrazowy – powierzchnia wynosi 17 030 ha, jego otulina obejmuje obszar 36 730 ha. Park położony jest w całości na terenie województwa łódzkiego, obejmując gminy: Ręczno, Aleksandrów, Łęki Szlacheckie, Przedbórz, Tomaszów Mazowiecki, Sulejów, Wolbórz, Mniszków, Rozprza, Sławno. Pewne części parku znajdują się również w Piotrkowie Trybunalskim.
- Spalski Park Krajobrazowy – powierzchnia całkowita wynosi 13 110 ha, a powierzchnia jego otuliny obejmuje obszar 24 134 ha. Park obejmuje częściowo lub całkowicie tereny gmin: Inowłódz, Poświętne, Rzeczyca, Tomaszów Mazowiecki, Lubochnia, Czerniewice, Opoczno i Sławno.
- Przedborski Park Krajobrazowy – powierzchnia wynosi 16 640 ha, otulina parku obejmuje obszar 14 490 ha. Na terenie województwa łódzkiego obejmuje gminy: Przedbórz, Wielgomłyny, Krasocin.

### **Obszary Natura 2000**

Europejska Sieć Ekologiczna Natura 2000 jest systemem ochrony zagrożonych składników różnorodności biologicznej kontynentu europejskiego, wdrażanym od 1992 r. w sposób spójny pod względem metodycznym i organizacyjnym na terytorium wszystkich państw członkowskich Unii Europejskiej. Celem utworzenia sieci Natura 2000 jest zachowanie zarówno zagrożonych wyginięciem siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt w skali Europy, ale też typowych, wciąż jeszcze powszechnie występujących siedlisk przyrodniczych. Dla każdego kraju określa się listę referencyjną siedlisk przyrodniczych i gatunków, dla których należy utworzyć obszary Natura 2000 w podziale na regiony biogeograficzne. Podstawą prawną tworzenia sieci Natura 2000 jest *Dyrektywa Rady*

79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979 roku w sprawie ochrony dzikich ptaków i Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory, które zostały transponowane do polskiego prawa, głównie do ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody.

W skład sieci wchodzi:

- Obszary Specjalnej Ochrony OSO,
- Specjalne Obszary Ochrony SOO.

Uznanie obszaru za Obszar Specjalnej Ochrony skutkuje pewnymi ograniczeniami oraz kierunkuje prowadzoną na tym obszarze gospodarkę. Zadaniem tego obszaru jest ochrona przestrzeni życiowej ptaków, pojmowanej w ograniczeniu do gatunków wymienionych w załączniku I Dyrektywy Ptasiej UE. Specjalne Obszary Ochrony zostały wyznaczone na podstawie Dyrektywy Siedliskowej UE, w celu trwałej ochrony siedlisk przyrodniczych lub populacji zagrożonych wyginięciem gatunków roślin i zwierząt lub też w celu odtworzenia właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych. Obszary Natura 2000 mogą obejmować część lub całość obszarów i obiektów objętych innymi formami przyrody.

**Tabela 2-1** Obszary Specjalnej Ochrony w województwie łódzkim

Obszar	Powierzchnia, ha
DOLINA PILICY	35356,26
DOLINA ŚRODKOWEJ WARTY	57104,36
PRADOLINA WARSZAWSKO-BERLIŃSKA	23412,42

*Źródło:* Portal internetowy Programu Natura 2000.

Całkowita powierzchnia Obszarów Specjalnej Ochrony w województwie łódzkim wchodzących w skład sieci Natura 2000 wynosi 115 872,98 ha, co stanowi 6,36 % powierzchni całego województwa. Największym Obszarem Specjalnej Ochrony jest Dolina Środkowej Warty, najmniejszym Pradolina Warszawsko-Berlińska.

**Tabela 2-2** Specjalne Obszary Ochrony w województwie łódzkim

Obszar	Powierzchnia, ha
Dąbrowa Grotnicka	101,48
Dąbrowa Świetlista w Pernie	40,06
Dolina Dolnej Pilicy	31821,57
Dolina Rawki	2525,38
Dolina Środkowej Pilicy	3787,43
Lasy Spalskie	2016,39
Łąka w Bęczkowicach	191,18
Niebieskie Źródła	25,27
Ostoja Przedborska	11605,21

Pradolina Bzury-Neru	17696,03
Załęczański Łuk Warty	9317,24

**Źródło:** Portal internetowy Programu Natura 2000.

Powierzchnia Specjalnych Obszarów Ochrony sieci Natura 2000 na terenie województwa łódzkiego wynosi 79 127,24 ha. Największą powierzchnię ma SOO Dolina Dolnej Pilicy, natomiast najmniejszą SOO Niebieskie Źródła.

### Rezerwy przyrody

Na terenie województwa znajduje się 89 rezerwatów przyrody. Ogólna ich powierzchnia wynosi 7 405,97 ha, co stanowi 0,4 % powierzchni województwa.

**Tabela 2-3** Rezerwy przyrody w województwie łódzkim

Nazwa Rezerwatu	Gmina	Powierzchnia ha
Babsk	Biała Rawska	10,97
Białaczów	Białaczów	22,55
Błogie	Mniszków	68,22
Błonie	Łęczycza	20,74
Bukowiec	Łyszkowice	6,58
Ciosny	Zgierz	2,42
Czarna Różga	Przedbórz	185,60
Czarny Ług	Wolbórz	2,46
Dąbrowa Grotnicka	Zgierz	100,47
Dąbrowa Świetlista	Nowe Ostrowy	40,13
Dąbrowa w Nizankowicach	Działoszyn	102,25
Dębowiec	Żytno	47,00
Dęby w Moszczanach	Wolbórz	39,15
Diabla Góra	Aleksandrów	159,00
Długosz Królewski w Węglowicach	Galewice	3,26
Doliska	Rogów	3,10
Gać Spalska	Inowłódz, Lubochnia	81,65
Gaik	Mniszków	35,85
Gałków	Koluszki	58,60
Góra Chełmno	Masłowice	41,31
Górki	Rogów	0,17
Grabica	Sędziejowice	8,51
Grądy nad Lindą	Zgierz	55,83

Grądy nad Moszczenicą	Zgierz	42,14
Hołda	Konopnica	71,24
Jablecznik	Zduńska Wola	47,29
Jaksonek	Aleksandrów	79,67
Jamno	Szadek	22,35
Jasień	Kobiele Wielkie	14,50
Jawora	Ręczno	87,99
Jaźwiny	Braszewice	3,81
Jeleń	Tomaszów Mazowiecki	48,97
Jeziorsko	Warta (miasto i gmina), Pęczniew	2 350,60
Jodły Łaskie	Sędziejowice	58,39
Jodły Oleśnickie	Lutomiersk	11,70
Jodły Sieleckie	Żarnów	33,13
Kobiele Wielkie	Kobiele Wielkie	63,43
Konewka	Inowlódz	99,91
Kopanicha	Skierniewice	42,53
Korzeń	Zapolice	34,93
Kruszewiec	Lubochnia	81,54
Kwaśna Buczyna	Łyszkowice	14,19
Las Jabłoniowy	Sulejów	19,03
Las Łagiewnicki	Miasto Łódź	69,85
Lasek Kurowski	Wieluń	22,13
Lubiaszów	Sulejów, Wolbórz	202,49
Łaznów	Rokiciny	60,83
Łuszczanowice	Kleszczów	40,86
Małecz	Lubochnia	9,15
Meszcze	M. Piotrków Trybunalski	35,32
Mianów	Lutomiersk	5,87
Mokry Las	Siemkowice	14,42
Molenda	Tuszyn	147,12
Murowaniec	Pajęczno	42,18
Napoleonów	Poddębice	38,63
Niebieskie Źródła	M. Tomaszów Mazowiecki	28,77
Nowa Wieś	Złoczew	117,65
Ostrowy	Nowe Ostrowy	13,04

Ostrowy-Bazantarnia	Nowe Ostrowy	27,24
Parowy Janikowskie	Brzeziny	41,66
Paza	Złoczew	27,04
Perna	Nowe Ostrowy	15,27
Piskorzaniec	Przedbórz	409,19
Polana Siwica	Nieborów	68,38
Polesie Konstantynowskie	Miasto Łódź	9,8
Popień	Jeźów	8,06
Półboru	Sieradz	56,83
Rawka	Bolimów, Głuchów, Jeźów, Nowy Kawęczyn, Koluszki, Nieborów, Rawa Mazowiecka, Skierniewice, Żelechlinek	487,00
Ruda-Chlebacz	Skierniewice	12,42
Ryś	Sokolniki	54,10
Sługocice	Tomaszów Mazowiecki	8,89
Spała	Inowłódz	102,70
Starodrzew Lubochniański	Lubochnia	22,38
Struga Dobieszkowska	Stryków	37,65
Torfowisko Rąbień	Aleksandrów Łódzki	42,12
Trębaczew	Sadkowice	173,66
Twarda	Tomaszów Mazowiecki	22,79
Uroczysko Bazantarnia	Maków	44,52
Węże	Działoszyn	20,74
Wiączyń	Nowosolan	8,29
Wielopole	Ręczno	42,08
Winnica	Widawa	1,54
Wojślawice	Zduńska Wola	96,69
Wolbórka	Tuszyn	37,39
Wrząca	Błaszki	59,70
Zabrzeźnia	Miasto Głowno	27,61
Zimna Woda	Rogów	5,58
Źródła Borówki	Maków	21,99
Żądłowice	Inowłódz	241,19

**Źródło:** „Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015”.

Największą powierzchnię ma rezerwat Jeziorsko 2350,6 ha, a najmniejszą rezerwat Górki w gminie Rogów 0,17 ha.

### Obszary chronionego krajobrazu

W województwie łódzkim znajduje się 16 obszarów chronionego krajobrazu o łącznej powierzchni 187 392 ha, co stanowi 10,29 % całkowitej powierzchni województwa.

**Tabela 2-4** Obszary chronionego krajobrazu w województwie łódzkim

Nazwa obszaru	Gmina
Bolimowsko-Radziejowicki z doliną środkowej Rawki	Nieborów, Łowicz, Biała Rawska, Rawa Mazowiecka, Bolimów, Kowiesy, Nowy Kawęczyn, Skierniewice miasto i gmina
Brąszewicki	Błaszki, Brąszewice, Brzeźnio, Klonowa, Wróblew
Chrząstawsko-Widawski	Widawa, Rusiec
Dolina Przysowy	Żychlin, Kiernozia
Dolina rzeki Proсны	Bolesławiec, Galewice, Łubnice, Sokolniki, Wieruszów
Dolina Bzury	Bielawy, Domaniewice, Łowicz, Zduny
Górnej Rawki	Jeźów, Rawa Mazowiecka, Głuchów
Mrogi i Mrozący	Miasto Brzeziny, Brzeziny, Dmosin, Rogów
Nadwarciański	Pęczniew, Poddębice, Goszczanów, miasto i gmina Sieradz, Warta, Zduńska Wola
Pradolina Warszawsko-Berlińska	Góra św. Małgorzaty, miasto i gmina Łęczyca, Piątek, Witonia, Bedlno, Krzyżanów, Kutno
Pęczniewski	Lutomierska, Dalików, Poddębice
Środkowej Grabii	Buczek, Dobroń, Łask
Uniejowski	Uniejów
Przedborski	Przedbórz, Masłowice, Wielgomłyny, Żytno
Dolina Miazgi pod Andrespołem	Andrespol
Dolina Wolbórki	Będków, Moszczenica, Wolbórz

**Źródło:** „Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015”.

### Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe

W województwie łódzkim znajduje się obecnie 30 zespołów przyrodniczo-krajobrazowych, o całkowitej powierzchni 10 641,27 ha. Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe zajmują 0,58 % powierzchni województwa.

**Tabela 2-5** Zespoły przyrodniczo-krajobrazowe w województwie łódzkim

Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy	Gmina	Powierzchnia ha
Majowa Góra	Miasto Przedbórz	3,90
Zwierzyniec Królewski	Maków	572,32
Góry Wapienne	Burzenin	3,64
Sędziejowicki	Sędziejowice	13,00
Niemysłów	Poddębice	4,52
Dąbrowa I	Dłutów	55,98
Dąbrowa II	Dłutów	112,70
Dolina Mrogi	Brzeziny, Dmosin, Rogów	493,00
Góra Mrożyca	Brzeziny	105,00

Dolina Grabi	Łask, Sędziejowice, Widawa, Dobroń	4 007,00
Osjakowski	Konopnica, Osjaków, Siemkowice	2 492,00
Działoszyński	Działoszyn, miasto i gmina	299,00
Wzgórza Ożarowskie	Mokrsko	628,30
Nieborów	Nieborów	46,35
Rochna	Brzeziny	21,95
Skarpa Jurajska	Inowłódz	0,82
Luciejów	Sędziejowice	139,93
Mogilno	Dobroń	68,53
Dobroń	Dobroń	221,36
Borkowice	Dłutów	507,38
Zabytkowy Park w Buczku	Buczek	1,59
Zabytkowy Park Podworski w Czepowie Dolnym	Uniejów	4,63
Parki Złoczewskie	Miasto Złoczew	4,44
Uroczysko Zieleń	Uniejów	77,67
Lipickie Błota	Goszczanów	721,90
Renesansowe Założenie Pałacowo-Parkowe w Działoszynie	Działoszyn	2,34
Park Zabytkowy z miejscowości Sokolniki	Sokolniki	3,96
Park Zadzim	Zadzim	6,61
Uroczysko Zieleń II	Uniejów	15,68
Poddębicki	Poddębice	5,77

**Źródło:** „Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015”.

Wśród zespołów przyrodniczo-krajobrazowych w województwie największą powierzchnię ma Dolina Grabi w gminach Łask, Sędziejowice, Widawa, Dobroń, która wynosi 4 007 ha, natomiast najmniejszym zespołem przyrodniczo-krajobrazowym jest Skarpa Jurajska w gminie Inowłódz o powierzchni 0,82 ha.

#### **Użytki ekologiczne**

Na terenie województwa łódzkiego znajduje się 741 użytków ekologicznych, łączna ich powierzchnia wynosi 1 668,34 ha, co stanowi 0,09 % powierzchni. Większość z użytków ekologicznych znajduje się na terenie parków krajobrazowych.

#### **Stanowiska dokumentacyjne**

W województwie łódzkim znajdują się 3 stanowiska dokumentacyjne o łącznej powierzchni 10,40 ha.

#### **Pomniki przyrody**

Całkowita liczba pomników przyrody w województwie łódzkim wynosi 2 581.



### **3 Przepisy prawne, procedury administracyjne oraz mechanizmy wsparcia w zakresie wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych**

#### **3.1 Analiza przepisów prawnych regulujących wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych w UE i w Polsce**

Rozwój OZE zajmuje istotne miejsce w polityce energetycznej Unii Europejskiej. Fundamentem dla aktualnie realizowanej polityki energetycznej UE była przyjęta w 1996 r. przez Komisję UE tzw. Zielona Księga „*Ku europejskiej strategii bezpieczeństwa energetycznego*” i opracowana w 1997 roku tzw. Biała Księga „*Energia dla przyszłości. Odnawialne źródła energii*”. Obowiązujące dyrektywy uchwalone przez Parlament Europejski i Radę Europejską są rozwinięciem ww. dokumentów. Dla sektora energetycznego zasadniczy trzon regulacji UE, w zakresie OZE stanowią:

***Dyrektywa 2001/77/WE (Dz.U. L283 z 27.10.2001 r.) Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.***

Dyrektywa ta wyznacza m.in. orientacyjny udział energii elektrycznej produkowanej ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii we Wspólnocie do 2010 r. na poziomie 21 %. Określa ponadto krajowe cele orientacyjne dla poszczególnych państw członkowskich. Zachęca do korzystania z krajowych systemów wsparcia, pokonywania przeszkód administracyjnych w rozwoju OZE, integracji sieci elektroenergetycznych oraz wprowadza obowiązek wydawania producentom energii odnawialnej gwarancji pochodzenia, jeżeli tego zażądata.

Dyrektywa 2001/77/WE wyznacza cele indykatywne dla państw członkowskich. Polska podpisując Traktat Akcesyjny określiła swoje zobowiązania na poziomie 7,5% zużycia energii elektrycznej wytworzonej w OZE w całości energii elektrycznej zużywanej w Polsce w 2010 r.

***Dyrektywa 2003/30/WE (Dz.U. L 123 z 17.5.2003 r.) Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych.***

Dyrektywa wyznacza docelowy udział biopaliw we wszystkich benzynach i olejach napędowych, przeznaczonych dla celów transportowych i dostarczonych na rynek do dnia 31 grudnia 2010 r. na poziomie 5,75 %. Państwom członkowskim wydano obowiązek ustalenia orientacyjnych celów na 2005 r., uwzględniających wartość referencyjną wynoszącą 2 %. Wyznaczony cel orientacyjny nie został osiągnięty. W 2005 r. biopaliwa stanowiły w UE zaledwie 1 % paliw stosowanych w transporcie. W marcu 2007 r. Rada Europy określiła wzrost wskaźnika udziału biopaliw w strukturze zużycia paliw transportowych na minimum 10 % do 2020 r., w każdym z państw UE.

**Projekt Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych**

Dyrektywa ma ustalić wspólne ramy dla promowania energii ze źródeł odnawialnych. Określa obowiązkowe cele krajów członkowskich w odniesieniu do całkowitego udziału energii z OŹE w zużyciu energii, w stosunku do udziału ze źródeł odnawialnych oraz minimalnego udziału biopaliw w transporcie. Ustanawia zasady związane z gwarancjami pochodzenia, procedurami administracyjnymi i przyłączeniami do sieci energetycznej. Całkowite cele krajowe w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu w 2020 r. dla krajów członkowskich UE zostały przedstawione w Tabeli 3-1.

**Tabela 3-1** Całkowite cele krajów członkowskich w zakresie udziału energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu energii w 2020 r., według projektu dyrektywy w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych

Kraj członkowski	Udział energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu energii w 2005 r.	Docelowy udział energii ze źródeł odnawialnych w ostatecznym zużyciu energii w 2020 r.
Belgia	2,2 %	13 %
Bulgaria	9,4 %	16 %
Republika Czeska	6,1 %	13 %
Dania	17,0 %	30 %
Niemcy	5,8 %	18 %
Estonia	18,0 %	25 %
Irlandia	3,1 %	16 %
Grecja	6,9 %	18 %
Hiszpania	8,7 %	20 %
Francja	10,3 %	23 %
Włochy	5,2 %	17 %
Cypr	2,9 %	13 %
Łotwa	34,9 %	42 %
Litwa	15,0 %	23 %
Luksemburg	0,9 %	11 %
Węgry	4,3 %	13 %
Malta	0,0 %	10 %
Niderlandy	2,4 %	14 %
Austria	23,3 %	34 %
<b>Polska</b>	<b>7,2 %</b>	<b>15 %</b>
Portugalia	20,5 %	31 %
Rumunia	17,8 %	24 %
Słowenia	16,0 %	25 %
Republika Słowacka	6,7 %	14 %
Finlandia	28,5 %	38 %
Szwecja	39,8 %	49 %
Zjednoczone Królestwo	1,3 %	15 %

*Źródło: Projekt Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.*

***Dyrektywa 2006/32/WE z 5 kwietnia 2006 r. (Dz.U.L114/64 z 5.04.2006) w sprawie efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych***

Głównym celem postanowień zawartych w dyrektywie jest osiągnięcie uzasadnionej ekonomicznie poprawy efektywności użytkowania paliw i energii w państwach Unii Europejskiej. Zobowiązuje ona państwa członkowskie UE do przyjęcia krajowego celu indykatywnego w zakresie oszczędności energii w wysokości 9 %, w dziewiątym roku jej stosowania, tj. w roku 2016. Planowany termin wdrożenia jej przez kraje członkowskie to 17 maja 2008 r. Innym celem jaki postawiła Unia Europejska związanym z tą dyrektywą to tzw. „Pakiet 3 x 20 %”, przyjęty podczas wiosennego szczytu UE w dniu 9 marca 2007 roku, który zobowiązuje kraje członkowskie do:

- zmniejszenia do roku 2020 emisji CO<sub>2</sub> o 20 %,
- zmniejszenia do roku 2020 energochłonności o 20 %,
- zwiększenia do roku 2020 udziału energii produkowanej ze źródeł odnawialnych do 20 % w całkowitym rynku energetycznym.

***Dokument Komisji Europejskiej "Polityka Energetyczna dla Europy" ("An Energy Policy for Europe").***

Część pakietu działań przedstawionego przez Komisję Europejską w ramach tego dokumentu stanowi Mapa Drogowa dla OZE, w której założono, że w 2020 roku 20 % zużywanej energii w UE pochodziłoby ze źródeł odnawialnych. Realizacja tego celu wymaga, wg zapisów dokumentu, zintensyfikowania działań wykorzystujących OZE do wytwarzania prądu elektrycznego, ogrzewania i chłodzenia oraz produkcji biopaliw. Dla podniesienia konkurencyjności energii z OZE w ciągu następnych siedmiu lat, Unia Europejska zwiększy o co najmniej 50 % wydatki na badania w zakresie rozwoju technologii wykorzystującej OZE. Ponadto, Komisja Europejska zaproponuje europejski strategiczny plan w dziedzinie technologii energetycznych, który będzie zawierał propozycje wiążących krajowych celów sektorowych, dający jednak Krajom Członkowskim swobodę w określeniu udziału poszczególnych rodzajów OZE, w całkowitej produkcji energii. Jednocześnie kraje UE będą zobowiązane do ustanowienia Krajowego Planu Działań, wyznaczającego poszczególne cele dla każdego z trzech sektorów energetyki, tj. produkcji energii elektrycznej, ciepła i chłodnictwa.

Wg założeń, realizacja zdefiniowanych przez UE celów powinna się przyczynić do oszczędzania naturalnych zasobów paliw kopalnych, poprawy stanu środowiska w wyniku zmniejszenia emisji zanieczyszczeń do atmosfery i wód oraz redukcję ilości wytwarzanych odpadów.

Do tej pory brak jest dokumentów na szczeblu europejskim dotyczących mechanizmów wspierających wytwarzanie ciepła i chłodu w OZE. Aktualnie trwają prace nad wdrożeniem w życie kompleksowej „Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych” obejmującej wszystkie sektory energii odnawialnej, tj. wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i chłodu. W marcu 2007 roku Rada Europy ustaliła jako cel osiągnięcie w 2020 r.

przez UE 20 % udziału energii ze źródeł odnawialnych, w łącznym zużyciu energii końcowej oraz minimum 10 % udziału biopaliw w każdym z krajów Unii. Postawiony cel dotyczy Unii Europejskiej ogółem, a nie każdego kraju z osobna. Propozycja Komisji Europejskiej dla Polski ze stycznia 2008 r., to osiągnięcie 15 % udziału energii z OŹE w bilansie energii końcowej. Bazą odniesienia dla tego wskaźnika jest udział OŹE w ogólnym bilansie zużycia energii końcowej, obejmującej łączne zużycie energii elektrycznej, ciepła i paliw w transporcie.

Polska zobowiązana jest do realizacji wspólnej polityki energetycznej Unii Europejskiej w zakresie rozwoju OŹE. Do najważniejszych krajowych regulacji prawnych w zakresie wykorzystania OŹE należy:

- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne* z późniejszymi zmianami i przepisami wykonawczymi (Dz.U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, Nr 104 poz.708, Nr 158, poz.1123, Nr 170 poz. 1217 z 2007 r., Nr 21, poz.124, Nr 152, poz.343, Nr 115, poz. 790 i Nr 130, poz. 905),
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. (Dz.U.2008 Nr 156, poz.969) w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzenia danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w OŹE,
- Ustawa z dnia 2.10.2003 r. *o biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych* (Dz.U. 2003, Nr 99, poz.1934),
- Ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. *o biokomponentach i biopaliwach ciekłych* (Dz. U. Nr 169, poz. 1199 oraz z 2007r Nr 35 poz. 217),
- Uchwała nr 134/2007 Rady Ministrów z dnia 24 lipca 2007 roku w sprawie „Wieloletniego programu promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008-2014” (Monitor Polski nr 53 z 24 sierpnia 2007 r., poz. 607).

Podstawowym dokumentem prawnym regulującym całokształt spraw związanych z gospodarką energetyczną w Polsce jest *Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne*. Ustawa od czasu jej uchwalenia była wielokrotnie uzupełniana i zmieniana m.in. w wyniku konieczności wdrożenia dyrektyw UE. W zakresie wykorzystania OŹE do prawa energetycznego, wprowadzono zapisy zgodne z *Dyrektywą 2001/77/WE z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych*. Ustawa zapewnia koncesjonowanemu wytwórcy możliwość sprzedaży całości wytworzonej energii elektrycznej z OŹE do sieci, do której jest podłączony. Wytwórca energii może również na zasadach rynkowych złożyć ofertę sprzedaży energii z OŹE innym przedsiębiorstwom energetycznym, a operator systemu elektroenergetycznego ma zapewnić pierwszeństwo w świadczeniu usług przesyłania energii z OŹE.

Podstawowym aktem wykonawczym do ustawy *Prawo Energetyczne* w zakresie wytwarzania energii w OŹE jest rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. (Dz.U.2008

*nr 156, poz.969) w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzenia danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii.*

Rozporządzenie zawiera zapis o obowiązku nałożonym na sprzedawcę z urzędu do zakupu całej ilości oferowanej energii elektrycznej wytworzonej z OZE. Energia cieplna wytworzona w OZE podlega obowiązkowi zakupu przez przedsiębiorstwo energetyczne do wielkości równej zapotrzebowaniu odbiorców przyłączonych do sieci ciepłowniczej, do której przyłączone jest źródło. Obowiązek zakupu ciepła wymagany jest pod warunkiem, że koszty zakupu nie spowodują wzrostu cen lub stawek opłat za ciepło dostarczone odbiorcom w danym roku o więcej niż wartość średniorocznego wskaźnika wzrostu cen konsumpcyjnych w poprzednim roku kalendarzowym, określonym na podstawie komunikatu Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego.

Rozporządzenie określa: szczegółowy zakres obowiązku uzyskania i przedstawienia Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki do umorzenia świadectw pochodzenia, do uiszczenia opłaty zastępczej oraz szczegółowy zakres obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii, w tym:

- rodzaje odnawialnych źródeł energii,
- parametry techniczne i technologiczne wytwarzanej energii elektrycznej lub ciepła wytwarzanych w OZE,
- wymagania dotyczące pomiarów, rejestracji oraz sposobu obliczania ilości energii elektrycznej lub ciepła wytwarzanych w OZE,
- miejsce dokonywania pomiarów ilości energii elektrycznej wytworzonej w OZE,
- wielkość i sposób obliczania udziału energii elektrycznej wytworzonej w OZE, wynikającej z obowiązku uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, w sprzedaży energii elektrycznej odbiorcom końcowym,
- sposób uwzględniania w kalkulacji cen energii elektrycznej i ciepła, ustalanych w taryfach przedsiębiorstw energetycznych,
- kosztów uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia,
- poniesionej opłaty zastępczej,
- kosztów zakupu energii elektrycznej lub ciepła wytworzonych w OZE, do których zakupu przedsiębiorstwo energetyczne jest zobowiązane.

Zgodnie z rozporządzeniem do energii wytwarzanej w OZE zalicza się, niezależnie od mocy źródła, energię elektryczną lub ciepło pochodzące w szczególności:

- z elektrowni wodnych oraz wiatrowych,
- ze źródeł wytwarzających energię z biomasy oraz biogazu,

- ze słonecznych ogniów fotowoltaicznych oraz kolektorów do produkcji ciepła,
- ze źródeł geotermalnych,
- część energii odzyskanej z termicznego przekształcenia odpadów komunalnych, zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 44 ust. 8 i 9 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (*Dz.U. z 2007 r. Nr 39, poz 251 i Nr 88, poz. 587 oraz a 2008 r. Nr 138, poz.865*).

Rozporządzenie określa również udział ilościowy energii elektrycznej wynikającej ze świadectw pochodzenia, które przedsiębiorstwo energetyczne musi przedstawić do umorzenia, w wykonanej całkowitej rocznej sprzedaży energii elektrycznej przez to przedsiębiorstwo odbiorcom końcowym.

Udział energii wytworzonej w OZE zakupionej przez przedsiębiorstwo energetyczne nie powinien być niższy niż:

- 7,0 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2008 r.,
- 8,7 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2009 r.,
- 10,4 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2010 r.,
- 10,4 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2011 r.,
- 10,4 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2012 r.,
- 10,9 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2013 r.,
- 11,4 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2014 r.,
- 11,9 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2015 r.,
- 12,4 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2016 r.,
- 12,9 % wykonanej całkowitej sprzedaży energii do odbiorcy końcowego w 2017 r.

W rozporządzeniu zawarto również warunki jakie muszą być spełnione, aby wytworzona energia była uznana za wyprodukowaną w OZE. Szczegółowe zapisy dotyczą przede wszystkim spalania biomasy. Zgodnie z zapisami zawartymi w rozporządzeniu następować będzie stopniowe ograniczanie spalania biomasy z odpadów z produkcji leśnej i przemysłu przetwórczego w kotłach pracujących w układach o mocy elektrycznej większej niż 5 MW, aż do całkowitego jej wyeliminowania w 2015 r.

W rozporządzeniu określony jest także wymagany udział wagowy biomasy pochodzącej z upraw energetycznych lub odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz przemysłu przetwarzającego jej produkty, a także części pozostałych odpadów, które podlegają biodegradacji, z wyłączeniem odpadów i pozostałości z produkcji leśnej, a także przemysłu przetwarzającego jej produkty, w łącznej masie biomasy dostarczanej do procesu spalania. Energię elektryczną lub ciepło uznaje się za wyprodukowane w OZE w przypadku, gdy udział ten wynosi nie mniej niż odpowiednio:

- dla źródeł mocy elektrycznej wyższej niż 5 MW:
  - 5 % w 2008 r.,
  - 10 % w 2009 r.,
  - 25% w 2010 r.,

- 40% w 2011 r.,
- 55% w 2012 r.,
- 70 % w 2013 r.,
- 85 % w 2014 r.,
- 100 % w 2015 r.,
- 100 % w 2016 r.,
- 100 % w 2017 r.
- dla układu hybrydowego, w którym jest spalana biomasa w źródłach o mocy wyższej niż 20 MW:
  - 5 % w 2008 r.,
  - 10 % w 2009 r.,
  - 20 % w 2010 r.,
  - 20 % w 2011 r.,
  - 20 % w 2012 r.,
  - 25 % w 2013 r.,
  - 30 % w 2014 r.,
  - 40 % w 2015 r.,
  - 50 % w 2016 r.,
  - 60 % w 2017 r.

W przypadku, gdy jednostka wytwórcza zostanie oddana do użytku do dnia 31 grudnia 2012 roku wymagany udział odpowiednio wynosi:

- 5 % w 2008 r.,
- 10 % w 2009 r.,
- 20 % od 2010 do 2017 roku.

Dla jednostki wytwórczej, w której spalana jest wyłącznie biomasa w źródłach o mocy elektrycznej wyższej niż 20 MW, do energii odnawialnej zalicza się energię elektryczną lub ciepło w ilości wynoszącej 100 % energii wytworzonej w jednostce wytwórczej, jeżeli udział wagowy biomasy pochodzącej z upraw energetycznych lub odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz przemysłu przetwarzającego jego produkty, a także części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji, z wyłączeniem odpadów i pozostałości z produkcji leśnej, a także z przemysłu przetwarzającego jej produkty, w łącznej masie biomasy dostarczonej do spalania wynosi nie mniej niż:

- 20 % w 2010 r.,
- 20 % w 2011 r.,
- 20 % w 2012 r.,



- 25 % w 2013 r.,
- 30 % w 2014 r.,
- 40 % w 2015 r.,
- 50 % w 2016 r.,
- 60 % w 2017 r.

W przypadku, gdy jednostka wytwórcza tego typu zostanie oddana do użytku do dnia 31 grudnia 2012 roku, wymagany udział odpowiednio wynosi 20 % do roku 2017.

Wyżej wymienione ograniczenia nie dotyczą odpadów z przemysłu przetwarzającego produkty z produkcji leśnej, jeżeli są spalne w miejscach ich powstawania.

Podstawowym dokumentem w Polsce w zakresie biopaliw jest „*Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008 – 2014*” przyjęty przez Radę Ministrów. Obowiązek sporządzenia i przyjęcia przez Radę Ministrów wieloletniego programu promocji biopaliw na lata 2008 – 2014 został zapisany w art. 37 ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych. Zgodnie z dyrektywą unijną nr 2003/30/WE w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw i innych paliw odnawialnych, państwa członkowskie powinny osiągnąć do 2010 r. co najmniej 5,75 % udziału biokomponentów w rynku paliw transportowych. Natomiast zgodnie z ustaleniami posiedzenia Rady Europejskiej w dniach 8 - 9 marca 2007 r., udział ten powinien wynosić co najmniej 10 % w 2020 r.

### **3.2 Instrumenty stymulujące wykorzystanie OZE**

Energetyka odnawialna wymaga wsparcia ze strony władz krajowych poprzez stworzenie odpowiednich instrumentów ekonomicznych i prawnych koniecznych dla jej rozwoju. Działania na tym polu podejmuje Unia Europejska, która poprzez szereg aktów prawnych stworzyła ramy do rozwoju OZE w Europie. Polska, po przystąpieniu do Unii Europejskiej, zobowiązana została do wdrożenia mechanizmów wsparcia dla energetyki odnawialnej i wybrała jako mechanizm wsparcia, regulowany ustawą *Prawo energetyczne*, obowiązek zakupu energii wytworzonej w OZE oraz tzw. „system zielonych certyfikatów”. Jest to zgodnie z zapisami Dyrektywy 2001/77/EC jeden z dwóch podstawowych modeli wsparcia i stymulacji rozwoju sektora energetyki odnawialnej. System wsparcia ma na celu zwiększenie opłacalności produkcji energii elektrycznej w OZE poprzez zapewnienie producentom energii dodatkowych przychodów pochodzących ze sprzedaży praw majątkowych świadectw pochodzenia. Wartość praw majątkowych świadectw pochodzenia ustalana jest na zasadach rynkowych, poprzez obrót nimi na Towarowej Giełdzie Energii. Jeżeli przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się obrotem i sprzedające energię elektryczną odbiorcom końcowym nie wywiąże się z zakupu określonej ilości energii elektrycznej może, w zamian za przedstawienie Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki świadectwa pochodzenia do umorzenia, uiszczać opłatę zastępczą. Wysokość tej opłaty jest ustawowo

określona na poziomie 240 zł za 1 MWh i jest corocznie rewaloryzowana średniorocznym wskaźnikiem wzrostu cen towarów i usług konsumpcyjnych, z roku kalendarzowego poprzedzającego rok, do którego oblicza się opłatę zastępczą. Za wytworzoną energię z OZE wytwórcy oprócz zapłaty według cen rynkowych za energię „czarną”, otrzymują premię za świadectwo pochodzenia, której wysokość ograniczona jest wysokością opłaty zastępczej.

Nie ma w „*Prawie energetycznym*” podobnego instrumentu wspierającego produkcję ciepła. Jedynym mechanizmem wsparcia produkcji ciepła z OZE jest zapisany w ustawie obowiązek jego zakupu. „*Prawo energetyczne*” zawiera również zapis o preferencjach dotyczących, odnawialnych źródeł energii o mocy elektrycznej poniżej 5 MW oraz dla jednostek kogeneracyjnych o mocy elektrycznej poniżej 1 MW w zakresie opłat za przyłączenie źródeł do sieci. Dla wymienionych źródeł opłata za przyłączenie do sieci jest ustalona w wysokości połowy poniesionych kosztów<sup>4</sup>.

W zakresie promocji biopaliw obowiązuje w Polsce „*Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008-2014*”. Program obejmuje przede wszystkim dwa rodzaje działań: działania dotyczące wsparcia dla produkcji biokomponentów i biopaliw ciekłych oraz działania mające na celu stymulowanie popytu w tym zakresie. Zawarte w programie mechanizmy wesprą produkcję biokomponentów w taki sposób, aby cena paliwa zawierającego biokomponenty była konkurencyjna w stosunku do ceny paliwa ropopochodnego. Działania w tym zakresie dotyczą m.in. ulgi w podatku akcyzowym. Przedstawione w *Wieloletnim programie promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych* stawki ulgi to 1,048 zł/litr w przypadku estrów, 1,565 zł/litr w odniesieniu do bioetanolu. Aby maksymalnie wykorzystać dozwoloną prawem wspólnotowym pomoc publiczną, program przewiduje dodatkową ulgę w podatku dochodowym. Proponowana przez Ministerstwo Finansów ulga, rekompensująca część kosztów produkcji biokomponentów, polegać będzie na odliczeniu od podatku kwoty stanowiącej 19 % nadwyżki kosztów wytworzenia biokomponentów nad kosztami wytworzenia paliw ciekłych o takiej samej wartości opałowej. W programie zapisano również, że biokomponenty stanowiące samoistne paliwa zostaną wyłączone z grupy wyrobów podlegających opłacie paliwowej. Program proponuje też działania mające na celu zwiększenie popytu na biopaliwa ciekłe, m.in. przez stworzenie wydzielonych stref (np. w centrach miast i na terenach chroniących przyrodę) dostępnych wyłącznie dla ekologicznego transportu publicznego, zwolnienie z opłat za parkowanie dla użytkowników pojazdów stosujących biopaliwa ciekłe, zwolnienia firm z opłat za korzystanie ze środowiska, stworzenie systemu zachęcającego do zakupu pojazdów i maszyn wyposażonych w silniki przystosowane do spalania biopaliw w ramach zamówień publicznych, nałożenie na administrację rządową obowiązku stosowania biopaliw oraz edukację i promocję wykorzystania biopaliw.

---

<sup>4</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne*, art. 7.

Dla producentów biopaliw stałych pozyskiwanych z upraw roślin energetycznych obowiązuje system dopłat unijnych wyliczanych na hektar upraw. W 2008 r., w Polsce o dopłaty do upraw roślin energetycznych ubiega się blisko 9 tys. rolników, a powierzchnia upraw, którą zadeklarowali do takich dopłat, przekracza 170 tys. ha. Aktualna w 2008 r. stawka dopłaty wynosi 45 €/ha, a powierzchnia upraw wyliczona do jej otrzymania korygowana jest współczynnikiem korygującym, w zależności od obszaru upraw zgłoszonych w danym roku we wszystkich państwach UE.

### **3.3 Źródła i mechanizmy finansowania energetyki odnawialnej w Polsce i w województwie łódzkim**

Projekty inwestycyjne dla energetyki odnawialnej, mimo znacznego postępu w technologiach, wymagają w dalszym ciągu zaangażowania większych środków inwestycyjnych niż projekty energetyki opartej na paliwach konwencjonalnych. Dla rozwoju sektora energetyki odnawialnej potrzebne jest wsparcie finansowe.

Źródłem współfinansowania zadań w zakresie OZE mogą być:

- Fundusz Spójności w ramach *Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko* do wykorzystania w latach 2007-2013 (2015),
- *Regionalny Program Operacyjny* do wykorzystania w latach 2007-2013 (2015),
- Program Rozwoju Obszarów Wiejskich,
- Europejski Fundusz Rolny Rozwoju Obszarów Wiejskich stanowiący uzupełnienia krajowych środków publicznych,
- Norweski Mechanizm Finansowy i Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego,
- dotacje i preferencyjne pożyczki z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej,
- granty z EkoFunduszu,
- pożyczki z Banku Ochrony Środowiska,
- środki własne jednostek samorządu terytorialnego,
- fundusze celowe oraz środki prywatne inwestowane w ramach Partnerstwa Publiczno-Prywatnego.

Jednostki publiczne (np. samorządy) mogą ubiegać się o finansowanie inwestycji OZE również w Europejskim Banku Inwestycyjnym.

#### ***Fundusz Spójności – Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko***

*Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko* będzie podstawowym instrumentem wsparcia przedsiębiorstw z branży energetycznej w latach 2007-2013 (2015). Priorytety Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko są zgodne z zatwierdzonym przez Komisję Europejską celami zawartymi w dokumencie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego „*Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013*”.

Na realizację tego programu przewidziano kwotę 37,6 mld euro (ok. 42 % całości środków polityki spójności w Polsce), w tym wkład krajowy 9,7 mld. euro. Na działania bezpośrednio związane z OZE przeznaczono ponad 880 mln euro. W ramach programu wspierane będą inwestycje kluczowe dla zachowania i poprawy stanu środowiska mające na celu dywersyfikację tradycyjnych źródeł energii, które nie mogą być zrealizowane za pomocą mechanizmów rynkowych oraz inwestycje w odnawialne źródła energii.

W ramach priorytetu IX Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko „*Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność energetyczna*” oraz priorytetu X Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko „*Bezpieczeństwo energetyczne, w tym dywersyfikacja źródeł energii*” finansowane mogą być działania przedstawione w Tabeli 3-2. Wsparcie finansowe może być udzielone na budowę, modernizację i rozbudowę źródeł ciepła i energii elektrycznej, w tym źródeł kogeneracyjnych wykorzystujących energię z OZE (Działanie 9.1 i 9.4) oraz projekty budowy: zakładów wytwarzających biokomponenty i biopaliwa (Działanie 9.5), sieci elektroenergetycznych umożliwiających odbiór energii elektrycznej wytworzonej w OZE (Działanie 9.6), zakładów produkujących urządzenia do wytwarzania energii elektrycznej lub/i ciepła z wiatru, energii słonecznej, geotermalnej, biomasy oraz urządzenia do produkcji biokomponentów i biopaliw (Działanie 10.3).

**Tabela 3-2** *Możliwości finansowania przedsięwzięć związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko*

	<b>Działanie 9.1</b>
<b>Nazwa działania</b>	Wysokosprawne wytwarzanie energii
<b>Opis działania</b>	<p>Cel działania: <b>Zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.</b></p> <p>W ramach działania, wspierane będą inwestycje w zakresie przebudowy i budowy jednostek wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepła, w skojarzeniu spełniające wymogi wysokosprawnej kogeneracji.</p> <p>W ramach działania wspierane będą projekty dotyczące skojarzonego wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych oraz nieodnawialnych. W ramach działania nie przewiduje się wsparcia budowy i modernizacji źródeł wytwarzania ciepła w ciepłowniach, jednak możliwe jest uzyskanie dotacji na przekształcenie tych jednostek w jednostki kogeneracyjne.</p> <p>W ramach działania wyklucza się możliwość wsparcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– technologii współspalania paliw kopalnych i biomasy lub biogazu,</li> <li>– budowy lub przebudowy obiektów energetycznych spalających odpady komunalne (które będą wspierane z działania 2.1).</li> </ul> <p>W ramach realizowanych projektów, wsparcie może obejmować też budowę przyłączy jednostek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł wysokosprawnej kogeneracji do najbliższej istniejącej sieci. W tym kontekście przyłącze, rozumiane jako odcinek sieci łączący jednostkę/jednostki wytwarzania energii z punktem, w którym następuje rozgraniczenie własności sieci między właścicielem jednostki wytwórczej i operatorem sieci, może stanowić integralną część projektu dotyczącego jednostki wytwarzania energii, niezbędną dla osiągnięcia celów tego projektu.</p>
<b>Przykładowe rodzaje projektów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– budowa lub przebudowa jednostek wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu, w wyniku, której jednostki te będą spełniały wymogi dla wysokosprawnej kogeneracji określone w dyrektywie 2004/8/WE,</li> <li>– budowa lub przebudowa jednostek wytwarzania ciepła, w wyniku której jednostki te zostaną zastąpione jednostkami wytwarzania energii w skojarzeniu spełniającymi wymogi dla wysokosprawnej kogeneracji określone w dyrektywie 2004/8/WE.</li> </ul>
<b>Typ beneficjentów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przedsiębiorcy,</li> <li>– jednostki samorządu terytorialnego oraz ich związki i stowarzyszenia,</li> <li>– podmioty wykonujące usługi publiczne na podstawie umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego, w których większość udziałów lub akcji posiada samorząd terytorialny,</li> <li>– podmioty wybrane w wyniku postępowania przeprowadzonego na podstawie przepisów o zamówieniach publicznych wykonujące, usługi publiczne na podstawie umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego.</li> </ul>
<b>Minimalny wkład własny<sup>1)</sup> beneficjenta (%) (jeśli dotyczy)</b>	Dla projektów objętych krajową pomocą regionalną minimalny wkład własny wynosi 80% wydatków kwalifikowanych <sup>1)</sup> . Dla projektów objętych horyzontalną pomocą na ochronę środowiska minimalny wkład własny wynosi 80% wartości projektu.
<b>Minimalna/Maksymalna wartość projektu (jeśli dotyczy)</b>	Minimalna wartość projektu to 10 mln PLN.
<b>Minimalna/Maksymalna kwota wsparcia (jeśli dotyczy)</b>	Dla jednostek wykorzystujących nieodnawialne źródła energii maksymalna kwota wsparcia wynosi 20 mln PLN.

<b>Forma finansowania</b>	Pomoc bezzwrotna
	<b>Działanie 9.4</b>
<b>Nazwa działania</b>	Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych.
<b>Opis działania</b>	<p>Cel działania: <b>Wzrost produkcji energii elektrycznej i ciepłej ze źródeł odnawialnych</b></p> <p>W ramach działania wspierane będą inwestycje w zakresie budowy jednostek wytwarzania energii elektrycznej albo ciepła ze źródeł odnawialnych.</p> <p>Wsparciem zostaną objęte projekty dotyczące budowy lub zwiększenia mocy jednostek wytwarzania energii elektrycznej wykorzystujących energię wiatru, wody w małych elektrowniach wodnych do 10 MW, biogazu i biomasy albo projekty dotyczące budowy lub zwiększenia mocy jednostek wytwarzania ciepła przy wykorzystaniu energii geotermalnej lub słonecznej.</p> <p>W ramach działania wyklucza się możliwość wsparcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– technologii współspalania paliw kopalnych i biomasy lub biogazu,</li> <li>– budowy lub przebudowy obiektów energetycznych spalających odpady komunalne (które będą wspierane z działania 2.1).</li> </ul> <p>W ramach realizowanych projektów wsparcie może obejmować też budowę przyłączy jednostek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł wysokosprawnej kogeneracji do najbliższej istniejącej sieci. W tym kontekście przyłącze, rozumiane jako odcinek sieci łączący jednostkę/jednostki wytwarzania energii z punktem, w którym następuje rozgraniczenie własności sieci między właścicielem jednostki wytwórczej i operatorem sieci, może stanowić integralną część projektu dotyczącego jednostki wytwarzania energii, niezbędną dla osiągnięcia celów tego projektu.</p>
<b>Przykładowe rodzaje projektów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– budowa farmy wiatrowej,</li> <li>– budowa elektrowni wodnej o mocy do 10 MW,</li> <li>– budowa elektrowni na biomasę lub biogaz,</li> <li>– budowa ciepłowni geotermalnej,</li> <li>– instalacja kolektorów słonecznych.</li> </ul>
<b>Typ beneficjentów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przedsiębiorcy,</li> <li>– jednostki samorządu terytorialnego oraz ich związki i stowarzyszenia,</li> <li>– podmioty wykonujące usługi publiczne na podstawie umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego, w których większość udziałów lub akcji posiada samorząd terytorialny,</li> <li>– podmioty wybrane w wyniku postępowania przeprowadzonego na podstawie przepisów o zamówieniach publicznych, wykonujące usługi publiczne na podstawie umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego,</li> <li>– kościoły, kościelne osoby prawne i ich stowarzyszenia oraz inne związki wyznaniowe.</li> </ul>
<b>Minimalny wkład własny<sup>1)</sup> beneficjenta (%) (jeśli dotyczy)</b>	<p>Dla projektów objętych krajową pomocą regionalną minimalny wkład własny wynosi 80% wydatków kwalifikowanych<sup>1)</sup>.</p> <p>Dla projektów objętych horyzontalną pomocą na ochronę środowiska minimalny wkład własny wynosi 80% wartości projektu.</p>
<b>Minimalna/Maksymalna wartość projektu (jeśli dotyczy)</b>	<p>Projekty o minimalnej wartości 20 mln PLN, z zastrzeżeniem następujących wyjątków:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– dla inwestycji w zakresie wytwarzania energii elektrycznej z biomasy lub biogazu oraz w zakresie budowy lub rozbudowy małych elektrowni wodnych, wartość projektu 10 mln PLN.</li> </ul>




<b>Minimalna/Maksymalna kwota wsparcia (jeśli dotyczy)</b>	Nie dotyczy.
<b>Forma finansowania</b>	Pomoc bezzwrotna.
	<b>Działanie 9.5</b>
<b>Nazwa działania</b>	<b>Wytwarzanie biopaliw ze źródeł odnawialnych</b>
<b>Opis działania</b>	<p>Cel działania: <b>Zwiększenie wytwarzania biokomponentów i biopaliw.</b></p> <p>W ramach działania wspierane będą inwestycje w zakresie produkcji biokomponentów i biopaliw, w tym również biopaliw drugiej generacji, objętych ustawą z dnia 25 sierpnia 2006 roku o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (<i>Dz.U. Nr 169, poz. 1199 z późn. zm.</i>).</p> <p>Wsparciem zostaną objęte projekty budowy zakładów produkujących biokomponenty i biopaliwa stanowiące samoistne paliwa, z wyłączeniem produkcji biopaliw stanowiących mieszanki z paliwami ropopochodnymi oraz produkcji czystego oleju roślinnego i bioetanolu produkowanego z produktów rolnych.</p>
<b>Przykładowe rodzaje projektów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– budowa zakładu/installacji do produkcji biokomponentów tj. ester metylowy kwasów tłuszczowych</li> <li>– budowa instalacji do produkcji biogazu</li> </ul>
<b>Typ beneficjentów</b>	Przedsiębiorcy.
<b>Minimalny wkład własny<sup>1)</sup> beneficjenta (%) (jeśli dotyczy)</b>	70% wydatków kwalifikowalnych, ale nie mniejszy niż w programie pomocy publicznej (w przypadku projektów objętych pomocą publiczną).
<b>Minimalna/Maksymalna wartość projektu (jeśli dotyczy)</b>	Minimalna wartość projektu 20 mln PLN.
<b>Minimalna / Maksymalna kwota wsparcia (jeśli dotyczy)</b>	Nie dotyczy.
<b>Forma finansowania</b>	Pomoc bezzwrotna.
	<b>Działanie 9.6</b>
<b>Nazwa działania</b>	Sieci ułatwiające odbiór energii ze źródeł odnawialnych.
<b>Opis działania</b>	<p>Cel działania: <b>Ułatwienie rozwoju energetyki odnawialnej poprzez budowę sieci umożliwiających odbiór energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych.</b></p> <p>W ramach działania wspierane będą inwestycje w obszarze przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej w zakresie niezbędnym do umożliwienia dostarczania do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego energii produkowanej ze źródeł odnawialnych. Projekty powinny być w pełni dedykowane przyłączeniu nowych jednostek wytwórczych energii z OZE.</p> <p>W ramach działania przewiduje się również wsparcie dla budowy i modernizacji przyłączy jednostek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. W tym kontekście, przyłącze rozumiane jako odcinek sieci będący własnością operatora sieci (od punktu w którym następuje rozgraniczenie własności sieci między właścicielem jednostki wytwórczej i operatorem sieci, określonego w umowie przyłączeniowej) może stanowić integralną część projektu dotyczącego jednostki wytwarzania energii, niezbędną dla osiągnięcia celów tego projektu.</p>
<b>Przykładowe rodzaje projektów</b>	Budowa oraz modernizacja sieci umożliwiających przyłączanie jednostek wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego.



<b>Typ beneficjentów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– przedsiębiorcy,</li> <li>– jednostki samorządu terytorialnego oraz ich związki i stowarzyszenia,</li> <li>– podmioty wykonujące usługi publiczne na podstawie umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego, w których większość udziałów lub akcji posiada samorząd terytorialny,</li> <li>– podmioty wybrane w wyniku postępowania przeprowadzonego na podstawie przepisów o zamówieniach publicznych wykonujące, usługi publiczne na podstawie umowy zawartej z jednostką samorządu terytorialnego.</li> </ul>
<b>Minimalny wkład własny<sup>1)</sup> beneficjenta (%) (jeśli dotyczy)</b>	15% wydatków kwalifikowalnych oraz wszystkie wydatki wykraczające poza lukę finansową.
<b>Minimalna/Maksymalna wartość projektu (jeśli dotyczy)</b>	Minimalna wartość projektu to 20 mln PLN.
<b>Minimalna/Maksymalna kwota wsparcia (jeśli dotyczy)</b>	Nie dotyczy.
<b>Forma finansowania</b>	Pomoc bezzwrotna.
<b>Działanie 10.3</b>	
<b>Nazwa działania</b>	Rozwój przemysłu dla odnawialnych źródeł energii
<b>Opis działania</b>	<p>Cel działania: <i>Ułatwienie dywersyfikacji źródeł energii oraz rozwoju energetyki odnawialnej poprzez wsparcie przemysłu produkującego urządzenia służące do wytwarzania paliw i energii ze źródeł odnawialnych.</i></p> <p>Wsparcie w ramach działania będzie kierowane na budowę nowoczesnych linii technologicznych wytwarzających urządzenia wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej i ciepłej ze źródeł odnawialnych oraz biokomponentów i biopaliw określonych w ustawie z dnia 25 sierpnia 2006 roku o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (<i>Dz.U. Nr 169, poz. 1199 z późn. zm.</i>).</p> <p>W ramach działania wsparcie uzyskać mogą inwestycje polegające na budowie zakładów produkujących urządzenia do wytwarzania:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– energii elektrycznej z wiatru, wody w małych elektrowniach wodnych do 10 MW, biogazu i biomasy,</li> <li>– ciepła przy wykorzystaniu biomasy oraz energii geotermalnej i słonecznej,</li> <li>– energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji przy wykorzystaniu wyłącznie biomasy lub energii geotermalnej,</li> <li>– biokomponentów oraz biopaliw stanowiących samoistne paliwa, z wyłączeniem urządzeń do produkcji biopaliw stanowiących mieszanki z paliwami ropopochodnymi, produkcji bioetanolu z produktów rolnych oraz czystego oleju roślinnego.</li> </ul>
<b>Przykładowe rodzaje projektów</b>	Budowa zakładów produkujących panele słoneczne, wiatraki, kotły opalane biomasą.
<b>Typ beneficjentów</b>	Przedsiębiorcy.
<b>Minimalny wkład własny<sup>1)</sup> beneficjenta (%) (jeśli dotyczy)</b>	70% wydatków kwalifikowalnych, ale nie mniejszy niż w programie pomocy publicznej w przypadku projektów objętych pomocą publiczną).

<b>Minimalna/Maksymalna wartość projektu (jeśli dotyczy)</b>	Minimalna wartość projektu to 20 mln PLN.
<b>Minimalna/Maksymalna kwota wsparcia (jeśli dotyczy)</b>	Maksymalnie 30% wydatków kwalifikowanych, ale nie więcej niż 30 mln PLN.
<b>Forma finansowania</b>	Pomoc bezzwrotna.

<sup>1)</sup> Wkładem własnym mogą być środki własne beneficjenta, jak również inne środki publiczne, np. pożyczki lub kredyty preferencyjne. Zgodnie z mapą pomocy regionalnej, przedsiębiorca lokujący swoją inwestycję w województwie łódzkim może otrzymać do 50% wsparcia. Pułap ten może zostać podniesiony o 10 % w przypadku średniego przedsiębiorcy oraz 20 % w przypadku przedsiębiorcy małego.

 CITEC S.A. ul. Dąbki 5, 40-033 Katowice	<i>„Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”</i>	Str. 37
--	--	---------

### ***Regionalne Programy Operacyjne (RPO)***

Źródłem dofinansowania inwestycji w OZE ze środków UE mogą być Regionalne Programy Operacyjne (RPO), które są wdrażane na poziomie poszczególnych województw. RPO są szczególnie atrakcyjne dla mniejszych projektów i nie spełniających wymagań Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w zakresie wymaganej minimalnej wartości inwestycji. Zgodnie z zapisami *Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007- 2013*, województwo łódzkie dysponuje, w ramach II Osi priorytetowej *„Ochrona środowiska, zapobieganie zagrożeniom i energetyka”*, kwotą 171,1 mln euro.

W ramach II Osi priorytetowej RPO WŁ na lata 2007-2013, prowadzone mogą być działania z zakresu odnawialnych źródeł energii przedstawione w Tabeli 3-3.

**Tabela 3-3** *Możliwości finansowania przedsięwzięć związanych z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013*

	<b>Działanie II.9</b>
<b>Nazwa działania</b>	Odnawialne źródła energii
<b>Opis działania</b>	Celem działania jest dywersyfikacja źródeł energii ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
<b>Przykładowe rodzaje projektów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– budowa jednostek wytwórczych energii elektrycznej wykorzystujących biomasę, biogaz, energię słoneczną, wiatrową oraz wody w małych elektrowniach wodnych,</li> <li>– budowa, rozbudowa i modernizacja infrastruktury służącej do produkcji i przesyłu energii odnawialnej,</li> <li>– inwestycje wykorzystujące nowoczesne technologie oraz „know-how” w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii,</li> <li>– budowa instalacji i urządzeń do produkcji biodiesla (w procesie estryfikacji oleju) i innych biopaliw, z wyłączeniem bioetanolu,</li> <li>– budowa jednostek wytwórczych ciepła przy wykorzystaniu między innymi biomasy, energii słonecznej, energii geotermalnej, itd.,</li> <li>– inwestycje związane z produkcją biopaliw nie będących produktami rolnymi.</li> </ul>
<b>Typ beneficjentów</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– jednostki samorządu terytorialnego, ich związki i stowarzyszenia,</li> <li>– jednostki organizacyjne samorządu terytorialnego posiadające osobowość prawną,</li> <li>– administracja rządowa,</li> <li>– jednostki sektora finansów publicznych posiadające osobowość prawną nie wymienione wyżej,</li> <li>– szkoły wyższe,</li> <li>– przedsiębiorcy,</li> <li>– spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, TBS,</li> <li>– jednostki naukowe,</li> <li>– zakłady opieki zdrowotnej działające w publicznym systemie ochrony zdrowia.</li> </ul>
<b>Minimalny wkład własny beneficjenta (%)</b>	<p>W odniesieniu do projektów nieobjętych zasadami udzielania pomocy publicznej, minimalny wkład własny beneficjenta wynosi 15% wydatków kwalifikowanych projektu.</p> <p>W przypadku pozostałych projektów, minimalny wkład własny beneficjenta będzie obliczany na podstawie maksymalnej dopuszczalnej intensywności pomocy publicznej, określonej w rozporządzeniu Ministra Rozwoju Regionalnego (Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego z dnia 11 października 2007r. w sprawie udzielania regionalnej pomocy inwestycyjnej w ramach regionalnych programów operacyjnych).</p>
<b>Minimalna / Maksymalna wartość projektu</b>	<p>W ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013 (RPO WŁ) dofinansowanie uzyskać mogą projekty dotyczące odnawialnych źródeł energii w zakresie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– budowy, rozbudowy i modernizacji infrastruktury służącej do produkcji i przesyłu energii odnawialnej – maksymalna wartość projektu wynosi 20 mln PLN,</li> <li>– inwestycji wykorzystujących nowoczesne technologie oraz „know-how” w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł</li> </ul>

	<p>energii – maksymalna wartość projektu wynosi 20 mln PLN,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wytwarzania energii elektrycznej z biomasy lub biogazu - maksymalna wartość projektu wynosi 10 mln PLN,</li> <li>– budowy lub rozbudowy małych elektrowni wodnych - maksymalna wartość projektu wynosi 10 mln PLN,</li> <li>– inwestycji związanych z produkcją biopaliw nie będących produktami rolnymi - maksymalna wartość projektu wynosi 20 mln PLN.</li> </ul> <p>W ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013 (na obszarach objętych Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich) w zakresie odnawialnych źródeł energii wsparcie uzyskują projekty:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wartości minimum 3 mln PLN,</li> <li>– wartości poniżej 3 mln PLN tylko w przypadku gdy gmina nie może już korzystać ze wsparcia z PROW (np. gdy z PROW otrzymała wsparcie na 2,5 mln PLN, a kolejny projekt ma wartość przekraczającą pozostałą kwotę możliwą do wykorzystania w PROW).</li> </ul> <p>W ramach RPO WŁ (na obszarach nie objętych Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich) realizowane będą projekty bez ograniczeń kwotowych.</p>
<b>Minimalna / Maksymalna kwota wsparcia</b>	Nie dotyczy.
<b>Forma finansowania</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– refundacja części lub całości wydatków kwalifikowanych,</li> <li>– forma zaliczki, co dotyczy części lub całości dofinansowania (w przypadku Jednostek Samorządu Terytorialnego).</li> </ul>

### ***Program Rozwoju Obszarów Wiejskich***

Projekty z zakresu OZE mogą być także finansowane z Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) na lata 2007-2013. W ramach PROW wsparcie finansowe będą mogły uzyskać projekty dotyczące wytwarzania lub dystrybucji energii ze źródeł odnawialnych, zlokalizowane w miejscowościach należących do gminy wiejskiej albo w miejscowościach należących do gminy miejsko-wiejskiej o liczbie mieszkańców mniejszej niż 5 tys. Maksymalna wysokość pomocy na realizację projektów w jednej gminie, w okresie realizacji Programu, nie może przekroczyć 3 mln zł.

Pomoc udzielana w ramach tego programu może dotyczyć również inwestycji związanych z podjęciem lub modernizacją produkcji produktów rolnych żywnościowych lub nieżywnościowych, w tym produktów przeznaczonych na cele energetyczne. Wsparcie może być przyznane m.in. na zakup maszyn i urządzeń służących do uprawy, zbioru, magazynowania, przygotowania do sprzedaży produktów rolnych, wykorzystywanych następnie, jako surowiec energetyczny lub substrat do produkcji materiałów energetycznych, w tym biopaliw. W zakres przedsięwzięć objętych programem mogą wchodzić inwestycje w urządzenia służące wytwarzaniu energii ze źródeł odnawialnych, na potrzeby produkcji rolnej w danym gospodarstwie.

Wspierane są inwestycje w zakresie przetwórstwa produktów rolnych na produkty nieżywnościowe, w tym również produkty rolne wykorzystywane na cele energetyczne, np. do produkcji biopaliw (olej, alkohol etylowy).

W zakres operacji objętych działaniem „Zwiększanie wartości dodanej podstawowej produkcji rolnej i leśnej” mogą wchodzić także inwestycje w urządzenia służące wytwarzaniu energii ze źródeł odnawialnych lub produktów odpadowych (biogaz). W zakres obydwu działań wchodzi m.in. działalność w zakresie produkcji materiałów energetycznych z biomasy (wytwarzanie brykietów). Program obejmuje również wsparcie dla inwestycji służących wykorzystaniu, wytwarzaniu lub dystrybucji energii ze źródeł odnawialnych.

### ***Norweski Mechanizm Finansowy i Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego***

Jest to instrument finansowy przeznaczony dla nowych państw członkowskich Unii Europejskiej. Są to dodatkowe, obok Funduszy Strukturalnych i Funduszu Spójności, źródła bezzwrotnej pomocy zagranicznej. Państwami darczyńcami są 3 kraje EFTA (Europejskie Stowarzyszenie Wolnego Handlu): Norwegia, Islandia i Lichtenstein. W ramach tego funduszu mogą być przekazywane środki finansowe na realizację projektów, w ramach określonych obszarów priorytetowych. Inwestycje w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii mogą być dotowane w ramach priorytetu 2. – „Promowanie zrównoważonego rozwoju poprzez lepsze wykorzystanie i zarządzanie zasobami” oraz priorytetu 1. – „Ochrona środowiska, w tym środowiska ludzkiego, poprzez między innymi redukcję zanieczyszczeń i promowanie odnawialnych źródeł energii”.

Oprócz funduszy unijnych projekty w zakresie wykorzystania energii odnawialnej mogą być wspierane finansowo w ramach środków krajowych poprzez dotacje i preferencyjne pożyczki z **Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej** oraz **Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**

#### **Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) co roku dokonuje wyboru przedsięwzięć do dofinansowania, przeznaczając środki przede wszystkim na dofinansowanie przedsięwzięć realizowanych z udziałem bezzwrotnych środków Unii Europejskiej i innych bezzwrotnych środków zagranicznych. Dofinansowanie NFOŚiGW kierowane jest na przedsięwzięcia służące osiągnięciu przez Polskę efektów ekologicznych określonych w *Traktacie Akcesyjnym*.

NFOŚiGW we współpracy z Wojewódzkimi Funduszami Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW) zamierza znacznie zwiększyć swoje zaangażowanie finansowe w inwestycje w energetyce odnawialnej. Planuje się, że duże inwestycje w OZE finansowane będą z pożyczek i dotacji NFOŚiGW, średnie inwestycje z pożyczek udzielanych przez WFOŚiGW ze środków przekazanych przez NFOŚiGW, a małe inwestycje wspierane będą pożyczkami udzielanymi przez banki z dopłatą do oprocentowania oferowaną przez NFOŚiGW. W ten sposób rozdzielane będą środki przeznaczone na finansowanie odnawialnych źródeł energii oraz obiektów wysokosprawnej kogeneracji z subfunduszu utworzonego z opłat zastępczych i kar naliczanych na podstawie *Ustawy Prawo Energetyczne*.

Oprócz dofinansowania energetyki odnawialnej z nowo utworzonego subfunduszu NFOŚiGW oferuje następujące formy pomocy finansowej do działalności inwestycyjnej:

- pożyczki preferencyjne,
- pożyczki płatnicze,
- kredyty udzielane ze środków Narodowego Funduszu przez banki w ramach linii kredytowych,
- dotacje,
- dopłaty do oprocentowania preferencyjnych kredytów i pożyczek,
- pożyczki w ramach umowy konsorcjum,
- promesy pomocy finansowej przedsięwzięcia,
- poręczenia spłaty kredytów oraz zwrotu środków przyznanych przez rządy państw obcych i organizacje międzynarodowe, przeznaczonych na realizację zadań ochrony środowiska i gospodarki wodnej,
- umorzenia pożyczek preferencyjnych,
- przekazanie środków jednostkom budżetowym.

Zgodnie z uchwałą nr 16/08 Rady Nadzorczej NFOŚiGW z dnia 6 marca 2008 roku w ramach programu priorytetowego 4.2 „*Wzrost wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, w tym biopaliw*” dofinansowanie w roku 2008 mogą uzyskać następujące zadania:

- budowa lub modernizacja elektrowni wodnych, z wyjątkiem obiektów piętrzących dla elektrowni wodnych o mocy powyżej 10 MW,
- budowa lub modernizacja instalacji wytwarzania energii elektrycznej i ciepła przy udziale biomasy,
- budowa lub modernizacja instalacji wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z wykorzystaniem biogazu uzyskiwanego w procesie fermentacji metanowej osadów ściekowych oraz odpadów komunalnych na składowiskach, biomasy uprawianej, odpadów biologicznych przemysłu spożywczego; biogazowanie rolnicze,
- budowa elektrowni wiatrowych,
- inwestycje dotyczące produkcji i stosowania w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych,
- budowa kolektorów słonecznych i ogniw fotowoltaicznych,
- zastosowanie pomp ciepła wykorzystujących ciepło ziemi lub ciepło z otoczenia,
- budowa lub modernizacja instalacji pozyskiwania energii z wód geotermalnych.

Pożyczka udzielona przez NFOŚiGW nie może przekroczyć 80 % kosztów przedsięwzięcia, za wyjątkiem przedsięwzięć dofinansowywanych z niepodlegających zwrotowi środków zagranicznych.

Wysokość pożyczki na przedsięwzięcia finansowane wyłącznie ze środków Narodowego Funduszu nie może być niższa niż 2 mln zł, z wyłączeniem pożyczek płatniczych oraz pożyczek udzielanych ze środków subfunduszy.

Wysokość pomocy finansowej w formie kredytów udzielanych przez banki ze środków Narodowego Funduszu w ramach linii kredytowych, ustalana jest każdorazowo w umowie pomiędzy Narodowym Funduszem a bankiem.

### **Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi**

Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW) są powołane dla wspierania projektów proekologicznych, zgodnych z długoterminowymi celami środowiskowymi regionu. Lista działań określających priorytetowe kierunki dofinansowania jest ustalana corocznie.

WFOŚiGW w Łodzi ogłosił listę przedsięwzięć priorytetowych w 2009 r. Inwestycje w OZE mogą uzyskać wsparcie finansowe w ramach priorytetu 3 – Ochrona Powietrza, który obejmuje:

- działanie OA 3.1. – wykorzystanie odnawialnych źródeł energii,
- działanie OA 3.2. – redukcję zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w energetyce i przemyśle,
- działanie OA 3.3. – ograniczenie niskiej emisji,
- działanie OA 3.4. – modernizacje układów technologicznych z wprowadzeniem nowoczesnych technik spalania.

Dofinansowanie zadań ze środków Funduszu następować będzie wg następującej hierarchii:

1. wspomaganie zadań wykorzystujących środki funduszy strukturalnych, przede wszystkim w ramach *Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013*,



2. dofinansowanie zadań ochrony środowiska równolegle dotowanych przez Fundusz Spójności,
3. wspieranie zadań pozwalających na osiągnięcie standardów ochrony środowiska oraz wypełnienie zobowiązań akcesyjnych, a wynikających z przyjętych programów i planów na szczeblu krajowym, wojewódzkim i gminnym, zadań realizowanych na terenach objętych ochroną przyrody,
4. dofinansowanie pozostałych zadań ochrony środowiska i gospodarki wodnej zgodnie z krajową i regionalną polityką ekologiczną.

#### **Granty z EkoFunduszu**

Granty z EkoFunduszu są to dotacje ze środków ekokonwersji polskiego długu, czyli środków, które zostały przeznaczone na przedsięwzięcia w dziedzinie ochrony środowiska, w ramach zamiany polskiego zadłużenia zagranicznego, zgodnie z porozumieniem o redukcji i reorganizacji długu Rzeczypospolitej Polskiej, zawartego dnia 21 kwietnia 1991 roku w Paryżu przez rząd Polski i rządy 17 krajów wierzycielskich skupionych w Klubie Paryskim oraz odpowiednich w tym zakresie umów międzynarodowych.

W ramach fundacji EkoFunduszu projekty z zakresu energetyki odnawialnej mogą być dofinansowane z sektorów:

- I – ochrona atmosfery,
- III – ochrona klimatu,
- V – gospodarka odpadami.

Środki EkoFunduszu mogą wspierać zarówno projekty w fazie początkowej, jak i te już realizowane, jeśli jednak stopień zaawansowania finansowanego projektu w dniu złożenia wniosku nie przekracza 60 %.

Dotacja EkoFunduszu dla pojedynczego projektu nie może być niższa niż 50 000 zł. Beneficjentami pomocy finansowej EkoFunduszu mogą być samorządy terytorialne, przedsiębiorstwa, instytucje użyteczności publicznej (szpitale, domy pomocy społecznej), instytucje budżetowe oraz organizacje pozarządowe.

EkoFundusz jest zainteresowany dofinansowaniem projektów w zakresie wykorzystania energii słonecznej.

Z EkoFunduszu dofinansowane mogą być m.in. projekty, wymienione w Tabeli 3-4.

**Tabela 3-4** Szczegółowe warunki, jakie powinny być spełnione przez projekty zgłaszane do dofinansowania w ramach projektów rozpatrywanych na zasadach ogólnych (poza konkursami i programami dopłat).

Lp	Przedmiot wniosku	Jednostka	Wartość graniczna	Warunki dodatkowe
1.	Pompy ciepła	moc cieplna urządzenia	min. 100 kW	– współczynnik sprawności min 3,2, – współpraca z systemem niskotemperaturowym, – pompa ciepła nie zastępuje ogrzewania gazowego.
2.	Kotły na biomase	moc cieplna źródła	kotły automatyczne 0,2 – 20 MW, kotły wrzutowe słoma 0,2 – 0,8 MW, kotły wrzutowe na drewno 0,2 – 0,3 MW	– wymóg przedstawienia umów na dostawę paliwa.
3.	Zgazowarki biomasy	moc cieplna źródła	0,2 – 5 MW	– wymóg przedstawienia umów na dostawę paliwa.
4.	Kotły fluidalne	moc cieplna źródła	1 – 20 MW	– wyklucza się kotły wielopaliwowe,
5.	Unieszkodliwianie odpadów niebezpiecznych	nie dotyczy	nie dotyczy	– z wyjątkiem grupy odpadów: zwierzęta padłe lub ubite z konieczności, – odpady pochodzące z przemysłu i usług fotograficznych, – odpady azbestu pochodzące z wymiany dachów i elewacji (możliwa budowa kwater na składowanie azbestu).
6.	Budowa instalacji do recyklingu odpadów komunalnych i niebezpiecznych	nie dotyczy	nie dotyczy	– z tej kategorii wyłącza się instalacje do katalitycznego przerobu poliolefin na parafiny oraz recykling zużytych pojazdów.

### ***Inne mechanizmy realizacji inwestycji w OZE. Partnerstwo Prywatno-Publiczne***

Każdy projekt, a zwłaszcza wspomagany funduszami UE, wymaga wkładu własnego. Pierwszym sposobem sfinansowania inwestycji jest budżet i środki własne gminy. Gdy budżet gminy jest niewystarczający, brakujące środki finansowe gmina może pożyczyć w bankach, na zasadach komercyjnych. Samorządy mogą korzystać także z innych instrumentów finansowych takich jak np. emisja obligacji. Obligacje mogą być emitowane w złotych, ale również w innych walutach. Inwestycje w OZE mogą być realizowane na zasadzie Partnerstwa Prywatno-Publicznego (PPP), które oznacza współpracę pomiędzy jednostkami administracji publicznej, a podmiotami prywatnymi w sferach zazwyczaj kontrolowanych przez administrację, np. w gospodarce komunalnej, obsłudze społeczno-socjalnej. Po stronie sektora publicznego partnerem mogą być: organy administracji rządowej, samorządowej oraz ich związki, a także inne jednostki. Po stronie sektora prywatnego partnerem może

być: przedsiębiorca w rozumieniu przepisów o swobodzie działalności gospodarczej, organizacja pozarządowa, kościół, związek wyznaniowy, banki, fundusze inwestycyjne, firmy ubezpieczeniowe.

Finansowanie infrastruktury z wykorzystaniem PPP może się odbywać zarówno na szczeblu centralnym, jak i samorządowym. Inwestycje w oparciu o PPP mogą obejmować budowę lub modernizację obiektów infrastrukturalnych, ale mogą dotyczyć także wykonywania przez firmę prywatną zadań, które normalnie leżą w gestii jednostek publicznych, jak np.: wywóz śmieci, wytwarzanie ciepła, wytwarzanie energii elektrycznej czy sprzątanie miasta.

Realizacja inwestycji w oparciu PPP może przynieść konkretne korzyści ekonomiczne i społeczne. Przede wszystkim angażuje prywatne środki inwestycyjne na zaspakajanie tej części potrzeb publicznych, na które państwo lub samorząd nie ma pieniędzy. Zwrot nakładów i zysk powinny przynieść wieloletnie zarządzanie wybudowanym obiektem. Ponadto inwestycje w ramach PPP są na ogół prowadzone szybciej i taniej niż inwestycje sektora publicznego. Zasady PPP reguluje ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. „*O partnerstwie publiczno-prywatnym*” (Dz.U. 2005 nr 169 poz.1420).

### **3.4 Wymogi prawne i proceduralne przy lokalizacji i budowie instalacji wykorzystujących OZE**

#### **3.4.1 Lokalizacja i budowa instalacji wykorzystujących OZE**

Wymogi prawne i proceduralne związane z lokalizacją i uzyskaniem pozwolenia na realizację inwestycji określają :



- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2003 Nr 80, poz.717),
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane ( Dz.U. 1994 Nr 89, poz.414) wraz z późniejszymi zmianami,
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 Nr 54, poz.318) wraz z późniejszymi zmianami.

Dla obiektów wykorzystujących podziemne złoża wód termalnych:

- Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 1994 nr 27, poz.27) wraz z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 czerwca 2005 r. w sprawie rozporządzania prawem do informacji geologicznej za wynagrodzeniem oraz udostępnianiu informacji geologicznej nieodpłatnie.

Przepisy prawne z zakresu ochrony środowiska (stan na dzień 10.06.2008 r.):

- 1) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62, poz.627) wraz z późniejszymi zmianami,

  CITEC S.A. ul. Dąbry 5, 40-033 Katowice	<i>„Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”</i>	Str. 46
---	--	---------

- 2) Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *o odpadach* (Dz. U. 2001 nr 62, poz. 628) z późniejszymi zmianami,
- 3) Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. *Prawo wodne* (Dz. U. 2001 r 115, poz. 1229) z późniejszymi zmianami,
- 4) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. *w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko* (Dz. U. 2004 nr 257, poz. 573) z późniejszymi zmianami,
- 5) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 5 grudnia 2002 r. *w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu* (Dz. U. 2003 nr 1, poz. 12),
- 6) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2005 r. *w sprawie standardów emisyjnych*,
- 7) Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. *o ochronie przyrody* (Dz. U. 2004 nr 92, poz. 880) z późniejszymi zmianami,
- 8) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. *w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego* (Dz. U. Nr 37, poz. 984),
- 9) Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 18 września 2007 r. *w sprawie wysokości stawek kar za przekroczenie warunków wprowadzania ścieków do wód lub do ziemi oraz za przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu, na rok 2008* (MP z 2007 r. Nr 65, poz. 732),
- 10) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. *w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi* (Dz. U. Nr 165, poz. 1359),
- 11) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. *w sprawie katalogu odpadów* (Dz. U. Nr 112, poz. 1206),
- 12) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. *w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku* (Dz. U. Nr 120, poz. 826),
- 13) Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 lutego 2003 r. *w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją instalacji lub urządzenia, przekazywanych właściwym organom ochrony środowiska oraz terminów i sposobów ich prezentacji* (Dz. U. Nr 59, poz. 529),
- 14) Minister Rozwoju Regionalnego *Wytyczne w zakresie postępowania dla przedsięwzięć współfinansowanych z krajowych lub regionalnych programów inwestycyjnych* z dnia 3 czerwca 2008 r.

Każdy projekt inwestycyjny można podzielić na fazy: przedinwestycyjną, realizację oraz eksploatację. Powodzenie lub porażka projektu zależy głównie od fazy przedinwestycyjnej. Pierwszym krokiem fazy przedinwestycyjnej jest wybór lokalizacji pod inwestycję. Przy wyborze lokalizacji, oprócz oceny bliskości surowców oraz rynków zbytu, należy przeanalizować również skutki społeczno-gospodarcze oraz ekologiczne planowanej inwestycji. Najważniejszym dokumentem wykonanym na tym etapie jest studium wykonalności (biznes plan), zawierające kompleksową analizę marketingową, techniczną, ekologiczną, finansową i ekonomiczną projektu.

Następnymi ważnymi krokami jest pozyskanie terenu i uzyskanie urzędowej decyzji pozwolenia na budowę. Procedura związana z uzyskaniem pozwolenia na budowę, zgodnie z *Ustawą o zagospodarowaniu przestrzennym*, może przebiegać różnymi ścieżkami administracyjnymi.

W przypadku, gdy gmina ma zatwierdzony plan miejscowego zagospodarowania terenu i jeżeli działka, na której planuje się budowę znajduje się na terenie przeznaczonym w planie pod tereny związane planowaną działalnością gospodarczą, inwestor nie musi zwracać się do wójta, burmistrza lub prezydenta miasta o wydanie warunków zabudowy i zagospodarowania terenu, tylko od razu może wystąpić do starosty z wnioskiem o pozwolenie na budowę. Wraz z wnioskiem przedstawia się wymagane prawem budowlanym dokumenty i dokumentację budowlaną.

Jeżeli teren działki nie jest objęty planem miejscowego zagospodarowania przestrzennego, wtedy trzeba uzyskać decyzję o warunkach zabudowy. Decyzja ma charakter przyrzeczenia, że jeżeli inwestor spełni wymogi przewidziane w prawie, to otrzyma pozwolenie na budowę. Inwestor musi spełnić warunki wynikające nie tylko z przepisów szczególnych (m.in. ustaw: *o ochronie przyrody, o ochronie gruntów rolnych i leśnych, o ochronie zabytków*), ale i z art. 61 „*Ustawy o zagospodarowaniu przestrzennym*”. Decyzję o warunkach zabudowy wydaje wójt, burmistrz albo prezydent miasta. Jeżeli działka zgodnie z planem zagospodarowania nie jest przeznaczona pod tereny na planowaną działalność gospodarczą, to właściciel działki może się starać o zmianę miejscowego planu zagospodarowania. Wniosek o zmianę planu składany jest do wójta, burmistrza lub prezydenta miasta. Ten, co najmniej raz podczas swojej kadencji, musi przeprowadzić analizę zmian w planie zagospodarowania przestrzennego (taki obowiązek nakłada na niego ustawa) i ocenić m.in., czy złożony wniosek jest zgodny z polityką przestrzenną gminy. Po uzyskaniu opinii gminnej komisji urbanistyczno-architektonicznej wyniki analizy wójt, burmistrz lub prezydent przedkłada radzie gminy. Rada gminy podejmuje stosowne decyzje. Gmina może zmienić plan zagospodarowania, ale nie musi. Jeżeli więc nie chce zmienić planu, to ma do tego prawo, które daje jej tzw. władztwo planistyczne. Właściciel działki nie ma natomiast prawnych podstaw do wniesienia skargi od decyzji rady gminy.

Inna sytuacja występuje, gdy gmina przystąpiła dopiero do prac nad planem zagospodarowania. Mieszkańcy gminy mogą zgłaszać swoje uwagi i wnioski do planu. Można je również zgłaszać w trakcie prac nad planem. Uwagi i wnioski mogą być odrzucone przez radę gminy. Jeżeli wniosek został

odrzucony, do sądu administracyjnego można skarżyć uchwalony plan na podstawie art. 101 „Ustawy o samorządzie gminnym”. Mówi on, że jeśli czyjś interes prawny został naruszony, może on, po wcześniejszym wezwaniu rady do usunięcia naruszenia, wnieść skargę do NSA.

Ważnym elementem procesu przedinwestycyjnego jest sporządzenie i uzgodnienie oceny oddziaływania planowanego przedsięwzięcia na środowisko. Kwalifikację rodzajów przedsięwzięć, dla których należy wykonywać Oceny Oddziaływania na Środowisko określa Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. 2004 nr 257, poz. 2573 z późniejszymi zmianami). Sposób postępowania w sprawie oceny oddziaływania na środowisko przedsięwzięcia współfinansowanego z krajowych lub regionalnych programów operacyjnych został wskazany w Wytycznych Ministra Rozwoju Regionalnego z dnia 3 czerwca 2008 r. Wytyczne stanowią zalecenia określające sposób postępowania w ramach procesu inwestycyjnego w zakresie sporządzania i uzgadniania Ocen Oddziaływania na Środowisko zgodnie z wymaganiami prawa Unii Europejskiej i będą obowiązywać do czasu nowelizacji polskiego ustawodawstwa w tym zakresie.

W przypadku inwestycji w OZE, w których wytwarzana będzie energia elektryczna, warunkiem późniejszego zaliczenia wytworzonej energii elektrycznej do energii odnawialnej i uzyskania „zielonych certyfikatów” jest uzyskanie promesy koncesyjnej na wytwarzanie energii elektrycznej. Zgodnie z art. 32 ust. 1 pkt. 1 ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. „Prawo energetyczne” (Dz. U. 2006 r. nr 89, poz. 625, nr 104, poz. 708, nr 158, poz. 1123 i Nr 170, poz. 1217). Koncesjonowaniu podlega każda działalność gospodarcza w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii bez względu na wielkość mocy zainstalowanej źródła, czy też ilości energii wyprodukowanej. Dla źródeł nie posiadających koncesji nie można wnioskować o wydanie świadectw pochodzenia oraz nie przysługuje prawo żądania od operatora systemu dystrybucyjnego zakupu wytworzonej energii elektrycznej. W przypadku planowanego podłączenia do sieci dystrybucyjnej nowych mocy elektrycznych wymagane jest uzyskanie warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej, wydawanych przez spółkę dystrybucyjną. Opisana wyżej procedura związana z uzyskaniem wymaganych uzgodnień dla inwestycji, a zwłaszcza z uzyskaniem pozwolenia na budowę, jest skomplikowana i długotrwała, co niejednokrotnie odstrasza potencjalnego inwestora, zwłaszcza zagranicznego, od podejmowania działań inwestycyjnych. Pod koniec 2008 r., wg zapewnień rządu, nastąpi nowelizacja polskiego ustawodawstwa, pod kątem uproszczenia procedur związanych z uzyskaniem pozwolenia na budowę.



## 4 Ocena potencjalnych zasobów źródeł energii odnawialnej w województwie łódzkim

### 4.1 Biopaliwa stałe

#### 4.1.1 Charakterystyka biopaliw stałych

W polskich aktach normatywnych „biomasa to stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów oraz pozostałości z produkcji rolnej i leśnej, a także z przemysłu przetwarzającego ich produkty oraz z części pozostałych odpadów, które ulegają biodegradacji. Określenie biopaliwo stałe, używane w tym opracowaniu, oznacza substancje stałe pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego pochodzące z produktów, odpadów oraz pozostałości z produkcji rolnej i leśnej, które ulegają biodegradacji i zużywane są na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania, zgazowania, karbonizacji lub pirolizy.

W kraju na cele energetyczne wykorzystuje się następujące rodzaje biopaliw stałych:

- drewno i odpady drzewne z lasów, sadów, zieleni miejskiej, z przemysłu drzewnego oraz opakowania drewniane,
- słoma i ziarna ze: zbóż, roślin oleistych, roślin strączkowych oraz siano,
- odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego,
- plony z upraw roślin energetycznych,
- osady ściekowe.

W Tabeli 4-1 przedstawiono niektóre rodzaje biopaliw stałych oraz ich wartości opałowe.

**Tabela 4-1** Wartość opałowa wybranych rodzajów biopaliw stałych w zależności od wilgotności

Rodzaj biopaliw stałych	Wilgotność %	Wartość opałowa w stanie świeżym MJ/kg	Wartość opałowa w stanie suchym MJ/kg
Drewno opałowe	40 – 60	9 – 12	17,0 – 19,0
Pył drzewny suchy	3,8 – 6,4	15,2 – 19,1	15,2 – 20,1
Trociny	39,1 – 47,3	5,3	19,3
Brykiety drzewne	3,8 – 14,1	15,2 – 19,7	16,9 – 20,4
Pelety	3,6 – 12	16,5 – 17,3	17,8 – 19,6
Słoma pszenna	15 – 20	12,9 – 14,1	17,3
Słoma jęczmienna	15 – 22	12,0 – 13,9	16,1
Słoma rzepakowa	30 – 40	10,3 – 12,5	15,0
Słoma kukurydziana	45 – 60	5,3 – 8,2	16,8
Brykiety ze słomy	9,7	15,2	17,1
Wierzba zrębki	40	10,4	18,5 – 19,5

**Źródło:** Ignacy Niedziółka, Andrzej Zuchniarz, Katedra Maszynoznawstwa Rolniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie, Analiza energetyczna wybranych rodzajów biomasy, Motrol 2006 r.



### **Drewno i odpady drzewne**

Drewno jest substancją niejednorodną zawierająca głównie celulozę, hemicelulozę, ligninę i wodę. Zawartość wody w świeżym drewnie zależy głównie od gatunku drzewa i jest wyższa dla drewna o mniejszym ciężarze właściwym. Podstawowym składnikiem drewna jest materiał palny, który złożony jest z węgla (50 – 52 %), tlenu (40 – 44 %) oraz w mniejszych ilościach z wodoru (6 – 6,5 %), azotu (ok. 0,2 %) oraz popiołu (ok. 0,5 %) zawierającego: wapń, magnez, potas i siarkę (0,1 %). Do substancji niepalnych zawartych w drewnie należy woda, której maksymalna zawartość występuje w drewnie świeżo ściętego drzewa (do 60 %). Do celów energetycznych surowiec drzewny pozyskiwany jest w postaci tzw. sortymentów. Typowym sortymentem energetycznym jest drewno średniowymiarowe i małowymiarowe oraz odpady pozrębowe. Drewno średniowymiarowe (średnica od 5 cm do 50 cm) dla celów energetycznych pozyskuje się w formie drewna okrągłego lub rozłupanych szczap. Drewno małowymiarowe to żerdzie, tyczkowina, gałęzie, chrust oraz zrębki drzewne. Na cele energetyczne przeznaczają się żerdzie o średnicy ok. 10 cm oraz tyczki o średnicy nie większej niż 6 cm, których kształty i struktura nie pozwalają na inne użycie. Najmniejszą frakcją drewna małowymiarowego są zrębki drzewne, które powstają z pozostałości po wycince oraz po przeróbce większych sortymentów. Ostatnią grupę stanowi odpad pozrębowy w postaci 5 – 50 mm długości ścinków rozdrobnionego drewna powstających podczas pierwszego trzebień drzewostanów, ścinania wierzchołków oraz po wyрубie lasu. Jako odpad pozrębowy uważa się także pozostałości z obrabiania kłód w tartakach, odpady z pielęgnacji upraw leśnych, parków, sadów i gminnych terenów zielonych oraz odpady z dużych zakładów przerabiających drewno. Jako paliwo energetyczne drewno wykorzystywane jest w różnej postaci, jako: kawałki, zrębki, ścinki, wióry, trociny, pył drzewny oraz w postaci sprasowanej, jako brykiety i pelety.

### **Słoma zbożowa, z roślin oleistych, roślin strączkowych oraz siano**

Do celów energetycznych może być używana słoma wszystkich rodzajów zbóż (z wyłączeniem owsa), rzepaku i gryki, a także wysuszone rośliny strączkowe i len. Szczególnie cenne dla celów energetycznych są: słoma żytnia, pszenna, rzepakowa i gryczana. Słoma charakteryzuje się wysoką zawartością suchej masy (około 85 %) oraz zdolnością do chłonięcia wody i gazów. W procesach energetycznych powinna być wykorzystywana tzw. słoma szara, tzn. pozostawiona przez pewien czas po ścięciu na działanie warunków atmosferycznych, a następnie wysuszona. Słoma o dużej zawartości wilgoci, nie tylko charakteryzuje się mniejszą wartością energetyczną, ale również podczas jej spalania emitowanych jest więcej zanieczyszczeń niż w przypadku słomy szarej. Porównanie parametrów słomy żółtej i szarej przedstawiono w Tabeli 4-2. Słoma zbóż, jako paliwo energetyczne stosowana jest w postaci kostek i balotów oraz brykietów i peletów.

**Tabela 4-2 Zestawienie parametrów słomy żółtej i szarej, jako paliwa**

Parametr	Słoma żółta	Słoma szara
Zawartość wody, %	15,00	15,00
Zawartość popiołu, %	4,00	3,00
Zawartość węgla, %	42,00	43,00
Zawartość tlenu, %	37,00	38,00
Zawartość wodoru, %	5,00	5,20
Zawartość chloru, %	0,75	0,20
Zawartość azotu, %	0,35	0,41
Zawartość siarki, %	0,16	0,13
Części lotne, %	70,00	73,00
Rzeczywista wartość opałowa, MJ/kg	14,4	15,0
Wartość opałowa bez wody i popiołu, MJ/kg	18,2	18,7

*Źródło: L. Janowicz „Wykorzystanie słomy do celów grzewczych” Europejskie Centrum Energii Odnawialnej, Centralne Laboratorium Naftowe.*

**Odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego** – odpady z rolnictwa, sadownictwa, hodowli, leśnictwa, przetwórstwa żywności.

Odpady powstające w przetwórstwie rolno-spożywczym powstają głównie w zakładach przetwórstwa owocowo-warzywnego, w cukrowniach, browarach, gorzelniach, w zakładach przetwórstwa mięsnego i gastronomicznych. Odpady organiczne pochodzenia roślinnego powstałe w przetwórstwie rolno-spożywczym to m.in.: wyłoki, łuski, wysłodki buraczane, szlam, melasa, osady, wywary oraz pozostałości roślin. Odpady pochodzenia zwierzęcego powstają przede wszystkim w ubojniach, rzeźniach oraz zakładach przetwórstwa mięsnego i są to głównie tzw. odpady poubojowe (kości, skóry, tłuszcz, pióra) oraz mączka mięsno-kostna.

#### **Plony z upraw roślin energetycznych**

W Polsce można uprawiać kilka gatunków roślin energetycznych:

- Wierzbę wiciową (*Salix viminalis*),
- Ślazier pensylwański (*Sida hermaphrodita*),
- Topinambur (*Helianthus tuberosus*),
- Rdest Sachaliński (*Polygonum sachalinense*),
- Miskant olbrzymi (*Miscanthus sinensis gigantea*),
- Miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*).

Rośliny stosowane w plantacjach upraw energetycznych powinny się charakteryzować:

- dużym przyrostem masy w ciągu roku,
- wysoką wartością opałową,
- znaczną odpornością na choroby i szkodniki,
- stosunkowo niewielkimi wymaganiami glebowymi.

### **Wierzba wiciowa (*Salix viminalis*)**

Obecnie jest najpopularniejszą rośliną energetyczną w Polsce. Posiada ona bardzo duże przyrosty drewna w cyklu rocznym. Wartość opałowa wierzby jest porównywalna z miałem węglowym i wynosi ok. 18,6 – 19,6 MJ/kg. Średni jednoroczny zbiór biomasy z plantacji przemysłowej wynosi 10 – 15 ton s.m./ha. Zawartość popiołu po spalaniu wynosi ok. 1 % spalanej masy. Produkcja z prawidłowo założonej plantacji powinna trwać co najmniej 15 – 20 lat. W przypadku wierzby wiciowej zawartość wilgoci po zbiorze jest dość duża i mieści się w granicach 53 – 58 %. Dlatego też korzystne jest długoterminowe sezonowanie całych nierozdrobnionych pędów. Świeże, ścięte pędy wierzby mogą być używane do produkcji peletów, po pierwotnym ich dosuszeniu. Wierzba energetyczna ma stosunkowo małe wymagania glebowe. Najbardziej korzystne typy gleby do uprawy wierzby energetycznej to III, IV i V klasa bonitacyjna. Warto jednak zauważyć, że w przypadku uprawy na glebach gorszych np. V klasy, plon będzie odpowiednio mniejszy. Ważnym czynnikiem wpływającym na produkcję wierzby jest odpowiednie uwilgotnienie gleby. Czynnikiem ten odgrywa zwłaszcza istotną rolę w początkowej fazie uprawy, tzn. na etapie przyjmowania się sadzonek. Najkorzystniejszym poziomem wód gruntowych w okresie letnim jest poziom rzędu 100 – 300 cm, dla gleb piaszczystych oraz 160 – 190 cm dla gleb gliniastych. Pomimo tego, że wierzba wymaga odpowiedniego nawilgocenia gleby, nie jest to roślina wodna, a więc obumiera przy zbyt długotrwałych zalewach oraz nie nadaje się do uprawy na glebach bagnistych. Drugim istotnym czynnikiem wpływającym na wysokość plonu wierzby energetycznej jest odczyn pH gleby. Uprawie sprzyja odczyn pomiędzy 5,5 a 7,0.



### **Ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*)**

Jest to wieloletnia roślina energetyczna, tworząca mocne kępy, złożone z okrągławych, pustych łodyg o średnicy 5 – 30 mm i wysokości do 3 m. Ślazowiec jest stosunkowo odporny na niesprzyjające warunki klimatyczne. Dzięki głębokiemu systemowi korzeniowemu jest to również roślina odporna na okresowe susze. Zaletą ślazowca jest możliwość uprawy na słabszych glebach, jednak przy uprawie na żyzniejszych glebach osiąga on większą masę naziemną.



### **Topinambur (*Helianthus tuberosus*)**

Jest to roślina o bardzo wysokim potencjale produkcyjnym, osiągająca wysokość 2 – 4 m, przy średnicy łodygi dochodzącej do 3 cm. Może być uprawiany na glebach średnio zwięzłych, przewiewnych, zasobnych w składniki pokarmowe oraz dostatecznie wilgotnych. Do jego uprawy nie nadają się natomiast gleby podmokłe i kwaśne. Topinambur wytwarza podziemne łodygi, na końcach których

tworzą się bulwy, które również mogą mieć zastosowanie energetyczne. W warunkach polskich średni plon w przeliczeniu na suchą masę wynosi od 10 do 16 ton s.m./ha.

#### **Rdest Sachaliński** (*Polygonum sachalinense*)

Jest to roślina o nagich kanciastych łodygach dochodzących do 3 m wysokości, o liściach dochodzących do 30 cm. Rdest charakteryzuje się szybkim przyrostem. Wymaga nawożenia, ponieważ bez tego doprowadza do szybkiego wyjałowienia gleby. Zaletą rdestu jest stosunkowo niska zawartość wilgoci w roślinie w czasie zbioru od 32 – 36 %, w wyniku czego rdest nie wymaga dosuszania i może być natychmiast po zbiorze spalany lub magazynowany.

#### **Miskant olbrzymi** (*Miscanthus sinensis gigantea*)

Roślina ta należy do traw kępowych, osiąga ona wysokość od 2 do 3,5 m. Miskant hodowany jest dla grubych, sztywnych, wypełnianych gąbczastym rdzeniem źdźbeł. Wysokość plonu, w zależności, od jakości gleb wynosi od 6 do 24 ton suchej masy na hektar uprawy. Plony na najwyższym poziomie osiągane są zazwyczaj w trzecim roku uprawy i utrzymują się przez 8 – 9 lat. Wartość kaloryczna Miskanta olbrzymiego wynosi ok. 19,25 MJ/kg s.m.

#### **Miskant cukrowy** (*Miscanthus sacchariflorus*)

Podobnie jak Miskant olbrzymi należy do traw wieloletnich, osiąga wysokość 1 – 2,5 m, przy grubości łodygi ok. 1 cm. W warunkach polskich plon z jednego hektara wynosi od 5 do 20 ton suchej masy. W porównaniu do miskanta olbrzymiego wykazuje większą odporność na przymrozki. Preferuje gleby lekkie, zasobne w składniki pokarmowe, o umiarkowanej wilgotności.

Dla ujednoczenia formy oraz zwiększenia przydatności do spalania biopaliwa stałe mogą być przetwarzane do postaci brykietu lub granulatu typu pelet. Takie przetworzenie ułatwia transport i podawanie paliwa do kotła oraz sprawia, że staje się ono bardziej handlowe. Pelety oraz brykiety wytwarzane są poprzez zgniatanie i formowanie biomasy pod wysokim ciśnieniem i temperaturą.

**Pelet** – jest to materiał produkowany z biopaliw o wysokiej wartości opałowej, o niskiej wilgotności oraz małej zawartości popiołów. Produkcja polega na suszeniu, mieleniu i prasowaniu biomasy pod wysokim ciśnieniem w urządzeniu rotacyjnym. Do procesu prasowania nie dodaje się żadnych klejów ani lakierów. Rozmiary peletu wynoszą od 6 do 25 mm, przy kilku centymetrach



długości.

**Brykiet** – jest to materiał opałowy, do produkcji którego może posłużyć praktycznie każdy rodzaj roślin lub odpadów pochodzenia roślinnego. Brykiety powstają w procesie ciśnieniowego zagęszczania, w prasach mechanicznych lub hydraulicznych bez dodatku żadnych substancji wiążących. Dzięki dużemu zagęszczeniu materiału w stosunku do objętości, proces spalania brykietów jest stopniowy i powolny.

Wśród rodzajów brykietów można wyróżnić:

- walce o średnicy 30 – 80 mm,
- ośmiokątne brykiety z otworem w środku stosowane do kominków,
- kostka, najczęściej stosowana, również w kominkach.

## 4.1.2 Ocena potencjalnych zasobów biopaliw stałych

### 4.1.2.1 Potencjał teoretyczny

#### Drewno

Drewno do celów energetycznych może być pozyskiwane z:

- lasów w postaci drewna opałowego średniowymiarowego S4, małowymiarowego: M1 i M2 oraz odpadu pozrębowego,
- pielęgnacji sadów i zieleni miejskiej,
- odpadów przy przeróbce i obróbce drewna.

Potencjał teoretyczny zasobów drewna obliczono, jako ilość energii możliwa do wykorzystania przy założeniu, że zasoby energii są wykorzystywane w urządzeniach o 100 % sprawności, oraz że cały dostępny potencjał wykorzystywany jest na cele energetyczne.

W latach (2001 – 2005) z lasów województwa łódzkiego pozyskiwano średniorocznie 935 000 m<sup>3</sup> drewna<sup>5</sup>, natomiast powierzchnia lasów w województwie wynosi prawie 386 000 ha. Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi przesłała zestawienie dotyczące ilości zasobów surowca drzewnego, możliwego do wykorzystania dla OZE (Tabela 4-3). Lasy państwowe pozyskują drewno na podstawie operatów, planów 10-cio letnich, sporządzanych dla każdego nadleśnictwa osobno. W operatach wyliczane są masy drewna możliwe do pozyskania każdego roku. Rozmiar pozyskiwanego drewna jest wielkością stałą, sięgająca corocznie ok. 1/10 pozyskania z okresu obowiązywania operatu (na rok 2012 można przyjąć pozyskanie na poziomie roku 2007). Informacja na temat masy odpadów pozrębowych nie została w ankiecie podana, ponieważ mas tych z reguły się nie szacuje. Materiał ten często, po dalszym rozdrobieniu, pozostaje na powierzchniach leśnych, jako materiał użyźniający.

Drewno małowymiarowe, tzw. drobnica użytkowa wyrabiana jest w niewielkich ilościach: na potrzeby przemysłu płytowego (ok. 2500 m<sup>3</sup>), natomiast tzw. drobnica opałowa kupowana jest przez ludność na cele opałowe (ok. 49000 m<sup>3</sup>). Potencjał teoretyczny energii drewna średnio i małowymiarowego został wyznaczony dla założonej wartości opałowej drewna w stanie powietrznosuchym (wilgotność 15%) wynoszącej 15 MJ/kg<sup>6</sup> oraz średniej gęstości drewna 650 kg/m<sup>3</sup><sup>7</sup>.

<sup>5</sup> Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2006 roku

<sup>6</sup> [www.pgksystem.pl](http://www.pgksystem.pl)

<sup>7</sup> *Otwarta Encyklopedia Leśna*

**Tabela 4-3** Potencjał teoretyczny drewna w województwie łódzkim na podstawie danych Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Łodzi

Zasoby drewna				Potencjał teoretyczny GJ/rok
Nadleśnictwo	Drewno średniowymiarowe S4 <i>m<sup>3</sup>/rok</i>	Drewno małowymiarowe M1 i M2 <i>m<sup>3</sup>/rok</i>	Suma <i>m<sup>3</sup>/rok</i>	
	Energetyczne	Opalowe		
Bełchatów	1 590	1 750	3 340	28 223
Brzeziny	2 060	2 700	4 760	40 222
Gostynin	0	5 280	5 280	44 616
Kutno	0	1 890	1 890	15 970
Kolumna	760	2 740	3 500	29 575
Łąck	120	2 020	2 140	18 083
Opoczno	3 070	1 520	4 590	38 785
Poddębice	450	3 810	4 260	35 997
Piotrków	3 220	2 880	6 100	51 545
Płock	1000	3570	4 570	38 616
Radziwiłłów	1 120	2 400	3 520	29 744
Radomsko	690	3 060	3 750	31 687
Smardzewice	3 080	2 210	5 290	44 700
Skierniewice	4 200	2 860	7 060	59 657
Spała	4 070	2 350	6 420	54 249
Wieluń	2510	3300	5 810	49 094
Złoczew	880	3620	4 500	38 025
Grotniki	3730	1430	5 160	43 602
Przedbórz	8550	2260	10 810	91 344
<b>SUMA</b>			<b>92 750</b>	<b>783 737</b>

*Źródło: Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi, obliczenia własne.*

Całkowity potencjał teoretyczny drewna małego i średnio wymiarowego w nadleśnictwach województwa łódzkiego wynosi 783 737 GJ/rok. Największy potencjał występuje w nadleśnictwie Przedbórz i Skierniewice, a najmniejszy w nadleśnictwach Kutno i Łąck.

#### **Odpady pozrębowe**

Potencjał teoretyczny odpadów pozrębowych (Tabela 4-4) powstałych przy wyрубie lasów został oszacowany przy założeniu, że ze 100 m<sup>3</sup> pozyskiwanego drewna otrzymuje się po przeróbce do 60 % odpadów, w tym 10 m<sup>3</sup> kory, 15 m<sup>3</sup> drobnicy gałęziowej, 20 m<sup>3</sup> odpadów kawałkowych (ścinki, obrzyny), 19 m<sup>3</sup> trocin i zrębków, 36 m<sup>3</sup> tarcicy oraz 20 – 25 szt. produktów finalnych z grubizny<sup>8</sup>. Przyjęto, że na cele energetyczne można zagospodarować całość dostępnych odpadów pozrębowych, co jest możliwe przez zastosowanie prostych urządzeń do ich rozdrobnienia i środków transportu. Założona wartość opałowa odpadów pozrębowych to 10 MJ/kg.

<sup>8</sup> [www.ekologia.pl](http://www.ekologia.pl)



**Tabela 4-4** Potencjał teoretyczny odpadów pozrębowych z wyrębu lasu

Powiat	Pozyskanie drewna <i>m<sup>3</sup>/rok</i>	Pozyskanie odpadów <i>m<sup>3</sup>/rok</i>	Potencjał teoretyczny <i>GJ/rok</i>
p. bełchatowski	90 512	54 307	352 998
p. brzeziński	15 567	9 340	60 710
p. kutnowski	13 352	8 011	52 074
p. łaski	41 024	24 614	159 992
p. łęczycki	13 152	7 891	51 294
p. łowicki	31 082	18 649	121 222
p. łódzki wschodni	38 595	23 157	150 521
p. opoczyński	98 983	59 390	386 032
p. pabianicki	40 498	24 299	157 944
p. pajęczański	61 197	36 718	238 670
p. piotrkowski	106 944	64 167	417 083
p. poddębicki	42 878	25 727	167 224
p. radomszczański	137 275	82 365	535 372
p. rawski	24 680	14 808	96 253
p. sieradzki	85 434	51 260	333 192
p. skierniewicki	50 681	30 408	197 655
p. tomaszowski	100 288	60 173	391 122
p. wieluński	69 892	41 935	272 579
p. wierszowski	46 220	27 732	180 258
p. zduńskowolski	24 516	14 710	95 614
p. zgierski	50 139	30 084	195 544
p. miasto Łódź	8 885	5 331	34 651
p. miasto Piotrków Tryb.	4 399	2 639	17 155
p. miasto Skierniewice	293	176	1 144
<b>SUMA</b>	<b>1 196 487</b>	<b>717 892</b>	<b>4 666 301</b>

*Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, obliczenia własne.*

Szacowany potencjał teoretyczny odpadów pozrębowych z wyrębu lasu jest wysoki i wynosi 4 666 301 GJ/rok. Powiatem o najwyższym potencjale jest powiat radomszczański, w którym potencjał teoretyczny wynosi 535 372 GJ/rok. Powiatami o najmniejszym potencjale są powiaty grodzkie oraz powiaty kutnowski i łęczycki.

#### **Odpady z utrzymania gminnych terenów zielonych i pielęgnacji sadów**

Otrzymane z gmin informacje dotyczące ilości odpadów drzewnych pochodzących z utrzymania gminnych terenów zielonych i pielęgnacji sadów są na tyle niepełne, że niemożliwe jest określenie na ich podstawie potencjału zasobów energetycznych.

Potencjał teoretyczny (Tabela 4-5) zasobów odpadów drzewnych pochodzących z utrzymania terenów zielonych i pielęgnacji sadów został oszacowany przy następujących założeniach:

- ilość możliwej do pozyskania biomasy drzewnej z corocznych cięć w sadach przyjęto na poziomie 2 t/ha,
- ilość możliwej do pozyskania biomasy drzewnej z utrzymania gminnych terenów zielonych (parki, zieleńce, zieleń uliczna, cmentarze) przyjęto na poziomie 6 t/ha,



– wartość opałową przyjęto na poziomie 10 MJ/kg.

Część odpadów z utrzymania sadów oraz gminnych terenów zielonych jest zagospodarowywana, np. do produkcji kompostu, dlatego przy szacowaniu potencjału założono, że na cele energetyczne można przeznaczyć 60% całkowitej ilości odpadów.

**Tabela 4-5 Potencjał teoretyczny odpadów z utrzymania gminnych terenów zielonych i pielęgnacji sadów**

Powiat	Powierzchnia ha		Ilość odpadów t/rok		Potencjał teoretyczny GJ/rok		
	Sady	Gminne tereny zielone	Sady	Gminne tereny zielone	Sady	Gminne tereny zielone	Suma
p. bełchatowski	378	513	454	1 848	4 536	18 479	23 015
p. brzeziński	1 389	60	1 667	216	16 668	2 164	18 832
p. kutnowski	1 307	438	1 568	1 576	15 684	15 764	31 448
p. łaski	387	148	464	531	4 644	5 310	9 954
p. łączycki	748	168	898	606	8 976	6 062	15 038
p. łowicki	2 415	97	2 898	347	28 980	3 474	32 454
p. łódzki wschodni	609	115	731	414	7 308	4 144	11 452
p. opoczyński	578	126	694	453	6 936	4 532	11 468
p. pabianicki	205	402	246	1 447	2 460	14 468	16 928
p. pajęczański	137	98	164	354	1 644	3 535	5 179
p. piotrkowski	538	108	646	389	6 456	3 888	10 344
p. poddębicki	537	174	644	626	6 444	6 257	12 701
p. radomszczański	347	179	416	643	4 164	6 426	10 590
p. rawski	13 154	242	15 785	872	157 848	8 716	166 564
p. sieradzki	778	449	934	1 617	9 336	16 171	25 507
p. skierniewicki	4 051	25	4 861	91	48 612	907	49 519
p. tomaszowski	773	286	928	1 028	9 276	10 282	19 558
p. wieluński	339	192	407	691	4 068	6 912	10 980
p. wieruszowski	143	108	172	389	1 716	3 888	5 604
p. zduńskowolski	193	238	232	857	2 316	8 572	10 888
p. zgierski	2 397	480	2 876	1 727	28 764	17 269	46 033
p. miasto Łódź	283	3 940	340	14 182	3 396	141 822	145 218
p. miasto Piotrków Tryb.	31	128	37	459	372	4 590	4 962
p. miasto Skierniewice	186	283	223	1 019	2 232	10 192	12 424
<b>SUMA</b>	<b>31 903</b>	<b>8 995</b>	<b>38 284</b>	<b>32 382</b>	<b>382 836</b>	<b>323 824</b>	<b>706 660</b>

**Źródło:** GUS Bank Danych Regionalnych, obliczenia własne.

### Słoma

Potencjał teoretyczny zasobów słomy zbóż obliczono, jako ilość energii możliwą do wykorzystania przy założeniu, że zasoby energii są wykorzystywane w urządzeniach o 100 % sprawności, oraz że cały dostępny potencjał wykorzystywany jest na cele energetyczne. Potencjał teoretyczny wyznaczony został przy założeniu, że do celów energetycznych zostanie zużyta słoma z całej powierzchni zasiewów zbóż w poszczególnych powiatach (pszenica, żyto, jęczmień, owies, pszenżyto, mieszanki zbożowe, gryka, proso, rośliny strączkowe, rzepak, rzepik, kukurydza na ziarno). Na produkcję słomy wpływa wiele

czynników m.in. powierzchnia upraw, plony, gatunek rośliny, nawożenie, warunki pogodowe. Poziom zbioru słomy podlega również wahaniom, głównie za sprawą zmiennych warunków atmosferycznych. Podaż słomy może podlegać wahaniom o  $\pm 30\%$  w stosunku do wartości przeciętnej. Do obliczenia potencjału teoretycznego przyjęto średni jednostkowy uzysk słomy 2 tony z 1 hektara. Wartość opałową słomy przyjęto na poziomie 15 MJ/kg<sup>9</sup>.

**Tabela 4-6** Potencjał teoretyczny słomy w województwie łódzkim

Powiat	Powierzchnia zasiewów zbóż (PSR 2002) ha	Potencjał teoretyczny	
		Ilość słomy t/rok	Energia GJ/rok
p. bełchatowski	19 180	38 359	575 387
p. brzeziński	16 537	33 075	496 123
p. kutnowski	45 796	91 592	1 373 887
p. łaski	18 291	36 582	548 735
p. łęczycki	28 498	56 996	854 940
p. łowicki	44 197	88 394	1 325 916
p. łódzki wschodni	17 641	35 281	529 217
p. opoczyński	27 537	55 074	826 109
p. pabianicki	13 688	27 376	410 633
p. pajęczański	23 944	47 888	718 321
p. piotrkowski	55 050	110 100	1 651 506
p. poddębicki	31 614	63 228	948 417
p. radomszczański	38 060	76 120	1 141 806
p. rawski	19 763	39 527	592 899
p. sieradzki	52 313	104 626	1 569 392
p. skierniewicki	27 503	55 006	825 097
p. tomaszowski	32 746	65 491	982 370
p. wieluński	32 651	65 302	979 534
p. wierszowski	21 651	43 301	649 520
p. zduńskowolski	12 771	25 541	383 120
p. zgierski	27 457	54 914	823 712
p. miasto Łódź	6 971	13 943	209 144
p. miasto Piotrków Tryb.	2 037	4 073	61 096
p. miasto Skierniewice	1 755	3 510	52 643
<b>SUMA</b>	<b>617 651</b>	<b>1 235 302</b>	<b>18 529 525</b>

*Źródło: Powszechny Spis Rolny 2002, obliczenia własne.*

Szacowany potencjał teoretyczny słomy w województwie łódzkim jest bardzo wysoki i wynosi 18 529 525 GJ/rok. Powiatem o najwyższym potencjale jest powiat piotrkowski, w którym potencjał teoretyczny wynosi 1 651 506 GJ/rok. Powiatami o wysokim potencjale są powiaty: kutnowski, łowicki, skierniewicki i wieluński.

<sup>9</sup> dr inż. L. Janowicz, „Wykorzystanie słomy do celów grzewczych” Europejskie Centrum Energii Odnawialnej.

### **Odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego**

Odpady z rolnictwa, sadownictwa, hodowli, leśnictwa, przetwórstwa żywności należą do grupy odpadów innych niż komunalne i niebezpieczne. Odpady te powstają głównie w tzw. sektorze gospodarczym, za który uważa się poszczególne branże przemysłu rolno-spożywczego, rolnictwo, rzemiosło i niektóre usługi. W 2006 roku na terenie województwa łódzkiego wytworzono 475 tys. ton odpadów z przetwórstwa rolno-spożywczego.

Potencjał teoretyczny energii zawartej w odpadach pochodzących z przetwórstwa rolno-spożywczego, obliczono, jako ilość energii możliwą do wykorzystania przy założeniu, że energię ciepłą uzyskuje się poprzez termiczną utylizację odpadów, przy zastosowaniu konwencjonalnych technologii w urządzeniach o 100 % sprawności, oraz że cały dostępny potencjał wykorzystywany jest na cele energetyczne. Potencjał teoretyczny został wyznaczony przy założeniach, że wartość opałowa spalanych odpadów wynosi minimum 7,5 MJ/kg, co zapewnia spalanie odpadów na ruszcie bez dodatkowego paliwa, przy osiągnięciu wymaganej przepisami temperatury w komorze spalania na poziomie 850 °C<sup>10</sup>.

Uwzględniając powyższe założenia, obliczony potencjał teoretyczny energii odpadów z przetwórstwa rolno-spożywczego w województwie łódzkim wynosi 3,56·10<sup>6</sup> GJ/rok. Wynik, mimo założonej bardzo niskiej wartości opałowej, wskazuje, jak ogromny potencjał tkwi w energii zgromadzonej w odpadach.

### **Uprawy energetyczne**

Potencjał teoretyczny zasobów energii pochodzącej z upraw roślin energetycznych został obliczony przy założeniu, że całość powierzchni nieużytków rolnych, gruntów zdegradowanych i pozaklasowych województwa zostanie przeznaczona pod uprawę roślin energetycznych, a uzyskane plony zostaną zamienione na energię ciepłą w urządzeniach o 100 % sprawności przetwarzania. Obliczenia zostały wykonane dla wierzby energetycznej rodzaju *Salix viminalis var. gigantea*, jako najbardziej popularnej rośliny energetycznej.

Wydajność plonu suchej masy z 1 ha powierzchni oraz wartość energetyczna plonu zależna jest od cyklu produkcyjnego plantacji, tzn. częstotliwości zbioru. Zazwyczaj plantacje prowadzone są w cyklach corocznych, co dwa lub co trzy lata. W Tabeli 4-7 została przedstawiona zależność plonu i wartości energetycznej plonu od częstotliwości zbioru.

---

<sup>10</sup> J. W. Wandrasz, T. Wróblewicz: „Wartość opałowa odpadów przeznaczonych do utylizacji termicznej, w funkcji rozwiązań systemowych zintegrowanej gospodarki stałymi odpadami komunalnymi” *Gospodarka Paliwami i Energia*, 11'1996 r.

**Tabela 4-7** Plon suchej masy i wartość opałowa wierzby energetycznej *Salix viminalis var. gigantea*

Częstotliwość zbioru	Plon suchej masy t/ha/rok	Wartość energetyczna plonu MJ/kg s.m
Coroczny	14,8	18,56
Co 2 lata	16,1	19,25
Co 3 lata	21,5	19,56

**Źródło:** Majtkowski W. „Wieloletnie rośliny energetyczne (wierzba, miskantus, ślaziovec pensylwański), agrotechnika i zagrożenia upraw, produktywność” Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Ogród Botaniczny w Bydgoszczy.

Potencjał teoretyczny energii upraw wierzby energetycznej w poszczególnych powiatach województwa łódzkiego został przedstawiony w Tabeli 4-8.

**Tabela 4-8** Potencjał teoretyczny upraw energetycznych w województwie łódzkim

Powiat	Nie użytki ha	Potencjał teoretyczny					
		Plon suchej masy przy częstotliwości zbioru t/rok			Plon suchej masy przy częstotliwości zbioru t/rok		
		co roku	co 2 lata	co 3 lata	co roku	co 2 lata	co 3 lata
p. bełchatowski	12 267	181 552	197 499	263 741	3,37·10 <sup>6</sup>	3,80·10 <sup>6</sup>	5,16·10 <sup>6</sup>
p. brzeziński	2 765	40 922	44 517	59 448	7,60·10 <sup>5</sup>	8,57·10 <sup>5</sup>	1,16·10 <sup>6</sup>
p. kutnowski	8 297	122 796	133 582	178 386	2,28·10 <sup>6</sup>	2,57·10 <sup>6</sup>	3,49·10 <sup>6</sup>
p. łaski	6 297	93 196	101 382	135 386	1,73·10 <sup>6</sup>	1,95·10 <sup>6</sup>	2,65·10 <sup>6</sup>
p. łęczycki	7 413	109 712	119 349	159 380	2,04·10 <sup>6</sup>	2,30·10 <sup>6</sup>	3,12·10 <sup>6</sup>
p. łowicki	8 843	130 876	142 372	190 125	2,43·10 <sup>6</sup>	2,74·10 <sup>6</sup>	3,72·10 <sup>6</sup>
p. łódzki wschodni	5 713	84 552	91 979	122 830	1,57·10 <sup>6</sup>	1,77·10 <sup>6</sup>	2,40·10 <sup>6</sup>
p. opoczyński	8 994	133 111	144 803	193 371	2,47·10 <sup>6</sup>	2,79·10 <sup>6</sup>	3,78·10 <sup>6</sup>
p. pabianicki	6 071	89 851	97 743	130 527	1,67·10 <sup>6</sup>	1,88·10 <sup>6</sup>	2,55·10 <sup>6</sup>
p. pajęczański	7 895	116 846	127 110	169 743	2,17·10 <sup>6</sup>	2,45·10 <sup>6</sup>	3,32·10 <sup>6</sup>
p. piotrkowski	14 352	212 410	231 067	308 568	3,94·10 <sup>6</sup>	4,45·10 <sup>6</sup>	6,04·10 <sup>6</sup>
p. poddębicki	10 850	160 580	174 685	233 275	2,98·10 <sup>6</sup>	3,36·10 <sup>6</sup>	4,56·10 <sup>6</sup>
p. radomszczański	15 566	230 377	250 613	334 669	4,28·10 <sup>6</sup>	4,82·10 <sup>6</sup>	6,55·10 <sup>6</sup>
p. rawski	4 604	68 139	74 124	98 986	1,26·10 <sup>6</sup>	1,43·10 <sup>6</sup>	1,94·10 <sup>6</sup>
p. sieradzki	14 765	218 522	237 717	317 448	4,06·10 <sup>6</sup>	4,58·10 <sup>6</sup>	6,21·10 <sup>6</sup>
p. skierniewicki	5 093	75 376	81 997	109 500	1,40·10 <sup>6</sup>	1,58·10 <sup>6</sup>	2,14·10 <sup>6</sup>
p. tomaszowski	10 353	153 224	166 683	222 590	2,84·10 <sup>6</sup>	3,21·10 <sup>6</sup>	4,35·10 <sup>6</sup>
p. wieluński	8 141	120 487	131 070	175 032	2,24·10 <sup>6</sup>	2,52·10 <sup>6</sup>	3,42·10 <sup>6</sup>
p. wierszowski	5 021	74 311	80 838	107 952	1,38·10 <sup>6</sup>	1,56·10 <sup>6</sup>	2,11·10 <sup>6</sup>
p. zduńskowolski	4 184	61 923	67 362	89 956	1,15·10 <sup>6</sup>	1,30·10 <sup>6</sup>	1,76·10 <sup>6</sup>
p. zgierski	12 088	178 902	194 617	259 892	3,32·10 <sup>6</sup>	3,75·10 <sup>6</sup>	5,08·10 <sup>6</sup>
p. miasto Łódź	16 690	247 012	268 709	358 835	4,58·10 <sup>6</sup>	5,17·10 <sup>6</sup>	7,02·10 <sup>6</sup>
p. miasto Piotrków Tryb.	2 050	30 340	33 005	44 075	5,63·10 <sup>5</sup>	6,35·10 <sup>5</sup>	8,62·10 <sup>5</sup>
p. miasto Skierniewice	1 542	22 822	24 826	33 153	4,24·10 <sup>5</sup>	4,78·10 <sup>5</sup>	6,48·10 <sup>5</sup>
<b>SUMA</b>	<b>199 854</b>	<b>2 957 839</b>	<b>3 217 649</b>	<b>4 296 861</b>	<b>5,49·10<sup>7</sup></b>	<b>6,19·10<sup>7</sup></b>	<b>8,40·10<sup>7</sup></b>

**Źródło:** GUS Bank Danych Regionalnych, obliczenia własne.

Szacowany potencjał teoretyczny upraw energetycznych w województwie łódzkim jest bardzo wysoki i wynosi ponad 84 mln GJ/rok. Powiatem o najwyższym potencjale, a tym samym o największej powierzchni nieużytków, jest powiat radomszczański, w którym potencjał teoretyczny wynosi ponad 6 mln GJ/rok. Pozostałymi powiatami o wysokim potencjale są powiaty: piotrkowski i sieradzki.

#### 4.1.2.2 Potencjał techniczny

##### Drewno

Potencjał techniczny zasobów drewna został wyznaczony, jako część potencjału teoretycznego, który może zostać wykorzystany przy aktualnym stanie technologii, z uwzględnieniem sprawności dostępnych na rynku urządzeń, potrzeb własnych instalacji itp.

Potencjał techniczny (Tabela 4-9) wykorzystania drewna średnio i małowymiarowego, na podstawie danych z Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Łodzi, został wyznaczony przy założonej wartości opałowej drewna w stanie powietrznosuchym (wilgotność 15%) wynoszącej 15 MJ/kg<sup>11</sup> oraz średniej gęstości drewna 650 kg/m<sup>3</sup><sup>12</sup>. Sprawność przetwarzania energii w procesie spalania drewna przyjęto na poziomie 80%.

**Tabela 4-9** Potencjał techniczny drewna średnio i małowymiarowego w nadleśnictwach woj. łódzkiego

Nadleśnictwo	Zasoby drewna			Potencjał techniczny GJ/rok
	Drewno średnio-wymiarowe m <sup>3</sup> /rok	Drewno małowymiarowe m <sup>3</sup> /rok	Suma m <sup>3</sup> /rok	
	Energetyczne	Opałowe		
Bełchatów	1 590	1 750	3 340	22 578,4
Brzeziny	2 060	2 700	4 760	32 177,6
Gostynin	0	5 280	5 280	35 692,8
Kutno	0	1 890	1 890	12 776,4
Kolumna	760	2 740	3 500	23 660,0
Łąck	120	2 020	2 140	14 466,4
Opoczno	3 070	1 520	4 590	31 028,4
Poddębice	450	3 810	4 260	28 797,6
Piotrków	3 220	2 880	6 100	41 236,0
Płock	1000	3570	4 570	30 893,2
Radziwiłłów	1 120	2 400	3 520	23 795,2
Radomsko	690	3 060	3 750	25 350,0
Smardzewice	3 080	2 210	5 290	35 760,4
Skierniewice	4 200	2 860	7 060	47 725,6
Spała	4 070	2 350	6 420	43 399,2
Wieluń	2 510	3300	5 810	39 275,6
Złoczew	880	3620	4 500	30 420,0
Grotniki	3 730	1430	5 160	34 881,6
Przedbórz	8 550	2260	10 810	73 075,6
<b>SUMA</b>			<b>92 750</b>	<b>626 990</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

<sup>11</sup> [www.pgkssystem.pl](http://www.pgkssystem.pl)

<sup>12</sup> *Otwarta Encyklopedia Leśna*

Całkowity potencjał techniczny drewna mało- i średnio-wymiarowego w nadleśnictwach województwa łódzkiego wynosi 626 990 GJ/rok. Największy potencjał występuje w nadleśnictwie Przedbórz i Skierniewice, a najmniejszy w nadleśnictwach Kutno i Łąck.

Potencjał techniczny odpadów pozrębowych (Tabela 4-10) powstałych przy wyрубie lasów został oszacowany przy założeniu, że na cele energetyczne można zagospodarować całość grubizny opałowej oraz 50% trocin i zrżyn, co stanowi 30% całkowitej ilości pozyskiwanego drewna. Dodatkowo założono, że 50% tej wartości jest zagospodarowywane lokalnie. Założona wartość opałowa to 10 MJ/kg. Sprawność konwersji energii w procesie spalania przyjęto na poziomie 80%.

**Tabela 4-10** Potencjał techniczny odpadów pozrębowych z wyрубu lasu

Powiat	Pozyskanie drewna $m^3/rok$	Pozyskanie odpadów $m^3/rok$	Potencjał techniczny $GJ/rok$
p. bełchatowski	90 512	27 154	70 600
p. brzeziński	15 567	4 670	12 142
p. kutnowski	13 352	4 006	10 415
p. łaski	41 024	12 307	31 998
p. łęczycki	13 152	3 946	10 259
p. łowicki	31 082	9 325	24 244
p. łódzki wschodni	38 595	11 579	30 104
p. opoczyński	98 983	29 695	77 206
p. pabianicki	40 498	12 150	31 589
p. pajęczański	61 197	18 359	47 734
p. piotrkowski	106 944	32 083	83 417
p. poddębicki	42 878	12 863	33 445
p. radomszczański	137 275	41 182	107 074
p. rawski	24 680	7 404	19 251
p. sieradzki	85 434	25 630	66 638
p. skierniewicki	50 681	15 204	39 531
p. tomaszowski	100 288	30 086	78 224
p. wieluński	69 892	20 968	54 516
p. wierszowski	46 220	13 866	36 052
p. zduńskowolski	24 516	7 355	19 123
p. zgierski	50 139	15 042	39 109
p. miasto Łódź	8 885	2 665	6 930
p. miasto Piotrków Tryb.	4 399	1 320	3 431
p. miasto Skierniewice	293	88	229
<b>SUMA</b>	<b>1 196 487</b>	<b>358 946</b>	<b>933 260</b>

*Źródło: Obliczenia własne*

Zszacowany potencjał techniczny odpadów pozrębowych z wyрубu lasu jest wysoki i wynosi 933 260 GJ/rok. Powiatem o najwyższym potencjale jest powiat radomszczański, w którym potencjał teoretyczny wynosi 107 074 GJ/rok. Powiatami o najmniejszym potencjale, z racji swojego charakteru są powiaty grodzkie, oraz powiaty kutnowski i łęczycki.

Potencjał techniczny odpadów pochodzących z utrzymania gminnych terenów zielonych i pielęgnacji sadów (Tabela 4-11) został obliczony dla sprawności konwersji energii w procesie spalania wynoszącej 80%.

**Tabela 4-11** Potencjał techniczny odpadów z utrzymania gminnych terenów zielonych i pielęgnacji sadów

Powiat	Powierzchnia ha		Ilość odpadów t/rok		Potencjał techniczny GJ/rok		
	Sady	Gminne tereny zielone	Sady	Gminne tereny zielone	Sady	Gminne tereny zielone	Suma
p. bełchatowski	378	513	453	1 847	3 628	14 783	18 411
p. brzeziński	1 389	60	1 666	216	13 334	1 730	15 065
p. kutnowski	1 307	437	1 568	1 576	12 547	12 611	25 158
p. łaski	387	147	464	531	3 715	4 248	7 963
p. łęczycki	748	168	897	606	7 180	4 849	12 030
p. łowicki	2 415	96	2 898	347	23 184	2 779	25 963
p. łódzki wschodni	609	115	730	414	5 846	3 314	9 161
p. opoczyński	578	125	693	453	5 548	3 625	9 174
p. pabianicki	205	401	246	1 446	1 968	11 574	13 542
p. pajęczański	137	98	164	353	1 315	2 828	4 143
p. piotrkowski	538	108	645	388	5 164	3 110	8 275
p. poddębicki	537	173	644	625	5 155	5 005	10 160
p. radomszczański	347	178	416	642	3 331	5 140	8 472
p. rawski	13 154	242	15 784	871	126 278	6 972	133 250
p. sieradzki	778	449	933	1 617	7 468	12 937	20 405
p. skierniewicki	4 051	25	4 861	90	38 889	725	39 615
p. tomaszowski	773	285	927	1 028	7 420	8 225	15 646
p. wieluński	339	192	406	691	3 254	5 529	8 784
p. wierszowski	143	108	171	388	1 372	3 110	4 483
p. zduńskowolski	193	238	231	857	1 852	6 857	8 710
p. zgierski	2 397	479	2 876	1 726	23 011	13 815	36 826
p. miasto Łódź	283	3 939	339	14 182	2 716	113 457	116 174
p. miasto Piotrków Tryb.	31	127	37	459	297	3 672	3 969
p. miasto Skierniewice	186	283	223	1 019	1 785	8 153	9 938
<b>SUMA</b>	<b>31 903</b>	<b>8 995</b>	<b>38 283</b>	<b>32 382</b>	<b>306 268</b>	<b>259 058</b>	<b>265 327</b>

Źródło: Obliczenia własne.

### Słoma

Potencjał techniczny słomy obliczono, przyjmując założenie, że do celów energetycznych można przeznaczyć 30 %<sup>13</sup> całkowitej ilości zebranej słomy. Pozostała część słomy wykorzystywana jest na cele własne gospodarstw, jako pasza, ściółka i nawóz. Sprawność konwersji na energia cieplną przyjęto na poziomie 80 %. Wartość opałowa słomy to 15 MJ/kg.

<sup>13</sup> W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, WNT, Warszawa 2006 r.



**Tabela 4-12** Potencjał techniczny słomy w województwie łódzkim

Powiat	Ilość słomy możliwej do zagospodarowania t/rok	Potencjał techniczny GJ/rok
p. bełchatowski	11 508	138 093
p. brzeziński	9 922	119 069
p. kutnowski	27 478	329 733
p. łaski	10 975	131 696
p. łęczycki	17 099	205 186
p. łowicki	26 518	318 220
p. łódzki wschodni	10 584	127 012
p. opoczyński	16 522	198 266
p. pabianicki	8 213	98 552
p. pajęczański	14 366	172 397
p. piotrkowski	33 030	396 361
p. poddębicki	18 968	227 620
p. radomszczański	22 836	274 033
p. rawski	11 858	142 296
p. sieradzki	31 388	376 654
p. skierniewicki	16 502	198 023
p. tomaszowski	19 647	235 769
p. wieluński	19 591	235 088
p. wieruszowski	12 990	155 885
p. zduńskowolski	7 662	91 949
p. zgierski	16 474	197 691
p. miasto Łódź	4 183	50 195
p. miasto Piotrków Tryb.	1 222	14 663
p. miasto Skierniewice	1 053	12 634
<b>SUMA</b>	<b>370 590</b>	<b>4 447 086</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

Szacowany potencjał techniczny słomy w województwie łódzkim jest bardzo wysoki i wynosi 4 447 086 GJ/rok. Powiatem o najwyższym potencjale jest powiat piotrkowski, w którym potencjał teoretyczny wynosi 396 361 GJ/rok. Powiatami o wysokim potencjale są powiaty: kutnowski, łowicki, skierniewicki i wieluński.

### **Odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego**

Wyznaczenie potencjału technicznego odpadów rolno-spożywczych jest trudne ze względu na to, że odpady te są częściowo zagospodarowywane. Jako przykład można przytoczyć zastosowanie wytlóków owocowych i warzywnych do produkcji paszowej. Dodatkowo, aby efektywnie wykorzystać potencjał, konieczne jest dobranie odpowiedniej technologii utylizacji, co bez analizy składu zgromadzonych odpadów jest niemożliwe. Z tych względów przyjęto, do obliczenia potencjału technicznego odpadów 30 % sprawność konwersji energii. Oszacowany potencjał techniczny energii odpadów rolno-spożywczych w województwie łódzkim wynosi  $1,07 \cdot 10^6$  GJ/rok.

### Uprawy roślin energetycznych

Powierzchnia upraw wierzby energetycznej w Polsce w 2006 r. wynosiła 6,8 tys. ha<sup>14</sup>, co stanowi ok. 0,02 % powierzchni jej obszaru. Potencjał techniczny został obliczony dla istniejących plantacji upraw energetycznych w województwie łódzkim, których wielkość wynosi 203,9 ha. Przy obliczeniu potencjału technicznego założono sprawność procesu konwersji na poziomie 80 %. Analogicznie jak do obliczeń potencjału teoretycznego, potencjał techniczny został obliczony dla plonów z upraw wierzby energetycznej.

**Tabela 4-13** Potencjał techniczny istniejących upraw energetycznych w województwie łódzkim.

Powiat	Powierzchnia upraw ha	Potencjał techniczny					
		Plon suchej masy przy częstotliwości zbioru t/rok			Ilość energii przy częstotliwości zbioru GJ/rok		
		co roku	co 2 lata	co 3 lata	co roku	co 2 lata	co 3 lata
p. bełchatowski	3,00	44	48	65	659	717	958
p. brzeziński	5,00	74	81	108	1 099	1 195	1 596
p. kutnowski	0,00	0	0	0	0	0	0
p. łaski	24,00	355	386	516	5 274	5 737	7 662
p. łączycki	6,00	89	97	129	1 319	1 434	1 915
p. łowicki	0,00	0	0	0	0	0	0
p. łódzki wschodni	0,00	0	0	0	0	0	0
p. opoczyński	8,00	118	129	172	1 758	1 912	2 554
p. pabianicki	4,00	59	64	86	879	956	1 277
p. pajęczański	56,00	829	902	1 204	12 306	13 387	17 877
p. piotrkowski	9,00	133	145	194	1 978	2 151	2 873
p. poddębicki	0,00	0	0	0	0	0	0
p. radomszczański	0,00	0	0	0	0	0	0
p. rawski	0,00	0	0	0	0	0	0
p. sieradzki	37,90	561	610	815	8 329	9 060	12 099
p. skierniewicki	0,00	0	0	0	0	0	0
p. tomaszowski	4,00	59	64	86	879	956	1 277
p. wieluński	2,00	30	32	43	440	478	638
p. wierszowski	10,00	148	161	215	2 198	2 391	3 192
p. zduńskowolski	1,00	15	16	22	220	239	319
p. zgierski	34,00	503	547	731	7 472	8 128	10 854
p. miasto Łódź	0,00	0	0	0	0	0	0
p. miasto Piotrków Tryb.	0,00	0	0	0	0	0	0
p. miasto Skierniewice	0,00	0	0	0	0	0	0
<b>SUMA</b>	<b>203,9</b>	<b>3 018</b>	<b>3 283</b>	<b>4 384</b>	<b>44 807</b>	<b>48 743</b>	<b>65 091</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

W przeliczeniu plonu suchej masy na ilość energii przy corocznej częstotliwości zbioru można uzyskać z aktualnego arealu upraw ok. 44 807 GJ/rok. Powiatami o największym potencjale są pajęczański, sieradzki, zgierski.

<sup>14</sup> Europejskie Centrum Energii Odnawialnej w Warszawie

## 4.2 Biopaliwa płynne

### 4.2.1 Charakterystyka biopaliw płynnych

Biopaliwami płynnymi nazywamy paliwa pochodzące z surowców rolnych. Spośród biopaliw płynnych najbardziej praktyczne zastosowanie mają dwa rodzaje: paliwa na bazie olejów roślinnych uzyskiwanych przez wyłaczanie nasion oleistych oraz alkohole wytwarzane przez fermentację alkoholową.

**Tabela 4-14 Źródła biopaliw płynnych i możliwości ich zastosowania**

Biopaliwo	Roślina	Proces konwersji	Zastosowanie
Bioetanol	zboża, ziemniaki, topinambur	hydroliza i fermentacja	paliwo do silników z zapłonem iskrowym lub jako dodatek podnoszący liczbę oktanową
	buraki cukrowe, trzcina cukrowa.	fermentacja alkoholowa	
	uprawy energetyczne, słoma, rośliny trawiaste	obróbka wstępna, hydroliza i fermentacja	
Biometanol	uprawy energetyczne	gazyfikacja lub synteza metanolu	paliwo do silników z zapłonem iskrowym lub dodatek do oleju napędowego w postaci eteru metylo-tetr-butylowego
Olej roślinny	rzepak, słonecznik itp.	wyłaczanie, filtrowanie	substytut i/lub dodatek do oleju napędowego, paliwo do metanowych ogniw paliwowych
Biodiesel	rzepak, słonecznik itp.	estryfikacja, filtrowanie	substytut i/lub dodatek do oleju napędowego w silnikach z zapłonem samoczynnym
Bioolej	uprawy energetyczne	piroliza	paliwo do silników z zapłonem iskrowym lub samoczynnym

Źródło: [www.biomasa.org](http://www.biomasa.org), [www.biopaliwa.pomp.pl](http://www.biopaliwa.pomp.pl).

**Biokomponenty** w myśl ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych to bioetanol, biometanol, ester, dimetyloeter, czysty olej roślinny oraz węglowodory syntetyczne.

**Bioetanol** – etanol produkowany z biomasy i/lub biodegradowalnych części odpadów (zboża, ziemniaki, buraki, słoma, drewno, rośliny trawiaste) stosowany, jako biopaliwo.

**Biometanol** – jest to alkohol metylowy wytwarzany z biomasy w dwuetapowym procesie termochemicznym z wodoru i tlenku węgla.

**Oleje roślinne** – są to wszystkie substancje o konsystencji oleistej, pozyskiwane z nasion roślin oleistych.

**Biodiesel** – jest to olej napędowy, który w swoim składzie zawiera biologiczny komponent w postaci estrów olejów roślinnych. W Europie są to głównie metylowe estry rzepakowe, które mogą być stosowane w wybranych pojazdach, jako czyste paliwo lub mieszane z tradycyjnym olejem napędowym, w różnych proporcjach. W zależności od zawartości estru możemy przykładowo wyróżnić:

- B100, czysty biodiesel, ester metylowy stanowiący samoistne paliwo silnikowe. Wymagania jakościowe dla B100 określone zostały w *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia*

8 września 2006 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych (Dz. U. Nr 166, poz. 1182)

- B20, biodiesel o zawartości 20 % estrów metylowych i 80 % oleju napędowego. Wymagania jakościowe dla B20, podobnie jak dla B100, określone zostały w *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 8 września 2006 r. w sprawie wymagań jakościowych dla biopaliw ciekłych (Dz. U. Nr 166, poz. 1182)*.

**Bioolej** – olej wytworzony z biomasy na drodze szybkiej pirolizy w temperaturze 400 – 600 °C przez kondensację wytwarzającej się „pary” z biomasy. Właściwości biooleju zbliżone są do właściwości olejów opałowych lub surowej ropy naftowej, co umożliwia jego stosowanie w kotłach, palnikach, turbinach itp. Spalanie biooleju nie powoduje powstawania popiołów. Jako surowce do wytwarzania biooleju można wykorzystywać różne postacie biomasy.

*Ustawa o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (Dz.U.2006r. nr 169, poz. 1199)* definiuje pojęcie biopaliwa ciekłego i biokomponentu.

Biopaliwa ciekłe są to :

- benzyny silnikowe zawierające powyżej 5,0 % objętościowo biokomponentów lub powyżej 15,0 % objętościowo eterów,
- olej napędowy zawierający powyżej 5,0 % objętościowo biokomponentów,
- ester, bioetanol, biometanol, dimetyloeter oraz czysty olej roślinny stanowiące samoistne paliwa,
- biogaz – gaz pozyskany z biomasy,
- biowodór – wodór pozyskiwany z biomasy,
- biopaliwa syntetyczne – syntetyczne węglowodory lub mieszanki syntetycznych węglowodorów, wytwarzane z biomasy, stanowiące samoistne paliwa.

#### 4.2.2 Ocena potencjalnych zasobów biopaliw płynnych

W Polsce podstawowym surowcem wykorzystywanym do produkcji biodiesla jest rzepak i rzepik. W województwie łódzkim rzepak oraz rzepik należą do najpowszechniej uprawianych roślin oleistych. W 2006 roku powierzchnia ich uprawy stanowiła ok. 88% całkowitej powierzchni upraw roślin oleistych.

**Tabela 4-15** Powierzchnia zasiewu oraz zbiory rzepaku i rzepiku w latach 1999 – 2007 w województwie łódzkim

Lata	Powierzchnia ha	Plon dt/ha	Zbiory	
			dt	t
1999	6 080	20,2	123 069	12 306
2000	4 804	19,4	93 210	9 321
2001	4 784	22,1	105 527	10 552
2002	6 098	22,3	136 263	13 626
2003	5 652	20,0	112 948	11 294
2004	7 943	30,5	241 935	24 193
2005	8 627	22,9	197 240	19 724
2006	11 524	21,2	243 077	24 307

2007	16 982	22,1	374 480	37 448
------	--------	------	---------	--------

*Źródło: GUS, Bank Danych Regionalnych.*

Potencjał teoretyczny zasobów surowców do produkcji biodiesla oszacowano przy następujących założeniach:

- całość produkcji rolnej nasion rzepaku w woj. łódzkim (Tabela 4-16) zostanie przeznaczona na produkcję biopaliw,
- z 1000 kg nasion rzepaku można uzyskać 280 dm<sup>3</sup> biodiesla.

W 2007 r. w województwie łódzkim plon z upraw rzepaku wyniósł ok. 37,5 tys. ton. Z tej ilości rzepaku można wyprodukować ok. 10,5 tys. m<sup>3</sup> biodiesla.

Potencjał techniczny zasobów surowców do produkcji biodiesla oszacowano przy założeniu, że 10 % produkcji rzepaku w województwie łódzkim zostanie przeznaczona na produkcję biopaliw płynnych. Przy takim założeniu oszacowano, że z obszaru województwa łódzkiego można wyprodukować rocznie ok. 1,05 mln dm<sup>3</sup> biodiesla.

### **Bioetanol**

Surowcem do produkcji bioetanolu mogą być zarówno zboża (żyto, pszenica, pszenżyto, kukurydza) jak i rośliny okopowe (przede wszystkim ziemniaki). O rodzaju wykorzystania surowca decydują technologie istniejących lub budowanych instalacji produkcji rolnej. Surowcem do produkcji bioetanolu mogą być również, tradycyjnie uprawiane w Polsce, buraki cukrowe, których uprawa na potrzeby przemysłu cukrowniczego została zmniejszona w następstwie przyznanych Polsce kwot cukrowych.

W województwie łódzkim w 2007 r. ogólna powierzchnia upraw zbóż wynosiła 638,8 tys. ha, z których zebrano 1 912,3 tys. ton ziarna. Powierzchnia uprawy ziemniaków w 2007 r. wyniosła 63,3 tys. ha, z której uzyskano plon wynoszący 1 444,03 tys. ton. Powierzchnia uprawy kukurydzy wyniosła w 2007 r. 6,8 tys. ha, z których zebrano 42,3 tys. ton<sup>15</sup>. Dla założonej 10 % nadwyżki w produkcji rolnej oszacowano, że możliwe jest wyprodukowanie 75 tys. m<sup>3</sup> bioetanolu.

<sup>15</sup> „Rolnictwo w województwie łódzkim w 2007 r. Informacje i opracowania statystyczne” Urząd Statystyczny w Łodzi

## 4.3 Biopaliwa gazowe

### 4.3.1 Charakterystyka biopaliw gazowych

Biopaliwa gazowe są to produkty fermentacji beztlenowej związków pochodzenia organicznego, zawartych w biomase. Podstawowymi źródłami biogazu są odpady komunalne pochodzenia biologicznego i organicznego, ścieki komunalne, odpady z przemysłu rolno-spożywczego oraz odchody zwierząt.

Skład oraz właściwości biogazu zależą od wielu czynników, takich jak:

- początkowy skład substancji organicznej,
- wilgotność substancji organicznej,
- temperatura,
- ciśnienie,
- rodzaj zastosowanej komory fermentacyjnej.

W zależności od miejsca pochodzenia rozróżnia się następujące rodzaje biopaliw gazowych:

- gaz składowiskowy,
- biogaz rolniczy,
- biogaz z oczyszczalni ścieków.

**Gaz składowiskowy** – powstaje w wyniku biologicznego rozkładu substancji organicznej zawartej w odpadach komunalnych. Jednym z głównych składników odpadów komunalnych deponowanych na składowiskach są odpady zawierające związki organiczne, które po pewnym okresie czasu w sposób naturalny, ulegają rozkładowi na związki proste. Złożone na wysypiskach odpady organiczne w początkowym okresie ulegają rozkładowi tlenowemu. Warunki do beztlenowego rozkładu związków organicznych, wskutek braku dostępu do światła i powietrza, zostają stworzone po przykryciu składowanych odpadów kolejną warstwą odpadów lub ziemi. Szybkość procesu fermentacji beztlenowej jest zróżnicowana i zależy głównie od rodzaju składowanych odpadów oraz od ich sposobu składowania. W przypadku złoża gazu składowiskowego, które jest dobrze utworzone i eksploatowane, powstaje gaz o składzie: 45 – 58 % metanu, 32 – 45 % dwutlenku węgla, 0 – 5 % azotu, 1 – 2 % wodoru, 2 % tlenu oraz śladowych ilości innych związków. Ilość wytwarzanego gazu składowiskowego wynosi w granicach od 60 do 180 m<sup>3</sup>/tonę deponowanych odpadów. Gaz ze składowiska odpadów, może być pozyskiwany nawet jeszcze przez 10 – 15 lat po zakończeniu jego eksploatacji. Wartość opałowa gazu składowiskowego wynosi od 16 – 23 MJ/m<sup>3</sup><sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, WNT, Warszawa 2006 r.

**Tabela 4-16** Wybrane właściwości biogazu powstającego na składowisku odpadów Łódź-Nowosolna

Skład biogazu		Właściwości paliwowe			
CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	gęstość	ciepło spalania	wartość opałowa	temperatura zapłonu
%		kg/m <sup>3</sup>	MJ/m <sup>3</sup>		°C
63,0	35,0	–	25,1	–	640

**Źródło:** mgr inż. M. Czurejno „Biogaz składowiskowy, jako źródło alternatywnej energii” *Energetyka i Ekologia*, 10.2006 r.

**Biogaz rolniczy** – powstaje w wyniku fermentacji odpadów pochodzących z gospodarstw rolnych. Mogą to być odchody zwierzęce i odpady po produkcji rolnej. Ze względu na opłacalność inwestycji, biogazownie rolnicze możliwe są do zrealizowania tylko w dużych gospodarstwach hodowlanych. Skład biogazu pochodzącego z odchodów produkcji zwierzęcej podano w Tabeli 4-17.

**Tabela 4-17** Skład biogazu rolniczego

L.p.	Składnik	Zawartość	
		Zakres %	Średnio %
1	metan	52 – 85	65
2	dwutlenek węgla	14 – 48	34,8
3	siarkowodór	0,08 – 5,5	0,2
4	wodór	0 – 5	ilości śladowe
5	tlenek węgla	0 – 2,1	ilości śladowe
6	azot	0,6 – 7,5	ilości śladowe
7	tlen	0 – 1	ilości śladowe

**Źródło:** Krajowa Agencja Poszanowania Energii „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27.09.2001 r., w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych”, Warszawa, sierpień 2007 r.

**Biogaz z oczyszczalni ścieków** – gaz ten powstaje w wyniku fermentacji osadu czynnego wytrąconego ze ścieków pochodzenia: komunalnego, z przemysłu mięsnego i rolno-spożywczego. Fermentacja przeprowadzana jest w wydzielonych komorach fermentacyjnych (WKF), komory te są najczęściej zbudowane z betonu, zaizolowane i odpowiednio uszczelnione. Wytworzony w komorach fermentacyjnych biogaz charakteryzuje się zawartością metanu w przedziale od 55 – 65 %. Najlepsze efekty produkcji biogazu uzyskuje się w oczyszczalniach biologicznych. Oczyszczalnie ścieków mają stosunkowo duże zapotrzebowanie na energię cieplną oraz elektryczną, dlatego też produkcja biogazu oraz jego energetyczne wykorzystanie w układach kogeneracyjnych z silnikiem gazowym może poprawić rentowność zakładu.



## 4.3.2 Ocena potencjalnych zasobów biopaliw gazowych

### 4.3.2.1 Potencjał teoretyczny

#### 4.3.2.1.1 Gaz składowiskowy

Do obliczenia potencjału teoretyczny przyjęto, że odpady komunalne zbierane są od całej ludności zamieszkałej w województwie łódzkim. Na podstawie danych literaturowych<sup>17</sup> założono, że w warunkach krajowych z 1 tony odpadów może powstać 100 m<sup>3</sup> biogazu. Średnią wartość opałową biogazu przyjęto na poziomie 18,0 MJ/m<sup>3</sup>. Według danych statystycznych przyjęto roczną ilość wytwarzanych przez jedną osobę odpadów na poziomie 297 kg. Potencjał teoretyczny energii gazu składowiskowego obliczono dla poszczególnych powiatów województwa łódzkiego.

**Tabela 4-18** Potencjał teoretyczny gazu składowiskowego dla powiatów województwa łódzkiego

Powiaty	Liczba mieszkańców	Potencjał teoretyczny	
	dane z 2006r. według GUS	Ilość gazu m <sup>3</sup> /rok	Energia GJ/rok
p. bełchatowski	128 341	3 811 802	68 612
p. brzeziński	30 700	911 808	16 413
p. kutnowski	104 998	3 118 501	56 133
p. łaski	50 958	1 513 482	27 243
p. łęczycki	54 109	1 607 068	28 927
p. łowicki	82 708	2 456 475	44 217
p. łódzki wschodni	64 142	1 905 054	34 291
p. opoczyński	79 883	2 372 571	42 706
p. pabianicki	118 873	3 530 597	63 551
p. pajęczański	54 147	1 608 197	28 948
p. piotrkowski	90 529	2 688 763	48 398
p. poddębicki	42 694	1 268 036	22 825
p. radomszczański	119 765	3 557 090	64 028
p. rawski	49 767	1 478 109	26 606
p. sieradzki	122 250	3 630 895	65 356
p. skierniewicki	38 046	1 129 988	20 340
p. tomaszowski	121 767	3 616 550	65 098
p. wieluński	78 937	2 344 474	42 201
p. wieruszowski	42 646	1 266 611	22 799
p. zduńskowolski	68 085	2 022 164	36 399
p. zgierski	160 301	4 761 032	85 699
p. miasto Łódź	758 697	22 533 738	405 607
p. miasto Piotrków Tryb.	79 414	2 358 642	42 456
p. miasto Skierniewice	48 916	1 452 833	26 151
<b>SUMA</b>	<b>2 590 673</b>	<b>76 944 481</b>	<b>1 385 001</b>

*Źródło: GUS Bank Danych Regionalnych, obliczenia własne.*

<sup>17</sup> mgr inż. M. Czurejno, „Biogaz składowiskowy, jako źródło alternatywnej energii” *Energetyka i Ekologia*, 10.2006 r.

Całkowity potencjał teoretyczny gazu składowiskowego w województwie łódzkim wynosi 1 385 tys. GJ/rok. Największy potencjał rzędu 405 607 GJ/rok posiada powiat łódzki grodzki, w którym wytwarza się najwięcej odpadów komunalnych.

#### 4.3.2.1.2 Biogaz rolniczy

Potencjał teoretyczny biogazu rolniczego obliczono przy założeniu, że do produkcji gazu wykorzystywany jest cały obornik/gnojowica, powstający w wyniku produkcji zwierzęcej w województwie łódzkim. Potencjał teoretyczny biogazu rolniczego obliczono dla poszczególnych powiatów województwa.

**Tabela 4-19** Hodowla zwierząt w poszczególnych powiatach województwa łódzkiego

Nazwa powiatu	ILOŚĆ SZTUK		
	BYDŁO	TRZODA	DRÓB
p. bełchatowski	14 355	69 111	87 711
p. brzeziński	6 678	107 776	12 000
p. kutnowski	40 244	236 270	1 295 077
p. łaski	16 342	64 572	26 690
p. łączycki	40 549	24 681	153 928
p. łowicki	71 904	240 364	677 742
p. łódzki wschodni	7 530	183 381	997 978
p. opoczyński	25 119	34 746	74 844
p. pabianicki	11 604	87 171	564 722
p. pajęczański	13 766	52 088	184 048
p. piotrkowski	30 998	561 400	414 012
p. poddębicki	36 973	49 137	1 433 681
p. radomszczański	23 708	174 405	672 482
p. rawski	8 556	77 543	73 025
p. sieradzki	57 072	265 864	612 102
p. skierniewicki	19 018	108 526	245 347
p. tomaszowski	25 314	125 099	319 337
p. wieluński	15 870	176 268	107 486
p. wieruszowski	9 078	164 243	288 673
p. zduńskowolski	6 503	63 079	75 000
p. zgierski	26 766	78 976	682 982
p. miasto Łódź	1 554	16 671	346 272
p. miasto Piotrków Tryb.	574	1 545	brak danych
p. miasto Skierniewice	105	97	brak danych
<b>SUMA</b>	<b>510 180</b>	<b>2 963 013</b>	<b>9 345 139</b>

*Źródło:* Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Oddział Regionalny w Łodzi, ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

Wydajność produkowanego biogazu, zależy od rodzaju odpadów i właściwości substancji poddawanych fermentacji.

**Tabela 4-20** Dane dotyczące produkcji biogazu rolniczego z odchodów zwierzęcych

Parametr	Jednostka	Bydło		Trzoda		Drób
		Obornik	Gnojowica	Obornik	Gnojowica	Pomiot kurzy
Zawartość suchej masy – s.m	$t\ s.m./t\ odpadów$	0,23	0,1	0,2	0,07	0,15
Zawartość suchej masy organicznej w stosunku do suchej masy – s.m.o	$t\ s.m.o./t\ s.m$	0,8	0,8	0,9	0,82	0,76
Zawartość s.m.o. w przeliczeniu na sztuki duże – s.m.o./SD	$kg\ s.m.o./SD/d$	4,2		3,3		7,78
Produkcja Biogazu	$m^3/t\ s.m.o$	347		428		524
Produkcja Biogazu	$m^3/SD/d$	2,2	1,03	0,93		3,75

**Źródło:** Krajowa Agencja Poszanowania energii „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27.09.2001 r., w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych”, W-wa, sierpień 2007 r.

Potencjał produkcji biogazu został obliczony według wzoru<sup>18</sup>:

$$P = SD \cdot s.m.o. \cdot \frac{365}{1000} \cdot B \left[ \frac{m^3 CH_4}{rok} \right],$$

Gdzie:

P – potencjał produkcji biogazu,  $[m^3 CH_4 / rok]$ ,

SD – liczba sztuk dużych, zwierze o masie powyżej 500kg,

s.m.o. – średnia dobowo produkcja odchodów wyrażona w kg suchej masy organicznej, w przeliczeniu na sztukę dużą,  $[kg\ s.m.o./SD/d]$ ,

B – średni potencjał produkcji metanu z tony suchej masy organicznej odchodów,  $[m^3 CH_4 / t\ s.m.o.]$ .

Do przeliczenia całkowitej liczby zwierząt na SD – sztuki duże, posłużono się danymi statystycznymi dotyczącymi struktury stada trzody chlewnej i bydła w 2007 r., zaczerpniętymi z opracowania „Rolnictwo w województwie łódzkim w 2007 r. informacje i opracowania statystyczne, Urząd Statystyczny w Łodzi”.

<sup>18</sup> Krajowa Agencja Poszanowania Energii „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27.09.2001 r., w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych”, Warszawa, sierpień 2007 r.

**Tabela 4-21** Potencjał teoretyczny biogazu rolniczego w województwie łódzkim

Nazwa powiatu	Potencjał teoretyczny	
	Ilość biogazu $m^3/rok$	Energia $GJ/rok$
p. bełchatowski	10 315 458	241 382
p. brzeziński	9 071 068	212 263
p. kutnowski	37 662 319	881 298
p. łaski	10 479 030	245 209
p. łączycki	18 559 088	434 283
p. łowicki	46 871 461	1 096 792
p. łódzki wschodni	19 722 377	461 504
p. opoczyński	12 518 047	292 922
p. pabianicki	13 117 260	306 944
p. pajęczański	9 653 383	225 889
p. piotrkowski	47 830 479	1 119 233
p. poddębicki	26 185 194	612 734
p. radomszczański	23 718 047	555 002
p. rawski	8 407 761	196 742
p. sieradzki	42 056 197	984 115
p. skierniewicki	15 431 823	361 105
p. tomaszowski	19 360 253	453 030
p. wieluński	17 334 661	405 631
p. wieruszowski	14 994 215	350 865
p. zduńskowolski	6 749 781	157 945
p. zgierski	19 394 336	453 827
p. miasto Łódź	3 661 165	85 671
p. miasto Piotrków Tryb.	320 002	7 488
p. miasto Skierniewice	47 630	1 115
<b>SUMA</b>	<b>429 432 237</b>	<b>10 134 386</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

Potencjał teoretyczny biogazu rolniczego w województwie łódzkim wynosi 10 134 386 GJ/rok, największy potencjał wynoszący ponad 1 mln GJ/rok posiada powiat piotrkowski oraz powiat łowicki.

#### 4.3.2.1.3 Biogaz z oczyszczalni ścieków

Dla obliczenia potencjału teoretycznego zasobów biogazu możliwego do wytworzenia w oczyszczalni ścieków przyjęto, że ścieki komunalne są odbierane od całej ludności zamieszkałej na terenie województwa. Na podstawie danych statystycznych dla województwa łódzkiego przyjęto, że roczna produkcja ścieków na osobę wynosi  $40 m^3/osobę$ .

Ilość wytwarzanego biogazu w oczyszczalni ścieków zależy od charakterystyki obiektu, tj. stopnia infiltracji wód deszczowych i gruntowych do kanalizacji ściekowej, ilości ścieków przemysłowych oraz sposobu prowadzenia procesu fermentacji. W zależności od wymienionych czynników produktywność biogazu z  $1000 m^3$  ścieków wynosić może od 80 do  $200 m^3$ . Na podstawie dokumentu pt. „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki

odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27.09.2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych” założono, że z 1000 m<sup>3</sup> ścieków wpływających do oczyszczalni możliwa jest produkcja ok. 100 m<sup>3</sup> gazu. Zawartość metanu w gazie wynosi od 55 do 65 %. W obliczeniach przyjęto średnią wartość 60 %. Wartość opałowa gazu wynosi 21,6 MJ/m<sup>3</sup>.

**Tabela 4-22** Potencjał teoretyczny biogazu pochodzącego ze ścieków komunalnych.

Liczba mieszkańców		Potencjał teoretyczny	
Powiat	Dane z 2006r. według GUS	Ilość biogazu m <sup>3</sup> /rok	Energia GJ/rok
p. bełchatowski	128 341	509 514	11 005
p. brzeziński	30 700	121 879	2 633
p. kutnowski	104 998	416 842	9 004
p. łaski	50 958	202 303	4 370
p. łączycki	54 109	214 813	4 640
p. łowicki	82 708	328 351	7 092
p. łódzki wschodni	64 142	254 644	5 500
p. opoczyński	79 883	317 136	6 850
p. pabianicki	118 873	471 926	10 194
p. pajęczański	54 147	214 964	4 643
p. piotrkowski	90 529	359 400	7 763
p. poddębicki	42 694	169 495	3 661
p. radomszczański	119 765	475 467	10 270
p. rawski	49 767	197 575	4 268
p. sieradzki	122 250	485 333	10 483
p. skierniewicki	38 046	151 043	3 263
p. tomaszowski	121 767	483 415	10 442
p. wieluński	78 937	313 380	6 769
p. wieruszowski	42 646	169 305	3 657
p. zduńskowolski	68 085	270 297	5 838
p. zgierski	160 301	636 395	13 746
p. miasto Łódź	758 697	3 012 027	65 060
p. miasto Piotrków Tryb.	79 414	315 274	6 810
p. miasto Skierniewice	48 916	194 197	4 195
<b>SUMA</b>	<b>2 590 673</b>	<b>10 284 972</b>	<b>222 155</b>

**Źródło:** GUS Bank Danych Regionalnych.

Przy założeniu, że ścieki w województwie łódzkim zbierane są od całej zamieszkałej ludności, możliwe jest wyprodukowanie ponad 10 mln m<sup>3</sup> biogazu w ciągu roku, co odpowiada potencjałowi teoretycznemu 222 155 GJ/rok. Podobnie jak w przypadku gazu składowiskowego, największy potencjał produkcji biogazu pochodzącego z fermentacji osadów z oczyszczalni ścieków posiada powiat łódzki grodzki oraz powiaty: bełchatowski, pabianicki, radomszczański, sieradzki, tomaszowski i zgierski.

#### 4.3.2.2 Potencjał techniczny

##### 4.3.2.2.1 Gaz składowiskowy

W województwie łódzkim według stanu na dzień 31.12.2007 r. zlokalizowanych jest 57 składowisk odpadów komunalnych<sup>19</sup>. Dla obliczenia potencjału technicznego wytypowano 7 składowisk, dla których odgazowanie przyniosłoby wymierne korzyści ekonomiczne. W opracowaniu przyjęto, że efektywne ekonomicznie odgazowanie może mieć miejsce na składowisku, na którym deponowane jest co najmniej 10 000 ton odpadów rocznie, a eksploatacja składowiska przewidziana jest co najmniej do 2012 r. W zestawieniu umieszczono również składowiska, na których biogaz jest już obecnie pozyskiwany.

**Tabela 4-23 Składowiska wytypowane do obliczenia potencjału technicznego**

Nazwa składowiska	Gmina	Powiat	Ilość składowanych odpadów (dane z 2006 r.) tony/rok	Okres eksploatacji do
Franki	Krośniewice	kutnowski	191 736	2020
Ruszczyn	Kamięńsk	radomszczański	104 191	2028
Doły brzeskie	Grabica	piotrkowski	17 854	2008
Wola Kruszyńska	Bełchatów	bełchatowski	69 209	2013
Krzyżanówek	Krzyżanówek	kutnowski	31 654	2020
Jadwinówka	Radomsko	radomszczański	31 165	2012 – 2016
Mostki	Zduńska Wola	zduńskowolski	20 359	2012
Rogowiec	Kleszczów	bełchatowski	13 599	2050

*Źródło: Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.*

W obliczeniach potencjału technicznego przyjęto sprawność uzyskania biogazu na poziomie 70 %.

**Tabela 4-24 Potencjał techniczny wytypowanych składowisk**

Nazwa składowiska	Potencjał techniczny	
	Potencjał produkcji biogazu $m^3/rok$	Energia GJ/rok
Franki	13 421 520	193 270
Doły brzeskie	1 249 780	17 997
Ruszczyn	7 293 370	105 025
Wola Kruszyńska	4 844 630	69 763
Krzyżanówek	2 215 780	31 907
Jadwiniówka	2 181 550	31 414
Mostki	1 425 130	20 522
Rogowiec	951 930	13 708
<b>SUMA</b>	<b>33 583 690</b>	<b>483 605</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

Obliczony potencjał techniczny składowisk jest jednak wielkością szacunkową dla obecnej ilości składowanych odpadów. Zgodnie z *Ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach, wraz z późniejszymi*

<sup>19</sup> Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012 – 2015”

zmianami (Dz.U. 2007 nr 39 poz. 251) ilość składowanych odpadów komunalnych ulegających biodegradacji powinna być ograniczona, w następujący sposób:

- do dnia 31 grudnia 2010 r. do nie więcej niż 75% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji,
- do dnia 31 grudnia 2013 r. do nie więcej niż 50% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji,
- do dnia 31 grudnia 2020 r. do nie więcej niż 35% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji, w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r.

#### 4.3.2.2.2 Biogaz rolniczy

Potencjał techniczny energii biogazu rolniczego obliczono przy uwzględnieniu tylko produkcji biogazu w dużych gospodarstwach hodowlanych i fermach kurzych. Jako kryterium przyjęto gospodarstwa hodowlane bydła powyżej 100 sztuk, trzody chlewnej powyżej 2 000 sztuk oraz drobiu powyżej 10 000 sztuk.

Sprawność konwersji biogazu rolniczego na użyteczne formy energii przyjęto na poziomie 80 %.

**Tabela 4-25** Liczba dużych gospodarstw hodowlanych w poszczególnych powiatach województwa łódzkiego

Nazwa powiatu	Liczba gospodarstw w powiecie			Ilość sztuk		
	Bydło	Trzoda	Drób	Bydło	Trzoda	Drób
p. bełchatowski	1	2	0	149	16 565	0
p. brzeziński	2	4	0	234	49 270	0
p. kutnowski	18	8	12	4 380	107 806	507 000
p. łaski	4	1	2	486	16 542	72 000
p. łączycki	5	0	0	890	0	0
p. łowicki	14	21	9	2 519	62 713	320 000
p. łódzki wschodni	2	8	1	311	119 339	350 000
p. opoczyński	0	1	0	366	16 213	0
p. pabianicki	4	6	4	482	43 621	138 000
p. pajęczański	2	1	1	214	8 203	28 000
p. piotrkowski	3	60	3	823	277 346	260 000
p. poddębicki	3	0	1	402	0	1 200 000
p. radomszczański	3	8	4	399	71 527	225 000
p. rawski	3	4	0	758	36 898	0
p. sieradzki	22	9	0	4 810	73 886	0
p. skierniewicki	0	6	2	0	19 988	51 400
p. tomaszowski	2	8	7	992	28 024	215 000
p. wieluński	0	1	1	275	35 445	20 000
p. wierszowski	2	3	0	532	18 594	0
p. zduńskowolski	1	6	0	113	28 383	0
p. zgierski	6	4	1	3 113	18 169	47 000
p. miasto Łódź	0	1	0	0	5 458	0
p. miasto Piotrków Tryb.	1	0	0	101	0	0
p. miasto Skierniewice	0	0	0	0	0	0
<b>Suma</b>	<b>98</b>	<b>162</b>	<b>48</b>	<b>22 349</b>	<b>1 053 990</b>	<b>3 433 400</b>



*Źródło: Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Oddział Regionalny w Łodzi, ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.*

**Tabela 4-26** Potencjał techniczny biogazu rolniczego

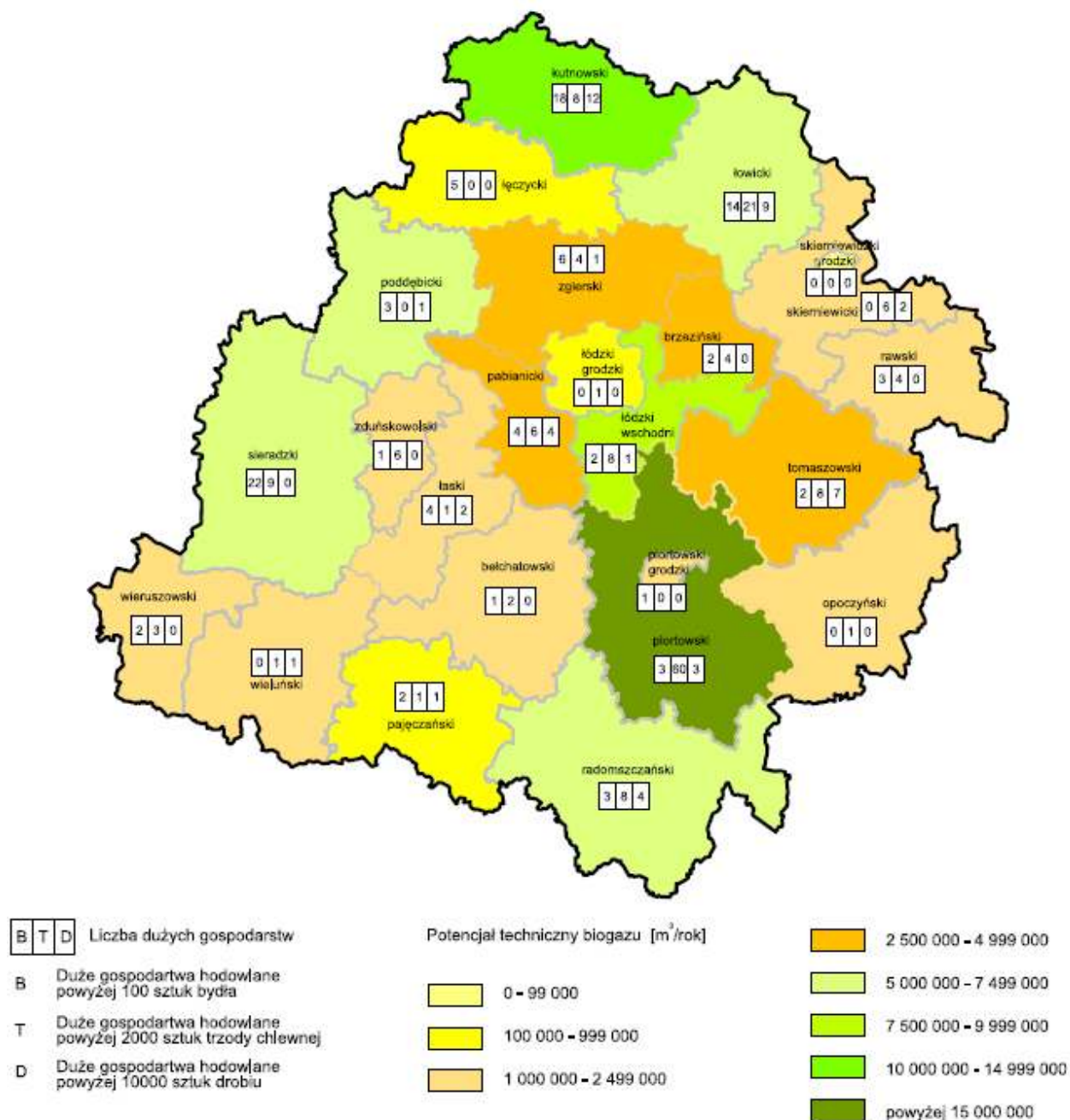
Nazwa powiatu	Potencjał teoretyczny	
	Ilość biogazu $m^3/rok$	Energia $GJ/rok$
p. bełchatowski	1 032 855	19 335
p. brzeziński	2 988 533	55 945
p. kutnowski	11 101 403	207 818
p. łaski	1 594 624	29 851
p. łączycki	355 409	6 653
p. łowicki	6 595 564	123 469
p. łódzki wschodni	9 219 716	172 593
p. opoczyński	1 098 827	20 570
p. pabianicki	3 577 012	66 962
p. pajęczański	734 120	13 743
p. piotrkowski	18 172 931	340 197
p. poddębicki	7 302 946	136 711
p. radomszczański	5 701 439	106 731
p. rawski	2 470 810	46 254
p. sieradzki	6 262 320	117 231
p. skierniewicki	1 480 421	27 713
p. tomaszowski	3 322 504	62 197
p. wieluński	2 311 593	43 273
p. wierszowski	1 305 024	24 430
p. zduńskowolski	1 712 900	32 065
p. zgierski	2 590 480	48 494
p. miasto Łódź	320 710	6 004
p. miasto Piotrków Tryb.	40 333	755
p. miasto Skierniewice	0	0
<b>SUMA</b>	<b>91 292 474</b>	<b>1 708 995</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

Potencjał techniczny energii biogazu rolniczego dla poszczególnych powiatów województwa łódzkiego, z zaznaczeniem liczby dużych gospodarstw hodowlanych, przedstawiono na Rysunku 4-1.

W Załącznikach 2, 3 i 4 zestawione zostały szczegółowe informacje na temat gospodarstw hodowlanych trzody chlewnej, bydła i drobiu w województwie łódzkim uzyskane z ARiMR.

Rysunek 4-1 Potencjał techniczny produkcji biogazu rolniczego w województwie łódzkim.



**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie danych z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, Oddział w Łodzi.

#### 4.3.2.2.3 Biogaz z oczyszczalni ścieków

Potencjał techniczny energii biogazu pochodzącego z oczyszczalni ścieków obliczony został na podstawie danych uzyskanych dla pracujących oczyszczalni ścieków, tzn. uwzględniono faktyczną ilość ścieków wpływających do oczyszczalni. Przyjmuje się, że ze względów ekonomicznych instalacje biogazowe powinny pracować tylko w dużych oczyszczalniach ścieków, tzn. takich, w których średnia dobową ilość przyjmowanych ścieków wynosi od 8000 do 10 000 m<sup>3</sup> (Tabela 4-27). Obliczenia potencjału technicznego wykonano dla obiektów, w których minimalna ilość przyjmowanych ścieków

wynosi 8000 m<sup>3</sup>/dobę. Sprawność urządzeń do przetwarzania biogazu przyjęto 80 %. W zestawieniu uwzględniono również istniejące instalacje.

**Tabela 4-27** *Oczyszczalnie ścieków w województwie łódzkim, w których pozyskiwanie biogazu jest uzasadnione ekonomicznie*

Gmina	Adres oczyszczalni
Łódź	Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi Sp. z o.o. 93-460 Łódź, ul. Sanitariuszek 66
Piotrków Trybunalski	Miejski Zakład Gospodarki Komunalnej Spółka z o.o. 97-300 Piotrków Trybunalski, ul. Przemysłowa 4
Kutno	Grupowa Oczyszczalnia Ścieków. Sp. z o.o. 99-300 Kutno, ul. Lotnicza 1
Zgierz	"Wodociągi i Kanalizacja - Zgierz" Sp. z o.o. 95-100 Zgierz, ul. Andrzeja Struga 45
Radomsko	Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej Sp. z o.o. 97-500 Radomsko, ul. Stara Droga 85 (siedziba spółki) ul. Spacerowa 247 (Oczyszczalnia ścieków)
Tomaszów Mazowiecki	Oczyszczalnia Ścieków Spółka z o.o. 97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Henrykowska 2/4
Skierniewice	Zakład Wodociągów i Kanalizacji WOD-KAN Sp. z o.o. 96-100 Skierniewice, ul. Mokra Prawa 30
Bełchatów	Zakład Wodociągów i Kanalizacji "WOD-KAN" Spółka z o.o. 97-400 Bełchatów, ul. Św. Faustyny Kowalskiej 9
Łowicz	Zakład Usług Komunalnych w Łowiczu 99-400 Łowicz, ul. Armii Krajowej 2b
Zduńska Wola	Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Zduńskiej Woli sp. z o.o. 98-220 Zduńska Wola, ul. Królewska 15
Rawa Mazowiecka	Rawskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. 96-200 Rawa Mazowiecka, ul. Słowackiego 70

*Źródło:* Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

**Tabela 4-28** *Potencjał techniczny wytypowanych oczyszczalni ścieków*

Gmina	Ilość przyjmowanych ścieków m <sup>3</sup> /doba	Produkcja biogazu m <sup>3</sup> /rok	Energia GJ/rok
Łódź	198 751	7 254 412	125 356
Piotrków Trybunalski	16 460	600 790	10 382
Kutno	11 500	419 750	7 253
Zgierz	11 500	419 750	7 253
Radomsko	11 128	406 172	7 019
Tomaszów Mazowiecki	10 000	365 000	6 307
Skierniewice	9 613	350 875	6 063
Bełchatów	9 358	341 567	5 902
Łowicz	8 635	315 178	5 446
Zduńska Wola	7 560	275 940	4 768
Rawa Mazowiecka	3 200	116 800	2 018
<b>Calkowity potencjał techniczny</b>		<b>10 866 233</b>	<b>187 768</b>

*Źródło:* Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”. Obliczenia własne.

## 4.4 Mała Energetyka Wodna

### 4.4.1 Charakterystyka Małej Energetyki Wodnej

Za odnawialne zasoby energii wodnej uważa się energię spadku wód oraz energię pływów i fal morskich. Konwersja energii odbywa się w turbinach wodnych. Stosowanymi turbinami wodnymi są turbiny akcyjne wykorzystujące wyłącznie energię prędkości strumienia wody oraz turbiny reakcyjne wykorzystujące zarówno prędkość, jak i spadek strumienia wody. W warunkach polskich stosowane są prawie wyłącznie turbiny reakcyjne.

W Polsce do obiektów tak zwanej Małej Energetyki Wodnej (MEW) zalicza się elektrownie wodne o mocy zainstalowanej do 5 MW. W MEW można wykorzystywać potencjał niewielkich rzek, rolniczych zbiorników retencyjnych, systemów nawadniających, wodociągowych, kanalizacyjnych, kanałów przerzutowych. Konstrukcja urządzeń hydrotechnicznych w MEW jest nieskomplikowana, a budynki małych elektrowni mają niewielkie gabaryty.

### 4.4.2 Ocena potencjalnych zasobów małej energetyki wodnej

Województwo łódzkie położone jest na granicy wododziałowej zlewni Wisły i Odry. Sieć hydrograficzna charakteryzuje się znaczną ilością niewielkich cieków o niedużych przepływach oraz brakiem naturalnych zbiorników wody. W związku z tym, że główne rzeki województwa (Bzura, Pilica i Warta) znajdują się na jego peryferiach, obszar województwa łódzkiego nie posiada szczególnie dużych zasobów wodnych, a wprost przeciwnie należy uznać go za ubogi w wody powierzchniowe. Retencjonowanie wody odbywa się w niezbyt licznych sztucznych zbiornikach zaporowych oraz zespołach stawów rybnych, niewielkich zbiornikach naturalnych i sztucznych, jak też w naturalnych podmokłych terenach bagiennych. Główne rzeki województwa łódzkiego wraz z ich długością przedstawia Tabela 4-29.

**Tabela 4-29** Główne rzeki województwa łódzkiego

Rzeka	Długość w woj. łódzkim	Główne dopływy
Pilica	ok. 135 km (40% całkowitej długości rzeki)	Luciąża, Wolbórka, Czarna Konecka, Drzewiczka
Warta	ok. 200 km (20% całkowitej długości rzeki)	Ner, Wiercica, Oleśnica, Widawka, Żeglina, Pichna
Bzura	ok. 166 km (80% całkowitej długości rzeki)	Rawka, Mroga, Moszczenica, Ochnia, Słudwia, Bobrówka

*Źródło:* „Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008-2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015”.

Na terenie województwa łódzkiego brak jest dużych naturalnych zbiorników wodnych. Ogólna powierzchnia wód stojących szacowana jest na 10 770 ha. Ponad 50 % tej powierzchni przypada na dwa największe zbiorniki sztuczne województwa: zbiornik Jeziorsko na rzece Warcie o powierzchni 4 320 ha oraz Zbiornik Sulejów o powierzchni 1 980 ha, zlokalizowany na Pilicy.

Parametrem charakteryzującym zasobność wodną na danym obszarze jest odnawialność, której miarą jest wartość odpływu rzecznych cieków znajdujących się w całości na tym obszarze. Teren województwa łódzkiego charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem, biorąc pod uwagę wartość odpływu. Obszar ten można podzielić na cztery strefy:

- południowo-wschodnia część, gdzie średni roczny odpływ jednostkowy wynosi  $6 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ,
- część centralna, z wartościami równymi  $4 - 5 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ,
- zachodnia część województwa, charakteryzowana przez jeszcze niższe wartości równe  $3 - 4 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ,
- północny fragment województwa, najuboższy, gdzie średnie roczne odpływy jednostkowe wynoszą  $2,5 - 3 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{km}^2$ .

Wielkość odpływu zależy od zmian sezonowych. W okresie półrocza zimowego (miesiące od XI – IV) wynosi ona ok. 60 %, a w okresie letnim (V – X) 40 %. Najwyższe odpływy występują w okresie roztopów wiosennych, w zlewni Warty na przełomie lutego i marca, i w zlewni Pilicy i Bzury w końcu marca.

#### 4.4.2.1 Potencjał teoretyczny

Potencjał teoretyczny wód płynących dla rzek województwa łódzkiego obliczony został jako suma energii uzyskanej dla poszczególnych odcinków rzek zlokalizowanych na terenie województwa.

Dla największych rzek przepływających przez województwo łódzkie potencjał teoretyczny odniesiony do ich całkowitej długości tzn. od źródeł do ujścia, wynosi odpowiednio<sup>20</sup>:

- Warta – 1032 GWh/rok,
- Pilica – 316 GWh/rok,
- Bzura – 44 GWh/rok.

Przy szacowaniu potencjału teoretycznego głównych rzek województwa łódzkiego, ich całkowity potencjał odniesiono do odcinków tych rzek na obszarze województwa.

Potencjał teoretyczny głównych rzek na obszarze województwa wynosi odpowiednio:

- Warta – 206,4 GWh/rok,
- Pilica – 126,4 GWh/rok,
- Bzura – 35,2 GWh/rok.

Potencjał teoretyczny pozostałych rzek w województwie łódzkim obliczono, jako ilość energii możliwą do wykorzystania przy założeniu, że zasoby energii są wykorzystywane w urządzeniach o 100% sprawności, oraz że cały dostępny potencjał wykorzystywany jest na cele energetyczne.

Potencjał teoretyczny dla pozostałych rzek województwa łódzkiego obliczono ze wzoru<sup>21</sup>:

<sup>20</sup> S. Gołębiowski, Z. Krzemień: „Przewodnik Inwestora MEW”, Biblioteka Fundacji Poszanowania Energii, 1998 r.

<sup>21</sup> Witold M. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii” WNT Warszawa 2006 r.

$$P_{sr} = 8760 \cdot 9,81 \cdot Q_{sr} \cdot H_{sr}, \quad [\text{GWh/rok}]$$

gdzie:

$Q_{sr}$  – przepływ średni z wielolecia,

$H_{sr}$  – spad odcinka rzeki na określonej długości.

**Tabela 4-30** Potencjał teoretyczny rzek w województwie łódzkim

Nazwa rzeki	Przepływ $m^3/s$	Różnica wysokości $m$	Potencjał teoretyczny $GWh$	W granicach województwa łódzkiego	Potencjał techniczny rzek w woj. łódzkim $GWh/rok$
Ner	10,0	128	110,00	0,85	93,50
Widawka	2,30	97,5	19,27	1	19,27
Pichna	2,00	70	12,03	1	12,03
Luciąża	1,91	82,5	13,54	1	13,54
Wolbórka	3,50	22	6,62	1	6,62
Czarna Konecka	6,18	190	100,91	0,25	25,23
Drzewiczka	2,26	100	19,42	0,5	9,71
Rawka	4,60	103,2	40,80	1	40,80
Mroga	2,42	104	21,63	1	21,63
Ochnia	1,35	34	3,94	0,95	3,75
<b>Suma</b>					<b>246,08</b>

*Źródło: Zasoby Internetu, Plan nawodnień rolniczych dla województwa łódzkiego, część III, listopad 2007 r.*

Całkowity potencjał teoretyczny rzek województwa łódzkiego wynosi ok. 615 GWh/rok, w porównaniu do potencjału dla całego kraju, wynoszącego 23 000 GWh/rok, jest to niewielka wartość, stanowiąca jedynie 0,02 % zasobów krajowych.

#### 4.4.2.2 Potencjał techniczny

Jest to potencjał możliwy do uzyskania poprzez budowę elektrowni wodnych na istniejących obiektach piętrzących, których stan techniczny oraz warunki hydrologiczne (minimalna wysokość spad, przepływ roczny średni) pozwalają na realizację inwestycji. Jako kryterium przydatności przyjmuje się minimalną wysokość spad na poziomie 1,6 m oraz przepływ roczny średni nie mniejszy niż 0,1 m<sup>3</sup>/s.

Potencjał techniczny jest mniejszy od teoretycznego, ponieważ wiąże się z różnymi ograniczeniami i stratami, wśród których jako najważniejsze może wymienić:

- nierównomierność przepływów w czasie,
- sprawność dostępnych urządzeń,
- konieczność zapewnienia minimalnego przepływu wody w korycie rzeki poza elektrownią,
- pobory wody do celów nieenergetycznych (bezzwrotne).

Potencjał techniczny (Tabela 4-31) obliczono, na podstawie danych dla budowli hydrotechnicznych wymienionych w przesłanych przez Urzędy Gmin ankietach, według następującego wzoru<sup>22</sup>:

<sup>22</sup> Witold M. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii” WNT Warszawa 2006 r.



$$P_{sr} = 9,81 \cdot t \cdot Q_{sr} \cdot H_{sr} \cdot \eta$$

Założenia przyjęte do obliczenia potencjału technicznego:

$\eta$  – sprawność elektrowni wodnej, 88%,

$t$  – czas pracy elektrowni w roku, 4 000 godzin.

**Tabela 4-31** Potencjał techniczny energetyki wodnej

Gmina	Rzeka	Budowle hydrotechniczne	Przepływ średni Q m <sup>3</sup> /s	Spad użyteczny H <sub>u</sub> m	Potencjał techniczny MWh/rok
Tomaszów Mazowiecki	Pilica, zbiornik Sulejowski	tama	25,00	11,00	9 496,08
Tomaszów Mazowiecki	Pilica	jaz piętrzący	27,00	2,00	1 864,68
Szczerców	Widawka	jaz piętrzący	4,00	2,00	276,25
Rawa Mazowiecka	Rawka Zalew "Dolna"	budowla hydroenergetyczna	2,40	2,50	207,19
Skiermiewice	Łupia	jaz piętrzący	1,12	4,70	181,77
Tomaszów Mazowiecki	Wolbórka	jaz piętrzący	2,00	1,60	110,50
Wieluń/Masłowice	Pyszna	jaz piętrzący	1,07	1,86	68,85
Głowno	Mroga	jaz piętrzący	0,55	3,20	60,77
Brzeźnio	Żeglina Zbiornik wodny „Próba”	tama	0,40	3,65	50,42
Wieluń/Dąbrowa	Pyszna	jaz piętrzący	0,64	1,70	37,51
Koluszki	Mroga	budowla hydroenergetyczna	0,33	3,00	34,53
Głowno	Mroga	jaz piętrzący	0,26	3,20	28,73
Kodrąb	Widawka	zbiornik retencyjny	0,10	2,15	7,10
Olewin	Starzenicki	jaz piętrzący	0,10	1,80	6,34
<b>Całkowity potencjał techniczny dla wymienionych budowli hydrotechnicznych</b>					<b>12 430</b>

**Źródło:** Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

W Tabeli 4-31 zostały umieszczone jedynie te budowle piętrzące, dla których dokładne dane zostały umieszczone w ankietach przesłanych przez gminy. Faktyczny potencjał techniczny wód płynących w województwie łódzkim jest wyższy, z powodu dużo większej liczby budowli piętrzących możliwych do zagospodarowania w celach energetycznych (*Wykaz budowli piętrzących w województwie łódzkim - Załącznik 1*). Według Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi w województwie zlokalizowanych jest 351 budowli piętrzących, z czego większość stanowią jazy (205) i zastawki (101). Pozostałe budowle piętrzące to: stopnie, stopnie z piętrzeniem, przepusty, przelewy i budowle przepustowo-upustowe. Dla większości istniejących budowli piętrzących brak jest danych dotyczących przepływów w korycie, dyspozycyjnego spadku oraz ich stanu technicznego.



## 4.5 Energia słoneczna

### 4.5.1 Charakterystyka energii słonecznej

Energia promieniowania słonecznego jest podstawowym źródłem energii na Ziemi. Jest to również największe źródło energii, którym dysponuje człowiek. Ilość energii promieniowania słonecznego docierającego do każdego miejsca na powierzchni globu nie jest jednakowa i zależy od kilku czynników. Są to przede wszystkim czynniki związane z położeniem geograficznym, warunkami atmosferycznymi i klimatycznymi, ukształtowaniem terenu, składem i stanem atmosfery. Wymienione wyżej czynniki mają wpływ na rodzaj i natężenie promieniowania docierającego do powierzchni Ziemi.

Promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi można podzielić na:

- bezpośrednie,
- rozproszone (pośrednie),
- odbite.

Promieniowanie bezpośrednie jest to promieniowanie docierające do powierzchni Ziemi bezpośrednio z tarczy słonecznej, o kierunku zależnym od aktualnej wysokości słońca nad powierzchnią Ziemi. Promieniowanie rozproszone powstaje w wyniku załamania się promieni słonecznych o różne składniki atmosfery. Stanowi ono około 50 % promieniowania całkowitego. W przypadku, gdy promieniowanie słoneczne odbijane jest np. od elementów krajobrazu i architektury, mamy do czynienia z promieniowaniem odbitym.

### 4.5.2 Ocena potencjalnych zasobów energii słonecznej

Możliwości wykorzystania energii promieniowania słonecznego w różnych miejscach na Ziemi nie są jednakowe. Różnice wynikają z rocznej wartości nasłonecznienia, tzn. rocznej dawki energii przypadającej na jednostkę powierzchni ( $\text{kWh/m}^2\text{rok}$ ) oraz z usłonecznienia, czyli czasu, podczas którego na określone miejsce na powierzchni Ziemi dociera promieniowanie słoneczne bezpośrednio. Graniczną mocą, jaką można uzyskać bezpośrednio z energii słonecznej na jeden metr kwadratowy jest tzw. stała słoneczna, która wynosi średnio  $1367 \text{ W/m}^2$  i jest mocą promieniowania słonecznego docierającego do zewnętrznej warstwy atmosfery.

W Polsce występują średnie warunki nasłonecznienia. Roczne natężenie promieniowania słonecznego na jednostkową powierzchnię poziomą (Rysunek 4-2), w zależności od regionu kraju, waha się w granicach od 900 – 1200  $\text{kWh/m}^2$ . 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. Pas nadmorski charakteryzuje się średnimi wartościami całkowitego rocznego nasłonecznienia.

Województwo łódzkie, w skali kraju, charakteryzuje się stosunkowo korzystnymi warunkami nasłonecznienia. Obszar województwa charakteryzuje niewielkie zróżnicowanie warunków

nasłonecznienia, przy czym teoretycznie najkorzystniejsze warunki występują w zachodniej i centralnej części województwa (powiaty: łódzki, tomaszowski, opoczyński, rawski). Jednakże ze względu na niewielkie zróżnicowanie obszar ten można traktować, jako jednorodny pod kątem możliwości wykorzystania energii promieniowania słonecznego.

Wartości średnie usłonecznienia na terenie naszego kraju mieszczą się w granicach od 1450 do 1600 godzin/rok (Rysunek 4-2). Wartość usłonecznienia dla województwa łódzkiego wynosiła: w 2005 roku 1846 dni, a w 2006 roku 1964 dni<sup>23</sup>.

Z punktu widzenia praktycznego wykorzystania energii słonecznej w Polsce, szczególną uwagę należy zwrócić na nierównomierność rozkładu nasłonecznienia i usłonecznienia w skali roku. Ze względu na strefę klimatyczną i warunki meteorologiczne, aż 80 % czasu operowania słońca przypada na miesiące od kwietnia do września. W okresie zimowym możliwy czas wykorzystania energii słonecznej wynosi zaledwie 8 godzin w ciągu doby, a w okresie letnim ok. 16 godzin na dobę.

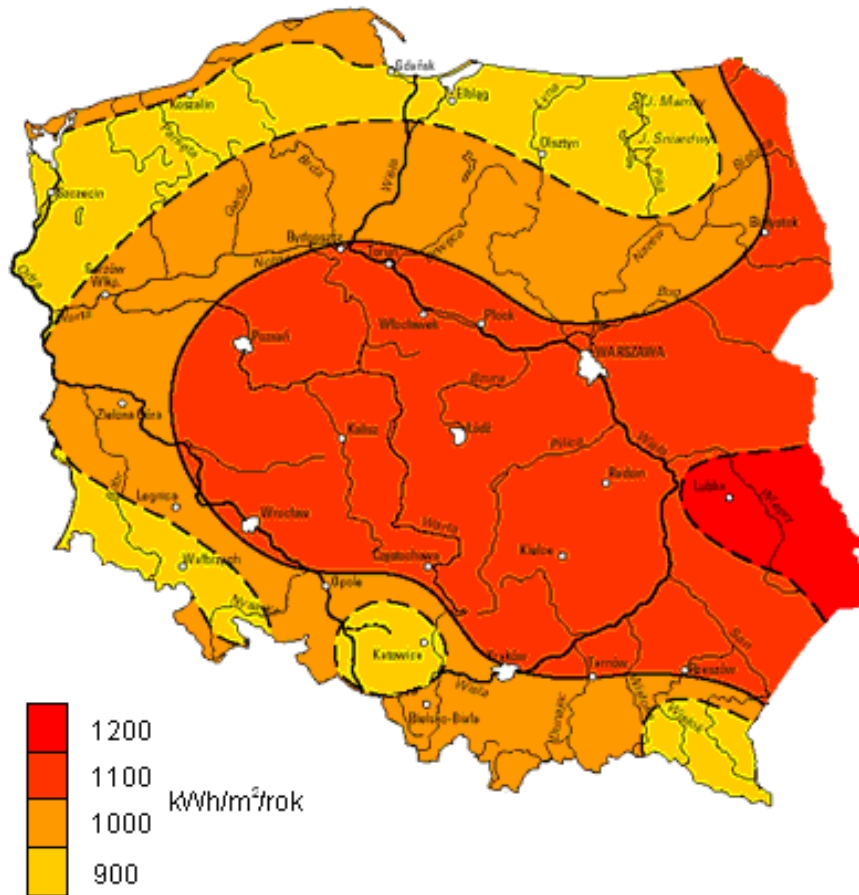
Warunkiem efektywnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego jest odpowiedni dobór oraz sposób zainstalowania absorberów promieniowania słonecznego (kolektory, ogniwa fotowoltaiczne). Maksymalną efektywność osiąga się instalując absorbery w kierunku południowym, względem linii horyzontu. Optymalny kąt nachylenia w warunkach polskich to kąt mieszczący się w przedziale od 34°– 70°, w zależności od pory roku. Przy comiesięcznej korekcie kąta nachylenia, możliwy jest wzrost rocznej sumy pochłoniętego promieniowania o 30 %, jednakże wiąże z koniecznością poniesienia wyższych nakładów inwestycyjnych (kolektory z systemem nadążnym – pola modułów zmieniają swoją pozycję w czasie, podążając za słońcem). W przypadku instalacji całorocznych kąt nachylenia powinien wynosić 40°– 45°<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> GUS

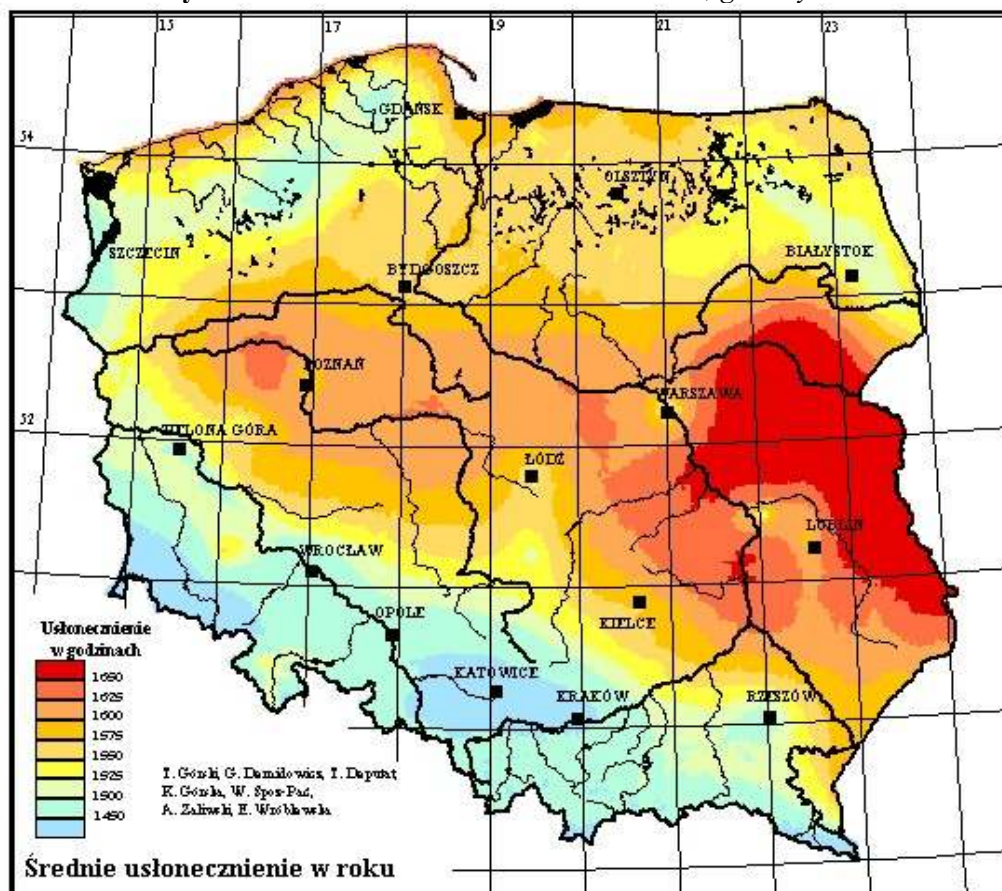
<sup>24</sup> [www.solver.pl](http://www.solver.pl)

**Rysunek 4-2** Natężenie promieniowania słonecznego w Polsce



Źródło: The European Database of Daylight and Solar Radiation.

Rysunek 4-3 Średnie usłonecznienie w Polsce, godziny/rok



Źródło: Zakład Agrometrologii i Zastosowań Informatyki.

#### 4.5.2.1 Potencjał teoretyczny

Potencjał teoretyczny energii promieniowania słonecznego dla województwa łódzkiego (Rysunek 4-3 i Tabela 4-32.) został określony na podstawie danych zaczerpniętych z European Commission, DG – Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Renewable Energies Unit. Potencjał teoretyczny obliczono, dla konwersji energii promieniowania słonecznego na inne użyteczne formy energii ze 100% sprawnością, przy optymalnym kącie padania promieniowania słonecznego wynoszącego dla obszaru województwa łódzkiego  $46^\circ$ .

Roczny potencjał teoretyczny energii promieniowania słonecznego dla całego obszaru województwa łódzkiego można oszacować na  $76,5 \cdot 10^{10}$  GJ.

#### 4.5.2.2 Potencjał techniczny

W celu określenia potencjału technicznego wykorzystania energii słonecznej przyjęto sprawność systemu solarnego dla konwersji fototermicznej (kolektory) na poziomie 50 %<sup>25</sup>, natomiast dla ogniw

<sup>25</sup> „Wykorzystanie energii słonecznej do podgrzewania wody za pośrednictwem kolektorów słonecznych”. Polskie Sieci Elektroenergetyczne – Wschód sp z o.o.

fotowoltaicznych przyjęto sprawność konwersji 20 %.<sup>26</sup> Zostało założone stałe, optymalne nachylenie kolektora słonecznego do płaszczyzny poziomej równe 46°.

**Tabela 4-32** Potencjał teoretyczny i techniczny wykorzystania energii promieniowania słonecznego w woj. łódzkim

Powiat	Potencjał teoretyczny kWh/m <sup>2</sup> /rok	Potencjał techniczny dla konwersji fototermicznej GJ/m <sup>2</sup> /rok	Potencjał techniczny dla konwersji fotowoltaicznej kWh/m <sup>2</sup> /rok
p. bełchatowski	1169,83	2,1	231-236
p. brzeziński	1177,49		
p. kutnowski	1161,07		
p. łaski	1173,84		
p. łączycki	1164,35		
p. łowicki	1163,62		
p. miasto Łódź	1176,37		
p. łódzki wschodni	1176,40		
p. opoczyński	1178,22		
p. pabianicki	1174,57		
p. piotrkowski	1174,94		
p. radomszczański	1160,70		
p. rawski	1175,67		
p. sieradzki	1167,27		
p. skierniewicki	1169,83		
p. tomaszowski	1177,49		
p. wieluński	1156,32		
p. zduńskowolski	1170,92		
p. zgierski	1174,94		
p. wieruszowski	1156,69		
p. pajęczański	1157,78		
p. poddębicki	1165,45		

**Źródło:** European Commission, DG - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Renewable Energies Unit, obliczenia własne.

Przy ostrożnym szacunku, że instalacje do konwersji fototermicznej i fotowoltaicznej mogą być zamontowane na dachach budynków i tylko w miejscach zabudowanych, które stanowią ok. 0,5%<sup>27</sup> powierzchni ogólnej, potencjał techniczny energii promieniowania słonecznego oszacowano na 191·10<sup>6</sup> GJ/rok dla konwersji termicznej i 77·10<sup>6</sup> GJ/rok dla konwersji fotowoltaicznej.

<sup>26</sup> [www.greenworld.serwus.pl](http://www.greenworld.serwus.pl)

<sup>27</sup> Polskie Towarzystwo Przemysłu i Rozdziału Energii Elektrycznej – Akademia Energii



Rysunek 4-4 Potencjał teoretyczny energii promieniowania słonecznego w woj. łódzkim



Źródło: Rysunek własny.

## 4.6 Energia wiatru

### 4.6.1 Charakterystyka energii wiatru

Energia wiatru jest energią poruszających się mas powietrza w atmosferze ziemskiej. Powstawanie wiatrów spowodowane jest nierównomiernym ogrzewaniem przez Słońce powierzchni Ziemi. W wyniku nierównomiernego ogrzewania masy powietrza o mniejszej gęstości przemieszczają się ku górze a ich ruch powoduje powstawanie różnicy ciśnień. Wiatr jest ruchem mas powietrza dążących do wyrównania ciśnień. Globalny potencjał energetyczny wiatru jest ogromny i według szacunków jest równy aktualnemu światowemu zapotrzebowaniu na energię elektryczną. Podstawowe znaczenie dla energetycznego wykorzystania energii wiatru ma jego prędkość, częstotliwość oraz kierunek. Parametry te ulegają częstym zmianom w cyklu dobowym, miesięcznym i rocznym, co powoduje, że jako źródło energii wiatr charakteryzuje się dużą niestabilnością. Energia wiatru jest zamieniana na energię elektryczną w turbinach - generatorach wiatrowych, które są montowane pojedynczo lub grupowo w tzw. farmach wiatrowych.

Kryteria dla wyboru lokalizacji turbin wiatrowych pracujących na potrzeby systemu to średnioroczna prędkość wiatru, minimum 4 m/s, oraz procentowy udział prędkości wiatru powyżej 6 m/s. Jako wiatr użyteczny energetycznie, pozwalający na pracę turbin wiatrowych uznaje się wiatr wiejący z prędkością pomiędzy 4 – 25 m/s.

### 4.6.2 Ocena potencjalnych zasobów energii wiatru

#### 4.6.2.1 Potencjał teoretyczny

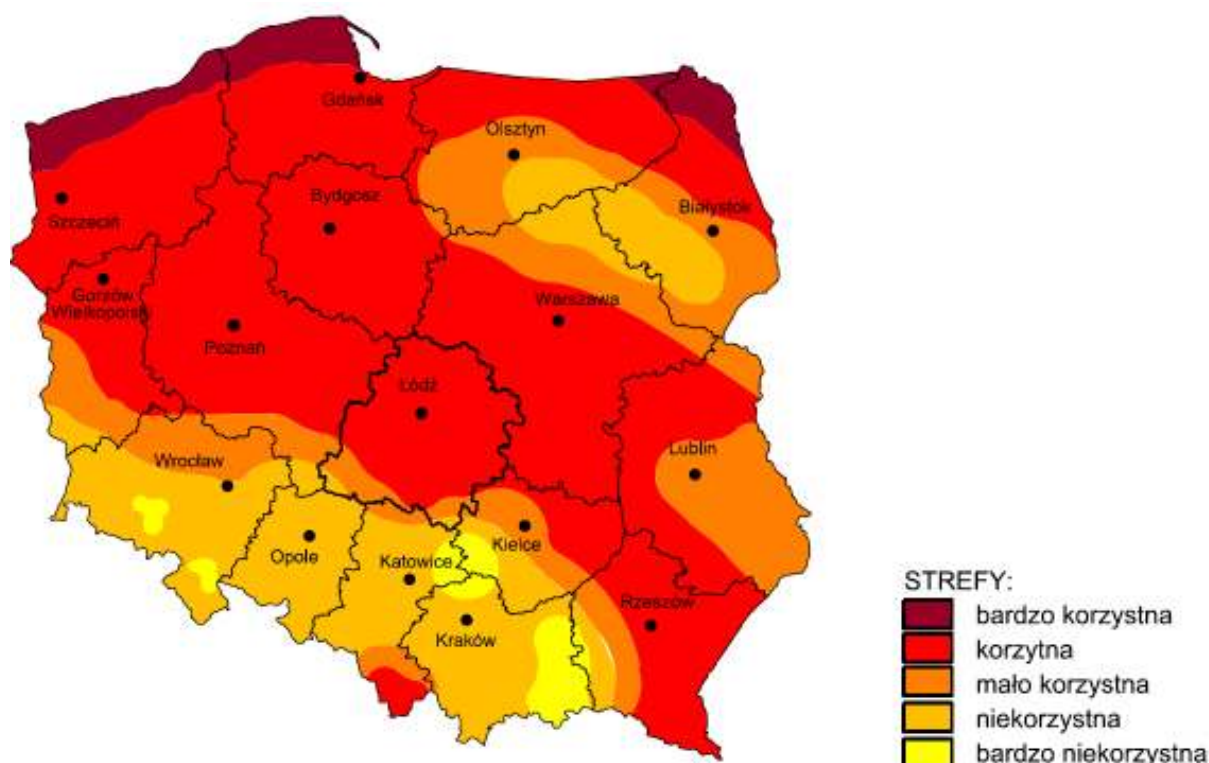
Średnie prędkości wiatru na obszarze Polski są rozpoznane dzięki pracom Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Na podstawie badań Instytutu opublikowane zostały ogólne mapy wietrzności dla obszaru Polski. Terenami uprzywilejowanymi pod względem zasobów energii wiatru są: wybrzeże Bałtyku, Suwalszczyzna, środkowa Wielkopolska, Beskid Żywiecki i Śląski, Podgórze Dynowskie i Bieszczady. Prowadzone w ostatnim czasie pomiary wietrzności związane z poszukiwaniem lokalizacji dla nowych elektrowni wiatrowych potwierdzają, że na terenie Polski są jeszcze inne obszary, w których występują bardzo korzystne warunki wiatrowe.

Wg mapy wietrzności IMiGW województwo łódzkie w przeważającej części znajduje się w strefie II, określanej jako korzystna dla instalacji turbin wiatrowych. Średnia prędkość wiatru w strefie II na wysokości 20 m n.p.g. wynosi 4,5 – 5 m/s.

Jedynie w części południowej województwa występuje niewielki pas, w którym energia wiatru określana jest jako mało korzystna lub niekorzystna.



Rysunek 4-5 Podział Polski na strefy energetyczne wiatru.



Źródło: "Energia & Przemysł", marzec 2007 r. na podstawie danych prof. Haliny Lorenc, IMiGW.

Tabela 4-33 Prędkość wiatru w poszczególnych strefach

Rejon	Średnia prędkość wiatru na wys. 20 m n.p.g m/s
I	5 – 6
II	4,5 – 5
III	4 – 4,5
IV, V, VI	warunki niekorzystne i tereny wyłączone, $w < 4$

Źródło: Katedry Elektrotechniki i Energetyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Prędkość wiatru zależy od wysokości ponad teren gruntu. Na prędkość wiatru wpływ ma również rodzaj i ukształtowanie terenu oraz stopień jego zabudowy. Parametr opisujący teren (gęstość i wysokość pokrycia) nosi nazwę szorstkości. Im większa jest szorstkość terenu, czyli im bardziej teren jest chropowaty, tym większy jest wzrost prędkości wraz z wysokością. Prędkość wiatru na dowolnej wysokości nad poziomem gruntu można obliczyć na podstawie wzoru<sup>28</sup>:

<sup>28</sup> Katedra Elektrotechniki i Energetyki Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

$$w_2(h_2) = w_1(h_1) \frac{\ln\left(\frac{h_2}{h_0}\right)}{\ln\left(\frac{h_1}{h_0}\right)}$$

gdzie:

$w_1, w_2$  – prędkości wiatru odpowiednio, na wysokościach  $h_1, h_2$ ,

$h_0$  – parametr szorstkości podłoża zależny od własności fizycznych podłoża, poniżej wysokości  $h_0$

prędkość wiatr jest zerowa.

Do oszacowania potencjału teoretycznego energii wiatru przyjęto 100% sprawność konwersji energii wiatru na energię elektryczną.

Do obliczenia potencjału teoretycznego posłużono się zależnością<sup>29</sup>:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot w^3,$$

gdzie:

$P$  – moc energii wiatrowej [W],

$\rho$  – gęstość powietrza, przyjęto  $\rho=1,26 \text{ kg/m}^3$ ,

$A$  – powierzchnia, przez którą przepływa strumień powietrza [ $\text{m}^2$ ]

przyjęto  $A=1 \text{ m}^2$ ,

$w$  – prędkość wiatru na odpowiedniej wysokości, [m/s].

**Tabela 4-34** Potencjał teoretyczny energii wiatru na określonych wysokościach

	Potencjał teoretyczny [kWh/m <sup>2</sup> rok]		
	Wysokość 24m	Wysokość 60m	Wysokość 80m
strefa II	830 – 884	1214 – 1450	1385 – 1713
strefa III	605 – 644	885 – 1057	1010 – 1250

*Źródło: Obliczenia własne.*

#### 4.6.2.2 Potencjał techniczny

Potencjał techniczny energii wyznaczono przy założeniu wykorzystania energii kinetycznej mas powietrza w aktualnie produkowanych turbogeneratorów wiatrowych z uwzględnieniem ich sprawności. W obliczeniach potencjału technicznego uwzględniono prędkość wiatru występującą na wysokości rzeczywistej turbiny wiatrowej. Obliczenia potencjału technicznego wykonano dla trzech przykładowych turbin wiatrowych o mocy 50 kW, 850 kW oraz 1500 kW.

Potencjał techniczny energii wiatru obliczono na podstawie wzoru<sup>29</sup>:

$$E = K_{el} \cdot c_0 \cdot N_b \cdot N_g \text{ kWh/m}^2\text{rok},$$

<sup>29</sup> W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, WNT, Warszawa 2006 r.

gdzie:

$K_{el}$  – potencjał energetyczny wiatru, [kWh/(m<sup>2</sup>rok)],

$c_0$  – współczynnik efektywności turbiny (typowa wartość 0,35),

$N_b$  – sprawność przekładni (0,90 – 0,95),

$N_g$  – sprawność generatora (minimum 0,85 dla nowoczesnych generatorów).

**Tabela 4-35** Parametry techniczne turbin wiatrowych

Moc maksymalna	Średnica śmigiel	Powierzchnia śmigiel	Wysokość wieży
50kW	13,5m	143m <sup>2</sup>	24m
850kW	58,0m	2642m <sup>2</sup>	60m
1500kW	77,0m	4654m <sup>2</sup>	80m

*Źródło: Materiały informacyjne producentów turbin wiatrowych, zasoby Internetu.*

Potencjał techniczny został obliczony przy założonej klasie szorstkości terenu równej 2,0 oraz 3,0.

**Tabela 4-36** Potencjał techniczny energii wiatru w województwie łódzkim

	Potencjał techniczny [MWh/rok]		
	Turbina o mocy 50 kW	Turbina o mocy 850 kW	Turbina o mocy 1500 kW
	wysokość masztu 24m	wysokość masztu 60m	wysokość masztu 80m
strefa II	37 – 55	1013 – 1210	2037 – 2520
strefa III	27 – 29	739 – 882	843 – 1043

*Źródło: Obliczenia własne.*

Teoretyczne obliczenia prędkości wiatru są korygowane pomiarami wiatru przeprowadzanymi na terenie przeznaczonym pod inwestycję. Pomiary wykonuje się przynajmniej przez rok. Istotnymi wielkościami wyznaczanymi podczas pomiarów są: prędkość i kierunek wiatru oraz rozkład prędkości w czasie i na kierunkach.

## 4.7 Energia geotermalna

### 4.7.1 Charakterystyka energii geotermalnej

Energia geotermalna jest to energia wnętrza Ziemi zawarta w utworach skalnych, płynach oraz w parze. Jest jednym z rodzajów odnawialnych źródeł energii, którego zasoby praktycznie są niewyczerpalne, ponieważ stale uzupełniane są przez strumień ciepła, przenoszącego się z gorącego wnętrza Ziemi ku powierzchni. Energetyka geotermalna bazuje przede wszystkim na wykorzystaniu potencjału cieplnego wód geotermalnych i par (zasoby hydrogeotermalne) występujących w półprzepuszczalnych warstwach skalnych poniżej 1000 m, a także na geotermii niskotemperaturowej, czyli geotermii niskiej entalpii.

Granica umowną zgodnie z polskim prawem geologicznym i górnictwem pomiędzy wodami geotermalnymi, a geotermią niskiej entalpii jest temperatura wody wynosząca 20°C, mierzona na wypływie z otworu wiertniczego.

#### Wody geotermalne

Nośnikiem ciepła geotermalnego są zazwyczaj wody złożowe, najczęściej zmineralizowane, wypełniające pory i szczeliny skalne w warstwie wodonośnej. Temperatura i stopień zmineralizowania wód podziemnych, zależą na ogół od głębokości zalegania skał, tworzących zbiorniki wód wgłębnych. Zależność temperatury wód geotermalnych od głębokości jest scharakteryzowana przez gradient geotermiczny. Jest to parametr określający przyrost temperatury wraz z jednostkowym przyrostem głębokości. Odwrotnością gradientu geotermicznego jest stopień geotermiczny wskazujący, co ile metrów w głąb ziemi temperatura wzrasta o jeden stopień Celsjusza. Jako wartość średnią w ujęciu globalnym przyjmuje się stopień geotermiczny na poziomie 33 m/1°C. W warunkach polskich stopień geotermiczny charakteryzuje się dużą zmiennością, na głębokości 200 – 2500 m zawiera się w przedziale 10 do 110 m/1°C.

Ze względu na temperaturę, wody geotermalne można podzielić na:

- wody niskotemperaturowe (ciepłe) 20 - 35°C,
- wody średnotemperaturowe (gorące) 35 - 80°C,
- wody wysokotemperaturowe (bardzo gorące) 80 - 100°C,
- wody bardzo wysokotemperaturowe (przegrzane) powyżej 100°C.

W zależności od ciśnień, kształtów zbiornika i powierzchni, złoża wód geotermalnych dzieli się na:

- artezyjskie, z których woda wypływa samoczynnie na lub nad powierzchnię terenu,
- sub-artezyskie, których woda w otworze wiertniczym podnosi się na duże wysokości, ale nie osiąga powierzchni terenu,
- grawitacyjne, z których wodę trzeba pompować.

Polska należy do krajów posiadających bogate zasoby wód geotermalnych niskotemperaturowych i średnotemperaturowych. Wody te występują w przestrzeniach porowych lub szczelinowych skał osadowych, wchodzących w skład skorupy ziemskiej. Złoża wód dostępnych na terenie naszego kraju w zasadzie nie przekraczają temperatury 90 °C. Udokumentowane temperatury eksploatacyjne wód geotermalnych wynoszą od 20 – 86 °C, z tego względu możliwości ich zastosowania są nieco ograniczone. Istnieją rozpoznania dalszych zasobów eksploatacyjnych wód o temperaturach, w niektórych przypadkach przekraczających, 100 °C, jednak ich eksploatacja może okazać się nieopłacalna ze względu na znaczną głębokość zalegania poziomu wodonośnego<sup>30</sup>.

Potencjał teoretyczny zasobów energii wód geotermalnych na terenie Polski został obliczony na ok.  $2,9 \cdot 10^8$  GJ/km<sup>2</sup>. Zasoby te ulokowane są w złożach rozmieszczonych na obszarze Niżu Polskiego oraz obrębie jednostek strukturalnych Karpat i Sudetów. Rejonizację obszaru Polski pod względem rozmieszczenia głównych jednostek strukturalnych wraz z lokalizacją województwa łódzkiego przedstawia Rysunek 4-6.

W warunkach polskich najbardziej korzystnym obszarem wykorzystania energii wód geotermalnych jest obszar niecki podhalańskiej. Wody geotermalne w obrębie niecki charakteryzują się wysoką temperaturą na wypływie z otworu sięgającą 90 °C, mają niską mineralizację w granicach do 3 g/dm<sup>3</sup>, a złoża cechują się wysoką wydajnością. Z jednego nawierconego otworu uzyskano nawet 550 m<sup>3</sup>/h. Dodatkowo złożo posiada dobrą odnawialność wynikającą z faktu, że obszarem zasilania niecki podhalańskiej są Tatry.

Drugim obszarem pod względem możliwości wykorzystania zasobów geotermalnych jest Niż Polski. W jego granicach mieści się aż 95 % zasobów wód termalnych Polski. Wody termalne Niżu Polskiego mają mineralizację od poniżej 1 do ponad 100 g/dm<sup>3</sup>. Wydajność ujęć dochodzi do 65 m<sup>3</sup>/h, natomiast temperatura na wypływie osiąga 67 °C. Zasoby geotermalne na Niżu Polskim związane są z warstwami wodonośnymi ery mezozoicznej, a szczególnie z wodami termalnymi w formacjach piaszczystych dolnej jury i dolnej kredy. Według danych zawartych w *Atlasie zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim* wykonanego na zamówienie Ministra Środowiska w 2006 r., zasoby dostępne energii geotermalnej na Niżu Polskim wynoszą  $7,753 \cdot 10^6$  PJ ( $2,67 \cdot 10^6$  mln tpu), dyspozycyjne zasoby energii geotermalnej na Niżu Polskim wynoszą 9210 PJ/rok, co odpowiada 317,5 mln tpu/rok. Ilość zasobów eksploatacyjnych dla Niżu Polskiego, przy założeniu, że wykorzystane zostanie 1,5 – 2,5% zasobów dyspozycyjnych, jest szacowana na 4,7 – 7,9 mln tpu/rok, co odpowiada 138 – 230 mln GJ/rok.

---

<sup>30</sup> W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim” Kraków 2006 r.

Rysunek 4-6 Mapa lokalizacji głównych jednostek strukturalnych



Źródło: W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niziu Polskim” Kraków 2006 r.

### Geometria niskiej entalpii

Energia niskiej entalpii jest energią przypowierzchniowych warstw gruntu i wód gruntowych, wykorzystywana najczęściej w instalacjach grzewczych, jako dolne źródło dla pomp ciepła. Warstwy gruntu i wodę gruntową cechuje duża pojemność cieplna, dostępność oraz duża stabilność temperatury. Rozkład temperatury w gruncie zmienia się wraz ze zmianą głębokości. Na tej podstawie można wyróżnić 3 podstawowe strefy gruntu:

- przypowierzchniowa, do głębokości ok. 1 m, odpowiadająca głębokości przemarzania gruntu, decydujący wpływ na rozkład temperatury w tej strefie mają warunki atmosferyczne,
- płytka, do głębokości 10 m, w której wpływ warunków atmosferycznych jest mniejszy, a temperatura gruntu stabilizuje się,
- głęboka, poniżej 10 m, temperatura jest stała i przyjmuje się, że jest równa średniorocznej temperaturze powietrza atmosferycznego na danym obszarze.



## 4.7.2 Ocena potencjalnych zasobów energii geotermalnej

### Wody geotermalne

Zasoby energii wód geotermalnych dla celów ciepłowniczych w zależności od stopnia rozpoznania geologicznego i opłacalności ekonomicznej dzieli się na<sup>31</sup>:

**Zasoby dostępne** - jest to ilość energii cieplnej zmagazynowanej w skorupie ziemskiej przypadająca na jednostkę powierzchni obliczona do głębokości 3000 m, odniesiona do średniej rocznej temperatury na powierzchni terenu, wyrażana w dżulach na metr kwadratowy ( $J/m^2$ ).

**Zasoby statyczne** wód i energii geotermalnej - jest to ciepła skumulowana w objętości wody zawartej w przestrzeni porowej lub w szczelinach skalnych oraz z szkieletu skalnym danej warstwy lub poziomu wodonośnego; wyrażana w dżulach (J).

**Zasoby statyczne wydobywalne** wód i energii geotermalnej - jest to część zasobów statycznych możliwych do wydobycia przy konkretnej technologii w danych warunkach terenowych; wyrażana w dżulach (J).

**Zasoby dyspozycyjne** wód i energii geotermalnej jest to część udokumentowana zasobów statycznych wydobywalnych, których wykorzystanie jest uzasadnione ekonomicznie; wyrażane w dżulach na rok (J/rok).

Dwa pierwsze rodzaje zasobów można ulokować w kategorii zasobów teoretycznych, przydatnych w analizach poznawczych i szacunkowych. Natomiast dwa ostatnie są zasobami o znaczeniu praktycznym. Precyzyjne określenie wielkości tych zasobów ma ogromne znaczenie na etapie wykonywania studiów celowości i wykonalności konkretnej inwestycji.

Dla energetycznego wykorzystania energii geotermalnej największe znaczenie mają **zasoby eksploatacyjne**, czyli ilość wolnej wody geotermalnej możliwa do uzyskania w danych warunkach geologicznych i środowiskowych za pomocą ujęć, o optymalnych parametrach techniczno-ekonomicznych. Zasoby te są zasobami udokumentowanymi na podstawie wyników badań hydrogeologicznych, w otworach badawczo-eksploatacyjnych. Określone są dla pojedynczego otworu lub też dla grupy otworów.

Województwo łódzkie leży w obszarze geotermalnej prowincji środkowo-europejskiej, na terenie Nizy Polskiego. Wody geotermalne w obrębie województwa występują w 4 obszarach:

- Obszar Przedsudecki,
- Niecka Mogielińsko-Łódzka,
- Wał Kujawski,
- Niecka Warszawska.

---

<sup>31</sup> W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niziu Polskim” Kraków 2006 r.



Z przeprowadzonych badań i analiz geologicznych wynika, że zasoby wód geotermalnych na Niżu Polskim związane są z warstwami wodonośnymi w utworach dolnej i górnej kredy, górnej, środkowej i dolnej jury oraz w warstwach górnego, środkowego i dolnego triasu. Rozpatrując możliwości wykorzystania tych wód, potencjalnie najbardziej perspektywiczne są warstwy wodonośne dolnej kredy i dolnej jury zalegające do głębokości ok. 2600 m. Należy także zwrócić uwagę na nowo rozpoznane zbiorniki wód termalnych w utworach górnego i dolnego triasu zalegające na większej głębokości (nawet 5000 m), ale charakteryzujące się dużo wyższą temperaturą i znacznym potencjałem energetycznym.

**Zbiornik dolnokredowy** na obszarze Niżu Polskiego zajmuje powierzchnię prawie 128 tys. km<sup>2</sup>. Zasoby statyczne energii geotermalnej zbiornika dolnokredowego wynoszą  $4,23 \cdot 10^{11}$  GJ. Wyniki przeprowadzonych badań i kalkulacji wykazują, że 94,3 % powierzchni zbiornika charakteryzuje się temperaturami nie przekraczającymi 60 °C. Ilość zasobów wód o tej temperaturze szacuje się na poziomie  $3,23 \cdot 10^{11}$  GJ, co stanowi ponad 76 % zasobów całego zbiornika dolnokredowego. W obrębie zbiornika dolnokredowego nie stwierdzono wód termalnych o temperaturze powyżej 100 °C. Wydajność ujęć wód geotermalnych z warstw wodonośnych dolnej kredy kształtuje się w zakresie od 120 do 250 m<sup>3</sup>/h, a lokalnie nawet 300 m<sup>3</sup>/h.

**Zbiornik dolnojurański** zajmuje powierzchnię ok. 205 tys. km<sup>2</sup>, a zasoby statyczne tego zbiornika wynoszą  $2,99 \cdot 10^{12}$  GJ, co stanowi ponad 20 % obliczonych zasobów statycznych na Niżu Polskim. Większość wód geotermalnych utworu dolnej jury nie przekracza temperatury 60 °C. W wodach o tym poziomie temperaturowym zawiera się 81 % powierzchni zbiornika, co odpowiada zasobom energii na poziomie  $1,78 \cdot 10^{12}$  GJ. Znaczna część zasobów jury dolnej, bo aż 37 %, skumulowana jest w wodach o przedziale temperaturowym od 60 do 100 °C, zajmujących powierzchnię 28 tys. km<sup>2</sup>. Wody termalne o temperaturze przekraczającej 100 °C zajmują powierzchnię 2500 tys. km<sup>2</sup>, a ilość skumulowanej energii geotermalnej w tym przedziale temperaturowym szacowana jest na  $9,64 \cdot 10^{10}$  GJ. Na dominującym obszarze skał zbiornikowych jury dolnej można spodziewać się wydajności osiągających od 100 do 450 m<sup>3</sup>/h.

**Górnotriasowy zbiornik** energii geotermalnej zajmuje powierzchnię 178 tys. km<sup>2</sup>, a jego zasoby energii geotermalnej wynoszą  $1,15 \cdot 10^{12}$  GJ. Wyniki kalkulacji wskazują, że 75 % powierzchni zbiornika charakteryzuje się temperaturami dochodzącymi do 60 °C. Odpowiada to zasobom statycznym energii geotermalnej na poziomie  $5,32 \cdot 10^{11}$  GJ. W klasie temperaturowej powyżej 100 °C w formacji górnego triasu skumulowane jest  $6,69 \cdot 10^{10}$  GJ energii. Wydajność ujęć z warstw górnego triasu określana jest jako niska. Na przeważającym obszarze z jednego otworu można wydobyć nie więcej niż 50 m<sup>3</sup>/h, jedynie lokalnie, punktowo, wydajność ujęć może wzrosnąć do poziomu 75 do 100 m<sup>3</sup>/h.

**Zbiornik wód geotermalnych formacji dolnotriasowej** zajmuje powierzchnię ok. 230 tys. km<sup>2</sup> i jest to najbardziej rozległy zbiornik geotermalny na Niżu Polskim. Ilość skumulowanej energii w jego

obrębie szacowana jest na  $2,74 \cdot 10^{12}$  GJ, co stanowi ponad 18 % obliczonych zasobów statycznych na Niżu Polskim. Rozpatrując zbiornik dolnotriasowy pod względem temperaturowym 72 %, statycznych zasobów zbiornika skumulowana jest w wodach o temperaturze nie przekraczającej  $80^{\circ}\text{C}$ , co stanowi  $1,55 \cdot 10^{12}$  GJ energii. W klasie temperaturowej wód termalnych nie przekraczających  $60^{\circ}\text{C}$  w obrębie triasu dolnego skumulowane jest  $1,05 \cdot 10^{12}$  GJ energii geotermalnej, co stanowi 39 % zasobów całego zbiornika. Zasoby skumulowane w wodach o temperaturze przekraczającej  $100^{\circ}\text{C}$  zajmują 9,75 % powierzchni całego zbiornika, a energia w nich skumulowana wynosi  $7,52 \cdot 10^{11}$  GJ. Stanowi to aż 7,15 % całkowitych zasobów statycznych energii geotermalnej na obszarze Niżu Polskiego. Powyższe parametry wskazują, że zbiornik dolnotriasowy może stanowić źródło wód geotermalnych o wysokich, jak na warunki Niżu Polskiego, parametrach temperaturowych. Wydajność potencjalnych ujęć wód geotermalnych ze źródeł dolnego triasu szacowana jest na podobnym poziomie jak triasu górnego. Na 50% obszaru wydajność nie powinna przekroczyć  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ , a jedynie lokalnie osiągnie  $75 - 100 \text{ m}^3/\text{h}$ <sup>32</sup>.

#### **Geotermia niskotemperaturowa**

Podstawowymi parametrami, na podstawie których można określić potencjał danego ośrodka gruntowego, są jego: przewodność cieplna, czyli zdolność do przewodzenia ciepła pomiędzy ośrodkami o różnej temperaturze oraz pojemność cieplna, czyli zdolność do akumulacji energii. Zarówno przewodność, jak i pojemność cieplna są parametrami decydującymi o mocach uzyskiwanych z geotermalnych instalacji niskotemperaturowych. Przewodność cieplna w przypadku geotermii niskiej entalpii związana jest z parametrami termicznymi otoczenia, tj. powietrza lub głębiej leżących utworów skalnych. Wysoka przewodność cieplna przyspiesza proces nagrzewania ośrodka gruntowego od otoczenia o wyższych parametrach termicznych, natomiast wysoka pojemność cieplna spowalnia proces wychładzania w okresie niskich temperatur zewnętrznych. Określenie pojemności i przewodności cieplnej wymaga przeprowadzenia skomplikowanych badań zarówno laboratoryjnych, jak i terenowych. W praktyce wykorzystuje się parametr określany, jako **wskaźnik (współczynnik) mocy poboru lub mocy cieplnej**.

W przypadku kolektorów gruntowych pionowych, wskaźnik mocy cieplnej oznacza moc cieplną uzyskaną z 1 metra głębokości otworu. Na etapie projektowania wskaźnik ten może być wyznaczany jedynie w sposób orientacyjny, bez uwzględnienia cech struktury ośrodka gruntowego. Przykładowe wartości wskaźnika mocy poboru sond pionowych (W/m) dla różnych rodzajów ośrodka gruntowego przedstawia Tabela 4-37. Rzeczywista moc cieplna uzyskana z wykonanego otworu zazwyczaj różni się od wartości projektowanej. W związku z tym, aby osiągnąć założoną moc instalacji, po wykonaniu pierwszego otworu, koryguje się współczynnik mocy cieplnej oraz zwiększa lub zmniejsza sumaryczną długość kolektora.

---

<sup>32</sup> W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim” Kraków 2006 r.

Dla gruntowych wymienników poziomych, moc cieplna charakteryzowana jest poprzez określenie mocy możliwej do uzyskania z 1 m<sup>2</sup> powierzchni gruntu (W/m<sup>2</sup>). Orientacyjną wartość mocy cieplnej w zależności od rodzaju ośrodka gruntowego, przedstawia Tabela 4-38.

**Tabela 4-37 Współczynnik mocy poboru sond pionowych dla 1800 i 2400 godzin pracy w roku**

Rodzaj ośrodka	Współczynnik mocy cieplnej W/m	
	Przy 1800 godzinach pracy	Przy 2400 godzinach pracy
Suchy żwir, piasek	<25	20
Zawodniony żwir, piasek	60 – 80	55 – 65
Silnie zawodniony żwir, piasek	80 – 100	80 – 100
Iły, gliny	35 – 50	30 – 40
Wapienie	55 – 70	45 – 60
Piaskowce	65 – 80	55 – 65
Kwaśne skały magmowe (np. granity)	65 – 85	55 – 70
Zasadowe skały magmowe (np. bazalty)	40 – 65	35 – 55
Gnejsy	70 – 85	60 – 70

**Źródło:** J. Kapuściński, A. Rodzoch „Geotermia niskotemperaturowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju” W-wa 2006 r. na zlecenie Ministra Środowiska.

**Tabela 4-38 Moc poboru kolektorów poziomych dla 1800 i 2400 godzin pracy w roku**

Rodzaj podłoża	Moc poboru W/m <sup>2</sup>	
	Przy 1800 godzinach pracy	Przy 2400 godzinach pracy
Suche, nie związane podłoże	10	8
Podłoże związane wilgotne	20 – 30	16 – 24
Podłoże nasycone wodą (piasek, żwir)	40	32

**Źródło:** J. Kapuściński, A. Rodzoch „Geotermia niskotemperaturowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju” W-wa 2006 r. na zlecenie Ministra Środowiska.

#### 4.7.2.1 Potencjał teoretyczny

##### Wody geotermalne

Jako potencjał teoretyczny energii geotermalnej dla obszaru województwa łódzkiego zostały przyjęte zasoby dostępne energii geotermalnej, oszacowane na podstawie mapy jednostkowych dostępnych zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim (Rysunek 4-7). Wielkości oszacowanego potencjału teoretycznego energii geotermalnej w poszczególnych powiatach zostały przedstawione w Tabeli 4-39.

Zasoby dostępne energii geotermalnej obliczane są na jednostkową powierzchnię terenu, w związku z tym, największy potencjał teoretyczny energii geotermalnej występuje w powiatach

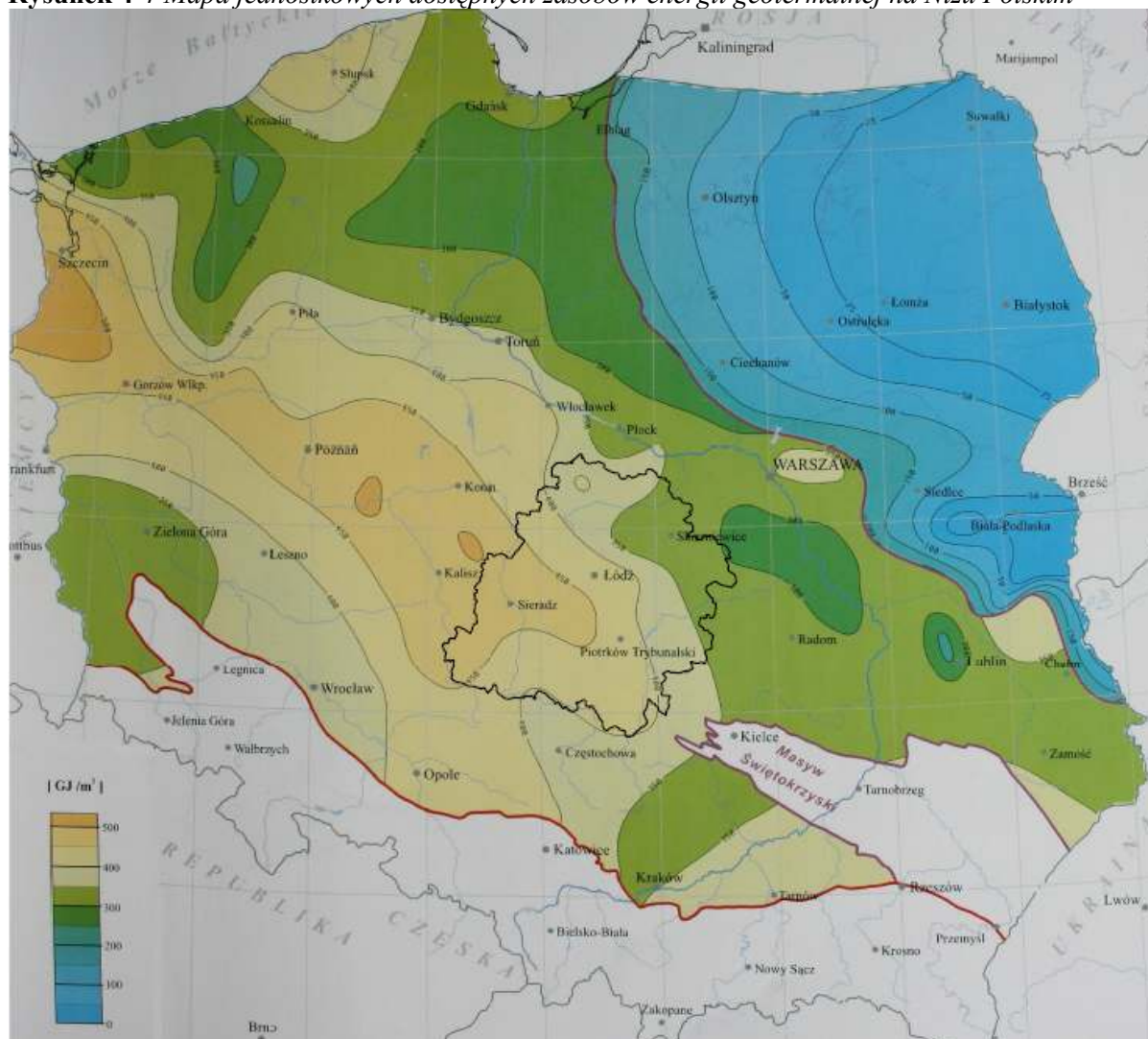
o największej powierzchni (sieradzki, radomszczański, piotrkowski, kutnowski, zgierski). Oszacowany potencjał teoretyczny zasobów energii geotermalnej na obszarze całego województwa łódzkiego wynosi  $5,93 \cdot 10^{12} - 6,82 \cdot 10^{12}$  GJ, co odpowiada  $2,05 \cdot 10^5 - 2,35 \cdot 10^5$  mln tpu. Jest to ogromna ilość energii możliwej do wykorzystania, należy jednak pamiętać, że zasoby dostępne energii geotermalnej obejmują całkowitą energię zgromadzoną w skorupie ziemskiej (wody termalne, gorące skały) na danym obszarze i nie uwzględniają technicznych i ekonomicznych możliwości jej wykorzystania dla celów użytkowych. Dlatego należy traktować je wyłącznie, jako potencjał teoretyczny o znaczeniu poznawczym.

**Tabela 4-39** Potencjał teoretyczny energii geotermalnej w woj. łódzkim

Powiat	Potencjał teoretyczny	
	GJ	mln tpu
p. bełchatowski	$3,88 \cdot 10^{11} - 4,36 \cdot 10^{11}$	$1,34 \cdot 10^4 - 1,50 \cdot 10^4$
p. brzeziński	$1,08 \cdot 10^{11} - 1,43 \cdot 10^{11}$	$3,71 \cdot 10^3 - 4,94 \cdot 10^3$
p. kutnowski	$3,55 \cdot 10^{11}$	$1,22 \cdot 10^4$
p. łaski	$2,78 \cdot 10^{11}$	$9,58 \cdot 10^3$
p. łęczycki	$2,71 \cdot 10^{11} - 3,48 \cdot 10^{11}$	$9,34 \cdot 10^3 - 1,20 \cdot 10^4$
p. łowicki	$2,96 \cdot 10^{11} - 3,95 \cdot 10^{11}$	$1,02 \cdot 10^4 - 1,36 \cdot 10^4$
p. łódź	$1,17 \cdot 10^{11} - 1,32 \cdot 10^{11}$	$4,04 \cdot 10^3 - 4,55 \cdot 10^3$
p. łódzki wschodni	$1,75 \cdot 10^{11} - 2,25 \cdot 10^{11}$	$6,03 \cdot 10^3 - 7,75 \cdot 10^3$
p. opoczyński	$3,12 \cdot 10^{11} - 3,64 \cdot 10^{11}$	$1,07 \cdot 10^4 - 1,25 \cdot 10^4$
p. pabianicki	$1,96 \cdot 10^{11} - 2,21 \cdot 10^{11}$	$6,77 \cdot 10^3 - 7,62 \cdot 10^3$
p. pajęczański	$2,81 \cdot 10^{11} - 3,22 \cdot 10^{11}$	$9,71 \cdot 10^3 - 1,11 \cdot 10^4$
p. piotrkowski	$5,72 \cdot 10^{11} - 6,43 \cdot 10^{11}$	$1,97 \cdot 10^4 - 2,22 \cdot 10^4$
p. poddębicki	$3,52 \cdot 10^{11} - 3,96 \cdot 10^{11}$	$1,22 \cdot 10^4 - 1,37 \cdot 10^4$
p. radomszczański	$5,77 \cdot 10^{11} - 6,49 \cdot 10^{11}$	$1,99 \cdot 10^4 - 2,24 \cdot 10^4$
p. rawski	$1,94 \cdot 10^{11} - 2,26 \cdot 10^{11}$	$6,69 \cdot 10^3 - 7,80 \cdot 10^3$
p. sieradzki	$6,71 \cdot 10^{11}$	$2,31 \cdot 10^4$
p. skierniewicki	$2,27 \cdot 10^{11} - 2,65 \cdot 10^{11}$	$7,82 \cdot 10^3 - 9,13 \cdot 10^3$
p. tomaszowski	$3,59 \cdot 10^{11} - 4,10 \cdot 10^{11}$	$1,24 \cdot 10^4 - 1,41 \cdot 10^4$
p. wieluński	$3,71 \cdot 10^{11} - 4,17 \cdot 10^{11}$	$1,28 \cdot 10^4 - 1,44 \cdot 10^4$
p. wierszowski	$2,59 \cdot 10^{11}$	$8,94 \cdot 10^3$
p. zduńskowolski	$1,66 \cdot 10^{11}$	$5,73 \cdot 10^3$
p. zgierski	$2,99 \cdot 10^{11} - 3,41 \cdot 10^{11}$	$1,03 \cdot 10^4 - 1,18 \cdot 10^4$
<b>SUMA</b>	<b><math>5,93 \cdot 10^{12} - 6,82 \cdot 10^{12}</math></b>	<b><math>2,05 \cdot 10^5 - 2,35 \cdot 10^5</math></b>
<b>ŚREDNIA</b>	<b><math>6,38 \cdot 10^{12}</math></b>	<b><math>2,20 \cdot 10^5</math></b>

Źródło: Obliczenia własne.

Rysunek 4-7 Mapa jednostkowych dostępnych zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim



Źródło: W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim” Kraków 2006 r.

### Geotermia niskotemperaturowa

Potencjał geotermii niskiej entalpii związany jest przede wszystkim z przypowierzchniowymi warstwami gruntu, a konkretnie z ośrodkiem gruntowym, w skład którego wchodzi: szkielet skalny, przestrzenie porowe i woda gruntowa. Podłoże geologiczne województwa łódzkiego zbudowane jest głównie z pokładów pochodzenia czwartorzędowego oraz z nałożonych pasmowo formacji jury i kredy. Głównymi formacjami skalnymi występującymi w województwie są: wapień, margle, kreda, dolomity, piaski, piaskowce i mułowce. Spośród zasobów glebowych dominują glebowe utwory piaszczyste (ok. 60 % powierzchni województwa), gliny (20 % powierzchni województwa), utwory pyłowe i organogeniczne (18 % powierzchni województwa) oraz śladowe ilości wapieni, margli, ilów i żwirów.



#### 4.7.2.2 Potencjał techniczny

##### Wody geotermalne

Oszacowanie potencjału technicznego wód geotermalnych jest sprawą bardzo trudną z powodu braku pełnego udokumentowania złóż wód podziemnych.

Dla każdego nowego obiektu, w którym planowane jest wykorzystanie energii geotermalnej, konieczne jest wykonanie indywidualnych badań geologicznych i testów. Dzięki badaniom możliwe jest określenie potencjału lokalnego danego źródła wód złożowych oraz wyznaczenie tzw. bezpieczeństwa ekologicznego poziomu wodonośnego, czyli określenie dopuszczalnej wydajności eksploatacji złoża i możliwości odnawialności jego zasobów energetycznych.

Dla scharakteryzowania złoża wód geotermalnych, pod względem przydatności i możliwości jego wykorzystania, należy określić następujące parametry<sup>33</sup>:

- temperaturę wody na wypływie [°C ],
- stopień zasolenia (mineralizacja wód),
  - słabo zmineralizowane 1 – 3 [g/dm<sup>3</sup>],
  - średnio zmineralizowane 3 – 10 [g/dm<sup>3</sup>],
  - silnie zmineralizowane 10 – 35 [g/dm<sup>3</sup>],
  - solanki powyżej 35 [g/dm<sup>3</sup>],
- wydajność wypływu [m<sup>3</sup>/h],
- ciśnienie wypływu [Pa],
  - artezyjskie (samowypływ),
  - subartezyjskie,
- miąższość skał wodonośnych [m],
- głębokość stropu zbiornika wodonośnego [km],
- przepuszczalność,
- filtrację,
- odnawialność i dostępność złoża .

Ilość możliwej do pozyskania energii cieplnej oblicza się na podstawie wydajności otworu, temperatury wody geotermalnej mierzonej na głowicy otworu oraz temperatury wody zatłoczonej do złoża. Z doświadczeń wynika, że wypływ wody ze złoża nie jest stały i bardzo często, w miarę eksploatacji otworu, może spadać. Ponadto wraz z głębokością maleją zbiornikowe własności skał, co również ma negatywny wpływ na możliwość eksploatacji złoża i zdolność absorpcji zatłaczanej schłodzonej wody.

---

<sup>33</sup> W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim” Kraków 2006 r.

Energetyczne wykorzystanie energii wód geotermalnych powinno odbywać się blisko jej pozyskania. Najlepsze warunki do jej wykorzystania są w małych miastach oraz osiedlach i wsiach charakteryzujących się stosunkowo zwartą zabudową, w których już istnieje sieć ciepłota.

Potencjał techniczny energii geotermalnej na terenie województwa łódzkiego zawiązany jest przede wszystkim ze zbiornikami geotermalnymi dolnej kredy, dolnej jury oraz w dalszej perspektywie poziomami dolnego i górnego triasu.

Jako potencjał techniczny wykorzystania energii geotermalnej na obszarze województwa łódzkiego zostało przyjęte 2 % zasobów dyspozycyjnych, czyli zasobów, których wykorzystanie jest uzasadnione ekonomicznie.

#### – **Dolna kreda**

Kreda dolna swoim zasięgiem obejmuje przeważającą część województwa łódzkiego. Rozkład temperatur utworów dolnej kredy na obszarze województwa mieści się w zakresie od 20 do 70 °C, przy czym najwyższe temperatury, rzędu 50 – 70 °C, występują na obszarze powiatów poddębickiego, sieradzkiego, zduńskowolskiego, łaskiego oraz łęczyckiego. Pod względem temperaturowym na uwagę zasługują też północne krańce powiatu łowickiego i skierniewickiego, gdzie temperatura miejscami może osiągnąć 60 °C. Warstwy dolnej kredy na pozostałej części województwa charakteryzują się temperaturą w granicach 20 – 35 °C, przy czym najniższe temperatury występują w powiatach zgierskim i radomszczańskim. Wartości potencjalnych wydajności studni (dubletów) warstw wodonośnych dolnej kredy w województwie łódzkim wahają się od 25 do 250 m<sup>3</sup>/h. Największe wydajności można osiągnąć w powiecie poddębickim (do 250 m<sup>3</sup>/h) oraz skierniewickim i łowickim (do 200 m<sup>3</sup>/h). Wydajności rzędu 100 – 150 m<sup>3</sup>/h są możliwe do osiągnięcia w powiatach rawskim, zduńskowolskim, łaskim, pabianickim, piotrkowskim oraz łódzkim wschodnim. W pozostałych powiatach, objętych zasięgiem kredy dolnej, wydajność studni wynosi od 25 do 100 m<sup>3</sup>/h. Uwzględniając osiągnięte poziomy temperatur i wydajności studni, największy potencjał techniczny wykorzystania energii geotermalnej utworów dolnej kredy występuje w powiecie poddębickim. Na uwagę zasługują także potencjały w powiatach: łaskim, sieradzkim, pabianickim, łowickim i zduńskowolskim.

#### – **Dolna jura**

W przeciwieństwie do utworów dolnej kredy utwory dolnej jury zalegają pod całą powierzchnią województwa łódzkiego. Charakteryzują się także wyższą temperaturą złóż wynoszącą od 20 do 110 °C. Maksymalne temperatury rzędu 100 – 110 °C występują lokalnie, w zbiornikach złożowych zlokalizowanych w powiatach: poddębickim i łęczyckim. Na przeważającym obszarze województwa temperatura nie przekracza 80 °C, przy czym najlepsze warunki temperaturowe, prócz wymienionych wcześniej 2 powiatów, występują na obrębie powiatów: sieradzkiego, łowickiego, zduńskowolskiego, bełchatowskiego, pabianickiego, łaskiego, kutnowskiego, skierniewickiego i piotrkowskiego. Pod względem wysokości temperatury najgorsze warunki panują w powiatach opoczyńskim, wierszowskim,



wieluńskim i tomaszowskim. Potencjalna wydajność dubletu z utworów dolnej jury wahają się od 50 do 350 m<sup>3</sup>/h. Najmniejsze wydajności rzędu 50–100 m<sup>3</sup>/h występują na południowych krańcach województwa oraz lokalnie w centralnych częściach powiatu piotrkowskiego i poddębickiego. Potencjalnie najlepsze pod względem wydajności są złoża dolnej kredy znajdujące się w obrębie powiatów: sieradzkiego (350 m<sup>3</sup>/h), łęczyckiego, łowickiego, łódzkiego wschodniego (300 m<sup>3</sup>/h) oraz kutnowskiego, skierniewickiego, pabianickiego, łódzkiego i zgierskiego, gdzie wydajność waha się od 200–250 m<sup>3</sup>/h. Pod względem wielkości istniejącego potencjału technicznego najbardziej perspektywiczne są zasoby jury dolnej znajdujące się w powiatach: sieradzkim, poddębickim i łowickim. Na uwagę zasługują także zasoby powiatów skierniewickiego, zgierskiego i łaskiego. Z kolei najmniej zasobne są powiaty: radomszczański, brzeziński, opoczyński oraz pajęczański.

#### – **Górny trias**

Zasoby termalne górnego triasu w rejonie województwa łódzkiego związane są z wodami o temperaturze 20–110°C. Rozkład temperatur na zdecydowanej większości województwa jest dość równomierny i mieści się w przedziale 70–90°C. Maksymalne temperatury występują jedynie na obszarze powiatu poddębickiego oraz lokalnie w powiatach sieradzkim i kutnowskim. Temperatury minimalne związane są z południowymi krańcami województwa. Potencjalna wydajność ujęć dubletu z utworów górnego triasu waha się od 25 do 100 m<sup>3</sup>/h, przy czym na większości obszaru województwa możliwe do osiągnięcia wydajności nie przekraczają 75 m<sup>3</sup>/h. Jedynie lokalnie w rejonie Poddębic i Skierniewic oraz w północnej części powiatu sieradzkiego wydajność wzrasta do poziomu 75–100 m<sup>3</sup>/h. Największy potencjał techniczny wykorzystania energii geotermalnej triasu górnego występuje w powiatach kutnowskim, łęczyckim, sieradzkim, poddębickim i łowickim. Znaczne zasoby znajdują się także w obrębie Skierniewic oraz powiatów pabianickiego i zgierskiego.

#### – **Dolny trias**

Wśród dotychczas rozpoznanych zasobów energii geotermalnej województwa, najwyższy poziom temperaturowy osiągają warstwy wodonośne dolnego triasu (70–150 °C). Część centralna i północna województwa charakteryzuje się temperaturami rzędu 100–140 °C, natomiast w części południowej i wschodniej wody termalne osiągają temperaturę 70–100 °C. Najwyższe lokalne temperatury występują w powiecie kutnowskim oraz na pograniczu powiatów sieradzkiego i poddębickiego. Wydajność ujęć dubletowych na przeważającym obszarze województwa jest zbliżona i wynosi od 50–60 m<sup>3</sup>/h. Większe wydajności rzędu 75 m<sup>3</sup>/h występują jedynie na obszarze powiatów piotrkowskiego i łowickiego. Natomiast najmniejszej wydajności ujęć można spodziewać się na południowy wschód od Sieradza. Największy potencjał energii geotermalnej, skumulowanej w utworach dolnego triasu, występuje w powiatach: sieradzkim, piotrkowskim, radomszczańskim i łowickim. Na uwagę zasługuje także znaczny potencjał energii w powiatach belchatowskim, tomaszowskim, pajęczańskim i zgierskim.

Potencjały techniczne energii geotermalnej utworów dolnej kredy i jury oraz dla górnego i dolnego triasu w poszczególnych powiatach województwa zostały zestawione w Tabeli 4-40.

Dodatkowo, aby lepiej zobrazować wielkość zasobów energii geotermalnej, można posłużyć się wartościami, możliwych do osiągnięcia mocy cieplnych instalacji geotermalnych projektowanych w poszczególnych utworach geologicznych. Wartości możliwych do osiągnięcia mocy cieplnych instalacji geotermalnych w poszczególnych powiatach przedstawia Tabela 4-41.

**Tabela 4-40** Potencjał techniczny energii geotermalnej w województwie łódzkim

POWIAT	Dolna kreda		Dolna jura		Górny trias		Dolny trias		Suma	
	mln. GJ	mln. TPU	mln. GJ	mln. TPU	mln. GJ	mln. TPU	mln. GJ	mln. TPU	mln. GJ	mln. TPU
p. bełchatowski	0	0	0,388–0,775	0,0134–0,0267	0,141–0,188	0,0049–0,0065	0,546–0,873	0,0188–0,0301	<b>1,075–1,837</b>	<b>0,037–0,063</b>
p. brzeziński	0	0	0,072–0,143	0,0025–0,0049	0,103–0,137	0,0035–0,0047	0,156–0,194	0,0054–0,0067	<b>0,330–0,475</b>	<b>0,011–0,016</b>
p. kutnowski	0	0	0,355–0,709	0,0122–0,0244	0,709–1,064	0,0244–0,0367	0,318–0,382	0,0110–0,0132	<b>1,382–2,155</b>	<b>0,048–0,074</b>
p. łaski	0,065–0,087	0,0022–0,0030	0,247–0,494	0,0085–0,0170	0,132–0,175	0,0045–0,0061	0	0	<b>0,444–0,756</b>	<b>0,015–0,026</b>
p. łączycki	0,024–0,097	0,0008–0,0034	0,155–0,464	0,0053–0,0160	0,464–0,619	0,0160–0,0214	0,327–0,374	0,0113–0,0129	<b>0,970–1,554</b>	<b>0,033–0,054</b>
p. łowicki	0,031–0,092	0,0011–0,0032	0,494–0,987	0,0170–0,0340	0,790–0,987	0,0272–0,0340	0,830–0,969	0,0286–0,0334	<b>2,144–3,035</b>	<b>0,074–0,105</b>
p. m. łódź	0	0	0,176	0,0061	0,235–0,235	0,0081–0,0081	0,106–0,121	0,0036–0,0042	<b>0,516–0,356</b>	<b>0,018–0,012</b>
p. łódzki wschodni	0,014–0,028	0,0005–0,0010	0,150–0,300	0,0052–0,0103	0,176–0,234	0,0061–0,0081	0,205–0,307	0,0071–0,0106	<b>0,544–0,869</b>	<b>0,019–0,030</b>
p. opoczyński	0	0	0,036–0,053	0,0012–0,0018	0	0	0	0	<b>0,036–0,053</b>	<b>0,001–0,002</b>
p. pabianicki	0,037–0,147	0,0013–0,0051	0,294	0,0102	0,416–0,554	0,0143–0,0191	0	0	<b>0,744–0,701</b>	<b>0,026–0,024</b>
p. pajęczański	0	0	0,020	0,0007	0	0	0,322–0,643	0,0111–0,0222	<b>0,342–0,643</b>	<b>0,012–0,022</b>
p. piotrkowski	0,020–0,039	0,0007–0,0013	0,355–0,710	0,0122–0,0245	0,300–0,399	0,0103–0,0138	1,050–1,680	0,0362–0,0579	<b>1,724–2,828</b>	<b>0,059–0,098</b>
p. poddębicki	0,088–0,529	0,0030–0,0182	0,705–1,057	0,0243–0,0365	0,416–0,693	0,0143–0,0239	0	0	<b>1,208–2,278</b>	<b>0,042–0,079</b>
p. radomszczański	0	0	0,242–0,363	0,0083–0,0125	0	0	0,866–1,443	0,0299–0,0498	<b>1,108–1,806</b>	<b>0,038–0,062</b>

p. rawski	0,008–0,017	0,0003–0,0006	0,194–0,388	0,0067–0,0134	0,132–0,132	0,0046–0,0046	0	0	<b>0,334–0,537</b>	<b>0,012–0,019</b>
p. sieradzki	0,05–0,151	0,0017–0,0052	0,650–1,301	0,0224–0,0448	0,196–0,782	0,0067–0,0270	0,781–2,604	0,0269–0,0898	<b>1,677–4,838</b>	<b>0,058–0,167</b>
p. skierniewicki	0,019–0,056	0,0006–0,0019	0,302–0,605	0,0104–0,0209	0,275–0,366	0,0095–0,0126	0,031–0,041	0,0011–0,0014	<b>0,627–1,069</b>	<b>0,022–0,037</b>
p. tomaszowski	0	0	0,078–0,155	0,0027–0,0053	0,025–0,038	0,0009–0,0013	0,409–0,511	0,0141–0,0176	<b>0,511–0,704</b>	<b>0,018–0,024</b>
p. wieluński	0	0	0	0	0	0	0,186–0,371	0,0064–0,0128	<b>0,186–0,371</b>	<b>0,006–0,013</b>
p. wierszowski	0	0	0	0	0	0	0,115–0,230	0,0040–0,0079	<b>0,115–0,230</b>	<b>0,004–0,008</b>
p. zduńskowolski	0,040–0,081	0,0014–0,0028	0,148–0,295	0,0051–0,0102	0,113–0,151	0,0039–0,0052	0	0	<b>0,301–0,527</b>	<b>0,010–0,018</b>
p. zgierski	0	0	0,341–0,512	0,0118–0,0177	0,385–0,514	0,0133–0,0177	0,386–0,441	0,0133–0,0152	<b>1,284–1,297</b>	<b>0,044–0,045</b>
<b>SUMA</b>	<b>0,396–1,324</b>	<b>0,0137–0,0456</b>	<b>5,571–9,141</b>	<b>0,1921–0,3152</b>	<b>5,006–7,269</b>	<b>0,1726–0,2507</b>	<b>6,632–11,184</b>	<b>0,2287–0,3856</b>	<b>17,60–28,91</b>	<b>0,607–0,997</b>

*Źródło: Obliczenia własne.*

**Tabela 4-41** *Możliwe do osiągnięcia moce cieplne pojedynczych instalacji geotermalnych na obszarze województwa łódzkiego*

Powiat	Dolna kreda	Dolna jura	Górny trias	Dolny trias
	MW	MW	MW	MW
p. bełchatowski	2,5	5 – 10	2,5 – 5	2,5 – 5
p. brzeziński	2,5 – 5	2,5 – 5	2,5 – 5	5 – 7,5
p. kutnowski	0	5	2,5 – 7,5	5 – 7,5
p. łaski	2,5 – 5	2,5 – 10	2,5 – 5	2,5 – 7,5
p. łączycki	2,5 – 7,5	15 – 20	2,5 – 5	7,5 – 10
p. łowicki	2,5	5 – 15	2,5 – 7,5	5 – 10
p. łódź	2,5	10	2,5 – 5	5
p. łódzki wschodni	2,5	10 – 15	2,5 – 7,5	5
p. opoczyński	2,5	0	2,5	2,5 – 5
p. pabianicki	2,5 – 5	5 – 10	2,5 – 7,5	5 – 7,5
p. pajęczański	0	0	2,5	2,5
p. piotrkowski	2,5	2,5 – 15	2,5 – 7,5	5 – 7,5
p. poddębicki	2,5 – 7,5	5 – 15	2,5 – 7,5	7,5 – 10
p. radomszczański	2,5	0	2,5	2,5 – 5
p. rawski	2,5	5 – 10	2,5	2,5 – 5
p. sieradzki	2,5 – 7,5	2,5 – 20	2,5 – 7,5	5 – 10
p. skierniewicki	2,5	5 – 10	2,5 – 5	5 – 7,5
p. tomaszowski	2,5	2,5 – 10	2,5	2,5 – 7,5
p. wieluński	0	0	2,5	2,5
p. wieruszowski	0	0	2,5	2,5
p. zduńskowolski	2,5 – 5	5 – 15	2,5 – 5	2,5 – 7,5
p. zgierski	2,5	10	2,5 – 5	7,5 – 10
<b>SUMA</b>	<b>45 – 70</b>	<b>97,5 – 205</b>	<b>55 – 202,5</b>	<b>92,5 – 147,5</b>

*Zródło: Obliczenia własne.*

### **Geotermia niskotemperaturowa**

Porównując podłoże geologiczne i zasoby glebowe województwa łódzkiego z przedstawionymi w Tabelach 4-37 i 4-38 współczynnikami mocy cieplnej dla poszczególnych rodzajów podłoża i ośrodków skalnych, można stwierdzić, że na terenie województwa łódzkiego istnieje znaczny potencjał energii geotermalnej niskiej entalpii. Zasoby te związane są przede wszystkim z charakteryzującymi się najwyższymi współczynnikami mocy cieplnej utworami piaszczystymi (60% powierzchni województwa), wapieniami, a także ośrodkami gliniastymi i ilastymi (ok. 20% powierzchni województwa).

## 5 Stan rozwoju sektora energetyki odnawialnej w województwie łódzkim

### 5.1 Wykorzystanie biopaliw stałych

W ciągu ostatnich lat można zaobserwować dynamiczny wzrost zainteresowania energetycznym wykorzystaniem biopaliw stałych. Najdynamiczniej rozwinęła się technologia współspalania biopaliw stałych (zrębki drzewne, zrębki upraw energetycznych, biopaliwa pochodzenia rolniczego) w kotłach energetycznych razem z innymi paliwami, głównie z węglem, jako prosty i szybki sposób zwiększenia produkcji energii elektrycznej z paliw odnawialnych. Współspalanie biopaliw z węglem jest najbardziej rozpowszechnione w energetyce w dużych jednostkach kotłowych. Tylko w nielicznych elektrociepłowniach w Polsce zabudowane są kotły przystosowane do spalania wyłącznie biopaliw. Są to najczęściej kotły z paleniskiem fluidalnym, a dla mniejszych jednostek z paleniskiem rusztowym. Elektrownie i elektrociepłownie, dla których współspalanie i spalanie biopaliw stałych przynosi określone efekty ekonomiczne z tytułu wytworzenia zielonej energii, są aktualnie największymi odbiorcami biopaliw stałych. Jest też w Polsce kilkadziesiąt kotłowni przemysłowych o mocy od 0,1 do 40 MW zbudowanych w zakładach przemysłu celulozowo-papierniczego, przerobu drewna i przemyśle meblarskim. W sektorze komunalnym istnieje kilkadziesiąt kotłowni o mocy 0,5 MW do 10 MW. Wśród instalacji spalających biopaliwa stałe licznie przeważają instalacje małe o mocy 10 – 40 kW zabudowane w gospodarstwach domowych i rolnych, spalające głównie drewno lub słomę. Instalacje domowe oraz instalacje w gospodarstwach rolnych nie są ewidencjonowane i ich udział w produkcji energii można tylko szacować. Obecnie w województwie łódzkim zlokalizowanych jest przynajmniej 60 kotłowni o mocy od 0,1 kW do 5 MW spalających lub współspalających biopaliwa stałe<sup>34</sup>. Najpopularniejszym paliwem zużywanym w kotłowniach na biomasę są pelety, brykiety drzewne oraz słoma. Kotłownie spalające biomasę w województwie łódzkim wymienione zostały w Tabeli 5-1, ze wskazaniem lokalizacji oraz rodzaju zastosowanego paliwa. Rozmieszczenie kotłowni zostało przedstawione na Rysunku 5-1.

---

<sup>34</sup> Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”, „Osiągnięcia powiatu sieradzkiego w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii” Starostwo Powiatowe w Sieradzu- wydział Rolnictwa i Ochrony Środowiska, Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012 – 2015.

**Tabela 5-1** *Kotłowanie w województwie łódzkim spalające lub współspalające biopaliwa stałe*

Powiat	Gmina	Lokalizacja	Paliwo	Zużycie paliwa t/rok	Moc MW
p. brzeziński	Jeżów	UG Jeżów	pelet	40,00	–
p. kutnowski	Krzyżanów	Szkoła Podstawowa w Kaszewach Dwornych	słoma	71,70	0,100
		Szkoła Podstawowa w Kterach	słoma	65,68	0,150
	Łanięta	Gminny Ośrodek Zdrowia	drewno	14,00	b.d.
p. łaski	Sędziejowice	Zespół Szkół Rolniczych	–	–	–
p. łączycki	Łęczycza	brak danych	pelet	100-120	0,400
	Świnice Warckie	Stemplew – Specjalny Ośrodek Szkolno Wychowawczy	–	–	–
p. łódzki wschodni	Tuszyn	–	–	–	–
p. opoczyński	Żarnów	Chelsty – Strażnica OSP	–	–	–
		Skórkowice – biblioteka	–	–	–
		Skórkowice – strażnica OSP	–	–	–
		Grębelice – strażnica OSP	–	–	–
		Paszkowice – strażnica OSP	–	–	–
		Zdyszewice – strażnica OSP	–	–	–
		Straszowa Wola – strażnica OSP	–	–	–
p. pabianicki	Konstantynów Łódzki	Przedsiębiorstwo Komunalne – Ciepłownia miejska	słoma	2400	0,750
p. pajęczański	Strzelce Wielkie	UG Strzelce Wielkie	pelet	30,00	–
p. piotrkowski	Wolbórz	„Formaplan” Wolbórz	biomasa	2000	1,800
p. poddębicki	Pęczniew	Szkoła podstawowa	–	–	–
		Przedszkole	–	–	–
	Uniejów	–	–	–	–
p. radomszczański	Radomsko	ZSG nr 6	–	–	–
	Ładzice	Szkoła Podstawowa Jedlno Pierwsze	zrębki, brykiety drzewne	80,00	0,426
	Ładzice	Szkoła Podstawowa Stobiecko Szlacheckie	–	65,00	0,437
	Przedbórz	Szkoła Podstawowa	–	–	–
p. rawski	Biała Rawska	przydomowe w gospodarstwach sadowniczych	–	–	–
p. sieradzki	Sieradz	Gmina Miasto Sieradz	zrębki drzewne	2172	4,500
		Zakład Robót Drogowych przy Powiatowym Zarządzie Dróg	drewno z pielęgnacji drzew	–	0,020
		Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Męckiej Woli – Internat	brykiet	–	0,060
		Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Męckiej Woli	brykiet	–	0,160



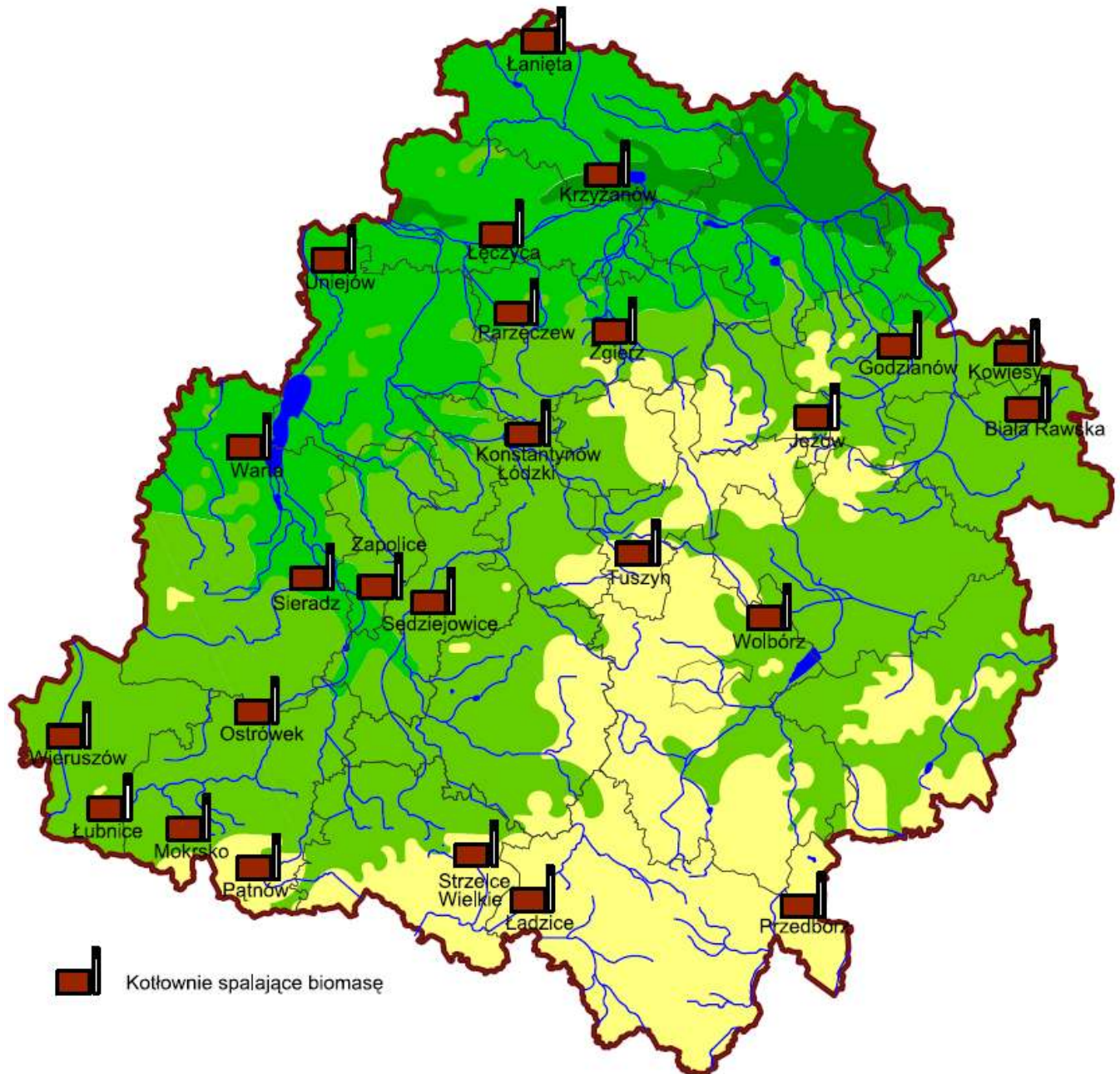
		Dom Pomocy społecznej w Biskupicach	–	–	0,250
	Warta	Gimnazjum w Warcie	brykiet trocinowy	167,72	0,500
		Warta		500,0	0,760
		Rossoszyca – Szkoła Podstawowa		41,40	–
		Rożdżały – Dom Pomocy Społecznej		–	0,120
		Dom Dziecka w Tomisławicach		–	0,160
		Szkoła Podstawowa w Jeziorsku	brykiet drzewny	16,80	0,030
p. skierniewicki	Godzianów	Lnisno – Szkoła Podstawowa	–	–	–
		Godzianów – hala sportowa	–	–	–
		Godzianów – przedszkole	–	–	–
	Kowiesy	UG Kowiesy	brykiet drzewny	30,00	0,060
		S.P w Kowiesach, filia w Turowej Woli	pelet	22,00	–
p. wieluński	Mokrsko	–	–	–	–
	Ostrówek	–	–	–	–
	Pątnów	7 kotłowni w budynkach należących do Gminy	biomasa	138,0	0,400
p. wieruszowski	Łubnice	–	–	–	–
		–	–	–	–
	Wieruszów	Spółdzielnia mieszkaniowo – lokatorska „Bursztyn”	–	–	–
p. zduńskowolski	Zapolice	UG Zapolice	pelet	25,80	0,100
z. zgierski	Parzęczew	ZGK Parzęczew	zrębki	–	–
	Zgierz	Dąbrówka Wielka inwestor – „NEKS”	słoma	–	0,300

**Źródło:** Ankieta - „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”, „Osiągnięcia powiatu sieradzkiego w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii” Starostwo Powiatowe w Sieradzu – wydział Rolnictwa i Ochrony środowiska, Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012 – 2015.

Moc istniejących kotłowni spalających biopaliwa stałe można oszacować na 16 – 20 MW. W szacunkach nie uwzględniono instalacji domowych. Największa kotłownia zlokalizowana jest w Sieradzu<sup>35</sup>. Instalacja ta zużywa rocznie ok. 2172 ton zrębków drzewnych i pracuje na potrzeby ogrzewania ciepłej wody użytkowej oraz wytwarza ciepło technologiczne na potrzeby wentylacji i klimatyzacji. Pozostałe kotłownie znajdują się najczęściej w obiektach użyteczności publicznej, tj. Urzędach Gmin, Szkołach Podstawowych itp. W gminie Biała Rawska znajdują się również kotłownie przydomowe spalające biopaliwa stałe, tj. odpady z pielęgnacji sadów, niestety brak jest dokładnych danych dotyczących ilości oraz mocy instalacji.

<sup>35</sup> Ankieta - „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”

Rysunek 5-1 Rozmieszczenie istniejących kotłowni spalających biopaliwa stałe w województwie łódzkim



**Źródło:** Rysunek własny, lokalizacja na podstawie ankiet - „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

## 5.2 Możliwości wytwórcze biopaliw płynnych

Obecnie na terenie województwa zlokalizowane są 3 duże instalacje do produkcji etanolu<sup>36</sup>

**Tabela 5-2** Instalacje wytwarzające etanol w województwie łódzkim

Nazwa Podmiotu	Wydajność mln dm <sup>3</sup>	Lokalizacja
Jarosław Jankowski	20	Lubiatów
Minimar	8	Kutno
Solanum	20	Kutno

*Źródło:* „Analiza tempa rozwoju produkcji biopaliw w Polsce w latach 1990-2008 oraz prognozy wzrostu” Krajowa Izba Biopaliw, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 19 czerwca 2008 r.

## 5.3 Wykorzystanie biopaliw gazowych

W województwie łódzkim biogaz wykorzystywany jest w 9-ciu instalacjach o łącznej mocy 5,85 MW. Głównie produkowany i wykorzystywany jest biogaz składowiskowy w 6 instalacjach oraz biogaz z oczyszczalni ścieków w 3 instalacjach. Z przeprowadzonych ankiet wynika, że na terenie województwa nie ma zlokalizowanych żadnych instalacji do produkcji biogazu rolniczego.

Największy potencjał produkcyjny biogazu w województwie łódzkim posiada Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi. W obiekcie tym pozyskuje się średnio ok. 1000 m<sup>3</sup>/h biogazu<sup>37</sup>. Biogaz wykorzystywany jest w elektrociepłowni wyposażonej w trzy agregaty prądowe o łącznej mocy 3,24 MW. Produkcja energii elektrycznej i ciepłej w elektrociepłowni zaspokaja prawie całkowicie potrzeby własne oczyszczalni.

**Tabela 5-3** Istniejące instalacje produkujące i wykorzystujące biogaz w województwie łódzkim

Lokalizacja	Gmina	Powiat	Moc instalacji MW
Jadwinówka – składowisko odpadów	Radomsko	radomszczański	0,180
Kąsle – składowisko odpadów	Kamieńsk	piotrkowski	1,150
Doły Brzeskie – składowisko odpadów	Grabica	piotrkowski	0,340
Rawa Mazowiecka – oczyszczalnia ścieków	Rawa Mazowiecka	rawski	0,660
Łódź – Nowosolna – składowisko odpadów	Nowosolna	łódzki wschodni	–
Łódź – oczyszczalnia ścieków	Łódź	grodzki łódzki	3,240
Krzyżanów – składowisko odpadów	Krzyżanów	kutnowski	0,100
Franki – składowisko odpadów	Krośniewice	kutnowski	0,180
Piotrków Trybunalski – oczyszczalnia ścieków	Piotrków Trybunalski	piotrkowski	–
<b>SUMA</b>			<b>5,850</b>

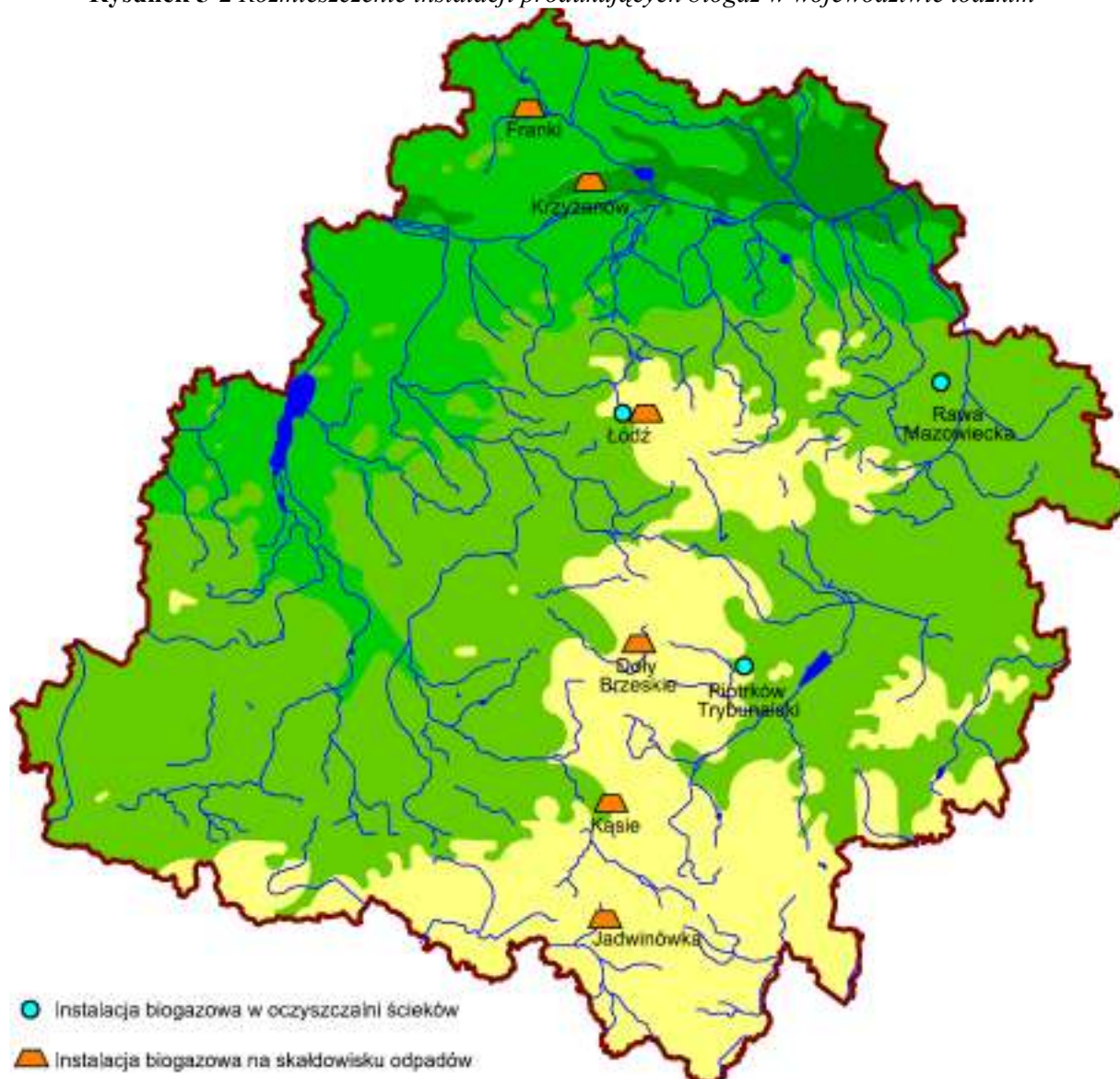
*Źródło:* Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”, Internet.

<sup>36</sup> Krajowa Izba Biopaliw.

<sup>37</sup> [www.gos.lodz.pl](http://www.gos.lodz.pl)



Rysunek 5-2 Rozmieszczenie instalacji produkujących biogaz w województwie łódzkim



*Źródło:* Rysunek własny, lokalizacja na podstawie ankiet - „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

#### 5.4 Mała Energetyka Wodna

Obecnie na terenie województwa zlokalizowane są 33 małe elektrownie wodne. Elektrownie o największej mocy znajdują się na zbiornikach wodnych „Jeziorsko” (4,89 MW) i „Sulejów” (3,4 MW). Pozostałe elektrownie wodne zlokalizowane w województwie łódzkim to elektrownie o małej mocy jednostkowej. Moc pozostałych małych elektrowni wodnych wynosi 10,050 MW. Produkcja energii elektrycznej w małej energetyce wodnej w stosunku do ogólnej produkcji energii w województwie wynosi 0,12 %. Na tle pozostałych województw w kraju województwo łódzkie plasuje się na przedostatnim miejscu.

**Tabela 5-4 Istniejące elektrownie wodne w województwie łódzkim**

<b>Powiat</b>	<b>Gmina</b>	<b>Lokalizacja</b>	<b>Moc, MW</b>	<b>Potencjał techniczny GWh/rok</b>
brzeziński	m. Głowno	BKK Głowno	0,100	0,40
p. łaski	Sędziejowice	"Nerthus" Brzeski	0,030	0,12
	Sędziejowice	Sędziejowice	0,027	0,11
	Sędziejowice	Sędziejowice	0,055	0,22
p. łowicki	Bielawy	Janinów	0,033	0,13
	Bielawy	Psary	0,010	0,04
p. opoczyński	m. Opoczno	Opoczno	0,025	0,10
p. pabianicki	Lutomiersk	Pęczniew	0,160	0,64
	Lutomiersk	Charbice Górne	0,055	0,22
	Lutomiersk	Charbice Dolne	0,055	0,22
p. pajęczański	Działoszyn	Działoszyn	0,075	0,30
	Gorzkowice	Cieszanowice	0,055	0,22
p. piotrkowski	Aleksandrów	Dąbrowa nad Czarną	0,033	0,13
	Aleksandrów	Dąbrowa nad Czarną	0,033	0,13
	Aleksandrów	Siucice	0,037	0,15
poddębicki	Pęczniew	Jeziorsko	4,890	19,56
p. poddębicki	Zadzim	Małyń	0,022	0,09
	Wartkowice	Wilkowice	0,060	0,24
	Wartkowice	"Kar Mat"	0,044	0,18
p. rawski	m. Rawa Mazowiecka	OSiR Rawa Mazowiecka	0,090	0,36
p. skierniewicki	Stryków	Stryków	0,010	0,04
	Bolimów	Kęszyce	0,067	0,27
	Bolimów	Sokołów	0,077	0,31
	Bolimów	Bolimowska Wieś	0,100	0,40
	Skierniewice	Sierakowice	0,030	0,12
	Skierniewice	Strobów	0,030	0,12
	Nowy Kawęczyn	Suliszew	0,045	0,18
p. tomaszowski	Tomaszów Mazowiecki	Smardzewice	3,400	13,6

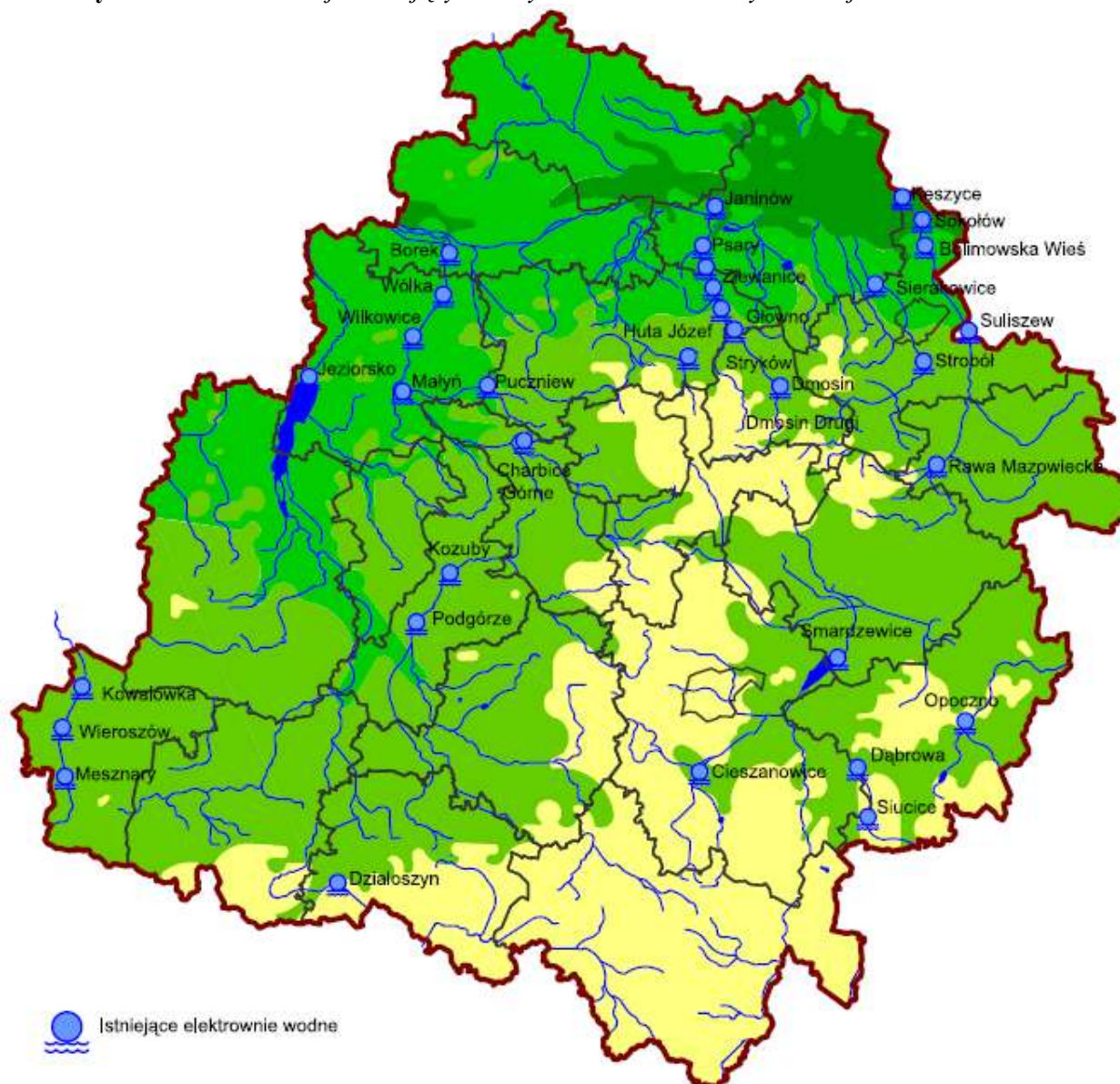
p. wieruszowski	Wieruszów	Kowalówka	0,120	0,48
	Wieruszów	Wieruszów	0,090	0,36
	Wieruszów	Meszary	0,132	0,53
p. zgierski	Głowno	Ziewanice	0,020	0,08
	m. Głowno	JS Głowno	0,020	0,08
	m. Głowno	Ekovolt HT Głowno	0,020	0,08
<b>SUMA</b>			<b>10,050</b>	<b>40,21</b>

***Źródło:** Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”, Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywę na lata 2012 – 2015.*

Największa w województwie łódzkim elektrownia wodna zlokalizowana na zbiorniku Jeziorsko produkuje 20 GWh energii elektrycznej rocznie, druga co do wielkości elektrownia „Smardzewice” produkuje ok. 13,6 GWh energii elektrycznej rocznie.

Wielkość produkcji energii elektrycznej z wszystkich elektrowni wodnych zlokalizowanych w województwie łódzkim można oszacować na 40,21 GWh/rok.

Rysunek 5-3 Lokalizacja istniejących małych elektrowni wodnych w województwie łódzkim



**Źródło:** Rysunek własny na podstawie ankiet "Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim" oraz Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywę na lata 2012 – 2015.



## 5.5 Wykorzystanie energii słonecznej

Na terenie całego województwa łódzkiego zabudowane są instalacje solarne, o różnej wielkości i mocy zainstalowanej. Tabela 5-5 przedstawia lokalizację i przeznaczenie zlokalizowanych układów solarnych, dla których możliwe było zdobycie niezbędnych danych technicznych na podstawie przeprowadzonych ankiet i dostępnych publikacji.

**Tabela 5-5** Lokalizacja istniejących instalacji wykorzystujących energię słoneczną w województwie łódzkim

Lokalizacja instalacji		Przeznaczenie instalacji	Liczba kolektorów szt.	Powierzchnia kolektorów m <sup>2</sup>	Potencjał techniczny GJ/rok
Poddębice	Szpital, budynki mieszkalne	Produkcja c.w.u	1013	1823	3828,3
Łask	PEC Łask sp z o.o.	Produkcja c.w.u	278	487	1022,7
Zgierz	Budynki TBS	Produkcja c.w.u	124	271	569,1
Łódź	Teatr Wielki	Produkcja c.w.u i suszenie drewna	114	250	525,0
Wieluń	Szpital Powiatowy	Produkcja c.w.u – wspomaganie kotła olejowego w lecie, w zimie wspomaganie kotła na biomasę.	80	160	336,0
Szadek	Budynki Sieradzkiej Spółdzielni Mieszkaniowej	Produkcja c.w.u	60	150	315,0
Łowicz	SP ZOZ Łowicz	Produkcja c.w.u	53	110	231,0
Łęczycza	ZOZ w Łęczycy	Produkcja c.w.u	40	82	172,2
Bełchatów	Dom Pomocy Społecznej	Produkcja c.w.u	25	62	130,2
Sieradz	Hala sportowa przy Zespole Szkół Katolickich	Produkcja c.w.u – wspomaganie kotłowni na biomasę	24	55,2	115,9
Wieruszów	Szpital	Produkcja c.w.u	21	49	102,9
Gmina Ksawerów	Gimnazjum	Produkcja c.w.u	20	34,8	73,1
Łęczycza	Bursa Szkolna	Produkcja c.w.u	15	30	63,0
Łowicz	Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr – Hotel "Zacisze"	Produkcja c.w.u	16	28	58,8
Szczerców	Urząd Gminy	Produkcja c.w.u	9	20	42,0
Wieluń	Klub Sportowy	Produkcja c.w.u	8	18,5	38,9
Ujazd	SP ZOZ w Ujeździe	Produkcja c.w.u	7	14	29,4
Suchowola gmina Rzaśnia	brak danych	Produkcja c.w.u – instalacja solarna wraz z pompami ciepła	4	8	16,8
<b>SUMA</b>			<b>1911</b>	<b>3652,5</b>	<b>7670,3</b>

**Źródło:** Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”, BiP, Ogólnopolski Samorządowy Serwis Energii Odnawialnej, Internet.

W wymienionych systemach solarnych zainstalowanych jest 1911 szt. kolektorów o łącznej powierzchni ponad 3600 m<sup>2</sup>. Przy obliczonym potencjale technicznym wykorzystania energii promieniowania słonecznego w województwie łódzkim 2,10 GJ/m<sup>2</sup>/rok wymienione instalacje są w stanie wyprodukować 7670 GJ ciepła w ciągu roku.

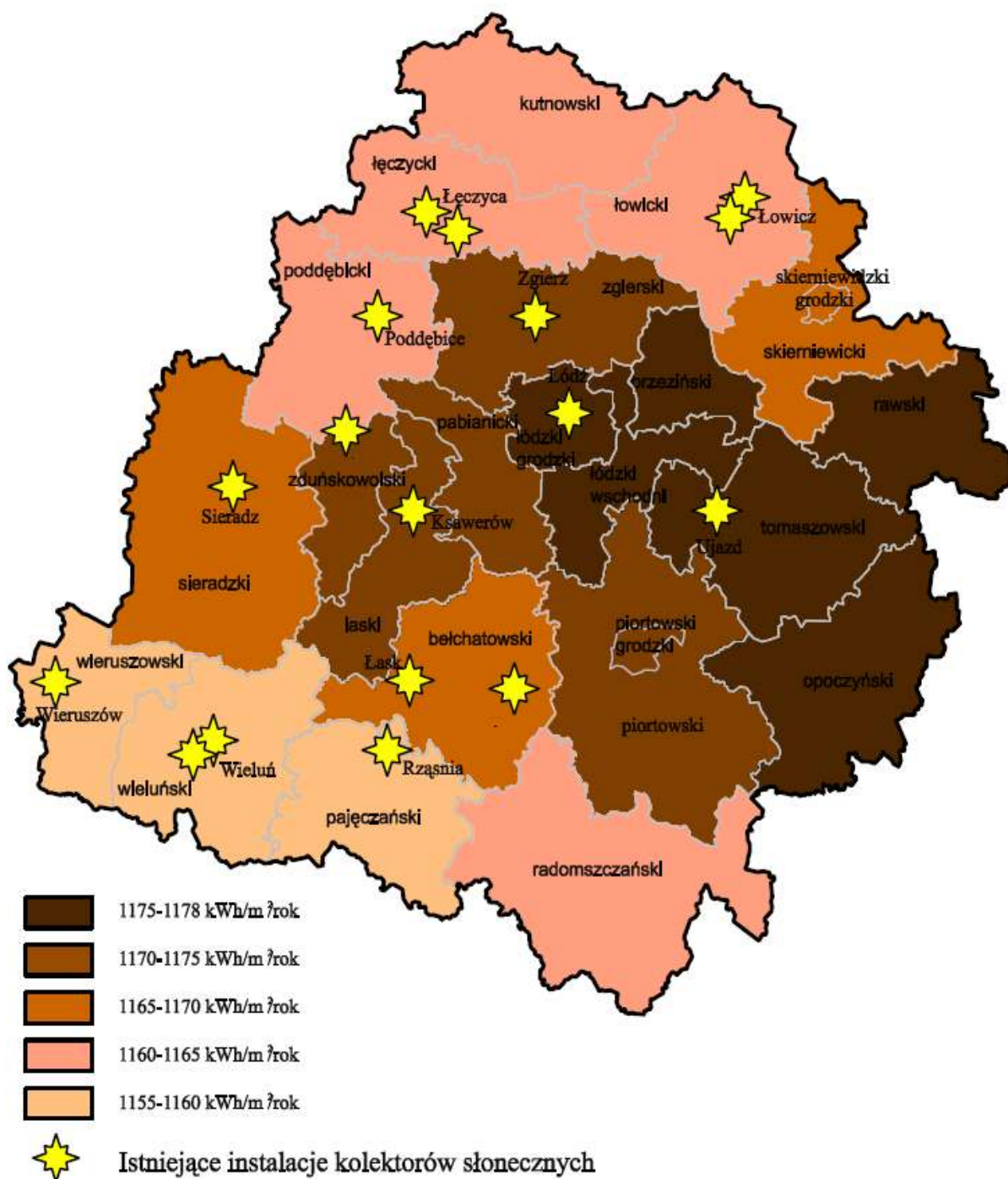
Największą, istniejącą instalacją w województwie łódzkim jest układ solarny do wspomagania podgrzewu c.w.u znajdujący się w Poddębicach, zaliczany do jednej z największych tego typu instalacji w kraju. Układ składa się z 1013 kolektorów o łącznej mocy 1103,1 kW umieszczonych na dachach budynków. Rocznie instalacja jest w stanie wyprodukować 1800 GJ energii w całości spożytkowanej na produkcję ciepłej wody użytkowej na potrzeby mieszkańców osiedli oraz na potrzeby szpitala. W ramach projektu w Poddębicach dokonano termomodernizacji budynków, zlikwidowano stare kotłownie węglowe i zastąpiono je nowoczesnymi kotłami gazowymi. Przebudowie poddana została stara sieć ciepłownicza. Inwestycja została sfinansowana z pożyczek WFOŚiGW w Łodzi i NFOŚiGW w Warszawie, dotacji udzielonej z EkoFunduszu w Warszawie oraz ze środków własnych Przedsiębiorstwa Usług Komunalnych w Poddębicach i Spółdzielni Mieszkaniowej Lokatorsko-Własnościowej. W wyniku realizacji projektu w znacznym stopniu zmniejszeniu uległo zapotrzebowanie na moc i ciepło, spadło zużycie paliw konwencjonalnych, poprawie uległa sprawność przesyłu energii w sieci ciepłowniczej. W znacznym stopniu zmniejszeniu uległa również emisja do atmosfery szkodliwych gazów i pyłów.

Energia słoneczna wykorzystywana jest w pojedynczych obiektach użyteczności publicznej i coraz powszechniej w prywatnych gospodarstwach domowych. Oszacowanie powierzchni kolektorów na budynkach gospodarstw domowych jest praktycznie niemożliwe ze względu na ich rozproszenie. W Polsce nie jest prowadzona ewidencja zabudowanych kolektorów słonecznych w gospodarstwach domowych oraz rolnych. Oszacowania ilości wytwarzanego w nich ciepła można dokonać jedynie na podstawie ilości sprzedanych kolektorów. Szacuje się<sup>38</sup>, że w Polsce zainstalowanych jest ponad 160 tys. m<sup>2</sup> kolektorów słonecznych. Przyjmując, że około 5 % z całej ilości kolektorów słonecznych zabudowanych jest w województwie łódzkim, możemy oszacować wielkość produkcji ciepła w roku z kolektorów słonecznych na poziomie **16 800 GJ**.

---

<sup>38</sup> Instytut Energetyki Odnawialnej

Rysunek 5-4 Lokalizacja istniejących instalacji kolektorów słonecznych w województwie łódzkim.



**Źródło:** Rysunek własny, lokalizacja na podstawie ankiet „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim” oraz Ogólnopolskiego Samorządowego Serwisu Energii Odnawialnej.

## 5.6 Wykorzystanie energii wiatru

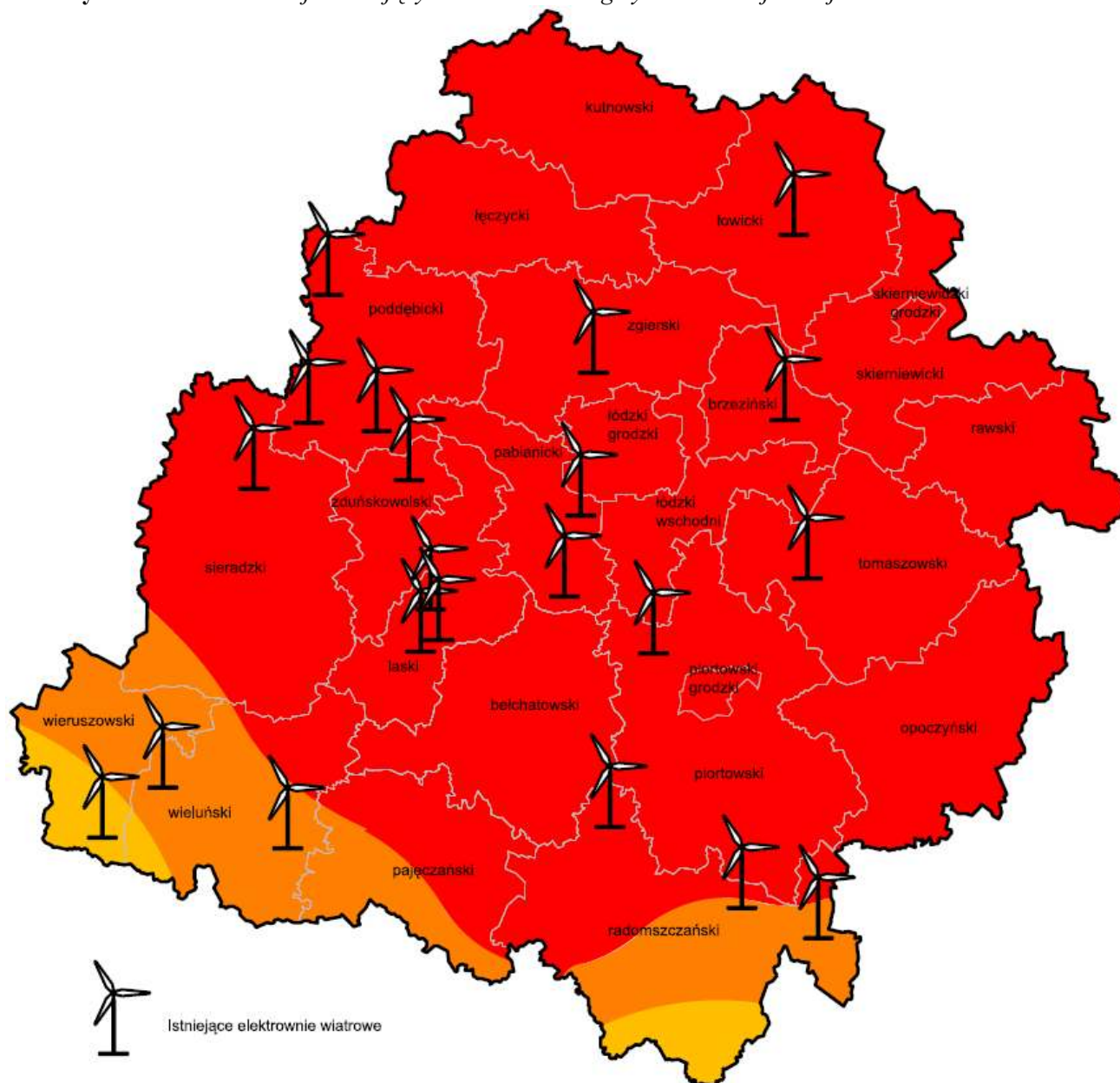
W chwili obecnej na terenie województwa łódzkiego jest kilka elektrowni wiatrowych o łącznej zainstalowanej mocy elektrycznej 39,575 MW. Największą z nich jest elektrownia wiatrowa na „Górze Kamieńsk” o mocy 30 MW (15 turbin po 2 MW). Pozostałe elektrownie są małymi elektrowniami wiatrowymi o mocy od 0,02 do 0,85 MW.

**Tabela 5-6** Istniejące elektrownie wiatrowe w województwie łódzkim

Lokalizacja		Ilość turbin	Całkowita moc zainstalowana MW
Miejscowość	Gmina		
Kamieńsk	Kamieńsk	15	30,000
Turobowice	Koluszki	1	2,000
Grabia Trzecia	Sędziejowice	2	1,000
Brak danych	Uniejów	9	0,990
Warta	Warta	6	0,900
Siedlątków	Pęczniew	–	0,850
Marzenin	Sędziejowice	3	0,750
Niedźwiadka	Łowicz	2	0,500
Brak danych	Masłowice	1	0,500
Wrzesiny	Sędziejowice	2	0,450
Rzeczyca	Zadzim	–	0,300
Łyskornia	Biała	1	0,250
Zamoście	Strzelce Wielkie	1	0,200
Szadek	Szadek	2	0,180
Warszyce	Zgierz	1	0,160
Sadowice	Skierniewice	1	0,150
Dłutów	Dłutów	2	0,150
Turów	Wieluń	1	0,125
Brak danych	Grabica	1	0,100
Brak danych	Ujazd	1	0,020
Brak danych	Ksawerów	1	–
Brak danych	Łubnice	1	–
Brak danych	Przedbórz	1	–
<b>SUMA</b>			<b>39,575</b>

**Źródło:** Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

Rysunek 5-5 Lokalizacja istniejących obiektów energetyki wiatrowej w województwie łódzkim



**Źródło:** Rysunek własny, lokalizacja na podstawie ankiety „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.



## 5.7 Wykorzystanie energii geotermalnej

### Wody geotermalne

Obecnie na terenie Polski istnieje kilka zakładów geotermalnych wytwarzających ciepło z energii geotermalnej. W województwie łódzkim energia geotermalna jest wykorzystywana w miejscowości Uniejów przez Geotermię Uniejów sp. z o.o. Budowa zakładu rozpoczęła się w 2000 r., a dostawa ciepła do odbiorców w sezonie grzewczym 2000/2001.

Zasoby geotermalne Uniejowa związane są z warstwami wodonośnymi piaskowca dolnej kredy położonymi na głębokości rzędu 2000 m. Eksploatacja wody geotermalnej do celów grzewczych prowadzona jest w systemie zamkniętym. Wydajność otworu produkcyjnego wynosi ok. 68 m<sup>3</sup>/godz. wody o temperaturze 68 °C i mineralizacji 8 g/dm<sup>3</sup>. Złoże posiada warunki artezyjskie z ciśnieniem na wypływie rzędu 2,6 atm. W Uniejowie wybudowana została centrala ciepłownicza wykorzystująca energię wód geotermalnych o mocy 3,2 MW. Dodatkowo w celu pokrycia całkowitego zapotrzebowania na ciepło przez odbiorców zainstalowano kocioł szczytowy opalany biopaliwem stałym. Ciepło produkowane w instalacji geotermalnej wystarcza do ogrzania budynków przy temperaturze zewnętrznej do -2 °C. Wybudowano również geotermalną sieć ciepłowniczą z rur preizolowanych o długości 10 km wraz z przyłączami budynków. Sieć swoim zasięgiem obejmuje budynki użyteczności publicznej, bloki komunalne i spółdzielcze oraz domy jednorodzinne. Sumarycznie wykonano ok. 170 przyłączy.

Przed powstaniem ciepłowni geotermalnej miasto Uniejów nie posiadało scentralizowanego systemu ciepłowniczego. Źródłem ciepła było kilkanaście małych kotłowni o niskiej sprawności na węgiel kamienny lub miał węglowy. Dzięki przyłączeniu obiektów do sieci ciepłowniczej z instalacji geotermalnej, zużycie węgla na terenie miasta spadło o 3000 ton rocznie.

Poza zakładem geotermalnym w Uniejowie, na terenie województwa łódzkiego prowadzone są inne prace i badania związane z wykorzystaniem energii wód geotermalnych. Rozpoznanie hydrogeologiczne przeprowadzono w Łodzi, Poddębicach, Skierniewicach, Radomsku i Ozorkowie.

### Geotermia niskiej entalpii

Przykładem zastosowania geotermalnej instalacji pompy ciepła w województwie łódzkim jest instalacja 6 pomp ciepła o mocy 35,9 kW każda w Szkole Podstawowej w Klukach. Dolnym źródłem ciepła są pionowe gruntowe wymienniki ciepła. Zostały wykonane 34 odwierty na głębokość 90 metrów. Instalacja produkuje 323 kW energii w całości spożytkowanej na ogrzewanie budynków szkoły. Pompy pracują zamiennie w zależności od temperatury na zewnątrz. Na realizację inwestycji została udzielona dotacja w wysokości 336,4 tys. zł.

Instalacje pomp ciepła pracują także w: Szczercowie, Nieborowie, Pabianicach i Białej Rawskiej.



## 6 Ocena potencjalnych możliwości pozyskania energii z odnawialnych źródeł w województwie łódzkim

### 6.1 Techniczne możliwości wykorzystania zasobów

#### 6.1.1 Technologie energetycznego wykorzystania biopaliw stałych

Istnieje wiele sposobów energetycznego wykorzystywania biopaliw stałych. Najprostszym sposobem jest bezpośrednie spalanie w odpowiednio przystosowanych do tego celu kotłach, współspalanie z tradycyjnymi nośnikami energii lub też spalanie biopaliw przerobionych na brykiety bądź pelety. Bardziej zaawansowane technicznie technologie wykorzystania biopaliw stałych oparte są na procesie zgazowania i pirolizy.

##### Spalanie słomy

Najpopularniejsze rodzaje kotłów do bezpośredniego spalania słomy, to:

- kotły wsadowe do spalania całych bel słomy,
- kotły do spalania słomy rozdrobnionej.

Kotły wsadowe stosuje się najczęściej w kotłowniach o mocy do 1 MW, w większych jednostkach stosuje się zwykle kotły przystosowane do spalania słomy rozdrobnionej.

**Kotły wsadowe** – zasilane są balotami (o wilgotności do 20 %) prostopadłościennymi lub cylindrycznymi, o masie w zależności od mocy kotła od 25 do 600 kg. Załadunek balotów może się odbywać ręcznie lub za pomocą odpowiednich maszyn. Sprawność tego typu kotłów wynosi do 80 %. Nowoczesne kotły wyposażone są w dwie komory, w pierwszej następuje zgazowanie słomy, natomiast druga przeznaczona jest do spalania lotnych składników gazowych.

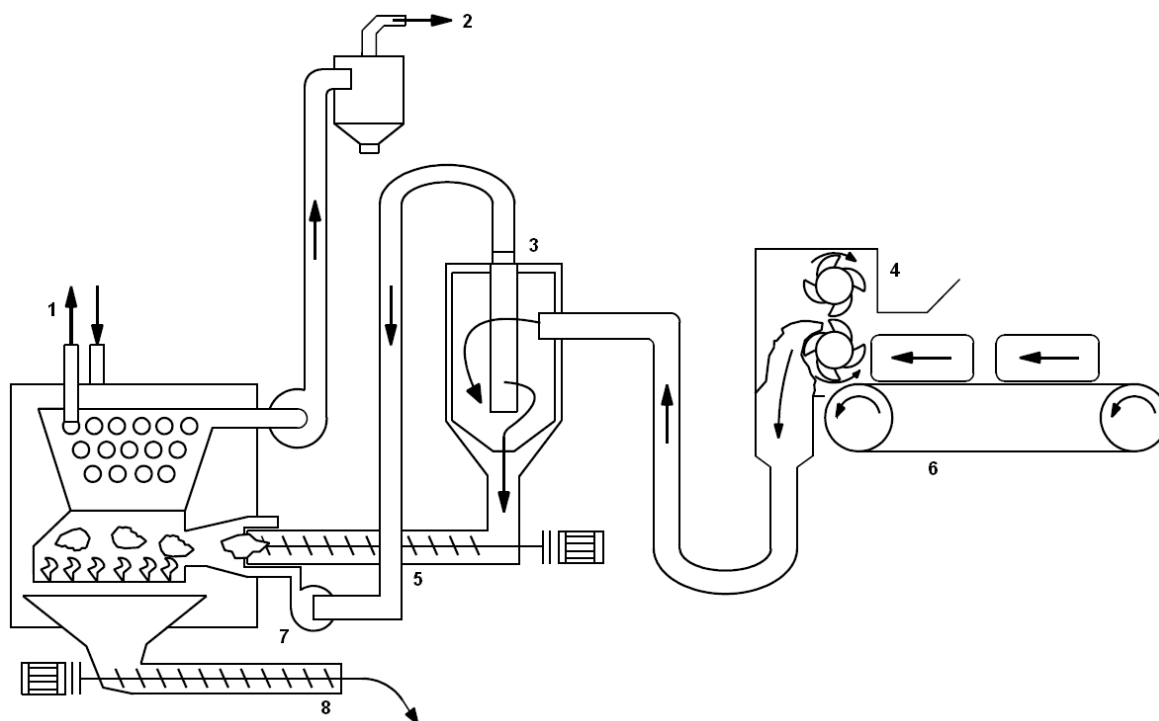
**Kotły na słomę rozdrobnioną** – kotły tego typu muszą być wyposażone w instalację do podawania balotów, ich rozdrabniania i transportu słomy rozdrobnionej, służy mechanicznej oddzielającej układ transportu słomy od podajnika oraz podajnika słomy do kotła. Ruszt kotła podzielony jest na kilka stref, z regulowaną ilością powietrza pierwotnego dostarczanego do procesu spalania.

Przykładem<sup>39</sup> kotłowni opalanej słomą jest instalacja kotła o mocy 0,5 MW zaopatrującego w ciepło 450 mieszkań. Materiałem wsadowym do kotła są baloty o wymiarach 2x1,2x0,85 m. Załadunek balotów odbywa się raz na dobę przy pomocy uniwersalnego podajnika. W komorze spalania temperatura wynosi 600 °C, a na wyjściu 800 °C. Ubocznymi produktami procesu spalania są: pył, w ilości 10 – 15 kg/dobę, oraz popiół i żużel. Ogólnie produkty uboczne stanowią 3,5 % masy spalanej słomy. Schemat kotłowni przedstawiony został na Rysunku 6-1. Średnie zużycie słomy w okresie grzewczym wynosi ok. 500 ton.

---

<sup>39</sup> W. Lewandowski "Proekologiczne odnawialne źródła energii", Warszawa 2006 r.

**Rysunek 6-1** Schemat ciepłowni do spalania słomy (1 – osiedłowa sieć ciepłownicza, 2 – spaliny do komina, 3 – cyklon, 4 – szarpacz słomy, 5 – przenośnik, 6 – transporter balotów, 7 – wentylator, 8 – przenośnik popiołu)



**Źródło:** W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, W-wa 2006 r.

### Spalanie biomasy drzewnej

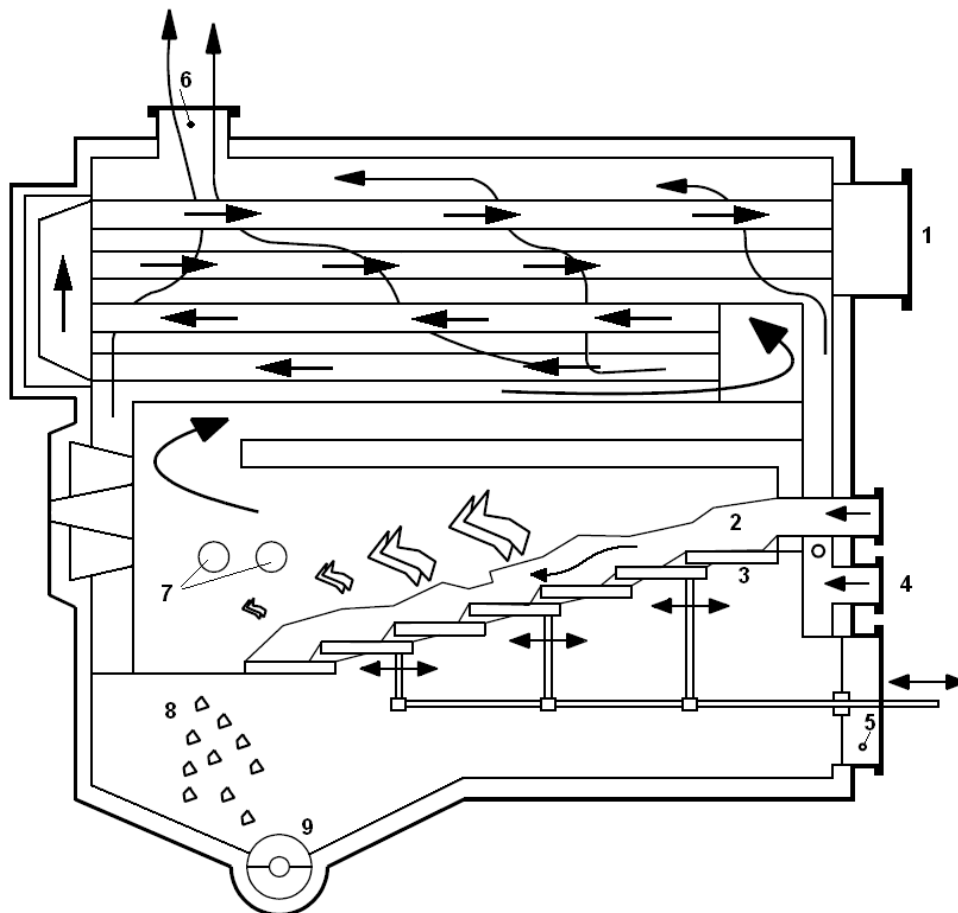
Biomasę drzewną przetworzoną do postaci trocin, brykietów, peletów, pyłu drzewnego można wykorzystywać dla celów energetycznych w specjalnie zaprojektowanych do tego celu kotłach. Bardzo ważne jest ukształtowanie paleniska zapewniające dobry kontakt paliwa z powietrzem podmuchowym, co zapewnia odpowiednie warunki prawidłowego spalania drewna oraz uzyskanie maksymalnej sprawności cieplnej. Przedstawiony na Rysunku 6-2 kocioł trójściagowy opalany jest zrębkami drzewnymi o wilgotności 50 %. Kocioł ten wyposażony jest w automatyczny system podawania paliwa i zapalania wsadu, odpielania oraz układ zabezpieczenia przeciwpożarowego. Zakres mocy tego typu kotłów wynosi<sup>40</sup> od 300 kW do 10 MW. Kotły te mogą znaleźć zastosowanie do ogrzewania większych obiektów, np:

- budynki użyteczności publicznej: szkoły, hale sportowe, baseny,
- bloki mieszkalne,
- zakłady przeróbki drewna, hale przemysłowe itp.

<sup>40</sup> materiały promocyjne kotłów Tromatic

Proces załadunku i transportu paliwa do kotła odbywa się automatycznie przy pomocy zespołu podajników zgrzeblowych lub taśmowych. Paliwo przeznaczone do spalania w kotle może być składowane pod wiatą na placu przy kotłowni.

**Rysunek 6-2** Schemat kotła wodnego, trójciągowego z ruchomym rusztem schodkowym na biomasę – zrębki drzewne o wilgotności do 50% (1 – wylot spalin, 2 – zrębki drewna, 3 – ruszt, 4 – zimna woda, 5 – powietrze pierwotne, 6 – odprowadzenie ciepłej wody użytkowej, 7 – miejsce dostarczania powietrza wtórnego, 8 – popiół, 9 – przenośnik ślimakowy).



**Źródło:** W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, WNT, W-wa 2006 r.

Bardzo wysoką sprawność procesu zapewnia spalanie drewna w palniku ze złożem fluidalnym, w którym tworzy się zawiesina drobnych cząstek drewna w przepływającym od dołu strumieniu powietrza. Warunki takie stwarzają możliwości do dokładniejszego wymieszania się paliwa z powietrzem, oraz do zwiększenia intensywności procesu spalania, spowodowanej większą powierzchnią kontaktu powietrza z paliwem. Podstawową zaletą procesu fluidalnego spalania biomasy drzewnej jest możliwość zagospodarowania paliwa o niskiej kaloryczności (od 6 MJ/kg) oraz stosunkowo dużej wilgotności (do 70%). Sprawność procesu, jest również bardzo wysoka i może wynieść nawet do 92%.

## Współspalanie biomasy z paliwami konwencjonalnymi

Na obecną chwilę jest to najpopularniejsze rozwiązanie, polegające na produkcji energii odnawialnej w dużych istniejących kotłach energetycznych. Konieczność dostosowania takich jednostek obejmuje prace związane z wykorzystaniem układu umożliwiającego rozładunek, transport oraz podawanie biomasy do kotłów. Ilość biomasy, przeznaczony do współspalania zależy w dużej mierze od typu instalacji kotłowej oraz rodzaju biomasy (różnice w parametrach biomasy i paliwa projektowego, głównie węgla). W procesie współspalania bardzo ważne jest również zapewnienie optymalnych warunków, w jakich powinien odbywać się proces spalania, w związku z tym bardzo ważna jest jednorodność mieszanki podawanej do komory spalania<sup>41</sup>.

### Zgazowanie biomasy stałej

Zgazowanie jest obecnie najbardziej zaawansowanym technicznie energetycznym sposobem wykorzystania biomasy stałej. Zgazowanie jest to proces mający na celu przemianę węgla pierwiastkowego zawartego w surowcu stałym na produkty gazowe, których głównym składnikiem jest metan, wodór oraz tlenek węgla. Czynnikiem zgazującym może być: powietrze, tlen, para wodna, tlenek węgla, wodór, a także mieszaniny tych gazów. Zgazowanie paliw stałych prowadzi się w generatorach gazowych, w warunkach wysokich temperatur i ciśnień.

Podstawowymi zaletami zgazowania biomasy stałej w stosunku do innych metod jej wykorzystania są:

- wielokierunkowe zastosowanie wytworzonego gazu (produkcja ciepła, energii elektrycznej, surowiec technologiczny),
- możliwość znacznego zwiększenia sprawności wytwarzania energii elektrycznej,
- możliwość stosowania biomasy w formie surowej, nieprzetworzonej, np. o dużej zawartości wilgoci.

W procesach zgazowania biomasy stałej wykorzystuje się najczęściej reaktory zgazowujące ze złożem stałym lub fluidalnym. Technologie oparte na fluidyzacji stosowane są w układach o stosunkowo dużych mocach (> 10 MW), natomiast w przypadku małych mocy zastosowanie mają tylko reaktory zgazowania ze złożem stałym. Ze względu na wzajemny kierunek przepływu gazu i biomasy stałej, reaktory stałe dzieli się na współprądowe i przeciwproudowe.

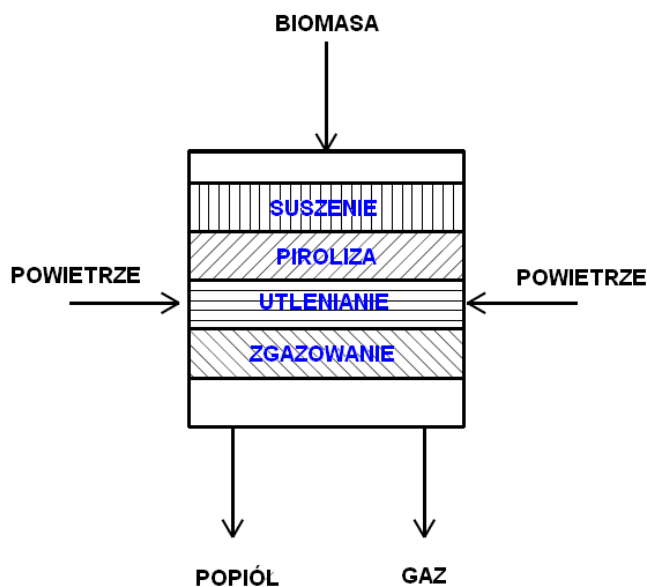
Generatory współprądowe (Rysunek 6-3) charakteryzują się tym samym kierunkiem przepływu gazu i biomasy stałej. Wprowadzane paliwo przechodzi kolejno przez etapy: suszenia, pirolizy, i zgazowania. Generatory współprądowe mają prostą i niezawodną konstrukcję jednakże wymagają paliwa stosunkowo suchego (wilgotność < 20 – 30 %) o małej zawartości popiołu (< 1 %) i jednolitej wielkości ziaren. Ich zaletą jest niewielka zawartość smoły w wytwarzanym gazie.

---

<sup>41</sup> inż. Rafał Szymanowicz – „Energopomiar” Sp. z o.o., Zakład Techniki Ciepłej „Wytwarzanie energii odnawialnej w procesie wspólnego spalania biomasy i węgla. Podstawy prawne i metodyczne koncesjonowania i rozliczania produkcji”, „Energetyka” – 9/2007 r.

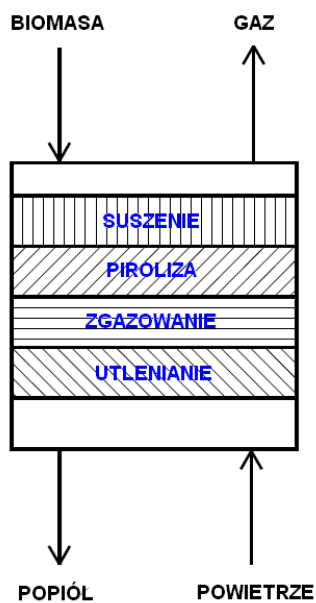
W generatorach przeciwprądowych (Rysunek 6-4) paliwo przepływające w przeciwnym kierunku niż produkowany gaz poddawane jest przemianom suszenia, pirolizy, zgazowania i spalania. Podstawową zaletą generatorów przeciwprądowych jest wysoka sprawność procesu, wadą natomiast duża zawartość smół w produkowanym gazie.

**Rysunek 6-3** Generator współprądowy



*Źródło: Rysunek własny.*

**Rysunek 6-4** Generator przeciwprądowy

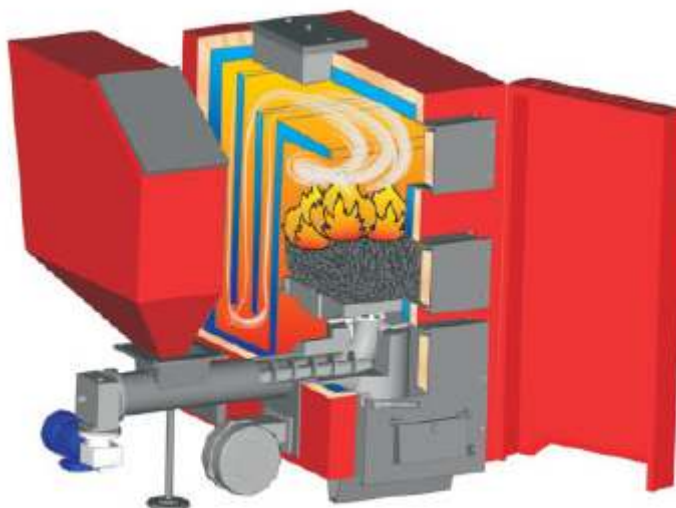


*Źródło: Rysunek własny.*

### Spalanie brykietów i peletów

Kotły do spalania przetworzonej biomasy w formie brykietów oraz peletów powinny posiadać specjalnie zaprojektowane palniki przystosowane do spalania tego typu paliwa. Palniki zamontowane w kotłach powinny posiadać możliwość regulacji mocy, powinny być samoczyszczące oraz nie powinny dochodzić do cofania się płomienia. Najczęściej spotykane kotły na pelety są to kotły retortowe, które posiadają zbiornik na paliwo oraz specjalny podajnik ślimakowy. Wyposażenie kotła w zasobnik sprawia, że załadunek paliwa do kotła może się odbywać co 3 – 4 dni. Z zasobnika paliwo w bardzo małych porcjach podawane jest przez podajnik do komory spalania z częstotliwością od kilku do kilkudziesięciu sekund, co sprzyja maksymalnemu wykorzystaniu zalet techniki spalania współprądowego.

**Rysunek 6-5** Kocioł retortowy - przekrój przez komorę spalania



Źródło: [www.ogrzewnictwo.pl](http://www.ogrzewnictwo.pl).



## 6.1.2 Technologie wytwarzania biopaliw płynnych

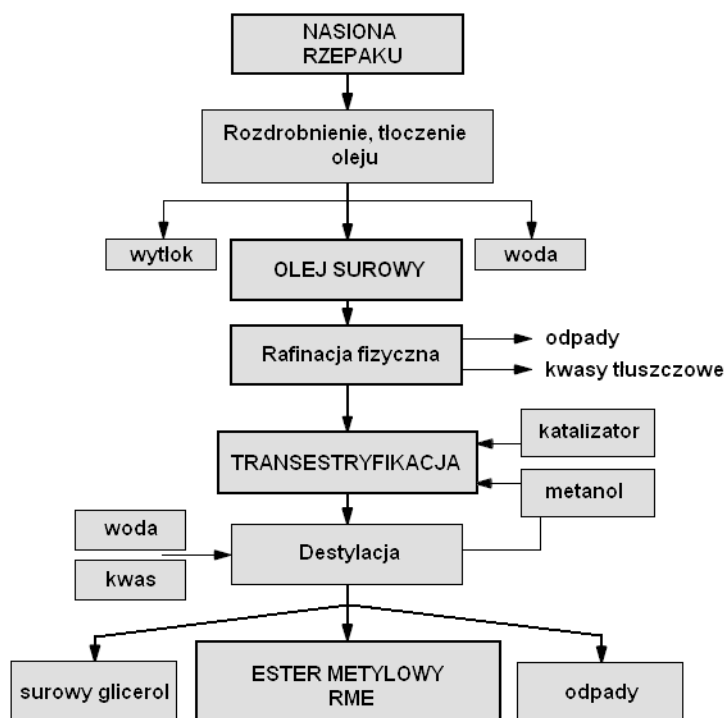
Do najważniejszych metod produkcji biopaliw należą<sup>42</sup>:

- kraking termiczny,
- kraking katalityczny,
- elektroliza,
- transestryfikacja.

Obecnie najbardziej rozpowszechnioną metodą produkcji biopaliwa z olejów roślinnych jest metoda transestryfikacji. Polega ona na otrzymywaniu estrów niższych alkoholi i wyższych kwasów tłuszczowych olejów roślinnych w wyniku reakcji zachodzącej pomiędzy olejem a alkoholem etylowym lub metylowym. Reakcja ta przebiega w obecności katalizatora alkalicznego. Produktem reakcji są estry alkoholi oraz glicerol.

Na Rysunku 6-6 przedstawiono przykładowy schemat technologii produkcji biodiesla metodą transestryfikacji.

**Rysunek 6-6** Schemat technologii produkcji biodiesla metodą transestryfikacji



*Źródło: Opracowanie własne.*

Pierwszym etapem opisanej technologii produkcji biodiesla jest etap mający na celu przygotowanie nasion rzepaku do dalszej obróbki. Etap ten obejmuje: czyszczenie, suszenie i rozdrobnienie nasion. Tak

<sup>42</sup> [www.gigawat.net.pl](http://www.gigawat.net.pl)

przygotowane nasiona wyciskane są na tłoczniach ślimakowych, w wyniku czego powstaje olej surowy oraz produkty uboczne woda i wyluki, stanowiące cenną paszę dla zwierząt gospodarskich, oraz dodatek do brykietów opałowych ze słomy. Olej surowy poddawany jest w następnym etapie produkcji procesowi rafinacji, w wyniku której zostają usunięte zanieczyszczenia oraz wolne kwasy tłuszczowe. Oczyszczony olej trafia następnie do reaktora, w którym następuje reakcja transestryfikacji metanolem, w obecności alkalicznego katalizatora. Powstała w tym procesie mieszanina, w ostatnim etapie produkcji jest destylowana. Jako produkt końcowy otrzymywane są: estry metylowe, odpady w postaci wody oraz zneutralizowanego katalizatora i surowy glicerol. Przy zastosowaniu metody transestryfikacji można otrzymać nawet do kilkuset ton paliwa na dobę.

Produkt uboczny powstały w końcowym etapie, tj. glicerol, może być wykorzystywany w celach farmakologicznych oraz kosmetycznych, coraz częściej jest również stosowany do wyrobu niektórych produktów spożywczych. Po oczyszczeniu glicerolu, otrzymuje się dodatkowy produkt uboczny, tj. cenny nawóz mineralny fosforowo-wapniowy.

Proces produkcji estrów alkoholowych z oleju rzepakowego można prowadzić metodą ciśnieniową, wymagającą stosowania wysokich ciśnień oraz metodą bezciśnieniową, w której proces przebiega pod ciśnieniem atmosferycznym.

Przykładowym urządzeniem do produkcji estrów metylowych z olejów roślinnych, w szczególności z oleju rzepakowego, jest wytwórnia RAF-300. Proces produkcji biopaliwa oparty jest na reakcji restryfikacji, w obecności katalizatora alkalicznego. Podstawowe dane techniczne urządzenia do produkcji biopaliwa zostały przedstawione w Tabeli 6-1.

**Tabela 6-1** Podstawowa charakterystyka wytwórni RAF-300

<b>Surowce stosowane w procesie:</b>	
Olej rzepakowy	354 dm <sup>3</sup>
Mieszanina katalityczna – metanol techniczny (bezwodny) – wodorotlenek potasu	53 dm <sup>3</sup> 6 kg
<b>Produkty reakcji (dla jednego cyklu):</b>	
metyloester (Biodiesel).	300 dm <sup>3</sup>
frakcja glicerynowa, przeznaczona do dalszego przerobu w specjalistycznej firmie na glicerynę czystą lub wartościowy nawóz rolniczy	100 kg
wyluki (przy samodzielnym wyciskaniu oleju)	718 kg

**Źródło:** [www.biopaliwa.com](http://www.biopaliwa.com).

Czas trwania całego pełnego cyklu produkcyjnego wynosi ok. 20 h. Urządzenie ma więc praktyczną wydajność jednego zbiornika na dobę.

Opisany rodzaj wytwórni biopaliwa jest typem mini wytwórni, przeznaczonej do wytwarzania paliwa w zakładach o charakterze usługowo-przetwórczym. Zalecane jest, aby wytwórnie tego typu instalowane były w niedalekiej odległości od lokalnych tłoczni oleju rzepakowego wytwarzających surowy olej rzepakowy.

### 6.1.3 Technologie energetycznego wykorzystania biopaliw gazowych

Do najważniejszych energetycznych sposobów wykorzystania biogazu należą:

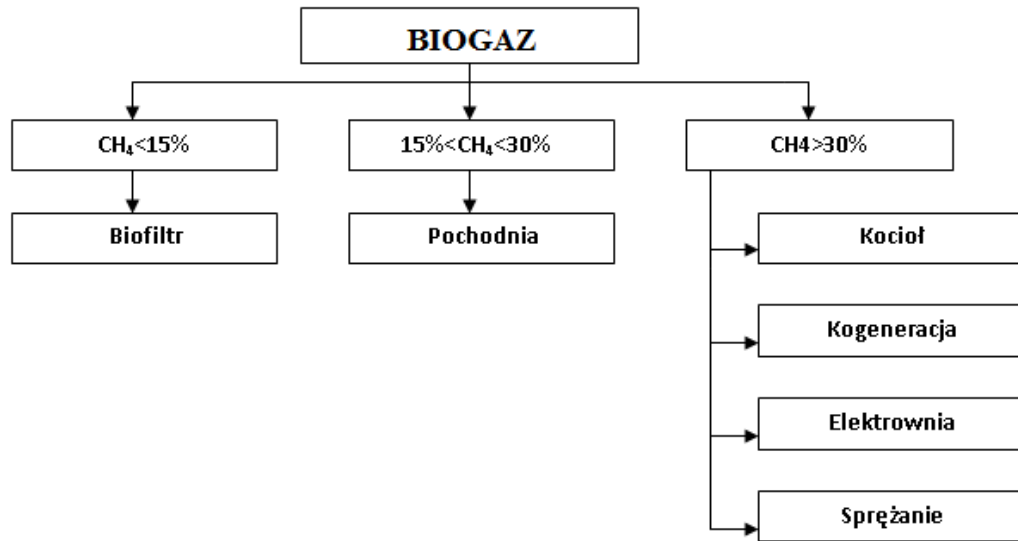
- produkcja ciepła. Jest to najtańszy i najprostszy sposób wykorzystania biogazu, poprzez spalanie go w kotle. Uzyskane ciepło powinno być wykorzystywane lokalnie, ze względu na duże koszty przesyłu. W przypadku spalania biogazu w kotle, udział metanu w biogazie powinien wynosić przynajmniej 35 %, biogaz powinien być oczyszczony z siarczków, pyłów, chlorków oraz pozbawiony pary wodnej.
- produkcja energii elektrycznej. Proces ten może się odbywać przy zastosowaniu agregatów silnikowo-prądnicowych lub turbin gazowych. Możliwa jest również praca w systemie kogeneracyjnym, co pozwala uzyskać dodatkową energię w postaci ciepła odpadowego.
- dostosowanie gazu składowiskowego do sieci gazowej. W tym wypadku konieczny jest wysoki stopień oczyszczenia gazu. Instalacje takie są jednak najczęściej tworzone na bardzo dużych wysypiskach, ze względu na wysokie koszty przyłączenia sieci ze składowiska odpadów do gazociągu.
- wykorzystywanie do napędów pojazdów. Biogaz składowiskowy może być również stosowany do napędu pojazdów na składowisku odpadów. Wartość opałowa gazu składowiskowego jest mniejsza od wartości opałowej mieszanki napędowej z udziałem benzyny oraz od mieszanki z udziałem oleju napędowego. Ze względu na większą zawartość CO<sub>2</sub> biogaz ma lepsze własności przeciwstukowe niż czysty metan.

Unieszkodliwianie w biofiltrach oraz spalanie w pochodniach należą do nieenergetycznych sposobów wykorzystania biogazu. W przypadku biofiltrów zdolność usuwania metanu jest znikoma, w przeciwieństwie do spalania biogazu w pochodniach, które jest bardzo skuteczną metodą unieszkodliwiania biogazu.

#### **Gaz składowiskowy**

Metody zagospodarowania biogazu zależą w głównej mierze od dwóch czynników, tj. od składu ilościowo-jakościowego oraz od infrastruktury wokół składowisk odpadów. Najważniejsze sposoby wykorzystywania biogazu, w zależności od udziału metanu, przedstawione zostały na Rysunku 6-7.

Rysunek 6-7 Schemat wykorzystania biogazu, w zależności od zawartości metanu

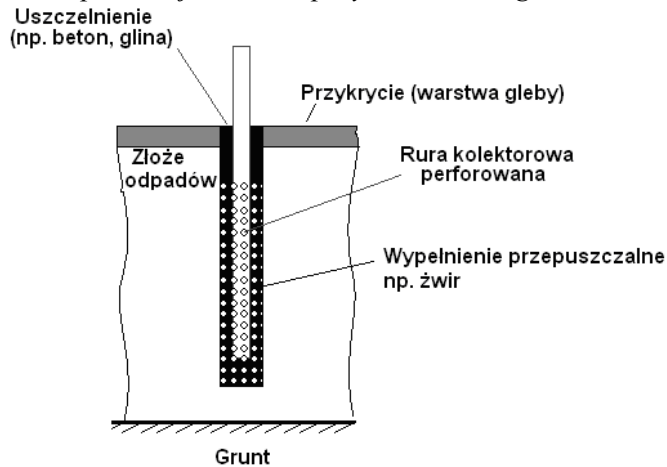


Źródło: Rysunek własny.

W większości istniejących instalacji gaz składowiskowy pozyskiwany jest z pionowych odwiertów, rzadziej z poziomych rurociągów. W przypadku odwiertów pionowych gaz pozyskiwany jest zwykle po zakończeniu budowy złoża lub jego części. Obecnie jednak coraz częściej spotyka się instalacje, w których pionowe kolektory gazu instalowane są równocześnie z usypywaniem złoża.

W przypadku studni pionowych stosuje się rury o średnicach od 0,1 m do 0,2 m, umieszczone w otworze o średnicy od 0,3 m do 0,9 m. Dobór odpowiednich średnic zależy od dopuszczalnej wartości podciśnienia oraz ilości gazu, którą chcemy pozyskać.

Schemat typowej studni do pozyskiwania biogazu ze składowiska odpadów został przedstawiony na Rysunku 6-8. Jeżeli chodzi o ilość studni, które powinny być zainstalowane na składowisku odpadów, nie ma ścisłej reguły. Mniejsza ilość studni powoduje spadek kosztów inwestycyjnych, jednak wtedy zwiększa się podciśnienie pracy studni, co może powodować efekt zasysania powietrza do górnych warstw składowiska przez warstwę przykrycia.

**Rysunek 6-8** Schemat pionowej studni do pozyskiwania biogazu ze składowiska odpadów

**Źródło** Janusz Skorek, Jacek Kalina „Gazowe układy kogeneracyjne” WNT W-wa 2005 r,

Najważniejsze technologie energetycznego wykorzystania odpadów do produkcji biogazu na składowiskach:

- BTA – technologia ta polega na tym, że z nieprzesortowanych odpadów komunalnych ługuje się w podwyższonej temperaturze substancje organiczne, a odciek poddaje się fermentacji. Roztwór powstały po fermentacji kieruje się do ponownego ługowania i do kolejnej fermentacji, operacja ta jest powtarzana od 3 do 5 razy.
- Dranco – metoda ta polega na fermentacji odpadów stałych lub odsączonych na prasie odpadów po ekstrakcji z metody BTA. Proces ten zachodzi w reaktorach w temperaturze 55°C. Stężenie odpadów musi być nie mniejsze niż 25 %.
- SWEGO – fermentacja w tej technologii prowadzona jest w pryzmach energetycznych ze szczelnym dnem i ścianami bocznymi. Nad rozdrobnionymi osadami w warstwie torfu umieszcza się instalacje rurociągów ssących, a całość pokrywa się warstwą gliny.

Jak wspomniano w poprzednim rozdziale biogaz może być wykorzystywany na wiele sposobów, m.in. do produkcji energii elektrycznej, ciepłej, może być dostarczany do sieci gazowej lub stanowić paliwo dla pojazdów bądź maszyn pracujących na składowisku. Na polskich składowiskach gaz składowiskowy najczęściej wykorzystywany jest do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Fakt ten wynika przede wszystkim z niskiego potencjału krajowych składowisk oraz z braku odpowiedniej infrastruktury na składowiskach.

### **Biogaz rolniczy**

Najważniejsze technologie produkcji biogazu w rolnictwie są pochodzenia niemieckiego, ponieważ kraj ten był i jest liderem w dziedzinie przetwarzania odpadów rolnych na energię elektryczną i ciepło. Najbardziej powszechne technologie pozyskiwania biogazu z odpadów rolniczych to<sup>43</sup>:

<sup>43</sup> W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, Warszawa 2006 r.

### **Technologia Schmidta-Eggerlüsa** (Rysunek 6-9)

Podstawowe parametry:

- surowiec: zawiesina obornika, sieczki oraz rozdrobnionych odpadów organicznych w wodzie,
- wykorzystanie komory (z 1 m<sup>3</sup>): 0,75 m<sup>3</sup> biogazu na dobę,

Metoda ta jest opłacalna dla dużych gospodarstw rolnych o dziennej produkcji biogazu od 100 - 300 m<sup>3</sup>.

Produkcja biogazu, w zależności od użytych surowców, została przedstawiona w Tabeli 6-2.

**Tabela 6-2** *Produkcja biogazu w zależności od użytych surowców w technologii Schmidta-Eggerlüsa*

100 kg obornika	5,3 m <sup>3</sup>
100 kg suchej masy	27,2 m <sup>3</sup>
100 kg substancji organicznej	78,8 m <sup>3</sup>

### **Technologia Ducelliera - Ismana**

Podstawowe parametry:

- surowiec: obornik gromadzony przez 14 – 50 dni w betonowych zbiornikach,
- produkcja biogazu: ze 100 kg obornika otrzymuje się 2 m<sup>3</sup>,
- wykorzystanie komory (z 1 m<sup>3</sup>): 1 m<sup>3</sup> biogazu na dobę.

Instalację do produkcji biogazu, składającą się ze zbiornika gazu, czterech komór fermentacyjnych, zbiorników obornika oraz pompy obiegowej, przedstawiono na Rysunku 6-10.

### **Technologia Reinholda-Darmstadta**

Podstawowe parametry:

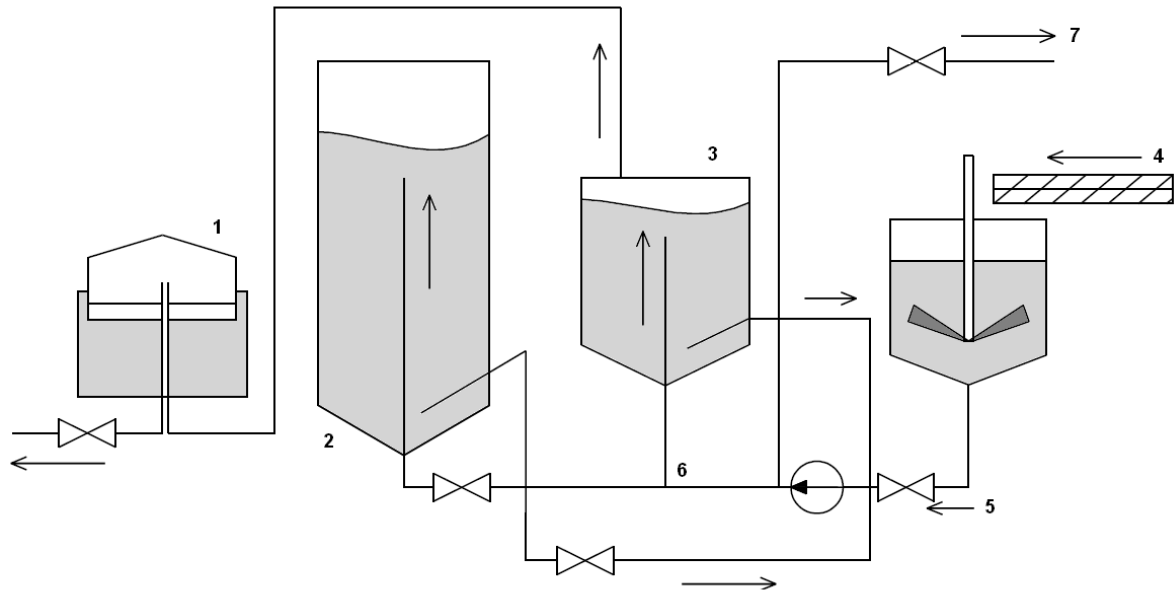
- surowiec: Rozcieńczona gnojowica,
- wykorzystanie komory (z 1 m<sup>3</sup>): 0,3 – 0,5 m<sup>3</sup> biogazu na dobę.

Metoda ta jest wykorzystywana przez małe i średnie gospodarstwa rolne.

W skład instalacji (Rysunek 6-11) wchodzi betonowa komora fermentacyjna, dwa zbiorniki biogazu, zbiornik gnojowicy oraz układ pompowy.

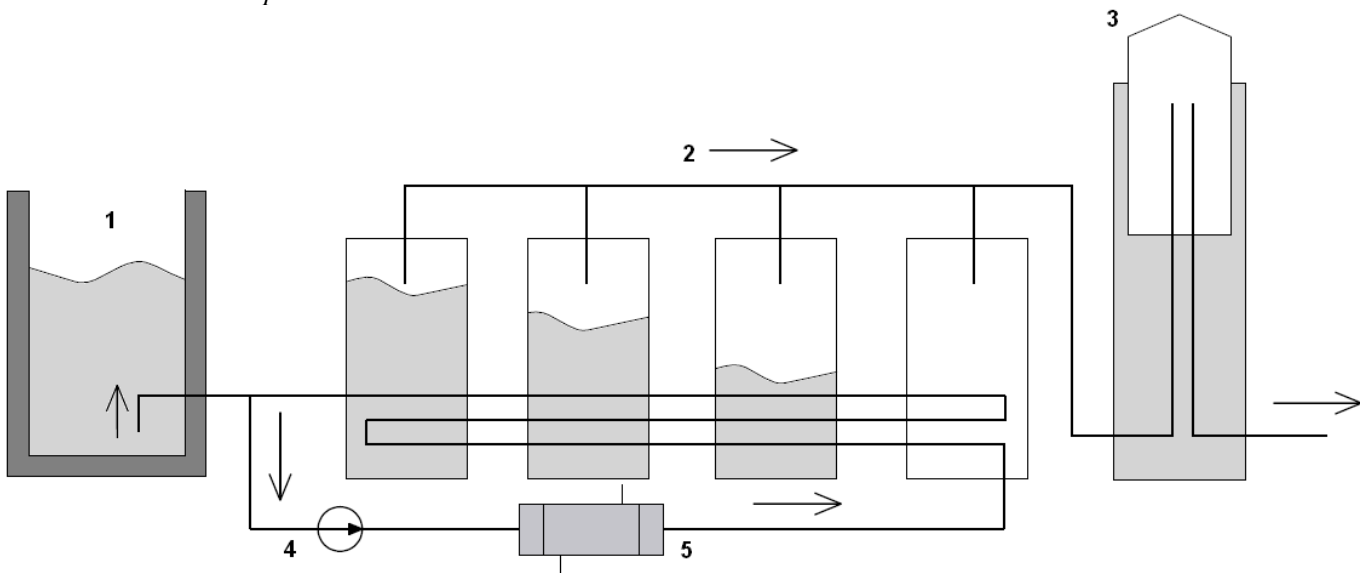


**Rysunek 6-9** Schemat produkcji biogazu technologią Schmidta-Eggerglüssa. Oznaczenia: 1 – zbiornik biogazu, 2 – zbiornik bioszlamu, 3 – komora fermentacyjna, 4 – transporter, 5 – mieszalnik, 6 – zawieszina, 7 – bioszlam na pole



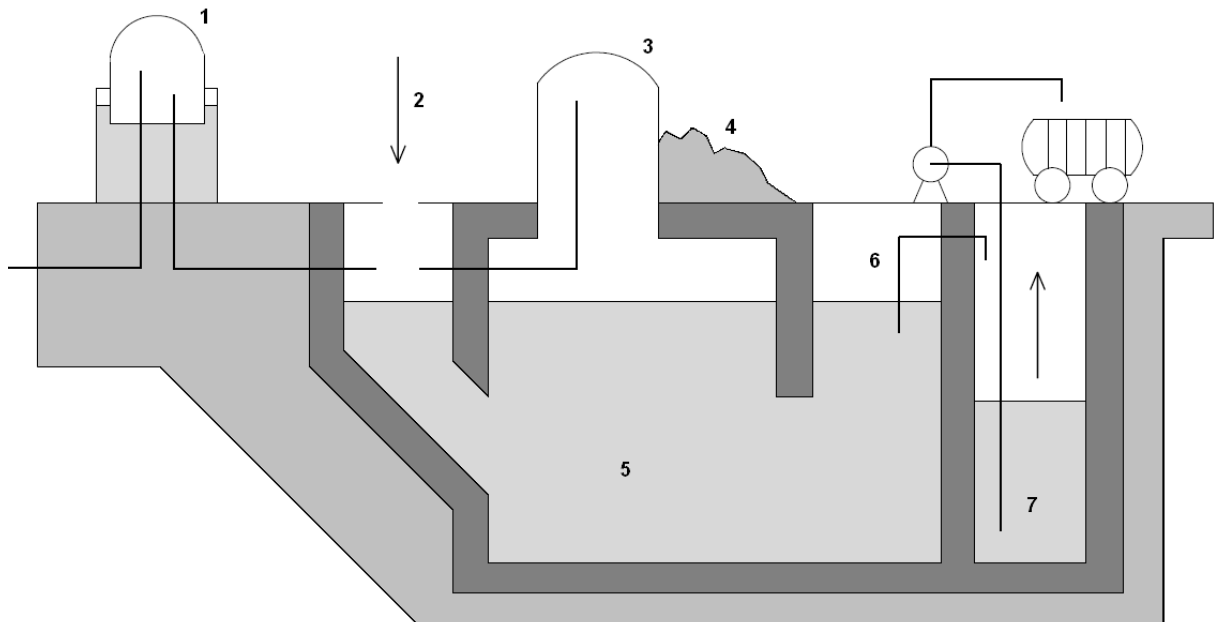
**Źródło:** W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, W-wa 2006 r.

**Rysunek 6-10** Schemat produkcji biogazu metodą Ducelliera-Ismana. Oznaczenia: 1 – zbiornik obornika, 2 – komory fermentacyjne, 3 – zbiornik biogazu, 4 – pompa, 5 – wymiennik ciepła



**Źródło:** W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, W-wa 2006 r.

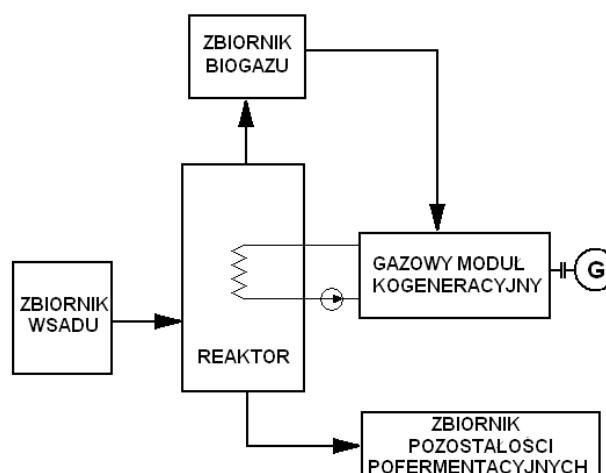
**Rysunek 6-11** Instalacja produkcji biogazu technologią Reinholda-Darmstadta. Oznaczenia: 1 – zbiornik biogazu dzwonowy, 2 – doprowadzenie gnojowicy, 3 – komora biogazu, 4 – kompost, 5 – komora fermentacyjna, 6 – odprowadzenie kompostu, 7 – zbiornik obornika



**Źródło:** W Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, W-wa 2006 r.

Biogaz rolniczy może być spalany w urządzeniach kuchennych, w kotłach, suszarniach. Największe jednak korzyści można osiągnąć poprzez skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w gazowych modułach kogeneracyjnych. Takie wykorzystanie pozwala na sprzedaż nadwyżek energii elektrycznej do sieci zewnętrznej. Uproszczony schemat instalacji do produkcji energii elektrycznej przy zastosowaniu biogazu przedstawiono na Rysunku 6-12.

**Rysunek 6-12** Uproszczony schemat do produkcji energii elektrycznej przy zastosowaniu biogazu rolniczego



**Źródło:** Janusz Skorek, Jacek Kalina „Gazowe układy kogeneracyjne”, WNT, W-wa 2005 r.

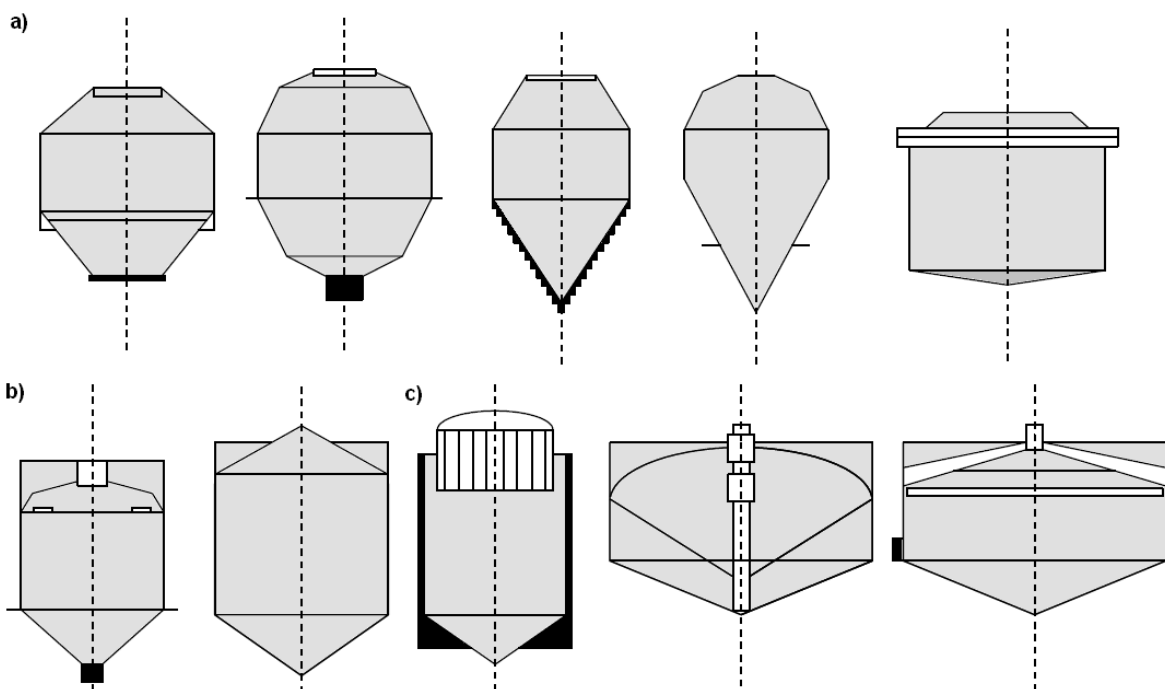
Do najważniejszych części instalacji biogazowej należą: zbiornik do wstępnego przygotowania substratów, młyny do rozdrabniania materiału, komora fermentacyjna z zintegrowanym zbiornikiem biogazu, zbiornik pozostałości pofermentacyjnych, instalacja do biologicznego odsiarczania oraz linia przesyłowa. Substraty, które są używane w procesie produkcji biogazu muszą być odpowiednio przygotowane przed wprowadzeniem do reaktora. Etap przygotowania substratów może obejmować m.in. krótkotrwałe składowanie, sedymentację składników nieorganicznych, rozdrabnianie wsadu, mieszanie różnych rodzajów wsadu lub też podgrzewanie wsadu do określonej, wymaganej w procesie temperatury. W instalacjach zasilanych biogazem najczęściej stosowane są silniki z zapłonem iskrowym. Możliwe jest również stosowanie silników dwupaliwowych, jednak wadą tego typu rozwiązań jest konieczność stosowania dawki paliwa ciekłego.

Z uwagi na ograniczoną podaż oraz stosunkowo niewielkie zapotrzebowanie gospodarstw rolnych na energię elektryczną, typowe moce stosowanych zespołów prądowórczych nie przekraczają 150 kW. W wyniku produkcji biogazu rolniczego powstaje pewna ilość odpadów, które mogą być stosowane jako wartościowy i tani nawóz organiczny.

#### **Biogaz z oczyszczalni ścieków**

W technologii pozyskiwania biogazu z oczyszczalni ścieków konieczne jest przeprowadzenie procesu fermentacji w specjalnie zaprojektowanych do tego celu wydzielonych komorach fermentacyjnych (WKF). Komory te najczęściej zbudowane są z betonu oraz wymagają izolacji cieplnej i bardzo dokładnego uszczelnienia. Świeży osad jest doprowadzany rurociągiem od góry do komory, a przefermentowany szlam, który opada grawitacyjnie transportowany jest przenośnikiem ślimakowym od dołu komory. Biogaz gromadzący się pod pokrywą stałą lub ruchomą może być odprowadzany w sposób ciągły lub okresowy. Poprzez spalanie otrzymanego gazu można w znaczny sposób poprawić bilans energetyczny oczyszczalni ścieków. Przykładowe kształty komór fermentacyjnych osadu czynnego przedstawiono na Rysunku 6-13.

**Rysunek 6-13** Kształty komór fermentacyjnych osadu czynnego: a) o stałym niezatopionym stropie, b) o stałym zatopionym stropie, c) o stropie pływającym

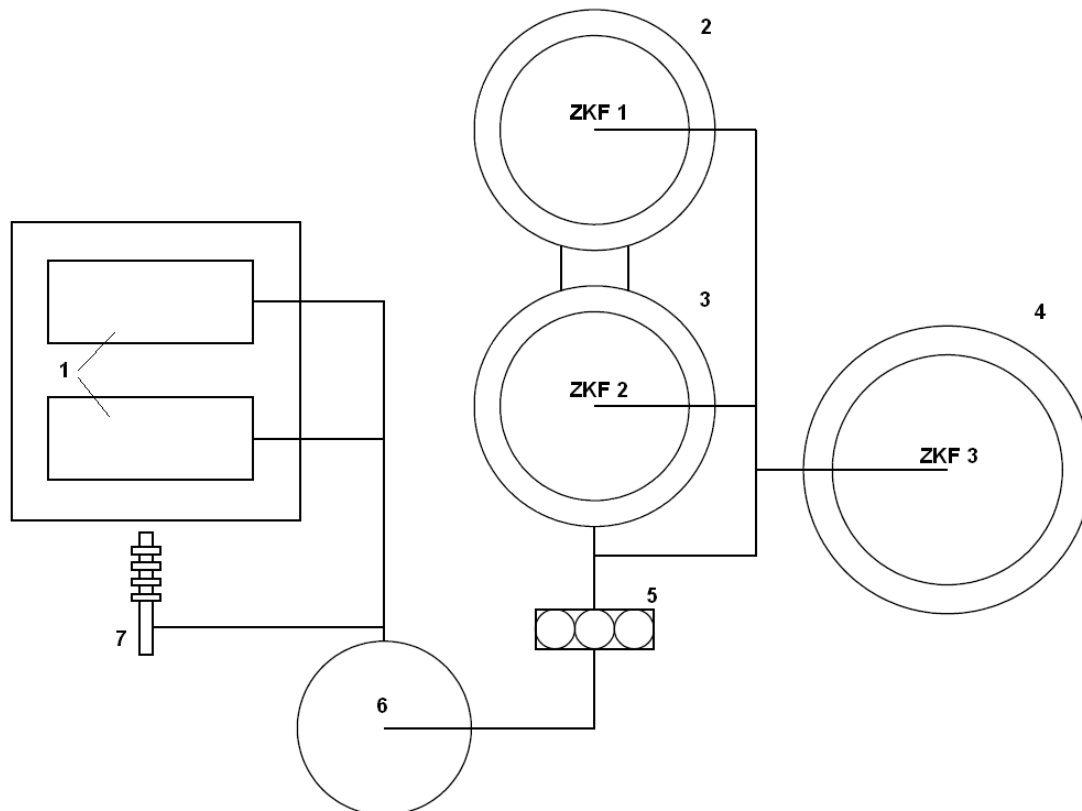


**Źródło:** W. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, W-wa 2006 r.

Przykładowym rozwiązaniem technicznym wytwarzania i zagospodarowania biogazu jest oczyszczalnia ścieków w Tychach. Obecnie oczyszczalnia ta przyjmuje ok. 32 000 m<sup>3</sup> ścieków na dobę, z których wytwarzane jest ok. 5 000 m<sup>3</sup> biogazu. Początkowo biogaz spalany był w kotłach, które oryginalnie dostosowane były do spalania koksu. W wyniku czego, przy spalaniu biogazu, kotły te uzyskiwały dość niskie sprawności. Obecnie, w celu przetworzenia biogazu na energię elektryczną oraz ciepło, zamontowano agregat prądotwórczy oraz kocioł z palnikiem olejowym, a nieefektywne kotły węglowe zostały odłączone. Montaż powyższych urządzeń pozwolił na produkcję ok. 3800 GJ ciepła oraz 2300 MWh energii elektrycznej rocznie. Dzięki takiej produkcji oczyszczalnia może zaspokoić całkowicie własne potrzeby cieplne oraz ok. 50 % potrzeb w zakresie energii elektrycznej. Biogaz produkowany w zamkniętych komorach fermentacyjnych zbierany jest do wspólnego kolektora, następnie, poprzez odwadniacze i reaktory odsiarczania, kierowany jest do zbiornika magazynowego o pojemności 1720 m<sup>3</sup>. Stamtąd, pod ciśnieniem, biogaz kierowany jest do silników sprężonych z generatorami energii elektrycznej. Łączna sprawność energetyczna wykorzystania biogazu wynosi 82 – 90 %, z czego na produkcję energii elektrycznej przypada około 35 %.

Schemat części oczyszczalni ścieków związanej z produkcją i wykorzystaniem biogazu został przedstawiony na Rysunku 6-14.

**Rysunek 6-14** Schemat instalacji biogazu w oczyszczalni ścieków w Tychach. Oznaczenia: 1 – bloki elektrociepłownicze; 2, 3 – zamknięte komory fermentacyjne; 4 – dodatkowa zamknięta komora fermentacyjna; 5 – instalacja odsiarczania gazu; 6 – zbiornik biogazu; 7 – pochodnia



**Źródło:** Regionalne Centrum Gospodarki Wodno-Ściekowej S.A. w Tychach.

#### 6.1.4 Mała Energetyka Wodna

Małe elektrownie wodne, wg polskiej klasyfikacji, są to obiekty energetyki wodnej o mocy zainstalowanej do 5 MW.

W zależności od wysokości piętrzenia, można je podzielić na:

- niskospadowe (2-20 m),
- średniospadowe (20-150 m),
- wysokospadowe (>150 m).

W małych elektrowniach wodnych produkuje się głównie prąd elektryczny, ale można też wykorzystać energię mechaniczną wody do mielenia zboża itp.

Elektrownie wodne można również podzielić na:

- elektrownie przepływowe, bez magazynowania wody, w elektrowniach tych moc uzależniona jest od aktualnego przepływu wody w rzece, a co za tym idzie stabilność elektrowni tego typu jest mniejsza,
- elektrownie zbiornikowe, zwykle wymagana jest budowa zapory, jednak ich stabilność jest większa niż w przypadku elektrowni przepływowych.

Warunkiem koniecznym do pozyskania energii potencjalnej wody jest istnienie w danym miejscu znacznego spadku wody. W warunkach naturalnych wykorzystuje się wodospady lub jeziora przepływowe leżące w dolinie. Z uwagi na niezbyt częste występowanie takich miejsc w przyrodzie, często koniecznym jest przeprowadzenie odpowiednich prac hydrotechnicznych. Najczęściej wykorzystywanym sposobem wytworzenia spadku wody jest budowa jazu piętrzącego wodę w korycie rzeki lub budowa tamy piętrzącej wodę w dolinie rzeki.

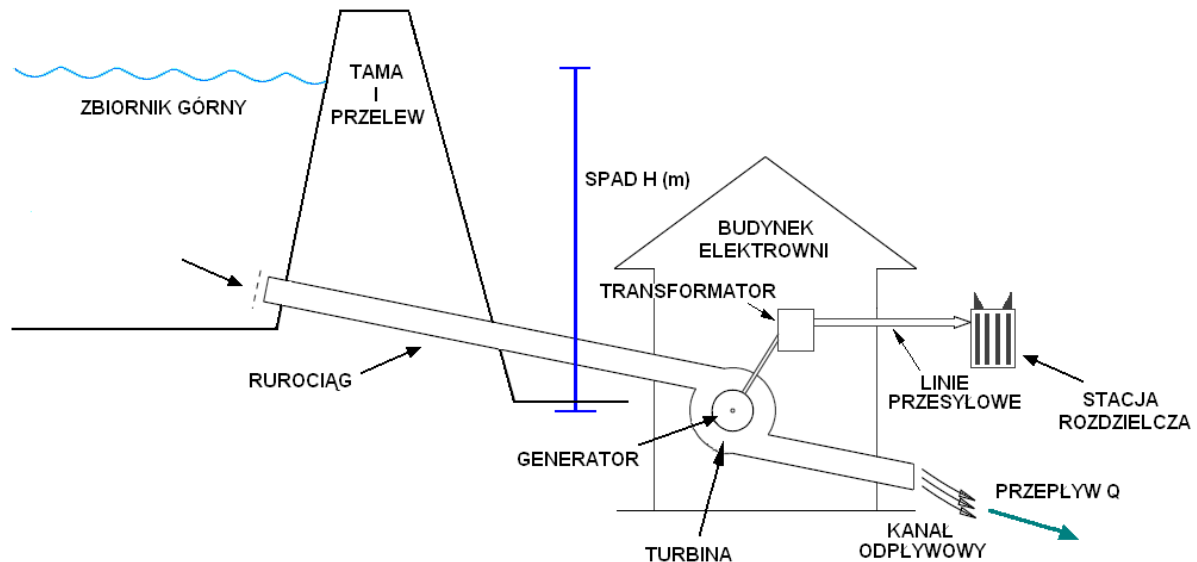
Wśród najważniejszych urządzeń oraz układów technologicznych w MEW można wyróżnić:

- Ciąg wodny, w skład którego wchodzi: kanał doprowadzający, komora turbinowa, rura ssawna, wylot wody. W kanale doprowadzającym dodatkowo znajduje się krata, zabezpieczająca przed dostaniem się do turbiny gałęzi i innych zanieczyszczeń.
- Blok energetyczny, którego najważniejszymi elementami są turbina i generator, może mieć układ pionowy, poziomy i skośny. Generatory stosowane w MEW mogą być asynchroniczne lub synchroniczne. Generatory asynchroniczne muszą być połączone z innymi generatorami, używane są do zasilania dużych sieci. Generatory synchroniczne mogą pracować niezależnie od innych generatorów, stosowane są w systemach samodzielnych i podłączonych do sieci wydzielonej.
- Pozostałe wyposażenie: przekładnia łącząca turbinę z generatorem, zawory, elektronika, urządzenia zabezpieczające, transformator.

Układ małej elektrowni wodnej został przedstawiony na Rysunku 6-15.



Rysunek 6-15 Układ małej elektrowni wodnej



**Źródło:** Rysunek własny.

Najważniejszym elementem MEW są urządzenia służące do zamiany energii spadku i płynącej wody na energię elektryczną, zwane turbinami wodnymi.

Rozróżnia się dwa typy turbin:

- akcyjne, wykorzystują one tylko energię prędkości wody,
- reakcyjne, wykorzystują energię prędkości oraz ciśnienie wody.

Sprawność elektrowni wodnych wynosi 30 – 95 %, zależy ona od ilości przepływającej wody, spadku oraz typu turbiny.

W Małej Energetyce Wodnej (MEW) najczęściej stosuje się:

#### **Turbiny Francisa**

Turbiny Francisa należą do turbin reakcyjnych, o dopływie dośrodkowym promieniowym. Są one szeroko rozpowszechnione w małej energetyce ze względu na swoje parametry. Turbiny te można podzielić na dwa rodzaje: z wirnikiem ułożonym pionowo oraz poziomo.

W turbinie Francisa woda ze zbiornika górnego wpływa całym obwodem na łopatki kierownicze, których kształt i ustawienie powodują zwiększenie prędkości wody, po czym woda kierowana jest na wirnik roboczy. Po przepłynięciu kanałami między łopatkami w kształcie dysz, woda z dużą prędkością opuszcza wirnik poprzez rurę ssawną.

Turbiny w zależności od spadku i prędkości obrotowej różnią się znacznie budową:

- turbiny przeznaczone dla dużych spadów rzędu 100 – 600 m, stosunek szerokości części wlotowej do wylotowej jest równy 1,1 – 2, przy czym należy zauważyć, że są to turbiny wolnoobrotowe do

- ok. 50 obr/min, w których początkowy kąt natarcia łopatek w stosunku do płaszczyzny stycznej z wirnikiem jest niewielki, rzędu  $5 - 30^\circ$ ,
- przeznaczone dla spadów w granicach 40 – 90 m przy prędkościach obrotowych ok. 45 – 80 obr/min i stosunku szerokości części wlotowej do wylotowej równym 0,65 – 1,0,
  - przeznaczone dla małych spadów rzędu 5 – 30 m. W turbinach tych stosunek części wlotowej do wylotowej wynosi 0,4 – 0,7, przy prędkościach obrotowych do 120 obr/min. Obecnie najmniejsza moc tego typu turbin wynosi ok. 0,5 kW.

### ***Turbina Kaplana***

Zasada działania turbiny Kaplana jest taka sama, jak turbiny Francisa, różnice pomiędzy turbinami wynikają z kształtu wirnika – w turbinie Kaplana przypomina on śrubę okrętową. Drugą zasadniczą różnicą jest to, że w turbinie Kaplana istnieje możliwość regulacji kąta nastawienia łopatek w wirniku i kierownicy, co w efekcie daje regulację otrzymywanej mocy i dużo większy zakres wysokich sprawności. W turbinie tej kierunek przepływu wody przez wirnik jest osiowy. Turbina Kaplana jest stosowana przy niskich spadach od 1,5 do 80 m.

### ***Turbina Banki-Michella***

Turbina Banki-Michella jest turbiną akcyjną przepływową z szerokim strumieniem wody o przekroju prostokątnym. Turbiny tego typu mogą być instalowane już przy spadzie wynoszącym 1,0 m, przy prędkości obrotowej 60 – 2000 rpm i przepływie równym  $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ , przy tego typu parametrach najmniejsza moc zespołów jest równa 1 kW.

Wielkością charakteryzującą turbinę wodną jest wyróżnik szybkobieżności  $n_s$ . Jest to wielkość określająca prędkość obrotową turbiny geometrycznie podobnej, która przy spadzie  $H=1 \text{ m}$  osiąga moc 1 KM (dynamiczny wyróżnik szybkobieżności). Dla spadków  $H$  w granicach od 1 do 500 m i dynamicznych wyróżników szybkobieżności  $n_s$  w zakresie od 50 do 450 stosowane są turbiny Francisa, dla  $H$  od 1 do 70 m i  $n_s$  od 250 do 1200 – turbiny Kaplana lub śmigłowe. Dla  $H$  od 1 do 250 m i  $n_s$  od 50 do 120 stosuje się turbiny o przepływie poprzecznym.

### 6.1.5 Energia słoneczna

Technologie wykorzystujące energię promieniowania słonecznego do wytwarzania ciepła lub energii elektrycznej opierają się na procesach konwersji fototermicznej i konwersji fotowoltaicznej. Konwersja fototermiczna polega na bezpośredniej zamianie energii promieniowania słonecznego na ciepło. Energia słońca zamieniana jest w specjalnie zaprojektowanych urządzeniach absorbujących – kolektorach słonecznych. Konwersja fototermiczna może być pasywna lub aktywna. W przypadku konwersji fototermicznej pasywnej zamiana energii promieniowania słonecznego w ciepło przebiega w sposób naturalny, a odprowadzenie ciepła z kolektora odbywa się przez konwekcję swobodną. W przypadku konwersji fototermicznej aktywnej konieczne jest stosowanie dodatkowych urządzeń do przetłaczania czynnika roboczego (zazwyczaj woda lub powietrze), z kolektora do instalacji odbiorczej bądź magazynującej wytworzone ciepło. Na zasadzie konwersji fototermicznej aktywnej pracują najbardziej rozpowszechnione kolektory słoneczne płaskie i kolektory rurowe.

Kolektory płaskie składają się z termicznej warstwy izolacyjnej, na której umieszczony jest metalowy absorber promieniowania, zazwyczaj miedziany, mosiężny lub aluminiowy, pokryty warstwą selektywną w celu zwiększenia absorpcji promieniowania słonecznego. Najbardziej rozpowszechniona jest konstrukcja z miedzi, ze względu na bardzo korzystne właściwości przewodzenia ciepła. Zapewnia ona zarówno bardzo dobre wykorzystanie energii cieplnej poprzez równomierny rozkład temperatury na całej płycie, jak i wysoką sprawność kolektora. Powyżej absorbera umieszczona jest pokrywa ze szkła solarnego. W nowoczesnych kolektorach wykorzystuje się szkło o zmniejszonej zawartości tlenków żelaza, dzięki czemu minimalizuje się odbijanie promieni słonecznych od powierzchni kolektora.

Konstrukcja kolektora próżniowego oparta jest na szklanej rurze umieszczonej na ramie. Wewnątrz rury, na środku, umieszczony jest cienki absorber z rurką metalową, wewnątrz której znajduje się jeszcze jedna rurka. Ciecz płynie wewnętrzną rurką i wpływając od dołu do zewnętrznej rurki, nagrzewa się przejmując ciepło od absorbera. Rury próżniowe są głównym elementem kolektorów i bezpośrednio wpływają na efektywność uzyskiwanego przez układ ciepła. Ten typ kolektora charakteryzuje się większą sprawnością niż kolektor płaski, zwłaszcza w okresie zwiększonego zachmurzenia.

Kolektory słoneczne montowane są w pobliżu miejsca odbioru ciepła (dach budynku, otwarta powierzchnia terenu) i wykorzystywane są przede wszystkim do podgrzania wody w instalacji ciepłej wody użytkowej, instalacji centralnego ogrzewania oraz ogrzewania powietrza do celów grzewczych lub technologicznych.

Na konwersji fototermicznej opierają się również technologie pracujących w świetle elektrowni solarnych. W energetyce solarnej znalazły zastosowanie układy<sup>44</sup>:

---

<sup>44</sup> Krajowe Centrum Wdrożeń Czystszej Energii

- CRS (ang. Central Receiver System). W systemie tym promienie słoneczne odbite od płaskich luster rozmieszczonych na dużym terenie są skupiane na ścianie wieży w miejscu, w którym zainstalowany jest generator pary. Para z generatora pary kierowana jest do turbogenerатора wytwarzającego prąd elektryczny. Elektrownie tego typu o mocy 5 MW, 10 MW i 20 MW pracują w Europie (Hiszpania, Portugalia). Planuje się budowę następnych o mocy 50 MW a nawet 200 MW.
- DCS (ang. Distributed Solar System), w którym promienie słoneczne skupiane są przez paraboliczne kolektory na rurze, przez którą przepływa ciecz, najczęściej olej o małej lepkości i dużej pojemności cieplnej. Rozgrzany do temperatury ok. 400 °C olej w specjalnym wymienniku ciepła podgrzewa wodę, wytwarzając parę wodną, która zasila turbinę parową.

Energia słoneczna może być bezpośrednio zamieniona na energię elektryczną na drodze konwersji fotowoltaicznej. Konwersja fotowoltaiczna zachodzi w półprzewodnikowych urządzeniach zwanych ogniwami fotowoltaicznymi (słonecznymi). Ogniwa fotowoltaiczne są łączone w układy, a układy w systemy fotowoltaiczne. Ze względu na rodzaj wytwarzanego prądu systemy można podzielić na systemy autonomiczne (tzw. wolnostojące) do bezpośredniego zasilania urządzeń prądu stałego, systemy hybrydowe oraz na systemy zasilające sieć elektroenergetyczną z urządzeniami do konwersji prądu stałego na prąd zmienny. Systemy hybrydowe są kombinacją panelu fotowoltaicznego i innego systemu wytwarzania energii elektrycznej takich jak silnik spalinowy lub turbina wiatrowa.

Fotowoltaika jest na świecie najdynamiczniejszym rozwijającym się sektorem OZE. Szybkie tempo rozwoju jest wynikiem dokonującego się postępu w dziedzinie materiałów i technologii oraz wdrażanych w wielu krajach programów i mechanizmów wsparcia. Całkowita światowa produkcja modułów fotowoltaicznych osiągnęła w 2006 roku 2,5 GW, a skumulowana moc zainstalowanych systemów przekroczyła 7 GW w tym w Niemczech 2,75 GW. W Polsce wynosiła 440 kW na koniec 2006 roku, z czego ok. 75 % stanowiły systemy autonomiczne (znaki drogowe, itp.).

Na świecie najpowszechniejszymi zastosowaniami fotowoltaiki są systemy dołączone do sieci energetycznej i zintegrowane z budynkami.

Aktualnie ogniwa fotowoltaiczne mogą znaleźć zastosowanie m.in. w elektroenergetyce do wytwarzania energii elektrycznej, w rolnictwie do napędu urządzeń nawadniających i pompujących, do zasilania elektrycznych urządzeń gospodarstwa domowego, w transporcie do zasilania znaków drogowych, oświetlenia ulic i przystanków.

Wielkoskalowe, energetyczne wykorzystanie efektu fotowoltaicznego wiąże się z poniesieniem dużych nakładów inwestycyjnych na budowę instalacji, co przekłada się na wysoki koszt jednostkowy wytworzenia energii. Konieczne jest także spełnienie odpowiednich wymogów technologicznych m.in. minimalne nasłonecznienie 1800 kWh/m<sup>2</sup>/rok przy usłonecznieniu przynajmniej 2000 godzin rocznie. Układy z ogniwami fotowoltaicznymi, zasilające sieć elektroenergetyczną budowane są jako układy

pilotowe, przede wszystkim w krajach o korzystniejszych niż Polska warunkach nasłonecznienia i usłonecznienia.

Potencjalnym obszarem największych zastosowań wykorzystania energii promieniowania słonecznego w warunkach polskich i w województwie łódzkim są instalacje z kolektorami słonecznymi podgrzewającymi wodę oraz instalacje o małej mocy elektrycznej z ogniwami fotowoltaicznymi. Godnym uwagi jest także wykorzystanie energii promieniowania słonecznego do podgrzewania powietrza w powietrznych kolektorach słonecznych.

Ograniczone możliwości techniczne magazynowania energii powodują, że instalacje solarne wytwarzające energię elektryczną lub ciepło mogą być wykorzystywane jedynie, jako instalacje uzupełniające dla innych źródeł energii. Ograniczenie to wynika z uzależnienia pracy instalacji solarnej od aktualnych warunków nasłonecznienia.

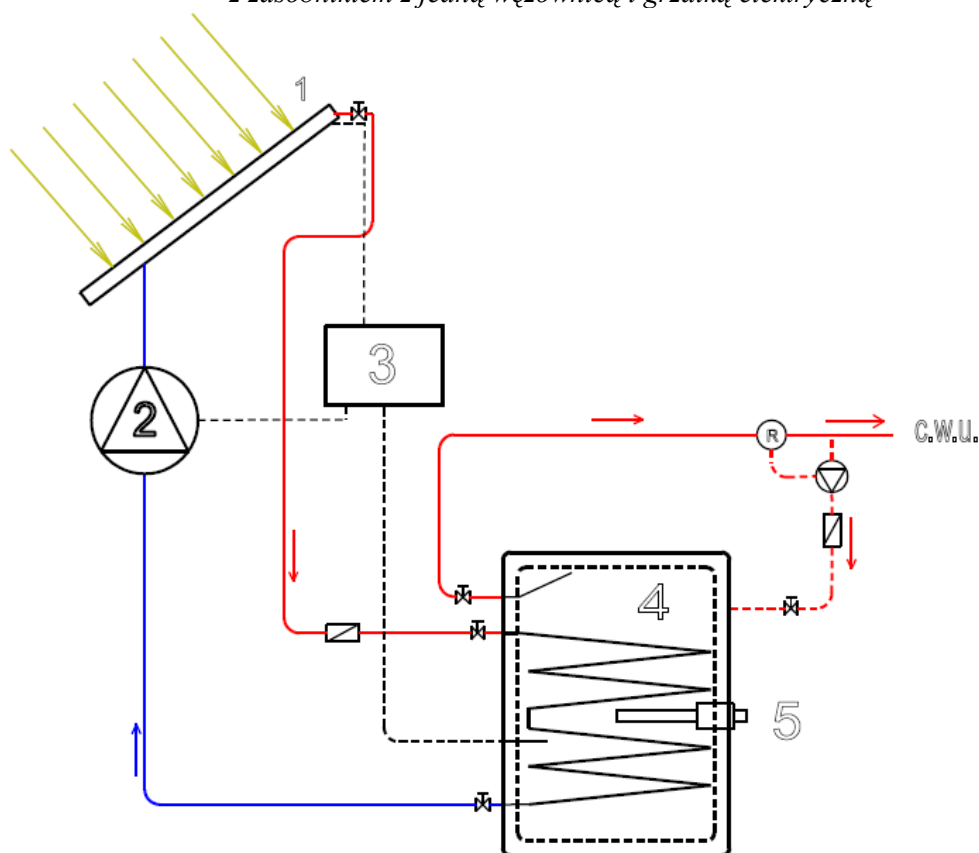
### **Kolektory słoneczne**

Przykładowe rozwiązania technologiczne wykorzystania energii promieniowania słonecznego z kolektorami słonecznymi przedstawiono na zamieszczonych niżej schematach.

Najprostszym systemem wykorzystującym energię promieniowania słonecznego jest solarna instalacja do podgrzewu ciepłej wody użytkowej z zasobnikiem wyposażonym w jedną wężownicę i grzałkę elektryczną. Tego typu układ stosowany jest głównie do wspomaganie podgrzewu c.w.u. w obiektach o niewielkim zapotrzebowaniu na c.w.u.

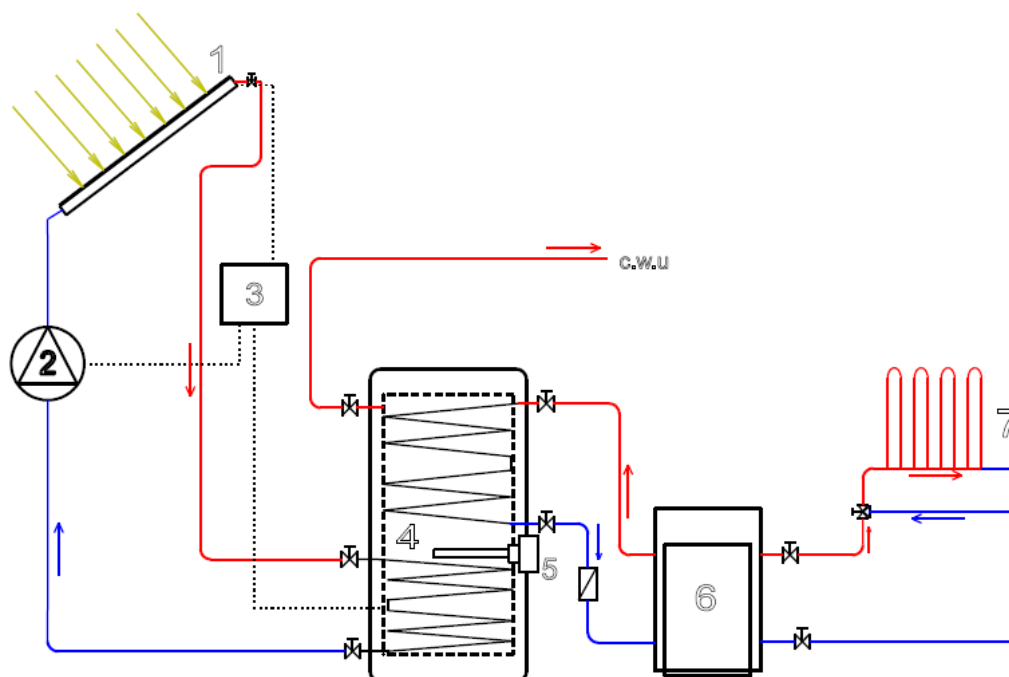
Głównym elementem zestawu (Rysunek 6-16) jest kolektor słoneczny (1), przez który przepływa woda ze środkiem zapobiegającym zamarzaniu, zazwyczaj jest to roztwór wodny glikolu. Mieszanina zostaje ogrzana przechodząc przez obieg zamknięty od kolektora do zasobnika (4). Wymiana ciepła między roztworem wodnym z glikolem a wodą grzewczą następuje w wężownicy znajdującej się w zasobniku. Po przekazaniu ciepła roztwór wodny glikolu jest tłoczony przez pompę obiegową (2) z powrotem do kolektora. W zasobniku wyposażonym w grzałkę elektryczną (5) następuje dogrzanie wody do odpowiedniej temperatury w okresach, kiedy nasłonecznienie jest niewystarczające. Praca pompy obiegowej sterowana jest regulatorem (3). Regulator ma za zadanie włączyć pompę w momencie wystąpienia różnicy temperatur wody między kolektorem a zasobnikiem.

**Rysunek 6-16** Solarna instalacja do podgrzewu ciepłej wody użytkowej z zasobnikiem z jedną węzownicą i grzałką elektryczną



*Źródło:* Rysunek własny.

Na rynku instalacji solarnych dostępne są także instalacje mieszane, tzn. instalacje solarne do podgrzewu c.w.u, współpracujące z kotłem centralnego ogrzewania (Rysunek 6-17). Zasada działania takiego układu jest identyczna, jak przedstawiona wyżej. Podstawową różnicą w budowie obu typów instalacji jest konstrukcja zasobnika wody (4). W jego wnętrzu zamontowane są dwie węzownice. Jedna z węzownic, dolna, zasilana jest ciepłem pozyskiwanym w kolektorach słonecznych (1), a druga, górna, połączona jest z kotłem c.o (6). Tym samym zasobnik spełnia jednocześnie rolę zasobnika ciepła na cele c.w.u i ciepła centralnego ogrzewania. Cały układ skonstruowany jest w ten sposób, że zasobnik umożliwia współpracę kotła, jako podstawowego źródła ciepła, z kolektorem słonecznym, jako źródłem wspomagającym. Priorytetem jest zapewnienie c.w.u., a nadwyżka ciepła jest kierowana do wewnętrznej instalacji grzewczej (7), co umożliwi obniżenie kosztów ogrzewania.

**Rysunek 6-17** Solarna instalacja grzewcza do podgrzewu c.w.u współpracująca z kotłem c.o

*Źródło: Rysunek własny.*

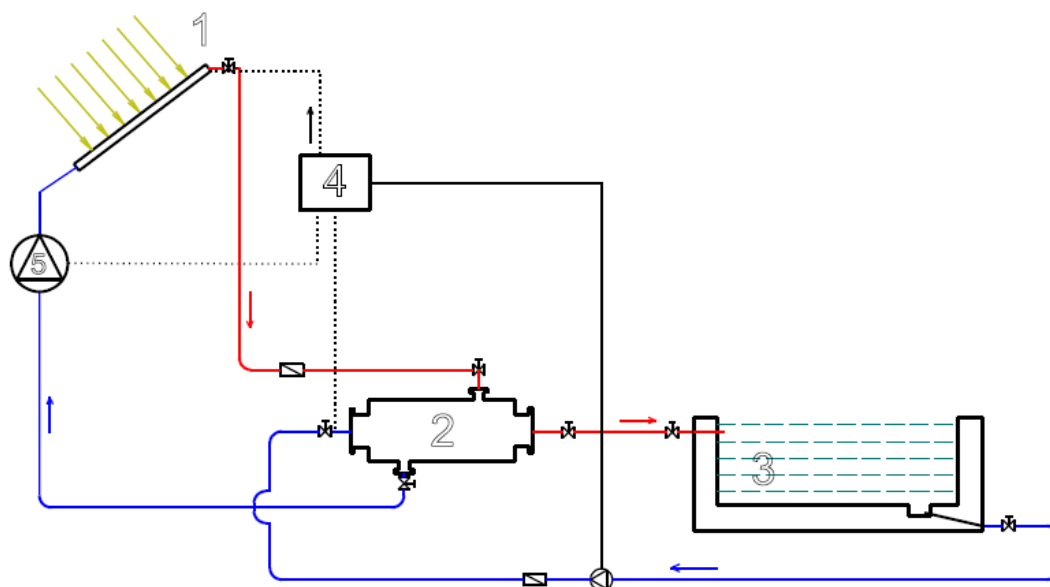
Instalację solarną stosowaną do podgrzewu ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) i do celów grzewczych należy traktować jedynie, jako wspomaganie instalacji z innym podstawowym źródłem ciepła. Odpowiednio zaprojektowana instalacja solarna w warunkach polskich jest w stanie pokryć do 60 % rocznego zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową. Największą efektywność można osiągnąć w miesiącach letnich, podczas których pokrycie energii na ogrzanie c.w.u. wynikające z zastosowania systemu solarnego może osiągnąć nawet 90 % całkowitego zużycia energii. W półroczu zimowym wartość ta spada do ok. 30 %.

Instalacje solarne współpracujące z kotłem c.o. wspomagające podgrzew wody c.w.u. oraz wody grzewczej są w stanie pokryć do 25 % rocznego zapotrzebowania na ciepło. Dobór odpowiedniej instalacji kolektorów słonecznych do celów grzewczych sprowadza się do określenia powierzchni kolektorów na potrzeby c.w.u. i c.o. Analizy dokonuje się na podstawie kierunku i kąta nachylenia kolektorów oraz obliczenia zapotrzebowania na ciepło do przygotowania c.w.u. Zapotrzebowanie na ciepło jest wielkością, która miarodajnie określa wymaganą powierzchnię kolektorów oraz wielkość zasobnika c.w.u. Przy doborze powierzchni kolektorów słonecznych należy zwracać uwagę, aby instalacja nie została przewymiarowana, gdyż w korzystnych warunkach pracy, tj. w okresach maksymalnego nasłonecznienia, wystąpi znaczny nadmiar ciepła i problem z jego zagospodarowaniem. W sezonie zimowym, w którym ilość promieniowania słonecznego jest mocno ograniczona, przewymiarowanie instalacji spowoduje wzrost zużycia energii z konwencjonalnej instalacji grzewczej, w celu dogrzania wody, do wymaganej temperatury.



Dla pokrycia 60 % zapotrzebowania energii na podgrzanie c.w.u., w domach jednorodzinnych w praktyce przyjmuje się ok. 1 – 1,5 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej kolektora na osobę dla kolektorów płaskich, bądź 0,8 m<sup>2</sup> dla kolektorów rurowych. Dla instalacji solarnych do wspomaganie systemu ogrzewania pomieszczeń w celu osiągnięcia 25 % pokrycia zapotrzebowania na ciepło do celów c.w.u i c.o powinno się przyjmować 0,8 do 1,1 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej kolektorów płaskich na 10 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej, natomiast dla kolektorów rurowych odpowiednio 0,5 – 0,8 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej. Pojemność zasobnika c.w.u z podgrzewaczem powinna wynosić od 55 do 75 dm<sup>3</sup> na 1 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej kolektorów<sup>45</sup>.

Rysunek 6-18 System solarny do podgrzewu wody basenowej



Źródło: Rysunek własny.

Kolektory słoneczne mogą być również wykorzystywane do podgrzewania wody basenowej zarówno na dużych kąpieliskach, jak i w basenach przydomowych (Rysunek 6-18). Główną zaletą tego typu instalacji jest możliwość efektywnego wykorzystania energii promieniowania słonecznego w okresie największej produkcji ciepła, tj. w sezonie letnim. W przypadku instalacji basenowej maksymalizacja wykorzystania energii słonecznej jest ściśle związana z objętością dogrzewanej wody basenowej. Głównym elementem instalacji do podgrzewu wody basenowej jest wymiennik przepływowy (2). Wymiana ciepła wewnątrz wymiennika odbywa się w dwóch obiegach zamkniętych – obieg płynu solarnego i obieg wody. Płyn solarny nagrzewa się we wnętrzu kolektora słonecznego (1), następnie

<sup>45</sup> M. Gryciuk „Zasady budowy i wykorzystania kolektorów słonecznych do podgrzewania wody użytkowej” IEO; materiały szkoleniowe firmy Viessmann.

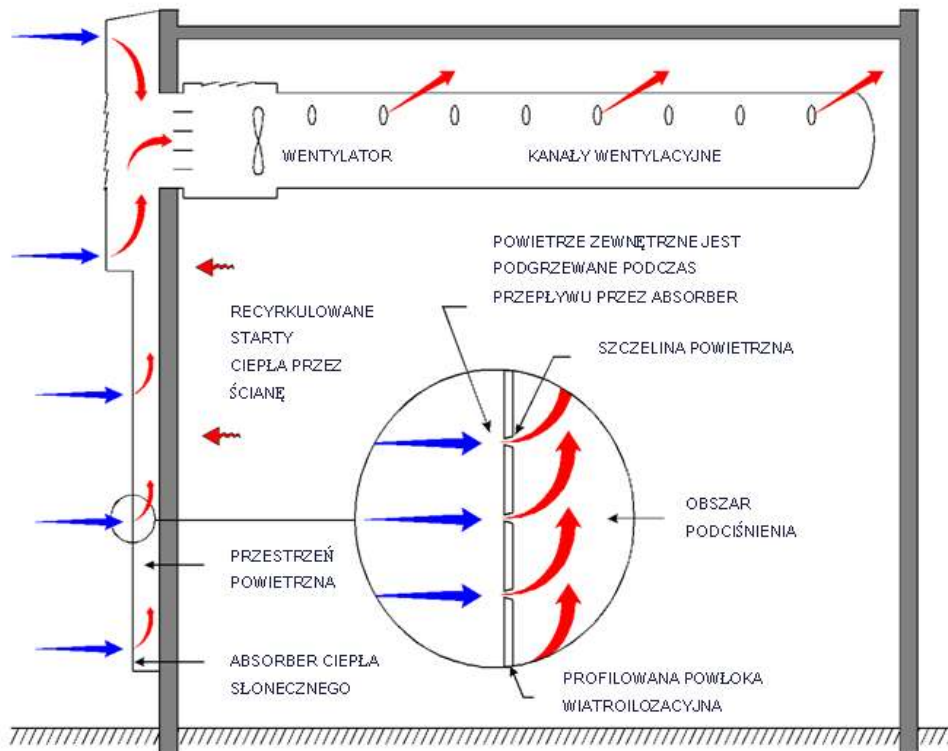
przepompowywany jest do wymiennika ciepła, gdzie oddaje energię wodzie w instalacji basenowej. Pracą całej instalacji steruje regulator (4) włączający lub wyłączający układ pompowy (5).

Przy projektowaniu instalacji do ogrzewania wody basenowej, oprócz odpowiednio dobranej powierzchni kolektorów, w stosunku do pojemności basenu, konieczne jest zastosowanie właściwie dobranego przepływowego wymiennika ciepła i instalacji pompowej. Przepływ przez całą instalację należy dobrać tak, aby możliwe było ogrzanie wody basenowej do wymaganego poziomu temperatury. W sezonie letnim odpowiednio dobrana instalacja solarna do podgrzewania wody basenowej jest praktycznie samowystarczalna (ok. 90 % pokrycia zapotrzebowania) i nie wymaga dogrzewania wody za pośrednictwem innego źródła ciepła.

Energia promieniowania słonecznego w prosty sposób może być wykorzystana w powietrznych kolektorach słonecznych do wytwarzania ciepłego powietrza, na potrzeby dogrzewania i wentylacji pomieszczeń lub całych budynków. System taki charakteryzuje się bardzo prostą konstrukcją. Rolę kolektora spełnia pomalowana na ciemny kolor płyta stalowa lub aluminiowa z perforacją w postaci regularnie rozłożonych otworów zainstalowana na ścianie lub dachu budynku. Płyta ta stanowi równocześnie osłonę pogodową. Powietrze w pomieszczeniach rozprowadzane jest za pomocą walca instalowanego zazwyczaj pod stropem budynku. Pomiędzy ścianą (dachem) i zainstalowaną płytą powstaje szczelina, wewnątrz której przepływa powietrze. Ruch powietrza wymuszony jest przez wentylator.

Zasada działania takiego kolektora jest równie prosta, jak jego konstrukcja. W pierwszej kolejności słońce ogrzewa kolektor, od którego ciepło odbierane jest przez powietrze po zewnętrznej stronie kolektora. Następnie wentylator zasysa powietrze poprzez perforację, które z kolei poprzez kanały wentylacyjne w walcu rozprowadzane jest po pomieszczeniu. Należy zwrócić uwagę, że straty ciepła przez ścianę, na której zainstalowany jest kolektor, są w znacznym stopniu ograniczone, ponieważ tracone ciepło pochłaniane jest przez powietrze zasysane do wnętrza budynku. Dzięki zastosowaniu układu zmniejsza się zapotrzebowanie na ciepło z ogrzewania konwencjonalnego, wykorzystywanego do podwyższenia temperatury powietrza do poziomu zapewniającego komfort cieplny. Zakłada się, że prawidłowo dobrany i zainstalowany kolektor może zapewnić konwersję 50 – 80 % chwilowej energii słonecznej na ciepło użyteczne. Zainstalowanie powietrznego kolektora słonecznego wiąże się z poniesieniem niewielkich kosztów inwestycyjnych, natomiast sam układ można w łatwy sposób zintegrować z konwencjonalnymi układami wentylacyjnymi. Schemat powietrznego kolektora słonecznego został przedstawiony na Rysunku 6-19.

Rysunek 6-19 Powietrzny kolektor słoneczny



Źródło: Rysunek własny.

W Polsce powietrzne kolektory słoneczne, jak dotąd, są mało rozpowszechnione. Oparte o nie systemy solarne podgrzewania powietrza (SSP) wykorzystują energię promieniowania słonecznego do podgrzania powietrza, które można wykorzystać do wentylacji budynku lub procesów technologicznych wymagających ciepłego powietrza, np. suszenie. Systemy z solarnym podgrzewaniem powietrza pozwalają na zmniejszenie zapotrzebowania na energię konwencjonalną pochodzącą np. z gazu ziemnego czy oleju opałowego. W przypadku zastosowania powietrznych kolektorów słonecznych w suszarnictwie ich największą zaletą jest fakt, że najlepszy okres pracy instalacji suszarniczych przypada na czas intensywnego promieniowania słonecznego, który z kolei pokrywa się z okresem zbiorów upraw rolnych.

### Ogniwa fotowoltaiczne

Na świecie najpowszechniejszymi zastosowaniami fotowoltaiki są systemy dołączone do sieci energetycznej i zintegrowane z budynkami.

Z uwagi na duży koszt i uzyskiwane małe moce, fotowoltaiczne systemy solarne w warunkach polskich znajdują zastosowanie głównie w aglomeracjach miejskich, jako źródło energii do zasilania urządzeń o niewielkich, okresowych zużyciach energii, takich jak nocne podświetlanie znaków drogowych, przystanków autobusowych lub miejsc niebezpiecznych. Stosuje się je również w miejscach, dla których koszty przyłączenia do sieci elektroenergetycznej nie są adekwatne do ilości zużywanej

energii, np. oznakowanie autostrad, lokalne stacje pomiarowe i meteorologiczne. Przykładem prostego wykorzystania efektu fotowoltaicznego są aktywne znaki drogowe wyposażone w diody LED, jako źródło światła. Diody LED zasilane są z ogniwa fotowoltaicznego zabudowanego w instalacji wraz z układem sterującym i akumulatorem energii, umożliwiającym działanie w ciemnościach. Diody LED charakteryzują się bardzo małym poborem energii, dzięki czemu możliwe jest ich zasilanie z systemu z ogniwami fotowoltaicznymi. Parametry pracy układu dobierane są tak, aby znak aktywny mógł działać przez 8 – 10 dni w warunkach niedostatecznego dopływu energii słonecznej. Znaki te są instalowane przede wszystkim w miejscach szczególnie niebezpiecznych, lub gdzie nie możliwe jest ich podłączenie, do sieci elektroenergetycznej.

## 6.1.6 Energia wiatru

Rynek siłowni wiatrowych charakteryzuje się obecnie dużą różnorodnością zastosowań oraz rozwiązań. Najpowszechniejsze obecnie konstrukcje są to elektryczne wiatrowe służące do wytwarzania energii elektrycznej. Moc oferowanych urządzeń mieści się w przedziale od kilkuset W do 5 MW.

Rodzaje dostępnych turbin wiatrowych:

- O poziomej osi obrotu HAWT Horizontal Axis Wind Turbines.

Turbiny o poziomej osi obrotu są najbardziej rozpowszechnione w energetyce wiatrowej. Składają się one z wysokiej wieży, zakończonej przypominającym śmigło wirnikiem, posiadającym najczęściej od 2 do 3 łopat. Wirnik turbiny może być umiejscowiony w stosunku do wiejącego wiatru przed lub za masztem. Bardziej korzystna jest sytuacja, w której wirnik znajduje się przed masztem, ponieważ nie występują wtedy straty spowodowane częściowym zacienieniem wirnika przez maszt

- O pionowej osi obrotu VAWT Vertical Axis Wind Turbines.

Turbiny o pionowej osi obrotu są mało rozpowszechnione w energetyce wiatrowej. Nie mogą być one stosowane w rejonach o małych prędkościach wiatru, ponieważ nie osiągają one większych prędkości, niż prędkość wiatru wiejącego w danej chwili. Turbiny te mogą być wykorzystywane do mielenia ziarna lub pompowania wody.

Drugim dość powszechnym rodzajem wykorzystania energii wiatru są wiatrowe pompy wodne stosowane do napowietrzania zbiorników wody czy osadników w oczyszczalni ścieków

Potencjalnym obszarem największych możliwości wykorzystania energii wiatru w województwie łódzkim jest wytwarzanie energii elektrycznej przez turbiny wiatrowe. Wybór wielkości i typu elektrowni wiatrowej oraz określonego rozwiązania zależy od tego, czemu elektrownia wiatrowa ma służyć i powinien być poprzedzony badaniami zasobności energii wiatru oraz analizą wykonalności inwestycji. Wytworzona energia elektryczna z elektrowni wiatrowych może być sprzedawana do sieci elektroenergetycznych, bądź może być wykorzystana w sieci wydzielonej, tzn. do pokrycia zapotrzebowania energetycznego zakładu produkcyjnego, domu jednorodzinnego lub gospodarstwa rolnego. Możliwe są też systemy, w których niedobory lub nadwyżki energii mogą być kompensowane poprzez sieć elektroenergetyczną.

### **Małe elektrownie wiatrowe**

W podziale elektrowni wiatrowych mała elektrownia wiatrowa to grupa elektrowni o mocy od 100 W do 50 kW. Mała elektrownia wiatrowa może zapewnić energię elektryczną pojedynczemu gospodarstwu domowemu, grupie gospodarstw lub nawet małemu zakładowi wytwórczemu. Elektrownia wiatrowa może pracować, jako jednostka autonomiczna dostarczająca prąd na potrzeby wydzielonego obwodu (oświetlenie, instalacja ogrzewania podłogowego, wentylacja, napędy maszyn i urządzeń itp.), działającego niezależnie od pozostałej instalacji elektrycznej zasilanej z sieci elektroenergetycznej.

Jako elektrownie przydomowe najczęściej instalowane są jednostki o mocy 3 – 5 kW, wykorzystywane jako dodatkowe niezależne źródło energii. Elementy składowe elektrowni wiatrowej zwykle są sprzedawane w kompletach: turbina wiatrowa, zestaw akumulatorów, przetwornica.

Turbina wiatrowa może być wyposażona albo w prądnicę prądu stałego lub w prądnicę trójfazową asynchroniczną.

### **Duże elektrownie wiatrowe**

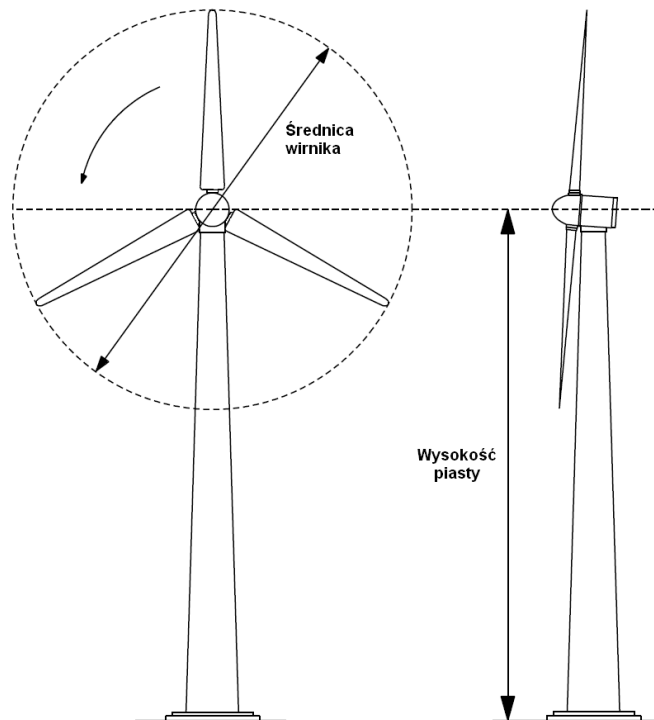
Duże elektrownie wiatrowe użytkowane są przede wszystkim do wytwarzania prądu sprzedawanego, następnie do sieci elektroenergetycznej. Obecnie najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest turbina wiatrowa z 3 łopatkami. Ilość łopatek dobrana jest na zasadzie kompromisu pomiędzy sprawnością a stabilnością. Łopaty wirnika wykonane są najczęściej z włókien szklanych lub węglowych, a ich długość wynosi 20 – 30 m. Wirnik turbiny osadzony jest na wale wolnoobrotowym, którego obroty, poprzez skrzynię przekładniową, przekazywane są na wał szybkoobrotowy. Na wale umiejscowiony jest generator. Maszt wykonany jest najczęściej ze stali, czasem jako konstrukcja żelbetowa. Wysokość masztu wynosi najczęściej od 40 do 90 m. Schemat budowy przykładowej turbiny wiatrowej zamieszczono na Rysunku 6-20.

Z uwagi na fakt zmieniających się prędkości i kierunków wiatru, konieczne jest stosowanie automatycznych układów regulacji i sterowania. Układy te mają za zadanie utrzymanie optymalnego stanu pracy turbiny, kontrole mocy wyjściowej oraz zabezpieczenie przed zniszczeniem w wyniku zbyt dużych prędkości wiatru.

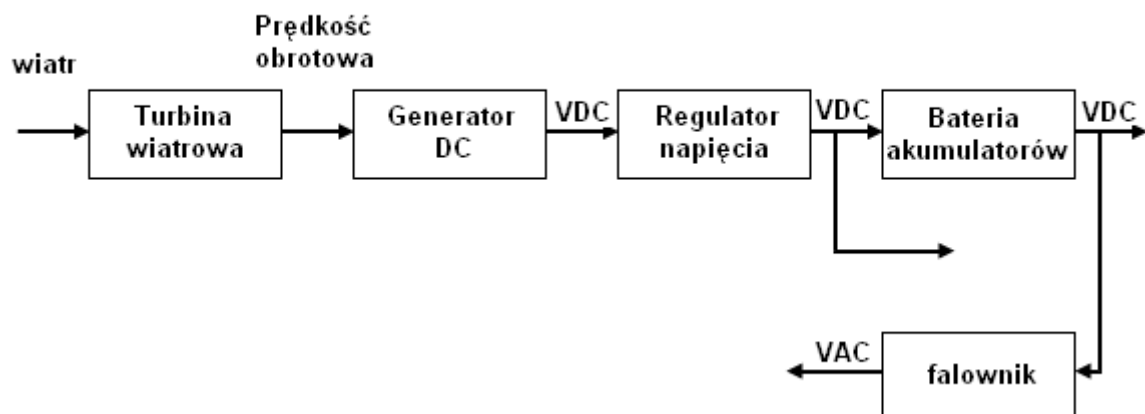
Systemy izolowane<sup>46</sup> pracują jako całkowicie niezależne źródła energii. Układy te pracują przy zmiennej prędkości obrotowej. Zawierają baterię akumulatorów do gromadzenia energii, regulatory napięcia oraz falowniki do inwersji prądu stałego na jedno lub trójfazowy (Rysunek 6-21).

---

<sup>46</sup>[www.elektrownie-wiatrowe.org.pl](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl)

**Rysunek 6-20 Schemat turbiny wiatrowej**

Źródło: Rysunek własny.

**Rysunek 6-21 Przykładowy schemat układu pracy systemu autonomicznego**

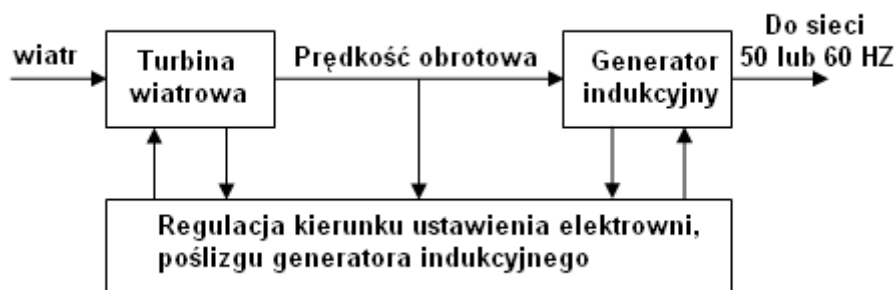
Źródło: [www.elektrownie-wiatrowe.org.pl](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl).

Systemy włączone do sieci<sup>47</sup> – energia elektryczna produkowana przez elektrownię wiatrową, włączona do sieci elektroenergetycznej, musi mieć takie same parametry, jak sieć, z którą elektrownia współpracuje. W tego typu systemach stosowane są prądnice asynchroniczne. Schemat tego typu układu przedstawiony został na Rysunku 6-22.

<sup>47</sup> [www.elektrownie-wiatrowe.org.pl](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl)



Rysunek 6-22 Schemat układu włączonego do sieci



*Źródło:* [www.elektrownie-wiatrowe.org.pl](http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl).

W przypadku chęci przyłączenia siłowni wiatrowej do sieci elektroenergetycznej istnieją dwie możliwości:

- Przyłączenie siłowni do linii średniego napięcia 15 kV. Zaletą tego typu rozwiązania jest bezpośrednie przyłączenie turbiny, jednak minusem jest ograniczenie mocy siłowni do ok. 4 do 6 MW.
- Przyłączenie siłowni do linii wysokiego napięcia 110 kV. Tego typu rozwiązanie wymaga jednak budowy stacji przekąźnikowej.

## 6.1.7 Energia geotermalna

### Wody geotermalne

W chwili obecnej przetwarzanie energii geotermalnej na energię użyteczną jest skutecznie realizowane w wielu miejscach na Ziemi. Wody geotermalne występują na głębokości od kilku do kilkunastu kilometrów pod powierzchnią ziemi, ale ze względu na techniczną realizację możliwości ich wydobycia są ograniczone. Dotychczas najgłębszy otwór sięga ok. 8 km w głąb ziemi. Szacuje się, że wydobycie wód geotermalnych jest ekonomicznie uzasadnione do głębokości 3 km poniżej poziomu terenu. Na tej głębokości temperatury sięgają do 200 °C, a woda występuje w postaci pary. Z technicznego punktu widzenia, wykorzystywane są głównie:

- Zasoby energii geotermalnej zgromadzone w wodach lub parze. W zależności od temperatury złoża, zasoby te wykorzystywane są do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach geotermalnych, gdzie do napędu wykorzystywana jest para czerpana bezpośrednio ze złoża (zasoby wysoko temperaturowe lub bardzo wysokotemperaturowe). W przypadku źródeł energii o niższej temperaturze wykorzystanie energii geotermalnej sprowadza się do produkcji ciepła grzejnego lub technologicznego, produkcji c.w.u. oraz podgrzewu wody dla rekreacji. Możliwa jest także produkcja energii elektrycznej w binarnych elektrowniach geotermalnych, gdzie energia geotermalna wykorzystywana jest do podgrzewania czynnika obiegowego, są to ORC – Organic Rankine Cycle.
- Zasoby energii zgromadzone w gorących suchych skałach bądź energia nagrzanych przypowierzchniowych warstw gruntu. W pierwszym przypadku wykorzystanie energii geotermalnej polega na wtłaczaniu czynnika roboczego (wody) w głąb gruntu, gdzie następuje jej nagrzanie. Jeśli temperatura czynnika roboczego osiągnie 120 – 150 °C, można go wykorzystać do produkcji energii elektrycznej (napędu turbin parowych). Przy niższych temperaturach uzyskane ciepło wykorzystuje się do celów grzewczych, produkcji c.w.u. lub do celów rekreacyjnych i balneologicznych.
- Zasoby energii geotermalnej niskiej entalpii, czyli energia przypowierzchniowych warstw gruntu lub wód gruntowych, ze względu na niskie poziomy temperatur, wykorzystywana jest głównie jako dolne źródło ciepła (gruntowe wymienniki ciepła) dla instalacji z pompami ciepła, zapewniającymi odpowiedni poziom temperatury czynnika obiegowego w instalacji grzewczej – instalacja grzewcza niskotemperaturowa, np. ogrzewanie podłogowe.

System służący do eksploatacji złoża energii geotermalnej składa się z następujących elementów:

- złoża geotermalne, tj. warstwa wodonośna wód termalnych lub ciepłe warstwy gruntu znajdujące się na określonej głębokości,
- otwory/odwierty łączące złoża geotermalne z powierzchnią Ziemi,
- medium odbierające i przekazujące ciepło (zazwyczaj woda, solanka, ale także substancje chemiczne),

- zespół urządzeń naziemnych i podziemnych do przetwarzania i wykorzystania energii geotermalnej.

Instalacje wykorzystujące energię geotermalną, w zależności od sposobu przekazania energii złoża czynnikowi roboczemu, dzieli się na instalacje pracujące w systemie:

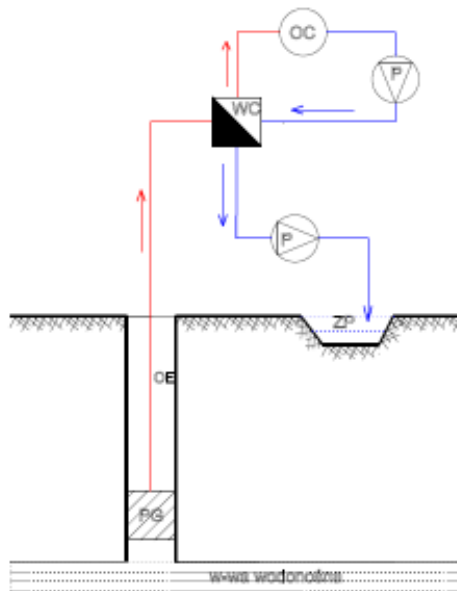
- zamkniętym,
- otwartym.

W systemie zamkniętym czynnik odbierający ciepło ze złoża krąży wewnątrz instalacji geotermalnej bez kontaktu z otoczeniem. Za pośrednictwem wymienników ciepła przekazuje energię medium w naziemnej instalacji grzewczej bądź stanowi dolne źródło dla pompy ciepła. Systemy zamknięte stosuje się w warunkach, gdy czynnikiem odbierającym ciepło jest substancja nieobojętna dla środowiska, np. woda o dużym zasoleniu lub z chemicznym środkiem przeciwzamarzającym, glikol itp. W systemach otwartych czynnik roboczy, tj. woda pompowana bezpośrednio ze złoża, po oddaniu ciepła odprowadzana jest bezpośrednio do otoczenia, np. wód powierzchniowych, kanalizacji bądź może być wykorzystana do innych celów, np. rekreacja, balneologia, konsumpcja.

Zmineralizowanie wód geotermalnych pociąga za sobą pewne ograniczenia i wymogi, co do sposobu eksploatacji złoża geotermalnego i budowy samej instalacji. Wody słodkie lub o niskim stopniu mineralizacji mogą być eksploatowane poprzez systemy jednootworowe otwarte (Rysunek 6-23), w których woda termalna po wykorzystaniu i odpowiednim schłodzeniu jest kierowana do wód powierzchniowych. Otwarty system jednootworowy ze względu na brak powrotnego zatłaczania do warstwy wodonośnej może ograniczyć intensywność eksploatacji poprzez ograniczenie lub spowolnienie odnawialności złoża.

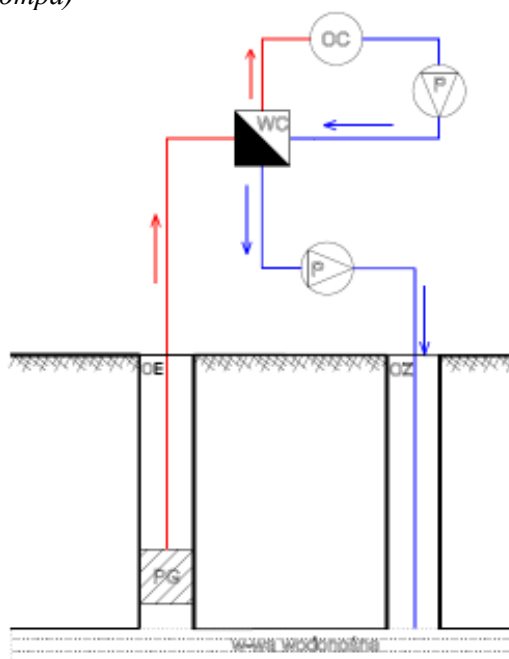
W przypadku wód o dużym zmineralizowaniu stosuje się systemy zamknięte jedno bądź dwu otworowe (układ rura w rurze lub otwór wydobywczy i otwór zatłaczający). W tym przypadku ma miejsce zatłaczanie wykorzystanej wody geotermalnej z powrotem do złoża. System dwuotworowy jest rozwiązaniem droższym, jednakże w wyniku powrotnego zatłaczania eksploatowane złożo jest praktycznie niewyczerpalne i nie ma problemów z odnawialnością. W systemie tym, chcąc utrzymać stałą poziom temperatury, złożo warunkiem koniecznym jest odpowiednia odległość pomiędzy otworami. Przykładowe rozwiązania systemów dwuotworowych przedstawiono na Rysunku 6-24. Dodatkowym problemem zasolenia wód jest kolmatacja rur i otworów, czyli ich zatykanie wytrąconymi związkami mineralnymi, z tego względu w przypadku wód o wysokiej mineralizacji konieczne jest stosowanie powierzchniowych lub wgłębnych wymienników ciepła.

**Rysunek 6-23** System jednotworowy otwarty (OE – otwór eksploatacyjny, ZP – zbiornik powierzchniowy, PG – pompa głębinowa, WC – wymiennik ciepła, OC – odbiorcy ciepła, P – pompa)



*Źródło:* Rysunek własny.

**Rysunek 6-24** System dwuotworowy (OE – otwór eksploatacyjny, OZ – otwór zatłaczający, PG – pompa głębinowa, WC – wymiennik ciepła, OC – odbiorcy ciepła, P – pompa)



*Źródło:* Rysunek własny.

## **Geotermia niskiej entalpii**

Geotermia niskiej entalpii opiera się na przetworzeniu niskotemperaturowej energii gruntu i wody w ciepło użyteczne w pompach ciepłych. Poziom temperaturowy rzędu od kilku do kilkunastu stopni Celsjusza jest za niski do bezpośredniego wykorzystania energii geotermii niskiej entalpii dla celów grzewczych. Z tego względu w przypowierzchniowych warstwach gruntu instaluje się gruntowe wymienniki ciepła w postaci poziomych kolektorów gruntowych lub gruntowych (pionowych) sond ciepła połączonych z instalacją pompy ciepła zapewniającą wymagany poziom temperatury. Wymienniki gruntowe najczęściej stanowią system elementów rurowych, metalowych lub plastikowych, przez które przepływa czynnik roboczy pośredniczący w procesie wymiany ciepła pomiędzy gruntem, a parownikiem pompy ciepła.

Poziome kolektory gruntowe charakteryzują się łatwością wykonania, mnogością połączeń i niskim kosztem budowy, aczkolwiek należy wziąć pod uwagę dużą powierzchnię gruntu, niezbędną do ich instalacji oraz podatność na zmiany temperatury zewnętrznej, a przez to spadek efektywności procesu. Gruntowe sondy pionowe mają lepszą skuteczność wymiany ciepła, nie są wrażliwe na czynniki atmosferyczne i wymagają mniej miejsca pod budowę instalacji. Podstawową wadą sond jest wysoki koszt inwestycyjny instalacji – głębokie wiercenia. Zarówno płaskie kolektory, jak i pionowe sondy gruntowe, w zależności od potrzeb, mogą być instalowane pojedynczo lub pracować w systemach łączonych, zazwyczaj szeregowych bądź równoległych.

W ostatnich latach obserwuje się intensywny rozwój systemów niskotemperaturowych, przede wszystkim dzięki temu, że są one dostępne dla niewielkich inwestycji, jak domy jednorodzinne, domy wczasowe, budynki biurowe itp.

Wzrastająca popularność tych instalacji sprawia, że następuje szybki rozwój technologiczny systemów opartych na pompach ciepłych. Kierunek rozwoju to układ wytwarzający prąd elektryczny i ciepło wyłącznie w oparciu o odnawialne źródła energii, złożony z turbiny wiatrowej lub ogniwa fotowoltaicznego i pompy ciepła.

### **Przykładowe rozwiązania techniczne wykorzystania energii geotermalnej:**

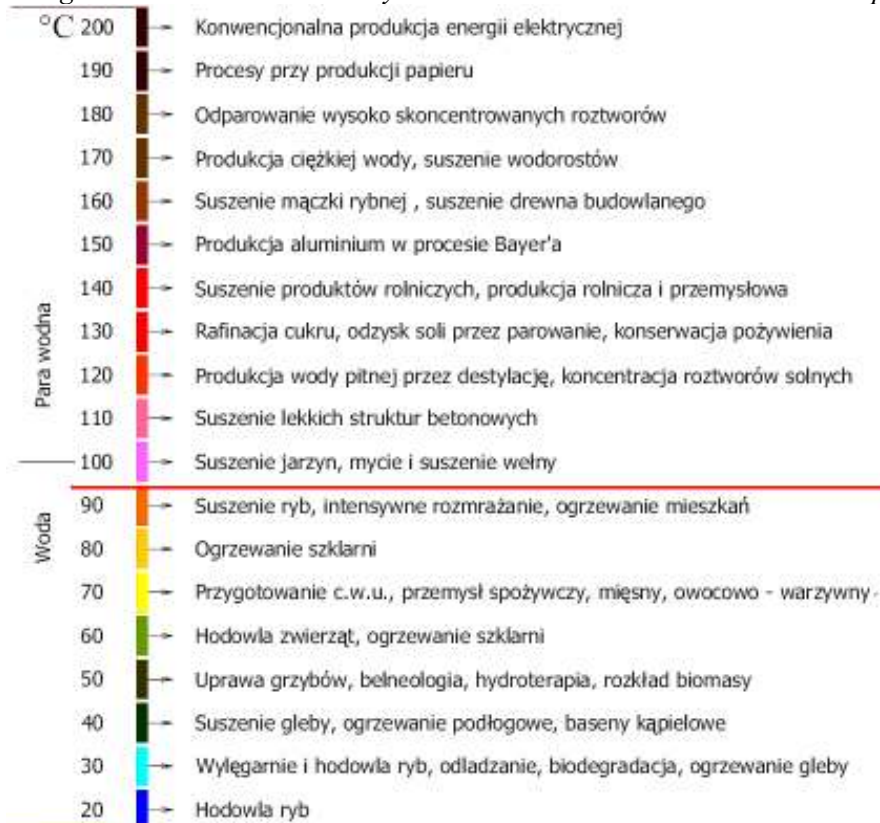
#### **Wody geotermalne**

Zasadniczymi parametrami, decydującymi o sposobie i możliwości wykorzystania wód geotermalnych jest wydajność i temperatura wody na wypływie oraz jej zasolenie (mineralizacja). W polskich warunkach występowania energii geotermalnej mamy do czynienia, w przeważającej części, z wodami o temperaturze nieprzekraczającej 90 °C. Najprostszym sposobem ich energetycznego wykorzystania jest wykorzystanie do celów grzewczych, np. ogrzewania pomieszczeń i przygotowania c.w.u.

Ciepło grzewcze pozyskane z energii wód geotermalnych może być również wykorzystane w rolnictwie do suszenia płodów rolnych i ogrzewania szklarni, w przemyśle do przygotowania ciepła technologicznego.

Najlepszym sposobem przedstawienia możliwości zastosowania wód geotermalnych w zależności od ich temperatury jest diagram Lindal’a (Rysunek 6-25). Poniżej linii czerwonej znajduje się zakres zastosowań w warunkach polskich.

**Rysunek 6-25** Diagram Lindal’a z zaznaczonym zakresem zastosowania w warunkach polskich



**Źródło:** W. Górecki „Atlas zasobów geotermalnych na Niżu Polskim” Kraków 2006 r. – modyfikacja własna.

Określony, lokalny potencjał energetyczny zasobów energii geotermalnej można uznać za stały i prawie całkowicie niezależny od warunków zewnętrznych. Natomiast lokalne zapotrzebowanie odbiorców na ciepło grzewcze charakteryzuje się dużą zmiennością w czasie i zależy głównie od pory roku, i aktualnych warunków atmosferycznych.

Ze względu na wkład energii geotermalnej w pokryciu zapotrzebowania w ciepło przez odbiorców, układy geotermalne można podzielić na trzy grupy:

- Układ monowalentny, w którym instalacja geotermalna pracuje samodzielnie i w 100% pokrywa zapotrzebowanie cieplne odbiorców. Moc zainstalowana dostosowana jest do maksymalnego zapotrzebowania wyznaczonego na podstawie obliczeniowej temperatury zewnętrznej. Główną wadą tego rozwiązania jest duża nadwyżka mocy w okresach małego zapotrzebowania. Układ monowalentny znajduje zastosowanie w sytuacji wysokiego poziomu temperatury złoża

geotermalnego, a także przy rozwiązaniach kaskadowego rozdziału mocy. W warunkach polskich spełnienie pierwszego warunku jest praktycznie niemożliwe, z tego względu rozwiązania w układzie monowalentnym mają ograniczone możliwości zastosowania. Główną wadą układu monowalentnego jest wysoki koszt produkcji energii ze względu na niski poziom wykorzystania mocy dyspozycyjnej źródła.

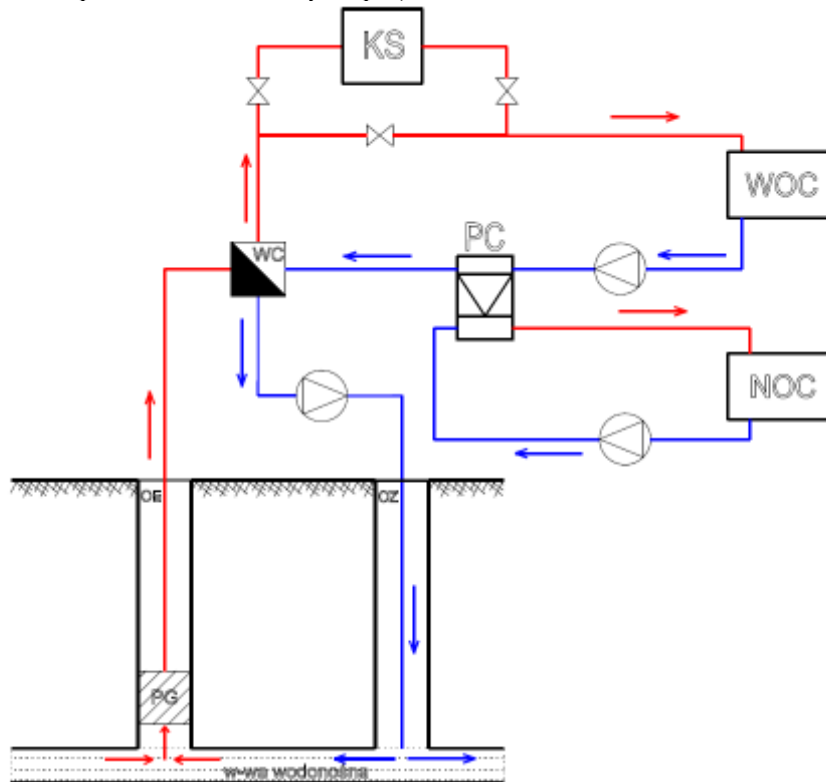
– Układ biwalentny, gdzie geotermalne źródło ciepła wspomagane jest konwencjonalnym źródłem ciepła (kotłownia węglowa, gazowa itp.). Geotermalne źródło ciepła pełni rolę źródła podstawowego, natomiast kotłownia tradycyjna dostarcza energię tylko w warunkach szczytowego zapotrzebowania, w zależności od temperatury zewnętrznej. W okresie normalnego zapotrzebowania na ciepło, całość energii dostarczana jest ze źródła geotermalnego. Układ biwalentny charakteryzuje się efektywniejszym wykorzystaniem mocy instalacji geotermalnej, jednakże jest rozwiązaniem bardziej kosztownym (konieczność budowy nowego źródła szczytowego lub modyfikacji istniejącej kotłowni tradycyjnej).

– Układ kombinowany, w którym wytwarzanie niezbędnego ciepła rozdzielone jest częściowo na instalację geotermalną i częściowo na konwencjonalne źródło energii. Potrzeby ciepłe odbiorców na energię niskotemperaturową pokrywane są ze źródła geotermalnego, natomiast potrzeby ciepła o wyższej temperaturze zaspokajane są z kotłowni tradycyjnej. Poza okresem zwiększonego zapotrzebowania, układ tradycyjny jest wyłączony, a całość zapotrzebowania pokrywana jest ze źródła geotermalnego. Układy kombinowane są najbardziej optymalnym sposobem wykorzystania mocy źródła geotermalnego, wskutek czego, możliwe jest obniżenie jednostkowego kosztu produkcji energii.

Ze względu na parametry złóż geotermalnych, na obszarze województwa łódzkiego możliwe do zastosowania są tylko niektóre układy. W przypadku, gdy temperatura wód geotermalnych jest niższa od 90 °C, najodpowiedniejszy jest układ kombinowany z zastosowaniem kotłów szczytowych. Kotły szczytowe pozwalają na dogrzanie wody sieciowej w okresie najniższych temperatur zewnętrznych. Główną zaletą takiego rozwiązania jest uniknięcie budowy nowej sieci ciepłowniczej i sieci centralnego ogrzewania w budynkach odbiorców, dzięki możliwości wykorzystania urządzeń istniejących. Dodatkowo istnieje możliwość zasilania odbiorców ciepła o różnych potrzebach, począwszy od odbiorców ciepła wysokotemperaturowego, gdzie odpowiednia temperatura medium będzie zapewniona przez kocioł szczytowy aż do odbiorców niskotemperaturowych. Wymaga to zastosowania drugiego obiegu z pompą ciepła (system kombinowany), w którym woda po oddaniu ciepła odbiorcom wysokotemperaturowym, stanowi dolne źródło ciepła dla pompy ciepła. W pompie dochodzi do podgrzania wody i jej powtórnego wykorzystania przez odbiorców niskotemperaturowych. Schemat układu kombinowanego z pompą ciepła i kotłem szczytowym został przedstawiony na Rysunku 6-26.



**Rysunek 6-26** Układ kombinowany z kotłem szczytowym i pompą ciepła (OE – otwór eksploatacyjny, OZ – otwór zatłaczający, WC – wymiennik ciepła, KS – kocioł szczytowy, PC – pompa ciepła, PG – pompa głębinowa, WOC – wysokotemperaturowi odbiorcy ciepła, NOC – niskotemperaturowi odbiorcy ciepła)

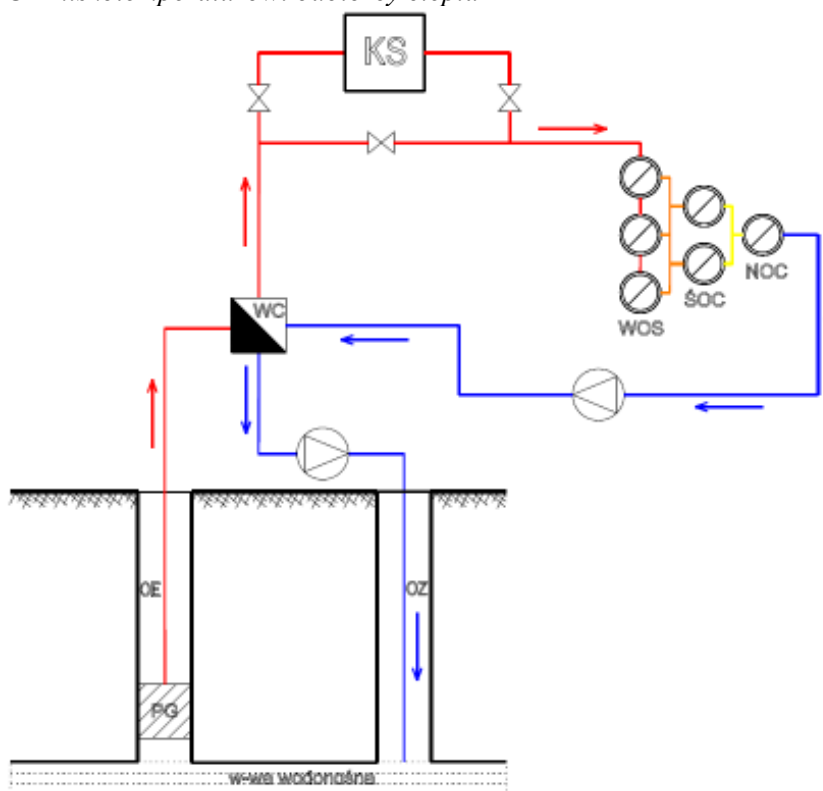


Źródło: Rysunek własny.

Optymalne wykorzystanie zasobów geotermalnych złoża umożliwia układ oparty o kaskadowy system rozdziału ciepła. W systemie tym, odbiorcy ustawieni są w kolejności odpowiadającej malejącemu zapotrzebowaniu na ciepło. Jako ostatnie ogniwo systemu kaskadowego można zastosować pompę ciepła, dla której źródłem dolnym jest czynnik niskotemperaturowy. W pompie, możliwe jest dogrzanie czynnika do poziomu temperaturowego, wymaganego przez odbiorcę na wyższym „stopniu” kaskady i ponowne wykorzystanie. Taki sposób wykorzystania potencjału złoża ma wpływ na poprawę bilansu ekonomicznego przedsięwzięcia oraz skrócenie czasu zwrotu inwestycji. Dodatkowo system kaskadowy stwarza możliwość maksymalnego wychłodzenia czynnika roboczego, czyli wody zatłaczanej z powrotem do złoża. Im chłodniejszy czynnik roboczy, tym efektywniejszy proces wymiany ciepła między złożem a czynnikiem roboczym, co z kolei skutkuje lepszym wykorzystaniem energii złoża. Z tego względu, w każdej technologii wykorzystania geotermii należy dążyć do maksymalnego obniżenia temperatury czynnika roboczego. Przykładowo, aby osiągnąć wymagany komfort cieplny w pomieszczeniu na stały pobyt osób niezbędne jest utrzymanie temperatury na poziomie 20 °C. Można to osiągnąć za pomocą tradycyjnej instalacji grzewczej, gdzie parametry obliczeniowe powinny wynosić 90/70 °C lub poprzez zastosowanie ogrzewania niskotemperaturowego, np. ogrzewania podłogowego,

gdzie temperatura czynnika grzewczego nie przekracza 30 – 35 °C. W pierwszym przypadku instalacja geotermalna wymagać będzie szczytowego źródła ciepła, natomiast w drugim, instalacja geotermalna bazująca na wodach średnitemperaturowych będzie mogła samodzielnie zaspokoić potrzeby cieplne odbiorców. Rozwiązanie z systemem kaskadowym zostało przedstawione na Rysunku 6-27.

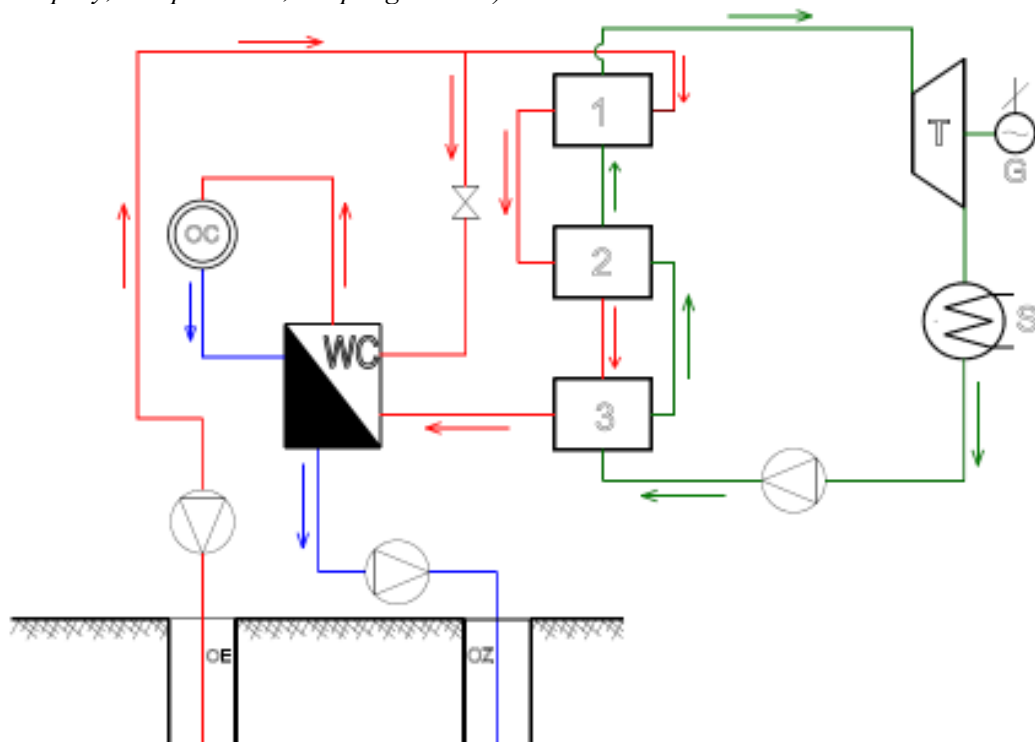
**Rysunek 6-27** Kaskadowy system rozdziału ciepła (OE – otwór eksploatacyjny, OZ – otwór zatłaczający, WC – wymiennik ciepła, KS – kocioł szczytowy, PG – pompa głębinowa, WOC – wysokotemperaturowi odbiorcy ciepła, ŚOC – średnitemperaturowi odbiorcy ciepła, NOC – niskotemperaturowi odbiorcy ciepła)



*Źródło:* Rysunek własny.

Binarne siłownie geotermalne do produkcji energii elektrycznej są to siłownie składające się z dwóch obiegów technologicznych. W pierwszym obiegu krąży woda geotermalna, która w parowniku doprowadza do wrzenia ciecz o niskiej temperaturze wrzenia. Wytworzona para czynnika niskowrzącego napędza turbinę i po skropleniu jest przetłaczana z powrotem do parownika. Obieg wody geotermalnej jest oddzielony od obiegu cieczy szybko wrzącej. Po oddaniu ciepła schłodzona woda termalna jest ponownie zatłaczana do złoża. Rozwiązania z dwuczynnikowym obiegiem znajdują zastosowanie w przypadku wód o niższej temperaturze, które nie mogą być wykorzystane w elektrowniach z bezpośrednim odparowaniem. Schemat ideowy siłowni binarnej został przedstawiony na Rysunku 6-28.

**Rysunek 6-28** Geotermalna siłownia binarna (OE – otwór eksploatacyjny, OZ – otwór zatłaczający, WC – wymiennik ciepła, T – turbina, G – generator, S – skraplacz, 1 – przegrzewacz pary, 2 – parownik, 3 – podgrzewacz)



Źródło: Rysunek własny.

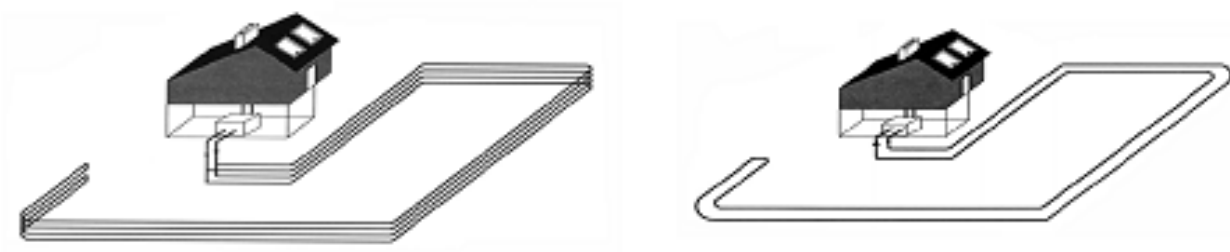
### Geotermia niskiej entalpii

Zastosowanie pomp ciepła dla wykorzystania energii geotermalnej sprowadza się głównie do instalacji, w których dolnym źródłem ciepła są grunt i woda gruntowa. Instalacja z pompą ciepła, jako źródło energii na pokrycie potrzeb cieplnych obiektu, w zależności od wielkości lokalnych zasobów złoża, może pracować samodzielnie bądź ze wspomaganiami szczytowym. Najczęstszym wariantem zastosowania pompy ciepła w Polsce jest wykorzystanie ciepła gruntu poprzez poziomy kolektor gruntowy (Rysunek 6-29). Czynnik niezamarzający, krążąc w wymienniku na głębokości rzędu 1,2–1,5 m, odbiera ciepło z gruntu i oddaje je do obiegu chłodniczego pompy ciepła. Powierzchnia kolektora ziemnego zależy od rodzaju gruntu i typu budynku, ale jego orientacyjna powierzchnia powinna być 1,5–2 razy większa od powierzchni użytkowej obiektu. Przy małej powierzchni działki, można zastosować bardzo dobre rozwiązanie z sondami pionowymi (Rysunek 6-30), pobierając ciepło gruntu lub wód gruntowych z głębokości kilkudziesięciu metrów. Sonda pionowa umieszczana jest w otworze o wymaganej średnicy i długości. Zbudowana jest z dwóch kanałów: kanału zewnętrznego, do którego włączany jest czynnik odbierający ciepło ze złoża termalnego oraz kanału wewnętrznego, którym czynnik po odebraniu ciepła wraca na powierzchnię i oddaje ciepło instalacji grzewczej.

Jeżeli instalacja pompy ciepła nie jest w stanie pokryć całkowitego zapotrzebowania na ciepło (układ monowalentny), może pracować w układzie biwalentnym lub kombinowany ze szczytowym

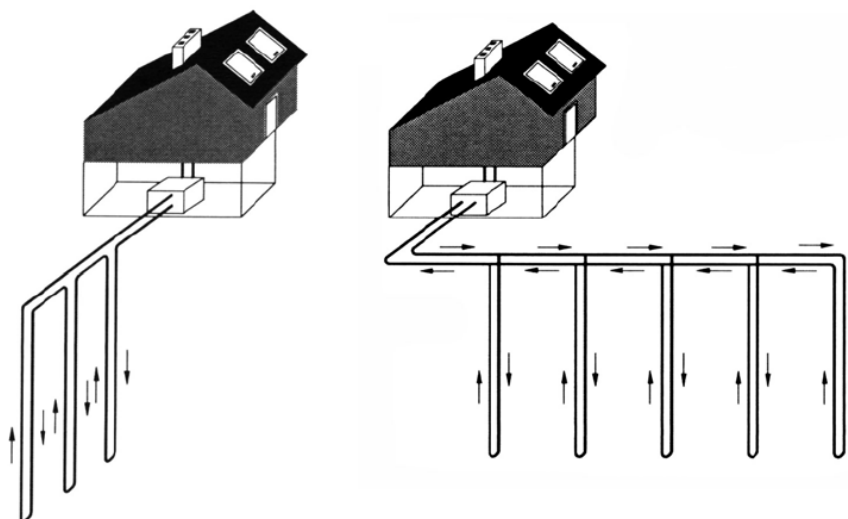
źródłem ciepła w postaci konwencjonalnej kotłowni na paliwa konwencjonalne lub biopaliwo. Schemat instalacji pompy ciepła ze źródłem szczytowym przedstawiono na Rysunku 6-31.

**Rysunek 6-29** Kolektor gruntowy poziomy



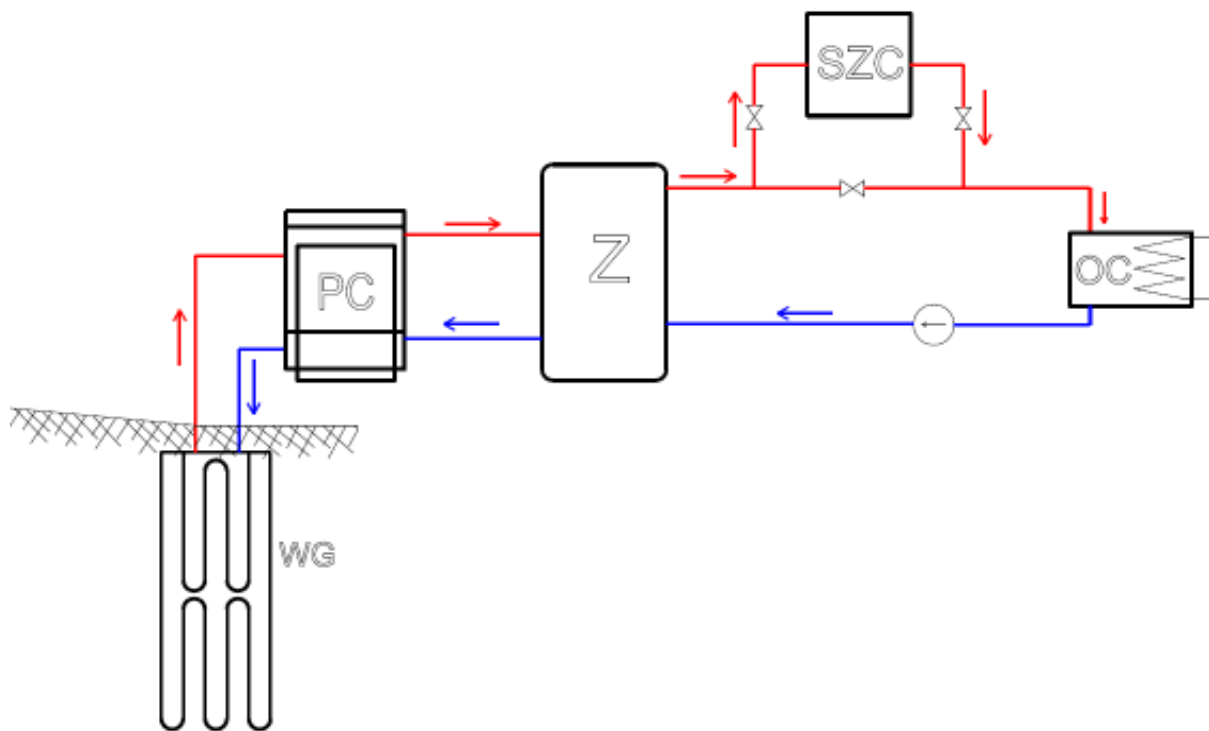
*Źródło: W. Nowak, R. Sobański, M. Kabat, T. Kujawa, „Systemy pozyskiwania i wykorzystywania energii geotermicznej” Szczecin 2000 r., Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej.*

**Rysunek 6-30** Kolektor gruntowy pionowy (sondy gruntowe)



*Źródło: W. Nowak, R. Sobański, M. Kabat, T. Kujawa, „Systemy pozyskiwania i wykorzystywania energii geotermicznej” Szczecin 2000 r., Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej.*

**Rysunek 6-31** Instalacja pompy ciepła ze szczytowym źródłem ciepła (PC – pompa ciepła, WG – wymiennik gruntowy, Z – zasobnik ciepła, SZC – szczytowe źródło ciepła, OC – odbiór ciepła)



Źródło: Rysunek własny.

## 6.2 Ocena konkurencyjności OZE

### 6.2.1 Nakłady inwestycyjne

Województwo łódzkie posiada znaczny potencjał zasobów energii ze źródeł odnawialnych. Wykorzystanie tego potencjału jest możliwe, jeżeli stworzone zostaną dogodne warunki do inwestowania. Dla każdego inwestora najważniejsza jest efektywność ekonomiczna, zależna od wielu zmiennych, wśród których istotną pozycją są nakłady inwestycyjne na realizację projektu.

W przypadku technologii OZE nakłady inwestycyjne są trudne do jednoznacznego określenia. Zależą nie tylko od rodzaju zastosowanej technologii, wielkości planowanej inwestycji, ale również od lokalnych warunków związanych między innymi z przyłączeniem do sieci elektroenergetycznej lub ciepłowniczej. W Tabeli 6-3 przedstawiono orientacyjne, jednostkowe nakłady inwestycyjne dla typowych rozwiązań do produkcji energii elektrycznej i ciepła z OZE.

**Tabela 6-3** Jednostkowe nakłady inwestycyjne dla OZE

Nośnik końcowy energii z OZE	Technologia	Jednostkowe nakłady inwestycyjne tys. zł/MW
Energia elektryczna	Turbiny wiatrowe	3 600 – 4 500
	Systemy fotowoltaiczne	10 000 – 30 500
	Małe elektrownie wodne do 1MW	8 000 – 15 500
Kogeneracja	Biogaz – silniki spalinowe	4 500 – 16 000
	Jednostka kogeneracji na biomasę	4 500 – 6 600
Ciepło	Ciepłownia geotermalna	900 – 2 300 (3 500) <sup>48</sup>
	Kolektory słoneczne	2 000 – 16 000
	Kocioł spalający biomasę, moc > 1 MW	650 – 1 500
	Kocioł spalający słomę, moc 25 - 1000 kW	130 – 350
	Kocioł spalający drewno, moc 14 - 45 kW	100 – 300
	Kocioł spalający pelety, moc 7 - 42 kW	230 – 850

*Źródło: Krajowa Agencja Poszanowania Energii.*

<sup>48</sup> Bez kosztów odwiertów geologicznych

## 6.2.2 Porównanie efektywności ekonomicznej

Analiza potencjału technicznego zasobów energii odnawialnej na obszarze województwa łódzkiego wskazuje, że istnieje możliwość wyboru pomiędzy różnymi odnawialnymi źródłami energii. Energia słońca i energia wiatru występuje powszechnie, natomiast w niektórych rejonach województwa występują większe, w stosunku do innych rejonów, zasoby energii geotermalnej czy biopaliw stałych lub gazowych.

Rozpatrując wykorzystanie odnawialnych źródeł energii pod kątem ekonomicznym, należy zwrócić uwagę na koszt jednostkowy produkcji energii. Wykorzystanie energii ze źródła, charakteryzującego się najniższym kosztem jednostkowym wytwarzania, jest najbardziej opłacalne. Koszt jednostkowy wyprodukowania energii można określić na podstawie wzoru<sup>49</sup>:

$$k = \frac{(K_1 \cdot a + K_2 + K_3)}{E}$$

gdzie:

$k$  – jednostkowy koszt wyprodukowania energii [zł/GJ], [zł/MWh],

$K_1$  – całkowite koszty kapitałowe (nakłady inwestycyjne) [zł],

$K_2$  – roczne koszty eksploatacji [zł],

$K_3$  – roczny koszt paliwa [zł],

$E$  – roczna ilość zużytej/wyprodukowanej lub sprzedanej energii [GJ/rok],

$a$  – wskaźnik spłat rocznych w procentach kapitału obliczony ze wzoru<sup>49</sup>:

$$a = \frac{p \cdot (1 + p)^n}{[(1 + p)^n - 1]}$$

gdzie:

$p$  – stopa dyskontowa, przyjęto 8%,

$n$  – okres amortyzacji, przyjęto 20 lat.

Całkowite koszty kapitałowe są to koszty finansowe poniesione od momentu sporządzenia projektu do oddania obiektu, do użytkowania. Ogólnie można określić je jako wydatki poniesione na:

- dokumentacyjne przygotowanie inwestycji,
- wykonanie robót budowlanych i zakup niezbędnych urządzeń i technologii.

Przez roczne koszty eksploatacji rozumie się koszty związane z:

- zakupem koncesji,
- podatkami,

---

<sup>49</sup> Politechnika Warszawska Instytut Elektroenergetyki, Zakład Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej „Ekonomika wytwarzania, przetwarzania i użytkowania energii elektrycznej – laboratorium” Praca zbiorowa.



- opłatami eksploatacyjnymi,
- obsługą i serwisem maszyn i urządzeń.

Energie słońca, wiatru, wód powierzchniowych oraz geotermalne są dostępne za darmo. Koszty paliwa występują w przypadku energetycznego wykorzystania biopaliw. Głównym czynnikiem mającym wpływ na wielkość nakładów poniesionych na zakup paliwa jest cena jednostkowa. Uwzględnia ona koszty pozyskania surowca, transportu, magazynowania i operacji pomocniczych np. suszenia. Ceny jednostkowe dla wybranych paliw zostały przedstawione w Tabeli 6-4.

**Tabela 6-4** Ceny jednostkowe wybranych paliw

Paliwo	Cena jednostkowa
Węgiel kamienny (miał II)	300 zł/t
Węgiel kamienny (orzech)	650 zł/t
Olej opałowy lekki	3000 zł/m <sup>3</sup>
Gaz ziemny GZ-50	1,426 zł/m <sup>3</sup>
Słoma	300 zł/t
Słoma pelet	372 zł/t
Zrębki drzewne	200 zł/t
Drewno	254 zł/t
Zrębki wierzby energetycznej	400 zł/t
Kiszonka z całych roślin kukurydzy	80 zł/t

**Źródło:** *Gielda biomasy, informacje producentów.*

W niniejszym opracowaniu, obliczając wielkość zużycia bądź produkcji (sprzedaży) energii przez OZE, rozgraniczono produkcję ciepła i energii elektrycznej. W przypadku energii elektrycznej założono, że całość wytworzonej energii jest sprzedawana do przedsiębiorstwa energetycznego. Natomiast ilość sprzedawanego ciepła zależy od zapotrzebowania odbiorców.

## Produkcja energii elektrycznej

### Energia wiatru

Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej (zł/MWh) przeprowadzono dla turbiny wiatrowej o mocy 1,5 MW.

Założenia do obliczeń:

Moc elektryczna	1,5	MW
Produkcja energii elektrycznej brutto	2300	MWh
Nakłady inwestycyjne	6,8	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup z sieci (jako procent produkcji energii elektrycznej brutto)	0,5	%
	11,5	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	6 800	zł/rok
Czynsz dzierżawny (np. tereny pod wiatraki)	12 000	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	6 800	zł/rok
Amortyzacja	340 000	zł/rok
Cena sprzedaży energii elektrycznej	130	zł/MWh
Cena sprzedaży "zielonych certyfikatów"	240	zł/MWh

### Mała Energetyka Wodna

Obliczenia kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej (zł/MWh) przeprowadzono dla małej elektrowni wodnej o mocy 1 MW.

Założenia do obliczeń:

Moc elektryczna	1	MW
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej	4000	h/rok
Produkcja energii elektrycznej brutto	4000	MWh/rok
Nakłady inwestycyjne	10	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci (jako procent produkcji energii elektrycznej brutto)	1	%
	38	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	10 000	zł/rok

Czynsz dzierżawny (np. tereny pod wiatraki)	10 000	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	10 000	zł/rok
Koszty osobowe (1 osoba )	30 000	zł/rok
Amortyzacja	500 000	zł/rok
Cena sprzedaży energii elektrycznej	130	zł/MWh
Cena sprzedaży "zielonych certyfikatów"	240	zł/MWh

### Energia słoneczna

Obliczenia kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej (zł/MWh) przeprowadzono dla układu ogniw fotowoltaicznych o mocy 1 MW.

Założenia do obliczeń:

Moc elektryczna	1	MW
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej	1600	h/rok
Produkcja energii elektrycznej brutto	1600	MWh/rok
Nakłady inwestycyjne	10,2	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci (jako procent produkcji energii elektrycznej brutto)	0,5	%
	1,6	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,05	%
	5 100	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	10 200	zł/rok
Amortyzacja	510 000	zł/rok
Cena sprzedaży energii elektrycznej	130	zł/MWh
Cena sprzedaży "zielonych certyfikatów"	240	zł/MWh

## Produkcja energii elektrycznej i ciepła - kogeneracja

### Biogazownia rolnicza

Obliczenia kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej (zł/MWh) oraz ciepła (zł/GJ) przeprowadzono dla biogazowni rolniczej (generator biogazu + silnik gazowy z generatorem prądu) o mocy elektrycznej 1 MW i mocy cieplnej 1,2 MW. W obliczeniach przyjęto, że wsadem do produkcji biogazu jest kiszonka z całych roślin kukurydzy w cenie 80 zł/t. Obliczenia zostały wykonane przy założeniu, że z 1000 kg kiszonki można uzyskać 275 kg suchej masy organicznej, z 1000 kg suchej masy można otrzymać 575 m<sup>3</sup> biogazu o zawartości CH<sub>4</sub> ≅ 52,5 % i wartości opałowej 18,9 MJ/m<sup>3</sup>.

Założenia do obliczeń:

Moc elektryczna	1	MW
Moc cieplna	1,2	MW
Sprawność całkowita instalacji	87	%
Sprawność wytwarzania energii elektrycznej	44	%
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej	7500	h/rok
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej cieplnej	5200	h/rok
Produkcja energii elektrycznej	7500	MWh/rok
Produkcja ciepła	6240	MWh/rok
Nakłady inwestycyjne	8,5	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci (jako procent produkcji energii elektrycznej)	8	%
	600	MWh/rok
Potrzeby własne cieplne instalacji (jako procent produkcji ciepła brutto)	30	%
	1560	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	8 500	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,2	%
	17 000	zł/rok
Koszty osobowe (3 etaty po 3000 zł/m-c)	108 000	zł/rok
Amortyzacja	425 000	zł/rok
Cena sprzedaży energii elektrycznej	130	zł/MWh
Cena sprzedaży "zielonych certyfikatów"	240	zł/MWh
Cena sprzedaży ciepła	25	zł/GJ

### Zgazowanie biomasy stałej

Obliczenia kosztu jednostkowego produkcji energii elektrycznej (zł/MWh) oraz ciepła (zł/GJ) przeprowadzono dla modułowej elektrociepłowni na biomase. W skład modułu wchodzi: reaktor wraz z systemem podawania biomasy, system oczyszczania gazu drzewnego oraz zestaw kogeneracyjny, tj. silnik gazowy z odzyskiem ciepła i generator prądu. W obliczeniach przyjęto, że zgazowywaną biomasa są zrębki drewna. Założono, że przy sprawności procesu produkcji biogazu 92 %, z 900 kg zrębków można uzyskać 1100 kg gazu o wartości opałowej<sup>50</sup> 6,5 MJ/kg. Przyjęto cenę zakupu zrębków drzewnych 250 zł/t.

Założenia do obliczeń:

Moc elektryczna	1	MW
Moc cieplna	1,2	MW
Sprawność całkowita instalacji	87	%
Sprawność wytwarzania energii elektrycznej	44	%
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej elektrycznej	7500	h/rok
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej cieplnej	5200	h/rok
Produkcja energii elektrycznej brutto	7500	MWh/rok
Produkcja ciepła brutto	6240	MWh/rok
Nakłady inwestycyjne	6,12	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci (jako procent produkcji energii elektrycznej brutto)	8	%
	600	MWh/rok
Potrzeby własne cieplne instalacji (jako procent produkcji ciepła brutto)	30	%
	1560	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	6 120	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,2	%
	12 240	zł/rok
Koszty osobowe (5 etatów po 3000 zł/m-c)	180 000	zł/rok
Amortyzacja	306 000	zł/rok
Cena sprzedaży energii elektrycznej	130	zł/MWh

<sup>50</sup> prof. dr hab. Ryszard Zwierzchowski, Politechnika Warszawska „Zasilana biomasa modułowa elektrociepłownia małej mocy”, *Czysta Energia* nr 1/2006 r.

Cena sprzedaży "zielonych certyfikatów"	240	zł/MWh
Cena sprzedaży ciepła	25	zł/GJ

W przypadku kogeneracji należy uwzględnić koszty eksploatacji silników gazowych, a w szczególności koszty związane z wymianą oleju. Zakłada się, że zużycie oleju wynosi ok. 300 g/MWh (gęstość oleju 0,887 kg/m<sup>3</sup>). Do obliczeń przyjęto cenę oleju na poziomie 12 zł/dm<sup>3</sup>. W procesach zgazowania biopaliw stałych na efekt ekonomiczny znaczny wpływ ma sprzedaż produktów ubocznych zgazowania. W biogazowni rolniczej w wyniku zgazowania kiszonki kukurydzy powstają znaczne ilości naturalnego nawozu, natomiast w przypadku zgazowania drewna, produktem ubocznym procesu jest węgiel drzewny.

### **Produkcja ciepła**

#### **Kotłownia na biopaliwa stałe**

Zostały przedstawione koszty jednostkowe produkcji ciepła zł/GJ dla kotłowni o mocy 1 MW, w zależności od rodzaju spalanego paliwa – porównanie różnych rodzajów biopaliw stałych z węglem kamiennym (miał węglowy – kocioł z rusztem mechanicznym, węgiel orzech – kocioł z załadunkiem ręcznym), gazem ziemnym i lekkim olejem opałowym. Koszty zostały obliczone przy następujących założeniach:

Moc	1	MW
Sprawność kotła węglowego z rusztem mechanicznym (miał II)	75	%
Sprawność kotła węglowego z załadunkiem ręcznym (orzech)	60	%
Sprawność kotła gazowego	85	%
Sprawność kotła olejowego	85	%
Sprawność kotłów na biopaliwa stałe	80	%
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej	5200	h/rok
Nakłady inwestycyjne	0,2	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci	10	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	1	%
	2 000	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	1	%
	2 000	zł/rok
Koszty osobowe (3 etaty po 3000 zł/m-c)	108 000	zł/rok
Amortyzacja	10 000	zł/rok

### Ciepłownia geotermalna

Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji ciepła (zł/GJ) przeprowadzono dla ciepłowni geotermalnej o mocy 3,2 MW. Założono, że dla celów ciepłowni wykorzystane zostaną istniejące otwory geologiczne. W nakładach inwestycyjnych uwzględniono konieczność remontu istniejących otworów. Założono sprawność wymienników ciepła równą 90 %. Ciepło produkowane jest na potrzeby centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej.

Założenia do obliczeń:

Moc	3,2	MW
Sprawność wymienników ciepła	90	%
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej	5200	h/rok
Produkcja ciepła brutto	53 914	GJ/rok
Nakłady inwestycyjne	9,5	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci (do napędu pomp głębinowych)	1125	MWh/rok
Potrzeby własne cieplne instalacji	2156	GJ/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	9 520	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,05	%
	4 760	zł/rok
Koszty osobowe (3 etaty po 3000 zł/m-c)	108 000	zł/rok
Amortyzacja	476 000	zł/rok
Cena sprzedaży ciepła	25	zł/GJ

### Kolektory słoneczne

Obliczenie kosztu jednostkowego produkcji ciepła (zł/GJ) zostało przeprowadzone dla instalacji solarnej o mocy 1 MW. W miejscu zainstalowania instalacji potencjał techniczny wykorzystania energii promieniowania słonecznego wynosi 2,1 GJ/m<sup>2</sup>/rok (0,364 kW/m<sup>2</sup>). Zakładając moc instalacji na poziomie 1 MW, konieczne jest zainstalowanie 2747 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów. Przyjęto jednostkowy koszt zainstalowania kolektorów słonecznych 2 tys. zł/m<sup>2</sup>, plus dodatkowo uwzględniono koszt zasobników, instalacji przesyłowych itp. Instalacja ma na celu wspomaganie produkcji ciepłej wody użytkowej. Czas pracy instalacji 1600h/rok.



Założenia do obliczeń:

Moc	1	MW
Czas wykorzystania mocy zainstalowanej	1600	h/rok
Nakłady inwestycyjne	6,8	mln. zł
Potrzeby własne elektryczne instalacji – zakup energii z sieci (do napędu pomp głębinowych)	0,4	MWh/rok
Koszty remontów i przeglądów (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,1	%
	6 800	zł/rok
Ubezpieczenie instalacji (jako procent nakładów inwestycyjnych)	0,05	%
	3 400	zł/rok
Amortyzacja	340 000	zł/rok

### Zestawienie jednostkowych kosztów produkcji energii z OZE

#### Produkcja energii elektrycznej

Energia elektryczna	Technologia	Całkowite koszty kapitałowe <i>mln. zł</i>	Roczne koszty eksploatacji <i>tys. zł</i>	Roczny koszt paliwa <i>mln. zł</i>	Roczna ilość wyprodukowanej lub sprzedanej energii <i>MWh</i>	Koszt jednostkowy produkcji en. elektrycznej <i>zł/MWh</i>
		Turbina wiatrowa o mocy 1,5MW	6,8	41,6	0	2 008,5
	Mała elektrownia wodna o mocy 1MW	10,0	73,3	0	3 762,0	290,2
	Moduły fotowoltaiczne o mocy 1MW	10,2	15,8	0	318,4	3312,7

#### Kogeneracja – jednoczesna produkcja energii elektrycznej i ciepła

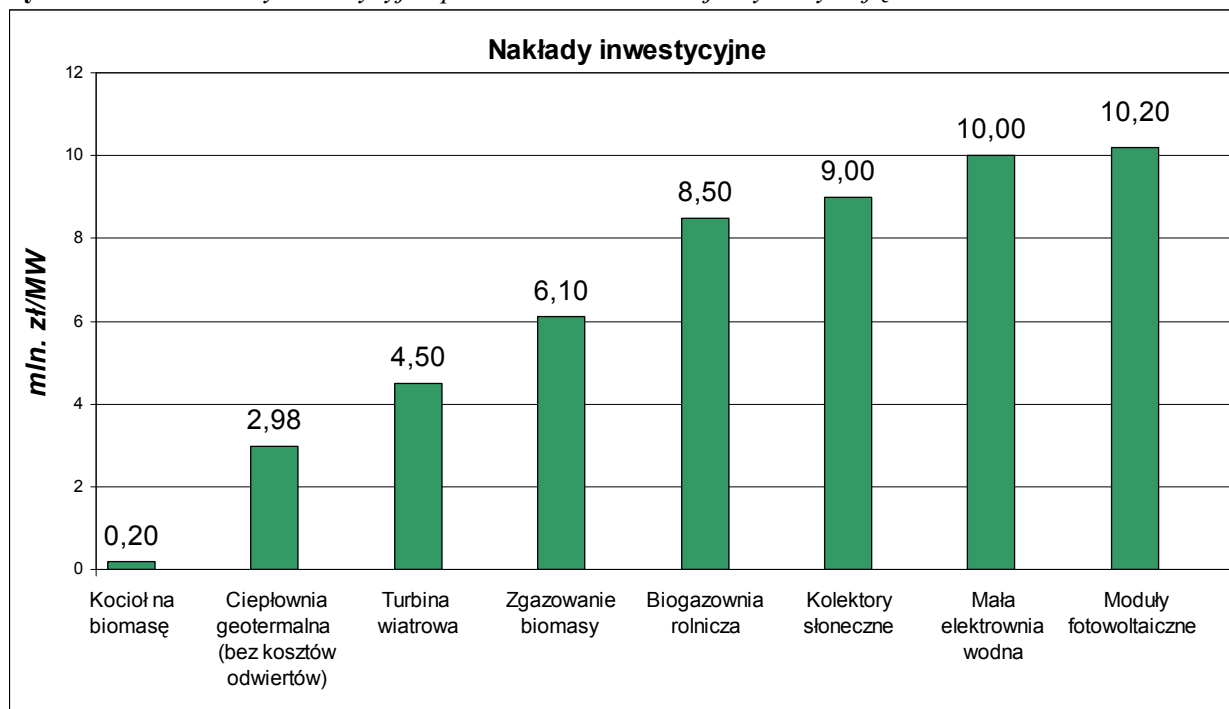
Kogeneracja	Technologia	Całkowite koszty kapitałowe <i>mln. zł</i>	Roczne koszty eksploatacji <i>tys. zł</i>	Roczny koszt paliwa <i>mln. zł</i>	Roczna ilość wyprod. lub sprzedanej energii <i>MWh</i>	Koszt jednostkowy produkcji energii	
						En. elektryczna <i>zł/MWh</i>	Ciepło <i>zł/GJ</i>
	Biogazownia rolnicza (moc elektryczna 1MW, moc cieplna 1,2MW)	8,5	370,9	1,8	11 868	163,9	26,5
	Zgazowanie biomasy (moc elektryczna 1MW, moc cieplna 1,2MW)	6,12	438,8	2,2	11 868	169,3	27,4

### Produkcja ciepła

	Technologia	Całkowite koszty kapitałowe mln. zł	Roczne koszty eksploatacji tys. zł	Roczny koszt paliwa mln. zł	Roczna ilość wyprodukowanej lub sprzedanej energii GJ	Koszt jednostkowy produkcji ciepła zł/GJ
Ciepło	Ciepłownia geotermalna (moc 3,2 MW)	9,5	395,3	0	51 758	26,4
	Bateria kolektorów słonecznych (moc 1MW)	9,0	9,7	0	2 873	322,5
	Kocioł węglowy (miał II)	0,2	115 500	0,325	18 720	24,6
	Kocioł węglowy (orzech)			0,751		47,4
	Kocioł olejowy			1,799		103,3
	Kocioł gazowy			0,912		56,0
	Kocioł na słomę			0,468		32,2
	Kocioł na pelet ze słomy			0,544		36,3
	Kocioł na zrębki drzewne			0,468		32,2
	Kocioł na drewno			0,396		28,4
	Kocioł na zrębki wierzby energetycznej			0,505		34,3

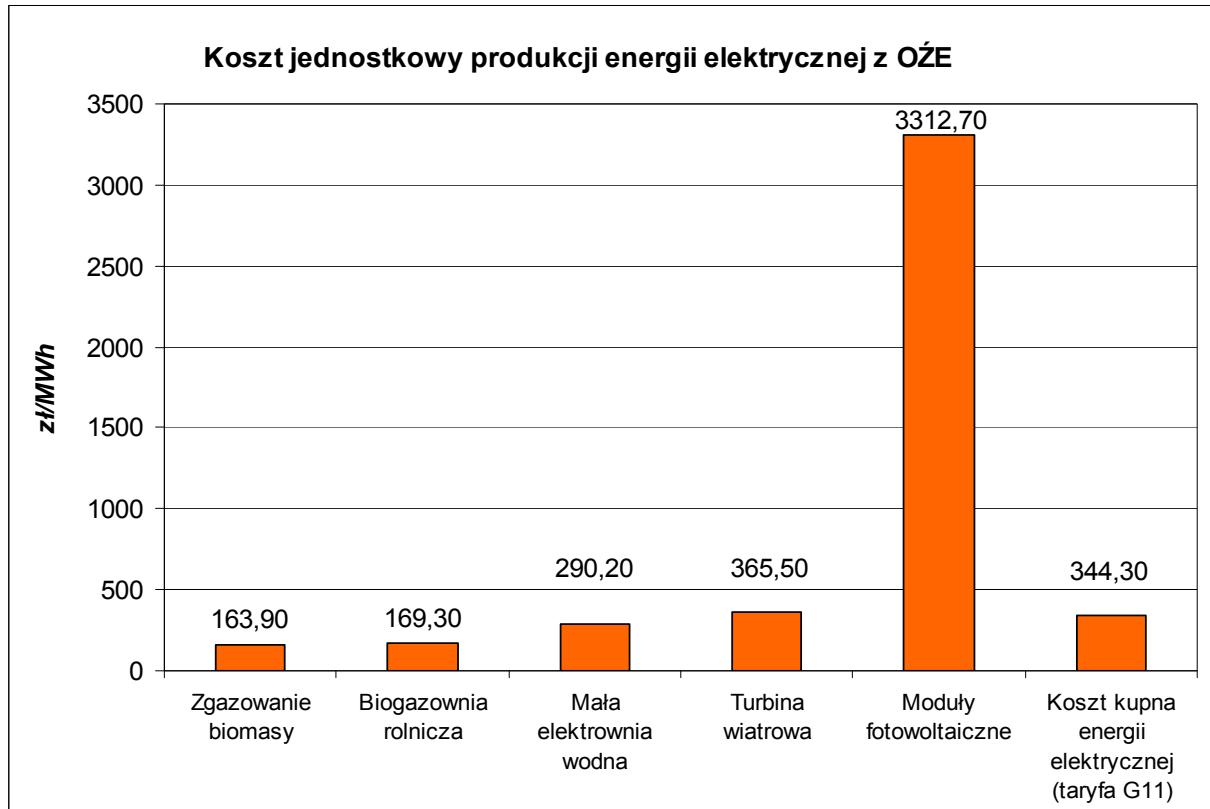
Dla porównania obliczone wartości kosztu jednostkowego produkcji energii z Odnawialnych Źródeł Energii zostały przedstawione na Rysunkach 6-32, 6-33 i 6-34.

**Rysunek 6-32** Nakłady inwestycyjne poniesione na instalacje wykorzystujące OZE



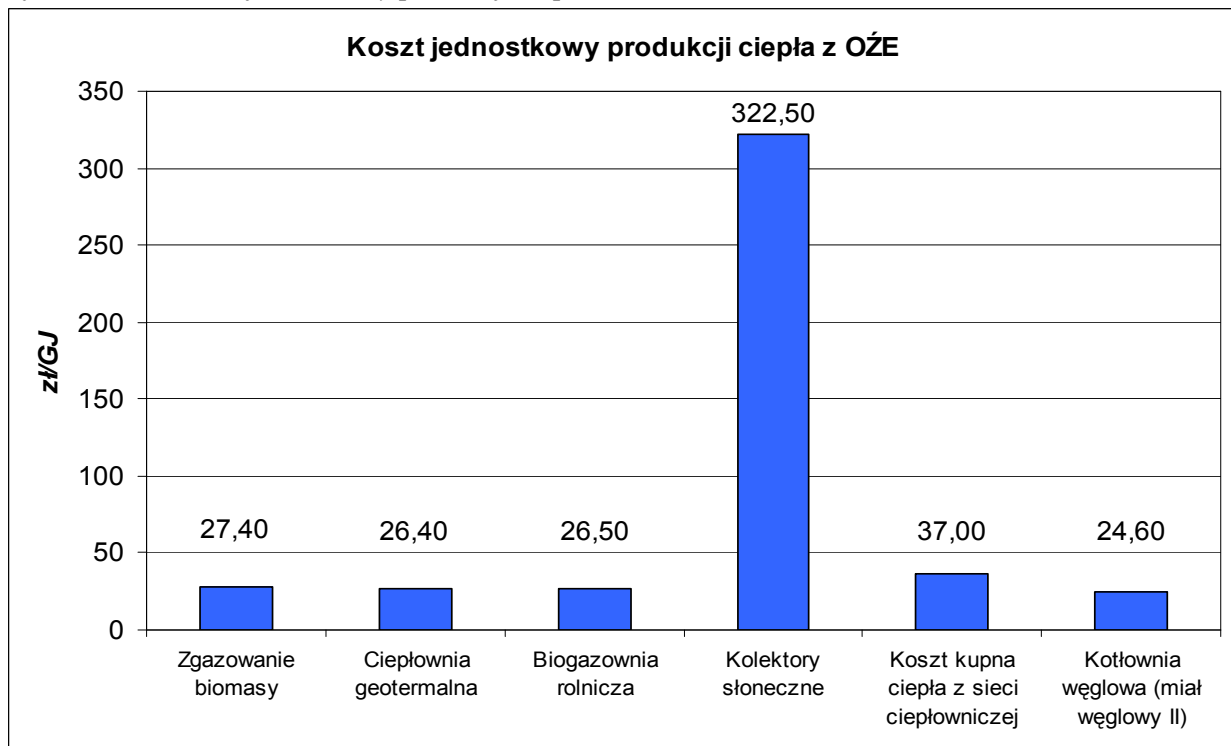
Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 6-33 Koszt jednostkowy produkcji energii elektrycznej z OZE



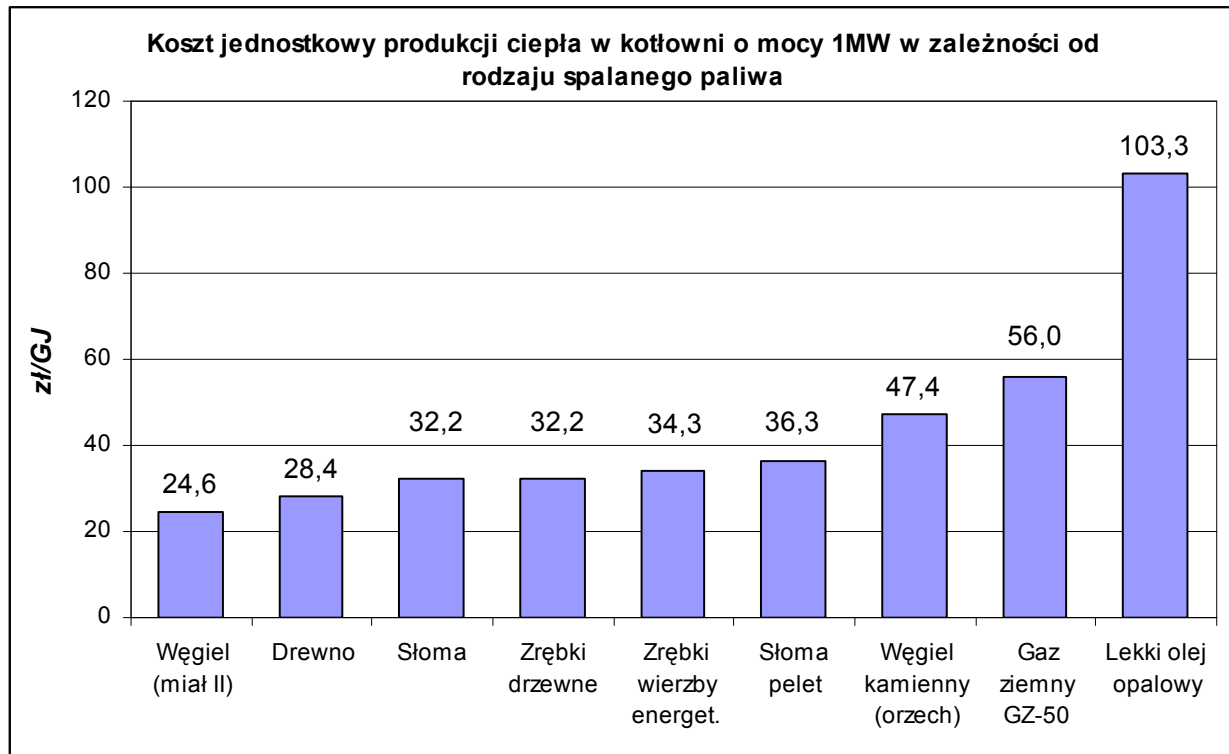
Źródło: Opracowanie własne

Rysunek 6-34 Koszt jednostkowy produkcji ciepła z OZE



Źródło: Opracowanie własne

**Rysunek 6-35** Koszt jednostkowy produkcji ciepła w kotłowni o mocy 1MW w zależności od rodzaju paliwa



**Źródło:** Opracowanie własne

Pośród wybranych technologii wykorzystujących zasoby odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej najniższym kosztem jednostkowym wytwarzania charakteryzują się technologie kogeneracyjne zgazowania biopaliw stałych: 163,9 zł/MWh w przypadku technologii zagazowania zrębków drzewnych oraz 169,3 zł/MWh dla biogazowni rolniczej. Na uwagę zasługuje także niższy, od kosztu zakupu energii z sieci, koszt jednostkowy (zł/MWh) produkcji energii elektrycznej w małej elektrowni wodnej, wynoszący 290,2 zł/MWh. Koszt jednostkowy produkcji energii elektrycznej w turbinie wiatrowej jest zaledwie o 6% wyższy niż koszt zakupu energii od przedsiębiorstwa elektroenergetycznego, odpowiednio 365,5 zł/MWh i 344,3 zł/MWh. Najdroższą spośród rozpatrywanych technologii produkcji energii elektrycznej z OZE jest technologia wykorzystująca moduły fotowoltaiczne. Koszt jednostkowy produkcji energii elektrycznej jest prawie dziesięciokrotnie wyższy od kosztu zakupu energii z sieci i wynosi 3312,7 zł/MWh.

Koszty jednostkowe produkcji ciepła w OZE wahają się w granicach od 26,4 zł/GJ, w przypadku ciepłowni geotermalnej, do 322,5 zł/GJ, w przypadku kolektorów słonecznych. Koszt produkcji ciepła dla większości wybranych technologii jest niższy od kosztu kupna z sieci ciepłowniczej (wyjątek stanowią kolektory słoneczne). W przypadku technologii wymagających zakupu surowca, tj. biogazownie i kotłownie na biopaliwa stałe, najniższym kosztem charakteryzuje się produkcja ciepła w kogeneracji z produkcją energii elektrycznej w biogazowni rolniczej (26,5 zł/GJ). Dla technologii bazujących na procesie spalania biopaliw stałych w kotłach, w zależności od rodzaju paliwa, koszt jednostkowy

wytwarzania ciepła mieści się w przedziale od 28,4 zł/GJ (kocioł na drewno) do 36,3 zł/GJ (kocioł na pelety ze słomy). Porównując koszt produkcji ciepła w kotłowniach na biopaliwa stałe, z kotłowniami na paliwa konwencjonalne (węgiel, gaz ziemny, lekki olej opałowy), niższy koszt jednostkowy produkcji ciepła można uzyskać jedynie w kotłowni opalanej miałem węglowym (24,6 zł/GJ), natomiast koszt produkcji ciepła w kotłowni olejowej (103,3 zł/GJ) jest trzykrotnie wyższy od kosztu ciepła z kotłowni na drewno.

Istotnym elementem analizy ekonomicznej przedsięwzięcia jest zdefiniowanie modelu ekonomicznego, decydującego o wyborze źródła energii. Sama znajomość potencjału źródeł w rozpatrywanej lokalizacji oraz wysokości kosztu jednostkowego wytwarzania energii jest niewystarczająca do podjęcia prawidłowej decyzji inwestycyjnej.

Do prawidłowego określenia opłacalności poszczególnych przedsięwzięć inwestycyjnych służą wskaźniki ekonomiczne. Na potrzeby niniejszego opracowania posłużono się następującymi wskaźnikami:

- wartość bieżąca netto – NPV (Net Present Value),
- wewnętrzna stopa zwrotu – IRR (Internal Return Rate),
- zdyskontowany czas zwrotu – DPBT (Discounted PayBack Time).

#### **Wartość bieżąca netto – NPV**

Wskaźnik NPV uwzględnia zmiany wartości pieniądza w czasie, tzn. jego spadek lub wzrost wartości nabywczej. Z tego powodu, przy przeprowadzaniu analizy ekonomicznej przedsięwzięcia konieczne jest uwzględnienie tego zjawiska poprzez sprowadzenie przyszłych przepływów pieniężnych do obecnej wartości pieniądza, tzn. zdyskontować je. W tym celu należy posłużyć się współczynnikiem dyskontującym, który można obliczyć na podstawie wzoru<sup>51</sup>:

$$p = \frac{1}{(1+r)^n}$$

gdzie:

- $r$  – stopa dyskonta,
- $n$  – numer kolejnego okresu (roku).

Stopa dyskonta uwzględnia realny koszt pozyskania pieniądza na rynku i często jest powiększana o ryzyko inwestycyjne. Numer okresu oznacza liczbę lat od chwili obecnej do chwili, dla której dyskontowane są przepływy pieniężne. Na podstawie współczynnika dyskontującego, można określić wartość bieżącą (PV - Present Value) przyszłych przepływów pieniężnych<sup>51</sup>:

$$PV = p \cdot FV \text{ zł}$$

gdzie:

---

<sup>51</sup> [www.energia.eco.pl](http://www.energia.eco.pl) – Pro . Jan Norwisz „Ekonomiczne aspekty realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych”.

$PV$  – wartość bieżąca (Present Value), zł,

$FV$  – wartość przyszła (Future Value), zł.

Wartość bieżąca netto jest to suma wszystkich przepływów pieniężnych sprowadzona do wartości pieniądza, w chwili obecnej wg. wzoru<sup>52</sup>:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{FV_i}{(1+r)^i} \text{ zł}$$

gdzie:

$i$  – numer kolejnego okresu (roku),

$FV_i$  – wartość przyszłych przepływów pieniężnych w okresie  $i$ , zł,

$r$  – stopa dyskonta.

W wyniku zsumowania przepływów pieniężnych od chwili obecnej do określonego momentu, w przyszłości otrzymuje się wynik finansowy po określonym czasie eksploatacji wyrażony w obecnej wartości pieniądza.

Na podstawie otrzymanej wartości NPV można określić opłacalność planowanej inwestycji<sup>1</sup>:

- $NPV < 0$  – inwestycja jest nieopłacalna,
- $NPV = 0$  – inwestycja na granicy opłacalności,
- $NPV > 0$  – inwestycja jest opłacalna.

Zaletami wskaźnika NPV są: uwzględnienie zmiany wartości pieniądza w czasie, uwzględnienie całości przepływów pieniężnych związanych z inwestycją, określenie wzrostu zamożności inwestora z uwzględnieniem zmian wartości pieniądza w czasie, porównywalność inwestycji. Wady NPV to: subiektywizm przy przyjmowaniu stopy dyskonta, pominięcie czynników jakościowych.

#### **Wewnętrzna stopa zwrotu – IRR**

Jest to taki poziom stopy dyskonta  $r$ , przy której NPV wynosi zero – suma zdyskontowanych wpływów jest równa wartości zdyskontowanych nakładów<sup>52</sup>.

$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{FV_i}{(1+IRR)^i} \text{ zł}$$

Wewnętrzną stopę zwrotu można również traktować, jako próg rentowności dla danego przedsięwzięcia.

Pomiędzy IRR a NPV istnieje ścisła zależność<sup>52</sup>:

$$IRR < r \Leftrightarrow NPV < 0$$

$$IRR = r \Leftrightarrow NPV = 0$$

$$IRR > r \Leftrightarrow NPV > 0$$

<sup>52</sup> [www.energia.eco.pl](http://www.energia.eco.pl) – Prof. Jan Norwicz „Ekonomiczne aspekty realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych”

### Zdyskontowany czas zwrotu – DPBT

Jest on definiowany, jako czas potrzebny do odzyskania nakładów inwestycyjnych, poniesionych na realizację danego przedsięwzięcia z uwzględnieniem zdyskontowanych wartości przychodów i wydatków. Jest liczony od momentu uruchomienia inwestycji do chwili, gdy suma korzyści uzyskanych w wyniku realizacji inwestycji zrównoważy poniesione nakłady inwestycyjne, wg. zależności<sup>53</sup>:

$$\sum_{i=0}^{DPBT} \frac{FV_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^{DPBT} \frac{FV_i}{(1+r)^i} - N_i = 0$$

gdzie:

$N_i$  – całkowite nakłady inwestycyjne.

Na podstawie powyższych wskaźników ekonomicznych możliwe jest ocenienie stopnia opłacalności (lub jej brak) dla planowanego w danej lokalizacji przedsięwzięcia. Możliwe jest również porównanie dwóch lub większej liczby wariantów tego samego przedsięwzięcia, np. przy różnym sposobie finansowania inwestycji.

Na potrzeby opracowania sporządzony został model ekonomiczny, na podstawie którego obliczone zostały wartości wskaźników: NPV, IRR i DPBT, dla wybranych technologii OZE przy różnych wariantach finansowania inwestycji:

- 100% kapitału własnego,
- 40% dofinansowania,
- 65% dofinansowania.

W przypadku instalacji kolektorów słonecznych założono, że instalacja pracuje na potrzeby produkcji ciepłej wody użytkowej, jako wspomaganie podstawowego źródła ciepła, jakim jest elektryczny podgrzewacz wody lub kocioł opalany węglem kamiennym, gazem ziemnym bądź lekkim olejem opałowym. W tym przypadku, podstawą do obliczeń były koszty uniknięte, uzyskane z tytułu ograniczenia zużycia paliw w podstawowych źródłach ciepła (Tabela 6-8).

W podobny sposób zostały wykonane obliczenia dla kotłowni o mocy 1 MW, opalanej różnymi rodzajami biopaliw stałych, która zastąpi dotychczasowe źródło ciepła, zasilane węglem kamiennym, gazem ziemny lub lekkim olejem opałowym. W tym wypadku, obliczony został jedynie prosty czas zwrotu jako iloraz nakładów inwestycyjnych i oszczędności związanych ze zmianą spalanej paliwa (Tabela 6-9).

Wyniki obliczeń modelu ekonomicznego przedstawione zostały w Tabelach 6-5, 6-6, 6-7, 6-8 i 6-9. Dla otrzymanych wyników obliczeń sporządzone zostały wykresy czasu zwrotu dla poszczególnych rodzajów inwestycji OZE (Rysunek 6-36 i 6-37.)

<sup>53</sup> [www.energia.eco.pl](http://www.energia.eco.pl) – Prof. Jan Norwicz „Ekonomiczne aspekty realizacji przedsięwzięć termomodernizacyjnych”.



**Tabela 6-5 Wyniki obliczeń modelu ekonomicznego produkcji energii elektrycznej w wybranych technologiach OZE**

	Technologia	Nakłady inwestycyjne <i>mln.zł</i>	Finansowanie								
			100 % kapitału własnego			40 % dofinansowania			65 % dofinansowania		
			NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>	NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>	NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>
Energia elektryczna	Turbina wiatrowa	6,8	0,837	9,5	16,6	3,557	17,2	8,3	5,257	29,2	4,4
	Mała elektrownia wodna	10,0	3,185	11,6	13,1	7,185	20,2	6,8	9,685	33,9	3,7
	Moduły fotowoltaiczne	10,2	-9,029	<0	>20	-4,949	<0	>20	2,399	<0	>20

**Tabela 6-6 Wyniki obliczeń modelu ekonomicznego jednoczesnej produkcji energii elektrycznej i ciepła w wybranych technologiach OZE**

	Technologia	Nakłady inwestycyjne <i>mln.zł</i>	Finansowanie								
			100 % kapitału własnego			40 % dofinansowania			65 % dofinansowania		
			NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>	NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>	NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>
Kogeneracja	Biogazownia rolnicza	8,5	0,652	8,1	14,8	4,465	17,2	7,6	5,590	30,7	4,1
	Zgazowanie biomasy	6,12	0,512	6,5	17,5	2,960	15,0	8,6	4,490	27,5	4,6

**Tabela 6-7** Wyniki obliczeń modelu ekonomicznego produkcji ciepła w ciepłowni geotermalnej OZE

	Technologia	Nakłady inwestycyjne <i>mln.zł</i>	Finansowanie								
			100 % kapitału własnego			40 % dofinansowania			65 % dofinansowania		
			NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>	NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>	NPV <i>mln zł.</i>	IRR %	DPBT <i>lat</i>
Ciepło	Ciepłownia geotermalna	9,5	-6,037	-6,3	>20	-2,237	-0,9	>20	0,138	5,9	18,7

**Tabela 6-8** Wyniki obliczeń modelu ekonomicznego dla instalacji kolektorów słonecznych wspomagających wytwarzanie ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej

	Nakłady inwestycyjne <i>mln.zł</i>	Finansowanie	NPV <i>mln zł.</i>				IRR %				DPBT <i>lat</i>			
			Węgiel	Gaz	Olej opalowy	Prąd	Węgiel	Gaz	Olej opalowy	Prąd	Węgiel	Gaz	Olej opalowy	Prąd
Ciepło z kolektorów słonecznych	9,0	100 % kapitału własnego	-2,09	-2,43	0,806	0,184	0,7	0,1	5,8	4,8	>20	>20	17,1	19,2
		40 % dofinansowania	1,51	1,16	4,41	3,78	8,7	7,8	15,7	14,2	12,7	13,8	7,7	8,4
		65 % dofinansowania	3,76	3,42	6,66	6,04	21,3	19,9	33,0	30,5	5,6	6,0	3,6	3,9

**Tabela 6-9** Wyniki obliczeń modelu ekonomicznego w przypadku zastąpienia kotłowni z rusztem mechanicznym opalanej węglem (miał II), kotłowni węglowej z załadunkiem ręcznym opalanej węglem orzech, gazem ziemny lub lekkim olejem opalowym, na kotłownie opalaną różnymi rodzajami biopaliw stałych

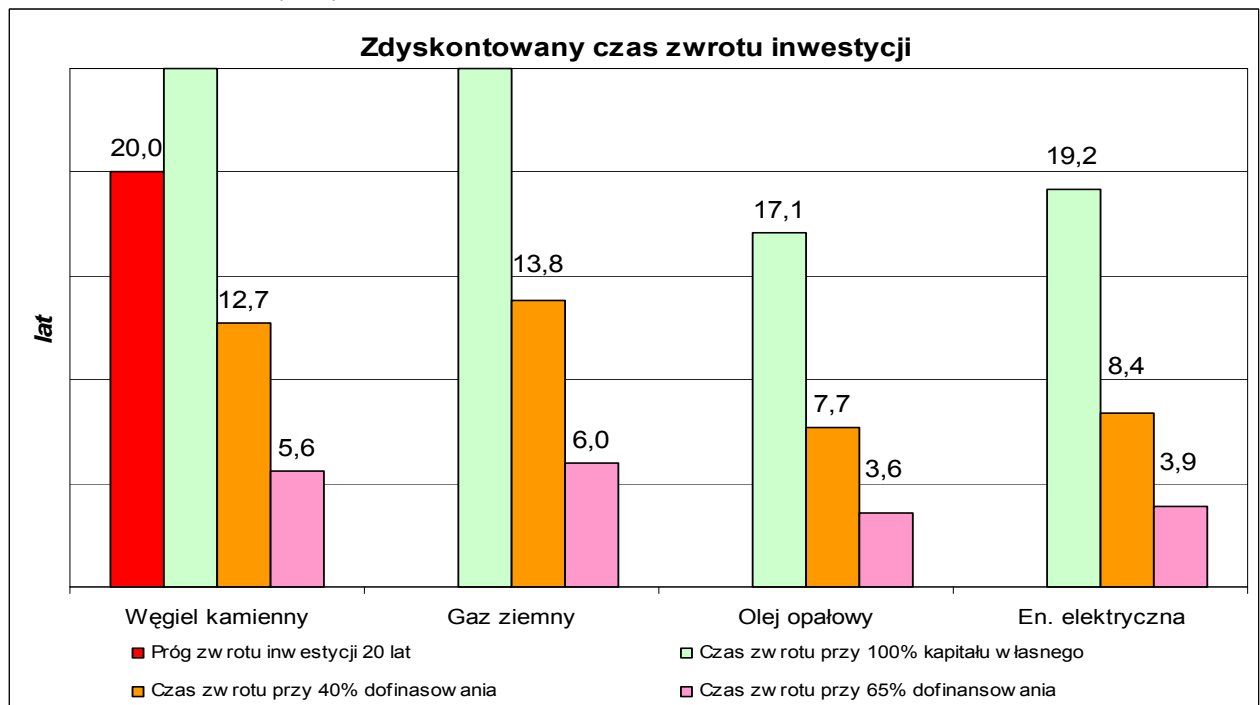
		Węgiel (miał II)	Słoma	Pelet ze słomy	Drewno	Zrębki drzewne	Zrębki wierzby energetycznej
Koszt paliwa	<i>mln zł</i>	0,406	0,468	0,544	0,396	0,468	0,505
Oszczędność	<i>mln zł</i>	–	-0,062	-0,0138	-0,071	-0,062	-0,099
Czas zwrotu	<i>lat</i>	–	>20	>20	>20	>20	>20
		<b>Węgiel (orzech)</b>					
Koszt paliwa	<i>mln zł</i>	0,751	0,468	0,544	0,396	0,468	0,505
Oszczędność	<i>mln zł</i>	–	0,283	0,207	0,354	0,283	0,245
Czas zwrotu	<i>lat</i>	–	0,7	0,96	0,56	0,7	0,8
		<b>Gaz ziemny</b>					
Koszt paliwa	<i>mln zł</i>	0,969	0,468	0,544	0,396	0,468	0,505
Oszczędność	<i>mln zł</i>	–	0,501	0,425	0,573	0,501	0,464
Czas zwrotu	<i>lat</i>	–	0,4	0,47	0,35	0,4	0,43
		<b>Olej opalowy</b>					
Koszt paliwa	<i>mln zł</i>	1,799	0,468	0,544	0,396	0,468	0,505
Oszczędność	<i>mln zł</i>	–	1,33	1,25	1,40	1,33	1,29
Czas zwrotu	<i>lat</i>	–	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15

**Rysunek 6-36** Zdyskontowany czas zwrotu inwestycji dla technologii OZE przy różnych sposobach finansowania inwestycji



Źródło: Opracowanie własne

**Rysunek 6-37** Zdyskontowany czas zwrotu inwestycji dla instalacji kolektorów słonecznych zastępujących: kocioł węglowy, kocioł gazowy, kocioł olejowy, podgrzewacz elektryczny



Źródło: Opracowanie własne

Wskaźniki ekonomiczne dotyczące poszczególnych technologii wykorzystania różnych rodzajów energii odnawialnej zostały obliczone dla przyjętych założeń. W przypadku inwestycji realizowanych w konkretnych warunkach, przyjęte w opracowaniu założenia mogą się różnić przede wszystkim wysokością nakładów inwestycyjnych oraz kosztem paliwa.

Ocena ekonomiczna analizowanych technologii pod kątem zdyskontowanego czasu zwrotu nakładów inwestycyjnych wskazuje, że przy zaangażowaniu 100 % kapitału własnego:

- dla technologii wytwarzających prąd elektryczny zdyskontowany czas zwrotu wynosi: 13,1 lat – Mała Energetyka Wodna, 14,8 lat – biogazownia rolnicza, 16,6 lat – elektrownia wiatrowa, 17,5 lat – układ kogeneracyjny ze zgazowaniem biomasy,
- dla ogniw fotowoltaicznych zdyskontowany czas zwrotu jest dłuższy niż 20 lat,
- zdyskontowanym czasem zwrotu powyżej 20 lat charakteryzują się także: ciepłownie spalające biopaliwa stałe w kotłach z rusztem mechanicznym oraz ciepłownia geotermalna.

Na obliczony zdyskontowany czas zwrotu wpływ mają przede wszystkim duże nakłady inwestycyjne na technologie OZE oraz w przypadku spalania biopaliw stałych, ich wyższa cena od mialu węglowego. Zakładając 40 % dofinansowanie inwestycji, obliczony zdyskontowany czas zwrotu wynosi poniżej 10 lat dla wszystkich technologii, za wyjątkiem ciepłowni geotermalnej oraz produkcji energii elektrycznej w ogniwach fotowoltaicznych.

### 6.3 Bariery i ograniczenia w rozwoju OZE

Rozwój energetyki odnawialnej powinien być zgodny ze zasadą zrównoważonego rozwoju, która zakłada odpowiednio i świadomie ukształtowane relacje pomiędzy wzrostem gospodarczym, dbałością o środowisko oraz zdrowiem człowieka. Rozwój OZE musi mieć więc ograniczenia chroniące środowisko przed negatywnymi wpływami nadmiernej i nieodpowiedniej eksploatacji jego zasobów. Brak takich ograniczeń może prowadzić do poważnych zagrożeń dla środowiska naturalnego oraz jego różnorodności roślinnej i zwierzęcej. Ograniczenia dotyczą przede wszystkim lokalizacji inwestycji. Oprócz uzasadnionych względami środowiskowymi ograniczeń w rozwoju OZE w Polsce istnieje szereg barier o charakterze: legislacyjnym, ekonomicznym, technicznym, instytucjonalnym, społecznym i informacyjnym.

#### **Bariery w rozwoju OZE**

##### **Bariery o charakterze legislacyjnym:**

- brak aktu prawnego rangi ustawy wyrażającego politykę państwa w zakresie OZE,
- brak strategii rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce. Wymagana jest aktualizacja Strategii Rozwoju Energetyki Odnawialnej z 2000 r.;
- częste zmiany w ustawie *Prawo Energetyczne* i rozporządzeniach wykonawczych prowadzące do braku stabilnych warunków inwestycyjnych w zakresie odnawialnych źródeł energii,
- brak polityki fiskalnej wprowadzającej ułatwienia dla inwestorów planujących działalność w obszarze OZE (ulgi podatkowe, zwolnienia z VAT),
- brak mechanizmów wsparcia dla wytwarzania ciepła z OZE. Istniejące systemy wsparcia produkcji energii elektrycznej preferuje energetykę zawodową ukierunkowaną na niskoefektywne współspalanie biopaliw stałych w kotłach energetycznych;
- brak obowiązku uwzględniania w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy konieczności zagospodarowania lokalnych zasobów energii odnawialnej,
- skomplikowane procedury administracyjne i znaczna liczba obowiązkowych uzgodnień i pozwoleń związanych z inwestycjami w OZE,

##### **Bariery ekonomiczne:**

- wysokie koszty inwestycyjne technologii wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych,
- wysokie ryzyko inwestycyjne dla inwestycji w OZE spowodowane: niską efektywnością inwestycji, długimi okresami zwrotu kapitału, zmianami uregulowań prawnych, niepewnym rynkiem zbytu (wytwarzanie ciepła),
- niewystarczające mechanizmy ekonomicznego wsparcia, w tym w szczególności fiskalne, dla inwestorów w OZE,
- wysokie progi w zakresie możliwości otrzymania dofinansowania z funduszy UE dla małych inwestorów,

- ograniczone możliwości źródeł finansowania inwestycji (szczególnie dla osób fizycznych),
- brak zachęcającej polityki podatkowej powodującej obniżenie cen instalacji OZE,
- niedostatek kapitału inwestycyjnego niewielkich firm i osób fizycznych zamierzających wykorzystywać technologie OZE,
- słaby rynek krajowych wytwórców urządzeń i instalacji wykorzystujących OZE, zwłaszcza w produkcji urządzeń o zaawansowanej technologii. Wymusza to konieczność importu podzespołów i całych urządzeń, w wyniku czego importowane są starsze technologicznie, używane uprzednio za granicą instalacje (siłownie wiatrowe).

#### **Bariery w zakresie informacji i edukacji:**

- niedostateczna informacja o lokalnych zasobach odnawialnych źródeł energii oraz technicznych możliwościach ich wykorzystania,
- brak powszechnie dostępnej informacji o firmach produkcyjnych i projektowych oraz o firmach konsultacyjnych zajmujących tematyką OZE,
- brak informacji o producentach, dostawcach i wykonawcach systemów wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych,
- brak jednolitych narzędzi do oceny efektywności ekonomicznej inwestycji (zależnej w dużym stopniu od warunków lokalnych) w OZE,
- brak spójnej bieżącej informacji o korzyściach i możliwościach finansowania przedsięwzięć OZE,
- postępowania przy uruchamianiu i realizacji inwestycji i kosztach cyklu inwestycyjnego,
- niska świadomość społeczeństwa na temat możliwości i korzyści wynikających z wykorzystania OZE.

#### **Bariery techniczne:**

- niedostatecznie rozwinięta sieć elektroenergetyczna średniego i wysokiego napięcia, co skutecznie ogranicza możliwość lub zwiększa koszty inwestycyjne związane z podłączeniem nowych mocy,
- niedostatecznie rozwinięta sieć ciepłownicza,
- brak rozwiniętego krajowego przemysłu produkującego urządzenia i instalacje OZE,
- bariery techniczne dostępu technologii i urządzeń OZE do rynku.

#### **Bariery instytucjonalne:**

- brak krajowej struktury organizacyjnej odpowiedzialnej za politykę państwa w zakresie OZE,
- brak instytucji rządowej i organizacji pozarządowych koordynujących działania w zakresie OZE,
- zbyt mała ilość badań nad technologiami pozyskiwania energii z OZE, niedostateczne rozpowszechnienie wyników prowadzonych prac, niewielki stopień wdrożenia rodzimych innowacji,
- niewielka ilość regionalnych centrów energetycznych wspierających społeczności lokalne w zwiększeniu wykorzystania OZE,



- niewielka ilość wyspecjalizowanych instytucji o charakterze doradczym,
- niedostateczna ilość programów edukacyjnych i szkoleniowych w zakresie OZE adresowanych do: szkolnictwa, kadry inżynierów, projektantów, architektów, przedstawicieli sektora energetycznego.

Oprócz barier i ograniczeń w rozwoju całej energetyki odnawialnej istnieją bariery i ograniczenia specyficzne dla poszczególnych rodzajów OZE.

### **Energetyka oparta na biopaliwach stałych**

Potencjał techniczny biopaliw stałych na terenie województwa łódzkiego zawarty jest przede wszystkim w biopaliwach pochodzących z produkcji rolnej, z których największe znaczenie ma słoma zbóż, rzepaku, nasion strączkowych. Źródłem biopaliw stałych są gospodarstwa rolne, które w województwie łódzkim w przeważającej liczbie są gospodarstwami małymi o dużym rozdrobieniu arealów upraw.

W gospodarstwach małych o małych nadwyżkach, słoma tradycyjnie używana jest jako podściółka, pasza dla bydła i nawóz. Pozyskanie nadwyżek słomy i innych odpadów z produkcji rolnej do energetycznego wykorzystania wymaga odpowiednio zorganizowanego lokalnego rynku biopaliw stałych. Brak rynku biopaliw stałych może w znacznym stopniu ograniczyć możliwości pozyskania istniejących zasobów. Niedostateczna podaż biopaliw stałych może być ograniczeniem dla rozwoju średniej i małej energetyki opartej na lokalnych kotłowniach, ciepłowniach i elektrociepłowniach. Głównym odbiorcą biopaliw stałych pochodzenia rolniczego będą duże elektrownie i elektrociepłownie, które będą sięgać po zasoby rynku lokalnego. Zwiększenie zasobów energetycznych biopaliw stałych może nastąpić w wyniku zakładania upraw roślin energetycznych. Bariera w ich rozwoju jest konieczność poniesienia przez rolnika dużych nakładów inwestycyjnych na zakup sadzonek oraz koszty utrzymania plantacji w okresie początkowym, w którym plantacja nie przynosi zysków.

W zakładaniu plantacji upraw energetycznych ograniczenia wynikają z art. 120 ust. 1 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 roku o *Ochronie Przyrody*. Ograniczenia dotyczą możliwości doboru gatunków roślin uprawianych na cele energetyczne dla uniknięcia wprowadzania do środowiska przyrodniczego oraz przemieszczania w tym środowisku roślin, zwierząt lub grzybów, gatunków obcych i innych form rozwojowych. Przykładowymi gatunkami roślin energetycznych niepożądanych w Polsce, ze względu na zagrożenie rozprzestrzeniania się, są m.in.: rdestowiec japoński oraz rdestowiec sachaliński.

Gatunki roślin energetycznych, których uprawa jest dopuszczona pod pewnymi warunkami to:

- ślaziołek pensylwański,
- miskant olbrzymi,
- miskant cukrowy.

Możliwości lokalizacji OZE na bazie biopaliw stałych uwarunkowane są regulacjami prawnymi w zakresie ochrony przyrody.

Ograniczenia prawne:

- a) wyłączeniu z zainwestowania oraz rolniczego wykorzystania podlegają tereny parków narodowych, rezerwatów przyrody oraz strefy „A” ochrony uzdrowiskowej zgodnie z *ustawą z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych*,
- b) w odniesieniu do obszarów chronionych na podstawie *ustawy o ochronie przyrody* wyklucza się lokalizację inwestycji mogących znacząco:
  - oddziaływać na środowisko na terenie parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu,
  - pogorszyć stan siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk fauny i flory, a także znacząco wpłynąć na gatunki, dla których został utworzony obszar Natura 2000.

Ograniczeniu podlega również inwestycja, dla której jest wymagane sporządzenie raportu oddziaływania na środowisko oraz dla której może być wymagane sporządzenie raportu.

#### **Biopaliwa płynne**

Pośród roślin uprawianych jako surowiec do produkcji biopaliw płynnych są wykorzystane: rzepak i rzepik, zboża, buraki, ziemniaki i kukurydza. Zakładany wzrost zużycia biopaliw płynnych i biokomponentów wymaga nowych terenów dla ich upraw. W województwie łódzkim możliwości powiększenia areалу upraw roślin, wykorzystywanych do produkcji biopaliw, są ograniczone, z uwagi na mały areal gruntów nieuprawianych.

Barierą w rozwoju produkcji biopaliw płynnych w prywatnych gospodarstwach są wprowadzone ograniczenia ilościowe dla produkcji biopaliwa ( $100 \text{ dm}^3/\text{ha}$ ) oraz ustawowy obowiązek ich wykorzystania tylko do celów własnych. Limitowanie produkcji powoduje, że w przypadku małych gospodarstw poniesione wysokie nakłady inwestycyjne nie zwracają się.

#### **Biopaliwa gazowe**

Do najważniejszych barier w zakresie rozwoju biogazowni i energetycznego wykorzystania biogazu w układach kogeneracyjnych można zaliczyć:

- a) bariery organizacyjne:
  - słabe zaplecze techniczne i niedostatek urządzeń krajowych do budowy instalacji,
  - niska dostępność i przepustowość sieci elektroenergetycznej na terenach wiejskich,
- b) bariery prawne:
  - brak jednoznacznej definicji biogazowni rolniczej oraz brak uwzględnienia warunków lokalizacyjnych biogazowni względem innych obiektów,
  - nie uwzględnienie odpadów do produkcji biogazu w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie listy odpadów, które posiadacz może przekazywać osobom fizycznym lub jednostkom organizacyjnym nie będącymi przedsiębiorcami. Brak jest również zapisów dotyczących dopuszczalnych metod ich zagospodarowania.

c) bariery ekonomiczne:

- wysokie nakłady finansowe,
- trudności z uzyskaniem dodatkowego wsparcia finansowego w przypadku małych inwestycji,
- długi okres zwrotu poniesionych kosztów, który w przypadku finansowania inwestycji w 100 % z własnych środków czyni inwestycję nieopłacalną

d) bariery informacyjne i edukacyjne:

- brak silnego zaplecza merytorycznego dla inwestorów zainteresowanych tematyką biogazowni.

### **Mała Energetyka Wodna**

Ograniczenia i bariery wykorzystania małej energetyki wodnej można podzielić na:

a) Przyrodnicze:

- zakaz realizacji inwestycji z zakresu małej energetyki wodnej obowiązuje w odniesieniu do terenów parków narodowych i rezerwatów przyrody,
- istotne ograniczenia w lokalizacji małych elektrowni wodnych mogą występować na terenach parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu,
- na obszarach Natura 2000 małe elektrownie wodne mogą być realizowane tylko wyjątkowo w przypadku, gdy w wyniku przeprowadzonej oceny oddziaływania na środowisko stwierdzono brak negatywnego wpływu na siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt, dla których został wyznaczony obszar Natura 2000,
- określone ograniczenia w lokalizacji małych elektrowni wodnych mogą występować na terenach, na których ustanowiono formy ochrony przyrody w postaci: pomników przyrody, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych lub zespołów przyrodniczo krajobrazowych,
- ograniczenia lub zakazy na obszarach, na których realizacja tego typu obiektów jest sprzeczna z ustaleniami celów środowiskowych dla jednolitych części wód i obszarów chronionych, zawartych w planach gospodarowania wodami na obszarze dorzecza,

b) Techniczne:

- zależność od opadów deszczu,
- ograniczenia techniczne ze względu na zabudowę koryta (wyloty drenaży, rowów, kanałów, kładki i mosty), ujścia dopływów i niekorzystny wpływ na przyległe tereny (zawodnienia i podtopienia terenów zabudowanych i gruntów rolnych),
- ograniczenia wynikające z oddziaływania sąsiednich piętrzeń lub innych obiektów.

c) Prawne:

- skomplikowana sytuacja własnościowa obiektów możliwych do wykorzystania na cele małej energetyki wodnej.

### **Energia słoneczna**

Główną barierą wykorzystania istniejącego potencjału promieniowania słonecznego jest bariera ekonomiczna. Instalacje solarne są nadal relatywnie drogie i charakteryzują się długim okresem zwrotu nakładów inwestycyjnych. Zasadniczym elementem mającym wpływ na efektywność ekonomiczną inwestycji w instalacje wykorzystujące energię słoneczną, oprócz konieczności zaangażowania relatywnie dużych środków finansowych, jest bardzo krótki, roczny czas wykorzystania zainstalowanej mocy. Dla szerszego wykorzystania potencjału energii słonecznej w województwie łódzkim konieczne jest stworzenie odpowiednich mechanizmów finansowych w formie dotacji lub nisko oprocentowanych pożyczek dedykowanych do inwestorów indywidualnych. Dotacje finansowe w głównej mierze dotyczą dużych instalacji kolektorów słonecznych i mali inwestorzy nie mają możliwości skorzystania z tego typu pomocy. Kolejną barierą ograniczającą rozwój jest niedostateczna informacja o koniecznych procedurach związanych z zakładaniem instalacji kolektorów słonecznych na istniejących budynkach.

Z prawnego punktu widzenia budowa instalacji solarnej, tak jak każda inna inwestycja realizowana w terenie, ma pewne ograniczenia. W szczególności dotyczy to skali realizowanego projektu oraz wykluczenia realizacji na obszarach o szczególnych wartościach przyrodniczych i rygorach ochronnych – zgodnie z treścią ustawy o ochronie przyrody, ustawy o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych. Wyklucza się także realizację inwestycji na obszarach objętych programem Natura 2000.

Większe typy instalacji słonecznych, liczące po kilkadziesiąt i więcej sztuk kolektorów, mogą negatywnie oddziaływać na otoczenie, a w szczególności powodować efekt niepokoju optycznego, tzn. refleksy świetlne z powierzchni kolektorów. Dodatkowo duże instalacje solarne z przyczyn technologicznych muszą zajmować znaczne powierzchnie, wpływając negatywnie na walory krajobrazowe. Instalacje kolektorów słonecznych montowane przez użytkowników indywidualnych na dachach lub na terenie zajmowanej posesji nie powodują negatywnego oddziaływania na otoczenie i środowisko naturalne.

### **Energia wiatru**

Głównymi barierami w rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce to: coraz bardziej ograniczona dostępność terenu pod zabudowę farm wiatrowych, szczególnie w miejscach o korzystnych warunkach wiatrowych, wysoki koszt inwestycyjny, słabo rozwinięta sieć elektroenergetyczna wysokiego i średniego napięcia, długi czas oczekiwania na dostawę urządzeń.

Ograniczenia dotyczące lokalizacji elektrowni wiatrowych można podzielić na:

a) Przyrodnicze.

Według *Ustawy o ochronie przyrody (Dz.U. nr.92, poz.880 Art.15.1 z dnia 16 kwietnia 2004 roku)*:

- obowiązuje zakaz realizacji inwestycji z zakresu energetyki wiatrowej na terenach parków narodowych i rezerwatów przyrody,

- istotne ograniczenia w lokalizacji elektrowni wiatrowych mogą występować na terenach parków krajobrazowych i obszarów chronionego krajobrazu,
- na obszarach Natura 2000 – elektrownie wiatrowe mogą być realizowane tylko wyjątkowo w przypadku, gdy w wyniku przeprowadzonej oceny oddziaływania na środowisko, stwierdzony zostanie brak negatywnego wpływu na siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt, dla których został wyznaczony obszar Natura 2000,
- określone ograniczenia w lokalizacji elektrowni wiatrowych mogą występować na terenach, na których ustanowiono formy ochrony przyrody w postaci pomników przyrody, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych lub zespołów przyrodniczo-krajobrazowych.

Ograniczenia związane z lokalizacją farm wiatrowych występują również na terenach charakteryzujących się niekorzystnymi warunkami geotechnicznymi, takimi jak: torfowiska pojezierne, doliny rzeczne, tereny podmokłe ze zbiorowiskami roślinności torfowiskowej i łąkowej na glebach torfowych i mułowo torfowych oraz kompleksy leśne, akweny wodne, miejsca ważne dla ptaków, tj. atrakcyjne żerowiska, trasy regularnych przelotów wędrowniczych, trasy regularnych dolotów na żerowiska.

b) Krajobrazowe.

Ze względu na wysokość konstrukcji elektrowni wiatrowych obszarem istotnego konfliktu funkcjonalnego są:

- panoramy oraz ciągi widokowe na obiekty przyrodnicze, zabytki i wartościowe zespoły zabudowy,
- tereny zabudowy (miasta, wsie, osady, pojedyncze zabudowania mieszkaniowe, jednostki użyteczności publicznej),
- tereny rozwojowe przewidziane do zabudowy,
- tereny zagospodarowane na cele uzdrowiskowe i rekreacyjne,

c) Ograniczenia wynikające z poziomu hałasu w pobliżu obiektów energetyki wiatrowej.

Obliczeniowy poziom hałasu wytworzony przez fermę wiatrową może osiągnąć, w zależności od mocy i ilości turbin, ponad 100 dB w miejscu jego wytwarzania. Polskie prawo określa dopuszczalny poziom hałasu na terenach zabudowy mieszkaniowej oraz na terenach wypoczynkowo-rekreacyjnych poza miastem na 40 dB, w porze nocnej. W związku z tym tereny mieszkaniowe i rekreacyjne za strefą 500 m należy uznać za wykluczone z lokalizacji elektrowni wiatrowych.

d) Ograniczenia związane z występowaniem efektu stroboskopowego.

Praca obiektów energetyki wiatrowej związana jest również z występowaniem uciążliwego dla człowieka efektu odbijania promieni słonecznych od obracającego się wirnika.

e) Ograniczenia związane z bliskością lokalizacji lotnisk.

Ze względu na znaczne wysokości obiektów energetyki wiatrowej, w celu uniknięcia zagrożenia dla startujących i lądujących samolotów spod ich lokalizacji, wyłączyć należy otoczenie lotnisk

cywilnych, wojskowych oraz drogowych odcinków lotniskowych wraz z polami wznoszenia i podejścia do lądowania.

f) Ograniczenia związane z bliską lokalizacją dróg i linii kolejowych.

Ze względu na niebezpieczeństwo, jakie powoduje upadek wiatraka, przyjmuje się, że nie powinny być one lokalizowane bliżej niż 200 m od dróg i kolei.

### **Geotermia**

Rozwój energetyki wód geotermalnych uwarunkowany jest dwoma czynnikami. Pierwszy to zasoby złoża i techniczne możliwości jego wykorzystania, drugi to ograniczenia prawne w zakresie ochrony przyrody oraz ograniczenia wynikające z „Planu zagospodarowania przestrzennego województwa łódzkiego”. Ograniczenia dotyczą obszarów całkowicie wyłączonych spod realizacji inwestycji bądź dotyczą uwarunkowań określających dostosowanie skali inwestycji do istniejących warunków środowiskowych i terenowych. Zgodnie z *Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody* wyłączone spod inwestycji są parki narodowe wraz z projektowanymi ich powiększeniami oraz istniejące i projektowane rezerwy przyrody. Wyklucza się lokalizacje inwestycji na obszarach chronionych i obszarach chronionego krajobrazu (parki krajobrazowe, obszary sieci „Natura 2000”), z wykluczeniem inwestycji celu publicznego, mogących znacząco oddziaływać na środowisko naturalne. Ograniczeniu podlegają inwestycje wymagające sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko, dotyczące wydobywania i lokalizacji instalacji do poboru wód termalnych, o wydobywaniu lub przerobie przynajmniej 100 000 m<sup>3</sup> w ciągu roku. Dodatkowo ograniczeniu mogą podlegać inwestycje, dla których może być wymagane sporządzenie raportu oddziaływania na środowisko. Należą do nich: wiercenia wykonane w celu ujmowania wód termalnych lub solanek i wód leczniczych, z wyłączeniem wierceń geotechnicznych; ujęcia wód podziemnych lub sztuczne systemy zasilania wód podziemnych o wydajności co najmniej 10 m<sup>3</sup>/h; wydobywanie i lokalizacja instalacji do pozyskiwania i przerobu wód termalnych o wydajności nie mniejszej od 20 000 m<sup>3</sup> rocznie.

Bardzo istotna dla rozwoju geotermii jest bariera ekonomiczna wynikająca z konieczności poniesienia ogromnych nakładów inwestycyjnych, począwszy od kosztu badań i ekspertyz geologicznych wykonania odwiertów, po budowę instalacji wykorzystującej energię geotermalną.

## 6.4 Ocena skutków ekologicznych

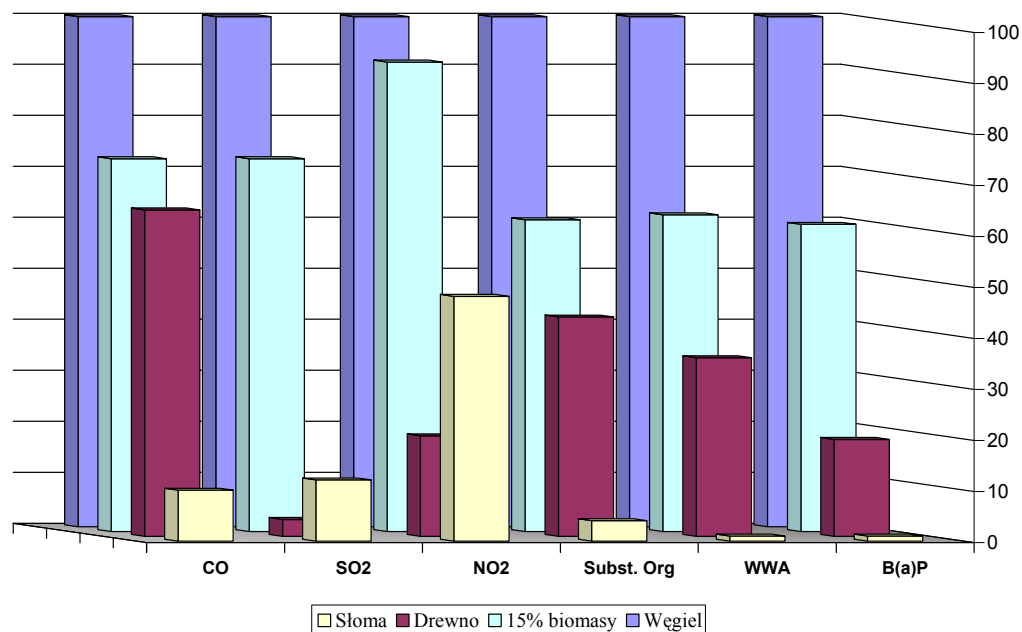
Ograniczenie emisji zanieczyszczeń, zwłaszcza emisji gazów odpowiedzialnych za efekt cieplarniany, jest ważnym elementem polityki energetycznej UE i większości państw na świecie. Jedną z dróg ograniczenia emisji zanieczyszczeń jest wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie paliwowo-energetycznym świata i poszczególnych krajów. Efektem ekologicznym wzrostu udziału odnawialnych źródeł energii będzie poprawa stanu środowiska, redukcja zanieczyszczeń do atmosfery i wód oraz redukcja wytwarzanych odpadów. Energia ze źródeł odnawialnych uważana jest za energię ekologicznie czystą, która nie powoduje zanieczyszczeń środowiska albo powodowane zanieczyszczenia są małe w porównaniu do źródeł konwencjonalnych.

Poniżej przedstawiono typowe efekty ekologiczne i skutki wykorzystywania poszczególnych rodzajów zasobów energii odnawialnej.

### Biopaliwa stałe

Biopaliwa stałe zaliczane są do paliw odnawialnych, ponieważ masa organiczna roślin formowana jest w procesie fotosyntezy wody i pochłanianego z atmosfery dwutlenku węgla, w związku z tym, ogólny bilans dwutlenku węgla jest równy zero. Dzieje się tak dlatego, ponieważ dwutlenek węgla powstający przy spalaniu paliw jest pochłaniany przez nowo rosnące rośliny. Oprócz ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>, zastosowanie biopaliw przyczynia się również do znaczącego zmniejszenia emisji innych gazów oraz pyłów szkodliwych dla człowieka (Rysunek 6-38).

**Rysunek 6-38** Względna ekologiczna efektywność spalania słomy, zrębków drzewnych oraz współspalania 15% biomasy z węglem w porównaniu do spalania węgla



**Źródło:** Krystyna Kubica, Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze, „Spalanie biomasy i jej współspalanie z węglem – techniki, korzyści i bariery”.



Energetyczne wykorzystanie biopaliw stałych przyczynia się również do powstrzymania degradacji środowiska, następującej w wyniku eksploatacji węgla oraz deponowaniu w środowisku odpadów pochodzących z przemysłu wydobywczego.

Analizując pozytywne i negatywne skutki wykorzystywania biomasy do celów energetycznych, należy również uwzględnić aspekt związany z pozyskiwaniem biomasy, a dokładniej z prowadzeniem upraw energetycznych. W przypadku umiarkowanej ilości upraw, mają one korzystny wpływ na środowisko naturalne. Oprócz tego, że stanowią cenne źródło biomasy, uczestniczą również w procesie oczyszczania gleb z metali ciężkich. Negatywne skutki ekologiczne pojawiają się w przypadku dużych monokulturalnych upraw, które wymagają intensywnego nawożenia i prowadzą do wyjąłowania gleby.

### **Biopaliwa płynne**

Produkcja oraz wykorzystanie biopaliw płynnych ma niewątpliwie wiele zalet ekologicznych. Przy spalaniu przez silnik spalinowy biopaliwa emisja węglowodorów jest zredukowana o 40%, emisja sadzy o 50 % oraz emisja pyłów o 40 %, w porównaniu z tradycyjnym olejem napędowym. Nie ulegają natomiast zmianie poziomy emisji CO i NO<sub>x</sub>, gdyż na ich emisję największy wpływ mają rodzaj oraz stan silnika. Biopaliwa płynne charakteryzują się również wysoką biodegradowalnością. Estry metylowe oleju rzepakowego ulegają biodegradacji dwa razy szybciej niż olej napędowy pochodzący z przeróbki ropy naftowej. Czas, w którym biopaliwo ulega biodegradacji w 95% wynosi ok. 23 dni, w tym samym czasie rozkładowi ulegnie tylko 40 % ropy<sup>54</sup> naftowej.

Przeciwnicy produkcji biodiesla do najważniejszych jego wad zaliczają:

- możliwość zwiększenia zanieczyszczenia wód gruntowych związkami azotowymi, spowodowane zwiększeniem powierzchni i intensywności upraw. Związane to jest ze stosowaniem herbicydów, pestycydów oraz dużej ilości nawozów azotowych<sup>54</sup>.
- podczas spalania biopaliw niskiej jakości i zanieczyszczonych mogą się wydzielać dioksyny oraz furany.

### **Biopaliwa gazowe**

Energetyczne wykorzystanie biogazu wyprodukowanego z odpadów z produkcji rolnej i hodowli, osadów ściekowych i ze składowisk odpadów przyczynia się przede wszystkim do ograniczenia niekontrolowanej emisji metanu i CO<sub>2</sub>, uwalnianych w procesach niezorganizowanej biodegradacji. Metan powstaje w przyrodzie w wyniku beztlenowego rozkładu związków organicznych i jest gazem cieplarnianym, którego potencjał cieplarniany jest 21 razy większy od dwutlenku węgla. Produkcję biogazu i jego energetyczne wykorzystanie można więc traktować jako system zintegrowany, w którym z jednej strony oszczędzane są paliwa pierwotne, a z drugiej jako proces ekologicznego unieszkodliwiania odpadów. Zagospodarowanie odpadów pochodzących do produkcji biogazu

---

<sup>54</sup> [www.biodiesel.pl](http://www.biodiesel.pl)

rolniczego wpływa korzystnie na uporządkowanie gospodarki odpadami na obszarach wiejskich oraz zapobiega ryzyku zanieczyszczenia wód gruntowych oraz powierzchniowych.

### Mała Energetyka Wodna

Rozwój małej energetyki wodnej to przede wszystkim oszczędność paliw kopalnych. Korzyści ekologiczne odniesione do 1 GWh energii elektrycznej to oszczędność 800 ton węgla, a co za tym idzie niewyemitowanie 15 ton tlenków siarki, 1500 ton dwutlenku węgla, 5 ton tlenków azotu, 160 ton żużli i popiołów<sup>55</sup>.

Negatywnym skutkiem wykorzystania małej energetyki wodnej może być zmniejszenie naturalnego przepływu wody, co może wpłynąć na istniejącą biocenozę rzeki (gromadzenie się osadów dennych, kumulacja glonów pobierających tlen może prowadzić do masowego śnięcia ryb).

### Energia słoneczna

Wykorzystanie energii słonecznej, jako energii czystej, całkowicie darmowej przynosi wymierne efekty ekologiczne, zmniejszając ilość spalanych paliw konwencjonalnych oraz związaną z tym emisję gazów (m.in. NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, ograniczenie niskiej emisji). Efekt ekologiczny zastosowania kolektora słonecznego jest uzależniony od paliwa, jakie zastępujemy ciepłem pozyskanym ze słońca. W warunkach polskich głównym paliwem stosowanym do celów c.o i c.w.u jest węgiel kamienny. Wybrane wskaźniki emisji zanieczyszczeń przy spalaniu różnych paliw w kotłach małej mocy (do 50 kW) w g/GJ wyprodukowanego ciepła zostały przedstawione w Tabeli 6-10.

Coraz większa świadomość ekologiczna społeczeństwa, dostępność, postęp techniczny na rynku instalacji solarnych oraz spadające koszty instalacji sprawiają, że kolektory słoneczne cieszą się coraz większym zainteresowaniem. Za ich wykorzystaniem przemawia, choć częściowe uniezależnienie się od dostępności paliw konwencjonalnych.

**Tabela 6-10** Wskaźniki emisji przy spalaniu różnych paliw w kotłach małej mocy (do 50 kW) w g/GJ

Zanieczyszczenie	Jedn.	Wskaźnik emisji					
		Węgiel (zasilanie ręczne)	Węgiel (zasilanie automat.)	Gaz ziemny	Olej opalowy	Drewno (zasilanie ręczne)	Drewno (zasilanie automat.)
SO <sub>2</sub>	g/GJ	900	450	0,5	140	30	20
NO <sub>2</sub>	g/GJ	130	200	70	70	120	150
pył	g/GJ	400	80	0,5	5	500	70
CO <sub>2</sub>	kg/GJ	91	95	52	76	88	90
CO	g/GJ	4000	400	30	40	4000	300
VOC	g/GJ	300	20	10	15	400	20
benzo(a)piren	mg/GJ	270	17	–	10	130	12
dioksyny i furany	ng/GJ	500	40	–	10	500	50

**Źródło:** Kubica K.: *Small Combustion Installations, Chapter for „Emission Inventory Guidebook” UNECE TFEIP 2006 r.*

<sup>55</sup> Witold M. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii” WNT Warszawa 2006 r.

Duże instalacje solarne zabudowane na obszarze województwa (rozdział 5.5, Tabela 5-5) w ciągu roku są zdolne do wytworzenia 7600 GJ ciepła. W wyniku tego, w znacznym stopniu ograniczona zostaje emisja szkodliwych substancji do atmosfery. Przykładowo, jeżeli wymienione instalacje zastępują kotły opalane węglem kamiennym o zasilaniu ręcznym, następuje redukcja emisji: SO<sub>2</sub> o 6,48 t/rok, NO<sub>2</sub> o 1 t/rok, pyłu o 3,04 t/rok, CO o 30,4 t/rok, CO<sub>2</sub> o 691,6 t/rok.

### **Energia wiatru**

W przypadku energetyki wiatrowej oddziaływanie na środowisko w procesie produkcji energii elektrycznej jest niewielkie. W wyniku produkcji energii nie powstają zanieczyszczenia środowiska, tzn. wyprodukowanie 1 kWh energii elektrycznej w elektrowni wiatrowej, w stosunku do tradycyjnie wyprodukowanej energii w elektrowni węglowej spowoduje całkowite uniknięcie emisji do atmosfery następujących zanieczyszczeń<sup>56</sup>:

- 5,5 g SO<sub>2</sub>,
- 4,2 g NO<sub>x</sub>,
- 700 g CO<sub>2</sub>,
- 49 g pyłów i żużlu.

Negatywnymi efektami oddziaływania na środowisko w przypadku turbin wiatrowych są:

- zmiany w krajobrazie,
- hałas,
- zagrożenia dla ptaków,
- zakłócenia fal radiowych i telewizyjnych.

### **Zmiany w krajobrazie**

Elektrownie wiatrowe, szczególnie ich skupiska, wywierają duży wpływ na krajobraz. Wysokość nowoczesnych siłowni wiatrowych może przekraczać 100 m. W celu uniknięcia niekorzystnego efektu wizualnego zalecane jest, aby kolorystyka siłowni umiejscowionych na jednej farmie była ujednolicona, powinna być niekontrastująca (jasno szara) oraz powierzchnia siłowni powinna być matowa, w celu uniknięcia refleksów świetlnych.

### **Hałas**

Pracująca elektrownia wiatrowa jest źródłem hałasu pochodzącego głównie od obracających się łopat wirnika (opory aerodynamiczne) oraz w mniejszej części generatora i przekładni. Przy planowaniu budowy należy uwzględnić poziomy dźwięku i dotyczące tych poziomów normy. Wybierając miejsce pod planowaną inwestycję, uwzględnić należy minimalne odległości od siedlisk ludzi. Powinny one każdorazowo wynikać z oceny oddziaływania na środowisko, jednak nie powinny być mniejsze niż 500 m. Odległość ta wynika z konieczności redukcji hałasu produkowanego przez turbinę. Im większa

---

<sup>56</sup> Witold M. Lewandowski „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, WNT, Warszawa 2006 r.

jest moc elektrowni, im starsza technologia, im mniej aerodynamiczna konstrukcja łopat, tym hałas powodowany przez turbinę jest większy. Przykładowe natężenie hałasu powodowane przez turbinę, w zależności od mocy i odległości od niej, przedstawione zostało w Tabeli 6-11.

**Tabela 6-11** Hałas powodowany przez turbinę wiatrową

Odległość od turbiny w metrach	Natężenie hałasu w decybelach db	
	Dla turbiny o mocy 650kW	Dla turbiny o mocy 1650kW
200	46,5	47,0
250	44,4	44,9
300	42,7	43,2
500	37,4	37,9

*Zródło:* [www.biomasa.org](http://www.biomasa.org).

### **Zagrożenia dla ptaków**

W przypadku lokalizacji turbin wiatrowych należy uwzględnić trasy migracyjne ptaków oraz miejsca ich lęgu.

### **Geotermia**

Głównym efektem ekologicznym wykorzystania energii geotermalnej jest znaczące ograniczenie tzw. niskiej emisji. Zastąpienie tradycyjnych kotłowni, opalanych głównie węglem kamiennym lub miałem węglowym, a co za tym idzie, zmniejszenie ilości spalanego paliwa na danym obszarze, znacząco obniża ilość zanieczyszczeń pyłowych i gazowych emitowanych do atmosfery. Efekt ekologiczny jest proporcjonalny do ilości odbiorców podłączonych do geotermalnej sieci ciepłowniczej.

Eksploatacja energii geotermalnej może jednak mieć negatywny wpływ na środowisko, co związane jest z emisją szkodliwych gazów uwalniających się z geopłynu. Głównym problemem jest emisja siarkowodoru, który powinien być pochłaniany w specjalnie przygotowanych instalacjach, których budowa znacznie podwyższa nakłady inwestycyjne. Innym poważnym zagrożeniem jest emisja radonu, który jest produktem rozpadu radioaktywnego uranu i wydobywa się ze studni geotermalnej razem z eksploatowaną parą.

## 7 Koncepcja rozwoju energetyki odnawialnej w województwie łódzkim

### 7.1 Prognozowany rozwój OZE do roku 2020 i 2030

Założenia do rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce zostały określone w „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej”, przyjętej przez Sejm w sierpniu 2001 roku, w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do roku 2025”, przyjętym przez Radę Ministrów w styczniu 2005 roku oraz w dokumencie „Program dla elektroenergetyki”, przyjętym przez Radę Ministrów w marcu 2006 roku. Scenariusz rozwoju OZE w Polsce zawarty jest jeszcze w projekcie „Polityka Energetycznej Polski do roku 2030”. Tylko ten dokument sięga horyzontu czasowego przyjętego dla tego opracowania.

Wyznaczone w wymienionych dokumentach cele są nieco rozbieżne, różnią się przyjętymi wielkościami ilościowymi oraz bazą odniesienia (energia elektryczna końcowa, energia elektryczna brutto, energia pierwotna). Celem polityki energetycznej państwa, określonym w „Strategii rozwoju energetyki odnawialnej”, jest osiągnięcie w 2010 roku udziału energii z OZE w krajowym zużyciu energii elektrycznej brutto na poziomie 7,5 %, a w 2020 roku na poziomie 14 %.

Polska podpisując „Traktat Akcesyjny”, zobowiązała się do realizacji celu indykatywnego, zawartego w dyrektywie 2001/77/WE, obligującego ją do osiągnięcia w 2010 roku poziomu 7,5 % energii elektrycznej wytworzonej w OZE w krajowym zużyciu energii elektrycznej brutto (energia brutto – produkcja energii elektrycznej łącznie z produkcją na potrzeby własne, powiększona o import i pomniejszona o eksport energii elektrycznej). Jest to aktualnie jedyne zobowiązanie Polski wobec UE. W marcu 2007 roku Rada Europy ustaliła jako cel osiągnięcie w 2020 r. przez UE 20 % udziału energii ze źródeł odnawialnych, w łącznym zużyciu energii końcowej oraz minimum 10 % udziału biopaliw w każdym z krajów Unii. Postawiony cel dotyczy Unii Europejskiej ogółem, a nie każdego kraju z osobna. Aktualna propozycja Komisji Europejskiej dla Polski to osiągnięcie 15 % udziału energii z OZE w bilansie energii końcowej. Bazą odniesienia dla tego wskaźnika jest udział OZE w ogólnym bilansie zużycia energii końcowej, obejmującej łączne zużycie energii elektrycznej, ciepła i paliw w transporcie.

Ustalenia UE sięgają do 2020 roku. Po 2020 roku zakłada się dalszy dynamiczny wzrost udziału energii odnawialnej, aż do osiągnięcia 50 – 60 % udziału OZE w 2070 roku. Przytoczone tu dokumenty oraz podane różne wskaźniki ilościowe, wskazują na duży stopień niepewności związany z długoterminowymi prognozami rozwoju OZE w kraju.

Dla przybliżenia skali wymaganego rozwoju OZE w Polsce do roku 2020 wykonano szacunkowe obliczenia koniecznej produkcji energii elektrycznej i ciepła z OZE. Ilościową wartość wymaganej produkcji energii elektrycznej, ciepła i biopaliw w 2010 r. i w 2020 r. obliczono na podstawie prognozy ich zużycia w kraju. W prognozie zużycia energii elektrycznej końcowej w Polsce w latach 2006 – 2020 przyjęto coroczny wzrost zużycia energii elektrycznej (od 2007 roku) o 2 % oraz spadek zużycia ciepła o 1 %. Udział biopaliw w transporcie i rolnictwie, wg założeń Narodowego Celu Wskaźnikowego,

przyjęto w 2010 roku na poziomie 5,75 %. W 2020 roku przyjęto, że udział zużycia biopaliw w paliwie zużywanym w transporcie, zgodnie z zaleceniami UE, wynosić będzie 10 %. W zużyciu ciepła uwzględniono cały rynek ciepła (łącznie z zużyciem na potrzeby wewnętrzne, technologię itp.). Przyjęto, że w 2010 r. celem jest osiągnięcie 7,5 % udziału produkcji energii elektrycznej z OZE w zużyciu energii elektrycznej brutto, dla 2020 r. przyjęto 15 % udział energii wytworzonej z OZE w bilansie energii końcowej. Dla 2020 r. założono również, że udział energii elektrycznej wyprodukowanej w OZE w zużyciu energii elektrycznej brutto wynosić będzie 14 %.

**Tabela 7-1** Prognoza produkcji energii z OZE w Polsce do 2020 r.

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	2006 r.	2010 r.	2020 r.
<b>Zużycie energii</b>					
1	Energia elektryczna brutto	GWh	136 700	163 400	200 000
2	Ciepło brutto	GWh	265 000	254 000	230 000
3	Paliwa, Transport	GWh	142 000	155 400	155 400
4	Razem poz. 1+2+3	GWh	543 700	572 800	585 400
<b>Produkcja z OZE</b>					
5	Energia elektryczna	GWh	4 310	12 300	28 000
	– udział w zużyciu energii el. poz. 5/1	%	3,2	7,5	14
6	Ciepło	GWh	1 205	10 100	44 200
	– udział w zużyciu ciepła poz. 6/2	%	0,7	4	19
7	Paliwa, Transport	GWh	1 126	8 400	15 500
	– udział w zużyciu paliw poz. 7/1	%	0,8	5,75	10
8	Razem poz. 5+6+7	GWh	6490	25 200	97 700
9	Udział OZE w energii brutto poz.8/4	%		4,4	15

*Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z GUS.*

Zamieszczone w Tabeli 7-1 wielkości zużycia energii brutto i produkcji energii z OZE w 2020 roku zostały obliczone na podstawie przyjętych przez autora uproszczonych założeń i są wielkościami szacunkowymi. Na podstawie przyjętych wskaźników obliczono, że w 2020 r. ciepło wytworzone w OZE powinno wynosić 19 % całkowitego zużycia ciepła.

Dla wyznaczenia wartości ilościowych energii elektrycznej i ciepła wytworzonego w OZE w województwie łódzkim, wskaźniki dotyczące udziału OZE z prognozy krajowej przeniesiono na województwo łódzkie. W prognozie zapotrzebowania na energię elektryczną oraz ciepło w województwie łódzkim do 2020 roku przyjęto takie same wskaźniki, jak w prognozie zużycia dla kraju. Prognozę zapotrzebowania na energię wyprodukowaną w OZE do 2020 roku w województwie łódzkim przedstawiono w Tabeli 7-2. Zamieszczone wielkości produkcji energii z OZE są próbą ilościowego oszacowania wymaganej skali rozwoju energetyki odnawialnej do roku 2020, przy założeniu, że udział energii produkowanej w OZE w województwie łódzkim w bilansie zużycia energii końcowej będzie na poziomie obowiązującym dla kraju.

**Tabela 7-2 Prognoza zapotrzebowania na energię z OZE w województwie łódzkim**

I.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	2006 r.	2010 r.	2020 r.
<b>Zużycie energii</b>					
1	Energia elektryczna brutto	<i>GWh</i>	9 081	10 800	13 200
2	Ciepło brutto	<i>GWh</i>	7 320	7 030	11 000
3	Razem poz. 1+2	<i>GWh</i>	16 401	17 830	24 200
<b>Produkcja z OZE</b>					
4	Energia elektryczna	<i>GWh</i>	62/93,4*	810	1850
	– udział energii OZE poz.4/1	%	1,0	7,5	14
5	Ciepło	<i>GWh</i>	86**	280	1210
	– udział ciepła z OZE poz.5/2	%	1,2	4	19
8	Razem poz. 4+5	<i>GWh</i>	148/179,4	1090	3060

\* dane GUS, 2007r.

\*\* wielkość szacunkowa

**Źródło:** Opracowanie własne.

### Biopaliwa stałe

Biopaliwa stałe stanowią największą pozycję w bilansie energii odnawialnej w Polsce. W 2006 roku energia pierwotna z pozyskanych biopaliw stałych wyniosła 192,1 PJ<sup>57</sup>, co stanowi 91,3 % udziału w pozyskaniu wszystkich nośników energii odnawialnej. Z biopaliw stałych w 2006 roku wyprodukowano 1 851 GWh energii elektrycznej, z tego energia elektryczna uzyskana w wyniku współspalania w kotłach energetycznych 1 671 GWh. Produkcja ciepła z biopaliw stałych w 2006 roku wyniosła 3 092 TJ, co stanowiło 81 % ogólnej produkcji ciepła z OZE. Biopaliwa stałe są aktualnie i pozostaną w prognozowanej przyszłości jednym z najważniejszych zasobów energii odnawialnej. Aktualnie, największym odbiorcą biopaliw stałych są elektrownie zawodowe, gdzie są współspalane razem z węglem w kotłach energetycznych. W elektrowniach, razem z węglem spala się przede wszystkim drewno odpadowe z produkcji leśnej i odpady z przemysłu przetwórczego. Zgodnie z zapisami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. (Dz.U.2008 nr 156, poz.969), następować będzie stopniowe ograniczanie spalania biopaliw stałych z odpadów z produkcji leśnej i przemysłu przetwórczego w kotłach pracujących w układach o mocy elektrycznej większej niż 5 MW, aż do całkowitego ich wyeliminowania w 2015 roku. Oznacza to, że duży potencjał energetyczny drewna i jego odpadów, współspalanych obecnie w kotłach energetycznych, będzie mógł być, choć w części, wykorzystany w małych lokalnych źródłach energii.

Ograniczenia dotyczące współspalania w kotłach energetycznych nie dotyczą biopaliw pochodzenia rolniczego, co niewątpliwie skieruje dużych odbiorców na lokalne rynki biopaliw. Niedobór

<sup>57</sup> GUS.



biopaliw stałych na rynku lokalnym będzie impulsem do zakładania upraw energetycznych, których areał będzie systematycznie wzrastał.

Moc cieplna zainstalowanych kotłów, przystosowanych do spalania biopaliw stałych w województwie łódzkim, szacowana jest na 16 – 20 MW. Z uzyskanych z ankiet informacji wynika, że w 2008 r. oddane zostaną do użytku 2 kotły spalające biopaliwa stałe o mocy 0,5 MW w kotłowniach osiedlowych w Poddębicach, a w 2010 roku planowane jest oddanie do użytku kotła o mocy 0,2 MW w Łodzi.

W prognozowanym okresie czasu biopaliwa stałe, pozyskiwane z rynku lokalnego, będą przede wszystkim współspalane w kotłach energetycznych oraz w kotłowniach indywidualnych gospodarstw lokalnych, zastępując węgiel kamienny. Budowa nowych źródeł ciepła oraz źródeł kogeneracyjnych wymagać będzie wsparcia finansowego. Obszarem do wdrażania lokalnych źródeł kogeneracyjnych są małe i średnie systemy ciepłownicze. Najlepsze efekty przynosi zabudowa źródła kogeneracyjnego, dobrane do pracy w czasie 7000 – 8000 godzin w ciągu roku.

### **Biopaliwa płynne**

Drugim sektorem energetyki odnawialnej, który będzie się dynamicznie rozwijał, jest produkcja biopaliw płynnych, zużywanych w transporcie jako paliwa samoistne lub dodatek biokomponent do paliw ropopochodnych. W Polsce, jako biopaliwo główne zastosowanie mają biodiesel (estry rzepakowe) oraz bioetanol. Do produkcji biodiesla surowcem jest rzepak, natomiast w produkcji bioetanolu surowcami są produkty roślinne, wykorzystywane do tej pory tradycyjnie w przemyśle spirytusowym oraz ziarna zbóż i kukurydzy. Ziarna zbóż i kukurydza są podstawowymi surowcami w powstałych w ostatnich latach i budowanych obecnie wytwórniach bioetanolu. W najbliższych latach, do produkcji bioetanolu zostanie wdrożona technologia II generacji, dla której surowcem są niejadalne części roślin, głównie celuloza i lignina.

W sektorze biopaliw płynnych, w kraju obowiązuje „*Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008 – 2014*”, w którym są wyznaczone cele ilościowe określające minimalny udział biopaliw płynnych i biokomponentów w paliwach zużywanych w transporcie. Cele te określone są jako Narodowe Cele Wskaźnikowe (NCW).

W 2020 roku minimalny udział biopaliw w strukturze zużycia paliw, wg ustaleń Rady Europy z marca 2007 roku, powinien wynosić 10%. Wymóg ten określa zapotrzebowanie na bioetanol i estry rzepakowe w Polsce do 2020 roku. W 2006 roku zużycie bioetanolu w Polsce<sup>58</sup>, jako domieszki do benzyny, wyniosło 86,125 tys. ton, a biodiesla 39,022 tys. ton.

---

<sup>58</sup> GUS.

**Tabela 7-3 Prognoza zapotrzebowania na bioetanol**

L.p.		Jednostka	2010 r.	2020 r.
1	Udział biopaliw	% wartości energ.	5,75	10
		% objętości	9,2	16
2	Zużycie benzyny	tys. ton	3 800,0	3 800,0
3	Zużycie benzyny	tys.m <sup>3</sup>	5 033,0	5 033,0
4	Zapotrzebowanie na bioetanol	tys.m <sup>3</sup>	463,0	642,0
5	Zapotrzebowanie na surowce rolnicze w tym zboża	tys. ton	1 389,1	1 926,4

**Źródło:** Krajowa Agencja Poszanowania energii „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27.09.2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych”.

Zdolności produkcyjne wytwórni bioetanolu zlokalizowanych w Polsce, wg Krajowej Izby Biopaliw, wynoszą 600 tys. ton (200 tys. ton w budowie).

**Tabela 7-4 Prognoza zapotrzebowania na biodiesel (estry rzepakowe, rzepak)**

L.p.	Wyszczególnienie	Jednostka	2010 r.	2020 r.
1	Udział biopaliw	% wartości energ.	5,75	10
		% objętość.	6,1	10,6
2	Zużycie oleju napędowego	tys.ton	8 980,0	8 980,0
3	Zużycie oleju napędowego	tys.m <sup>3</sup>	10 672,0	10 672,0
4	Zapotrzebowanie na biokomponenty	tys.m <sup>3</sup>	648,25	1 216,4
5	Zapotrzebowanie na rzepak	tys.ton	1 047	2 042,2

**Źródło:** Krajowa Agencja Poszanowania energii „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27.09.2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych”.

Aktualne zdolności produkcyjne wytwórni estrów rzepakowych zlokalizowanych w Polsce według Krajowej Izby Biopaliw wynoszą 534 tys. ton na rok. Całkowita produkcja rzepaku w Polsce w 2006 roku wyniosła 1 630 tys. ton, z czego ok. 1 000 tys ton przerobiono na cele spożywcze (60 %). Pozostała ilość została przeznaczona na eksport bądź na cele techniczne. Prognozowane zużycie rzepaku na cele spożywcze w 2010 roku wynosi<sup>59</sup> 1,3 mln ton. Przy zakładanym plonie rzepaku 3 t/ha areal potrzebny do jego uprawy powinien wynosić:

**Tabela 7-5 Wzrost arealu uprawy rzepaku w stosunku do jego zapotrzebowania**

Rok		2008	2009	2010	2012	2014	2020
Zapotrzebowanie na rzepak	tys. t	637	818	1047	1258,7	1469,3	2042,2
Wymagany areal	tys. ha	212,3	272,6	349,0	419,5	489,7	680,7

**Źródło:** Opracowanie własne.

Możliwości rozszerzenia arealu upraw rzepaku w województwie łódzkim są ograniczone, ponieważ rzepak jest rośliną o wysokich wymaganiach glebowych. Ogólna wartość użytkowa gleb

<sup>59</sup> Krajowe Zrzeszenie Producentów Rzepaku.

województwa łódzkiego jest niska<sup>60</sup>. Tylko 19,5 % gruntów ornych należy do klas bonitacyjnych od I do III, zdecydowaną zaś przewagę mają grunty orne klasy IV – VI. Wysokie i stabilne plony rzepaku można uzyskać tylko na glebach bardzo dobrych i dobrych. Spadek jakości gleb powoduje spadek plonów, i tak na glebach słabych i bardzo słabych plony rzepaku są na tyle niskie, że jego uprawa staje się nieopłacalna. Rzepak jest również wrażliwy na wahania temperatur w okresie jesiennym i zimowym.

### **Biopaliwa gazowe**

Według oceny (praca autorska IEO) udział biogazu wytwarzanego z odpadów i upraw rolnictwa energetycznego wyniesie w 2020 r ok. 20 % energii pozyskiwanej z odnawialnych źródeł energii. W tym okresie powstaną instalacje do produkcji biogazu rolniczego, biogazu składowiskowego oraz biogazu z oczyszczalni ścieków. Przewidywany rozwój biogazowni związany będzie z koniecznością zagospodarowania lub termicznej utylizacji osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków, należących do grupy odpadów niebezpiecznych oraz odpadów organicznych, pozyskiwanych z odpadów komunalnych przed ich zdeponowaniem na składowiska odpadów.

Energetyczne wykorzystanie pozyskanego z procesu fermentacji metanowej biogazu stanie się w Polsce szeroko stosowaną technologią produkcji energii elektrycznej i ciepła. Resort rolnictwa, gospodarki i organizacje pozarządowe opracowały program „*Innowacyjna energetyka – rolnictwo ekologiczne*”, który zakłada, że do 2020 r. w Polsce w każdej gminie powinna powstać przynajmniej jedna biogazownia rolnicza. Program ten zakłada budowę kilku tysięcy biogazowni. Realizacja powyższego programu wpłynęłaby bardzo korzystnie na rozwój energetyki rozproszonej, modernizację wsi oraz restrukturyzację rolnictwa. Surowcem wykorzystywanym w procesie produkcji biogazu mogą być odpady organiczne, a więc produkcja biogazu nie wpływałaby niekorzystnie na inne gałęzie przemysłu (np. przemysł drzewny). Nakłady na ten cel mogą osiągnąć nawet 40 miliardów złotych. Pozyskiwanie biogazu z oczyszczalni ścieków oraz składowisk odpadów może wpływać w znacznym stopniu na poprawę ekonomii tych zakładów, które dzięki wykorzystaniu biogazu mogłyby stać się w wysokim stopniu samowystarczalne energetycznie.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. *w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. Nr 61, poz. 549)* nakłada obowiązek wyposażenia składowiska w instalacje do odprowadzania gazu składowiskowego oraz, jeżeli jest to możliwe, wykorzystania go w celach energetycznych. Rozporządzenie to dotyczy składowisk, na których przewiduje się składowanie odpadów ulegających biodegradacji.

W okresie objętym prognozą nastąpi gwałtowny rozwój rolnictwa energetycznego opartego na uprawie roślin wykorzystywanych do produkcji biopaliw oraz jako surowców do wytwarzania biogazu

---

<sup>60</sup> Program ochrony środowiska województwa łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012 – 2015.

rolniczego (biometanu). W związku z planowanym wzrostem produkcji biogazu rolniczego, w perspektywie czasowej wzrastać będzie również areał upraw roślinnych, z przeznaczeniem plonów na produkcję biopaliw i biogazu. Przewiduje się, że w wyniku postępu biotechnologii nastąpi znaczny wzrost plonów roślin wykorzystywanych do produkcji biopaliw i biogazu. Optymistyczne prognozy<sup>61</sup> zakładają, że w 2020 roku areał przeznaczony na rolnictwo energetyczne może wynieść w Polsce ok. 4 mln hektarów, a moc elektryczna zainstalowanych układów kogeneracyjnych wykorzystujących biometan może osiągnąć 5000 MW. Według innych szacunków, udział biopaliw z upraw energetycznych i rolnictwa energetycznego może osiągnąć w 2020 r. 30 % ogólnie wykorzystywanych energetycznie biopaliw stałych.

Moc aktualnie zabudowanych instalacji w województwie łódzkim wynosi 5,85 MW, z czego 3 instalacje o mocy 1,95 MW wykorzystują biogaz powstający na składowisku odpadów, a 6 instalacji o mocy 3,9 MW pracuje na oczyszczalniach ścieków. Obecnie prowadzone są prace nad kolejną instalacją o mocy 0,2 MW, zlokalizowaną na składowisku odpadów w Woli Kruszyńskiej w powiecie bełchatowskim<sup>62</sup>. Planowany termin oddania do użytku tej instalacji to 2009 rok.

#### **Mała Energetyka Wodna**

Województwo łódzkie nie posiada znacznego potencjału w zakresie Małej Energetyki Wodnej. Ograniczenia ekonomiczne oraz środowiskowe powodują, że w najbliższych latach nie należy się spodziewać znacznego przyrostu energii wyprodukowanej w elektrowniach wodnych. Rozwój energetyki wodnej opierać się będzie przede wszystkim na małej energetyce wodnej, wykorzystującej istniejące budowle hydrotechniczne. Łączna moc zbudowanych elektrowni wodnych wynosi ok. 10 MW. Wg uzyskanych informacji, planowana jest zabudowa dwóch turbin małej mocy w gminie Szczerców i Zgierz.

#### **Energetyka wiatrowa**

Według prognoz, najbardziej dynamicznie w Polsce w najbliższych latach będzie się rozwijać energetyka wiatrowa. Rozwój energetyki wiatrowej podąża w kierunku instalowania coraz wyższych jednostkowych mocy turbin wiatrowych (obecnie 5 MW), wzrostu produktywności energii elektrycznej oraz w budowie farm wiatrowych na morzu. Rozwojem energetyki wiatrowej w Polsce zainteresowane są m.in. duże koncerny energetyczne zarówno krajowe, jak i zagraniczne. Optymistyczne prognozy zakładają, że moc zainstalowana w turbinach wiatrowych w 2020 roku może osiągnąć w Polsce 6000 MW. Szacowane nakłady finansowe do poniesienia do 2020 roku to co najmniej 30 mld zł. Energetyka wiatrowa pozwala na stosunkowo szybkie (krótki czas budowy) osiągnięcie efektu, jakim jest przyrost produkcji odnawialnej energii elektrycznej. Dla porównania w Niemczech, kraju o zbliżonych do

---

<sup>61</sup> „Program Innowacyjna Energetyka, Rolnictwo Energetyczne”

<sup>62</sup> Ankieta „Ocena konkurencyjności wytwarzania energii odnawialnej w województwie łódzkim”

Polski warunkach wietrzności, w 2007 roku zainstalowana moc w turbinach wiatrowych wynosiła 22 246 MW.

W województwie łódzkim zainstalowanych jest kilka elektrowni wiatrowych o łącznej mocy ok. 40 MW. Największą z nich jest farma wiatrowa na „Górze Kamieńsk” o mocy 30 MW (15 x 2 MW). W najbliższym okresie na terenie województwa łódzkiego planowana jest budowa nowych obiektów energetyki wiatrowej. Duża część inwestycji obejmuje budowę pojedynczych wiatraków o mocach rzędu 0,15 – 1,00 MW. W ankietach zostały wskazane lokalizacje dla 5 dużych farm wiatrowych, o mocach od 24 – 54 MW. Największa inwestycja planowana jest w gminie Biała, w miejscowości Naramice i obejmuje instalację 27 turbin wiatrowych o mocy 2 MW każda. Planowany termin oddania do użytku przewidziany jest na rok 2010. Realizacja wszystkich przedstawionych w Tabeli 7-6 inwestycji spowoduje wzrost mocy zainstalowanej w energetyce wiatrowej w województwie łódzkim do ok. 250 MW.

**Tabela 7-6** Moc planowanych instalacji energetyki wiatrowej ze wskazaniem aktualnej fazy inwestycji

L.p	Lokalizacja		Ilość turbin	Moc instalacji MW	Termin oddania do użytku	Faza realizacji inwestycji
	Gmina	Miejscowość				
1	Rusiec	Nowa Wieś Gizałki	24	48,00	–	1
2	Rusiec	Dąbrowa Rusiecka	4	0,53	2009	2
3	Bedlno	Zleszyn	–	2,00	–	3
4	Dąbrowice	brak danych	28	56,00	–	1
5	Krośniewice	Teresin	1	2,00	2010	2
6	Krośniewice	Jankowice	–	2,00	2010	2
7	Krośniewice	Kajew	–	1,50	2010	2
8	Krzyżanów	brak danych	14	28,00	–	8
9	Wodzierady	brak danych	12	24,00	–	1
10	Sławno	Sławno Kolonia	3	0,60	2010	4
11	Siemkowice	brak danych	3	0,75	–	5
12	Siemkowice	brak danych	–	0,80	–	5
13	Łęki Szlacheckie	Trzepnica	–	0,60	2009	2
14	Uniejów	Kozaki Wielkie	9	0,99	–	–
15	Wartkowice	Kiki	–	0,80	2008	2
16	Radomsko	Dziepółcia	2	–	–	6
17	Radomsko	Okrajszów	1	–	–	6
18	Błaszki	brak danych	–	–	–	9
19	Burzenin	Burzenin	–	0,45	2008	7
20	Złoczew	Czarna	–	2,00	–	–
21	Bolimów	brak danych	–	–	–	4
22	Biała	Naramice	27	54	2010	–
23	Biała	Łyskornia	1	0,132	–	–
24	Pątnów	Kamionka	–	1	2010	2
25	Zgierz	brak danych	1	0,15	–	4
26	Zgierz	Jedlicze	2	2	–	4
<b>SUMA</b>			<b>132</b>	<b>226,30</b>		

**Źródło:** Ankieta „Ocena konkurencyjności wytwarzania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

Oznaczenia do tabeli:

- 1 – Forma przygotowawcza – zmiany w Studium i PZP Gminy
- 2 – Projekt budowlany – pozwolenie na budowę
- 3 – Wydana decyzja lokalizacyjna i środowiskowa
- 4 – Studium wykonalności
- 5 – Faza projektu
- 6 – Wydane decyzje o uwarunkowaniach środowiskowych
- 7 – Roboty budowlane, montaż urządzeń
- 8 – Wniosek o decyzje środowiskowe
- 9 – Planowana inwestycja

„-” brak danych

### **Energetyka słoneczna.**

W okresie objętym prognozą przewiduje się szybki rozwój energetyki wykorzystującej energię słońca. Rozwój energetyki słonecznej w Polsce opierać się będzie przede wszystkim na instalacji aktywnych systemów z kolektorami słonecznymi płaskimi, wykorzystywanymi do podgrzewania ciepłej wody użytkowej na potrzeby gospodarstw domowych, obiektów użyteczności publicznej, szpitali itp. Rozwojowi energetyki słonecznej sprzyjać będzie spodziewany, systematyczny spadek cen za 1 m<sup>2</sup> kolektorów oraz systemy wsparcia dla inwestorów.

W 2020 r., wg prognoz (IEO), możliwe jest wykorzystanie 20 PJ/rok z energetyki słonecznej oraz uzyskanie wskaźnika 0,4 m<sup>2</sup> kolektora słonecznego na mieszkańca. Warunki nasłonecznienia i uśłonecznienia w Polsce są zbyt niskie dla pełnego wykorzystania fotowoltaniki. Rozwój tej formy wykorzystania energii słonecznej będzie w Polsce ograniczony. Obecnie w województwie łódzkim zabudowanych jest ok. 3 653 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów słonecznych w dużych instalacjach. Oszacowano, że łącznie w województwie łódzkim zabudowanych jest ok. 8 000 m<sup>2</sup> kolektorów.

### **Wody geotermalne**

Polska posiada znaczne zasoby energii geotermalnej, które są aktualnie wykorzystywane w małym stopniu. Rozwój energetyki geotermalnej opierać się będzie na budowie przez przedsiębiorstwa ciepłownicze instalacji zlokalizowanych na Niżu Polskim w Sudetach i na Niece Podhalańskiej. Skomplikowane procedury uzyskania pozwolenia na eksploatację, ograniczone możliwości wykorzystania ciepła niskotemperaturowego przez cały rok oraz przede wszystkim bariera ekonomiczna związana z wysokimi kosztami inwestycyjnymi, nie stwarzają dogodnych uwarunkowań dla szybkiego rozwoju i budowy nowych instalacji wykorzystujących energię wód geotermalnych. Biorąc pod uwagę duże zasoby wód geotermalnych na obszarze województwa łódzkiego oraz istniejące opracowania studialne, dotyczące możliwości ich wykorzystania, można wyrazić pogląd, że w najbliższych latach liczba instalacji geotermalnych powinna wzrosnąć. Przykładem tego są wspomniane w niniejszym opracowaniu prace prowadzone w Łodzi, Poddębicach, Skierniewicach, Radomsku i Ozorkowie. Dodatkowo należy wspomnieć, że na obszarze

województwa znajdują się możliwe do wykorzystania otwory wiertnicze wykonane przez Państwowy Instytut Geologiczny. W tej sytuacji możliwe jest uniknięcie poniesienia kosztów związanych z wykonaniem nowych odwiertów geologicznych. W prognozach przewidziana jest budowa przynajmniej dwóch instalacji do roku 2020.



## 7.2 Zalecane kierunki rozwoju

Zestawienie teoretycznych i technicznych potencjałów poszczególnych rodzajów źródeł energii odnawialnej dla województwa łódzkiego przedstawiono w Tabeli 7-7.

**Tabela 7-7** Potencjał teoretyczny i techniczny poszczególnych rodzajów energii odnawialnej w województwie łódzkim

Źródła energii odnawialnej		Jednostka	Potencjał teoretyczny	Potencjał techniczny
Biopaliwa stałe	Drewno odpadowe	GJ/rok	783 737	626 260
	Odpady pozrębowe	GJ/rok	4 666 300	933 300
	Gminne tereny zielone i sady	GJ/rok	706 700	265 300
	Słoma	GJ/rok	18 529 500	4 447 100
	Uprawy energetyczne   plon co 3 lata	GJ/rok	84 000 000	65 100
	Odpady z przetwórstwa rolno - spożywczego	GJ/rok	3 560 000	1 070 000
Biopaliwa gazowe	Gaz składowiskowy	GJ/rok	1 385 000	483 605
	Biogaz rolniczy	GJ/rok	10 134 400	1 709 000
	Biogaz z oczyszczalni	GJ/rok	222 200	187 768
Mała Energetyka Wodna		GJ/rok	2 214 000	144 000
Energia słoneczna		GJ/rok	$76,5 \cdot 10^{10}$	$191 \cdot 10^6$
Energia wiatru		kWh/m <sup>2</sup> /rok	1 713*	
Energia geotermalna		GJ/rok	$6,38 \cdot 10^{12}$	$17,6-28,9 \cdot 10^6$

\*na wysokości 80 m. n.p.g

Źródło: Opracowanie własne.

### Biopaliwa stałe

Łączny potencjał techniczny biopaliw stałych obejmujący słomę, drewno, odpady pozrębowe, odpady z gminnych terenów zielonych i sadów, odpady z przetwórstwa rolno-spożywczego oraz uprawy energetyczne w województwie łódzkim oszacowano na 7 407 tys. GJ/rok.

Rekomendowany kierunek wykorzystania zasobów biopaliw stałych to efektywne spalanie w kotłach przystosowanych do ich spalania, zabudowanych w gospodarstwach domowych, w lokalnych kotłowniach, ciepłowniach i układach kogeneracyjnych.

Drugi rekomendowany kierunek dotyczy głównie upraw rolniczych, odpadów organicznych z produkcji rolno-spożywczej do produkcji na ich bazie biogazu, w instalacjach zintegrowanych ze źródłami kogeneracyjnymi, wytwarzającymi prąd elektryczny i ciepło.

**Tabela 7-8 Potencjał techniczny biopaliw stałych w województwie łódzkim**

Powiat	Potencjał techniczny tys. GJ/rok					Suma <sup>63</sup> tys. GJ/rok	
	Odpady drewna <sup>64</sup>	Odpady pozrębowe	Utrzymanie gminnych terenów zielonych i sadów	Słoma	Uprawy energetyczne		
p. bełchatowski	626	71	18	138	0,96	228	
p. brzeziński		12	15	119	1,60	148	
p. kutnowski		10	25	330	0,00	365	
p. łaski		32	8	132	7,66	179	
p. łęczycki		10	12	205	1,92	229	
p. łowicki		24	26	318	0,00	368	
p. łódzki wschodni		30	9	127	0,00	166	
p. opoczyński		77	9	198	2,55	287	
p. pabianicki		32	14	99	1,28	145	
p. pajęczański		48	4	172	17,88	242	
p. piotrkowski		83	8	396	2,87	491	
p. poddębicki		33	10	228	0,00	271	
p. radomszczański		107	8	274	0,00	390	
p. rawski		19	133	142	0,00	295	
p. sieradzki		67	20	377	12,10	476	
p. skierniewicki		40	40	198	0,00	277	
p. tomaszowski		78	16	236	1,28	331	
p. wieluński		55	9	235	0,64	299	
p. wieruszowski		36	4	156	3,19	200	
p. zduńskowolski		19	9	92	0,32	120	
p. zgierski		39	37	198	10,85	284	
p. miasto Łódź		7	116	50	0,00	173	
p. miasto Piotrków Tryb.		3	4	15	0,00	22	
p. miasto Skierniewice		0	10	13	0,00	23	
<b>Suma</b>		<b>626</b>	<b>933</b>	<b>265</b>	<b>4 447</b>	<b>65,10</b>	<b>6 607*</b>

\* Suma potencjału technicznego, łącznie z drewnem małym i średnio wymiarowym.

Źródło: Opracowanie własne.

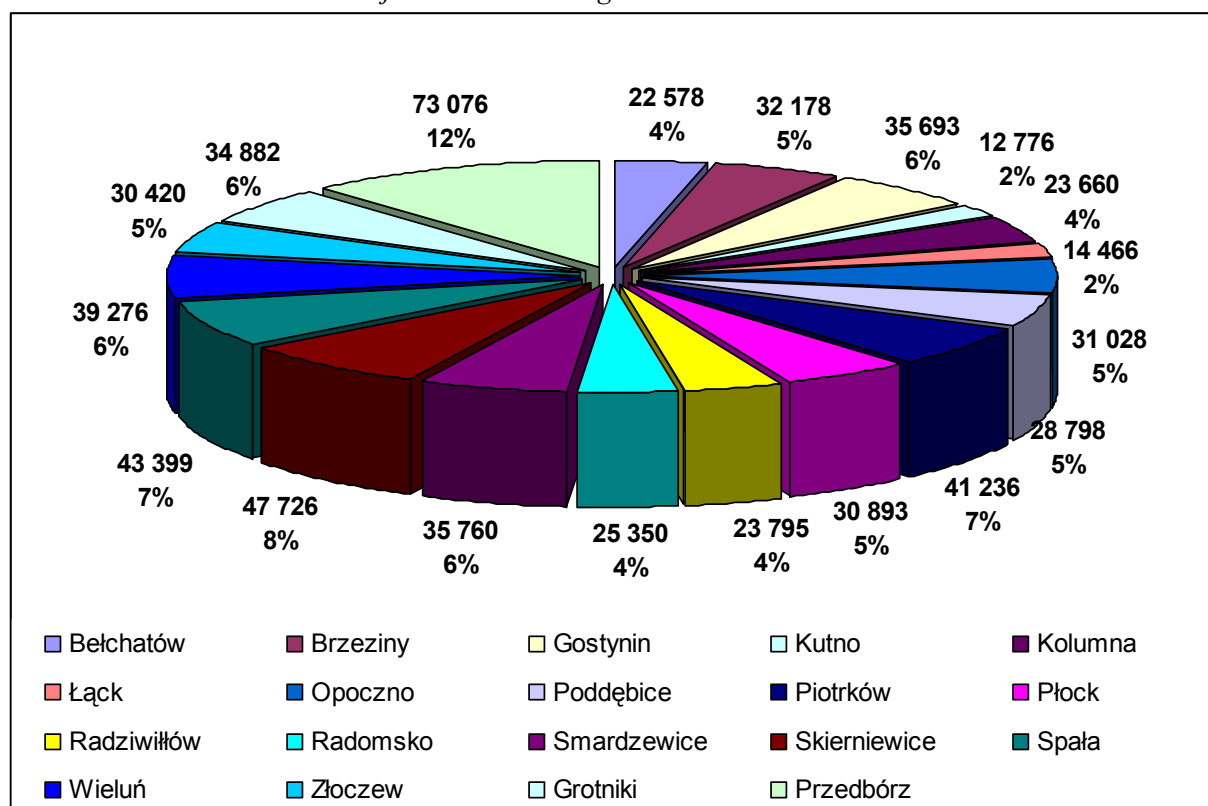
### Drewno odpadowe i odpady pozrębowe

Województwo łódzkie należy do województw o najmniejszej lesistości w skali kraju. Oszacowany potencjał techniczny drewna odpadowego małego i średniowymiarowego i odpadów pozrębowych wynosi 1 560 GJ/rok. Potencjał techniczny drewna małego i średniowymiarowego w nadleśnictwach należących do województwa łódzkiego jest stosunkowo niski. Wielkość potencjału jest porównywalna w poszczególnych nadleśnictwach, przy czym największy potencjał powyżej 40 000 GJ/rok występuje w nadleśnictwach Skierniewice, Spała oraz Piotrków, najmniejszy w nadleśnictwach Łąck i Kutno, rzędu 13 000 GJ/rok. Udział poszczególnych nadleśnictw w całkowitym potencjale technicznym drewna małego i średniowymiarowego przedstawiono na Rysunku 7-1.

<sup>63</sup> Sumy dla poszczególnych powiatów nie uwzględniają potencjału drewna

<sup>64</sup> Potencjał techniczny drewna odpadowego w nadleśnictwach województwa łódzkiego

**Rysunek 7-1** Wielkość potencjału technicznego drewna mało- i średniowymiarowego w poszczególnych nadleśnictwach województwa łódzkiego



*Źródło:* Opracowanie własne na podstawie danych otrzymanych z Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Łodzi.

Drewno odpadowe jest w dużej części zagospodarowywane przez przemysł przetwórstwa drzewnego. Do energetycznego wykorzystania powinny być pozyskiwane odpady pozrębowe, do tej pory praktycznie niepozyskiwane. Najwięcej drewna z cięć pielęgnacyjnych sadów jest do pozyskania w powiecie rawskim. Miasto Łódź posiada natomiast stosunkowo duży potencjał drewna i odpadów drewna pochodzących z utrzymania miejskich terenów zielonych.

W najbliższych latach zasoby drewna odpadowego, odpadów pozrębowych, odpadów drzewnych z utrzymania gminnych terenów zielonych i sadów nie będą w województwie łódzkim znaczącym zasobem energetycznym.

### Słoma zbóż

Województwo łódzkie z racji swojego rolniczego charakteru i dużej powierzchni upraw posiada znaczny potencjał techniczny energii zawartej w nadwyżkach słomy z upraw zbóż, rzepaku, roślin strączkowych i kukurydzy wynoszący  $4,447 \cdot 10^6$  GJ/rok. Powiatami o największych nadwyżkach słomy są powiaty: piotrkowski, sieradzki, kutnowski oraz łowicki.

Najmniejszy potencjał słomy posiadają, z racji swojego miejskiego charakteru, powiaty grodzkie: łódzki grodzki, piotrkowski grodzki oraz skierniewicki grodzki.

Słoma, która jest aktualnie najcenniejszym zasobem biopaliwa stałego w województwie łódzkim, powinna odegrać znaczącą rolę w rozwoju energetyki odnawialnej. Realnie nie należy się spodziewać radykalnego wzrostu zasobów nadwyżek słomy, choć pewien wzrost zasobów jest możliwy wraz z powiększeniem upraw rzepaku (słoma rzepaku 3,5 t/ha, słoma zbóż 2 t/ha) przeznaczonych na surowiec do produkcji estrów rzepakowych. Problemem jest jednak pozyskanie istniejących nadwyżek słomy z gospodarstw. Możliwe do pozyskania nadwyżki słomy są w znacznym stopniu rozproszone ze względu na rozdrobnienie gospodarstw. Pozyskanie tego surowca wymaga stworzenia lokalnych rynków słomy oraz organizacji jej zbiórki, skupu i transportu z pola do wytwórcy energii. Organizacją rynku słomy powinien się zająć przede wszystkim wytwórca energii, w celu zapewnienia sobie stabilności dostaw poprzez m.in. zawieranie z rolnikami długoletnich kontraktów na jej dostawę. Na lokalnym rynku słomy powinny również powstawać lokalni producenci specjalizujący się w przetwórstwie słomy na brykiety i palety.

### Uprawy energetyczne

Aktualnie areał przeznaczony pod uprawy energetyczne w województwie wynosi ok. 200 ha, z których można aktualnie uzyskać ok. 65 100 GJ energii rocznie. W najbliższych latach wobec ograniczonych zasobów innych biopaliw stałych, plony z upraw roślin energetycznych powinny mieć znaczący udział w produkcji energii z OZE.

Areał nieużytków w województwie łódzkim wynosi 199 854 ha, jednak nie cały areał nieużytków może być wykorzystany pod uprawy. Uprawy energetyczne powinny obejmować jak najwięcej gatunków (dozwolonych do upraw) roślin dostosowanych do zróżnicowanych warunków glebowych i stosunków wodnych. Uprawy energetyczne mogą być istotnym czynnikiem aktywizującym rolnictwo w województwie, pod warunkiem zapewnienia opłacalności produkcji i możliwości uzyskania przez producenta wsparcia finansowego w momencie ich zakładania.

W Tabeli 7-9 przedstawiono, na przykładzie uprawy wierzby energetycznej, możliwy do uzyskania potencjał techniczny zasobów energetycznych w zależności od wielkości areału upraw.

**Tabela 7-9** *Potencjał techniczny upraw w zależności od wielkości areału (na przykładzie wierzby energetycznej)*

Procent zagospodarowania nieużytków	Nieużytki przeznaczone pod uprawę ha	Ilość energii GJ/rok		
		Zbiór coroczny	Zbiór co 2 lata	Zbiór co 3 lata
100%	199 854	43 917 996	47 775 658	63 799 792
50%	99 927	21 958 998	23 887 829	31 899 896
40%	79 942	17 567 199	19 110 263	25 519 917
30%	59 956	13 175 399	14 332 697	19 139 938
20%	39 971	8 783 599	9 555 132	12 759 958
10%	19 985	4 391 800	4 777 566	6 379 979
5%	9 993	2 195 900	2 388 783	3 189 990

*Źródło: Opracowanie własne.*

Analizując Tabele 7-9 warto zwrócić uwagę na fakt, że przy zagospodarowaniu tylko 10 % nieużytków w województwie, potencjał energii pochodzącej z upraw energetycznych byłby dominujący (Tabela 7-10) i stanowiłby 45 % całkowitych zasobów biopaliw stałych. Powiatami o największej powierzchni nieużytków, a tym samym o największym potencjale do wykorzystania w zakresie upraw energetycznych, są powiaty: sieradzki, radomszczański, piotrkowski oraz bełchatowski.

**Tabela 7-10** Konkurencyjność wykorzystania poszczególnych rodzajów biopaliw stałych i gazowych w powiatach województwa łódzkiego

Powiat	Odpady pozrębowe	Utrzymanie gminnych terenów zielonych i sadów	Słoma	Uprawy energetyczne (przy zagospodarowaniu 10% nieużytków)	Biogaz rolniczy
p. bełchatowski	2	2	3	5	2
p. brzeziński	2	2	3	2	2
p. kutnowski	2	2	5	4	4
p. łaski	2	2	3	4	2
p. łęczycki	2	2	4	4	2
p. łowicki	2	2	5	4	3
p. łódzki wschodni	2	2	3	3	3
p. opoczyński	2	2	3	4	2
p. pabianicki	2	2	2	3	2
p. pajęczański	2	2	3	4	2
p. piotrkowski	2	2	5	6	5
p. poddębicki	2	2	4	5	3
p. radomszczański	3	2	4	6	3
p. rawski	2	3	3	3	2
p. sieradzki	2	2	5	6	3
p. skierniewicki	2	2	3	3	2
p. tomaszowski	2	2	4	5	2
p. wieluński	2	2	4	4	2
p. wieruszowski	2	2	3	3	2
p. zduńskowolski	2	2	2	3	2
p. zgierski	2	2	3	5	2
p. miasto Łódź	2	3	2	2	2
p. miasto Piotrków Tryb.	2	2	2	2	1
p. miasto Skierniewice	1	2	2	5	–

*Źródło: Opracowanie własne.*

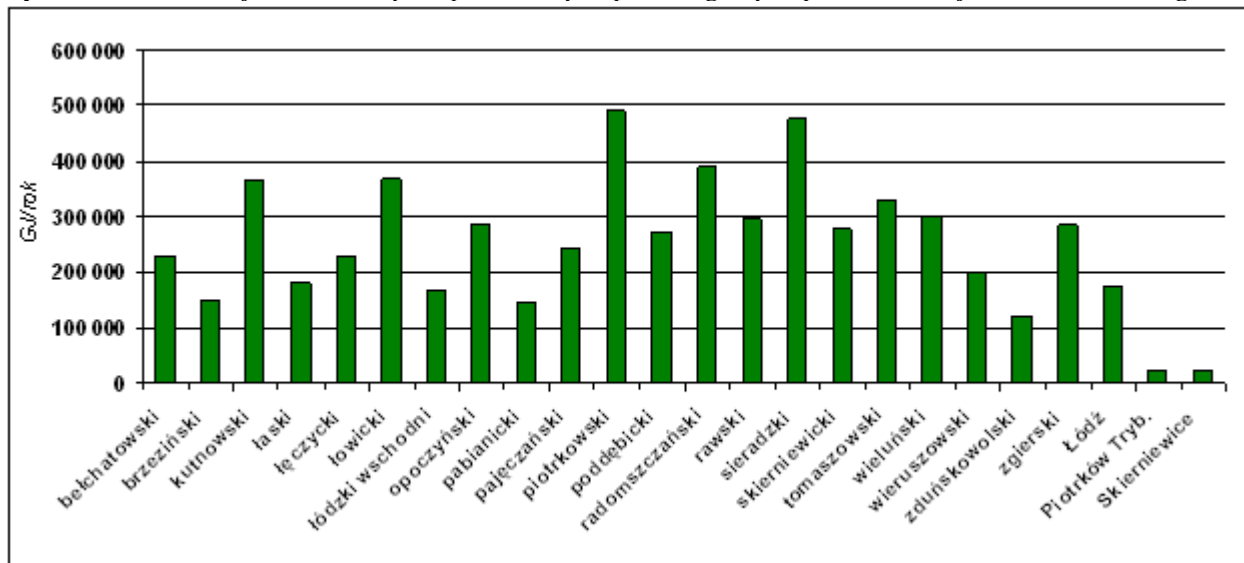
Oznaczenia:

Potencjał techniczny, GJ/rok

1	–	0 – 999
2	–	1 000 – 99 999
3	–	100 000 – 199 000
4	–	200 000 – 299 000
5	–	300 000 – 399 000
6	–	400 000 – 499 000

Powiatem o najwyższym potencjale technicznym biopaliw stałych jest powiat piotrkowski, zlokalizowany w południowo-wschodniej części województwa. Całkowity potencjał techniczny energii biopaliw stałych dla powiatu piotrkowskiego wynosi w przybliżeniu 491 tys. GJ/rok. Następnym w kolejności powiatem jest powiat sieradzki, którego potencjał techniczny wynosi 476 tys. GJ/rok. Powiatami o najniższym potencjale są powiaty grodzkie oraz powiaty pabianicki, brzeziński i zduńskowolski. Powiaty te posiadają potencjał techniczny biopaliw stałych o wartości poniżej 150 tys. GJ/rok.

**Rysunek 7-2** Potencjał techniczny biopaliw stałych poszczególnych powiatów województwa łódzkiego



Źródło: Opracowanie własne

### Biopaliwa gazowe

Województwo łódzkie posiada znaczący potencjał techniczny do produkcji biogazu wynoszący 2 380 tys. GJ/rok. Potencjał ten jest równoważny z 76,8 mln m<sup>3</sup> gazu ziemnego. Energetyczne wykorzystanie zasobów biopaliw do pozyskania w województwie łódzkim jest zalecanym kierunkiem rozwoju OZE. Rekomendowany sposób wykorzystania zasobów to spalanie biogazu w silnikach spalinowych z generatorem prądu.

### Biogaz rolniczy

Biorąc pod uwagę źródła pochodzenia biogazu, największy potencjał posiada biogaz pochodzenia rolniczego, tzn. powstający w procesie fermentacji odchodów zwierzęcych. Potencjał techniczny biogazu rolniczego oszacowany na 1 709 tys. GJ/rok stanowi przeszło 70 % całkowitego potencjału biogazu, możliwego do pozyskania w województwie. Z dużych gospodarstw (bydło > 100 sztuk, trzoda chlewna > 2 000 sztuk, drób > 10 000 sztuk) zlokalizowanych w województwie łódzkim jest do pozyskania ok. 91,3 mln m<sup>3</sup>/rok biogazu rolniczego pochodzącego tylko z fermentacji gnojowicy i obornika. W skali całego województwa 35 % trzody chlewnej, 36,7 % drobiu oraz jedynie 4,35 % bydła hodowane jest w gospodarstwach spełniających przyjęte warunki dla gospodarstwa dużego. Powiatem o najwyższym

potencjale technicznym biogazu jest powiat piotrkowski 340 197 GJ/rok. W powiecie tym zlokalizowanych jest 66 dużych gospodarstw hodowlanych, z czego aż 60 stanowią gospodarstwa, w których hodowana jest trzoda chlewna. Średnia ilość trzody chlewnej w poszczególnych gospodarstwach (powyżej 2000 sztuk) wynosi 4622 sztuki. Łącznie w powiecie piotrkowskim w dużych gospodarstwach hodowlanych można wytworzyć 18,2 mln. m<sup>3</sup>/rok biogazu. Gminą o najwyższym potencjale w powiecie piotrkowskim jest Grabica, w której łącznie hodowanych jest 187 981 sztuk trzody chlewnej, z czego 106 839 hodowanych jest w 29 dużych gospodarstwach. W gminie Grabica możliwa jest budowa wytwórni biogazu w 29 gospodarstwach hodowlanych, z których można pozyskać 6,277 mln m<sup>3</sup>/rok biogazu rolniczego. Powiat kutnowski posiada drugi co do wielkości w województwie potencjał techniczny (207 818 GJ/rok) biogazu rolniczego. W powiecie tym, całkowite pogłowie bydła wynosi 40 244, a trzody chlewnej 236 270 sztuk. Na duże gospodarstwa przypada 10 % bydła i aż 45 % trzody. Największe gospodarstwa w powiecie kutnowskim znajdują się w gminach Strzelce i Dąbrowice. Następnym w kolejności powiat z największym potencjałem technicznym biogazu rolniczego to powiat łódzki wschodni (172 593 GJ/rok) oraz powiat łowicki (123 469 GJ/rok)<sup>65</sup>.

W sumie w województwie łódzkim istnieje realna możliwość wybudowania ponad 250 biogazowni rolniczych zlokalizowanych w dużych gospodarstwach hodowlanych.

#### **Gaz składowiskowy**

Potencjał techniczny biogazu ze składowisk odpadów, w porównaniu do innych zasobów energii odnawialnej, nie jest wysoki i wynosi ok. 483 605 GJ/rok, pomimo to, jego produkcja oraz wykorzystanie energetyczne w tego typu obiektach powinno stać się ważnym elementem gospodarki energetycznej regionu. Największy wykorzystywany aktualnie potencjał posiada składowisko odpadów we Frankach, w gminie Krośniewice. Ze składowisk odpadów, na których nie jest prowadzone odzyskiwanie biogazu, największy potencjał posiada składowisko odpadów w Ruszczynie, w powiecie radomszczańskim. Szacowana roczna produkcja biogazu ze składowiska może wynieść nawet ponad 1,2 mln m<sup>3</sup> w ciągu roku, co odpowiada energii pierwotnej rzędu 100 tys. GJ/rok. Obecnie w województwie łódzkim działa 6 instalacji pozyskujących biogaz ze składowisk odpadów o łącznej mocy ok. 2 MW, dodatkowo potencjalnie do wybudowania są 4 instalacje pozyskiwania biogazu składowiskowego (Tabela 7-11) wraz z układami kogeneracyjnymi na bazie silników spalinowych.

---

<sup>65</sup> Opracowanie własne na podstawie ARiMR



**Tabela 7-11 Składowiska odpadów, gdzie zalecana byłaby produkcja gazu składowiskowego.**

Nazwa składowiska	Gmina	Ilość składowanych odpadów t/rok	Szacowany potencjał produkcji biogazu tys. m <sup>3</sup> /rok	Energia tys. GJ/rok
Ruszczyń	Kamieńsk	104 191	7 793	105
Wola Kruszyńska	Bełchatów	69 209	4 844	70
Mostki	Zduńska Wola	20 359	1 425	20
Rogowiec	Kleszczów	13 599	951	13

**Źródło:** „Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012 – 2015”, Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

#### **Biogaz z oczyszczalni ścieków**

Potencjał techniczny produkcji biogazu z oczyszczalni ścieków w województwie łódzkim wynosi ok. 188 tys. GJ/rok. Największy potencjał posiada oczyszczalnia ścieków w Łodzi, do której dziennie dostarczanych jest ponad 198 tys. m<sup>3</sup> ścieków. Biogaz w tej oczyszczalni pozyskiwany jest od 2004 roku. Oprócz łódzkiej oczyszczalni ścieków, w województwie zlokalizowane są jeszcze 2 instalacje pozyskiwania biogazu, tj. w Piotrkowie Trybunalskim oraz w Rawie Mazowieckiej. Zalecane lokalizacje do produkcji biogazu z oczyszczalni ścieków w województwie łódzkim zostały przedstawione w Tabeli 7-12.

**Tabela 7-12 Oczyszczalnie ścieków wytypowane do produkcji biogazu**

Lokalizacja oczyszczalni	Ilość przyjmowanych ścieków m <sup>3</sup> /dobę	Produkcja biogazu m <sup>3</sup> /rok	Energia GJ/rok
Kutno	11 500	419 750	7 253
Zgierz	11 500	419 750	7 253
Radomsko	11 128	406 172	7 019
Tomaszów Mazowiecki	10 000	365 000	6 307
Skierniewice	9 613	350 875	6 063
Bełchatów	8 635	341 567	5 902
Łowicz	7 560	315 178	5 446
Zduńska Wola	3 200	275 940	4 768

**Źródło:** Ankieta „Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim”.

Pomimo niskiego potencjału biogazu z oczyszczalni ścieków oraz ze składowisk odpadów, ich produkcja powinna stać się ważnym elementem gospodarki energetycznej regionu. Produkcja energii elektrycznej oraz ciepła, przy wykorzystaniu biogazu z oczyszczalni ścieków oraz ze składowisk odpadów, prawdopodobnie nie wpłynie w dużym stopniu na zwiększenie udziału energii odnawialnej w skali województwa, jednak może wpłynąć korzystnie na bilans energetycznych obiektów. Dodatkową zaletą odzyskiwania biogazu ze składowisk odpadów oraz oczyszczalni ścieków byłoby zmniejszenie

uciążliwości tych obiektów dla ludności zamieszkałej w pobliżu, poprzez redukcję przykrych zapachów oraz redukcję zanieczyszczeń, głównie metanu, emitowanych do atmosfery.

### **Mała Energetyka Wodna**

Potencjał energii wodnej w województwie łódzkim jest stosunkowo niski. Szacowany potencjał teoretyczny wynosi 615 GWh/rok, a techniczny 40,22 GWh/rok. W województwie istnieje ponad 350 budowli piętrzących, które zarząd WZMiUW chce wydzierżawić potencjalnym inwestorom. Jednak brak jest dokładnych informacji, ile z tych budowli nadaje się do energetycznego wykorzystania z racji osiąganych spadków i przepływów oraz stanu technicznego. Możliwości wykorzystania istniejących budowli piętrzących dla celów energetycznych wymaga indywidualnej oceny, ponieważ część z nich może być tylko zagospodarowana na stawy i małe zalewy. Moce osiągnane przez małe elektrownie wodne nie wpłyną w znaczny sposób na strukturę produkcji energii elektrycznej z OZE.

### **Energia słoneczna**

W skali krajowej województwo łódzkie posiada dość wysoki potencjał teoretyczny promieniowania słonecznego wynoszący średnio 1170 kWh/m<sup>2</sup>/rok. Jest on mało zróżnicowany na terenie województwa. Powiaty o najwyższym potencjale zlokalizowane są w centralnej i wschodniej części województwa i należą do nich: powiat łódzki grodzki, łódzki wschodni, brzeziński, tomaszowski rawski i opoczyński. Powiatami o najmniejszym potencjale wynoszącym poniżej 1160 kWh/m<sup>2</sup>/rok są powiaty zlokalizowane w południowo-zachodniej części województwa: powiat wieluński, wierszowski oraz pączęcański.

Rekomendowane wykorzystanie energii słonecznej to: instalacje z kolektorami słonecznymi zabudowanymi przy gospodarstwach domowych i rolnych, obiektach użyteczności publicznej, szpitalach, ośrodkach rekreacyjnych i wypoczynkowych, basenach itp. Wykorzystanie energii słonecznej do podgrzewu wody, suszenia produktów rolnych itp.

Potencjalna grupa nabywców dużych instalacji słonecznych (o powierzchni kolektorów słonecznych ponad 50 m<sup>2</sup>) w województwie łódzkim:

- Zakłady Opieki Zdrowotnej, szpitale.

W województwie łódzkim znajduje się 89 szpitali oraz 312 zakładów opieki zdrowotnej. Duża część z nich wymaga modernizacji sieci ciepłowniczej i kotłowni, co stwarza uzasadnioną przyczynę do zastosowania instalacji kolektorów słonecznych. Zakładając, że w co 10. obiekcie przeprowadzona zostanie termomodernizacja, w ramach której zainstalowana zostanie instalacja solarna o powierzchni minimum 50 m<sup>2</sup>, otrzymamy sumarycznie 2000 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów słonecznych. Z takiej powierzchni, przy potencjale energii promieniowania słonecznego wynoszącym w woj. łódzkim 2,1 GJ/m<sup>2</sup> rocznie, można uzyskać 4 200 GJ energii.

– Szkoły publiczne.

Całkowita liczba publicznych szkół podstawowych, gimnazjów, szkół ponadgimnazjalnych, przedszkoli oraz żłobków w województwie łódzkim to 2348 obiektów. Zakładając, że co 10 budynek szkolny wykorzystywany również w okresie letnim zostanie poddany termomodernizacji i w ramach tego zainstalowana zostanie duża instalacja solarna (min. 50 m<sup>2</sup>), to daje wynik 11740 m<sup>2</sup> kolektorów zdolnych do wytworzenia prawie 25 000 GJ rocznie.

– Domy pomocy społecznej, domy dziecka.

Całkowita liczba obiektów to 320, zakładając, że przy co 5. obiekcie powstanie instalacja solarna (min. 50 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów), otrzymamy 3 200 m<sup>2</sup> kolektorów o potencjale wytworzenia 6720 GJ energii rocznie.

– Usługi hotelarskie, pensjonaty, pływalnie kryte.

W województwie łódzkim znajduje się 255 obiektów tego typu, w tym 10 pływalni krytych. Zakładając, że w co 10. obiekcie zainstalowane zostaną kolektory słoneczne (min. 50 m<sup>2</sup>/obiekt), uzyskana zostanie powierzchnia 1 275 m<sup>2</sup>, z której można będzie uzyskać 2 677 GJ rocznie.

Potencjalna powierzchnia kolektorów słonecznych możliwych do zainstalowania w wymienionych wyżej obiektach, przy założeniu minimalnej powierzchni 50 m<sup>2</sup>/obiekt wynosi 18 215 m<sup>2</sup>, co przy potencjale technicznym wynoszącym 2,1 GJ/m<sup>2</sup>/rok daje 38 250 GJ/rok. Taka ilość energii odpowiada 1 663 t węgla o wartości opałowej 23 GJ/t, co przy cenie węgla 650 zł/t daje oszczędność 1 080 950 zł/rok.

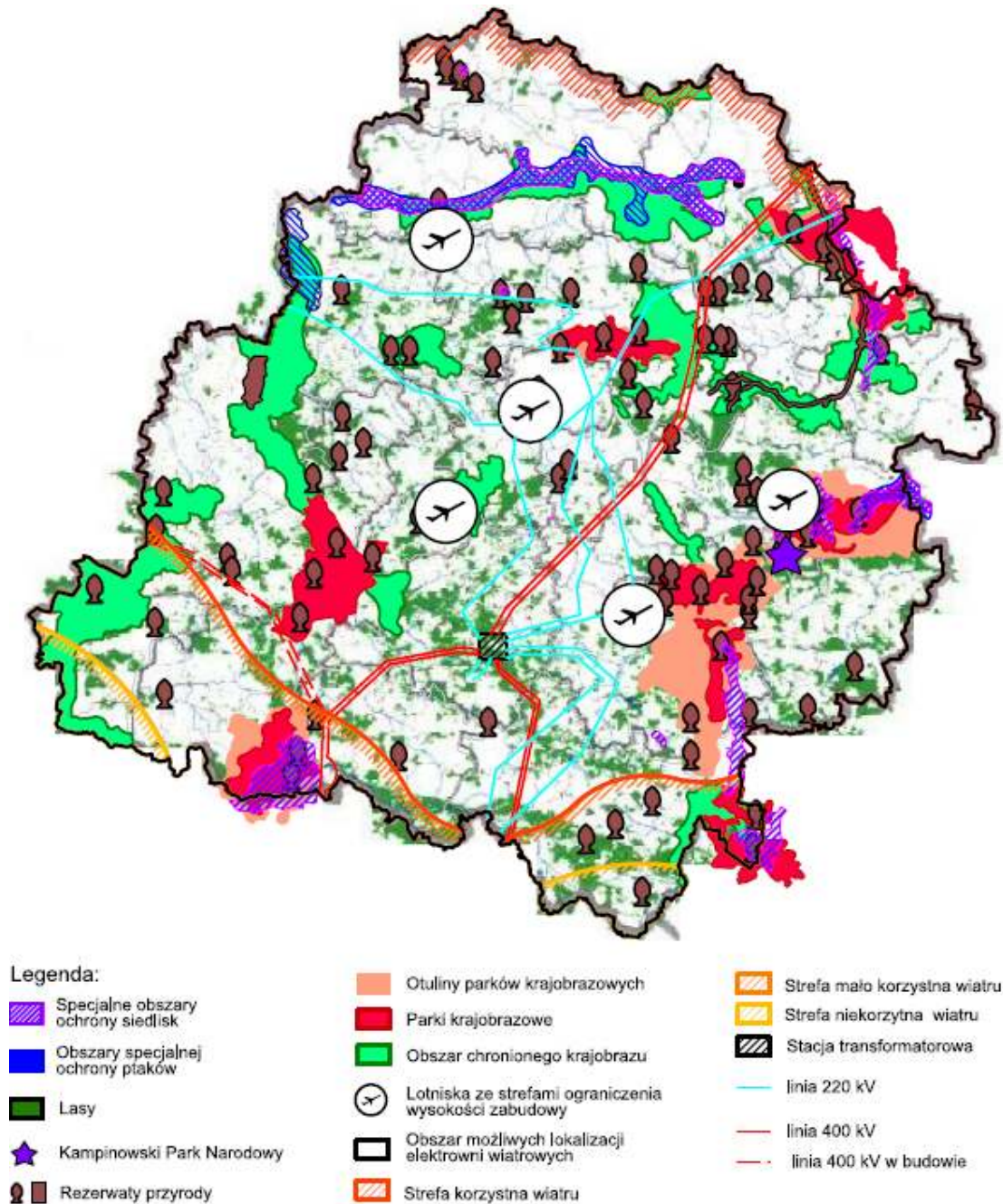
### **Energia wiatru**

Województwo łódzkie zlokalizowane jest w przeważającej części w strefie określonej jako korzystna do wykorzystania energii wiatru. Jedynie południowo-wschodnia część województwa, obejmująca powiaty: wierszowski, wieluński, pączężański, ulokowana jest w strefach mało- bądź niekorzystnych. Ocena zasobów technicznych energii wiatru jest trudna z powodu braku szczegółowej mapy wietrzności dla regionu.

Zalecany kierunek wykorzystania energii wiatru to: instalacja farm wiatrowych z turbogeneratorami o wysokiej produktywności energii elektrycznej, opartych na urządzeniach nowych, budowa wiatraków na potrzeby pojedynczych lub grupy gospodarstw domowych i rolnych.

Potencjalne obszary, na których dopuszczalny byłby rozwój energetyki wiatrowej, z uwzględnieniem stref energetycznych wiatru, przedstawiono na Rysunku 7-3.

Rysunek 7-3 Dopuszczalne lokalizacje obiektów energetyki wiatrowej



**Źródło:** Opracowanie własne na podstawie portalu internetowego Natura 2000 oraz Programu Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011, z perspektywą na lata 2012 – 2015.

Ze względu na możliwość podłączenia do sieci elektroenergetycznej korzystnymi obszarami do rozwoju energetyki wiatrowej w województwie łódzkim są: rejon Bełchatowa, gdzie znajduje się stacja rozdzielcza 400 kV oraz rejon Pabianic, Janowa i Piotrkowa ze stacjami rozdzielczymi 220 kV.

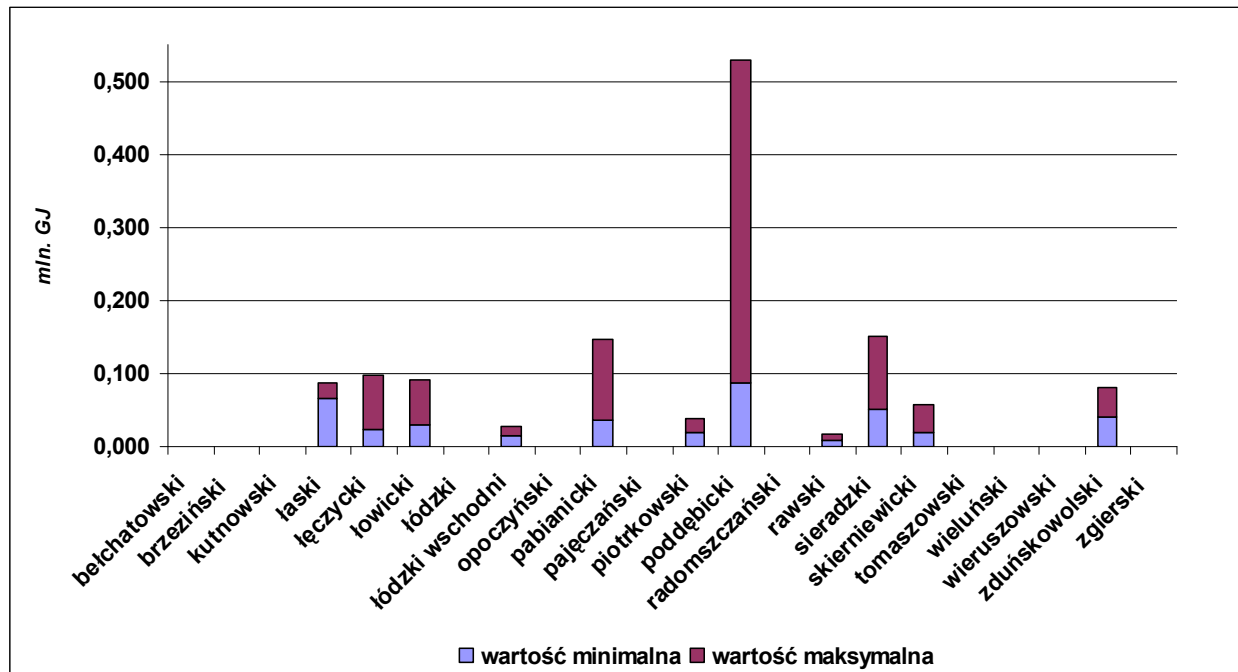
W całkowitym bilansie energii odnawialnej energia wiatru będzie odgrywała dominującą rolę, po energii pozyskiwanej z biopaliw stałych.

### **Energia geotermalna**

Województwo łódzkie, z racji swojego położenia, posiada bardzo duże zasoby energii geotermalnej szacowane na 17,60 – 28,91 mln GJ/rok, które można wykorzystać do produkcji energii cieplnej bądź do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła. Geotermia wymaga jednak bardzo dużych nakładów inwestycyjnych, związanych głównie z przeprowadzeniem szczegółowych badań hydrogeologicznych oraz wykonaniem odwiertów. Obecnie wydobywane są wody geotermalne z poziomu dolnej kredy i jury. Szacowane zasoby z tych dwóch warstw wynoszą 5,967 – 10,465 mln GJ. Powiatami o największym potencjale wód geotermalnych z poziomu dolnej kredy i jury to powiaty: poddębicki, sieradzki, skierniewicki. Realizacja wykorzystania energii wód geotermalnych powinna się odbywać głównie przez przedsiębiorstwa ciepłownicze, wytwarzające przez cały rok ciepłą wodę użytkową i zapewniające pełne wykorzystanie odwiertu. Efektywniejszemu wykorzystaniu energii geotermalnej sprzyja także budowa sieci o zróżnicowanych temperaturowo odbiorcach ciepła. Należy spodziewać się, że w pobliżu ciepłowni geotermalnych będą powstawać także inne obiekty wykorzystujące energię geotermalną, np. obiekty o przeznaczeniu typowo rekreacyjnym (parki wodne) czy typowo rolniczym i przemysłowym (szklarnie, suszarnie produktów rolnych, suszarnie drewna, baseny do hodowli ryb itp.). Obszary wiejskie, charakteryzujące się dużym rozproszeniem zabudowy, nie są preferowanymi terenami do rozwoju energetyki pochodzącej ze źródeł geotermalnych, ze względu na brak możliwości przesyłu ciepła. W perspektywie rozwoju geotermii w województwie łódzkim szczególnie korzystna wydaje się być realizacja projektów geotermalnych w aglomeracjach miejskich z istniejącą infrastrukturą ciepłowniczą (Łódź, Skierniewice, Piotrków Trybunalski, Radomsko, Sieradz), jak również w mniejszych miejscowościach o zwartej budowie architektonicznej jak: Uniejów, Ozorków, Rogóżno.

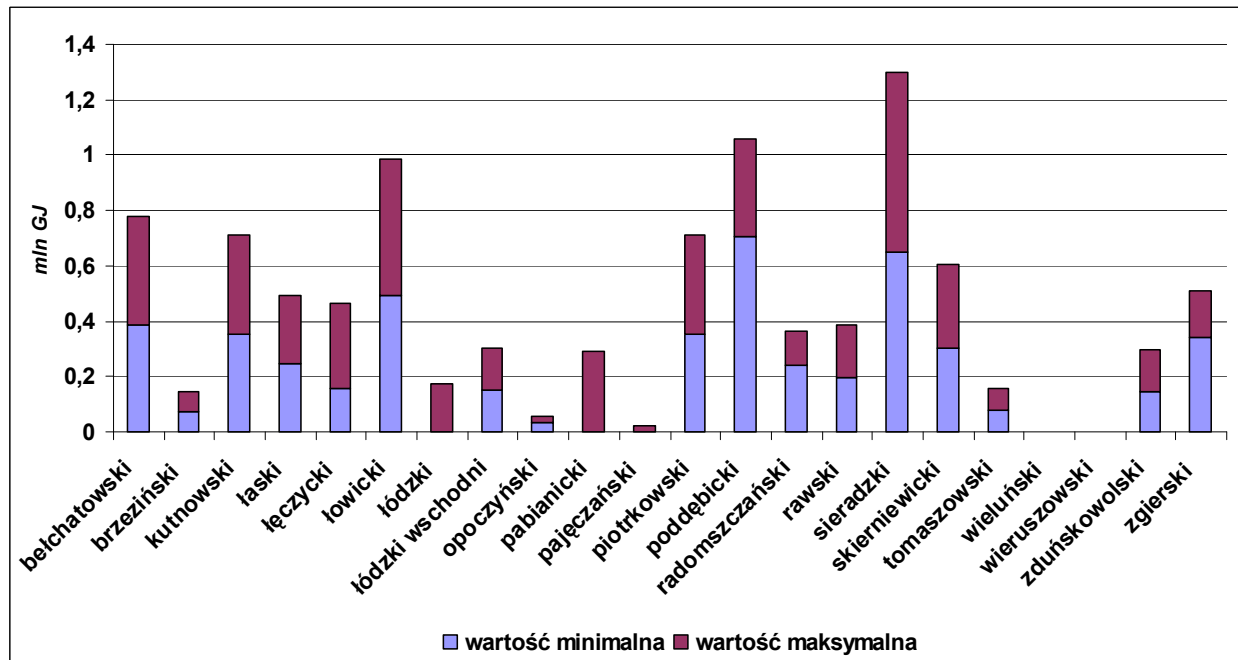


Rysunek 7-4 Potencjał techniczny zasobów energii geotermalnej Dolnej Kredy



Źródło: Opracowanie własne.

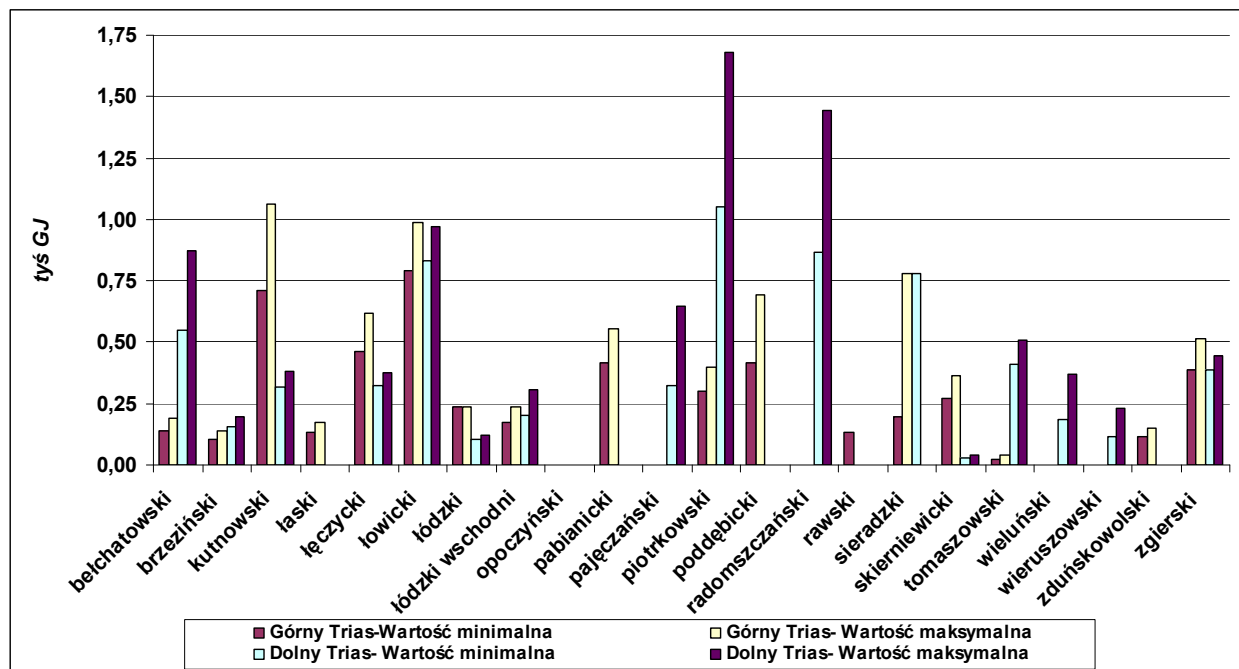
Rysunek 7-5 Potencjał techniczny zasobów geotermalnych Dolnej Jury



Źródło: Opracowanie własne.

Województwo łódzkie posiada również duże zasoby wód geotermalnych zlokalizowanych na większych głębokościach tj. w warstwie górnego i dolnego triasu, szacowane na 11,7 – 18,5 mln GJ. Potencjał techniczny energii geotermalnej z głębszych warstw Ziemi przedstawiony został na Rysunku 7-6.

**Rysunek 7-6** Potencjał techniczny wód geotermalnych zlokalizowanych w warstwach Dolnego i Górnego Triasu



**Źródło:** Opracowanie własne.

Województwo łódzkie posiada znaczne zasoby energii geotermalnej zarówno z poziomów wodonośnych obecnie eksploatowanych, jak i z prognostycznych zasobów geotermalnych dolnego i górnego triasu. Uwzględniając osiągnięte poziomy temperatur i wydajności studni, największy potencjał techniczny wykorzystania energii geotermalnej utworów dolnej kredy występuje w powiecie poddębickim. Na uwagę zasługują także potencjały w powiatach: łaskim, sieradzkim, pabianickim, łowickim i zduńskowolskim.

Najbardziej perspektywiczne zasoby jury dolnej znajdują się w powiatach: sieradzkim, poddębickim i łowickim. Na uwagę zasługują także zasoby powiatów skierniewickiego, zgierskiego i łaskiego. Z kolei najmniej zasobne są powiaty: radomszczański, brzeziński, opoczyński oraz pajęczański.

Największy potencjał wykorzystania energii geotermalnej triasu górnego występuje w powiatach kutnowskim, łączycyckim, sieradzkim, poddębickim i łowickim. Znaczne zasoby znajdują się także w obrębie Skierniewic oraz powiatów pabianickiego i zgierskiego.

Największy potencjał energii geotermalnej, skumulowanej w utworach dolnego triasu, występuje w powiatach: sieradzkim, piotrkowskim, radomszczańskim i łowickim. Na uwagę zasługuje także znaczny potencjał energii w powiatach bełchatowskim, tomaszowskim, pajęczańskim i zgierskim.



### 7.3 Scenariusz rozwoju OZE w województwie łódzkim

Przeprowadzone szacunki zasobów energii wskazują na znaczny potencjał energii z OZE w województwie łódzkim. Największe zasoby energii zawarte są w: wodach geotermalnych (17,6 – 28,9·10<sup>6</sup> GJ/rok), biopaliwach stałych (7 407 tys. GJ/rok.), biogazie (2 380 tys. GJ/rok), energii wiatru, energii słońca oraz stosunkowo małe – w zakresie energetyki wodnej (144 000 GJ/rok). Rozwój odnawialnych źródeł energii może zostać zrealizowany wg różnych scenariuszy w zależności od przyjętych kryteriów.

Aktualne koszty inwestycyjne instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii są wyższe od jednostkowych kosztów inwestycyjnych w energetyce konwencjonalnej, co sprawia, że nie są one konkurencyjne. Najwyższe jednostkowe koszty inwestycyjne pochłania inwestycja w ogniwa fotowoltaiczne (ok. 30 mln/MW), małą energetykę wodną (ok. 10 mln/MW), energetykę wiatrową (ok. 4,6 mln zł/MW), również geotermia wymaga poniesienia ogromnych nakładów inwestycyjnych związanych głównie z wykonaniem głębokich otworów eksploatacyjnych. Jednakże w tych przypadkach energię wytwarzamy praktycznie za darmo, nie ponosząc kosztów na zakup paliwa.

Koszt inwestycyjny biogazowni rolniczej z jednostką kogeneracyjną wynosi ok. 8,5 mln zł/MW. Porównywalne, choć nieco wyższe od konwencjonalnych, są koszty jednostkowe dla energetyki opartej na spalaniu biopaliw stałych, jednak obecne ceny paliwa (biopaliw stałych) są wyższe od cen węgla energetycznego.

Porównując efektywność ekonomiczną poszczególnych technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii można zauważyć, że w uprzywilejowanej pozycji są producenci energii elektrycznej, korzystający z „zielonych certyfikatów”. Inwestujący w instalacje do wytwarzania energii elektrycznej z OZE liczą, że wkrótce nastąpi całkowite uwolnienie rynku energii, a ceny za energię elektryczną będą w Polsce wzrastać. Podobnego systemu wsparcia nie mają producenci ciepła z OZE, a w przeciwieństwie do rynku energii elektrycznej rynek ciepła jest regulowany.

Przy wyborze scenariusza rozwoju należy również uwzględnić wpływ rozwoju poszczególnych rodzajów energii odnawialnej na aktywizację społeczeństw lokalnych i tworzenie nowych miejsc pracy. Wg EC BREC „*Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł w Polsce*” najwięcej nowych miejsc pracy wśród technologii OZE tworzy spalanie biomasy – 2 osoby/MW, Mała Energetyka Wodna i energetyczne wykorzystanie biogazu – ok.1,5 osoby/MW. Najmniej miejsc pracy tworzy energetyka wiatrowa – 0,2 osoby/MW. Szacuje się, że najwięcej nowych miejsc pracy będzie dostępnych przy zakładaniu upraw energetycznych.

Proponowany scenariusz rozwoju energetyki odnawialnej w województwie łódzkim oparto na realizacji celu, jakim jest osiągnięcie 15 % udziału produkcji energii wytworzonej w OZE, w całkowitym zużyciu energii końcowej. Wyznaczony w tym opracowaniu cel dla rozwoju OZE jest bardzo ambitny.

Jeżeli zostanie zrealizowany do 2020 r., to województwo łódzkie osiągnie wskaźnik ilościowy, który być może zostanie wyznaczony przez UE dla Polski jako wiążący.

W rozwoju energetyki odnawialnej szczególnym okresem będzie okres do 2015 roku. W latach 2008 – 2013 (2015) inwestujący w energetykę odnawialną, prócz dotychczasowych mechanizmów wsparcia finansowego, mogą liczyć na dodatkowe środki finansowe dostępne w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych oraz Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. Regionalne Programy Operacyjne (RPO) są szczególnie atrakcyjne dla mniejszych projektów i niespełniających wymagań Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko w zakresie wymaganej minimalnej wartości inwestycji. Zgodnie z zapisami *Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013*, w ramach II Osi priorytetowej „*Ochrona środowiska, zapobieganie zagrożeniom i energetyka*” na inwestycje bezpośrednie w OZE przeznaczonych zostanie 27,3 mln euro, co wraz z wkładem krajowym oraz krajowymi środkami publicznymi i prywatnymi daje kwotę dofinansowania 32,2 mln euro. Oprócz tego, inwestujący w wysokosprawne układy kogeneracyjne mogą skorzystać z dotacji do inwestycji w ramach kategorii „*Efektywność energetyczna, produkcja skojarzona, (kogeneracja) zarządzanie energią*”. W Programie Operacyjnym Infrastruktura i Środowisko na działania bezpośrednio związane z OZE przeznaczono ponad 880 mln euro. W ramach programu wspierane będą inwestycje kluczowe dla zachowania i poprawy stanu środowiska, mające na celu dywersyfikację tradycyjnych źródeł energii, które nie mogą być zrealizowane za pomocą mechanizmów rynkowych oraz inwestycje w odnawialne źródła energii.

„*Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013*” zawiera propozycję podziału środków na poszczególne rodzaje energii. Największe wsparcie finansowe przeznaczone jest na energetykę wiatrową i relatywnie wysokie na energię słoneczną.

Wg przyjętych założeń dla prognozy rozwoju energetyki odnawialnej w województwie łódzkim (Rozdział 7.1, Tabela 7-2), aby osiągnąć 14 % udziału produkcji energii z OZE w zużyciu energii końcowej, należy wytworzyć z OZE 1 850 GWh/rok energii elektrycznej oraz aby uzyskać 19 % udziału produkcji ciepła z OZE, należy wytworzyć 1 210 GWh/rok ciepła.

**Tabela 7-13** Propozycja scenariusza rozwoju OZE w województwie łódzkim (2020 r.)

	Rodzaj urządzenia	Istniejące moce	Prognozowane moce	Łączna moc	Ciepło z OZE	Energia elektryczna z OZE	Koszt inwestycji
		MW	MW	MW	GWh/rok	GWh/rok	mln zł
1	Kolektory słoneczne	8 000 m <sup>2</sup>	27 000 m <sup>2</sup>	35 000 m <sup>2</sup>	20,4	–	78
2	Ciepłownie geotermalne	3,2	16,5	20	139,2	–	58
3	Elektrociepłownie - biopaliwa stałe	-	100*/120	100*/120	840	700	600
4	Ciepłownie, kotłownie - biopaliwa stałe	20	30	50	117	–	30
5	Układy kogeneracyjne - biopaliwa stałe	0,0	15*	15	46,8	112,5	90
6	Biogazownie z układami kogeneracyjnymi	5,4	30	35,4	108,8	310,5	255
7	Turbiny wiatrowe	39,6	300*	340	–	683,1	1 380
8	MEW	10,5	1,5	12	–	48	14
	<b>Razem</b>				<b>1 272</b>	<b>1 854</b>	<b>2 505</b>

\*- moc elektryczna

Udział poszczególnych rodzajów źródeł energii odnawialnej w całkowitej produkcji energii z OZE będzie wynosił:

- energia słoneczna 0,7 %,
- energia geotermalna 4,5 %,
- biopaliwa stałe 58,0 %,
- biogaz 13,4 %,
- energetyka wodna 1,5 %,
- energetyka wiatrowa 21,8 %.

Uzyskanie założonej w scenariuszu produkcji energii z OZE może być zrealizowane poprzez zainstalowanie nowych mocy dla poszczególnych rodzajów energii odnawialnej:

- energia słoneczna: instalacja 27000 m<sup>2</sup> kolektorów słonecznych,
- wody geotermalne: budowa ciepłowni geotermalnych o łącznej mocy 16,5 MW,
- biopaliwa stałe:

- elektrownie i elektrociepłownie: wyprodukowanie 840 GWh/rok ciepła i 700 GWh/rok energii elektrycznej z OZE np. w wyniku budowy bloku energetycznego z turbogeneratorem o mocy elektrycznej 100 MW i mocy cieplnej 120 MW, z kotłem spalającym biopaliwo stałe,
- ciepłownie, kotłownie lokalne: budowa lub modernizacja kotłów z przystosowaniem ich do spalania biopaliw stałych. Łączna planowana moc cieplna, około 30 MW.
- układy kogeneracyjne wytwarzające energię elektryczną i ciepło o łącznej mocy ok. 15 MW,
- biogaz budowa biogazowni i układów kogeneracyjnych z silnikami spalinowymi o łącznej mocy elektrycznej 30 MW,
- energetyka wiatrowa: instalacja turbin wiatrowych o mocy 300 MW.

Wymagane środki w latach 2009 – 2020 na realizację przedstawionego zakresu oszacowano na ok. 2 500 mln zł. Ze względu na duże zapotrzebowanie na biopaliwa stałe w rozwoju energetyki odnawialnej w województwie łódzkim dużą rolę powinny odegrać uprawy roślin energetycznych.

## **8 Udział administracji samorządowej w rozwoju energetyki odnawialnej. Rozwiązania organizacyjne i ekonomiczne**

Kluczową rolę w rozwoju gospodarczym kraju, regionu, gminy odgrywa energia. Zasoby energii odnawialnej są bogactwem lokalnym i powinny być wykorzystywane, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, przede wszystkim dla zaspokojenia potrzeb społeczności lokalnych, rozwoju lokalnych gospodarek i tworzenia nowych miejsc pracy. Rozwój OZE stwarza również szansę dla lokalnych społeczności na utrzymanie niezależności energetycznej. Zgodnie z ustawą *Prawo Ochrony Środowiska* zrównoważony rozwój to rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania się 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. Realizacja zasady zrównoważonego rozwoju to obowiązek konstytucyjny wszystkich partnerów regionalnych, czyli samorządu, biznesu, organizacji pozarządowych, środowisk naukowo-badawczych itp. Obowiązek ten wyraża się m.in. w tworzeniu i prowadzeniu infrastruktury społecznej i ekonomicznej oraz współuczestniczeniu w realizacji planów rozwoju regionalnego. Za realizację i koordynację działań w zakresie polityki rozwoju regionu, w tym między innymi za kreowanie i wdrażanie strategii rozwoju województwa, odpowiedzialny jest Samorząd Województwa zgodnie z zapisami *Ustawy o samorządzie województwa* z dnia 5 czerwca 1998 r. Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii zawarty jest w szeregu dokumentów uchwalonych przez Samorząd Województwa Łódzkiego m.in. w: *Regionalnym Programie Operacyjnym Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013*, *Strategii Rozwoju Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2020*, *Planie Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Łódzkiego* oraz *Programie Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008 – 2011 z perspektywą na lata 2012-2015*.

Zrealizowanie planów rozwojowych regionu w zakresie wykorzystania źródeł energii odnawialnej wymaga uruchomienia mechanizmów wsparcia finansowego na etapie realizacji inwestycji. Projekty inwestycyjne w OZE charakteryzują się wysokimi kosztami inwestycyjnymi, przy stosunkowo niskich kosztach eksploatacji. Wysokie koszty inwestycyjne, wysokie ryzyko inwestycyjne oraz długie okresy zwrotu poniesionych nakładów skutecznie zniechęcają potencjalnych inwestorów do podejmowania decyzji inwestowania w OZE.

Fundusze UE jakie otrzyma województwo łódzkie w latach 2007 – 2013 (2015) w ramach *Regionalnego Programu Operacyjnego* oraz *Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko*, wsparte funduszami krajowymi, stwarzają wyjątkową szansą na realizację regionalnych planów rozwoju OZE. Dysponentem funduszy wsparcia UE w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego jest Samorząd Wojewódzki, który powinien dołożyć starań, aby powierzone mu środki zostały

rozdysponowane w sposób zapewniający osiągnięcie celów polityki energetycznej kraju i rozwoju regionalnego.

Ocena potencjału technicznego zasobów energii odnawialnej w województwie łódzkim wskazuje, że finansowe działania wspierające powinny obejmować:

- inwestycje wykorzystujące biopaliwa stałe (pochodzenia rolniczego) do skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej,
- modernizację i przebudowę istniejących źródeł ciepła i energii elektrycznej spalających węgiel na źródła wykorzystujące biopaliwa stałe,
- inwestycje w zakresie wykorzystania energii geotermalnej,
- inwestycje w zakresie wytwarzania i wykorzystania biogazu rolniczego i biogazu składowiskowego do skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej,
- inwestycje z zakresu energetyki wiatrowej,
- inwestycje do produkcji biopaliw płynnych,
- budowę przydomowych instalacji wykorzystujących energię słońca, wiatru, geotermii niskiej entalpii,
- zakładanie upraw roślin energetycznych,
- organizacje lokalnych rynków biopaliw stałych,
- inwestycje w rozwój produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej,
- wspieranie programów badawczych mających na celu wdrażanie nowych technik i technologii wykorzystania zasobów energii odnawialnej,
- działania promocyjne w zakresie wykorzystania energii odnawialnej.

Proponuje się uwzględnienie w planie również działań wspierających realizację przedsięwzięć demonstracyjnych (instalacje: modelowe, badawcze, innowacyjne) w zakresie:

- instalacji wykorzystującej energię wód geotermalnych (kogeneracyjny układ hybrydowy),
- źródła kogeneracji rozproszonej wykorzystującego biopaliwa stałe,
- wykorzystania OZE w budynkach użyteczności publicznej (kolektory słoneczne, geotermia niskiej entalpii, ogniwa fotowoltaiczne, instalacje do spalania biomasy stałej),
- wykorzystania OZE w domach mieszkalnych i grupie budynków zasilanych z sieci (kolektory słoneczne, turbiny wiatrowe, biopaliwa stałe).

Aby działania samorządu w zakresie wzrostu wykorzystania energii odnawialnej były efektywne i skoordynowane, postuluje się opracowanie wieloletniego regionalnego planu rozwoju OZE w województwie łódzkim.

Regionalny plan rozwoju OZE powinien zawierać szczegółowy plan działań w zakresie rozwoju poszczególnych rodzajów energii odnawialnych dla uzyskania celów ilościowych zgodnych z aktualnymi i ewentualnymi przyszłymi celami obligatoryjnymi, wyznaczonymi Polsce przez UE. Regionalny plan

rozwoju OZE powinien uwzględnić rozwój wszystkich sektorów energetyki odnawialnej: wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła oraz produkcję biopaliw. Plan rozwoju OZE powinien również zawierać plan działań związanych z rozszerzeniem arealu upraw energetycznych. Realizacja działań zawartych w planie rozwoju OZE powinna być okresowo monitorowana. Wieloletnie plany działań w zakresie rozwoju OZE powinny być również sporządzane na poziomie powiatu oraz gminy.

Obszary oraz proponowane działania Samorządu Wojewódzkiego dla kompleksowego wsparcia inwestycji w OZE przedstawiono w Tabeli 8-1.

**Tabela 8-1** Proponowane obszary i działania dla Samorządu Wojewódzkiego

Obszar	Działanie
OZE	<p><b>I. Informacja i kształtowanie świadomości:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- propagowanie na poziomie lokalnym informacji o korzyściach ekologicznych, społecznych i ekonomicznych wynikających z wykorzystania źródeł energii odnawialnej,</li> <li>- propagowanie wiedzy i informacji o lokalnych zasobach energii OZE,</li> <li>- propagowanie wiedzy i informacji o dostępnych technologiach wykorzystujących OZE,</li> <li>- sporządzanie (przynajmniej co rok) spójnej informacji o możliwościach finansowania i dofinansowania inwestycji w OZE,</li> <li>- sporządzenie listy placówek naukowo-badawczych, doradczych i projektowych zajmujących się OZE,</li> <li>- propagowanie informacji o producentach, dostawcach i wykonawcach instalacji OZE,</li> <li>- propagowanie wiedzy o wymaganych procedurach postępowania związanych z pozwoleniem na budowę, realizacją inwestycji, eksploatacją,</li> <li>- opracowanie i udostępnienie narzędzi do oceny efektywności ekonomicznej różnych technologii wykorzystujących OZE.</li> </ul> <p><b>II. Edukacja i szkolenie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- organizowanie szkoleń w zakresie sporządzania wniosków o dofinansowanie inwestycji,</li> <li>- organizowanie szkoleń dla kadr lokalnych w zakresie organizacji technicznego planowania i realizacji inwestycji,</li> <li>- organizowanie szkoleń dedykowanych dla lokalnej administracji w zakresie organizacji inwestycji na zasadach Partnerstwa Prywatno-Publicznego.</li> </ul> <p><b>III. Planowanie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- opracowanie wieloletniego planu rozwoju OZE w województwie łódzkim,</li> <li>- wsparcie gmin w zakresie wywiązania się z obowiązku sporządzania założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną, gaz. Egzekwowanie zalecenia o obowiązku dokonywania w projektach założeń, oceny lokalnych zasobów i wyznaczenia miejsca pod inwestycje OZE.</li> </ul> <p><b>IV. Organizacja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utworzenie wojewódzkiej struktury organizacyjnej odpowiedzialnej za realizację polityki państwa i regionu w zakresie rozwoju OZE oraz koordynacją działań w zakresie gospodarki, ochrony środowiska, rolnictwa, infrastruktury i rozwoju regionalnego,</li> <li>- utworzenie regionalnej agencji energetycznej wspierającej społeczność lokalną w rozwoju OZE,</li> <li>- stworzenie systemu identyfikacji i usuwanie barier administracyjnych związanych z inwestycjami w OZE,</li> <li>- wzmocnienie systemu doradztwa technicznego.</li> </ul> <p><b>V. Ekonomia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tworzenie funduszy i ścieżek finansowania z zaangażowaniem różnych instytucji finansowych i podmiotów gospodarczych,</li> <li>- wspieranie inwestycji w zakresie układów generacji i kogeneracji rozproszonej wykorzystującej lokalne zasoby OZE,</li> <li>- wspieranie rozwoju lokalnego rynku wytwórców urządzeń i instalacji OZE,</li> <li>- wspieranie powstawania modelowych i demonstracyjnych instalacji,</li> <li>- wspieranie działań dla wzmocnienia potencjału naukowo-badawczego w zakresie OZE,</li> <li>- propagowanie, inicjowanie i wspieranie działań w zakresie tworzenia lokalnych struktur</li> </ul>



	gospodarczych opartych na Partnerstwie Prywatno-Publicznym zakładanych do realizacji przedsięwzięć w OZE,
<b>Biopaliwa stałe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wzmocnienie systemu doradztwa rolniczego i organizacja szkoleń w zakresie produkcji i energetycznego wykorzystania biopaliw stałych,</li> <li>- wspieranie i promowanie na poziomie lokalnym produkcji energii z wykorzystaniem biopaliw stałych,</li> <li>- wspieranie działań w zakresie opracowania technologii upraw roślin energetycznych,</li> <li>- organizowanie pokazów: roślin, urządzeń do spalania biomasy i maszyn wykorzystywanych przy produkcji i zbiorze biopaliw stałych, urządzeń do zagęszczania i produkcji peletów i brykietów,</li> <li>- wspieranie działań związanych z powstaniem modelowych gospodarstw nastawionych na produkcję biopaliw stałych z upraw energetycznych,</li> <li>- organizacja i wspieranie działań związanych z selekcją, zbiórką i przetwarzaniem odpadów biodegradowalnych,</li> </ul>
<b>Biopaliwa płynne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- organizowanie pokazów urządzeń i instalacji do produkcji biopaliw płynnych na potrzeby gospodarstwa i grupy gospodarstw,</li> </ul>
<b>Biopaliwa gazowe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wspieranie działań związanych z budową instalacji do produkcji i energetycznego wykorzystania biogazu rolniczego,</li> <li>- opracowanie ekspertyz dotyczących efektywności wykorzystania gazu składowiskowego w kontekście wymaganej selekcji odpadów pochodzenia organicznego,</li> <li>- wspieranie działań związanych z budową instalacji do wytwarzania biogazu w oczyszczalniach ścieków,</li> </ul>
<b>Mała Energetyka Wodna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uwzględnienie energetyki wodnej przy realizacji projektów małej retencji,</li> <li>- określenie realnego potencjału energetyki wodnej,</li> <li>- wykonanie ekspertyzy określającej możliwości zabudowy turbin wodnych na istniejących jazach i zastawkach spiętrzających,</li> </ul>
<b>Energia słoneczna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wspieranie wykorzystania energii słonecznej w budownictwie mieszkaniowym,</li> <li>- wspieranie projektów zabudowy kolektorów słonecznych na budynkach użyteczności publicznej i rekreacyjnych,</li> </ul>
<b>Energia wiatru</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wspieranie działań w zakresie zinwentaryzowania potencjału energii wiatru (regionalny atlas wietrzności),</li> <li>- wspieranie działań związanych z rozbudową sieci elektroenergetycznej,</li> <li>- stworzenie mechanizmów wsparcia dla małych elektrowni wiatrowych,</li> </ul>
<b>Energia geotermalna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wspieranie działań w zakresie budowy modelowej instalacji wykorzystującej energię geotermalną,</li> <li>- wspieranie działań w zakresie budowy instalacji wykorzystujących energię wód geotermalnych.</li> </ul>

Dużą rolę w realizacji strategii rozwoju w zakresie wykorzystania odnawialnych źródeł energii odgrywać powinny samorzady gmin, które są bezpośrednio odpowiedzialne za planowanie przestrzenne na terenie gminy i decydują lub opiniują jakie inwestycje na terenie gminy będą zlokalizowane. Kompetencje, zadania oraz zasady współpracy władz samorządowych gmin z samorządem województwa, wojewodą i przedsiębiorstwami energetycznymi w zakresie planowania zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwo gazowe określa *Ustawa Prawo Energetyczne*. Zgodnie z ustawą samorząd gminy ma za zadanie zaspokojenie zbiorowych potrzeb gminy w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, ciepłą i gaz. (*Ustawa o samorządzie gminnym Dz.U. z 2001 r Nr.142 poz 1591*). Podstawowym dokumentem planistycznym w zakresie polityki energetycznej gminy, do którego wykonania jest gmina zobowiązana, są *Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe*.

*Prawo energetyczne w art.19 poz.3.3* określa, że w projekcie założeń powinny być przedstawione „możliwości wykorzystania istniejących nadwyżek i lokalnych zasobów paliw i energii,

z uwzględnieniem energii elektrycznej i ciepła użytkowego wytwarzanych w odnawialnych źródłach energii i kogeneracji oraz zagospodarowania ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych”. Wójt (burmistrz, prezydent miasta) jest zobligowany do wykonania projektu założeń do planu zaopatrzenia dla obszaru gminy lub jej części. Prawo nie precyzuje jednak terminu sporządzenia projektu, co w konsekwencji sprawia, że tylko nieliczne gminy województwa łódzkiego, jak wynika z przeprowadzonej ankietyzacji, taki dokument sporządziły i uchwaliły. Tylko w nielicznych uchwalonych przez gminy planach zaopatrzenia uwzględnione zostały zasoby i źródła energii odnawialnej.

Uchwalony projekt *Założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe* powinien być ściśle powiązany z pozostałymi dokumentami planistycznymi tworzonymi przez gminy, a w szczególności być zgodny ze strategią rozwoju gmin, studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy oraz miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Posiadanie uchwalonego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego ma istotne znaczenie dla lokowania inwestycji i bardzo często decyduje o dynamice lokalnego rozwoju. Gmina przewidując rozwój OZE na swoim terenie, oprócz stworzenia planu, powinna podjąć aktywne działania mające na celu aktywizację i zachęcanie przedsiębiorców do inwestowania na jej terenie. Zachęcanie do inwestowania w terenie wymaga przygotowania informacji niezbędnych dla przyszłych inwestorów w zakresie lokalnych zasobów energii odnawialnej, wskazanie terenów oraz preferencje fiskalne dla osób i firm inwestujących w OZE. Najaktywniejsze gminy chcące wykorzystać możliwości, jakie stwarza energetyka odnawialna, mogą same się zaangażować w przedsięwzięcie, np. poprzez wniesienie swojego wkładu w postaci terenu pod inwestycje.

Wykorzystanie lokalnych zasobów energii odnawialnej stawia przed samorządami gmin wyzwanie. Zasoby energii odnawialnej, a zwłaszcza biopaliwa stałe, biogaz oraz wszelkiego rodzaju odpady z produkcji rolnej, mają charakter lokalny. W interesie lokalnych społeczności powinny być również wykorzystywane. Wynika to z korzyści, jakie przynosi energetyczne wykorzystanie zasobów energii odnawialnej dla lokalnych społeczności poprzez zwiększenie poziomu bezpieczeństwa energetycznego, stworzenie nowych miejsc pracy, promowanie rozwoju regionalnego, jak również korzyści ekologicznych, związanych z ograniczeniem emisji, a zwłaszcza dwutlenku węgla. Odnawialne źródła energii mogą stanowić istotny udział w bilansie energetycznym poszczególnych gmin oraz całego regionu. Mogą przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, a zwłaszcza do poprawy zaopatrzenia w energię na terenach o słabo rozwiniętej infrastrukturze.

Potencjalnie największym odbiorcą energii ze źródeł odnawialnych może być rolnictwo, a także gospodarstwa domowe. Rolą samorządu gminnego jest aktywne wsparcie inicjatyw i działań w kierunku rozwoju małych źródeł wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. Dużą szansą dla gmin o charakterze rolniczych jest również planowany rozwój upraw energetycznych i surowców do produkcji biopaliw

płynnych. Aktywna działalność gmin w tym zakresie powinna być związana z planowaniem terenów do upraw energetycznych oraz aktywnym systemem doradztwa agrotechnicznego.

Rozwój OZE na poziomie gminy wymaga także kompleksowych i skoordynowanych działań w kierunku zapewnienia systemów wsparcia finansowego i działań informacyjno-promocyjnych. Finansowe wsparcie inwestycji winno być działaniem własnym gminy. Wsparcie finansowe powinno być przede wszystkim ukierunkowane na wykorzystanie w jak największym stopniu funduszy unijnych. Środki własne gminy mogą być także wykorzystane na realizację projektów dla instalacji obejmujących pojedyncze budynki lub grupę budynków (kolektory słoneczne, turbiny wiatrowe, kotły do spalania biopaliw stałych itp.). Bardzo atrakcyjną formą pozyskania prywatnych środków na realizację inwestycji w zakresie OZE jest Partnerstwo Prywatno-Publiczne (PPP). Zasady realizacji przedsięwzięcia na zasadzie PPP reguluje ustawa z dnia 28 lipca 2005 *O partnerstwie publiczno-prywatnym* (Dz.U. 2005 nr 169 poz.1420).

**Tabela 8-2** *Proponowane obszary i działania dla Samorządu Gminy*

Obszar	Działanie
OZE	<p><b>I. Informacja i kształtowanie świadomości:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- propagowanie informacji o korzyściach ekologicznych, ekologicznych i społecznych wynikających z wykorzystania źródeł energii odnawialnej,</li> <li>- propagowanie wiedzy i informacji o lokalnych zasobach energii OZE oraz możliwościach ich wykorzystania,</li> <li>- propagowanie wiedzy i informacji o dostępnych technologiach wykorzystujących OZE.</li> </ul> <p><b>II. Edukacja i szkolenie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- organizowanie szkoleń w zakresie sporządzania wniosków o dofinansowanie inwestycji.</li> </ul> <p><b>III. Planowanie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ocena realnych zasobów energii odnawialnej na terenie gminy,</li> <li>- uwzględnienie w dokumentach planowania przestrzennego wykorzystanie zasobów i terenów pod inwestycje OZE.</li> </ul> <p><b>IV. Organizacja:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wyznaczenie w strukturach organizacyjnych osoby lub zespołu odpowiedzialnego za rozwój OZE na terenie gminy,</li> <li>- wzmocnienie systemu doradztwa agrotechnicznego.</li> </ul> <p><b>V. Gospodarka i Ekonomia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wspieranie inwestycji w zakresie układów generacji i kogeneracji rozproszonej wykorzystującej lokalne zasoby OZE,</li> <li>- stosowanie zachęt finansowych, głównie fiskalnych związanych z lokowaniem inwestycji na terenie gminy,</li> <li>- wspieranie rozwoju lokalnego rynku wytwórców urządzeń i instalacji OZE.</li> </ul> <p><b>VI. Gospodarka:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- przygotowanie ofert dla inwestorów prywatnych, inicjowanie oraz tworzenia lokalnych struktur gospodarczych, opartych na Partnerstwie Prywatno-Publicznym, zakładanych do realizacji przedsięwzięć wykorzystujących odnawialne zasoby energii,</li> <li>- organizacja działań związanych z selekcją, zbiórką oraz przetwarzaniem wszelkiego rodzaju odpadów biodegradowalnych,</li> <li>- pozyskiwanie biopaliw stałych z cięć i zabiegów związanych z utrzymaniem gminnych terenów zielonych,</li> <li>- wspieranie działań związanych z budową instalacji wykorzystujących lokalne zasoby energii odnawialnej, do produkcji biogazu rolniczego,</li> <li>- wspieranie rozwoju instalacji wykorzystujących energię słoneczną w budownictwie mieszkaniowym,</li> <li>- instalowanie kolektorów słonecznych na budynkach użyteczności publicznej i rekreacyjnych.</li> </ul>

## 9 Udział przemysłu i jednostek naukowo-badawczych w rozwoju energetyki odnawialnej

Energetyka odnawialna jest obecnie najszybciej rozwijającym się sektorem energetyki w krajach UE. Rozwojowi energetyki odnawialnej towarzyszy intensywny rozwój badań i wdrażanie innowacyjnych technologii ukierunkowanych na efektywniejsze wykorzystanie zasobów energii odnawialnej. Polska, w której rozwój energetyki odnawialnej rozpoczął się kilkanaście lat później niż w przodujących w wykorzystaniu energii odnawialnej krajach europejskich, ma w zakresie technologii i produkcji urządzeń dla energetyki odnawialnej spory dystans do odrobienia. W efekcie opóźnień w rozwoju innowacyjnym do realizacji nowych zaawansowanych technologicznie projektów w Polsce, wymagany jest transfer technologii oraz urządzeń z zagranicy. Doświadczenia krajów europejskich wskazują, że w rozwój OZE muszą być zaangażowane jednostki naukowo-badawcze, biura inżynierskie, biura projektowe, wykonawcy oraz producenci urządzeń i instalacji. Wzorem dla Polski mogą być Niemcy, gdzie istnieją firmy świadczące różnorodne usługi w zakresie przygotowania, projektowania, realizacji inwestycji i czasami również eksploatacji instalacji. Ważnym elementem w systemie są jednostki naukowo-badawcze, posiadające własne obiekty demonstracyjne lub prototypowe, ściśle współpracujące z producentami urządzeń, użytkownikami obiektów, biurami projektowymi.

W rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce musi być także stworzony model współpracy pomiędzy jednostkami naukowo-badawczymi, samorządem, biznesem, biurami projektowymi, użytkownikami obiektów i producentami urządzeń. Współpraca powinna przynosić wymierne korzyści w postaci: doskonalenia technologii, zwiększenia konkurencyjności urządzeń oraz ustrzec potencjalnych inwestorów przed podejmowaniem nietrafionych inwestycji. Rolą ośrodków naukowo-badawczych powinno być również promowanie nowych technologii i rozwiązań innowacyjnych, prowadzenie badań nad nowymi wdrożeniami, organizowanie wspólnych warsztatów.

W województwie łódzkim działają obecnie przynajmniej dwa klastry związane z promocją energetyki odnawialnej. Pierwszy z nich Klaster „Bioenergia dla Regionu” powstał w grudniu 2007 r. i skupiał na początku swej działalności 21 instytutów naukowo-badawczych, firm konsultingowych oraz instytucji administracji lokalnej. Zadaniem klastra jest konsolidacja instytucji, firm oraz samorządów terytorialnych zajmujących się na co dzień odnawialnymi źródłami energii. Pierwsze plany klastra obejmowały budowę farmy słonecznej w powiecie skierniewickim, ewidencję gruntów możliwych do wykorzystania pod uprawy energetyczne oraz wyłonienie inwestora do budowy farmy wiatrowej, która byłaby wykorzystywana przez Klaster oraz Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Koordynatorem działań klastra „Bioenergia” jest łódzkie Stowarzyszenie Doradców Gospodarczych Pro-Akademia. Drugim klastrem jest Klaster Zaawansowanych Technologii Energetycznych „Ekoenergia”, który powstał w czerwcu 2007 r. Inicjatywa założenia tego klastra wyszła z Politechniki Łódzkiej i Politechniki Częstochowskiej. Głównym zadaniem klastra jest prowadzenie prac badawczych,

rozwojowych i wdrożeniowych, zmierzających do powstania nowoczesnych technologii ekologicznego wydobycia i przetwórstwa węgla brunatnego, wytwarzania, transportu, magazynowania i wykorzystania wodoru oraz zastosowania alternatywnych źródeł energii geotermalnej i innych źródeł odnawialnych. Klaster zajmuje się również wykorzystaniem do produkcji energii odpadów komunalnych oraz osadów wtórnych z oczyszczalni ścieków. Deklarację współpracy na rzecz wspierania klastra „Ekoenergia” w regionach łódzkim oraz częstochowskim podpisali reprezentanci władz 8 miast: prezydenci Łodzi, Częstochowy i Skierniewic, burmistrzowie: Uniejowa, Ozorkowa, Krzepic, Kłobucka oraz Marszałek Województwa oraz Rektorzy Politechniki Łódzkiej i Politechniki Częstochowskiej.

Promowaniem energii odnawialnej zajmuje się również łódzki Technopark, którego nadrzędnym celem jest promowanie innowacyjnych technologii oraz firm, które w nie inwestują. Park technologiczny współpracuje z łódzkimi naukowcami oraz jest pod stałą opieką Komitetu Naukowego złożonego z przedstawicieli akademickich. W tym roku planowane jest zainstalowanie turbiny wiatrowej na terenie parku, która produkowałaby energię potrzebną do oświetlenia parkingu samochodowego. W planach jest również instalacja ogniw fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych oraz hodowla wierzby energetycznej.

Na stronach internetowych województwa łódzkiego istnieje platforma „*Nauka i Biznes. Wiedza i praktyka*”, która ma zapewnić transfer wiedzy pomiędzy sektorem badawczo-rozwojowym a przedsiębiorcami. Projekt został współfinansowany przez Unię Europejską za środków Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Budżetu Państwa w ramach Działania 2.6 *Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego*. W portalu można znaleźć informacje dotyczące jednostek naukowo-badawczych, organizowanych szkoleń, realizowanych projektów itp. Wymienione powyżej organizacje mają duży udział w propagowaniu rozwoju OZE w województwie łódzkim.

Bardzo ważnym ogniwem w rozwoju OZE są jednostki naukowo-badawcze, których główne zadania to:

- realizacja badań naukowych pod kątem praktycznego zastosowania w OZE,
- wydawanie specjalistycznych publikacji dotyczących wykorzystania OZE,
- organizowanie konferencji, debat i wystaw promujących wykorzystanie OZE,
- organizowanie staży, stypendiów w jednostkach naukowo-badawczych, które służyłyby transferowi wiedzy i innowacji pomiędzy sektorem N-B a przedsiębiorcami.

Obszary, w których działania przedsiębiorstw oraz jednostek naukowo-badawczych byłyby najefektywniejsze w rozwoju OZE w województwie łódzkim przedstawiono w Tabeli 9-1.



**Tabela 9-1** Obszary działań przedsiębiorstw oraz jednostek naukowo-badawczych, które pozytywnie wpłynęłyby na rozwój OZE

Odnawialne źródło energii	Obszary działań jednostek naukowo-badawczych	Obszary działań przedsiębiorców
<b>Biomasa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stworzenie ewidencji gruntów, które nadawałyby się pod uprawy roślin energetycznych,</li> <li>- zakładanie modelowych plantacji,</li> <li>- prowadzenie prac badawczych z zakresu technologii spalania i zgazowania biomasy,</li> <li>- prowadzenie pokazów roślin energetycznych,</li> <li>- prowadzenie prac związanych z wprowadzaniem nowych gatunków przeznaczonych na uprawy energetyczne,</li> <li>- prowadzenie szkoleń dotyczących hodowli roślin energetycznych, od etapu wyhodowania sadzonek, aż po zbiór dorosłych roślin,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prace związane z uprawą roślin energetycznych: zakładanie plantacji, zbieranie plonów, przy pomocy specjalistycznych urządzeń,</li> <li>- przeróbka biomasy- zagęszczanie do postaci peletów, brykietów,</li> <li>- produkcja linii technologicznych do zagęszczania biomasy,</li> <li>- produkcja kotłów spalających lub współpalających biomasę,</li> </ul>
<b>Energetyka słoneczna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- budowa pokazowej instalacji kolektorów słonecznych do produkcji c.w.u.,</li> <li>- budowa pokazowej instalacji kolektorów słonecznych służących do suszenia zbiorów,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- produkcja wysokiej jakości kolektorów,</li> <li>- montaż oraz serwis urządzeń energetyki słonecznej, szczególnie na potrzeby klientów indywidualnych,</li> </ul>
<b>Energetyka wiatrowa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opracowanie regionalnej mapy wietrzności,</li> <li>- budowa i instalacja pokazowej turbiny wiatrowej,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rozpowszechnienie produkcji elementów siłowni wiatrowych na podstawie technologii krajowych oraz licencyjnych,</li> <li>- budowa, montaż i serwis elektrowni wiatrowych,</li> </ul>
<b>Geotermia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uruchomienie modelowej instalacji, wykorzystującej energię geotermalną do skojarzonej produkcji energii elektrycznej i ciepła,</li> <li>- prowadzenie szerokiej działalności informacyjnej i promującej wykorzystanie wód geotermalnych,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- budowa i serwisowanie powstających instalacji,</li> <li>- rozbudowa sieci ciepłowniczych na potrzeby geotermii,</li> </ul>
<b>Energetyka wodna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ewidencja budowli piętrzących możliwych do wykorzystania w zakresie małej energetyki wodnej wraz z udostępnieniem danych dotyczących wielkości przepływów oraz wysokości piętrzeń,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- budowa MEW wspomagająca agroturystykę,</li> <li>- produkcja serwis i montaż turbin wodnych szczególnie małej mocy,</li> </ul>
<b>Biopaliwa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prowadzenie badań na procesami wytwarzania biopaliw płynnych I i II generacji,</li> <li>- projektowanie aparatury i urządzeń technologicznych dla biorafinerii,</li> <li>- stworzenie specjalistycznego ośrodka naukowego, prowadzącego badania oraz promującego rozwój biopaliw płynnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- produkcja i wykorzystanie biopaliw, zwłaszcza w aglomeracjach miejskich, na obszarach chronionych oraz jako działanie marketingowo-promocyjne przedsiębiorstw,</li> <li>- projektowanie i budowa aparatury i urządzeń technologicznych dla biorafinerii,</li> <li>- produkcja surowców do wytwarzania biopaliw.</li> </ul>

**Źródło:** „Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz z dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29.09.2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych”, opracowanie własne.

Fundusze możliwe do pozyskania dla wspierania innowacyjności pochodzić mogą z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 – 2013, w ramach dwóch priorytetów: Priorytetu

1 – Badania i rozwój nowoczesnych technologii oraz Priorytetu 2 – Infrastruktura sfery B+R. W ramach pierwszego priorytetu wspierane będą m.in. projekty rozwojowe, ukierunkowane na bezpośrednie zastosowanie, w praktyce na potrzeby branży/gałęzi gospodarki lub o szczególnym wymiarze społecznym. Realizacja priorytetu skoncentrowana będzie na wspieraniu inwestycji przedsiębiorców w zakresie prac B+D poprzez dofinansowanie projektów obejmujących przedsięwzięcia techniczne, technologiczne lub organizacyjne realizowane przez przedsiębiorców lub ich grupy oraz przez inne podmioty posiadające zdolność do zastosowania wyników badań w praktyce. Priorytet 2 odnosi się natomiast do inwestycji w aparaturę naukowo-badawczą oraz w razie konieczności w budynki i budowle. W ramach priorytetu zaplanowano także wsparcie w zakresie szkoleń dla pracowników obsługujących nową aparaturę naukowo-badawczą. W ramach tego funduszu wspierane będą projekty, które są innowacyjne, co najmniej w skali kraju lub na poziomie międzynarodowym. Na szczeblu regionalnym duże środki finansowe na badania i innowacyjne technologie przeznaczone są w *Regionalnym Programie Operacyjnym Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013*, w ramach Osi priorytetowej III – Gospodarka, Innowacyjność, Przedsiębiorczość.

Dofinansowanie do badań naukowo-technicznych można również uzyskać poprzez uczestnictwo w konkursach organizowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, które działa od 1 lipca 2007 r., w celu realizacji polityki naukowej oraz innowacyjnej państwa. Obecnie w ramach klastra EUROGIA+ został ogłoszony pierwszy konkurs na projekty dotyczące technologii energetycznych. Jest to projekt o strategicznym rozwoju organizowany w ramach inicjatywy Eureka, którego celem jest rozwój technologii energetycznych wykorzystujących różnorodne źródła energii i prowadzących do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub>. W planach jest, aby w ramach działania EUROGIA+ w ciągu 5 lat organizowane były 2 konkursy rocznie, jeden o charakterze ogólnym, gdzie temat projektu będzie określany przez aplikujące konsorcja oraz drugi o określonej odgórnie tematyce, tzw. „Master Project”.

W latach 2008-2013 (2015) możliwe jest dofinansowanie inwestycji dla producentów urządzeń do wytwarzania energii elektrycznej lub/i ciepła z wiatru, energii słonecznej, geotermalnej, biomasy oraz urządzenia do produkcji, biokomponentów i biopaliw (Działanie 10.3) w ramach priorytetu X – Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko „*Bezpieczeństwo energetyczne, w tym dywersyfikacja źródeł*”. Projekty budowy zakładów wytwarzających biokomponenty i biopaliwa mogą być dofinansowane w ramach priorytetu X (Działanie 9.5).



## 10 Analiza SWOT

### SWOT dla energetyki odnawialnej w województwie łódzkim

Mocne Strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> <li>– region charakteryzuje się znacznym potencjałem zasobów energii odnawialnej: biopaliw stałych, biogazu, energii wiatru, słońca oraz wód geotermalnych,</li> <li>– pozytywne doświadczenia w realizacji inwestycji OZE w województwie łódzkim w zakresie spalania biomasy, wykorzystania energii z biogazu, energetyki wodnej, wykorzystanie energii słonecznej, energii wiatru oraz energii geotermalnej,</li> <li>– duże zainteresowanie energetyką odnawialną,</li> <li>– korzystne rozwiązania prawne i silny mechanizm wsparcia OZE (zielone certyfikaty),</li> <li>– duże zainteresowanie producentów biopaliw zwiększeniem produkcji,</li> <li>– zainteresowanie producentów energii elektrycznej wykorzystaniem OZE w zakresie spełnienia prawnego obowiązku,</li> <li>– szeroki zakres możliwych do zastosowania technologii OZE (od mikroskali do bardzo dużych rozwiązań),</li> <li>– możliwość wykorzystania funduszy UE na inwestycje OZE,</li> <li>– konieczność realizacji unijnych celów w zakresie energetyki odnawialnej w perspektywie 2020 r.,</li> <li>– dywersyfikacja źródeł energii na obszarze województwa,</li> <li>– realizacja zrównoważonego rozwoju kraju,</li> <li>– zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju,</li> <li>– aktywizacja lokalnych społeczności,</li> <li>– rozwój przedsiębiorczości, w tym możliwość wykorzystania kapitału zewnętrznego do udziału w lokalnych inwestycjach,</li> <li>– zmniejszenie bezrobocia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– brak pełnej inwentaryzacji zasobów odnawialnych, przeprowadzona ankietyzacja w nielicznych przypadkach została wykonana w sposób pełny i rzetelny,</li> <li>– brak powiązania systemów wsparcia inwestycji OZE z optymalnym wykorzystaniem lokalnych zasobów energetycznych,</li> <li>– niski stopień akceptacji OZE ze strony sektora energetyki z uwagi na bardzo silną pozycję węgla,</li> <li>– brak wystarczających źródeł finansowania,</li> <li>– niska atrakcyjność dla inwestorów w zakresie OZE,</li> <li>– konieczność rozbudowy sieci elektroenergetycznej na potrzeby OZE,</li> <li>– brak koordynacji pomiędzy różnymi mechanizmami wspierania OZE,</li> <li>– brak koordynacji i wymiany najlepszych praktyk na poziomie lokalnym,</li> <li>– zbyt zaawansowane rozwiązania technologiczne niektórych OZE w stosunku do rozwoju rynku w Polsce,</li> <li>– mały potencjał wytwórczy na poziomie kraju dla urządzeń energetyki odnawialnej,</li> <li>– skomplikowane procedury administracyjne związane z inwestycjami OZE,</li> <li>– brak stabilizacji cen energii z OZE w perspektywie długoterminowej,</li> <li>– słaba współpraca pomiędzy placówkami naukowymi a przemysłem w obszarze OZE,</li> <li>– brak koordynacji i integracji programów wspierających OZE na poziomie kraju i UE,</li> <li>– bariery techniczne dostępu technologii i urządzeń OZE do rynku (normy, standardy przyłączenia, współpraca z siecią),</li> <li>– brak poradników umożliwiających łatwą ocenę możliwości i opłacalności przeprowadzania lokalnej inwestycji w OZE,</li> <li>– wysokie nakłady inwestycyjne na technologie OZE.</li> </ul>
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>– planowane wielokrotne zwiększenie wykorzystania energii i ciepła z OZE,</li> <li>– nacisk na wzrost bezpieczeństwa energetycznego kraju i możliwość jego realizacji poprzez wykorzystanie potencjału OZE,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– uprzywilejowana pozycja paliw kopalnych w zastosowaniach energetycznych (węgiel, ropa i gaz),</li> <li>– silne zagrożenie ze strony energetyki opartej na gazie,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- wzrastające zainteresowanie producentów energii elektrycznej i ciepła z wykorzystaniem OZE,</li> <li>- przewidywany znaczny popyt na surowce energetyczne na rynkach światowych powodujący ich znaczny wzrost cen,</li> <li>- niestabilne i rosnące ceny ropy naftowej i gazu,</li> <li>- realizacja badań naukowych pod kątem praktycznego zastosowania OZE,</li> <li>- intensywne badania naukowe nad technologiami OZE,</li> <li>- możliwość obniżenia kosztów inwestycyjnych OZE poprzez zastosowanie większych instalacji i z uwagi na znaczny postęp technologiczny w zakresie OZE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwość złagodzenia polityki bezpieczeństwa energetycznego przez Komisję Europejską,</li> <li>- konflikt pomiędzy ochroną środowiska a inwestycjami OZE,</li> <li>- możliwość konkurencji pomiędzy produkcją żywności i biomasy,</li> <li>- stosunkowo wolny rozwój niektórych rynkowych technologii OZE,</li> <li>- niedostateczne środki finansowe przewidziane na OZE w NSS 2007-2013 i RPO,</li> <li>- możliwość przyspieszenia rozwoju czystych technologii węglowych („zeroemisyjnych”).</li> </ul>
---	--

#### Analiza SWOT dla poszczególnych rodzajów energii odnawialnej.

#### Analiza SWOT – biopaliwa stałe

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> <li>- dynamiczny wzrost zainteresowania energetycznym wykorzystaniem biopaliw stałych,</li> <li>- silne wsparcie polityczne,</li> <li>- zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju przez wzrost zużycia biopaliw stałych,</li> <li>- duże zainteresowanie producentów biopaliw stałych,</li> <li>- korzystne rozwiązania prawne i silny mechanizm wspierania OZE (zielone certyfikaty) z ustalonym celem ilościowym OZE na poziomie UE,</li> <li>- możliwość wykorzystania funduszu spójności i funduszy strukturalnych (ograniczenie emisji CO<sub>2</sub>),</li> <li>- dobre doświadczenia z procesów współspalania,</li> <li>- szeroki zakres mocy technologii wykorzystujących biopaliwa stałe,</li> <li>- rozwój technologii „zeroemisyjnych” z wykorzystaniem biopaliw stałych,</li> <li>- stosunkowo silne zaplecze naukowe i badawczo-rozwojowe,</li> <li>- duże zainteresowanie wytwórców energii elektrycznej wykorzystaniem biopaliw stałych,</li> <li>- technologie oparte na biopaliwach stałych przodują w produkcji energii elektrycznej z OZE,</li> <li>- aktywizacja lokalnych społeczności,</li> <li>- zmniejszenie bezrobocia, zwłaszcza na terenach wiejskich,</li> <li>- dopłaty do upraw roślin energetycznych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stosunkowo niska wartość opała biopaliw stałych w porównaniu z paliwami kopalnymi,</li> <li>- skomplikowana technologia przygotowania, transportu i wykorzystania biopaliw stałych w porównaniu np. z węglem lub gazem ziemnym,</li> <li>- brak regionalnego i lokalnych stabilnych rynków biopaliw stałych,</li> <li>- brak rozwiniętego rynku biopaliw stałych przy dużym zapotrzebowaniu w procesach współspalania,</li> <li>- możliwość większej emisji substancji szkodliwych w porównaniu z innymi paliwami (np. NO<sub>x</sub> w przypadku dużej zawartości N w biomasie),</li> <li>- silne zagrożenie ze strony energetyki opartej na gazie ziemnym,</li> <li>- niski stopień akceptacji ze strony ciepłownictwa z uwagi na brak doświadczenia w pozyskiwaniu surowców i silną pozycję węgla,</li> <li>- niektóre rozwiązania techniczne są zbyt zaawansowane w stosunku do rozwoju rynku w Polsce,</li> <li>- brak jednolitego podejścia w ocenie uciążliwości środowiskowej produktów ubocznych wykorzystania biopaliw stałych,</li> <li>- słaba współpraca pomiędzy placówkami naukowymi a przemysłem,</li> <li>- wysoki koszt i stosunkowo mała podaż biopaliw stałych na rynku,</li> <li>- brak norm dotyczących jakości biopaliw stałych,</li> <li>- konieczność ponoszenia dużych nakładów inwestycyjnych na zakładanie upraw roślin energetycznych.</li> </ul>

Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>- sektor upraw energetycznych znajduje się na bardzo wczesnym etapie rozwoju, jednak cieszy się coraz większym zainteresowaniem rolników,</li> <li>- wzrastające zainteresowanie producentów ciepła wykorzystaniem biopaliw stałych,</li> <li>- badania naukowe nad tanimi technologiami pozyskiwania biomasy,</li> <li>- duży potencjał biopaliw stałych w województwie i w Polsce,</li> <li>- przygotowanie dyrektywy dotyczącej produkcji ciepła z OZE,</li> <li>- niestabilne ceny ropy naftowej i gazu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uprzywilejowana pozycja paliw kopalnych w zastosowaniach energetycznych,</li> <li>- wzrost kosztów biopaliw stałych z uwagi na coraz większe zainteresowanie współpalaniem w dużych jednostkach kotłowych w energetyce,</li> <li>- możliwość braku biopaliw stałych na rynku w okresach dużego zapotrzebowania,</li> <li>- możliwość konkurencji pomiędzy produkcją żywności i biopaliw stałych,</li> <li>- wysokie zapotrzebowanie na wodę przez rośliny energetyczne,</li> <li>- stosunkowo wolny rozwój technologii zgazowania i pirolizy,</li> <li>- niebezpieczeństwo nadmiernego rozprzestrzeniania się gatunków obcych roślin energetycznych.</li> </ul>

#### Analiza SWOT – biopaliwa płynne

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> <li>- występowanie na terenie województwa dużych instalacji służących do wytwarzania biopaliw płynnych,</li> <li>- zmniejszenie uzależnienia od importu paliw,</li> <li>- rozwój przedsiębiorczości, w tym możliwość wykorzystania kapitału zewnętrznego do udziału w lokalnych inwestycjach,</li> <li>- zmniejszenie bezrobocia,</li> <li>- obniżenie emisji gazów cieplarnianych w transporcie,</li> <li>- zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska – poprawa jakości życia i zdrowia mieszkańców,</li> <li>- wzmocnienie ekologicznego wizerunku państwa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zróżnicowanie geograficzne dostępności terenów pod uprawę rzepaku (klasy bonitacyjne gleb, wymarżanie rzepaku),</li> <li>- wyższe koszty produkcji biopaliw,</li> <li>- konieczność stosowania mechanizmów wsparcia,</li> <li>- brak stabilności krajowego rynku biopaliw,</li> <li>- produkcja roślin energetycznych stanowi działalność konkurencyjną w stosunku do innych sposobów użytkowania ziemi przez rolnictwo,</li> <li>- stosunkowo niska świadomość społeczna,</li> <li>- krajowa podaż biopaliw zależna od warunków klimatycznych prowadzenia upraw.</li> </ul>
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>- wykorzystanie funduszy unijnych i krajowych na rozwój rynku biopaliw w Polsce,</li> <li>- polityka UE w zakresie zwiększenia wykorzystania biopaliw,</li> <li>- przyjęcie „Wieloletniego Programu Promocji Biopaliw na lata 2008-2014”,</li> <li>- polityka UE i świata w zakresie klimatu,</li> <li>- prognozowany wzrost zapotrzebowania na paliwa transportowe w Polsce,</li> <li>- niepewność dostaw paliw konwencjonalnych,</li> <li>- niestabilność cen paliw konwencjonalnych skutkująca zmniejszeniem różnicy pomiędzy biopaliwami a paliwami konwencjonalnymi,</li> <li>- możliwość wykorzystania funduszy wspólnotowych na realizację inwestycji,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- brak pełnego poparcia wśród producentów pojazdów,</li> <li>- brak harmonogramu wykonawczego dla „Wieloletniego Programu Promocji Biopaliw na lata 2008-2014”,</li> <li>- wzrastające czynsze dzierżawy za wynajem gruntów i nieruchomości pod realizację inwestycji,</li> <li>- w przyszłości możliwość niewystarczającej podaży rzepaku w odpowiedzi na rosnący popyt krajowy i europejski.</li> </ul>

– finansowanie przewidziane w ramach Narodowej Strategii Spójności na lata 2007-2013 oraz Regionalnych Programów Operacyjnych.	
--	--

### Analiza SWOT – Biopaliwa gazowe

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> <li>– pozytywne doświadczenia w realizacji inwestycji w zakresie wykorzystania energii z biogazu na terenie województwa, szczególnie z wykorzystaniem gazu składowiskowego oraz biogazu z oczyszczalni ścieków,</li> <li>– duży potencjał zasobów do wytwarzania biogazu rolniczego,</li> <li>– duży lokalny potencjał zastosowania technologii biogazowych,</li> <li>– możliwość powiązania technologii biogazowych z lokalną gospodarką odpadami,</li> <li>– możliwość uzyskania dodatkowych przychodów przy niskich kosztach eksploatacyjnych,</li> <li>– możliwość zastosowania instalacji o różnych wielkościach,</li> <li>– możliwość wykorzystania źródeł finansowania z funduszu spójności i funduszy strukturalnych,</li> <li>– duża świadomość społeczna na temat możliwości stosowania technologii biogazowych,</li> <li>– zaawansowanie technologii biogazowych,</li> <li>– zmniejszenie uzależnienia od importu paliw.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– utrudniona współpraca z dystrybutorami energii elektrycznej (specjalne wymagania odnośnie urządzeń pomiarowo-rozliczeniowych),</li> <li>– brak praktycznych informacji dla potencjalnych inwestorów na temat przygotowania i finansowania typowych inwestycji biogazowych,</li> <li>– brak rozpowszechniania informacji o instalacjach modelowych i pilotażowych.</li> </ul>
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>– rozwój regionalnej i lokalnej zrównoważonej polityki energetycznej wykorzystującej lokalne zasoby energetyczne,</li> <li>– wzrastające zainteresowanie samorządów miejskich i wiejskich wykorzystaniem biogazu,</li> <li>– redukcja pułapów emisyjnych dla instalacji objętych systemem handlu emisjami,</li> <li>– konieczność budowania nowych konwencjonalnych mocy, spełniających surowe normy środowiskowe, przyczynić się może do wzrostu wykorzystania OZE, ze względu na wysokie nakłady finansowe na instalacje usuwające zanieczyszczenia ze spalin (zwłaszcza CO<sub>2</sub>),</li> <li>– wdrożenie nowych instrumentów ekonomicznych i prawnych podnoszących atrakcyjność inwestycji w OZE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zbyt wolny rozwój rynku technologii biogazowych i związany z nim wolny spadek ich kosztów,</li> <li>– brak długofalowej, stabilnej polityki w zakresie OZE,</li> <li>– zmiany w prawie krajowym.</li> </ul>

**Analiza SWOT: Mała Energetyka Wodna**

<b>Mocne Strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– regulacja stosunków wodnych cieków,</li> <li>– zmniejszenie zagrożenia powodziowego,</li> <li>– zmniejszenie uzależnienia od importu paliw,</li> <li>– zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza,</li> <li>– zmniejszenie bezrobocia,</li> <li>– rozwój przedsiębiorczości, w tym możliwość wykorzystania kapitału zewnętrznego do udziału w lokalnych inwestycjach,</li> <li>– rozwój turystyki i rekreacji,</li> <li>– stopniowe gromadzenie doświadczenia i wiedzy,</li> <li>– elektrownie wodne mogą być instalowane w licznych lokalizacjach również na małych ciekach wodnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mały potencjał w zakresie energii wód powierzchniowych w województwie,</li> <li>– słabo rozwinięta infrastruktura przesyłowa,</li> <li>– długotrwałe kosztowne i skomplikowane procedury administracyjne związane z podłączeniem do sieci, brak jasnych wytycznych co do zakresu potrzebnych ekspertyz,</li> <li>– niedostateczna dostępność źródeł finansowania inwestycji,</li> <li>– trudności lokalizacyjne,</li> <li>– długotrwałe procedury zmiany miejscowych planów zagospodarowania,</li> <li>– znaczne zróżnicowanie geograficzne potencjału energetycznego energetyki wodnej,</li> <li>– niewystarczające uwzględnienie instalacji OZE w planowaniu regionalnym i lokalnym (plany zagospodarowania terenu, plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gmin).</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wzrost i wahania cen surowców,</li> <li>– prognozowany wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce,</li> <li>– wdrożenie nowych instrumentów ekonomicznych i prawnych podnoszących atrakcyjność inwestycji w OZE,</li> <li>– konieczność budowania nowych konwencjonalnych mocy, spełniających surowe normy środowiskowe, przyczynić się może do wzrostu wykorzystania OZE, ze względu na wysokie nakłady finansowe na instalacje usuwające zanieczyszczenia ze spalin (zwłaszcza CO<sub>2</sub>),</li> <li>– wprowadzenie skutecznego mechanizmu wsparcia inwestycji przez „zielone certyfikaty”,</li> <li>– krótki okres realizacji inwestycji dla małych elektrowni wodnych,</li> <li>– dobrze opanowana technologia,</li> <li>– możliwość zdalnego sterowania elektrownią lub obsługa elektrowni przez nieliczny personel,</li> <li>– finansowanie przewidziane w ramach Narodowej Strategii Spójności na lata 2007-2013.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– brak długofalowej, stabilnej polityki w zakresie OZE,</li> <li>– aktywność lobby węglowego przeciwstawiającego się rozwojowi OZE,</li> <li>– brak akceptacji społeczeństwa w sytuacji budowy dużych elektrowni wodnych,</li> <li>– wzrastające czynsze dzierżawne za wynajem nieruchomości pod realizację inwestycji i wygórowane oczekiwania finansowe wydierżawiających,</li> <li>– niedostatecznie rozbudowana infrastruktura przesyłowa,</li> <li>– dalszy rozwój obszarów objętych siecią ekologiczną Natura 2000, znacznie ograniczający możliwości lokalizacji inwestycji.</li> </ul>

**Analiza SWOT - energia słoneczna**

<b>Mocne strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- korzystne warunki promieniowania słonecznego w województwie łódzkim,</li> <li>- bardzo dobry odbiór społeczny technologii słonecznych,</li> <li>- dobre zaplecze badawczo-rozwojowe kraju i UE,</li> <li>- wykorzystanie technologii słonecznych dla promowania OZE,</li> <li>- przygotowanie norm UE na temat systemów fotowoltaicznych,</li> <li>- zwiększająca się efektywność technologii PV,</li> <li>- ułatwione finansowanie ze środków EkoFunduszu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- powszechny pogląd o złych warunkach klimatycznych dla rozwoju technologii słonecznych,</li> <li>- zbyt wysokie koszty technologii słonecznych w porównaniu z technologiami konwencjonalnymi i większością technologii OZE,</li> <li>- zbyt słaby mechanizm wspierania w przypadku małych instalacji kolektorów słonecznych,</li> <li>- marginalny charakter technologii słonecznych w strategiach rozwoju energetyki w kraju,</li> <li>- brak mechanizmów rozwoju rynku technologii słonecznych,</li> <li>- brak poradnika na temat przygotowania i finansowania typowych inwestycji słonecznych,</li> <li>- wysoki koszt badań nad technologiami fotowoltaicznymi i duże ryzyko związane z niepewnością rozwoju rynku,</li> <li>- zbyt wysokie koszty środowiskowe związane z produkcją ogniw fotowoltaicznych,</li> <li>- brak koordynacji pomiędzy programami badawczo-rozwojowymi na temat technologii słonecznych.</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwy dalszy wzrost efektywności technologii PV,</li> <li>- dalsza redukcja kosztów jednostkowych technologii,</li> <li>- spadek ceny kolektorów 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- szybki rozwój technologii fotowoltaicznych poza UE (USA i Japonia),</li> <li>- silna konkurencja ze strony rozwijających się krajów południowoazjatyckich,</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>

**Analiza SWOT: Energetyka wiatru**

<b>Mocne Strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- pozytywne doświadczenia w realizacji inwestycji w zakresie energetyki wiatrowej na terenie województwa i kraju,</li> <li>- duże zainteresowanie inwestorów w realizację projektów wiatrowych,</li> <li>- korzystne warunki wiatrowe w województwie,</li> <li>- rozwój przedsiębiorczości, w tym możliwość wykorzystania kapitału</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- brak aktualnych wieloletnich pomiarów prędkości i kierunków wiatru dla województwa łódzkiego,</li> <li>- konieczność przeprowadzania pomiarów wiatru przed podjęciem decyzji o realizacji projektu wiatrowego na danym terenie,</li> <li>- niedostatecznie rozwinięta infrastruktura przesyłowa, zwłaszcza na obszarach</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– zewnętrznego do udziału w lokalnych inwestycjach,</li> <li>– możliwość instalowania nowych mocy wytwórczych w oparciu o najnowocześniejsze bardziej wydajne urządzenia,</li> <li>– znaczny postęp technologii wykorzystania energii wiatru: nowoczesne turbiny o większej mocy o zminimalizowanych negatywnych cechach (np. generacja hałasu, prędkość obrotowa rotora, itp.),</li> <li>– stopniowe gromadzenie doświadczenia i wiedzy,</li> <li>– zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– o najkorzystniejszych warunkach wiatrowych,</li> <li>– długotrwałe, kosztowne i skomplikowane procedury administracyjne związane z podłączeniem do sieci, brak jasnych wytycznych, co do zakresu potrzebnych ekspertyz,</li> <li>– wzrastające czynsze dzierżawy za wynajem gruntów i nieruchomości pod realizację inwestycji,</li> <li>– wysokie koszty przyłączenia,</li> <li>– niedostateczna dostępność źródeł dofinansowania inwestycji,</li> <li>– trudności lokalizacyjne ze względu na ochronę krajobrazu i ochronę dróg przelotu ptaków,</li> <li>– trudności z oszacowaniem dostępnej powierzchni pod przyszłe realizacje projektów wiatrowych,</li> <li>– długotrwałe procedury zmiany miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego,</li> <li>– brak rodzimych producentów konkurencyjnych urządzeń wytwórczych,</li> <li>– konieczność transportu elementów instalacji na duże odległości,</li> <li>– niewystarczające uwzględnienie instalacji OZE w planowaniu regionalnym i lokalnych (plany zagospodarowania terenu, plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gmin),</li> <li>– słabo rozwinięta infrastruktura komunikacyjna, utrudniająca dostawę wielkogabarytowych urządzeń wytwórczych.</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wzrost i wahania cen paliw i surowców,</li> <li>– konieczność budowania nowych konwencjonalnych mocy, spełniających surowe normy środowiskowe, przyczynić się może do wzrostu wykorzystania OZE, ze względu na wysokie nakłady finansowe na instalacje usuwające zanieczyszczenia ze spalin (zwłaszcza CO<sub>2</sub>),</li> <li>– wejście w życie Dyrektywy 2001/80/EC w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych źródeł spalania paliw oraz Dyrektywy 2001/81/EC w sprawie krajowych pułapów emisji dla niektórych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego,</li> <li>– słabo rozwinięta infrastruktura przesyłowa gazu i ropy naftowej,</li> <li>– wprowadzenie skutecznego mechanizmu obrotu prawami majątkowymi nadanymi świadectwom pochodzenia,</li> <li>– możliwość wykorzystania funduszy wspólnotowych na realizację inwestycji w energetyce wiatrowej, pod warunkiem, że przy formułowaniu kryteriów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– brak długofalowej, stabilnej polityki w zakresie OZE,</li> <li>– aktywność lobby węglowego przeciwstawiającego się rozwojowi OZE,</li> <li>– brak edukacji o rzeczywistych skutkach rozwoju energetyki wiatrowej,</li> <li>– protesty przeciwko lokalizacji elektrowni wiatrowych na wybranych terenach,</li> <li>– wzrastające czynsze dzierżawne za wynajem nieruchomości pod realizację inwestycji i wygórowane oczekiwania finansowe wydzierżawiających,</li> <li>– możliwość niedostatecznej rozbudowy infrastruktury przesyłowej, zwłaszcza na obszarach o najkorzystniejszych warunkach wiatrowych,</li> <li>– słabo rozbudowane połączenia transgraniczne, uniemożliwiające okresowy import większej ilości energii, ze względu na ograniczoną przepustowość istniejących linii energetycznych.</li> </ul>



<p>kwalifikacyjnych dla projektów, a następnie konkretnych zapisów kart działań, OZE nie zostaną pominięte wśród innych działań z zakresu ochrony środowiska,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wdrożenie nowych instrumentów ekonomicznych i prawnych podnoszących atrakcyjność inwestycji w odnawialne źródła energii,</li> <li>– finansowanie przewidziane w ramach Narodowej Strategii Spójności na lata 2007-2013.</li> </ul>	
---	--

### Analiza SWOT – energia geotermalna

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> <li>– dobre warunki geotermalne w województwie,</li> <li>– znaczny potencjał energii geotermalnej skorelowany z lokalizacją województwa na obszarze Niżu Polskiego,</li> <li>– korzystne zasoby energii geotermalnej w województwie łódzkim umożliwiające zabudowanie licznych instalacji geotermalnych o mocach cieplnych od 2,5 do 10 MW,</li> <li>– stosunkowo duże zapotrzebowanie na ciepło w pobliżu potencjalnych instalacji geotermalnych,</li> <li>– całkowita niezależność źródła od pory roku, pory dnia i sezonowych zmian klimatycznych,</li> <li>– zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza,</li> <li>– stosunkowo dobrze rozwinięte sieci ciepłownicze w dużych miastach,</li> <li>– niskie koszty eksploatacji instalacji geotermalnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– długotrwałe, kosztowne i skomplikowane procedury administracyjne, brak jasnych wytycznych, co do zakresu potrzebnych ekspertyz,</li> <li>– bardzo wysokie koszty inwestycyjne,</li> <li>– wysoka opłata za informację geologiczną,</li> <li>– niedostateczna dostępność źródeł dofinansowania inwestycji,</li> <li>– racjonalna inwestycja wykorzystująca energię geotermalną musi charakteryzować się stałym i wysokim zapotrzebowaniem na ciepło zgłaszanym przez odbiorców,</li> <li>– długotrwałe procedury zmiany miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.</li> </ul>
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> <li>– wzrost cen i wahania cen surowców,</li> <li>– konieczność realizacji celów unijnych w zakresie OZE w perspektywie 2020r.,</li> <li>– światowa i unijna polityka w zakresie ochrony klimatu,</li> <li>– ograniczenie niskiej emisji w miastach,</li> <li>– konieczność budowania nowych konwencjonalnych mocy, spełniających surowe normy środowiskowe, przyczynić się może do wzrostu wykorzystania OZE, ze względu na wysokie nakłady finansowe na instalacje usuwające zanieczyszczenia ze spalin (zwłaszcza CO<sub>2</sub>),</li> <li>– obowiązywanie dyrektywy 2001/80/WE w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych źródeł spalania paliw oraz Dyrektywa 2001/81/WE w sprawie krajowych pułapów emisji dla niektórych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– aktywność lobby węglowego sprzeciwiającego się rozwojowi OZE,</li> <li>– możliwość przewymiarowania instalacji,</li> <li>– techniczne trudności eksploatacyjne,</li> <li>– zmiany w prawie krajowym destabilizujące warunki rynkowe dla energetyki geotermalnej,</li> <li>– niestabilna polityka podatkowa dotycząca wykorzystania energetyki odnawialnej.</li> </ul>

- redukcja pułapów emisyjnych dla instalacji objętych systemem handlu emisjami,
- wdrożenie nowych instrumentów ekonomicznych i prawnych podnoszących atrakcyjność inwestycji w odnawialne źródła ciepła,
- finansowanie przewidziane w ramach Narodowej Strategii Spójności na lata 2007-2013.

## 11 Podsumowanie

Odnawialne źródła energii (OZE) to źródła wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, gazu składowiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków i rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych. Energetyka odnawialna wykorzystująca odnawialne zasoby energii zajmuje istotne miejsce w polityce energetycznej Unii Europejskiej. Priorytetowe znaczenie rozwoju odnawialnych źródeł energii znalazło wyraz w wielu dokumentach politycznych i regulacjach UE. Podstawowym dokumentem określającym cele do osiągnięcia w rozwoju OZE zawiera Dyrektywa 2001/77/WE.

Polska podpisując Traktat Akcesyjny określiła jako swoje zobowiązanie, wyjęte z Dyrektywy 2001/77/WE, że w 2010 r. osiągnie 7,5 % wskaźnik ilościowy udziału energii elektrycznej wytworzonej w OZE w zużyciu energii elektrycznej brutto. W marcu 2007 roku Rada Europy ustaliła, jako kolejny cel do osiągnięcia przez UE 20 % udziału energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii końcowej oraz minimum 10 % udziału biopaliw w każdym kraju. W styczniu 2008 r. Komisja Europejska uszczegółowiła i zaproponowała indywidualnie cele dla każdego państwa członkowskiego. Dla Polski zaproponowano, jako cel do osiągnięcia, 15 % udziału energii z OZE w ogólnym zużyciu energii końcowej, obejmującej łączne zużycie energii elektrycznej, ciepła i paliw w transporcie.

W Polsce podstawowym dokumentem prawnym regulującym gospodarkę paliwowo-energetyczną jest *Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne* wraz z aktami wykonawczymi. Ustawa od czasu uchwalenia była wielokrotnie uzupełniana i zmieniana m.in. w wyniku konieczności wdrożenia dyrektyw UE. Główne mechanizmy wsparcia rozwoju energetyki odnawialnej zawarte w ustawie, to obowiązek zakupu od producenta całości energii elektrycznej i ciepła (na określonych warunkach) wytworzonego w OZE oraz system „zielonych certyfikatów” umożliwiający uzyskanie przez wytwórcę energii elektrycznej dodatkowej kwoty za energię wytworzoną w OZE. W zakresie promocji biopaliw obowiązuje uchwalony przez Radę Ministrów *Wieloletni program promocji biopaliw lub innych paliw odnawialnych na lata 2008-2014*.

Województwo łódzkie posiada znaczne zasoby energii odnawialnej, które zostały oszacowane dla poszczególnych rodzajów energii.

Największe zasoby energii odnawialnej zawarte są w: energii słonecznej ( $191 \cdot 10^6$  GJ/rok), wodach geotermalnych ( $17,6-28,9 \cdot 10^6$  GJ/rok), biopaliwach stałych ( $6,607 \cdot 10^6$  GJ/rok), biogazie rolniczym ( $1,709 \cdot 10^6$  GJ/rok), gazie składowiskowym ( $0,48 \cdot 10^6$  GJ/rok), biogazie z osadów z oczyszczalni ścieków ( $0,187 \cdot 10^6$  GJ/rok). Potencjał techniczny energii spadku wód jest w województwie łódzkim stosunkowo mały ( $0,144 \cdot 10^6$  GJ/rok).

Jest wiele możliwości technicznych i technologicznych energetycznego wykorzystania zasobów energii odnawialnej.

### **Energia słoneczna**

Energię słoneczną w warunkach nasłonecznienia i usłonecznienia województwa łódzkiego można wykorzystać przede wszystkim do podgrzewu wody w systemach aktywnych, w instalacjach z kolektorami słonecznymi i w systemach pasywnych do podgrzewu powietrza wykorzystywanego np. w suszarnictwie. Energia słoneczna może być również bezpośrednio zamieniona na energię elektryczną w ogniwach fotowoltaicznych. Ze względu na wysoki koszt inwestycyjny zakres zastosowania ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej jest ograniczony do instalacji małych mocy.

Na terenie województwa łódzkiego zabudowane są instalacje solarne z kolektorami o różnej mocy zainstalowanej. Duże instalacje z kolektorami słonecznymi zabudowane na budynkach użyteczności publicznej w województwie łódzkim mają łączną powierzchnię kolektorów powyżej 3600 m<sup>2</sup>. Największą instalacją wykorzystującą energię słoneczną w województwie łódzkim jest układ solarny w Poddębicach, który składa się z 1013 kolektorów o łącznej powierzchni 1823 m<sup>2</sup>. Ogółem szacuje się (brak dokładnych danych), że w województwie łódzkim zabudowanych jest ok. 8000 m<sup>2</sup> powierzchni kolektorów słonecznych.

### **Energia geotermalna**

Sposób wykorzystania energii geotermalnej zależy od temperatury złoża, z którego jest pobierana. Zasoby energii geotermalnej mogą być wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej i ciepła w elektrociepłowniach geotermalnych, gdzie do napędu turbogeneratorów używana jest para pobierana bezpośrednio ze złoża lub para wytworzona z wykorzystaniem ciepła wód geotermalnych o temperaturze >100 °C. W przypadku niższej temperatury złoża energię geotermalną wykorzystuje się do produkcji ciepła grzejnego lub technologicznego.

W województwie łódzkim energię wód geotermalnych wykorzystuje się do podgrzewu wody w centrali ciepłowniczej o mocy 3,2 MW w Uniejowie.

### **Biopaliwa stałe**

Najprostszym sposobem wykorzystania energii biopaliw stałych jest ich bezpośrednie spalanie w odpowiednio przystosowanych kotłach wodnych lub parowych oraz współspalanie z węglem w kotłach energetycznych. Kotły wodne, w których spalana jest biomasa, mogą służyć do produkcji ciepła grzewczego i technologicznego. Biopaliwa stałe mogą być również spalane i współspalane w kotłach wytwarzających parę zasilającą turbinę ciepłowniczą.

Bardziej zaawansowane technicznie technologie wykorzystujące biopaliwa stałe oparte są na procesie zgazowania i pirolizy. Biopaliwa stałe, zwłaszcza zaś odpady z produkcji rolnej oraz ziarna zbóż i kukurydzy, mogą być surowcem do wytwarzania biogazu rolniczego i biopaliw płynnych. Podstawowymi surowcami do produkcji biodiesla jest rzepak i rzepik. W województwie łódzkim

zainstalowanych jest co najmniej 60 kotłowni z kotłami, w których są spalane biopaliwa stałe. Zainstalowaną moc cieplną w kotłach spalających biopaliwa stałe oszacowano na 15 – 20 MW.

### **Biopaliwa gazowe**

Biopaliwa gazowe, w zależności od miejsca ich powstawania, można podzielić na: gaz składowiskowy, biogaz rolniczy, biogaz z oczyszczalni ścieków.

Energia biopaliw gazowych może być wykorzystana przez spalanie w kotłach gazowych, w agregatach silnikowo-prądowych lub turbinach gazowych. Wytworzony biogaz lub pozyskany ze składowisk odpadów komunalnych gaz składowiskowy może być również wykorzystany do zasilania lokalnej sieci gazowniczej lub do napędu pojazdów.

Aktualnie w województwie łódzkim pracuje 9 instalacji wykorzystujących energetycznie biopaliwa gazowe. Głównie pozyskiwany i wykorzystywany jest gaz składowiskowy (6 instalacji o łącznej mocy elektrycznej 5,85 MW) oraz biogaz z oczyszczalni ścieków (3 instalacje o łącznej mocy ok. 4,25 MW). Z uzyskanych informacji wynika, że na terenie województwa łódzkiego nie ma instalacji biogazu rolniczego.

### **Energetyka wiatrowa**

Województwo łódzkie znajduje się w przeważającej części w strefie określanej jako korzystna do instalacji turbin wiatrowych. Energia wiatru zamieniana jest na energię elektryczną w turbogeneratorach wiatrowych (wiatraki). W województwie łódzkim istnieje kilka elektrowni wiatrowych o łącznej mocy ok. 40 MW. Największą z nich jest elektrownia wiatrowa na „Górze Kamięńsk” o mocy 30 MW, w której zainstalowanych jest 15 turbogeneratorów wiatrowych o mocy 2 MW.

### **Mała Energetyka Wodna**

Potencjał techniczny małej energetyki wodnej na terenie województwa łódzkiego jest mały. Obecnie na terenie województwa łódzkiego zlokalizowane są 33 małe elektrownie wodne o łącznej mocy elektrycznej 10,05 MW. Elektrownie o największej mocy znajdują się na zbiornikach wodnych „Jeziorsko” (4,0 MW) i Sulejów (3,4 MW).

Województwo łódzkie posiada znaczny potencjał zasobów energii odnawialnej. Pozyskiwanie zasobów i energetyczne ich wykorzystywanie powinno być zgodne z zasadą zrównoważonego rozwoju, która zakłada odpowiednio ukształtowane relacje pomiędzy wzrostem gospodarczym, dbałością o środowisko oraz zdrowiem człowieka. W rozwoju energetyki odnawialnej jest szereg barier o charakterze legislacyjnym, ekonomicznym, technicznym, instytucjonalnym, społecznym i informacyjnym. Z wymienionych barier w rozwoju energetyki odnawialnej najpoważniejszą jest bariera ekonomiczna, związana z efektywnością inwestycji w OZE, a w przypadku biopaliw stałych pochodzenia leśnego i rolniczego, również wysoka cena zakupu. Wysokie nakłady inwestycyjne, które należy ponieść na zakup urządzeń i montaż instalacji OZE sprawiają, że efektywność ekonomiczna inwestycji jest niska, a okres zwrotu zainwestowanego kapitału bardzo długi. Z przeprowadzonej analizy efektywności

ekonomicznej budowy instalacji w wybranych technologiach wynika, że przy zaangażowaniu w inwestycję 100 % kapitału własnego, zdyskontowany czas zwrotu nakładów inwestycyjnych dla inwestycji w małą energetykę wodną, biogazownię rolniczą, elektrownię wiatrową, układ kogeneracyjny ze zgazowaniem biomasy, wynosi ok. 15 lat. Dla produkcji energii elektrycznej w ogniwach fotowoltaicznych i ciepła w ciepłowni geotermalnych zdyskontowany czas zwrotu nakładów inwestycyjnych przekracza zakładaną 20 letnią żywotność instalacji. Bardzo krótkim okresem zwrotu charakteryzują się jedynie inwestycje polegające na wymianie kotłów opalanych olejem opałowym, węglem kamiennym (orzech) lub gazem ziemnym na kotły spalające biopaliwa stałe. Inwestycje w odnawialne źródła energii wymagają więc wsparcia finansowego. W latach 2007 – 2013, oprócz istniejących funduszy wsparcia m.in. z NFOŚiGW, WFOŚiGW, EkoFunduszu, projekty w odnawialne źródła energii mogą uzyskać dotację z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko, w ramach priorytetu IX – Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność energetyczna oraz priorytetu X- Bezpieczeństwo energetyczne, w tym dywersyfikacja źródeł energii. Projekty o znaczeniu regionalnym mogą być dotowane z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007 – 2013.

Z doświadczeń krajów UE wynika, że rozwój energetyki odnawialnej ma pozytywny wpływ na rozwój regionu, a szczególnie obszarów wiejskich. Oprócz ograniczenia emisji zanieczyszczeń i ilości produkowanych odpadów, rozwój energetyki odnawialnej przyczynia się do aktywizacji lokalnych społeczności i powstawania nowych miejsc pracy. Energetyka odnawialna, oprócz tworzenia nowych miejsc pracy bezpośrednio związanych z pozyskiwaniem zasobów, tworzy również miejsca pracy przy produkcji i montażu urządzeń, obsłudze instalacji, obsłudze administracyjnej, w doradztwie i konsultingu, projektowaniu, obsłudze prawnej i finansowej. Energetyka odnawialna, w której energię elektryczną i ciepło wytwarza się w lokalnych źródłach z wykorzystaniem lokalnych zasobów, jest także sposobem na zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego na szczeblu gminy i regionu. W 2007 r. w województwie łódzkim wyprodukowano w OZE 93,4 GWh energii elektrycznej i 86 GWh ciepła.

Dla osiągnięcia proponowanych przez UE wskaźników ilościowych w 2010 roku należy wytworzyć w województwie łódzkim ok. 810 GWh energii elektrycznej w OZE, co stanowić będzie 7,5 % zużycia energii elektrycznej brutto. Najszybszy przyrost energii elektrycznej wytworzonej w OZE można uzyskać przez współspalanie biopaliw stałych z węglem w kotłach energetycznych oraz z energetyki wiatrowej. W 2020 r. dla spełnienia celu jakim jest 15 % udział energii wytworzonej w OZE w bilansie energii końcowej należy, wg wykonanego szacunku opartego na prognozowanym zużyciu energii końcowej, wytworzyć w OZE w województwie łódzkim ok. 1850 GWh/rok energii elektrycznej i 1210 GWh/rok energii cieplnej. Szacowana wielkość nakładów inwestycyjnych, które należy ponieść dla osiągnięcia wyżej wymienionego poziomu produkcji energii z OZE, wynosi ok. 2 500 mln zł, z tego w energetyce 600 mln zł.

Pozyskiwanie zasobów energii odnawialnej na cele energetyczne ma ograniczenia wynikające z uwarunkowań środowiskowych. Nadmierna eksploatacja zasobów odnawialnych źródeł może doprowadzić do konfliktów ze środowiskiem i jego różnorodnością roślinną, i zwierzęcą.

Realizacja zasady zrównoważonego rozwoju jest obowiązkiem konstytucyjnym wszystkich partnerów regionalnych czyli samorządu, organizacji pozarządowych, środowisk naukowo-badawczych oraz biznesu. Kluczową rolę w rozwoju energetyki odnawialnej w regionie odgrywa samorząd wojewódzki i samorządy gmin. Dla rozwoju energetyki odnawialnej potrzebne są ze strony samorządów działania o charakterze organizacyjnym, planistycznym ekonomicznym, informacyjnym, edukacyjnym i szkoleniowym. Dużą rolę powinny również odgrywać samorządy w procesie kształtowania świadomości społecznej o korzyściach ekologicznych, społecznych i ekonomicznych, wynikających z wykorzystania lokalnych zasobów energii odnawialnej.

Rozwój energetyki odnawialnej wymaga stworzenia modelu współpracy pomiędzy jednostkami naukowo-badawczymi, samorządem, biznesem, biurami projektowymi, użytkownikami OZE i producentami urządzeń. Współpraca pomiędzy wymienionymi partnerami, uczestniczącymi w rozwoju energetyki odnawialnej, powinna przynosić wymierne korzyści w zakresie wdrażania i doskonalenia technologii, zwiększania konkurencyjności urządzeń produkowanych w kraju oraz ustrzec potencjalnych inwestorów przed podejmowaniem nietrafnych decyzji.



## 12 Załączniki

Spis załączników:

Załącznik nr 1 – Wykaz budowli piętrzących w województwie łódzkim o wysokości piętrzenia  $\geq 1$ m.

Załącznik nr 2 – Szczegółowe zestawienie gospodarstw hodowlanych – trzoda chlewna.

Załącznik nr 3 – Szczegółowe zestawienie gospodarstw hodowlanych – bydło.

Załącznik nr 4 – Szczegółowe zestawienie gospodarstw hodowlanych – drób.

**Załącznik 1 Wykaz budowli piętrzących w woj. łódzkim, o wysokości piętrzenia  $h \geq 1m$** 

Lp	Nazwa rzeki, kanału	Kilometr	Powiat	Gmina	Miejscowość	Typ budowli
1	Czarna Maleniecka	24+100	Opoczno	Żarnów	Fryszarka Błonie	jaz
2	Czarna Maleniecka	25+350	Opoczno	Żarnów	Młynek	stopień z piętrzeniem
3	Czarna Maleniecka	26+900	Opoczno	Żarnów	Siedłów	jaz
4	Drzewiczka	31+000	Opoczno	Drzewica	Drzewica	jaz
5	Drzewiczka	35+550	Opoczno	Drzewica	Radzice Duże	jaz
6	Drzewiczka	36+650	Opoczno	Drzewica	Radzice Małe	jaz
7	Drzewiczka	40+550	Opoczno	Drzewica	Idzikowice	stopień z piętrzeniem
8	Drzewiczka	41+700	Opoczno	Drzewica	Trzebina	stopień z piętrzeniem
9	Drzewiczka	44+836	Opoczno	Opoczno	Zameczek	jaz
10	Drzewiczka	50+980	Opoczno	Opoczno	Opoczno	jaz
11	Drzewiczka	63+350	Opoczno	Białaczów	Petrykozy	stopień z piętrzeniem
12	Młynówka Drzewiczki	0+225	Opoczno	Drzewica	Giełzów	jaz
13	Młynówka II Czarnej Malenieckiej	3+060	Opoczno	Żarnów	Ławki	jaz
14	Ciek Dzielna	0+085	Opoczno	Opoczno	Wola Załęzna	zastawka
15	Ciek Krzczonów	0+650	Opoczno	Drzewica	Trzebina	zastawka
16	Ciek Krzczonów	1+200	Opoczno	Drzewica	Trzebina	zastawka
17	Ciek Krzczonów	1+725	Opoczno	Drzewica	Trzebina	zastawka
18	Ciek Krzczonów	3+400	Opoczno	Drzewica	Trzebina	zastawka
19	Ciek Krzczonów	4+225	Opoczno	Drzewica	Trzebina	zastawka
20	Ciek Libiszów	0+010	Opoczno	Drzewica	Idzikowice	zastawka
21	Ciek Libiszów	0+400	Opoczno	Drzewica	Idzikowice	zastawka
22	Ciek Libiszów	0+580	Opoczno	Drzewica	Idzikowice	zastawka
23	Ciek Libiszów	1+110	Opoczno	Drzewica	Idzikowice	zastawka
24	Ciek Libiszów	1+220	Opoczno	Drzewica	Idzikowice	zastawka
25	Ciek Pogorzelec	0+590	Opoczno	Opoczno	Opoczno	stopień
26	Ciek Pogorzelec	4+580	Opoczno	Sławno	Józefów	jaz
27	Ciek Pogorzelec	8+250	Opoczno	Sławno	Zachorzów	jaz
28	Ciek Przyłek	1+000	Opoczno	Paradyż	Przyłek	zastawka
29	Ciek Przyłek	3+520	Opoczno	Paradyż	Sylwerynów	zastawka
30	Ciek Przyłek	3+950	Opoczno	Paradyż	Sylwerynów	zastawka

31	Ciek Topolice	7+650	Opoczno	Żarnów	Trojanowice	zastawka
32	Giełzówka	6+374	Opoczno	Poświętne	Dęba	zastawka
33	Kiełcznica	10+500	Opoczno	Poświętne	Brudzewice	zastawka
34	Kiełcznica	11+500	Opoczno	Poświętne	Brudzewice	zastawka
35	Kiełcznica	12+250	Opoczno	Poświętne	Gapinin	zastawka
36	Popławka	2+360	Opoczno	Paradyż	Podgaj	jaz
37	Potok Jasion	0+300	Opoczno	Żarnów	Malenie	zastawka
38	Potok Jasion	2+180	Opoczno	Żarnów	Adamów	zastawka
39	Potok Jasion	2+400	Opoczno	Żarnów	Adamów	zastawka
40	Potok Jasion	2+976	Opoczno	Żarnów	Adamów	zastawka
41	Potok Jasion	3+675	Opoczno	Żarnów	Jasion	zastawka
42	Słomianka	6+775	Opoczno	Opoczno	Kraśnica	jaz
43	Słomianka	7+950	Opoczno	Opoczno	Modrzewek	jaz
44	Słomianka	10+125	Opoczno	Sławno	Modrzewek - Podgaj	stopień z piętrzeniem
45	Słomianka	11+825	Opoczno	Sławno	Trojanów	jaz
46	Wąglanka	4+650	Opoczno	Opoczno	Ostrów	jaz
47	Wąglanka	6+380	Opoczno	Białaczów	Wąglany	jaz
48	Wąglanka	11+475	Opoczno	Żarnów	Miedzna Murowa.	jaz
49	Wąglanka	17+200	Opoczno	Żarnów	Niemojewice	jaz
50	Bzura	84+550	Kutno	Bedlno	Wola Kałkowa	jaz
51	Bzura	103+440	Kutno	Krzyżanów	Ktery	jaz
52	Ochnia	8+600	Kutno	Krzyżanów	Konary	jaz
53	Ochnia	22+400	Kutno	Kutno	Gołębiewek	jaz
54	Ochnia	28+630	Kutno	Nowe Ostrowy	Miksztal	jaz
55	Ochnia	30+925	Kutno	Nowe Ostrowy	Rdutów	jaz
56	Głogowianka	0+260	Kutno	Kutno	m. Kutno	jaz
57	Głogowianka	1+180	Kutno	Kutno	m. Kutno	jaz
58	Głogowianka	1+650	Kutno	Kutno	m. Kutno	przepust
59	Głogowianka	1+920	Kutno	Kutno	Gołębiew	przepust
60	Głogowianka	2+250	Kutno	Kutno	Gołębiew	przepust
61	Głogowianka	2+450	Kutno	Kutno	Gołębiew	przepust
62	Głogowianka	3+500	Kutno	Kutno	Michałów	jaz

63	Głogowianka	4+170	Kutno	Kutno	Raciborów	jaz
64	Głogowianka	5+050	Kutno	Kutno	Raciborów	jaz
65	Głogowianka	7+250	Kutno	Strzelce	Wola Raciborowska	jaz
66	Głogowianka	8+920	Kutno	Strzelce	Zagórze	przepust
67	Głogowianka	9+500	Kutno	Strzelce	Zagórze	przepust
68	Lubieńka	0+040	Kutno	Nowe Ostrowy	Imielinek	jaz
69	Lubieńka	1+140	Kutno	Nowe Ostrowy	Imielinek	jaz
70	Lubieńka	2+120	Kutno	Nowe Ostrowy	Imielno	jaz
71	Lubieńka	2+500	Kutno	Nowe Ostrowy	Imielno	jaz
72	Lubieńka	3+100	Kutno	Nowe Ostrowy	Imielno	jaz
73	Lubieńka	3+900	Kutno	Nowe Ostrowy	Imielno	jaz
74	Lubieńka	4+600	Kutno	Łanięta	Wilkownia	jaz
75	Lubieńka	6+235	Kutno	Łanięta	Kąty	przepust
76	Miłonka	5+520	Kutno	Krośniewice	Pawlikowice	przepust
77	Miłonka	11+025	Kutno	Krośniewice	PGR Głaznów	przepust
78	Miłonka	11+720	Kutno	Krośniewice	Miłonice	jaz
79	Miłonka	12+520	Kutno	Krośniewice	Miłonice	jaz
80	Moszczenica	1+200	Kutno	Bedlno	Orłów Parcel	jaz
81	Słudwia	34+450	Kutno	Oporów	Oporów	jaz
82	Kanał Strzegociński	3+150	Kutno	Kutno	Obiodowek	jaz
83	Kanał Strzegociński	4+175	Kutno	Kutno	Obiodowek	przepust
84	Kanał Strzegociński	5+100	Kutno	Kutno	Obiodowek	jaz
85	Kanał Strzegociński	6+040	Kutno	Kutno	Obiodowek	jaz
86	Kanał Strzegociński	8+330	Kutno	Krzyżanów	Marcinów	przepust
87	Kanał Strzegociński	9+300	Kutno	Krzyżanów	Marcinów	przepust
88	Kanał Strzegociński	10+900	Kutno	Krzyżanów	Malewo	przepust
89	Kanał Stradzewski	1+045	Kutno	Bedlno	Gosławice	przepust
90	Kanał Stradzewski	3+500	Kutno	Bedlno	Żeronice	zastawka
91	Kanał Stradzewski	4+392	Kutno	Bedlno	Garbów	przepust
92	Kanał Stradzewski	5+120	Kutno	Bedlno	Stradzew	przepust
93	Kanał Stradzewski	5+462	Kutno	Bedlno	Stradzew	przepust
94	Kanał Stradzewski	5+700	Kutno	Bedlno	Stradzew	przepust

95	Kanał Stradzewski	5+900	Kutno	Bedlno	Stradzew	przepust
96	Kanał Stradzewski	7+560	Kutno	Bedlno	Stanisławice	przepust
97	Kanał Południowy	8+200	Kutno	Bedlno	Gosławice	jaz
98	Kanał Południowy	11+500	Kutno	Bedlno	Orłów-Kolonia	zastawka
99	Kanał Południowy	11+880	Kutno	Bedlno	Orłów-Parcel	zastawka
100	Kanał Południowy "B"	0+000	Kutno	Bedlno	Orłów-Parcel	przepust
101	Kanał Południowy "B"	3+875	Kutno	Krzyżanów	Młogoszyn	jaz
102	Kanał Południowy "C"	0+010	Kutno	Krzyżanów	Siemienice	przepust
103	Kanał Południowy "C"	1+780	Kutno	Krzyżanów	Siemienice	przepust
104	Kanał Południowy "C"	4+430	Kutno	Krzyżanów	Siemieniczki	jaz
105	Mroga	0+380	Łowicz	Bielawy	Walewice Wieś	jaz
106	Nida	0+300	Łowicz	Łowicz	Świeryż	jaz
107	Nida	1+560	Łowicz	Łowicz	Świeryż	jaz
108	Słudwia	15+700	Łowicz	Zduny	Złaków Borowy	jaz
109	Uchanka	14+850	Łowicz	Łyszkowice	Seligów	jaz
110	Grabia	38+750	Pabianice	Dobroń	Barycz	jaz
111	Ner	71+690	Pabianice	Lutomiersk	RZD Puczniew	jaz
112	Ner	74+800	Pabianice	Lutomiersk	Zygmuntów	jaz
113	Ner	77+470	Pabianice	Lutomiersk	Charbice Górne	jaz
114	Ner	78+900	Pabianice	Lutomiersk	Charbice Dolne	jaz
115	Ner	83+970	Pabianice	Lutomiersk	Kazimierz	jaz
116	Grabia	52+100	Bełchatów	Zelów	Karczmy	jaz
117	Grabia	56+900	Bełchatów	Drużbice	Głupice	jaz
118	Grabia	65+200	Bełchatów	Drużbice	Wdowin	jaz
119	Widawka	38+050	Bełchatów	Szczerców	Szczerców	jaz
120	Widawka	50+500	Bełchatów	Kluki	Smugi	jaz
121	Widawka	56+100	Bełchatów	Bełchatów	Wawrzkowizna	jaz
122	Brzezia	0+060	Bełchatów	Drużbice	Brzezia	jaz
123	Brzezia	1+420	Bełchatów	Drużbice	Brzezia	jaz
124	Kielbaska	7+190	Bełchatów	Zelów	Jawor	zastawka
125	Kielbaska	3+150	Bełchatów	Zelów	Pszczołki	zastawka
126	Kielbaska	4+380	Bełchatów	Zelów	Zalesie	zastawka

127	Kielbaska	6+290	Bełchatów	Zelów	Wygielzów	zastawka
128	Nieciecz	19+410	Bełchatów	Rusiec	Rusiec	jaz
129	Pilsia	5+900	Bełchatów	Szczerców	Lubiec	stopień z piętrzeniem
130	Pilsia	16+900	Bełchatów	Zelów	Grysiowizna	jaz
131	Rakówka	16+000	Bełchatów	Bełchatów	Bełchatów	zastawka
132	Rakówka	17+700	Bełchatów	Bełchatów	Bełchatów	zastawka
133	Kanał "M" rz. Grabi	0+900	Bełchatów	Drużbice	Domiechowice	jaz
134	Czarna Maleniecka	12+550	Piotrków Tryb.	Aleksandrów	Kol. Drużbice	jaz
135	Czarna Maleniecka	16+500	Piotrków Tryb.	Aleksandrów	Rozenek	jaz
136	Grabia	72+550	Piotrków Tryb.	W. Krzysztoporska	Mazurki	jaz
137	Grabia	72+940	Piotrków Tryb.	W. Krzysztoporska	Mazurki	jaz
138	Grabia	73+690	Piotrków Tryb.	Grabica	Kobyłki	jaz
139	Grabia	74+160	Piotrków Tryb.	Grabica	Krzepczów	jaz
140	Grabia	75+310	Piotrków Tryb.	Grabica	Krzepczów	zastawka
141	Grabia	75+800	Piotrków Tryb.	Grabica	Kamocinek	zastawka
142	Grabia	76+200	Piotrków Tryb.	Grabica	Ostrów	zastawka
143	Grabia	77+920	Piotrków Tryb.	Grabica	Ostrów	zastawka
144	Grabia	79+760	Piotrków Tryb.	Grabica	Kolonia Grabica	zastawka
145	Luciąża	8+600	Piotrków Tryb.	Sulejów	Kłudzice	jaz
146	Luciąża	11+100	Piotrków Tryb.	Rozprza	Fałek	jaz
147	Luciąża	14+380	Piotrków Tryb.	Rozprza	Turlej	jaz
148	Luciąża	16+568	Piotrków Tryb.	Rozprza	Szymanów	jaz
149	Luciąża	19+700	Piotrków Tryb.	Rozprza	Stara Wieś	jaz
150	Luciąża	23+510	Piotrków Tryb.	Rozprza	Wilkoszewice	jaz
151	Luciąża	25+060	Piotrków Tryb.	Rozprza	Mierzyn	jaz
152	Luciąża	26+080	Piotrków Tryb.	Gorzkowice	Grobia	jaz
153	Luciąża	27+300	Piotrków Tryb.	Rozprza	Cieszanowice	budowla przepustowo-upustowa
154	Luciąża	33+280	Piotrków Tryb.	Łęki Szlacheckie	Trzepnica	jaz
155	Wolbórka	16+244	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Krzykowice	jaz
156	Wolbórka	20+920	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Świątniki	jaz
157	Wolbórka	23+500	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Lubiatów	budowla przepustowo-upustowa

158	Wolbórka	34+280	Piotrków Tryb.	Czarnocin	Czarnocin	jaz
159	Wolbórka	36+380	Piotrków Tryb.	Czarnocin	Zawodzie	jaz
160	Bogdanówka	2+167	Piotrków Tryb.	Rozprza	Kęszyn-Dzięciary	jaz
161	Bogdanówka	4+500	Piotrków Tryb.	Rozprza	Dzięciary	jaz
162	Bogdanówka	9+750	Piotrków Tryb.	Wola Krzysztoporska	Radziątków	jaz
163	Goleszanka	0+650	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Wolbórz	jaz
164	Goleszanka	1+750	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Wolbórz	jaz
165	Mała Widawka	9+160	Piotrków Tryb.	Grabica	Kociołki	budowla przepustowo- upustowa
166	Moszczanka Lewa	0+270	Piotrków Tryb.	Moszczenica	Gościmowice	zastawka
167	Moszczanka Lewa	0+600	Piotrków Tryb.	Moszczenica	Gościmowice	zastawka
168	Moszczanka Lewa	2+810	Piotrków Tryb.	Moszczenica	Podolin	zastawka
169	Moszczanka Właściwa	4+000	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Wolbórz	jaz
170	Moszczanka Właściwa	4+000	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Wolbórz	jaz
171	Moszczanka Właściwa	5+530	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Wolbórz	jaz
172	Moszczanka Właściwa	7+980	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Wolbórz	przelew
173	Moszczanka Właściwa	9+174	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Psary	jaz
174	Moszczanka Właściwa	10+700	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Psary	przelew
175	Moszczanka Właściwa	11+324	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Kuznocin	jaz
176	Moszczanka Właściwa	15+794	Piotrków Tryb.	Moszczenica	Moszczenica	jaz
177	Rajska	2+650	Piotrków Tryb.	Rozprza	Łochyńsko	jaz
178	Strawa	2+400	Piotrków Tryb.	Sulejów	Kałek	jaz
179	Strawa	4+200	Piotrków Tryb.	Sulejów	Witów	jaz
180	Strawa	6+750	Piotrków Tryb.	m. Piotrków Tryb.	Świerczów	jaz
181	Struga Zbyłowicka	3+120	Piotrków Tryb.	Ręczno	Bąkowa Góra	zastawka
182	Struga Zbyłowicka	3+636	Piotrków Tryb.	Ręczno	Bąkowa Góra	zastawka
183	Wierzejka	5+380	Piotrków Tryb.	Piotrków Tryb.	Meszcze	jaz
184	Kanał	0+560	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Żarnowica	zastawka
185	Kanał	1+360	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Żarnowica	zastawka
186	Kanał	1+700	Piotrków Tryb.	Wolbórz	Żarnowica	zastawka
187	Bzura	108+100	Łęczycza	Góra św. Małgorzaty	Zagaj	jaz
188	Ner	29+190	Łęczycza	Świnice Warckie	Zimne	jaz



189	Moszczenica	18+216	Łęczyca	Piątek	Boguszyce	jaz
190	Moszczenica	19+953	Łęczyca	Piątek	Bugaj	jaz
191	Zian	2+480	Łęczyca	Łęczyca	Łęka	jaz
192	Zian	5+300	Łęczyca	Łęczyca	Bronno	jaz
193	Zian	9+850	Łęczyca	Łęczyca	Janków	jaz
194	Kanał Zbylczycki	8+100	Łęczyca	Świnice Warckie	Zbylczyce	jaz
195	Ner	35+830	Poddebice	Wartkowice	Borek	jaz
196	Ner	39+750	Poddebice	Wartkowice	Wólka	jaz
197	Ner	45+050	Poddebice	Wartkowice	Wilkowice	jaz
198	Ner	47+470	Poddebice	Poddebice	Małe	jaz
199	Ner	50+585	Poddebice	Poddebice	Bliźnia	jaz
200	Ner	55+700	Poddebice	Poddebice	Bałdrzychów	jaz
201	Ner	57+815	Poddebice	Poddebice	Kol. Góra Bełdrzychowska	jaz
202	Ner	60+500	Poddebice	Poddebice	Zofiówka	jaz
203	Ner	62+820	Poddebice	Poddebice	Feliksów	jaz
204	Ner	68+790	Poddebice	Zadzim	Małyń	jaz
205	Bełdówka	0+700	Poddebice	Poddebice	Zagórzycy	jaz
206	Jadwiczna	0+360	Poddebice	Pęczniew	Rudniki	jaz
207	Pichna	11+125	Poddebice	Zadzim	Piła	jaz
208	Pisia k. Pudłówka	2+265	Poddebice	Poddebice	Pudłów Nowy	jaz
209	Kanał Ulgowy	2+200	Poddebice	Poddebice	Zofiówka	jaz
210	Warta	685+300	Radomsko	Radomsko	Klekowiec	jaz
211	Widawka	75+600	Radomsko	Dobryczyce	Lefranów	jaz
212	Biestrzykówka	0+400	Radomsko	Wielgomłyny	Rudka	zastawka
213	Bystra	0+120	Radomsko	Gidle	Ruda	zastawka
214	Kanał Lodowy (Wierciczka)	2+000	Radomsko	Gidle	Skrzypiec	jaz
215	Kanał Lodowy (Wierciczka)	5+800	Radomsko	Gidle	Zabrodzie	jaz
216	Kanał Lodowy (Wierciczka)	7+730	Radomsko	Gidle	Ciężkowice	jaz
217	Kanał rz. Warty	0+370	Radomsko	Gidle	Pławno	jaz
218	Kanał rz. Warty	5+740	Radomsko	Gidle	Stęszów	jaz
219	Kręcica	3+700	Radomsko	Dobryczyce	Stępki	jaz

220	Potok Kaleń	2+900	Radomsko	Przedbórz	Zagacie	jaz
221	Świętojanka	0+960	Radomsko	Gomunice	Piaszczyce	jaz
222	Świętojanka	3+100	Radomsko	Kodrąb	Gosławice	jaz
223	Silniczka	12+960	Radomsko	Żytno	Silnica	jaz
224	Widzówka	0+450	Radomsko	Radomsko	Bobry	jaz
225	Kanał Grabicki	0+010	Rawa Maz.	Cielądz	Gułki	zastawka
226	Kanał Grabicki	0+920	Rawa Maz.	Cielądz	Gułki	zastawka
227	Kanał Grabicki	1+270	Rawa Maz.	Cielądz	Wisówka	zastawka
228	Kanał Grabicki	1+610	Rawa Maz.	Cielądz	Wisówka	zastawka
229	Kanał Grabicki	2+710	Rawa Maz.	Cielądz	Wisówka	zastawka
230	Kanał Grabicki	2+930	Rawa Maz.	Cielądz	Wisówka	zastawka
231	Kanał Grabicki	3+570	Rawa Maz.	Cielądz	Grabice	zastawka
232	Kanał Grabicki	3+900	Rawa Maz.	Cielądz	Grabice	zastawka
233	Rylka	12+900	Rawa Maz.	Cielądz	Gułki	jaz
234	Rawka	16+000	Skierniewice	Bolimów	Joachimów	jaz
235	Chojnatka	2+300	Skierniewice	Nowy Kawęczyn	Sewerynów	zastawka
236	Chojnatka	2+700	Skierniewice	Nowy Kawęczyn	Sewerynów	zastawka
237	Wolbórka	3+100	Tomaszów M.	Tomaszów M.	Tomaszów M.	jaz
238	Wolbórka	9+800	Tomaszów M.	Tomaszów M.	Zawada	jaz
239	Wolbórka	12+100	Tomaszów M.	Tomaszów M.	Gadaszewice	jaz
240	Wolbórka	31+290	Tomaszów M.	Będków	Remiszewice	jaz
241	Czarna Bielina	13+200	Tomaszów M.	Ujazd	Helenów	jaz
242	Czarna Bielina	14+750	Tomaszów M.	Ujazd	Stasiolac	jaz
243	Lubocz	1+780	Tomaszów M.	Rzeczycza	Lubocz	jaz
244	Piasecznica	5+700	Tomaszów M.	Ujazd	Sangrodz	jaz
245	Grabia	11+260	Łask	Sędziejowice	Brzeski	jaz
246	Grabia	15+960	Łask	Sędziejowice	Kustrzyce	przelew wałowy
247	Grabia Starorzecze	0+640	Łask	Sędziejowice	Przymiłów	jaz
248	Grabia Starorzecze	0+060	Łask	Łask	m. Łask	jaz
249	Widawka	9+200	Łask	Widawa	Podgórze	jaz
250	Czajka	3+410	Łask	Buczek	Czestków F	zastawka
251	Czajka	4+475	Łask	Buczek	Brodnia Dolna	przepust z piętrzeniem

252	Czajka	7+610	Łask	Buczek	Brodnia Dolna	zastawka
253	Czajka	8+460	Łask	Buczek	Grzeszyn	zastawka
254	Czajka	8+900	Łask	Buczek	Grzeszyn	zastawka
255	Czajka	10+026	Łask	Buczek	Grzeszyn	zastawka
256	Czajka	10+470	Łask	Buczek	Malenia	zastawka
257	Czajka	11+320	Łask	Buczek	Malenia	zastawka
258	Końska	6+770	Łask	Buczek	Czestków B	zastawka
259	Końska	7+270	Łask	Buczek	Wola Buczkowska	zastawka
260	Końska	7+740	Łask	Buczek	Wola Buczkowska	zastawka
261	Końska	8+050	Łask	Buczek	Buczek	zastawka
262	Końska	8+560	Łask	Buczek	Buczek	zastawka
263	Końska	8+810	Łask	Buczek	Buczek	zastawka
264	Końska	9+000	Łask	Buczek	Buczek	zastawka
265	Końska	10+070	Łask	Buczek	Buczek	zastawka
266	Końska	10+360	Łask	Buczek	Buczek	zastawka
267	Pisia k. Małynia	8+710	Łask	Wodzierady	Kwiatkowice	jaz
268	Pisia k. Małynia	10+440	Łask	Wodzierady	Leśnica	jaz
269	Pisia k. Małynia	12+460	Łask	Wodzierady	Wodzierady	jaz
270	Kanał Mesznik	0+380	Sieradz	Sieradz	Dzierlin	jaz
271	Kanał Mesznik	1+960	Sieradz	Sieradz	Charlupia Mała	zastawka
272	Myja	0+160	Sieradz	Sieradz	Biskupice	zastawka
273	Myja	5+520	Sieradz	Sieradz	Charlupia Mała	zastawka
274	Myja	13+560	Sieradz	Wróblew	Charlupia Wielka	jaz
275	Myja	21+170	Sieradz	Brzeźnio	Kliczków Wielki	jaz
276	Myja	24+670	Sieradz	Brzeźnio	Kliczków Mały	przepust z piętrzeniem
277	Myja	25+310	Sieradz	Brzeźnio	Kliczków Mały	przepust z piętrzeniem
278	Myja	25+620	Sieradz	Brąszewice	Bukowiec	zastawka
279	Myja	25+880	Sieradz	Brąszewice	Bukowiec	zastawka
280	Niniwka	1+480	Sieradz	Warta	Włyń	przepust z piętrzeniem
281	Swędra	19+320	Sieradz	Błaszki	Kwasków	zastawka
282	Swędra	20+350	Sieradz	Wróblew	Dziebędów	zastawka
283	Swędra	22+410	Sieradz	Wróblew	Blizniew	zastawka

284	Żeglina	5+650	Sieradz	Sieradz	Wiechucice	jaz
285	Żeglina	9+070	Sieradz	Sieradz	Dąbrówka	jaz
286	Żeglina	9+660	Sieradz	Sieradz	Dąbrówka	jaz
287	Żeglina	11+250	Sieradz	Sieradz	Kuśnie	jaz
288	Żeglina	16+200	Sieradz	Brzeźnio	Próba	budowla przepustowo-upustowa
289	Kanał Mazur	0+032	Sieradz	Warta	Proboszczewice	przepust z piętrzeniem
290	Kanał Mazur	0+580	Sieradz	Warta	Proboszczewice	przepust z piętrzeniem
291	Kanał Mazur	4+945	Sieradz	Warta	Małków	jaz
292	Kanał Mazur	6+780	Sieradz	Warta	Bartochów	jaz
293	Kanał Mazur	7+160	Sieradz	Warta	Bartochów	jaz
294	Pichna k. Zdńskiej Woli	17+580	Zduńska Wola	Szadek	Boczki	jaz
295	Pichna k. Zdńskiej Woli	21+090	Zduńska Wola	Zduńska Wola	Zamłynie	jaz
296	Pichna k. Zdńskiej Woli	21+560	Zduńska Wola	Zduńska Wola	Zamłynie	jaz
297	Pichna k. Zdńskiej Woli	28+490	Zduńska Wola	Zduńska Wola	Izabelów	jaz
298	Szadówka	7+930	Zduńska Wola	Szadek	Prusinowice	jaz
299	Szadówka	10+950	Zduńska Wola	Szadek	Kobyła Miejska	jaz
300	Ciek A	0+080	Pajęczno	Nowa Brzeźnica	Kruplin	zastawka
301	Ciek A	0+570	Pajęczno	Nowa Brzeźnica	Kruplin	zastawka
302	Ciek A	1+114	Pajęczno	Nowa Brzeźnica	Kruplin	zastawka
303	Ciek A	2+825	Pajęczno	Nowa Brzeźnica	Kruplin	zastawka
304	Ciek A	3+240	Pajęczno	Nowa Brzeźnica	Kruplin	zastawka
305	Ciek A	3+375	Pajęczno	Strzelce Wielkie	Wola Wiewiecka	zastawka
306	Nieciecz	30+625	Pajęczno	Kielczygłów	Brutus	jaz
307	Nieciecz	35+800	Pajęczno	Kielczygłów	Kielczygłów Okupniki	zastawka
308	Nieciecz	38+345	Pajęczno	Kielczygłów	Skoczylasy	zastawka
309	Pisia pow. Pajeczański	5+760	Pajęczno	Nowa Brzeźnica	Brzeźnica	jaz
310	Pisia pow. Pajeczański	22+100	Pajęczno	Pajęczno	Siedlec	zastawka
311	Wężnica	0+364	Pajęczno	Siemkowice	Lipnik	zastawka
312	Wierzejka	0+075	Pajęczno	Siemkowice	Radoszewice	zastawka
313	Wierzejka	0+350	Pajęczno	Siemkowice	Radoszewice	zastawka
314	Wierzejka	1+325	Pajęczno	Siemkowice	Radoszewice	zastawka

315	Wierzejka	3+920	Pajęczno	Siemkowice	Radoszewice	zastawka
316	Wierzniça	11+300	Pajęczno	Siemkowice	Radoszewice	jaz
317	Wierzniça	12+120	Pajęczno	Siemkowice	Radoszewice	zastawka
318	Wierzniça	12+900	Pajęczno	Siemkowice	Lipnik	zastawka
319	Wierzniça	13+600	Pajęczno	Siemkowice	Lipnik	zastawka
320	Wierzniça	15+180	Pajęczno	Siemkowice	Kol. Lipnik	zastawka
321	Wierzniça	15+820	Pajęczno	Siemkowice	Kol. Lipnik	zastawka
322	Wierzniça	16+700	Pajęczno	Siemkowice	Kol. Lipnik	zastawka
323	Wierzniça	18+150	Pajęczno	Siemkowice	Łukomierz	zastawka
324	Wierzniça	18+450	Pajęczno	Siemkowice	Łukomierz	zastawka
325	Oleśnica	13+250	Wieluń	Ostrówek	Janów	jaz
326	Oleśnica	16+380	Wieluń	Ostrówek	Janów	jaz
327	Oleśnica	16+750	Wieluń	Ostrówek	Oleśnica	jaz
328	Oleśnica	32+375	Wieluń	Czarnożyły	Lasy Państwowe	jaz
329	Kanał Skomlin-Toplin	0+390	Wieluń	Skomlin	Toplin	zastawka
330	Kanał Skomlin-Toplin	4+826	Wieluń	Skomlin	Klasak	zastawka
331	Kanał Skomlin-Toplin	6+350	Wieluń	Skomlin	Skomlin	zastawka
332	Kanał Skomlin-Toplin	6+800	Wieluń	Skomlin	Skomlin	zastawka
333	Kanał Starzenicki	3+076	Wieluń	Wieluń	Olewin	jaz
334	Kanał Starzenicki	4+476	Wieluń	Wierzchlas	Wierzchlas	jaz
335	Kanał Starzenicki	5+030	Wieluń	Wierzchlas	Wierzchlas	przepust z piętrzeniem
336	Pyszna	4+852	Wieluń	Ostrówek	Skrzynno	jaz
337	Pyszna	8+886	Wieluń	Ostrówek	Skrzynno	jaz
338	Pyszna	11+284	Wieluń	Wieluń	Masłowice	jaz
339	Pyszna	19+650	Wieluń	Wieluń	Dąbrowa	jaz
340	Pyszna	26+750	Wieluń	Biała	Brzoza	zastawka
341	Pyszna	27+900	Wieluń	Biała	Brzoza	zastawka
342	Pyszna	28+900	Wieluń	Biała	Brzoza	zastawka
343	Oleśnica	25+900	Wieruszów	Lututów	Huta	jaz
344	Rybka	11+010	Wieruszów	Lututów	Dobrosław	przepust z piętrzeniem
345	Rybka	11+645	Wieruszów	Lututów	Dobrosław	przepust z piętrzeniem
346	Struga Kraszewicka	17+450	Wieruszów	Galewice	Foluszczyki	zastawka

347	Struga Kraszewicka	17+960	Wieruszów	Galewice	Foluszczyki	zastawka
348	Struga Kraszewicka	18+600	Wieruszów	Galewice	Biadaszki	zastawka
349	Struga Wesoła	0+110	Wieruszów	Bolesławiec	Piaski	zastawka
350	Struga Węglewska	17+950	Wieruszów	Sokolniki	Zdzierzczyna	zastawka
351	Struga Węglewska	20+320	Wieruszów	Sokolniki	Prusak	zastawka

**Źródło:** Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi

**Załącznik 2- Szczegółowe zestawienie gospodarstw hodowlanych (trzoda chlewna)**

POWIAT	GMINA	MIEJSCOWOŚĆ	NR STADA	ILOŚĆ TRZODY CHLEWNEJ
bełchatowski	Drużbice	Wdowin-Kolonia	030453875-001	2282
		Bukowie Dolne	049289322-004	14283
brzeziński	Brzeziny	Poćwiardówka	038258180-001	14477
	Jeżów	Jeżów	038764230-001	4193
			039518690-001	8816
			039518690-002	21784
kutnowski	Dąbrowice	Dąbrowice	048635486-001	9891
	Krzyżanów	Kuchary	049768673-002	61623
	Kutno	Kutno	052021251-001	5798
		Byszew	043495816-001	6190
	Oporów	Stanisławów	038519602-001	6273
	Strzelce	Zaranna	030462150-001	2586
		Dąbkowice	039812066-001	11056
	039812066-002		4389	
łaski	Widawa	Patoki	037918321-002	16542
łowicki	Łowicz	Niedźwiada	039248160-001	5859
		Bocheń	039707953-001	2315
	Zduny	Rząśno	034563485-001	3573
		Łązniki	046367510-001	2972
	Kocierzew Południowy	Różyce-Żurawieniec	040490712-001	2232
			049520322-001	2255
		Różyce	040648020-001	2492
			049731624-001	2653
			059702631-001	4178
			Kocierzew Północny	038318701-001
	Osiek	021587384-001	2604	
	Kiernozia	Lasocin	023076925-001	2340
			025393563-001	4269
	Chąsno	Wyborów	027637121-001	2462
			027637090-001	3223
		Skowroda Południowa	028730955-001	2679
		Przemysłów	039490196-001	2398
		Sierzniki	046393254-001	2392
		Karsznice Duże	041907630-001	4971
Skowroda Północna		038480204-001	2361	
		028690416-001	2270	
łódzki wschodni	Rzgów	Rzgów	039091595-001	4018
		Kalino	057890922-001	2817
	Tuszyn	Wodzin Majoracki	049289322-013	12962
			049289322-003	77768
		Tuszynek Majoracki	049289322-009	12457
		Syski	039868912-001	4329
		Mąkoszyn	039243170-001	2462
		Żeromin	034532384-001	2526
opoczyński	Białaczów	Białaczów	037638491-001	3316
	Mniszków	Jawor-Kolonia	028901273-002	7993
	Opoczno	Januszewice	052342671-002	4904
pabianicki	Dłutów	Tążewy	028698141-001	3259
		Dłutów	049289322-017	4673
			049289322-007	27534



	Konstantynów Łódzki	Konstantynów Łódzki	047138312-001	2041
	Pabianice	Pabianice	040105346-001	2723
			039851684-001	3391
pajęczański	Sulmierzyce	Sulmierzyce	034124714-001	8203
piotrkowski	Czarnocin	Szynczyce	043614346-001	2563
		Biskupia Wola	048517903-001	2404
		Rzepki	049289322-002	25494
			049289322-012	2893
		Czarnocin	049289322-010	2243
		Bujnice	046935866-001	12319
			058439790-002	5837
	034282365-004		4580	
	Grabica	Grabica	034536361-001	10340
			059610382-001	2471
			049079266-001	4762
		Majdany	028627611-001	3043
		Boryszów	034514842-001	3985
		Lutosławice Rządowe	028624515-001	3835
			028624591-001	3912
			028624544-001	4064
			043403634-001	6549
			045834692-001	4169
			048527254-001	2482
			038964205-001	2151
			047157453-001	5044
			041675844-001	3586
			028719030-001	2418
		Bleszyn	050289895-001	4586
			Cisowa	036702733-001
		Szydłów-Kolonia	045926804-001	3477
		Żądło	049791616-001	2906
		Ostrów	040953656-001	4892
		Lutosławice Szlacheckie	048647804-001	3040
			042872785-001	2855
			049210132-001	3428
			028627844-001	3915
			028624683-001	2242
		Kamocin	042903510-001	3922
		Doły Brzeskie	061396411-001	4704
	Lubanów	041906160-001	2014	
		042687100-001	3456	
	Moszczenica	Gościmowice Pierwsze	036582904-001	4260
			057136815-001	2828
		Rękoraj	038421785-002	4312
			043560623-001	10035
			043136504-001	2034
		Gościmowice Drugie	051748340-001	3431
			050235645-001	3440
		Kielczówka	039758191-001	2234
		Sroek Rządowy	051657500-001	2202
		Sroek	042708576-001	3524
Rozprza	Wola Niechcicka Stara	050262413-001	2113	
	Cieślin	039353854-001	2368	
	Niechcice	048735251-001	29986	

	Sulejów	Kałek	040545122-001	2801	
	Wola Krzysztoporska	Gąski	050273985-001	2552	
	Wolbórz	Żarnowica Duża	021529090-001	5953	
		Psary Stare	024720816-001	5968	
		Wolbórz		052342671-001	3009
				048397240-001	3580
		Modrzewek	037383944-001	4222	
		Żywocin	051786206-001	2248	
		Komorniki		049015461-001	3179
	041457393-001		2439		
radomszczański	Gomunice	Piaszczyce	049289322-001	10608	
	Kamięńsk	Pytowice	048735251-002	14706	
	Kobiele Wielkie	Posadówka	041239273-001	3682	
		Strzelce Małe	038345382-001	2367	
	Masłowice	Chełmo	046935866-002	10654	
			058439790-001	18720	
			034282365-002	8544	
	Radomsko	Radomsko	056795810-002	2246	
rawski	Biała Rawska	Biała Rawska	039521842-001	2494	
		Tuniki	049289322-006	23580	
	Cielądz	Cielądz	037058404-001	2400	
	Rawa Mazowiecka	Pukinin	032967640-001	8424	
sieradzki	Błaszki	Stok Polski	039519890-001	3805	
		Błaszki	057183010-001	2227	
	Burzenin	Strumiany	060804862-001	2980	
		Grabówka	031051261-002	3009	
	Goszczanów	Czerniaków	037413423-001	2853	
	Sieradz	Sieradz	051902375-001	48123	
		Podłężyce	056821905-001	2367	
	Złoczew	Kolonia Bujnow	042508623-001	5854	
Broszki		045495066-001	2668		
p. skierniewicki	Godzianów	Płyćwia	039494646-001	2000	
		Zapady	039493531-001	2758	
	Głuchów	Prusy	038459473-001	2165	
			040735976-001	2864	
	Nowy Kawęczyn	Nowy Dwór-Parcela	046128460-001	2201	
			039240754-001	5939	
Słupia	Słupia	034125230-002	2061		
tomaszowski	Będków	Rzeczków	045685821-001	2116	
	Czerniewice	Turobów	028710452-001	4010	
		Zagóry	028709690-001	2672	
	Rokiciny	Wilkucice Duże	049481510-002	2643	
	Rzeczyca	Sadykierz	048791492-001	3559	
			043147800-001	7103	
		Rzeczyca	043013465-001	3671	
Ujazd	Wólka Krzykowska	046369671-001	2250		
wieluński	Mokrsko	Mokrsko	040134736-001	18694	
	Pątnów	Pątnów	041760293-001	2427	
			056821050-002	4024	
	Wieluń	Wieluń	041054375-001	2939	
	Wierzchlas	Toporów	038432435-001	4975	
Krzeczów		061654273-001	2386		
wieruszowski	Czastary	Kąty Walichnowskie	059479480-001	11533	
	Łubnice	Dzietrzkowice	039495382-001	3584	

	Wieruszów	Mieleszynek	043562022-001	3477
zduńskowolski	Szadek	Tarnówka	056989355-001	2198
	Zapolice	Strońsko	038101352-001	6225
		Kalinowa	045190240-001	9975
			043965341-001	4428
	Zduńska Wola	Zamłynie	059507364-001	2630
		Korzew	032973016-002	2927
zgierski	Ozorków	Solca Wielka	053178754-001	2659
			060453611-001	2342
	Zgierz	Kębliny	037894584-003	10260
		Jedlicze B	043872964-001	2908
łódź	Łódź-Widzew	Łódź	038290523-001	5458

**Załącznik 3- Szczegółowe zestawienie gospodarstw hodowlanych (bydło)**

POWIAT	GMINA	MIEJSCOWOŚĆ	NUMER STADA	ILOŚĆ BYDŁA	
bełchatowski	Drużbice	Gręboszów	027984141-001	149	
brzeziński	Brzeziny	Brzeziny	025096343-026	110	
	Dmosin	Lubowidza	037515810-001	124	
kutnowski	Bedlno	Gośławice	036504606-001	119	
			037347821-001	135	
		Orłów-Parcel	037819683-001	194	
			Szewce Nadolne	032905393-002	413
	Dąbrowice	Liliopol	059438726-001	758	
			026452583-001	132	
			028646422-001	108	
	Krzyżanów	Dąbrowice	042436094-001	164	
			Łęki Kościelne	030478626-001	292
			Ktery	031054574-001	230
	Kutno	Strzegocin	034541904-001	139	
			Wierzbie	034543536-001	111
			Obidówek	035718430-001	123
	Łanięta	Świecinki	038019753-002	345	
			059524181-002	108	
	Strzelce	Strzelce	023602360-004	647	
Żychlin	Chochołów	031380500-001	209		
		037073911-001	153		
łaski	Góra Świętej Małgorzaty	Zagaj	040907645-002	131	
	Grabów	Sobótka-Kolonia	036943674-001	100	
		Goszczędza	058578201-001	242	
	Piątek	Goślub	031054574-002	194	
	Świnice Warckie	Zimne	030716750-001	112	
Kosew		031050535-001	111		
łowicki	Bielawy	Walewice	031054574-003	333	
		Seligi	037637523-001	132	
	Domaniewice	Krepa	037675093-001	244	
	Kiernozia	Czerniew	036152801-001	247	
	Łowicz	Pilaszków	028634843-001	106	
			036265612-001	113	
		Łowicz	038237501-001	426	
			038318514-002	141	
	Zduny	Retki	028645935-001	119	
		Strugienice	034548962-001	182	
		Nowe Zduny	036269451-001	125	
		Zalesie	036132143-001	119	
Łażniki		037413972-001	117		
Jackowice		038318514-001	115		
łódzki wschodni	Koluszki	Regny	032969432-001	133	
	Rzgów	Tadzin	037417846-001	178	
opoczyński	Białaczów	Białaczów	037638491-001	264	
	Sławno	Popławy	037257305-001	102	
pabianicki	Dobroń	Markówka	037905400-001	148	
	Lutomiersk	Babice	059787832-001	114	
		Żytowice	028631096-001	114	
	Pabianice	Porszewice	031387581-001	106	
pajęczański	Kielczygłów	Pierzyny Duże	028675405-001	112	

	Sulmierzyce	Sulmierzyce	034124714-001	102
piotrkowski	Czarnocin	Czarnocin	038423492-001	263
	Rozprza	Wroników	037420945-001	100
	Sulejów	Zalesice-Kolonia	037645024-001	112
		Biała	037643956-001	100
	Wolbórz	Żywocin	051786206-001	248
poddębicki	Pęczniew	Zagórki	025394915-001	183
	Wartkowice	Plewnik	035893625-003	108
	Zadzim	Charchów Pański	037528286-001	111
radomszczański	Gidle	Ciężkowice	048120373-001	103
	Wielgomłynny	Niedośpielin	047857090-001	106
	Żytno	Magdalenki	040106732-001	190
rawski	Biała Rawska	Babsk	037272390-001	378
	Rawa Mazowiecka	Rossocha	034532414-001	169
	Sadkowice	Kaleń	043019250-001	211
sieradzki	Błaszki	Kobylniki	036596846-001	224
		Kołodów	037413214-001	147
		Romanów	056818080-001	302
	Brzeźnio	Dębołęka	036914120-002	614
	Burzenin	Niechmirów	031654642-001	120
		Goszczanów	Chwałęcice	030818906-001
	Goszczanów		037415355-001	102
			031060275-001	369
	Poradzew		031380781-001	116
	Gawłowice		031612844-001	168
	Sokołów		036149596-001	169
	Lipicze W		037265136-001	294
	Sulmów		037635955-001	266
	Strachanów		038230732-001	209
	Stojanów		056867252-001	155
			031069582-001	141
	Klonowa	Lipicze	037351586-001	156
			037351573-001	169
	Sieradz	Dąbrówka	036914120-003	266
		Dąbrowa Wielka	036128326-001	229
	Warta	Proboszczowice	030837592-001	140
		Zielecín	031054284-001	245
	Złoczew	Szklana Huta	037254866-001	109
tomaszowski	Rokiciny	Kolonia Łaznów	028780460-001	103
	Ujazd	Niewiadów	037069744-001	889
wieluński	Konopnica	Rychłocice	037828965-001	115
	Ostrówek	Janów	043140813-001	160
wieruszowski	Lututów	Jeżopole	036942983-001	201
	Wieruszów	Lubczyna	027861081-002	331
zduńskowolski	Zduńska Wola	Karsznice	037571526-001	113
zgierski	Głowno	Mąkolice	024154982-001	167
		Ozorków	Leśmierz	037602591-001
	059635036-001			104
	Stryków	Niesułków	037894892-003	106
		Nowostawy Górne	037895255-002	1725
Zgierz	Kębliny	037894584-003	408	
Piotrków miasto	Piotrków Trybunalski	Piotrków Trybunalski	035808324-001	101

**Załącznik 4- Szczegółowe zestawienie gospodarstw hodowlanych (drób)**

POWIAT	GMINA	MIEJSCOWOŚĆ	ILOŚĆ DROBIU
kutnowski	Bedlno	–	10 000-50 000
		–	10 000-50 000
		–	10 000-50 000
		–	50 000-70 000
		–	50 000-70 000
	Krośniewice	Pomarzany	16 000
	Krzyżanów	Kaszewy Dworne	20 000
	Kutno	Głogowiec	25 000
		Stanisławów	68 000
		Dudki	66 000
		Florek	39 000
	Oporów	Dobrzewy	30 000
		Kurów Wieś	10 000
	Strzelce	Karolew	67 000
Sójki		24 000	
Holendry Strzeleckie		20 000	
Kozia Góra		48 000	
łaski	Łask	Okup Mały	10 000
		Łask	19 000
		Łask	19 000
		Remiszew	17 000
	Wodzierady	Łask	20 000
		Wodzierady	52 000
łowicki	Zduny	–	20 000
		Łażniki	20 000
		–	40 000
		–	40 000
		Jackowice	40 000
		–	40 000
		Maurzyce	40 000
Retki	40 000		
łódzki wschodni	Rzgów	Prawda	350 000
	Tuszyn	Rodzynik	18 000
pabianicki	Dobroń	Chechło Drugie	30 000
		Dobroń Mały	17 500
	Konstantynów Łódzki	–	28 000
		Konstantynów Łódzki	20 000
	Pabianice	–	60 000
		Pabianice	15 000
pajęczański	Rząśnia	Gawłów	17 000
	Strzelce Wielkie	Strzelce Wielkie	28 000
piotrkowski	Gorzkowice	Gorzkowice	28 000
	Rozprza	Milejowiec	18 200
	Wolbórz	Komorniki	130 000
		–	80 000
		Kaleń	50 000
–	17 000		
poddębicki	Poddębice	Żylice	1 200 000
radomszczański	Dobryczyce	Dobryczyce	10 000
	Kobiele Wielki	–	30 000

