

*Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*  
*Katedra Ekonomii*

*Kinga Chalecka*

## MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ODNAWIALNYCH ZASOBÓW ENERGETYCZNYCH W POLSCE

**Zarys treści.** W artykule przedstawiono wybrane możliwości korzystania z odnawialnych zasobów energetycznych. Uwagę skupiono na tych zasobach i rozwiązaniach energetycznych, które w warunkach polskich są już realizowane bądź w niedalekiej przyszłości prawdopodobne do wykorzystania.

**Słowa kluczowe:** odnawialne zasoby energetyczne, energia biomasy, energia geotermalna, energia promieniowania słonecznego, energia wodna, energia wiatru.

### WSTĘP

W dzisiejszych czasach coraz większego znaczenia nabiera powiązanie działalności gospodarczej ze środowiskiem przyrodniczym. Wykorzystywanie zasobów energetycznych podczas wszelkiego rodzaju procesów produkcyjnych nie może odbywać się z pominięciem zasad racjonalizacji i oszczędzania zasobów energetycznych. W związku z tym poszczególne kraje, w tym także i Polska, podejmują działania mające na celu poszukiwanie nowych dróg rozwoju dla sektora energetyki. Zwrócenie się w kierunku odnawialnych źródeł energii daje energetyce nowe możliwości rozwoju. Zasoby otaczającej nas energii odnawialnej są bardzo bogate. Produkcja energii z wód płynących wystarczyłaby do zaspokojenia 80% światowego zapotrzebowania na energię, a dotychczas zagospodarowano, pod względem energetycznym, ok. 15% potencjału rzek, uzyskując ok. 20% światowej produkcji energii elektrycznej. Wykorzystanie wiatru pozwoliłoby pokryć 5% całkowitego popytu na energię, a prądów morskich – aż 50%. Za największe źródło energii uważa się słońce, które w ciągu roku dostarcza na Ziemię energię 10 000 razy większą niż energia wytwarzana na bazie paliw kopalnych.

## 1. ENERGIA BIOMASY

Biomasa jest szeroko dostępnym źródłem energii odnawialnej, który był wykorzystywany przez człowieka od zawsze. Przez biomasę rozumiemy materiały pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz produkty pochodzące z ich przemiany, a także odpady organiczne umożliwiające pozyskanie energii. Obecnie największe nadzieje na wykorzystanie biomasy jako nośnika energii związane są z biopaliwem stałym (zboża, konopie, kukurydza, słonecznik, trzcina, rzepak, topola, wierzba, trawiaste rośliny wieloletnie).

Biomasa uważana jest za największe źródło energii odnawialnej na świecie, szacunkowo ocenia się, że może stanowić ona nawet 14% światowej energii pierwotnej, z czego 80% zużywane jest do ogrzewania oraz gotowania. Prowadzone są także badania i testy nad wykorzystaniem biomasy w transporcie: w Brazylii energia pochodząca z tego odnawialnego zasobu energii stanowi 30% zapotrzebowania krajowego, a biopaliwa produkowane na bazie trzciny cukrowej pokrywają ponad połowę produkcji paliw samochodowych.

W Polsce biomasa jest najbardziej rozpowszechnionym odnawialnym zasobem energetycznym (Chalecka, 2002). Udział energii powstającej z biomasy w całkowitym bilansie energetycznym OZE z roku na rok jest coraz większy (ponad 80% w porównaniu do 50% w krajach „starej” UE). Do produkcji energii wykorzystywane są przede wszystkim biopaliwa stałe – drewno i słoma. Polskie gospodarstwa rolne co roku wytwarzają ok. 25 mln ton słomy, z czego część jest przeznaczana na bezpośrednie potrzeby w rolnictwie (pasza i ściółka dla zwierząt), a znaczna część (8–12 mln ton) ulega zmarnowaniu, gnije na polach lub jest spalana. W przypadku odpadów z drewna – z sadów i zieleni miejskiej oraz z przemysłu drzewnego uzyskujemy rocznie 2–3 mln m<sup>3</sup>. Wielkość ta może zwiększyć się o odpady z recyklingu (3 mln m<sup>3</sup> rocznie)<sup>1</sup> oraz odpady drzewne pozostające w lesie (2–2,5 mln m<sup>3</sup>). Łącznie polskie zasoby biomasy wynoszą ponad 30 mln ton rocznie i są energetycznie równoważne 15–20 mln ton węgla. Zużycie biomasy w 2000 r., według J. Gutkowskiego (Gutkowski, 2002), wynosiło ponad 1,5 mln ton, co umożliwiło wyprodukowanie ciepła na poziomie ponad 12 000 000 GJ. Najwięcej instalacji produkujących energię w oparciu o biomasę znajduje się w województwach: warmińsko-mazurskim<sup>2</sup> (52),

---

<sup>1</sup> Odpady drewna uzyskane z recyklingu mogą być jednak rozproszone, niejednorodne bądź zanieczyszczone związkami chemicznymi lub metalami ciężkimi, co ogranicza możliwości wykorzystania ich do celów energetycznych.

<sup>2</sup> W województwie warmińsko-mazurskim wybudowano, jedną z pierwszych w Polsce, elektrociepłownię produkującą energię na bazie biomasy – w 2000 r. wytwarzanie energii kształtowało się na poziomie 55 MWh.

podlaskim (44), pomorskim i wielkopolskim (po 38), natomiast liczba pracujących urzędów, m.in. kotłów i pieców, oceniana jest na ponad 100 tys.

Popularnym surowcem wtórnym, z którego wytwarzana jest biomasa, są odpady organiczne i komunalne. W wyniku ich rozkładu powstaje gaz biologiczny, który z powodzeniem może być stosowany do celów energetycznych. Wykorzystanie biogazu do wytwarzania energii jest spotykane zarówno w krajach rozwijających się, jak i wysoko rozwiniętych. Polskie odpady komunalne szacuje się na 12 mln ton rocznie, z czego tylko 400 tys. ton nadaje się do produkcji biogazu ze względu na segregację. Także sposób składowania odpadów stanowi barierę w pozyskiwaniu biogazu, ocenia się, że na skutek braku uszczelnień masy śmieci można uzyskać jedynie 30–40% zasobów gazu wysypiskowego. W Polsce zainstalowanych jest ponad 80 urzędów odgazowywania wysypisk komunalnych, lecz tylko 28 z nich wykorzystuje biogaz do produkcji energii cieplnej i elektrycznej. Na początku XXI wieku łącznie produkowano na bazie gazu wysypiskowego 5,44 MW energii elektrycznej i 3,5 MW energii cieplnej.

Inną możliwością uzyskiwania biogazu w celach energetycznych jest wykorzystanie oczyszczalni ścieków. Najlepsze możliwości przedstawiają oczyszczalnie biologiczne, które są stosowane we wszystkich oczyszczalniach komunalnych i niektórych oczyszczalniach przemysłowych. W Polsce od 1994 r. pracuje ok. 30 instalacji opartych na biogazie ze ścieków, ich całkowita moc na koniec 1999 r. wynosiła 14,5 MW energii elektrycznej oraz 24,4 MW energii cieplnej.

## 2. ENERGIA GEOTERMALNA

Energia ciepła pochodzącego z wnętrza Ziemi jest wykorzystywana od ponad 1000 lat. Ludy zamieszkujące tereny, na których występowały wulkany, gorące źródła lub gejzery, korzystały z ciepła geotermalnego zarówno do wykonywania codziennych czynności domowych (gotowanie posiłków), jak i do zabiegów pielęgnacyjno-zdrowotnych (kąpiele, balneologia). Ciepła woda pochodząca z głębi Ziemi znalazła na świecie zastosowanie między innymi do ogrzewania domów i szklarni. Szacuje się, że 37% energii geotermalnej służy w sektorze ciepłowniczym, 22% w uzdrowiskach i kąpieliskach, 14% w pompach ciepła, 12% do ogrzewania szklarni, po 7% w przemyśle i przy hodowli ryb. Prowadzone są działania umożliwiające wykorzystanie ciepła geotermalnego w miesiącach zimowych do podgrzewania płyt lotniskowych, autostrad, skrzyżowań i chodników.

Udokumentowane polskie zasoby geotermalne zgromadzone w skałach osadowych oceniane są na ok. 25–100 mld ton paliwa umownego, co stawia nasz kraj na pierwszym miejscu w Europie (wielkość zasobów wód termalnych szacowana

jest na 6 tys.–30 tys. km<sup>3</sup>). Zasoby geotermalne zlokalizowane są pod 80–90% powierzchni całego kraju. Według prof. Ryszarda Kozłowskiego<sup>3</sup> polskie zasoby są równe dwóm pojemnościom Morza Bałtyckiego. Korzystne warunki Polski wynikają z usytuowania naszych terenów nizinnych na części najbogatszego europejskiego obszaru paliwowo-geotermalnego. Wykorzystanie tylko części polskich zasobów wystarczyłoby na pokrycie całości potrzeb energetycznych gospodarki, a także pozwoliłoby uzyskać znaczne dochody z eksportu tej energii oraz ograniczyć koszty importu gazu, niezbędnego do podgrzewania wody. Potencjał techniczny zasobów geotermalnych szacowany jest na 625 tys. PJ/rok, przy czym roczne zużycie energii w Polsce kształtuje się na poziomie 4 tys. PJ/rok, czyli można powiedzieć, że potencjał energetyczny zawarty w ciepłe pochodzącym z wnętrza Ziemi jest ponad 150 razy większy niż zapotrzebowanie energetyczne polskiej gospodarki. Energia geotermalna w porównaniu do innych źródeł energii, zwłaszcza opartych na nieodnawialnych zasobach energetycznych, jest stosunkowo czysta. Należy jednak pamiętać o występowaniu pewnych niedogodności związanych z instalowaniem urządzeń do produkcji energii z geotermii. Najważniejszą uciążliwością jest emisja szkodliwych substancji chemicznych, m.in. szkodliwe gazy uwalniane z geopłynu i radan (produkt rozpadu uranu) wydobywający się z parą wodną znad otworu wiertniczego. Kolejnym problemem może okazać się osiadanie gruntów (podobnie jak w przypadku kopalń węgla) oraz uprzemysłowienie terenów. W dobie dbania o środowisko przyrodnicze, zwłaszcza o jego walory estetyczne, pojawienie się wiertnic, rurociągów i innych instalacji szpecących widok może wywoływać protesty społeczne.

### 3. ENERGIA PROMIENIOWANIA SŁONECZNEGO

Energia słoneczna (energia promieniowania słonecznego – EPS), zaliczana do najbardziej obiecujących źródeł energii, była wykorzystywana przez człowieka od zawsze. Obecnie EPS uważana jest za najbardziej czystą energię, która nie powoduje powstawania skutków ubocznych, nieprzyjaznych dla środowiska naturalnego. Słońce przekazuje Ziemi energię w ilości 20 000 razy większej od obecnego całkowitego zużycia energii pierwotnej na świecie, jednak obecne wykorzystanie tego zasobu do produkcji energii jest znikome. Niewielkie spożytkowanie energii słonecznej wynika ze znacznego rozproszenia i małej gęstości energii na większości obszaru kuli ziemskiej. Możliwość przekształcenia energii słonecznej w energię elektryczną zależy przede wszystkim od położenia geograficznego,

---

<sup>3</sup> Prof. Ryszard Kozłowski należy do grona ekspertów Parlamentarnego Zespołu ds. Restrukturyzacji Energetyki.

a problem stanowi „magazynowanie” ciepła. Średnia największa koncentracja EPS przypada w strefie tropikalnej, ale najwięcej energii przyswajanej przez  $1 \text{ m}^2$  występuje nie na równiku, ale w strefie umiarkowanej. Intensywność nasłonecznienia mierzona jest roczną gęstością strumienia słonecznego przypadającą na płaszczyznę poziomą, np. w Europie Środkowej wynosi ona  $1200 \text{ kWh/m}^2$ .

Polska leży w pobliżu 40. równoleżnika ( $49\text{--}54,5^\circ$  szerokości geograficznej północnej), na który przypada największa absorpcja słoneczna. Intensywność nasłonecznienia w naszym kraju wynosi średni  $1015 \text{ kWh/m}^2$  w ciągu roku, ale rozkład promieniowania jest nierównomierny w ciągu roku – 80% przypada na miesiące wiosenno-letnie, a 20% w okresie największego wykorzystania energii cieplnej. Najwyższe wartości usłonecznienia<sup>4</sup> występują na Wybrzeżu (ponad 1600 h/rok), najniższe zaś na Górnym Śląsku (1200 h/rok) oraz w dużych aglomeracjach miejskich ze względu na zanieczyszczenie atmosfery. Ze względu na charakter rozkładu gęstości promieniowania słonecznego w Polsce energia EPS najczęściej znajduje zastosowanie w rolnictwie, do suszenia płodów rolnych. W tym celu instalowane są powietrzne kolektory słoneczne, do tej pory działa ponad 60 sztuk o łącznej powierzchni  $6000 \text{ m}^2$ , które w sumie pracują 300–600 godzin w ciągu roku. Innym rodzajem systemu wykorzystującego energię słoneczną są kolektory cieczowe, które znalazły zastosowanie przede wszystkim do podgrzewania wody w budynkach całorocznych (mieszkania, domki jednorodzinne i wielorodzinne) i sezonowych (domki kempingowe, letniskowe, obiekty sportowe i rekreacyjne) oraz w rolnictwie i ogrodnictwie (budynki inwentarskie, paszarnie, szklarnie i tunele). Ocenia się, że w Polsce zainstalowano ok. 1000 kolektorów cieczowych o łącznej powierzchni  $1000 \text{ m}^2$ .

Energia słoneczna docierająca do Polski charakteryzuje się dużym rozproszeniem, dlatego pod rozwagę należy wziąć możliwość połączenia energii słonecznej oraz energii elektrycznej z sieci. Takie rozwiązanie noszące nazwę podwójnego układu zasilania energetycznego wykorzystywane jest w polskich suszarniach oraz do podgrzewania wody użytkowej. Inną formą wytwarzania energii z promieniowania słonecznego w warunkach polskich mogłyby stać się stawy słoneczne, które działają w oparciu o wymiennik ciepła znajdujący się w zbiorniku. Kolektory fotowoltaiczne, przetwarzające energię słoneczną w energię elektryczną, nie znalazły w Polsce jak na razie szerszego zastosowania, powodem jest zbyt wysoki koszt uzyskiwania energii w porównaniu do energii produkowanej w sposób konwencjonalny. Wyjątek może stanowić możliwość wykorzystania ogniw fotowoltaicznych do zasilania znaków drogowych w transporcie drogowym i świateł nawigacyjnych na morzu.

---

<sup>4</sup> Przez usłonecznienie należy rozumieć liczbę godzin słonecznych przypadającą w ciągu roku w danym miejscu.

#### 4. ENERGIA WIATRU

Energia wiatru stanowi jeden z najstarszych zasobów odnawialnych wykorzystywanych przez człowieka. Najstarsze ślady eksploatacji wiatru pochodzą z terenu dawnej Persji, gdzie korzystano z urządzenia napędzanego wiatrem do transportu wody. W XIX wieku zaczęto wykorzystywać wiatr do produkcji energii elektrycznej. Jednak największe zainteresowanie energetyką wiatrową nastąpiło w latach siedemdziesiątych XX wieku, po pierwszym kryzysie naftowym<sup>5</sup>. Jako pierwsze w kierunku energii wiatru zwróciły się kraje wysoko rozwinięte, w których następował rozwój świadomości ekologicznej społeczeństwa.

Rozwój energetyki wiatrowej w Polsce uważany jest za bardzo obiecujący. Mamy odpowiednie zasoby wiatru, 60% powierzchni kraju charakteryzuje się średnioroczną prędkością wiatru ponad 4,0 m/s. Do obszarów najbardziej korzystnych dla rozwoju energetyki wiatrowej zaliczane są:

- okolice górskie (4–16 m/s),
- wybrzeże M. Bałtyckiego, od Koszalina po Hel (5–6 m/s),
- wyspa Uznam (5 m/s),
- Suwalszczyzna (4,5–5 m/s),
- Kujawy, Wielkopolska i Mazowsze (4–5 m/s).

Najsilniejsze wiatry wieją w Polsce w miesiącach zimowych, a więc w okresie, podczas którego zużywane jest najwięcej energii. Nadal jednak energia wiatru nie jest w Polsce wykorzystywana na odpowiednim poziomie (stanowi ok. 0,01% w całkowitym bilansie energii uzyskiwanej z OZE), w 13 elektrowniach wiatrowych produkcja energii kształtuje się na poziomie 5325 MWh. Najstarszą elektrownią wiatrową są instalacje w Lisewie (150 kW) i Swarzewie (95 kW). Powodem małego wykorzystania wiatru do wytwarzania energii w warunkach polskich jest brak gwarancji pewności zasilania. Sytuacja ulegnie z pewnością poprawie w momencie uregulowania zasad prawnych zakupu i sprzedaży energii, jak miało to miejsce u naszego bezpośredniego sąsiada, w Niemczech. Już w tej chwili obserwuje się znaczne zainteresowanie inwestorów budowanymi farmami wiatrowymi, zwłaszcza na terenach północno-zachodnich<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Stany Zjednoczone realizowały wówczas program „Wind Program California”, którego efektem był wybudowany park wiatrowy w Palm Springs z 1000 turbin wiatrowych.

<sup>6</sup> W Polsce przygotowywany jest projekt „offshore”, mający na celu zagospodarowanie Bałtyku – planowana jest budowa farmy wiatrowej na morzu, podobnej do wybudowanej koło Magdeburga największej farmy wiatrowej Horns Rev.

## 5. ENERGIA WODNA

Woda, podobnie jak wiatr i słońce, jest znanym od wieków zasobem energetycznym. Pierwotnie wykorzystywana była w zbożowych młynach wodnych, potem także w młynach do mielenia rud w hutach, tartakach oraz kuźniach. Energia wodna powstaje dzięki promieniowaniu słońca, które wywołuje procesy sublimacji i resublimacji, tym samym jest czynnikiem napędzającym obieg wody w środowisku naturalnym. W związku z powyższym zasoby wody zaliczane są do odnawialnych i niewyczerpywalnych zasobów energii, które są nierównomiernie rozmieszczone na powierzchni Ziemi. Istniejący potencjał wód płynących szacowany jest na 2,8 TW mocy, z czego wykorzystywane jest jedynie 15%. Czynnikiem decydującym o wykorzystaniu zasobów wód płynących jest możliwość spiętrzenia wody, która zależy od odpowiedniej rzeźby terenu oraz budowy geologicznej.

Wśród odnawialnych zasobów energetycznych energia wodna ma w Polsce największe tradycje. Posiadane zasoby wodne są niewielkie, stanowią jedynie 0,05% zasobów światowych. Terytorium naszego kraju charakteryzuje się mało obfitymi opadami, które rozłożone są nierównomiernie, dużą przepuszczalnością powierzchni gruntowych oraz brakiem odpowiednich spadków terenu. Łączna moc zainstalowanych elektrowni wodnych wynosiła w 2000 roku ponad 2150 MW, dawało to drugie miejsce (25%) wśród odnawialnych zasobów energii wykorzystywanych do produkcji energii w Polsce. Obecnie szacuje się, że na terenie Polski zainstalowanych jest 400 obiektów, które produkują łącznie ponad 4 112 000 MWh. Uważa się, że moce produkcyjne polskich elektrowni wodnych mogą zostać zwiększone o 20–30% dzięki wprowadzeniu unowocześnionych agregatów prądotwórczych. Prognozowany jest także rozwój małej energetyki wodnej, którą zainteresowani są przede wszystkim inwestorzy prywatni, wykorzystujący w tym celu istniejące stopnie wodne.

## PODSUMOWANIE

Rozważając możliwość wykorzystania odnawialnych zasobów energii, należy pamiętać, że niejednokrotnie są to zasoby rozproszone. W związku z tym wykorzystanie ich do produkcji energii wymaga koncentracji, a co za tym idzie poniesienia wyższych nakładów inwestycyjnych. Jednak rosnące problemy środowiskowe oraz wysokie ceny nośników energii wywołują coraz większe zainteresowanie odnawialnymi zasobami energii w skali całego świata. Instytucje Unii Europejskiej, Stanów Zjednoczonych oraz innych krajów wysoko rozwiniętych

podjęły działania mające na celu rozpowszechnianie białej energii. Działania te mają nie tylko polegać na wprowadzaniu odpowiednich przepisów prawnych, ale także na stworzeniu odpowiedniego klimatu dla inwestycji w energię odnawialną. W dzisiejszych czasach odnawialne zasoby energii mają coraz więcej zwolenników, zarówno w organizacjach rządowych, jak i pozarządowych. Coraz częściej obserwuje się prowadzenie dialogu dotyczącego energetyki odnawialnej ponad podziałami politycznymi, państwowymi. Zwrócenie się w kierunku energii opartej na odnawialnych zasobach energii jest spowodowane pobudkami czysto ekonomicznymi. Inwestycje związane z energią odnawialną charakteryzują się stosunkowo krótkim zwrotem kosztów. Również uzyskanie funduszy inwestycyjnych jest dużo łatwiejsze niż w przypadku energii konwencjonalnej, co sprzyja powstawaniu przedsiębiorstw, instytucji działających na OZE. Taka sytuacja sprzyja aktywizacji gospodarki: powstają nowe miejsca pracy, ożywia się budownictwo przemysłowe, rozwijają się nowe dziedziny wytwórczości.

## LITERATURA

- Chalecka K. (2002), *Perspektywy wykorzystania biomasy jako alternatywnego źródła energii*, [w:] Kosiedowski W. (red.), *Przedsiębiorczość i innowacyjność jako czynniki rozwoju regionalnego i lokalnego*, Włocławek.
- Gutkowski J. (2002), *Energia odnawialna w Polsce*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 7.

## ABILITIES OF USING RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN POLAND

**Abstract.** Nowadays, we observe growing importance of interrelationship between economic activity and the environment. The exploitation of energetic resources during various kinds of production processes cannot occur without considering the main principles of energetic resources rationalization and saving. Thus, many countries including Poland, take measures to search new ways of the energy sector evolution.

**Key words:** renewable energy resources, energy of biomass, geothermal energy, solar energy, wind power, hydro-power.