



**Opracowanie metody programowania i modelowania  
systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na  
terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego,  
wraz z programem wykonawczym dla wybranych  
obszarów województwa**

## **CZĘŚĆ I: METODYKA OPRACOWANIA**

**KRAKÓW - KATOWICE 2005**

**POLSKA AKADEMIA NAUK  
INSTYTUT GOSPODARKI SUROWCAMI MINERALNYMI I ENERGIA  
WOJEWÓDZTWO ŚLĄSKIE  
WOJEWÓDZKI FUNDUSZ OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI  
WODNEJ W KATOWICACH**

**OPRACOWANIE METODY PROGRAMOWANIA I MODELOWANIA  
SYSTEMÓW WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII  
NA TERENACH NIEPRZEMYSŁOWYCH WOJEWÓDZTWA  
ŚLĄSKIEGO, WRAZ Z PROGRAMEM WYKONAWCZYM  
DLA WYBRANYCH OBSZARÓW WOJEWÓDZTWA**

## **CZĘŚĆ I: METODYKA OPRACOWANIA**

*PRACA ZBIOROWA POD KIERUNKIEM DR INŻ. WIESŁAWA BUJAKOWSKIEGO*

*AUTORZY: WIESŁAW BUJAKOWSKI  
ANTONI BARBACKI  
ANNA GRZYBEK  
GRAŻYNA HOŁOJUCH  
LESZEK PAJAŁ  
ARTUR SKOCZEK  
MICHAŁ SKRZYPCZAK  
STANISŁAW SKRZYPCZAK*

*Kraków – Katowice, 2005*

Zleceniodawca: Województwo Śląskie, 40-370 Katowice, ul. Ligonia 46

Wykonawca: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energia PAN, 31-261 Kraków, ul. Wybickiego 7

Podstawa prawna: Umowa nr ew. 36/C-2/04

Sfinansowano ze środków: Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach

*Zespół realizujący:*

Wiesław Bujakowski	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Antoni Barbacki	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Agnieszka Chylak	Beskidzki Fundusz Ekorozwoju S.A.
Tomasz Giza	Beskidzki Fundusz Ekorozwoju S.A.
Sławomir Graczyk	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Anna Grzybek	Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa,
Grażyna Hołojuch	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Beata Kępińska	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Leszek Pająk	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Marcin Pussak	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Agnieszka Sadowska	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Artur Skoczek	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Michał Skrzypczak	Vert,
Stanisław Skrzypczak	BSP Electronic,
Mariusz Świąder	Wydział Polityki Gospodarczej Urzędu Marszałkowskiego woj. śląskiego
Zdzisław Ząber	Dr Ząber Sp. z o.o.
Jerzy Ziora	Wydział Polityki Gospodarczej Urzędu Marszałkowskiego woj. śląskiego

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Zakład Energii Odnawialnej  
30-950 KRAKÓW 65, skr.poczt. 49  
tel./fax: +4812 6326717, e-mail: zeo@min-pan.krakow.pl

I. METODYKA	4
1. WSTĘP	4
3. CEL OPRACOWANIA	5
4. METODYKA INWENTARYZACJI ZASOBÓW ENERGII ODNAWIALNEJ	6
5. CHARAKTERYSTYKA I PODSTAWOWE DEFINICJE ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ	18
5.1. Biogaz	19
5.2. Biomasa	21
5.3. Energia słoneczna	22
5.4. Energia wiatru	25
5.5. Energia spadku wód	26
5.6. Energia geotermalna	27
5.7. Energia wód kopalnianych	29
5.8. Podsumowanie	30
6. METODY OCENY POTENCJAŁU ZASOBÓW OZE NA WYBRANYCH OBSZARACH WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO	31
6.1. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii biogazu	31
6.2. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii biomasy	32
6.3. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii słonecznej	34
6.4. Metodyka szacowania potencjału energii wiatrowej	35
6.5. Metodyka szacowania zasobów energii wód powierzchniowych	38
6.6. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii geotermalnej	40
6.7. Metodyka szacowania potencjału energii z wód kopalnianych	42
7. CYKL INWESTYCYJNY I OPIS METOD OCENY EKONOMICZNEJ	43
7.1. Rodzaje studiów fazy przedinwestycyjnej	43
7.2. Metody ocen ekonomicznych	44
8. OBSZARY CHRONIONE WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO JAKO BARIERA ŚRODOWISKOWA DLA ROZWOJU	47
8.1. Park Krajobrazowy „Orlich Gniazd”	47
8.2. Park Krajobrazowy „Lasy nad Górną Liswartą”	48
8.3. Żywiecki Park Krajobrazowy	48
8.4. Park Krajobrazowy „Beskidu Małego”	48
8.5. Park Krajobrazowy „Beskidu Śląskiego”	48
8.6. Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”	49
9. BIBLIOGRAFIA	52

# I. METODYKA

## 1. WSTĘP

W ramach ogłoszonego przetargu nieograniczonego ogłoszonego przez Województwo Śląskie, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN z Krakowa podpisał w dniu 15.07.2004 r. umowę nr ew. 36(C-2)04 na wykonanie pracy pn. „*Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego, wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa*”. Praca realizowana była w trzech etapach.

### Etap I obejmował:

- ↪ Inwentaryzację zasobów odnawialnych źródeł energii we wszystkich gminach powiatów: tarnogórskiego, kłobuckiego i żywieckiego;
- ↪ Wykonanie wzorcowego atlasu zasobów dla powiatów określonych powyżej.

### Etap II obejmował:

- ↪ Zweryfikowanie przyjętej metody inwentaryzacji energii odnawialnej.
- ↪ Opracowanie, na poziomie studium celowości modelowej konstrukcji teki minimum trzech potencjalnych projektów wdrożeniowych, co najmniej po jednym dla każdego z wybranych powiatów.
- ↪ Opracowanie zasad i procedur budowy programu.
- ↪ Modelowy program dla wszystkich gmin trzech wybranych powiatów zawierający:
  - ✓ rodzaj i harmonogram działań,
  - ✓ środki i narzędzia realizacji programu,
  - ✓ ocenę korzyści społecznych, środowiskowych i ekonomicznych,
  - ✓ sposób zarządzania programem,
  - ✓ mierniki oceny realizacji programu.
- ↪ Rozpowszechnienie wyników etapu poprzez zorganizowanie i poprowadzenie dwóch seminariów:
  - ✓ metodyka inwentaryzacji i oceny zasobów OZE,
  - ✓ metody i wyniki budowy programu OZE i koordynacji z innymi planami i programami samorządów terytorialnych.

### Etap III obejmował:

- ↪ Inwentaryzację zasobów odnawialnych źródeł energii we wszystkich gminach powiatów: będzińskiego, bielskiego, cieszyńskiego, częstochowskiego, gliwickiego, lublinieckiego, mikołowskiego, myszkowskiego, pszczyńskiego, raciborskiego, rybnickiego, bieruńsko-łędzińskiego, wodzisławskiego, zawierciańskiego.
- ↪ Atlas zasobów energii odnawialnej dla zinwentaryzowanych terenów województwa śląskiego.
- ↪ Ocenę technologicznego i ekonomicznego wykorzystania zasobów OZE wg kategorii i sposobów zagospodarowania OZE.
- ↪ Wskazania priorytetowych obszarów działania.
- ↪ Tekę potencjalnych projektów proponowanych do lokalnych założeń planów i programów, w ilości nie mniej niż 5 projektów (oprócz wymienionych w etapie II pkt. 2). Łącznie w etapie II i III wymagane jest co najmniej 8 projektów, opracowanych na poziomie studium celowości, w tym jeden, wybrany na poziomie studium wykonalności. Kryteria wyboru projektów wdrożeniowych mają wynikać z metodycznego uzasadnienia przez Wykonawcę.
- ↪ Program wykorzystania odnawialnych źródeł energii w nieprzemysłowych obszarach województwa śląskiego.
- ↪ Rozpowszechnienie wyników programu.

### **3. CEL OPRACOWANIA**

„Opracowanie metody programowania i modelowania systemów wykorzystania odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych województwa śląskiego, wraz z programem wykonawczym dla wybranych obszarów województwa” miało na celu przede wszystkim opracowanie atlasu zasobów energii odnawialnych województwa śląskiego wykorzystaniem inwentaryzacji zasobów odnawialnych źródeł energii na terenach nieprzemysłowych wszystkich gmin województwa śląskiego jako bazy danych oraz opracowanie teki potencjalnych projektów do wdrożenia mających charakter projektów pilotażowych dla każdego rodzaju energii.

Inwentaryzację przeprowadzono w oparciu o Ankietę przygotowaną i opracowaną w Instytucie na potrzeby niniejszego Opracowania, pod kątem zmonitorowania wszystkich źródeł energii odnawialnej, do których należy zaliczyć: biomasę, biogaz, wody geotermalne, wody kopalniane, wody powierzchniowe, wiatr, słońce. Ankietę podzielono na część ogólną (ANKIETA I) i części szczegółowe – branżowe (ANKIETA II – V).

#### **4. METODYKA INWENTARYZACJI ZASOBÓW ENERGII ODNAWIALNEJ**

Część ogólna Ankiet zawierała pytania, na które odpowiedzi były możliwe do uzyskania w oparciu o ogólne informacje dostępne w Urzędach Gmin. Obejmowała ona oprócz podstawowych danych o gminie również krótkie informacje branżowe dotyczące m.in. energii wody pochodzącej z odwadniania kopalń, energii powietrza wentylującego kopalnie, energię wiatrową, oraz energię wodną.

Części branżowe Ankiet były szczegółowym rozwinięciem punktów części ogólnej, dotyczących inwentaryzacji istniejących źródeł energii, inwentaryzacji dużych odbiorców energii, inwentaryzacji oczyszczalni ścieków oraz inwentaryzacji wysypisk śmieci.

Układ Ankiety pozwalał na jej równoczesne wypełnianie przez wiele osób, co przyspieszało przepływ danych pomiędzy Instytutem a gminami.

Na podstawie spływających danych została skonstruowana baza danych, w której umieszczono wszystkie informacje spływające z gmin. Informacje te były na bieżąco weryfikowane i uzupełniane w miarę potrzeb. Dane uzupełniające przekazywane były osobiście, telefonicznie lub w przypadku braku informacji uzupełniane w oparciu o dane zawarte w rocznikach statystycznych publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny.

Baza ta posłużyła przede wszystkim do skonstruowania map zasobów energii odnawialnych, głównie biomasy i biogazu. Pozostałe rodzaje energii odnawialnej opracowane były na podstawie specjalistycznych danych archiwalnych (dokumentacje, opracowania, programy, atlasy, itp.). Była również wykorzystana do wytypowania projektów, do analiz pogłębiających – Studia Celowości i Wykonalności, a także do skonstruowania teki projektów pilotażowo-demonstracyjnych.

**ANKIETA I - ankieta dla Gmin województwa śląskiego dotycząca inwentaryzacji zasobów energii odnawialnej**

Pkt.	Pytanie	Odpowiedź
<b>CZĘŚĆ OGÓLNA</b>		
I.1.	Nazwa Gminy, osoba upoważniona do kontaktów	
I.2.	Liczba mieszkańców	
I.3.	Charakter gminy	<input type="checkbox"/> rolniczy <input type="checkbox"/> przemysłowy <input type="checkbox"/> rolno przemysłowy
I.4.	Czy gmina podjęła już jakieś działania związane z wykorzystaniem źródeł energii odnawialnych (opracowania, projekty, ekspertyzy, wdrożenia)? Jeżeli tak to jakie?	
<b>INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCYCH ŹRÓDEŁ ENERGII</b>		
<i>Dla każdego z dużych źródeł energii prosimy o wypełnienie szczegółowej Ankiety II - dotyczącej inwentaryzacji źródeł energii</i>		
I.5.	Ilość dużych źródeł energii (ciepłej lub elektrycznej) zlokalizowanych na terenie Gminy wraz z ogólną informacją (rodzaj obiektu, źródło energii). Dla każdego z dużych źródeł energii prosimy o wypełnienie szczegółowej Ankiety II - dotyczącej inwentaryzacji źródeł energii	..... ..... ..... .....
I.6.	Dominujący rodzaj paliwa zużywany w dużych instalacjach	
I.7.	Czy na terenie Gminy pracują instalacje wykorzystujące źródła energii odnawialnej (pompy ciepła, kolektory słoneczne, instalacje na biogaz lub biomase, hydroelektrownie, instalacje wykorzystujące wodę lub powietrze kopalniane, wiatraki, instalacje geotermalne)? Jeżeli tak to proszę o wypełnienie dla nich szczegółowej Ankiety II - dotyczącej inwentaryzacji źródeł energii	



<b>INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCYCH ODBIORCÓW ENERGII</b>	
<i>Dla każdego z dużych odbiorców energii prosimy o wypełnienie szczegółowej Ankiety III - dotyczącej inwentaryzacji dużych odbiorców energii</i>	
I.8.	<p>Ilość dużych odbiorców energii cieplnej zlokalizowanych na terenie Gminy (np. pływalnie kryte bądź odkryte całoroczne, szkoły, urzędy, przychodnie zdrowia) wraz z krótkim opisem (nazwa, przeznaczenie, źródło ciepła).</p> <p>Dla każdego z dużych odbiorców energii prosimy o wypełnienie szczegółowej Ankiety III - dotyczącej dużych odbiorców energii</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
I.9.	Ilość odbiorców korzystających z sieci gazowej
I.10.	Ilość odbiorców korzystających z sieci ciepłowniczej w celach grzewczych
I.11.	Ilość odbiorców korzystających z sieci ciepłowniczej w celu przygotowania ciepłej wody użytkowej
I.12.	<p>Lokalna struktura konsumpcji nośników energii (określić w przybliżeniu – procentowo):</p> <p>węgiel kamienny</p> <p>gaz ziemny</p> <p>olej opałowy</p> <p>gaz płynny</p> <p>ciepło sieciowe</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

INWENTARYZACJA POTENCJALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ	
BIOMASA	
I.13.	Powierzchnia gminy [tys. Ha]
I.14.	Użytki rolne ogółem [ha]
I.15.	Grunty orne ogółem [ha]
I.16.	Zasiewy [ha]
I.17.	Sady [ha]
I.18.	Łąki [ha]
I.19.	Pastwiska [ha]
I.20.	Lasy [ha]
I.21.	Pozostałe grunty [ha]
I.22.	Grunty pod wodą [ha]
I.23.	Długość dróg na terenie gminy:
	krajowych [km] wojewódzkich [km] powiatowych [km] gminnych [km]

I.24.	Ilość odpadów drzewnych pochodzących z utrzymania gminnych terenów zielonych [t/rok]		
I.25.	Ilość drewna przerabianego w tartakach znajdujących się na terenie gminy [t/rok]		
I.26.	Struktura zasiewów [ha]:	Powierzchnia upraw [ha]	Plon [ton]
	Pszenica ozima	.....	.....
	Pszenica jara	.....	.....
	Żyto	.....	.....
	Jęczmień ozimy	.....	.....
	Jęczmień jary	.....	.....
	Owies	.....	.....
	Pszennyto	.....	.....
	Mieszanka zbożowa	.....	.....
	Kukurydza ziarno	.....	.....
	Kukurydza zielonka	.....	.....
	Ziemniaki	.....	.....
	Buraki cukrowe	.....	.....
	Rzepak	.....	.....
	Inne	.....	.....

<b>BIOGAZ ROLNICZY</b>	
I.27.	<p>Zestawienie produkcji zwierzęcej w gminie [sztuk]:</p> <p>Krowy mleczne .....</p> <p>Pozostałe bydło .....</p> <p>    Lochy .....</p> <p>Pozostała trzoda chlewna .....</p> <p>    Konie .....</p> <p>    Owce .....</p> <p>    Drób .....</p>
I.28.	<p>Ilość dużych gospodarstw hodowlanych zlokalizowanych na terenie gminy. Prosimy o podanie ich adresu i telefonu kontaktowego</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
I.29.	<p>Czy na terenie gminy znajdują się instalacje do wytwarzania biogazu rolniczego? Jeśli tak, to prosimy o podanie ich adresu i telefonu kontaktowego</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

<b>BIOGAZ Z OSADOW ŚCIEKOWYCH</b>	
<p><i>Dla każdej oczyszczalni ścieków prosimy o wypełnienie szczegółowej Ankiety IV - dotyczącej inwentaryzacji oczyszczalni ścieków</i></p> <p>I.30. Ilość oczyszczalni ścieków zlokalizowanych na terenie gminy.</p> <p>Prosimy o podanie ich adresów i kontaktowych numerów telefonów</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<b>GAZ WYSYPISKOWY</b>	
<p><i>Dla każdego wysypiska śmieci prosimy o wypełnienie szczegółowej Ankiety V - dotyczącej inwentaryzacji wysypisk śmieci</i></p> <p>I.31. Ilość wysypisk śmieci zlokalizowanych na terenie gminy.</p> <p>Prosimy o podanie ich adresów i kontaktowych numerów telefonów</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

<b>ENERGIA WODY POCHODZĄCEJ Z ODWADNIANIA KOPALNI</b>	
I.32.	Proszę o podanie nazw, adresów i numerów kontaktowych do kopalni i zakładów górniczych zlokalizowanych na terenie gminy ..... ..... ..... .....
I.33.	Całkowity strumień wód kopalnianych odprowadzanych przez instalację odwadniania kopalni [m <sup>3</sup> /rok]
I.34.	Średnia temperatura wód kopalnianych wypompowywanych na powierzchnię [°c]
<b>ENERGIA POWIETRZA WENTYLUJĄCEGO KOPALNIE</b>	
I.35.	Wydajność średnia instalacji wentylujących wyrobiska kopalniane zlokalizowane na terenie gminy [m <sup>3</sup> /min]
I.36.	Temperatura powietrza odprowadzonego z wyrobisk kopalnianych [°c]
<b>ENERGIA WIATROWA</b>	
<i>Tę część Ankiety prosimy wypełnić o ile Gmina dysponuje niezbędnymi danymi</i>	
I.37.	Czy na terenie Gminy znajdują się stanowiska pomiarowe IMiGW? Jeżeli tak to prosimy o telefon kontaktowy
I.38.	Czy na terenie Gminy występują miejsca szczególnie uprzywilejowane jeżeli chodzi o lokalizację siłowni wiatrowej?



## ANKIETA II – inwentaryzacja istniejących źródeł energii

Pkt.	Pytanie	Odpowiedź
II.1.	Lokalizacja ciepłowni lub innego źródła energii (gmina, adres, osoba kompetentna, nr telefonu)	
II.2.	Typ instalacji (np. ciepłownia, elektrownia wiatrowa itp.)	
II.3.	Rodzaj wytwarzanej energii (ciepłota, elektryczna)	
II.4.	Moc maksymalna [kW]	
II.5.	Roczna produkcja energii [GJ/rok lub kWh/rok] (jeżeli brak danych na ten temat proszę podać ilość spalanego rocznie paliwa)	
II.6.	Parametry robocze (dla energii cieplnej obliczeniowa temp. zasilania/powrotu [°C], dla energii elektrycznej wytwarzane napięcie [V])	
Część dotycząca instalacji wytwarzających energię ciepłą - ciepłowni		
II.7.	Rodzaj sieci z jaką współpracuje źródło energii (np. preizolowana, stalowa izolowana, nieizolowana)	
II.8.	Rodzaj i ilość spalanego paliwa [ton/rok]	
II.9.	Typ stosowanych kotłów, rodzaj paleniska, sprawność	
II.10.	Czy stosowane są urządzenia oczyszczania spalin - jeżeli tak to jakie?	
II.11.	Czy instalacja obok centralnego ogrzewania dostarcza również ciepłą wodę użytkową? Jeżeli tak to jaka jest średnia moc instalacji w okresie lata [kW] i produkcja energii na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]	



**ANKIETA III – inwentaryzacja dużych odbiorców energii**

Pkt.	Pytanie	Odpowiedź
III 1.	Lokalizacja odbiorcy (gmina, adres, osoba kompetentna, nr telefonu) i krótki opis obiektu (przeznaczenie, sposób wykorzystywania, ilość użytkowników itp.)	..... ..... .....
III 2.	Maksymalna cieplna moc przyłączeniowa na cele centralnego ogrzewania [kW] i przygotowania ciepłej wody użytkowej [kW]*	
III 3.	Roczna konsumpcja energii na cele centralnego ogrzewania [GJ/rok] i przygotowania ciepłej wody użytkowej [GJ/rok]*	
III 4.	Parametry projektowe instalacji centralnego ogrzewania i cwu (temperatura zasilania/temperatura powrotu) [°C]*	
III 5.	Rodzaj stosowanej instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej (brak, przepływowa, pojemnościowa, przepływowo-pojemnościowa)	
III 6.	Czy obiekt wymaga termomodernizacji?	
III 7.	Ogrzewana kubatura [m <sup>3</sup> ], powierzchnia użytkowa [m <sup>2</sup> ]	
III 8.	Źródło energii zabezpieczająca potrzeby odbiorcy (sieć ciepłownicza, własne źródło energii) Jeżeli obiekt wyposażony jest we własne źródło energii to prosimy o wypełnienie Ankiety II – dotyczącej inwentaryzacji źródeł energii	

\* O ile istnieją możliwości prosimy o podanie danych oddzielnie dla centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej.

## ANKIETA IV – inwentaryzacja oczyszczalni ścieków

Pkt.	Pytanie	Odpowiedź
IV.1.	Lokalizacja oczyszczalni ścieków (gmina, adres, osoba kompetentna, nr telefonu)	
IV.2.	Typ oczyszczalni (np. mechaniczna, mechaniczno-biologiczna itp.)	
IV.3.	Zlewnia oczyszczalni (zasięg działania – jakie gminy)	
IV.4.	Projektowa przepustowość oczyszczalni [m <sup>3</sup> /dobę]	
IV.5.	Średnia ilość oczyszczanych ścieków [m <sup>3</sup> /dobę]	
IV.6.	Miejsce i sposób technologicznej przeróbki powstających na terenie oczyszczalni osadów ściekowych	
IV.7.	Czy na terenie oczyszczalni znajdują się WKF-y? Jeśli tak podać ilość, łączną objętość oraz utrzymywaną temperaturę osadów w WKF-ach	
IV.8.	Jakie źródła ciepła są wykorzystywane dla oczyszczalni (np. energia elektryczna, węgiel, gaz ziemny, olej opałowy, biogaz), podać ilość i moce jednostek ciepłych oraz roczne zużycie paliw na cele grzewcze	
IV.9.	Czy na terenie oczyszczalni zastosowane są pompy ciepła, jeśli tak podać ilość, model, moce cieplne, rodzaj dolnego źródła	
IV.10.	Roczne zużycie energii elektrycznej, grupa taryfowa w jakiej oczyszczalnia kupuje energię elektryczną	
Dotyczy wyłącznie oczyszczalni, na terenie których wytwarzany jest biogaz:		
IV.11.	Prosimy podać:	
	- średnią wielkość produkcji gazu [m <sup>3</sup> /dobę]	.....
	- wartość opałową [MJ/m <sup>3</sup> ]	.....
	- zawartość metanu [%]	.....
	- rodzaje, nazwy i moce jednostek spalających biogaz	.....
	- szacunkowa ilość biogazu spalanego w pochodni [%]	.....

## 5. CHARAKTERYSTYKA I PODSTAWOWE DEFINICJE ŹRÓDEŁ ENERGII ODNAWIALNEJ

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

Do energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii zalicza się, niezależnie od parametrów technicznych źródła, energię elektryczną lub ciepło pochodzące ze źródeł odnawialnych, w szczególności:

- ✓ z elektrowni wodnych;
- ✓ z elektrowni wiatrowych;
- ✓ ze źródeł wytwarzających energię z biomasy;
- ✓ ze źródeł wytwarzających energię z biogazu;
- ✓ ze słonecznych ogniw fotowoltaicznych;
- ✓ ze słonecznych kolektorów do produkcji ciepła;
- ✓ ze źródeł geotermicznych.

Kryzys paliwowy lat 70 - tych uzmysłowił światu, że zasoby naturalnych surowców energetycznych są ograniczone. Obecnie wiadomo także, że ich nadmierna eksploatacja i zużycie stwarzają niebezpieczeństwo naruszenia bariery ekologicznej. W związku z tym Deklaracja Madrycka z 1994 r. wzywa kraje Unii Europejskiej, aby w roku 2010 udział energii czystej w produkowanej przez te państwa wynosił 15%. Obecnie udział niekonwencjonalnych źródeł energii w bilansie paliwowo - energetycznym w tych krajach wynosi ok. 6,5 %, a ich znaczenie stale wzrasta. Komisja Europejska wydała Białą Księgę „Energia dla przyszłości: odnawialne źródła energii”. Związany z nią Plan działań zakłada osiągnięcie do 2010 r. celu minimum 12% udziału energii odnawialnej w gospodarce UE. Pozwoli to obniżyć import paliw o 17,4 %, zredukować emisję dwutlenku węgla o ponad 400 mln ton rocznie, a także utworzyć 500 - 900 tys. nowych miejsc pracy. Niemal dwukrotny wzrost udziału energii alternatywnych w bilansie energetycznym państw UE w stosunku do stanu obecnego oznacza, że ten sektor energetyki będzie się rozwijał najbardziej dynamicznie i prawdopodobnie tendencja ta utrzyma

się w nadchodzących dekadach także w skali całego świata. Nie bez znaczenia pozostaje fakt, że wśród twardych wymagań stawianych Polsce przez Komisję Europejską, znajdują się m.in. zniesienie pomocy państwa dla kopalń, dopuszczenie swobodnego importu węgla i minimum dwukrotna poprawa efektywności zużycia energii przez naszą gospodarkę. Biorąc pod uwagę niekorzystny bilans w polskim handlu zagranicznym, wzrost importu energii lub surowców do jej produkcji nie jest dobrym rozwiązaniem, pozostaje więc konieczność wprowadzenia technologii energooszczędnych oraz zwiększenia wykorzystania alternatywnych źródeł energii.

### 5.1. Biogaz

Biogaz powstaje w procesie beztlenowej fermentacji odpadów organicznych, podczas której substancje organiczne rozkładane są przez bakterie na związki proste. W procesie fermentacji beztlenowej do 60% substancji organicznej zamienianej jest w biogaz. Wykorzystywany do celów energetycznych powstaje w wyniku fermentacji:

- ✓ odpadów organicznych na wysypiskach śmieci,
- ✓ odpadów zwierzęcych w gospodarstwach rolnych,
- ✓ osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków.

Biogaz powstający w wyniku fermentacji beztlenowej składa się w głównej mierze z metanu (od 40% do 70%) i dwutlenku węgla (około 40-50%), ale zawiera także inne gazy, m. in. azot, siarkowódór, tlenek węgla, amoniak i tlen. Do produkcji energii cieplnej lub elektrycznej może być wykorzystywany biogaz zawierający powyżej 40% metanu.

Typowe przykłady wykorzystania obejmują:

- ✓ produkcję energii elektrycznej w silnikach iskrowych lub turbinach,
- ✓ produkcję energii cieplnej w przystosowanych kotłach gazowych,
- ✓ produkcję energii elektrycznej i cieplnej w jednostkach skojarzonych,
- ✓ dostarczanie gazu wysypiskowego do sieci gazowej,
- ✓ wykorzystanie gazu jako paliwa do silników trakcyjnych/pojazdów,
- ✓ wykorzystanie gazu w procesach technologicznych, np. w produkcji metanolu.

### *Biogaz wysypiskowy*

Odpady organiczne stanowią jeden z głównych składników odpadów komunalnych. Ulegają one naturalnemu procesowi biodegradacji, czyli rozkładowi na proste związki organiczne. W warunkach optymalnych z jednej tony odpadów komunalnych może powstać około 400-500 m<sup>3</sup> gazu wysypiskowego. Jednak w rzeczywistości nie wszystkie odpady organiczne ulegają pełnemu rozkładowi, a przebieg fermentacji zależy od szeregu czynników. Dlatego też przyjmuje się, że z jednej tony odpadów można pozyskać maksymalnie do 200 m<sup>3</sup> gazu wysypiskowego.

### *Biogazownie rolnicze*

W gospodarstwach hodowlanych powstają znaczne ilości odpadów, które mogą być wykorzystane do produkcji biogazu. Z 1 m<sup>3</sup> płynnych odchodów można uzyskać średnio 20 m<sup>3</sup> biogazu, a z 1 m<sup>3</sup> obornika – 30 m<sup>3</sup> biogazu, o wartości energetycznej ok. 23 MJ/m<sup>3</sup>. Potencjał biogazu z odchodów zwierzęcych w Polsce wynosi 3310 mln m<sup>3</sup>, jednak w praktyce instalacje do pozyskania biogazu mają szansę powstać tylko w dużych gospodarstwach hodowlanych.

### *Biogaz z oczyszczalni ścieków*

Potencjał techniczny dla wykorzystania biogazu z oczyszczalni ścieków do celów energetycznych jest bardzo wysoki. W Polsce jest 1759 przemysłowych i 1471 komunalnych oczyszczalni ścieków i liczba ta wzrasta. Standardowo z 1m<sup>3</sup> osadu (4-5% suchej masy) można uzyskać 10-20 m<sup>3</sup> biogazu o zawartości ok. 60% metanu. Do bezpośredniej produkcji biogazu najlepiej dostosowane są oczyszczalnie biologiczne, które mają zastosowanie we wszystkich oczyszczalniach ścieków komunalnych oraz w części oczyszczalni przemysłowych. Ponieważ oczyszczalnie ścieków mają stosunkowo wysokie zapotrzebowanie własne zarówno na energię cieplną i elektryczną, energetyczne wykorzystanie biogazu z fermentacji osadów ściekowych może w istotny sposób poprawić rentowność tych usług komunalnych. Ze względów ekonomicznych pozyskanie biogazu do celów energetycznych jest uzasadnione na tylko większych oczyszczalniach ścieków przyjmujących średnio ponad 8 000 - 10 000 m<sup>3</sup>/dobę.

## 5.2. Biomasa

Jest to substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, a także inne części odpadów, które ulegają biodegradacji. Biomasa wyrażana jest w jednostkach tzw. świeżej masy (naturalna masa organizmów) oraz suchej masy (masa bezwodna). Jest to źródłem energii odnawialnej w największym stopniu wykorzystywane w Polsce. Ogólnie, w krajach europejskich jej wykorzystanie znacznie przewyższa wszystkie pozostałe źródła.

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

Energię z biomasy można uzyskać poprzez:

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

Obecnie w Polsce wykorzystywana w przemyśle energetycznym biomasa pochodzi z dwóch gałęzi gospodarki: rolnictwa i leśnictwa. Najpoważniejszym źródłem biomasy są odpady drzewne i słoma. Część odpadów drzewnych wykorzystuje się w miejscu ich powstawania (przemysł drzewny), głównie do produkcji ciepła lub pary użytkowanej w procesach technologicznych. W przypadku słomy, szczególnie cenne energetycznie, a zupełnie nieprzydatne w rolnictwie, są słomy rzepakowa, bobikowa i słonecznikowa. Rocznie polskie rolnictwo produkuje ok. 25 mln ton słomy.

W ostatnim czasie obserwuje się zainteresowanie uprawą roślin energetycznych takich jak np. wierzba energetyczna. Jest to krzewiasta forma wierzby z rodziny *Salix viminalis*. Różnorodność materiału wyjściowego i konieczność dostosowania technologii oraz mocy powoduje, iż biopaliwa wykorzystywane są w różnej postaci. Drewno w postaci kawałkowej, rozdrobnionej (zrębków, ścinków, wiórów, trocin, pyłu drzewnego) oraz skompaktowanej (brykietów, peletów). Słoma i pozostałe biopaliwa z roślin nie-zdrewniałych są wykorzystywane w postaci sprasowanych kostek i balotów, sieczki jak też brykietów i peletów

### 5.3. Energia słoneczna

Słońce jest podstawowym źródłem energii dla naszej planety. Energia słoneczna, to dla Ziemi pierwotne źródło energii, a wszystkie inne źródła są tylko jej pochodnymi. Przed milionami lat energia słońca docierająca do ziemi została uwięziona w węglu, ropie naftowej, gazie ziemnym itp. Również słońcu zawdzięczamy energię jaką niesie ze sobą wiatr czy fale morskie. Słońce, według naszej współczesnej wiedzy o jego budowie, jest olbrzymią, obracającą się kulą rozgrzanego gazu. Podczas zachodzącej tam nieustannie przemiany wodoru w hel uwalniają się olbrzymie ilości energii. Z 1g wodoru powstaje nie tylko hel, ale ponad 10<sup>12</sup> J energii. Ma to miejsce w jej środkowych partiach, w jądrze, którego temperatura sięga 15 milionów °C. Wytworzona w jądrze energia wędruje ku powierzchni gwiazdy, i tam zostaje wypromieniowana w przestrzeń. Temperatura wynosi tu już tylko ok. 5.800°C. Słońce jest gwiazdą średniej wielkości – jej średnica wynosi około 1.400.000 km (czyli jest 100 razy większą od średnicy Ziemi).

Energię słoneczną można wykorzystać do produkcji energii elektrycznej i do produkcji ciepłej wody, bezpośrednio poprzez zastosowanie specjalnych systemów do jej pozyskiwania i akumulowania. Promieniowanie słoneczne jest to strumień energii emitowany przez Słońce równomiernie we wszystkich kierunkach. Miarą wielkości promieniowania słonecznego docierającego ze słońca do ziemi jest tzw. stała słoneczna. Moc energii emitowanej przez słońce szacowana jest na 1023 kW. W promieniowaniu słonecznym docierającym do powierzchni Ziemi wyróżnia się trzy składowe promieniowania:

- ✓ bezpośrednie, pochodzące od widocznej tarczy słonecznej,
- ✓ rozproszone, powstające w wyniku wielokrotnego załamania na składnikach atmosfery,

- ✓ odbite, powstające wskutek odbić od elementów krajobrazu i otoczenia.

Na zewnątrz atmosfery odbiór energii słonecznej jest niezależny od szerokości geograficznej w godzinach dziennych. Przechodząc przez atmosferę do dalszych szerokości geograficznych promienie słoneczne czynią to pod coraz ostrzejszym kątem i po dłuższej drodze. Ma to zasadniczy wpływ na przenikanie energii promieniowania słonecznego do powierzchni Ziemi. Badania europejskie wskazują, że średnia ilość energii odebranej i przekazanej do użytkowania, w równomiernym rozłożeniu na cały rok, wynosi 6000 do 7000 kJ/m<sup>2</sup>d. Odpowiada to mniej więcej kilogramowi węgla przy sprawności spalania ok. 30%. Uwzględniając, że energia słoneczna jest ekologicznie czystą formą przekazywania energii, a ponadto nie powoduje ogrzewania Ziemi, co ma miejsce przy spalaniu ropy czy węgla, to z jednego m<sup>2</sup> absorbera można uzyskać oszczędność około 2 kg węgla. W Europie maksymalny odbiór dzienny energii promieniowania słonecznego nad poziomem morza wynosi około 26 000 kJ/m<sup>2</sup>d.

Ze wszystkich źródeł energii, energia słoneczna jest najbezpieczniejsza. W Polsce generalnie istnieją dobre warunki do wykorzystania energii promieniowania słonecznego przy dostosowaniu typu systemów i właściwości urządzeń wykorzystujących tę energię do charakteru, struktury i rozkładu w czasie promieniowania słonecznego. Największe szanse rozwoju w krótkim okresie mają technologie konwersji termicznej energii promieniowania słonecznego, oparte na wykorzystaniu kolektorów słonecznych. Ze względu na wysoki udział promieniowania rozproszonego w całkowitym promieniowaniu słonecznym, praktycznego znaczenia w naszych warunkach nie mają słoneczne technologie wysokotemperaturowe oparte na koncentratorach promieniowania słonecznego. Roczna gęstość promieniowania słonecznego w Polsce na płaszczyznę poziomą waha się w granicach 950 - 1250 kWh/m<sup>2</sup>, natomiast średnie usłonecznienie wynosi 1600 godzin na rok. Warunki meteorologiczne charakteryzują się bardzo nierównym rozkładem promieniowania słonecznego w cyklu rocznym. Około 80% całkowitej rocznej sumy nasłonecznienia przypada na sześć miesięcy sezonu wiosenno-letniego, od początku kwietnia do końca września, przy czym czas operacji słonecznej w lecie wydłuża się do 16 godz./dzień, natomiast w zimie skraca się do 8 godzin dziennie.



Tabela I.1. Potencjalna energia użyteczna w kWh/m<sup>2</sup>/rok w wyróżnionych rejonach Polski

Rejon	Rok (I-XII)	Półrocze letnie (IV-IX)	Sezon letni (VI-VIII)	Półrocze zimowe (X-III)
Pas nadmorski	1076	881	497	195
Wschodnia część Polski	1081	821	461	260
Centralna część Polski	985	785	449	200
Zachodnia część Polski z górnym dorzeczem Odry	985	785	438	204
Południowa część polski	962	682	373	280
Południowo-zachodnia część polski obejmująca obszar Sudetów z Tuchowem	950	712	393	238

Źródło: Europejskie Centrum Energii Odnawialnej EC BREC/IBMER

Według ocen ekspertów, potencjał ekonomiczny kolektorów słonecznych w Polsce do produkcji ciepłej wody użytkowej wynosi 24 PJ. Natomiast potencjał kolektorów słonecznych do suszenia płodów rolnych sięga 21 PJ.

Ze względu na fizyko-chemiczną naturę procesów przemian energetycznych promieniowania słonecznego na powierzchni Ziemi, wyróżnić można trzy podstawowe i pierwotne rodzaje konwersji:

- ✓ konwersję fotochemiczną energii promieniowania słonecznego prowadzącą dzięki fotosyntezie do tworzenia energii wiązań chemicznych w roślinach w procesach asymilacji,
- ✓ konwersję fototermiczną prowadzącą do przetworzenia energii promieniowania słonecznego na ciepło,
- ✓ konwersję fotowoltaiczną prowadzącą do przetworzenia energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną.

## 5. 4. Energia wiatru

Wiatr to energia kinetyczna poruszających się mas powietrza. Bezpośrednią przyczyną powstawania wiatru jest nierównomierny rozkład ciśnienia atmosferycznego nad powierzchnią ziemi, co z kolei spowodowane jest niejednakowym nagrzewaniem jej przez słońce. Prędkość wiatru, czyli przemieszczania się mas powietrza, zawiera w sobie ogromny ładunek energii, która praktycznie jest niewyczerpywalna. Potencjał energetyczny wiatru odnawiany jest w wyniku stałego, nierównomiernego nagrzewania ziemi promieniami słonecznymi. Łączny światowy potencjał energii wiatru jest w przybliżeniu 5000 razy większy od energii uzyskiwanej rocznie ze spalania węgla. Z 1 km<sup>2</sup> powierzchni ziemi, nawet przy mało sprzyjających warunkach wietrznych (roczna średnia prędkość 4-5 m/s), można uzyskać średnią moc około 250-750 kW i odpowiednio – średnią roczną produkcję energii od 500 MWh do 1600 MWh. Ogromny potencjał energetyczny wiatru niestety nie może być całkowicie wykorzystany, przede wszystkim ze względu na zmienność jego mocy i kierunku. Prędkość wiatru, a więc i energia jaką można z niego czerpać, ulega zmianom dziennym, miesięcznym i sezonowym. Szacuje się, że globalny potencjał energii wiatru jest równy obecnemu zapotrzebowaniu na energię elektryczną.

Turbiny wiatrowe ustawiane są zarówno na lądzie, jak i na morzu, pojedynczo lub w grupach - tzw. farmach wiatrowych. Najkorzystniejsze warunki panują w pasach nadmorskich i właśnie głównie tam lokalizowane są turbiny. Szybkość i częstotliwość występowania wiatru w tych rejonach pozwala na w miarę równomierną produkcję energii. Aby uzyskać 1 MW mocy, wirnik takiej turbiny powinien mieć średnicę około 50 metrów. Ponieważ duża konwencjonalna elektrownia ma moc sięgającą nawet 1000 MW, to jej zastąpienie wymagałoby użycia nawet do 1000 takich generatorów wiatrowych. Ze względu na wielkość konstrukcji elektrownie wiatrowe wymagają stosunkowo dużej powierzchni. Elektrownia o mocy 1 MW potrzebuje ok. 1 ha powierzchni ziemi. Między innymi dlatego umiejscawiane są z dala od większych miejscowości. Inny problem stanowi hałas wytwarzany przez pracującą elektrownię. Pochodzi on głównie z obracających się łopat wirnika. Nie jest to dźwięk o dużym natężeniu, ale problemem jest jego monotoność i długoczasowe oddziaływanie na psychikę człowieka. Strefą ochronną powinien być objęty obszar ok. 500 m wokół masztu elektrowni.

Polska jest uważana za kraj średnio zasobny w wiatr. Ocenia się, że średnioroczna prędkość wiatru w Polsce północnej na wysokości ponad 50 m wynosi 5,5 - 7,5 m/sek. Pierwsze elektrownie wiatrowe powstały tu już na początku lat 90. Choć na świecie i w Europie energetyka wiatrowa z każdym rokiem robiła imponujące postępy, w Polsce przez wiele kolejnych lat takich

elektrowni nie przybywało. Nowy etap w jej rozwoju otwiera bez wątpienia uruchomienie w styczniu 2004r. elektrowni wiatrowej w Zagórze na wyspie Wolin. Zakłada się, że wiatry w okolicach Zalewu Szczecińskiego umożliwią produkcję 70 tys. MWh energii elektrycznej rocznie.

Wiatr jest czystym źródłem energii, nie emitującym żadnych zanieczyszczeń. W korzystnych warunkach wiatrowych (przy prędkości średniej długoterminowej  $V > 5.5$  m/s na wysokości wirnika) cena jednostkowa energii pochodzącej z tego źródła może być i często jest niższa od ceny energii z konwencjonalnych elektrowni ciepłych. Postępujący rozwój technologii elektrowni wiatrowych powoduje dalszy spadek kosztów energii i czyni sektor energetyki wiatrowej jeszcze bardziej atrakcyjnym dla inwestorów.

## 5.5. Energia spadku wód

Jest to energia kinetyczna wód powierzchniowych. Znaczna część wody znajduje się w zbiornikach na powierzchni ziemi, takich jak morza, oceany, jeziora, rzeki itp., część pod powierzchnią ziemi (wody podziemne), część wreszcie tworzy zamknięty obieg krążenia, którego cykl polega na: parowaniu – opadzie – spływie powierzchniowym i podziemnym – parowaniu. Zasoby wody na kuli ziemskiej są duże – szacuje się je na 1,3 bln km<sup>3</sup>. Źródłem energii wodnej jest energia słoneczna, której jedynie 0,4% zostaje przetworzona i skumulowana w energii wodnej.

Energię wód powierzchniowych wykorzystuje się do produkcji energii elektrycznej w położonych na rzekach lub jeziorach elektrowniach wodnych. Zgromadzona tu energia potencjalna wody, poprzez spiętrzenie przy pomocy jazu lub zapory i przepływ w kierunku dolnego poziomu, zamieniana jest w energię kinetyczną napędzającą turbinę. Wprowadzona w ruch turbina napędza generator wytwarzający energię elektryczną, która dalej wprowadzana jest do sieci elektroenergetycznej.

Energia elektryczna pozyskiwana z elektrowni wodnych, pomimo niewielkiego jeszcze udziału w ogólnej jej produkcji, ma już wymierne korzyści dla ochrony środowiska. Rocznie pozwala zaoszczędzić tysiące ton węgla i sprawia, że środowisko nie jest obciążane wieloma szkodliwymi substancjami, takimi jak dwutlenek siarki, tlenek azotu, dwutlenek węgla, itd. Dzięki elektrowniom wodnym regulowane są biegi rzek i budowane są zbiorniki wodne przez co

wyrównują się przepływy i zmniejsza ryzyko powodzi. Rzeki oczyszczane są z rumowiska, zwiększa się natlenianie, adsorbcja, mineralizacja i fotosynteza wody oraz nierzadko stwarzane są nowe powierzchnie wodne idealne do wypoczynku i rekreacji.

Według danych statystycznych z 2003 r., polski system elektroenergetyczny, posiada 34.683 MW mocy zainstalowanej, z czego na elektrownie wodne przypada ok. 2100 MW, co stanowi niecałe 6,1%. Najwięcej, bo ok. 1350 MW mają elektrownie szczytowo-pompowe. W Polsce pracuje obecnie 128 elektrowni wodnych i około 580 małych elektrowni wodnych. Łączna produkcja energii elektrycznej (niezależnie od źródła) wynosi ok. 143.230 GWh, udział w niej elektrowni wodnych - to zaledwie 2,6%.

Polska należy do krajów ubogich w wodę, dlatego też istniejące zasoby powinny podlegać szczególnej ochronie, a ich wykorzystanie powinno być maksymalnie racjonalne. Dotyczy to również energii cieków wodnych. Wykorzystanie energii wodnej w elektrowniach tworzących kaskady oraz w elektrowniach szczytowo – pompowych w znacznym stopniu przyczyniłoby się do poprawy stanu środowiska atmosferycznego przez wyeliminowanie części paliw stałych i „produkcji” wysoce szkodliwego SO<sub>2</sub>.

## **5.6. Energia geotermalna**

Jest naturalnym ciepłem Ziemi nagromadzonym w skałach oraz w wodach wypełniających pory i szczeliny w skałach. Ogromne ilości energii są generowane i gromadzone w jądrze, płaszczu i skorupie ziemskiej. Pod skorupą ziemską temperatura dochodzi do 1000°C, a w jądrze Ziemi wynosi 3500-4500°C. Przepływ ciepła z wnętrza Ziemi na powierzchnię odbywa się głównie drogą przewodzenia. W skorupie ziemskiej występuje kilka rodzajów energii geotermalnej. Jest to energia magmy i energia geociśnień, energia gorących suchych skał i energia geotermalna nagromadzona w wodach podziemnych.

W Polsce występują naturalne baseny sedymentacyjno-strukturalne, wypełnione gorącymi wodami podziemnymi o zróżnicowanych temperaturach, których bezwzględna wartość zdeterminowana jest powierzchniowymi zmianami intensywności strumienia ciepłego ziemi. Temperatury tych wód wynoszą od kilkudziesięciu do ponad 90°C, a w skrajnych przypadkach osiągają sto kilkadziesiąt stopni. Przy niskich temperaturach nośnika, energia wód geotermalnych wykorzystywana jest zwykle jako źródło ciepła, np. w układach z pompą ciepła.

Do zasadniczych cech zasobów geotermalnych decydujących o atrakcyjności ich wykorzystania w kraju zaliczyć można: praktyczną odnawialność, możliwość użytkowania bez powodowania zagrożeń środowiska naturalnego, niezależność od zmiennych warunków klimatycznych i pogodowych, możliwość budowy instalacji osiągających znaczne moce cieplne (do kilkudziesięciu MW<sub>t</sub> z jednego otworu) oraz ekonomiczną opłacalność ich pozyskiwania.

Wśród podstawowych możliwości zastosowania zasobów energii geotermalnej można wyróżnić:

- ✓ wykorzystanie w celach ciepłowniczych: energia geotermalna może być wykorzystana jako lokalne źródło ciepła do celów komunalno-bytowych (ogrzewanie i wentylacja pomieszczeń, przygotowanie ciepłej wody użytkowej),
- ✓ rolniczo – hodowlanych (ogrzewanie upraw pod osłonami, suszenie płodów rolnych, ogrzewanie pomieszczeń inwentarskich, przygotowanie ciepłej wody technologicznej, hodowla ryb w wodzie o podwyższonej temperaturze),
- ✓ przemysłowych (przygotowanie ciepłej wody technologicznej, suszarnictwo, ogrzewanie i klimatyzacja obiektów przemysłowych);
- ✓ użytkowanie w balneologii i rekreacji: jest to najstarsze zastosowanie geotermalne. Zapotrzebowanie na leczenie uzdrowiskowe w zakresie profilaktyki, rehabilitacji i terapii stale wzrasta, głównie wskutek szkodliwych następstw rozwoju cywilizacyjnego i rosnącej degradacji środowiska naturalnego. Wodami geotermalnymi leczy się między innymi choroby narządów ruchu i reumatyzm, choroby układu krążenia, układu oddechowego, skóry i wiele innych;
- ✓ odzyskiwanie substancji towarzyszących mediom geotermalnym: zmineralizowane wody geotermalne mogą być źródłem różnych pierwiastków i związków chemicznych. Do substancji uzyskiwanych z wód wgłębnych można zaliczyć m.in. sole lecznicze i kąpielowe, surowce dla przemysłu chemicznego i produkcji gotowych nawozów mineralnych oraz wiele pożytecznych pierwiastków jak brom, jod, potas, magnez, lit, stront, bar, bor, german i in.

## 5.7. Energia wód kopalnianych

Jest to energia cieplna zawarta w wodach pochodzących z procesu odwadniania kopalń. Ciepło generowane jest w skorupie ziemskiej i akumulowane w górotworze oraz płynach wypełniających jego pory i szczeliny. Układ komór, korytarzy i wyrobisk kopalnianych stanowi system sztucznych szczelin, które w normalnych warunkach eksploatacji kopalń wypełnia przede wszystkim powietrze. W zlikwidowanych lub likwidowanych kopalniach, w których zaniechano procesu odwadniania, miejsce powietrza stopniowo zajmuje woda. Wody kopalniane wypompuje się na powierzchnię, gdzie mogą być częściowo wykorzystywane w procesach technologicznych, ich nadmiar odprowadza się do cieków powierzchniowych. Temperatury wypompowywanych wód w zależności od rodzaju zakładu górniczego kształtują się od kilkunastu do dwudziestu kilku stopni rzadko przekraczając 22°C. Z wód tych można pozyskać duże ilości energii cieplnej i elektrycznej, nie obciążając dodatkowo środowiska naturalnego. W wyniku działalności górniczej naturalne ciepło skał rozcinanych eksploatacją podziemną jest odprowadzane z kopalń na powierzchnię w ogromnych, trudnych do oszacowania ilościach, jako niezauważalny dotychczas odpad towarzyszący produkcji, znajdujący się w ciepłych wodach dołowych i powietrzu wentylacyjnym. Do potencjalnych zbiorników wód geotermalnych należy zaliczyć głęboko występujące zroby i wyrobiska górnicze zatopione po zaprzestaniu eksploatacji i odwadniania kopalń, które, zarówno zlikwidowane jak i istniejące, wykazują znaczny potencjał energii geotermalnej, zawartej w wodach o temperaturach do 45°C oraz w odprowadzanym powietrzu wentylacyjnym. W czynnych kopalniach powietrze, woda i skały schładzane są o przeszło 10°C na skutek grawitacyjnego dopływu wód z płytszych poziomów wodonośnych, pod wpływem działania systemów wentylacyjnych. Natomiast w kopalniach likwidowanych, po zaniku przepływu powietrza wentylacyjnego, temperatura ośrodka ulega podwyższeniu stosownie do stopnia geotermicznego, jak również z powodu wolnego rozkładu siarczków zawartych w węglu i skałach otaczających oraz na skutek powolnego utleniania się węgla.

## 5.8. Podsumowanie

Odnawialne źródła energii niosą ze sobą znaczne korzyści dla odizolowanych regionów, gdzie sieć energetyczna jest zbyt słabo rozwinięta, lub nie ma jej wcale.

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w małych izolowanych systemach może zastąpić kosztowną rozbudowę sieci energetycznej.

Niektóre typy odnawialnych źródeł energii wymagają obsługi i stwarzają miejsca pracy na obszarach wiejskich. Dotyczy to zwłaszcza wykorzystania biomasy. Zalecenia dla krajów członkowskich w zakresie zatrudnienia przewidują zwiększenie miejsc pracy w dziedzinach związanych z technologiami przyjaznymi środowisku.

Technologie odnawialnych źródeł energii rozwinęły się już do takiego stopnia, że mogą konkurować z konwencjonalnymi systemami energetycznymi. Ale ciągle napotykać szereg barier rynkowych, które nie pozwalają im na dostęp do rynku energii nawet gdy są one ekonomicznie uzasadnione. Z powodu ich małej skali i unikatowych parametrów, technologie odnawialnych źródeł energii często niezbyt dobrze pasują do dotychczasowej infrastruktury rynku energetycznego i tradycyjny przemysł energetyczny przeciwstawia się im. Doświadczenia ostatnich lat wykazały, że rynek odnawialnych źródeł energii może być szybko rozszerzony, jednakże konieczny jest, przynajmniej początkowo, udział sfery politycznej poprzez stworzenie odpowiednich ram prawnych. Kluczowymi składnikami tworzenia rynku odnawialnych źródeł energii są: dostęp do sieci energetycznej za sprawiedliwą ceną, początkowa pomoc finansowa w postaci subsydiów i zachęt podatkowych oraz dostępność kapitału.

## 6. METODY OCENY POTENCJAŁU ZASOBÓW OZE NA WYBRANYCH OBSZARACH WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO

### 6.1. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii biogazu

W opracowaniu uwzględniono trzy podstawowe źródła biogazu, jakimi są:

- oczyszczalnie ścieków,
- składowiska odpadów,
- gospodarstwa rolne.

Jako **potencjał teoretyczny** przyjęto maksymalną możliwą do uzyskania moc oraz ilość energii z danego źródła i z danego obszaru przy całkowitym ujęciu substancji, będących źródłem danego typu biogazu oraz przy założeniu bezstratnego przetworzenia energii chemicznej zawartej w wytworzonym paliwie na inne, użyteczne formy energii.

Jako **potencjał techniczny** przyjęto możliwą do uzyskania moc oraz ilość energii z danego źródła i z danego obszaru przy takim ujęciu substancji, będących źródłem danego typu biogazu, jakie ma miejsce w rzeczywistości oraz przy założeniu sprawności przetworzenia energii chemicznej zawartej w wytworzonym paliwie na inne, użyteczne formy energii, w wielkości zgodnej z aktualnie dostępnymi urządzeniami technicznymi.

Szczegółowe aspekty wpływające na sposób określenia potencjału teoretycznego oraz technicznego dla każdego ze źródeł biogazu określono w kolejnych rozdziałach.

Warto również zwrócić uwagę na zwyczajowe nazwy nadawane biogazowi, w zależności od sposobu jego wytwarzania. I tak, biogaz wytwarzany na wysypiskach odpadów zwyczajowo nazywany jest gazem wysypiskowym, biogaz wytwarzany wskutek fermentacji odchodów zwierzęcych na fermach zwyczajowo nazywany jest biogazem rolniczym, natomiast biogaz wytwarzany na terenie oczyszczalni ścieków, gdzie fermentacji ulegają zebrane osady ściekowe, nazywany jest po prostu – biogazem.



## 6.2. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii biomasy

Obecnie potencjał biomasy stalej związany są z wykorzystaniem nadwyżek słomy oraz odpadów drzewnych, dlatego też wykorzystanie ich skoncentrowane jest na obszarach intensywnej produkcji rolnej i drzewnej. Jednak rozwój energetycznego wykorzystania biomasy powoduje wyczerpanie się potencjału biomasy odpadowej, a wówczas przewiduje się intensywny rozwój upraw szybko rosnących roślin na cele energetyczne. Aktualnie zakładane są plantacje roślin energetycznych (szybkorosnące uprawy drzew i traw).

Potencjał energetyczny biomasy można podzielić na dwie grupy:

- ✓ plantacje roślin uprawnych z przeznaczeniem na cele energetyczne (np. kukurydza, rzepak, ziemniaki, wierzba krzewiasta, topinambur),
- ✓ organiczne pozostałości i odpady, a w tym pozostałości roślin uprawnych.

**Potencjał teoretyczny** jest to inaczej potencjał surowcowy, dotyczy oszacowania ilości biomasy, którą teoretycznie można by na danym terenie wykorzystać energetycznie. Przy obliczaniu potencjału teoretycznego biomasy należy kierować się również doświadczeniem eksperckim, które umożliwi oszacowanie tej wielkości z mniejszym błędem.

Do oszacowania potencjału biomasy przyjęto, że pochodzić ona będzie z produkcji roślinnej; w tym słomy, upraw energetycznych, sadów, przecinki corocznej drzew przydrożnych, a także produkcji leśnej, łąk nie użytkowanych jako pastwiska i innych źródeł, jeżeli takie występują w gminach. Potencjał biomasy rolniczej możliwej do wykorzystania na cele energetyczne w postaci stalej zależne są od areалу i plonowania zbóż i rzepaku. Z roślin możliwych do wykorzystania i przetworzenia na paliwa płynne na etanol i biodiesel uprawiane są odpowiednio ziemniaki i rzepak.

Do obliczenia potencjału surowcowego lub inaczej teoretycznego przyjęto podane niżej założenia:

- W województwie śląskim zasobność drzewa na pniu wynosi średnio 142 m<sup>3</sup>/ha w lasach prywatnych i gminnych. W lasach państwowych zasobność ta jest wyższa i wynosi 213 m<sup>3</sup>/1 ha. Przyjmując, że 80% lasów w województwie śląskim to lasy państwowe, a pozostałe stanowią własność prywatną obliczono, że na 1ha lasu występuje zasobność 198,8 m<sup>3</sup> drewna.

- Wskaźniki przeliczeniowe do oszacowania potencjału słomy w poszczególnych powiatach zależne są od rodzaju zboża, plonowania i sposobu zbioru. Dlatego też przyjęto zmienne wskaźniki w zależności od uzyskiwanych plonów w poszczególnych powiatach. Dane dotyczące potencjału teoretycznego słomy na różne cele są wynikiem obliczeń pola powierzchni upraw pomnożonej przez plon zbóż i wskaźnik ilości słomy w odniesieniu do ziarna.
- Potencjał teoretyczny dla siana obliczono przez pomnożenie powierzchni łąk i średniego plonu wynoszącego 5 t/ha.
- Dla sadów przyjmuje się, że zakres możliwego do pozyskania drewna z rocznych cięć wynosi średnio 2,5 t/ha, przy możliwości uzyskania drewna w granicach (2,0-3,0 t/ha).
- Potencjał teoretyczny równy technicznemu w zakresie przecinania drzew przydrożnych przyjęto na poziomie 1,5 t/km drogi na rok (prace własne) .

**Potencjał techniczny** stanowi tę ilość potencjału surowcowego, która może być przeznaczona na cele energetyczne po uwzględnieniu technicznych możliwości jego pozyskania, a także uwzględniając inne aktualne jego wykorzystania.

Przy obliczeniu potencjału technicznego uwzględniono następujące założenia.

- Z jednego drzewa w wieku rębny uzyskać można 54 kg drobnicy gałęziowej, 59 kg chrustu oraz 166 kg drewna pniakowego z korzeniami. Przyjmując średnio liczbę 400 drzew na 1 hektarze, daje to 111 t/ha drewna. Bezpiecznie przyjęto, przy podanych uwarunkowaniach, że z 1ha można pozyskać 45 t drewna, ilość tę przyjmuje się dla 1% powierzchni lasów w badanych powiatach. Ponadto, w lasach stosowane są cięcia przedrębne i pielęgnacyjne. Przyjęto, że z cięć przedrębnych i pielęgnacyjnych uzyskuje się 12t/ha drewna i wielkość ta dotyczy 5% powierzchni lasów.
- Drewno odpadowe w gospodarce może być obliczone następująco: z każdych 100m<sup>3</sup> masy drzewnej pozyskanej w lesie, na korę przypada 10 m<sup>3</sup>, na chrust-15 m<sup>3</sup>, na grubiznę opałową-20m<sup>3</sup>, na trociny i zrżyny-19 m<sup>3</sup>, na tarcicę – 36 m<sup>3</sup>, a na gotowe wyroby z drewna tylko 20 – 25 m<sup>3</sup> z pozycji tarcica.
- Aktualnie ponad 11% drewna pozyskiwanego w Lasach Państwowych wykorzystywane jest do wytwarzania energii.
- Do oceny realnych możliwości pozyskania słomy, to jest jej potencjału technicznego na cele energetyczne należy również uwzględnić jej wtórne wykorzystanie w rolnictwie.

W produkcji zwierzęcej słoma jest wykorzystywana na ściółkę oraz jako pasza dla zwierząt. Na cele energetyczne w poszczególnych gminach można przeznaczyć słomę, która pozostanie po wykorzystaniu wolumenu w produkcji zwierzęcej i innej.

- Wykorzystując badania własne przyjęto 30% potencjału słomy zebranej jako możliwej do przeznaczenia na cele energetyczne, stanowi to bezpieczny próg.
- Z uwagi na wykorzystywanie siana w produkcji zwierzęcej założono, że jedynie 5% siana z łąk może być wykorzystane do celów energetycznych.

### 6.3. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii słonecznej

W celu określenia warunków wykorzystania energii słonecznej dla obszaru województwa śląskiego wykorzystano dane o miesięcznej energii promieniowania słonecznego: całkowitego, rozproszonego oraz wiązki bezpośredniej z bazy danych energii i mocy promieniowania słonecznego – SoDa (ang. Solar Energy and Radiation Database) opracowanej pod patronatem Komisji Europejskiej, w ramach Programu Badawczego Informatyzacji Społeczeństwa IST-1999-12245. Dane o dziennym nasłonecznieniu zgromadzone w bazie MARS są interpolowane dla siatki o wymiarze 50 na 50 km z najbardziej odpowiednich (adekwatnych) źródeł danych meteorologicznych dostępnych dla danego obszaru. Dane godzinowe o mocy promieniowania słonecznego: całkowitego, rozproszonego i wiązki bezpośredniej są obliczone w oparciu o algorytmy opracowane w ramach projektu SODA, opisane w Raporcie dla Komisji Europejskiej w styczniu 2002 (ang. Algorithms for the computation of advanced parameters. Report to the European Commission, January 2002).

Jako **potencjał teoretyczny** energii słonecznej przyjęto maksymalną możliwą do uzyskania ilość energii z przy założeniu bezstratnego przetworzenia energii promieniowania słonecznego na inne, użyteczne formy energii.

W celu oszacowania **potencjału technicznego** wykorzystania energii słonecznej założono zastosowanie odbiornika o stałym kącie nachylenia powierzchni. Przyjęto do obliczeń średnioroczny kąt padania promieni słonecznych  $35^\circ$  i kąt nachylenia płaszczyzny odbiornika  $\varphi = 43^\circ$  jako wartość mieszcząca się w przedziale wartości optymalnych. Otrzymany rozkład przedstawiono na mapie rozkładu wartości sum energii odpowiednio cieplnej dla płaskiego kolektora cieplnego o przyjętej średniorocznej sprawności konwersji energii słonecznej na

energię cieplną 55% oraz sprawności konwersji energii słonecznej na energię elektryczną dla modułu fotowoltaicznego o sprawności 15%.

#### 6.4. Metodyka szacowania potencjału energii wiatrowej

Potencjał energii wiatrowej oszacowano jako potencjał teoretyczny i techniczny możliwy do pozyskania.

**Potencjał teoretyczny** oszacowano przy założeniu stuprocentowej sprawności przetworzenia energii kinetycznej wiatru w energię elektryczną. Przy ich określaniu pominięto technologię przetwarzania energii wiatru na inne formy energii. W celu określenia potencjału posłużono się zależnością I.1:

$$P = \frac{1}{2} \rho A w^3 \quad (I.1)$$

gdzie:

P – moc energii wiatrowej [W];

$\rho$  - gęstość powietrza [kg/m<sup>3</sup>]. Średnioroczna temperatura powietrza na terenie województwa śląskiego waha się w granicach od ok. 4 do 9°C. Na przeważającym jego obszarze można przyjąć, że wynosi ona od ok. 7 do 8°C. Gęstość suchego powietrza w temperaturze 8°C, określona drogą interpolacji liniowej pomiędzy stabilaryzowanymi wartościami w punktach  $\rho(0^\circ\text{C})=1,293 \text{ kg/m}^3$  i  $\rho(10^\circ\text{C})=1,247 \text{ kg/m}^3$ , wynosi 1,256 kg/m<sup>3</sup>.

A – powierzchnia, przez którą przepływa strumień powietrza [m<sup>2</sup>]. Założono, że szacunki dotyczące potencjału energii wiatru odniesione zostaną do 1 m<sup>2</sup> powierzchni;

w – prędkość wiatru [m/s]. Prędkość wiatru jest kluczowym parametrem mającym wpływ na lokalny potencjał energii wiatrowej. Do obliczeń wykorzystano średnioroczne prędkość wiatru mierzone na terenie województwa śląskiego przez stacje pomiarowe IMiGW. W pozycji literaturowej wartości średniorocznej prędkości wiatru podano dla standardowej wysokości wiatromierza 14 m n.p.t. przy założeniu jednakowej klasy szorstkości terenu dla całego obszaru województwa.

Ze względu na znaczącą zmienność mocy energii wiatru od prędkości ważne jest precyzyjne określenie tego parametru. W przypadku szacowania potencjału technicznego możliwych do wykorzystania nie bez znaczenia jest określenie częstości występowania prędkości progowych wiatru: minimalnej i maksymalnej. Wyznaczają one zakres prędkości wiatru w jakich możliwa jest produkcja energii. Wartości prędkości progowych uzależnione są od konstrukcji elektrowni wiatrowych. Z reguły minimalna prędkość progowa – tzw. prędkość startowa wynosi ok. 3 – 4 m/s, natomiast prędkość maksymalna – tzw. prędkość wyłączenia ok. 25 m/s.

Zaawansowane metody określania potencjału energii wiatrowej muszą uwzględniać zatem dane pomiarowe lub (w przypadku gdy dokładne dane pomiarowe nie istnieją) statystyczny rozkład prędkości wiatru.

Oszacowania potencjału energii wiatru na terenie województwa śląskiego dokonano na trzech wysokościach: 18, 40 i 60 m n.p.t. Wysokości te są charakterystyczne dla masztów siłowni wiatrowych o małych oraz średnich i dużych mocach.

Ostatecznie teoretyczny potencjału energii wiatru przypadający na 1 m<sup>2</sup> powierzchni, przez którą przepływa strumień powietrza oszacowano korzystając z zależności (1.2):

$$E_t = \frac{1}{2} \rho t \int_0^{\infty} f(w) w^3 dw \quad (1.2)$$

gdzie:

$E_t$  – teoretyczny potencjał energii wiatrowej [(W·h)/(rok·m<sup>2</sup>)];

$t$  – czas w którym dokonuje się szacowania potencjału i do którego odnosi się wartość prędkości średniej służąca wyznaczeniu częstości występowania prędkości wiatru  $f(w)$ . W niniejszych szacunkach potencjału energii wiatrowej czas ten wynosi 8760 h/rok, a do szacunków posłużono się średnioroczną prędkością wiatru.

**Potencjał energii wiatrowej możliwy technicznie** do wykorzystania określono dokonując wyboru dostępnych na rynku urządzeń. Dla celów obliczeniowych wybrano dwie siłownie wiatrowe:

- ✓ mała siłownia o mocy 30 kW;
- ✓ siłownia o mocy znamionowej 600 kW, reprezentująca urządzenia o średniej i dużej mocy.

Zaletą małych siłowni wiatrowych jest to, że stosując odpowiednie rozwiązania można je włączać w sieć energetyczną bez konieczności stosowania transformatora. Podstawowe parametry techniczne przyjętej do rozważań siłowni o małej mocy podano za jej producentem poniżej:

- ✓ średnica wirnika 12 m;
- ✓ liczba łopat 3;
- ✓ regulacja kątem natarcia łopat wirnika;
- ✓ nominalna prędkość obrotowa wirnika 60 obr./min;
- ✓ moc generatora 30 kW, generator asynchroniczny o napięciu pracy 3x380 V i częstotliwości 50 Hz;
- ✓ prędkość obrotowa synchroniczna generatora 1500 obr./min;
- ✓ prędkość startowa 4 m/s, prędkość wyłączenia 25 m/s;

- ✓ wysokość osi wirnika 18 m n.p.t.;
- ✓ średnica wieży u dołu 508 mm i u góry 324 mm;
- ✓ całkowita masa elektrowni (bez fundamentów) 3,68 ton;
- ✓ krzywą mocy elektrowni odczytano z wykresu.

Podstawowe dane techniczne siłowni wiatrowej o mocy nominalnej 600 kW zestawiono poniżej (na podstawie danych producenta):

- ✓ średnica 43 m;
- ✓ powierzchnia wirnika 1452 m<sup>2</sup>;
- ✓ prędkość obrotowa 26,9 obr./min;
- ✓ możliwe wysokości wieży: 40, 46, 50 i 60 m;
- ✓ prędkość rozruchu 3 m/s, prędkość nominalna 13 m/s, prędkość wyłączenia 25 m/s;
- ✓ generator asynchroniczny;
- ✓ mały generator 125 kW;
- ✓ napięcie generatora 690 V;
- ✓ mechanizm skręcający „Activ”;
- ✓ przekładnia planetarna;
- ✓ krzywą mocy siłowni odczytano z wykresu.

Siłownia o mocy nominalnej 600 kW posłużyła do określenia potencjału energii wiatru na wysokościach 40 i 60 m n.p.t.

Potencjał energii wiatru technicznie możliwej do pozyskania określono:

$$E_{tch} = \frac{t \int_{w1}^{w2} [P_{tch}(w) f(w)] dw}{F_{tch}} \quad (1.3)$$

gdzie:

$E_{tch}$  – potencjał energii wiatrowej technicznie możliwej do pozyskania [(kW·h)/(rok·m<sup>2</sup>)];

$P_{tch}(w)$  – moc siłowni wiatrowej przy prędkości wiatru  $w$ , wg krzywej mocy [kW];

$F_{tch}$  – powierzchnia wirnika [m<sup>2</sup>] (113 m<sup>2</sup> dla siłowni 30 kW i 1452 m<sup>2</sup> dla siłowni 600 kW);

$w1$  – prędkość startowa [m/s] (zgodnie z krzywymi mocy);

$w2$  – prędkość wyłączenia [m/s] (zgodnie z krzywymi mocy).

## 6.5. Metodyka szacowania zasobów energii wód powierzchniowych

Zasoby energii wodnej oszacowano jako zasoby teoretycznie i technicznie możliwe do pozyskania.

**Potencjał teoretyczny**, określany również jako potencjał surowy (brutto), to suma energii uzyskana dla konkretnego odcinka rzeki obliczana wg wzoru:

$$A_{\text{sr}} = 8760 \cdot P_{\text{sr}} \text{ [kWh]} \quad (1.4)$$

$$P_{\text{sr}} = 9,81 \cdot Q_{\text{sr}} \cdot H_{\text{sr}} \quad (1.5)$$

gdzie:

$P_{\text{sr}}$  – moc średnia, [kW]

$Q_{\text{sr}}$  – przepływ średni z wielolecia, [m<sup>3</sup>/s]

$H_{\text{sr}}$  – spad odcinka rzeki, [m]

Zgodnie z przyjętą metodologią szacowania potencjału teoretycznego potencjał górnej Wisły obliczany jest od ujścia Soły do ujścia Sanu czyli poza woj. śląskim. Potencjał Soły wynosi 282 GWh/a. Potencjał Warty 1032 GWh/a przy czym dla obszaru woj. śląskiego przyjęto 10% tej wartości. Potencjał Odry wynosi 2802 GWh/a a dla woj. śląskiego przyjęto analogicznie 10% tej wartości. Zatem cały potencjał teoretyczny dla województwa śląskiego szacuje się na około 460 GWh/a. Przy łącznych zasobach teoretycznych kraju wynoszących ok. 23 000 GWh/a stanowi to zaledwie 2%.

**Potencjał techniczny**, określany jako potencjał netto, jest to potencjał, który można pozyskać w wyniku realizacji wszystkich budowli piętrzących i elektrowni możliwych do wykonania ze względów technicznych. Potencjał techniczny jest znacznie mniejszy od zasobów teoretycznych gdyż wiąże się z wieloma ograniczeniami i stratami, z których najważniejsze to:

- ✓ nierównomierność naturalnych przepływów w czasie
- ✓ naturalna zmienność spadów (związana np. z przepływem wód powodziowych)
- ✓ sprawność stosowanych urządzeń
- ✓ bezzwrotne pobory wody dla celów nieenergetycznych
- ✓ konieczność zapewnienia minimalnego przepływu wody w korycie rzeki poza elektrownią (nienaruszalnego lub biologicznego)

Potencjał techniczny określono sumując produkcję energii elektrycznej dużych elektrowni Wodnych:

- Porąbka - 28.388 MWh/rok [1977 r.]
- Tresna - 34.796 MWh/rok [1977 r.]
- 18 czynnych Małych Elektrowni Wodnych : 6.746 MWh/rok [2003 r.]
- oraz możliwą do uzyskania produkcję energii elektrycznej przy budowie MEW na istniejących obiektach w lokalizacjach których wykorzystanie jest perspektywicznie realne: 19 892 MWh/rok.

Stąd szacowany potencjał techniczny dla woj. śląskiego wynosi: 89,82 GWh/rok i stanowi to 19% potencjału teoretycznego.

Według zgodnych analiz i ekspertyz możliwości dużej energetyki wodnej na terenie województwa śląskiego zostały wyczerpane zatem w opracowaniu skoncentrowano się na możliwości energetycznego wykorzystania małych cieków wodnych.

Ponieważ przyjęte założenia obliczeniowe szacowania potencjału teoretycznego zasobów wodno-energetycznych powodują, że w przedstawionych szacunkach teoretycznych nie są uwzględnione zasoby tzw. małej energetyki wodnej a więc możliwości budowy elektrowni wodnych o mocach poniżej 5 MW i mikroelektrowni o mocach do 100 kW przyjęto jako potencjał teoretyczny możliwość zagospodarowania energetycznego wszystkich istniejących i planowanych spiętrzeń przy założeniu wykorzystania całego przepływu, istniejącego spadku i założeniu 100% sprawności elektrowni wodnych oraz przy założeniu braku ograniczeń finansowych. Metodologia ta jest zgodna z przyjętą przy opracowaniu strukturalnego rozmieszczenia zasobów wodno-energetycznych w Polsce. Jako kryterium wyjściowe przyjęto wielkość spadku minimalnego 1,6 m i przepływ roczny średni nie mniejszy niż 0,1 m<sup>3</sup>/s. Nie uwzględniano obiektów, które znalazły się w materiałach inwentaryzacyjnych jako spiętrzenia, które kiedyś istniały i zostały zlikwidowane.

**Potencjał techniczny** został zestawiony w wyniku wstępnej analizy energetycznego wykorzystania istniejących spiętrzeń. Analiza uwzględniała:

- warunki lokalizacyjne piętrzenia (parametry wyjściowe) i możliwe do uzyskania efekty energetyczne,
- możliwość użytkowania lub reaktywowania urządzeń piętrzących,
- stan istniejących budowli oraz możliwość ich adaptacji dla potrzeb MEW,
- zakres przewidywanych robót i spodziewane nakłady inwestycyjne.



Po wstępnej analizie istniejących spiętrzeń wytypowano obiekty planowane do energetycznego wykorzystania w pierwszej kolejności tj. takie dla których jednostkowy koszt wyprodukowania energii elektrycznej jest niższy niż 50% obowiązującej aktualnie ceny zakupu energii przez przedsiębiorstwa energetyczne (dla tych obiektów potencjał techniczny wyróżniono kolorem czerwonym) oraz obiekty do realizacji w drugiej kolejności, gdzie wskaźnik kosztów jest zawarty pomiędzy 50 a 100% (dla tych obiektów potencjał techniczny wyróżniono kolorem czarnym). Dla obiektów dla których koszty wyprodukowania energii przekraczają koszty zakupu w zestawieniu pominięto podawanie potencjału technicznego. Do porównania przyjęto cenę zakupu energii odnawialnej „zielonej” w wysokości 245 zł/MWh.

W zestawieniu MWE dla poszczególnych powiatów, obok potencjału teoretycznego, podano potencjalne techniczne efekty energetyczne możliwe do uzyskania w omawianej lokalizacji. Wielkość mocy została określona wg roboczego wzoru:

$$P_{\text{sr}} = 7,0 \cdot Q_{\text{sr}} \cdot H_{\text{sr}} [\text{kW}] \quad (1.6)$$

Natomiast energię określono wzorem:

$$A_{\text{sr}} = 7,0 \cdot Q_{\text{sr}} \cdot 0,9 \cdot H_{\text{sr}} \cdot 8760 \cdot 0,9 [\text{kWh}] \quad (1.7)$$

Należy podkreślić, że obliczone i podane efekty energetyczne są to efekty potencjalne (brutto). Przyjęty we wzorach ogólny wskaźnik sprawności 7,0 powinien być korygowany odpowiednio do projektowanych turbozespołów.

## 6.6. Metodyka szacowania potencjału zasobów energii geotermalnej

Z szerokiego zakresu metod określania potencjału energii geotermalnej (zasoby dostępne, statyczne, dyspozycyjne, eksploatacyjne) w opracowaniu przyjęto zasadę określania mocy termicznej jako miary zasobów dyspozycyjnych (potencjał teoretyczny) i eksploatacyjnych (potencjał techniczny) dla pojedynczego ujęcia.

**Potencjał teoretyczny** określany był na podstawie szacowanej średniej temperatury i wydajności wód występujących w obrębie danego zbiornika oraz założonego schłodzenia wód termalnych do temperatury 0°C.

$$P_{\text{teor}} = 0,0012 \cdot t \cdot Q \quad [\text{MW}] \quad (1.8)$$

$$W_{\text{teoret}} = P_{\text{teor}} \cdot 8760 \quad [\text{TJ/rok}] \quad (1.9)$$

gdzie:

$P_{\text{teor}}$  – teoretyczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia, [MW]

$t$  – średnia temperatura wód termalnych, [°C]

$Q$  – średni strumień wód termalnych, [m<sup>3</sup>/h]

$W_{\text{teoret}}$  – teoretyczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia, [TJ/rok]

8760 – ilość godzin w roku

Dla oceny **potencjału technicznego** przyjęto schłodzenie wód do 5°C w systemach pomp ciepła i współczynnik rocznego wykorzystania mocy cieplnej 0,3.

$$P_{\text{tech}} = 0,0012 \cdot (t - 5) \cdot Q \quad [\text{MW}] \quad (1.10)$$

$$W_{\text{tech}} = P_{\text{tech}} \cdot 8760 \cdot 0,3 \quad [\text{TJ/rok}] \quad (1.11)$$

gdzie:

$P_{\text{tech}}$  – techniczna średnia moc termiczna pojedynczego ujęcia, [MW]

$t$  – średnia temperatura wód termalnych, [°C]

$Q$  – średni strumień wód termalnych, [m<sup>3</sup>/h]

$W_{\text{tech}}$  – techniczna średnia energia cieplna z pojedynczego ujęcia, [TJ/rok]

8760 – ilość godzin w roku

Oszacowane wydajności a tym samym moce termiczne z danych próbowań wykonanych głównie próbnikiem złoża bez przeprowadzania intensyfikacji przyływów. Są to zatem wartości zaniżone w stosunku do rzeczywistych możliwości zbiorników. Dotyczy to szczególnie południowej części obszaru masywu górnośląskiego w obrębie zbiornika dewońskiego, gdzie wydajności możliwe do uzyskania mogą być kilka lub nawet kilkunastokrotnie wyższe.

Ważnymi czynnikami rzutującymi na efektywność pozyskania energii geotermalnej jest - oprócz wartości mocy termicznej - położenie zwierciadła wód podziemnych, wartość depresji podczas eksploatacji złoża oraz stabilność wydajności w czasie. Podczas oceny efektywności konkretnej inwestycji geotermalnej czynniki te winny być każdorazowo analizowane i uwzględniane.

## 6.7. Metodyka szacowania potencjału energii z wód kopalnianych

Do oszacowania ilości energii możliwej do pozyskania z wód kopalnianych wykorzystano dane pochodzące z ankiet rozesłanych do gmin województwa śląskiego oraz danych udostępnianych przez Główny Instytut Górnictwa.

Jako **potencjał teoretyczny** przyjęto całkowitą energię jaką można by uzyskać schładzając wodę od temperatury 0°C. Maksymalną moc uzyskiwaną ze strumienia wody obliczyć można ze wzoru:

$$P_{\max} = c_w \rho (T_1 - T_2) V_{\text{śr}} \quad [\text{W}] \quad (\text{I.12})$$

gdzie:

$c_w$  – ciepło właściwe wody [J/(kg·°C)],

$\rho$  – gęstość wody [kg/m<sup>3</sup>],

$V_{\text{śr}}$  – średni strumień wypompowywanej wody [m<sup>3</sup>/s],

$T_1$  – temperatura wypompowywanej wody [°C],

$T_2$  – minimalna temperatur do której schładzana jest woda [°C].

Całkowita energia możliwa do pozyskania w okresie roku równa wyrażona jest wzorem:

$$E_{\max} = P_{\max} \cdot 0,032 \quad [\text{GJ}] \quad (\text{I.13})$$

**Potencjał techniczny** ograniczony jest sprawnością całego systemu pozyskania energii  $\eta$ , a całkowita energia produkowana przez system w ciągu roku ograniczona jest współczynnikiem rocznego wykorzystania mocy cieplnej określonego na poziomie 0,3.

$$E_{\text{tech}} = E_{\max} \cdot 0,3 \cdot \eta \quad [\text{GJ}] \quad (\text{I.14})$$

## 7. CYKL INWESTYCYJNY I OPIS METOD OCENY EKONOMICZNEJ

Cykl inwestycyjny obejmuje: przygotowanie, realizację i oddanie inwestycji do użytkowania. Wyróżnia się tu dwie fazy:

1. przedinwestycyjną
2. inwestycyjną.

### 7.1. Rodzaje studiów fazy przedinwestycyjnej

Działająca pod auspicjami ONZ organizacja UNIDO (United Nations Industrial Development Organization - Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju Przemysłowego) zainicjowała w latach siedemdziesiątych standaryzację analiz poprzedzających podejmowanie decyzji inwestycyjnych, ogólnie określanych jako feasibility study.

- **Opportunity study (studium analiz możliwości, studium celowości):** jest to pierwsze studium wykonywane po ustaleniu wizji projektu inwestycyjnego, może być w zależności od stopnia swojej szczegółowości opracowaniem jedno lub dwuetapowym. Raport końcowy tego studium powinien wstępnie identyfikować ilościowo i jakościowo pomysł projektu inwestycyjnego oraz zawierać projekt decyzji co do celowości kontynuowania dalszych prac studialnych, albo proponować zaniechanie (bądź odroczenie) dalszych prac nad uprzednim pomysłem.

*Elementy studium celowości zawarte w opracowywanych projektach:*

- ✧ Wnioski z przeprowadzonej analizyPodsumowanieDefinicja projektuCharakterystyka projektuAnaliza techniczna i technologicznaAnaliza ekonomicznaAnaliza oddziaływania na środowisko
- **Pre-Feasibility study (studium analiz możliwych wariantów):** jest to kolejne studium, wykonywane przy pomysłach inwestycyjnych o podwyższonym stopniu komplikacji bądź o podwyższonym ryzyku inwestycyjnym. Obejmuje ono weryfikację możliwych wariantów realizacji pomysłu projektu zgodnie z przyjętymi kryteriami oceny. Raport końcowy tego stadium projektowania powinien ściśle identyfikować pomysł projektu inwestycyjnego oraz zawierać szereg szczegółowych decyzji kierunkowych. Raport kończy się projektem

kolejnej decyzji co do celowości podjęcia dalszych prac projektowych i przygotowawczych.

- **Feasibility study (studium wykonalności, studium ostatecznej wersji projektu inwestycyjnego):** stanowi ono ten etap projektowania inwestycji, w którym uszczegóławiane są te elementy dokumentacji inwestycji, które prowadzą z jednej strony do jak najszybszego jej rozpoczęcia, z drugiej zaś do zminimalizowania ryzyka podjęcia niewłaściwej czy błędnej ostatecznej decyzji. Etap ten częściowo odpowiada tradycyjnie opracowywanym Założeniom Techniczno - Ekonomicznym. Będą się tu znajdować ponadto konkretne założenia i wytyczne prowadzące do optymalizacji inwestycji na potrzeby opracowywanych w przyszłości projektów technicznych.

*Studium wykonalności kończy się jedną z czterech możliwych decyzji:*

- ✧ realizować inwestycję zgodnie z przedłożoną dokumentacją (SUKCES) dokonać określonych poprawek lub uzupełnień (POWRÓT) odroczyć realizację do czasu zmiany pewnych warunków bądź ograniczeń, albo do zakończenia pewnych badań lub doświadczeń (OCZEKIWANIE) zaniechać jakichkolwiek dalszych prac (ZANIECHANIE).

Zgodnie z UNIDO odnośne raporty powinny składać się z jedenastu następujących rozdziałów, różniących się stopniem ich wnikliwości, w zależności od etapu studiów, których dotyczą:

- ↳ Podsumowanie i wnioski. Geneza i istota projektu. Analiza rynku i strategia marketingowa. Surowce i materiały. Lokalizacja, siedziba projektu i aspekty ekologiczne.
- ↳ Aspekty techniczne i technologiczne. Organizacja i koszty pośrednie. Zatrudnienie. Plan realizacyjny i finansowanie. Ocena sprawności finansowej i rentowności. Analiza makroekonomicznej opłacalności.

## 7.2. Metody ocen ekonomicznych

Podstawą oceny ekonomicznej projektów są zestawienia finansowe. Charakteryzują one projekt ze względu na źródła finansowania, nakłady inwestycyjne, koszty produkcji, wartość sprzedaży, dochody netto, strumienie pieniężne. Zestawienia te są podstawą oceny ekonomiczno-finansowej projektu. W ocenie ekonomiczno-finansowej stosuje się wskaźniki:

- proste;
- dyskontowe.

**Wskaźniki proste** oparte są na wielkościach przeciętnych, przeważnie rocznych, przy czym są to wartości nominalne, nie zdyskontowane i dlatego nie jest uwzględniany czynnik czasu w przepływie strumieni pieniężnych. Do najczęściej stosowanych prostych metod oceny ekonomiczno-finansowej zalicza się:

- *Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych* – jest to czas niezbędny do odzyskania początkowych nakładów na realizację przedsięwzięcia, pomniejszonych o dotację, z osiągniętych nadwyżek finansowych;

$$T = \frac{I}{Z_n + A + Ods} \quad (I.15)$$

gdzie:

I – całkowity nakład inwestycyjny, zł  
Z<sub>n</sub> – roczny zysk netto, zł/rok  
A – roczna amortyzacja, zł/rok  
Ods. – odsetki od kredytów, zł/rok

- *Prostą stopę zwrotu* – określa ona stosunek rocznego zysku w okresie funkcjonowania przedsiębiorstwa do wartości kapitału stanowiącego początkowe nakłady inwestycyjne w danym przedsięwzięciu inwestycyjnym;

$$R = \frac{Z_n + A + Ods.}{I} \quad (I.16)$$

- *Analizę progu rentowności, uzupełnioną o analizę wrażliwości* – polega na określeniu punktu wyrównania, w którym przychody ze sprzedaży są równe kosztom całkowitym. Próg rentowności może być wyrażony ilościowo lub wartościowo. Analiza rentowności powinna być stosowana we wstępnej fazie oceny przedsięwzięć inwestycyjnych. Wysoki próg rentowności jest z ekonomicznego punktu widzenia zjawiskiem niekorzystnym, oznacza bowiem wysoki poziom kosztów stałych w stosunku do ceny jednostkowej produktu. Analiza wrażliwości polega na określeniu zmian rentowności produkcji, gdy ulegają zmianie wartości różnych zmiennych występujących w obliczeniach, np. koszty jednostkowe, wielkości produkcji, cena, wartość produkcji.

**Wskaźniki dyskontowe** uwzględniają czynniki czasu, ponieważ wydatki i wpływy dyskontuje się na określony moment obliczeń, zazwyczaj moment rozpoczęcia działalności inwestycyjnej. Do najczęściej stosowanych dyskontowych metod oceny ekonomiczno-finansowej zalicza się:

- *wartość zaktualizowaną netto (NPV)* – polega na wyliczeniu sumy zaktualizowanych (na przyjęty moment zerowy) zysków z działalności inwestycyjnej i eksploatacyjnej przedsięwzięcia inwestycyjnego. Najczęściej za moment zerowy przyjmuje się koniec pierwszego roku eksploatacji, tj. uruchomienia produkcji, lub też aktualny rok analizy. Jeżeli  $NPV < 0$  – to stopa rentowności inwestycji jest niższa od stopy granicznej i przedsięwzięcie jest nieopłacalne;  $NPV = 0$  – to stopa rentowności inwestycji jest równa stopie granicznej;  $NPV > 0$  – to stopa rentowności inwestycji jest wyższa niż stopa graniczna.

$$NPV = \sum_{i=1}^t \frac{NCF}{(1+r)^i} \quad (1.17)$$

gdzie:

NCF – różnica między wpływami i wydatkami w poszczególnych latach budowy i eksploatacji inwestycji (saldo), zł

r – stopa dyskontowa

t – okres budowy i eksploatacji inwestycji, lata

- *Zdyskontowaną stopę zysku* – jest to stosunek wartości zaktualizowanej netto do wartości zaktualizowanych nakładów inwestycyjnych. Wskaźnik ten pokazuje, jakim nakładem inwestycyjnym osiągnana jest wartość zaktualizowana netto i służy jako metoda selekcyjna w przypadku możliwości zastosowania różnych projektów inwestycyjnych.

$$NPVR = \frac{NPV}{PVJ} \quad (1.18)$$

gdzie:

PVJ – zaktualizowane na moment obliczeń nakłady kapitałowe, zł

- *Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)* - jest to taka wielkość stopy dyskontowej, przy której następuje zrównanie zdyskontowanych wpływów ze zdyskontowanymi wydatkami lub gdy wartość  $NPV = 0$ . Poziomą wewnętrzną stopę zwrotu oblicza się stosując interpolację liniową:

$$r = r_1 + \frac{PV \cdot (r_2 - r_1)}{PV + NV} \quad (1.19)$$

gdzie:

r – wewnętrzna stopa procentowa

r<sub>1</sub> – niska stopa kapitalizacji

r<sub>2</sub> – wysoka stopa kapitalizacji

PV – wartość zaktualizowana netto przy niskiej stopie kapitalizacji, zł

NV – wartość zaktualizowana netto przy wysokiej stopie aktualizacji, zł

W Opracowaniu dla oceny ekonomiczno-finansowej w Studiach celowości zastosowano metody dyskontowe, czyli dynamiczne metody oceny efektywności projektów inwestycyjnych uwzględniających rozkład wydatków i wpływów w całym okresie budowy i eksploatacji.

## 8. OBSZARY CHRONIONE WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO JAKO BARIERA ŚRODOWISKOWA DLA ROZWOJU

Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Śląskiego wskazał obszary, które należy wyłączyć z upraw roślin energetycznych oraz wskazał preferowane miejsca gdzie możliwe jest dopuszczenie tego typu gospodarowania (Ryc. 1.1).

### 8.1. Park Krajobrazowy „Orlich Gniazd”

Proponuje się wyznaczyć miejsca do nasadzeń roślinności energetycznej w oparciu o projekt planu ochrony parku krajobrazowego. Roślinności energetycznej nie powinno się sadzić w strefie I – przyrodniczej decydującej o funkcjonowaniu obszaru:

podstrefie IA – obszary o wysokich walorach przyrodniczych

podstrefie IB – obszary atrakcyjne turystycznie

Ponadto nie powinno się zakładać upraw energetycznych na terenach źródłiskowych i w ich bezpośrednim sąsiedztwie.

Wskazane jest aby miejsca nasadzeń znajdowały się na terenach użytkowych rolniczo lub nieużytkach i zgodnie z projektem Planu Ochrony Parku Krajobrazowego „Orlich Gniazd” w



strefie II – ochrony pośrednie, istotnej dla zachowania powiązań przyrodniczych i krajobrazowych:

podstrefie IIB – obszary o pośrednich wartościach przyrodniczych i krajobrazowych, rejon poszukiwania rozwiązań w zakresie harmonizowania rozwoju obszaru.

Ponadto zgodnie z uchwałą Rady Zespołu Parków Krajobrazowych Województwa Śląskiego z dnia 16.03.2004 roku nie wyraża się zgody na uprawy monokultur (w tym wierzby energetycznej) wielkoobszarowych (powyżej 20 ha) na terenie Parku Krajobrazowego „Orlich Gniazd” i jego otuliny.

## **8.2. Park Krajobrazowy „Lasy nad Górną Liswartą”**

Proponuje się wykluczyć z obszaru upraw energetycznych następujące obszary:

- okolice Mzyk – teren źródłiskowy rzeki Liswarty oraz łąki ze storczykiem szerokolistnym
- okolice Lisowa – łąki ze storczykiem szerokolistnym
- okolice Zump – łąki z mieczykiem dachówkowatym
- okolice Chwostka – łąka ze storczykiem szerokolistnym
- dolina rzeki Liswarty w szczególności obszar pomiędzy Hadrą i Boronowem, okolice Lisowa (północno-zachodnia część parku), obszar pomiędzy Bogdala i Panoszowem (teren stawów i podmokłych łąk)
- łąki koło Trzepizur – teren otuliny Parku Krajobrazowego „Lasy nad Górną Liswartą”
- okolice Blachowni obszar projektowanego użytku ekologicznego „Rozlewiska Górnej Stradomki (teren otuliny Parku Krajobrazowego „Lasy nad Górną Liswartą”)

## **8.3. Żywiecki Park Krajobrazowy**

Proponuje się wyłączyć z upraw energetycznych cały obszar parku.

## **8.4. Park Krajobrazowy „Beskidu Małego”**

Proponuje się wyłączyć z upraw energetycznych cały obszar parku.

## **8.5. Park Krajobrazowy „Beskidu Śląskiego”**

Proponuje się wyłączyć z upraw energetycznych cały obszar parku.

Ponadto dla obszarów ościennych beskidzkich parków krajobrazowych proponuje się:

- ✓ wyłączyć z upraw energetycznych obszary projektowanych użytków ekologicznych, zespołów przyrodniczo-krajobrazowych oraz miejsc wsięków wód z towarzyszącą roślinnością torfowiskową, ziołoroślą i szuwarową,
- ✓✓ na obszarze Kotliny Żywieckiej w pasie powyżej rzędnej 500 m n.p.m. do granicy z Żywieckim Parkiem Krajobrazowym i Parkiem Krajobrazowym „Beskidu Śląskiego” oraz w pasie powyżej rzędnej 450 m n.p.m. do granicy z Parkiem Krajobrazowym „Beskidu Małego” ustalić zakaz wprowadzania obcych i zmodyfikowanych gatunków energetycznych oraz zakaz nawożenia.
- ✓ na obszarze Pogórza Cieszyńskiego w pasie powyżej rzędnej 400 m n.p.m. do granicy z Parkiem Krajobrazowym „Beskidu Śląskiego” ustalić zakaz wprowadzania obcych i zmodyfikowanych gatunków energetycznych oraz zakaz nawożenia.

Wprowadzenie wyżej wymienionych ograniczeń doprowadzi do koncentracji upraw energetycznych na terenie otulin beskidzkich parków krajobrazowych tj. wykorzystywanych rolniczo obszarów Kotliny Żywieckiej położonych na terenie gmin: Radziechowy-Wieprz, Lipowa, Ładygowice, Buczkowice oraz pasa przylegającego do północnej granicy otuliny Parku Krajobrazowego „Beskidu Śląskiego” na Pogórzu Cieszyńskim – na terenie gmin: Ustroń, Golezów, Brenna, Jasienica i Jaworze.

#### **8.6. Park Krajobrazowy „Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich”**

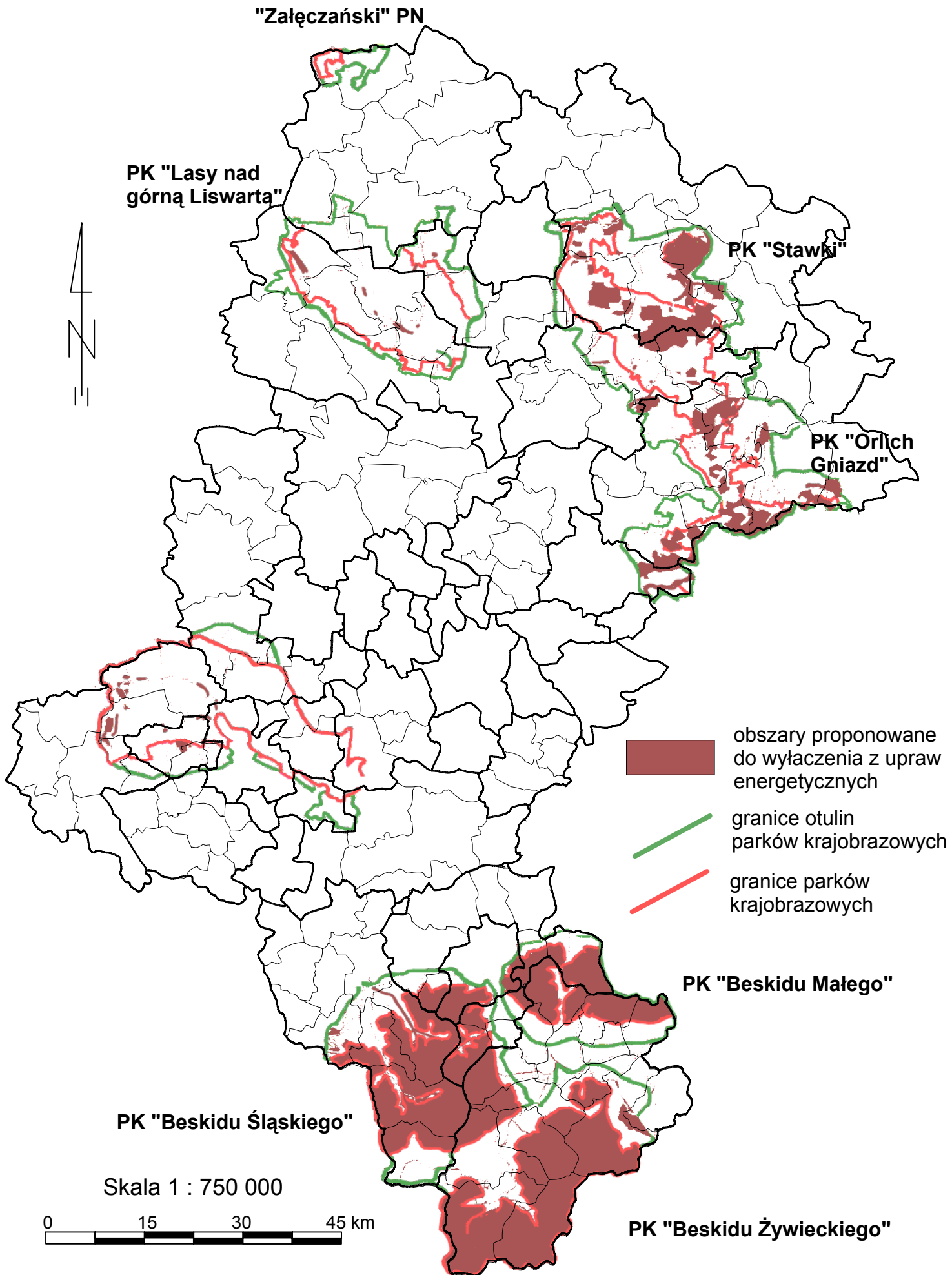
Proponuje się wyłączyć z upraw energetycznych następujące powierzchnie:

- ✓ łąki wilgotne z walorami florystycznymi, w tym trzęślicowe między Lyskami Kamionkami, Gaszowicami a Łukowem (otulina CKKRW);
- ✓ łąki wilgotne ze stanowiskami storczyka kukulki szerokolistnej (m.in. fragmenty łąk w Bogucicach, Stodołach, Lyskach Kamionkach);
- ✓ łąki z zimowitem jesiennym (fragmenty łąk w gminie Kuźnia Raciborska)
- ✓ łąki krwiściągowi (fragment łąk w gminie Nędza),
- ✓ łąki i nieużytki stanowiące najważniejsze w PK CKKRW stanowiska derkacza i awifauny ekosystemów łąkowych (łąki między Lyskami Kamionkami, Gaszowicami a Łukowem);
- ✓ fragmenty łąk i nieużytków w Zwanowicach wzdłuż potoku zasilającego Zalew Pniowiec, w Jejkowicach Za Koleją (w północno-zachodniej części miejscowości)

- ✓ fragmenty łąk i nieużytków u zbiegu rzek Rudy i Huminy na południe i południowy-zachód od miejscowości Siedliska.

Proponuje się umożliwić uprawę wierzby energetycznej w PK CKKRW i jego otulinie na gruntach rolnych z preferencją dla nasadzeń na dotychczasowych gruntach ornych i ugorach, a w dalszej kolejności na łąkach świeżych i łąkach przeobrażonych w nieużytki, jeśli nie posiadają wartości przyrodniczych.

### Rycina I.1. Proponowane obszary do wyłączenia z upraw energetycznych



## 9. BIBLIOGRAFIA

- Aguiar R., Collares-Pereira M., 1992 - TAG: A time-dependent auto-regressive, Gaussian model. Solar Energy, Vol. 49, No.3
- Aguiar R., Collares-Pereira M., Conde J.P., 1988 - A simple procedure for generating sequences of daily radiation values using a library of markov transition matrices. Solar Energy, Vol. 40, No.3
- Algorithms for the computation of advanced parameters. Report to the European Commission, January 2002
- Atlas klimatu województwa śląskiego pod redakcją Kruczała A., 2000, IMiGW, Katowice
- Dudek J., Rachwalski J., 1998 - Pozyskiwanie i utylizacja gazu wysypiskowego. Ochrona powietrza i problem odpadów nr 5/98
- Dziwański J., 1993 - Energia Odnawialna, praca zbiorowa pod redakcją Ney R., Studia i Rozprawy nr 32. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- EC BREC/IBMER, 2003 – Odnawialne Źródła energii jako element rozwoju lokalnego
- Główny Urząd Statystyczny: Infrastruktura komunalna w 2003 r.
- Główny Urząd Statystyczny: Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowie zwierząt gospodarskich – województwo śląskie (wyniki Powszechnego Spisu Rolnego 2002)
- Główny Urząd Statystyczny: Ważniejsze dane o powiatach w 2002 r.
- Górecki W., 1995 - Atlas zasobów energii geotermalnej na Niżu Polskim. Wyd. Towarzystwo Geosynoptyków GEOS – AGH, Kraków
- Grzybek A., Pawlak J., Sadowska M., Rogulski B., 2002– Studium programowo-przestrzenne budowy zakładu biodiesla na bazie przetwórstwa rzepaku i opracowanie projektu organizacji zaopatrzenia w rzepak i zbytu wyprodukowanego paliwa, maszynopis, IBMER
- Grzybek A., Gradziuk P., Kowalczyk K., 2001 - "Słoma - energetyczne paliwo". Wyd. Wieś Jutra, Warszawa
- Guzenda R., Świgoń J., 1997 - Techniczne i ekologiczne aspekty energetycznego wykorzystania drewna i odpadów z drzewnych. Gospodarka paliwami i energią, 1/97. Wyd. SEP, Katowice
- Jabłoński K., Różański H., 2003 - Baza i technologia pozyskiwania drewna energetycznego w lasach państwowych, Materiały konferencji pt.: „Badania właściwości i standaryzacji biopaliw stałych”, IBMER Warszawa
- Kaiser H., 1993- Energia Odnawialna, praca zbiorowa pod red. Ney R., Studia i Rozprawy nr 32. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- Kowalik P., 1998 - Aktualny stan i perspektywa wykorzystania energii biomasy w Polsce. Materiały Międzynarodowego Seminarium "Odnawialne źródła energii w strategii rozwoju zrównoważonego" IBMER, Warszawa
- Kozłowski R., 2003 - Potencjał surowcowy drewna opałowego z polskich lasów, Wyd. Wieś Jutra nr 2
- Laurow Z., 1994 - Pozyskanie drewna. Wyd. SGGW, Warszawa

- Lewandowski W. M., 2002 - Proekologiczne źródła energii odnawialnej, Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa
- Lorenc H., 2004 - Aktualne problemy oceny zasobów energii wiatru w Polsce. X Konferencja Naukowo-Techniczna „Ogólnopolskie Forum Odnawialnych Źródeł Energii”. Warszawa
- Ludwicki A., 2004: Wpływ rozwoju energetyki odnawialnej na dywersyfikację ekonomiczną obszarów wiejskich w Polsce, materiały konferencyjne Stan Polskiej Energetyki Odnawialnej Zeszyt III wyd. RCDRRiOW Poświętne w Płońsku
- Łakomic L., 2002 - Energetyczne wykorzystanie biomasy-alternatywne miejsca pracy rolnictwie i na obszarach wiejskich, materiały konferencyjne RCDRRiOW Poświętne w Płońsku
- Magiera R., 2002 - Modele i metody statystyki matematycznej. Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław
- Nowakowski S., 1997 - Pozyskiwanie biogazu wysypiskowego do celów energetycznych. Ochrona powietrza i problem odpadów nr 1/97
- Oferta oceny zasobów energii wiatru na terenie Polski. IMiGW. Serwis [www. http://www.imgw.pl/wl/internet/oferty/dzialy/wiatr.html](http://www.imgw.pl/wl/internet/oferty/dzialy/wiatr.html)
- Oniszk-Popławska A., Zowsik M., Wiśniewski G., 2003 - Produkcja i wykorzystanie biogazu rolniczego. Gdańsk – Warszawa, EC BREC/IBMER
- Perez, R., P. Ineichen, E. Maxwell, R. Seals and A. Zelenka, 1991 - Dynamic Models for hourly global-to-direct irradiance conversion. Edited in: Solar World Congress 1991. Volume 1, Part II. Proceedings of the Biennial Congress of the International Solar Energy Society, Denver, Colorado, USA, 19-23 August'91
- Pietruszko S., 1999 - Energie dla przyszłości – odnawialne źródła energii w bilansie energetycznym krajów Unii Europejskiej i USA. Biuro Informacji i Dokumentacji Senackiej Kancelarii Senatu, Ekspertyza OT-242
- Podogrocki J., 1998 - Warunki klimatyczne i meteorologiczne do wykorzystania energii promieniowania słonecznego w warunkach Polski. Konferencja Netmark Dom Ekologiczny
- Praca zbiorowa, 1999: Poradnik dla użytkowników energii. Holendersko-polski program współpracy poszanowania energii SCORE, Gdańsk
- Program Ochrony Środowiska Województwa Śląskiego do 2004 roku oraz cele długoterminowe do roku 2015
- Rigollier C., Bauer O., Wald L., 2000 - On the clear sky model of the 4th European Solar Radiation Atlas with respect to the Heliosat method. Solar Energy, 68(1)
- Rogoż M., Posytek E., 2000 - Problemy hydrogeologiczne w polskich kopalniach węgla kamiennego, Główny Instytut Górnictwa, Katowice
- Rośliny energetyczne, praca zbiorowa pod red. Kościak B., 2003. Wyd. Akademia Rolnicza w Lublinie
- Rózkowski A., 1996 – Warunki występowania wód termalnych w masywie górnośląskim. Technika Poszukiwań Geologicznych– Geosynoptyka i Geotermia 3/4, IGSMiE–PAN, Kraków
- Różycki A., Szramka R., 2000 – Energetyczne wykorzystanie promieniowania słonecznego. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 2/2000.

- Różycki A.W., Szramka R., 1999 – Energia Geotermalna. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki 2/99
- Rzadkowski S., 2000 - Możliwości i technologie pozyskiwania drewna do celów energetycznych w lasach Polski. Materiały III Konferencji Leśnej: „Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu”. IBL Warszawa
- Skrzypczak M., 2002- 2004 - Studia wykonalności wykorzystania agregatu kogeneracyjnego do produkcji ciepła i energii elektrycznej dla oczyszczalni ścieków. Bielsko-Biała
- Soliński I, Soliński B., 2004 – Energetyka wiatrowa w Polsce. Polityka energetyczna, IGSMiE PAN, t.7, z.1, Kraków
- Sonik-Heliasz E. 2001 – Zasoby energii geotermalnej w wodach wypompowywanych z kopalń węgla kamiennego. Przegląd Górniczy. SITG, Katowice
- Sowiński A. i inni, 1982 - Studium terenowe MEW. Program budowy MEW do 2000 r. BSiPE Energoprojekt, Warszawa
- Tymiński J., 1993 - Energia Odnawialna, Praca zbiorowa pod red. R. Neya, Studia i Rozprawy nr 32. Wyd. CPPGSMiE PAN, Kraków
- Tymiński J., 1997 - Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2003 r. Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Warszawa
- Wanilišta K., Butra J., Kicki J., 1999 – Leksykon ekonomiczny dla inżynierów i techników. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków
- Wasiak W., Urbaniak W., 1999 - Biogaz – powstawanie, zagrożenia, analiza chromatograficzna. Ekopartner nr 4/99. Wyd. Fundacja Green Park, Warszawa
- Wierzba energetyczna, uprawa, wybrane technologie przetwarzania, praca zbiorowa pod red. Grzybek A., 2004. Wyd. Wyższa Szkoła Zarządzania, Bytom
- Wiśniewski S., Wiśniewski T.S., 1997 - Wymiana ciepła. Wyd. WNT, Warszawa
- Włodarz R., 2001 - Słoma: zaorać czy sprzedać. Top Agrar Plus, 1. Wyd. PWR, Poznań
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach: Raport o stanie środowiska 2002. Katowice, 2004.
- Wójcik L., 2004 - Zasoby energetycznych surowców odnawialnych w PGL LP i prognozy ich rozwoju, referat wygłoszony na konferencji „Odnawialne źródła energii-szanse i bariery zielonej energii w Polsce”