

Zdzisław Jan Małecki, Jerzy Wira, Izabela Małecka

## **„BUDOWNICTWO ENERGOOSZCZĘDNE – ROZWIĄZANIA PRZYSZŁOŚCIOWE OZE?” CZ. II**

### **Streszczenie:**

Do odnawialnych źródeł energii (OZE) wynoszącej ok. 17,245 TW·a, zgodnie z planem działań Unii Europejskiej zaliczamy energię: mechaniczną wody w rzekach, biomasę, biogazu, mechaniczną wiatru, pływów, termiczną mórz i oceanów, geotermalną, słoneczną. W Polsce zakłada się, że do roku 2020 OZE rozwijać się będą dynamicznie. Najbardziej rozwijającą się technologią związaną z wytwarzaniem energii elektrycznej z OZE będzie energetyka wiatrowa. Drugim najbardziej rozwijającym się źródłem energii będzie biomasa i energia słoneczna, za nią biogaz i energetyka wodna oraz geotermia. Zasoby odnawialnych źródeł energii nie wyczerpują się na skutek eksploataowania i potrafią się uzupełniać (energia rzek, wiatru, słońca, biomasy i wód geotermalnych)

**Słowa kluczowe:** odnawialne źródła energii (OZE), energia wiatrowa, energia słoneczna, energia wody, biomasa, biogaz, energia geotermalna

### **Wprowadzenie**

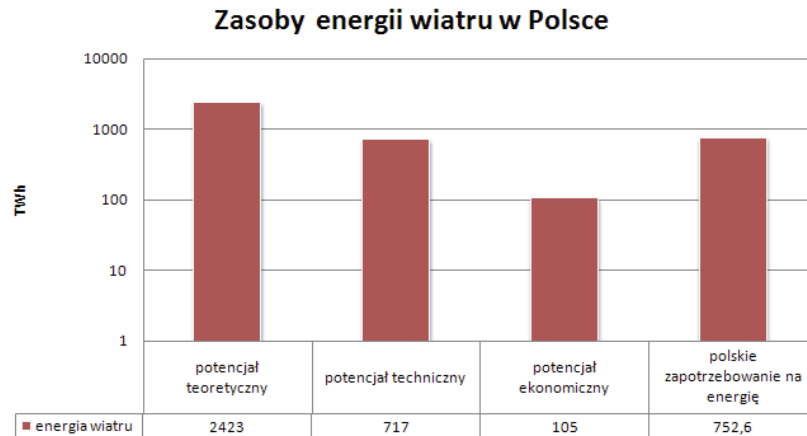
W roku 2004 po raz pierwszy w historii ludzkości wystąpił szokowy wzrost zapotrzebowania na energię. W sposób zauważalny wkroczyliśmy w erę globalnego popytu i podaży energii. Wydział Ludności Organizacji Narodów Zjednoczonych (United Nation Population Division) informuje w raporcie z 13 marca 2007 roku, że populacja świata wzrośnie z 2,5 miliarda w okresie następnych 43 lat, a mianowicie z 6,7 miliarda w 2007 roku do 9,2 miliarda w 2050 roku. Wzrost populacji wystąpi głównie w mniej rozwiniętych rejonach z 5,4 miliarda w 2007 roku do 7,9 miliarda w 2050 roku. Ponadto statystyki ONZ wskazują także, że do końca 2008 roku ponad połowa ludności mieszkać będzie w miastach. W oparciu o powyższe prognozy należy myśleć strategicznie o tym, w jaki sposób budować systemy racjonalnego gospodarowania energią: tradycyjną, OZE, zamiast koncentrować się na pojedynczych projektach czy programach bez jakiegokolwiek strategicznego planu.

W Polsce zakłada się, że do roku 2020 odnawialne źródła energii rozwijać się będą bardzo dynamicznie. Najszybciej rozwijającą się technologią związaną z wytwarzaniem energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii będzie energetyka wiatrowa. Drugim najbardziej rozwijającym się źródłem energii będzie biomasa i energia słoneczna, za nią biogaz i energetyka wodna oraz geotermia.

### **Energia wiatru**

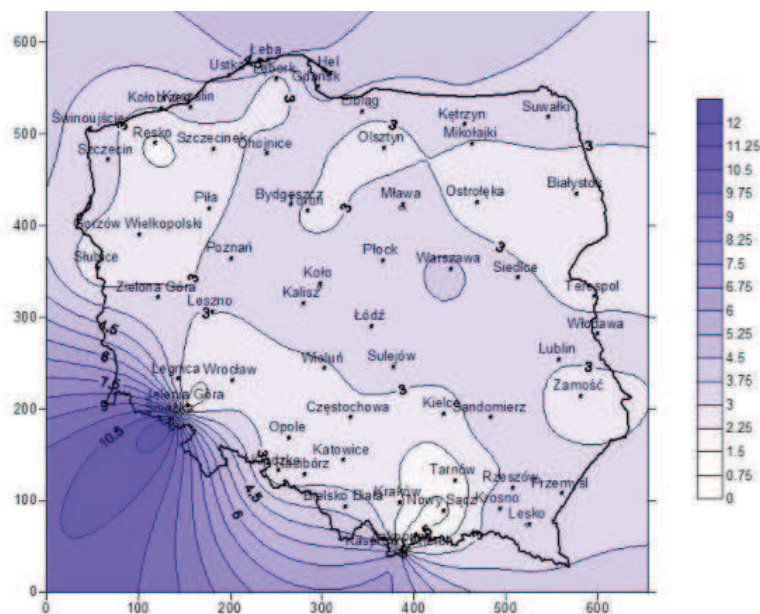
Według danych Urzędu Regulacji Energetyki w Polsce w 2014 r. ilość zainstalowanych instalacji wykorzystujących energię wiatru wynosiła 890 o łącznej mocy 3727 MW. W roku 2009 ilość instalacji wynosiła 301 przy łącznej mocy 725 MW. Analizując uzyskane

dane można wyciągnąć wniosek, że w Polsce energetyka wiatrowa rozwija się w sposób dynamiczny. Dzięki temu Polska jest w ścisłej czołówce w Europie pod względem wykorzystania energii wiatru. Rysunek nr 1 przedstawia zasoby energii wiatru w Polsce.



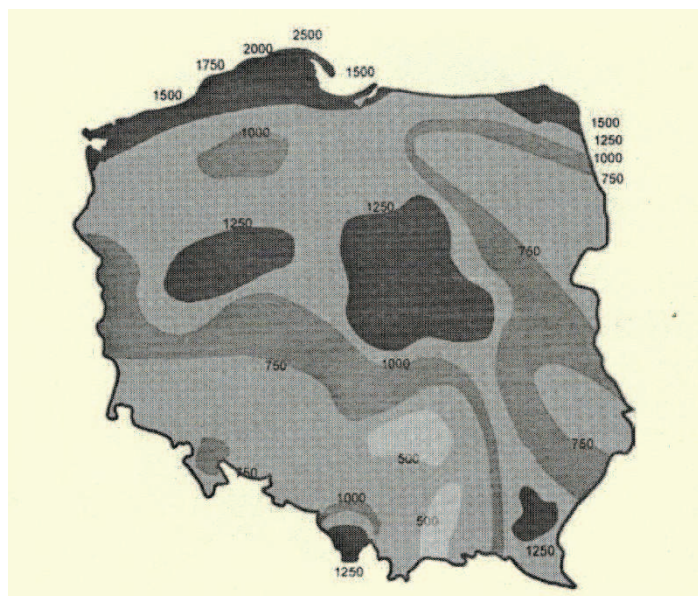
**Rys. nr 1** Zasoby energii wiatru w Polsce

Ze względu na możliwość wykorzystania energii wiatru (dla prędkości powyżej 4 m/s) korzystne warunki ma praktycznie 2/3 terenu Polski. Polska leży w strefie o przeciętnych warunkach wietrzności, z prędkościami wiatru na poziomie 3,5 – 4,5 m/s. Rysunek nr 2 przedstawia średnioroczne prędkości wiatru na poziomie 3,5-4,5 m/s, mierzone na standardowej wysokości pomiarowej (10 m n.p.g.).



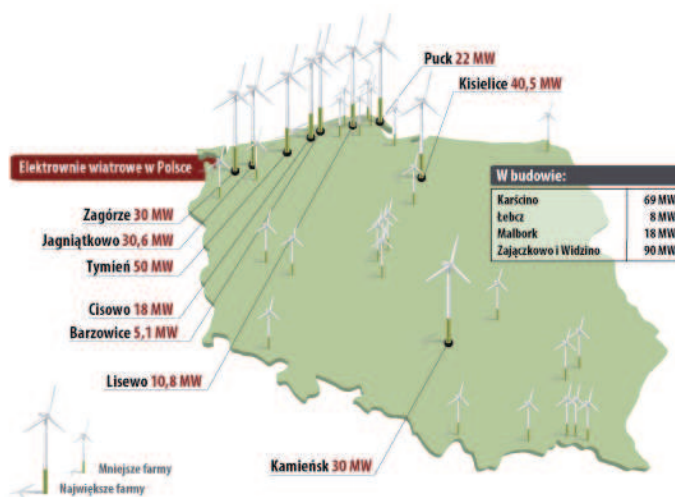
**Rys. nr 2** Średnioroczne prędkości wiatru na terenie Polski (m/s)

Obszarowy rozkład zasobów energii wiatru, możliwej do pozyskania w ciągu roku wyznaczony dla wysokości 30m n.p.g. i dla prędkości wiatru co najmniej 4 m/s. Prędkość wiatru wzrasta wraz z wysokością. Na wartość prędkości wiatru ma istotny wpływ ukształtowanie powierzchni gruntu, jego pofałdowanie, architektura krajobrazu (budowla, drzewa).



Rys. 3 nr Rozkład zasobów energii wiatru wg źródeł IMGW.

Rejonami o największych rezerwach energii wiatru są: Tatry, Karkonosze i Wybrzeże Bałtyku. Rysunek nr 4 przedstawia rozmieszczenie elektrowni wiatrowych w Polsce.

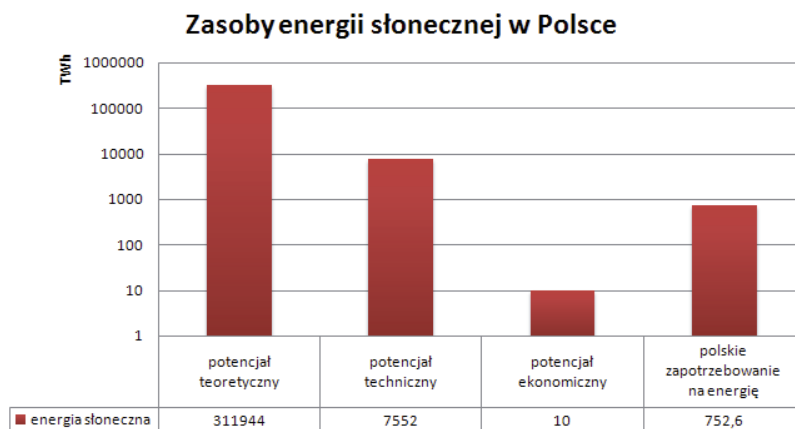


Rys. nr 4 Rozmieszczenie elektrowni wiatrowych w Polsce

Energię wiatru można wykorzystać także w budownictwie jednorodzinym. Domowe elektrownie wiatrowe mogą być głównym źródłem energii lub pełnić funkcję wspomagającą. Przed podjęciem decyzji o zainstalowaniu domowej elektrowni wiatrowej należy upewnić się, że warunki wiatrowe są odpowiednie.

## Energia słoneczna

Energia słoneczna jest powszechnie dostępna. Uznawana jest jako całkowicie czyste i najbardziej naturalne z istniejących źródeł. W głównej mierze energia słoneczna wykorzystywana jest lokalnie (wspomaganie ogrzewania, podgrzew wody). W Polsce zastosowanie fotowoltaiki jest praktycznie zerowe. Według Urzędu Regulacji Energetyki w Polsce fotowoltaika dostarcza 1,1 MW. Zasoby energii słonecznej przedstawiono na rysunku nr 5.



**Rys. nr 5** Zasoby energii słonecznej w Polsce

Roczna gęstość promieniowania słonecznego w Polsce waha się w granicach 950 – 1250 kWh/m<sup>2</sup>. W cyklu rocznym występuje nierówny rozkład promieniowania. Całkowita roczna suma nasłonecznienia przypada na sześć miesięcy sezonu wiosenno – letniego. W stosunku do Europy, Polska ma raczej słabe nasłonecznienie (rys. nr 6)

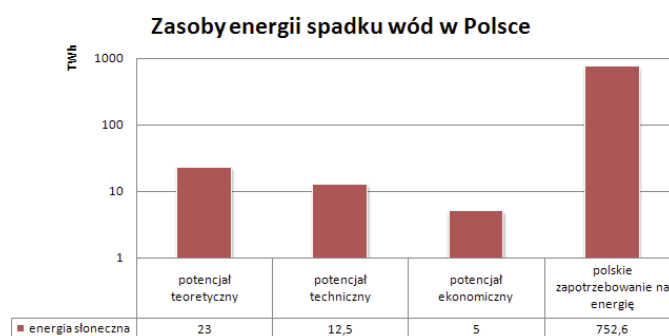
Energię promieniowania słonecznego można wykorzystać w aktywnych i pasywnych systemach grzewczych, w fotowoltaice czy do rozwiązań wykorzystujących światło dzienne.



**Rys. nr 6** Mapa nasłonecznienia Polski

## Energia wody

W Polsce wody powierzchniowe zajmują 8313 km<sup>2</sup>, co stanowi 2,7 powierzchni kraju. Zasobność wód w latach 1950 – 1995 wynosiła 61,0 km<sup>3</sup> co daje w przeliczeniu na jednego mieszkańca wielkość trzykrotnie mniejszą niż średnia europejska i pięciokrotnie mniejszą niż średnia światowa. Wielkość odpływu rzecznoego z powierzchni Polski nie jest stała i dodatkowo zmienia się w ciągu roku. Wielkości te wynoszą od ok. 30 km<sup>3</sup>/a do 90 km<sup>3</sup>/a. W Polsce zasoby hydroenergetyczne są niewielkie. Potencjał hydroenergetyczny rzek określa się, zgodnie z wytycznymi Konferencji Energetycznej, w jednostkach zwanych katastrami sił wodnych. Dla polskich rzek potencjał ten został oszacowany z uwzględnieniem katastru sił wodnych, który jest niewielki i wynosi ok. 23 TWh/rok. Natomiast techniczne zasoby energetyczne Polski, wszystkich wód płynących wynoszą ok. 12 TWh/rok a ekonomiczne 8,5 TWh/rok. Techniczne zasoby małych elektrowni wodnych wynoszą z kolei 2 TWh/rok czyli łącznie potencjał wynosi ok. 14 TWh/rok. Według prognoz wykorzystując całkowicie potencjał hydroenergetyczny Polski możliwe jest osiągnięcie 11 GW mocy w elektrowniach zawodowych, a w lokalnych elektrowniach wodnych 1,2 GW. Zasoby energii wody przedstawia rysunek nr 7. Moc zawodowych elektrowni wodnych w Polsce wynosi 2042 MW, w tym 1366 MW przypada na elektrownie szczytowo – pompowe.



**Rys. 7** Zasoby energii wody w Polsce

W środowisku przyrodniczym do wykorzystania jest także energia oceanów, którą wykorzystuje się do napędu turbin ruchu masy wody wywołane pływami, falowaniem i różnicami gęstości. Najpopularniejszym sposobem wykorzystania wody jako źródła energii są zapory i elektrownie ustawione na wodach płynących. Potencjał hydroenergetyczny jest nierównomiernie rozlokowany. Przedstawia to rysunek nr 8. Siłowniami wodnymi (młyny wodne i pompowe) nazywamy wszelkiego rodzaju budowle z urządzeniami służącymi do wykorzystywania siły płynącej wody (różnego rodzaju koła lub turbiny wodne).

Elektrownie wodne są siłowniami wodnymi wytwarzającymi energię elektryczną.

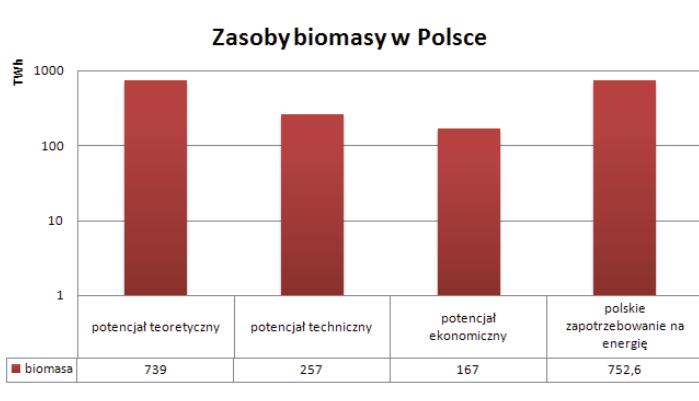


**Rys. 8** Elektrownie wodne w Polsce

Najczęściej i na największą skalę energia mechaniczna wody jest wykorzystywana w Polsce w elektrowniach wodnych dużej mocy.

## Biomasa

Biomasa jest najmniej kapitałochłonnym źródłem energii. Energia uzyskiwana z biomasy stanowi 15% światowego zużycia energii, natomiast w krajach rozwijających się udział ten jest znacznie większy i wynosi aż 38%. Biomasa jest produktem reakcji fotosyntezy, która przebiega pod wpływem promieniowania słonecznego. Pojęciem biomasy można nazwać stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego (drewno, odpady z jego przerobu, owies) lub zwierzęcego (tłuszcze i odchody zwierzęce), odpady z produkcji rolnej oraz leśnej, które ulegają biodegradacji. Biomasa, wykorzystywana na cele energetyczne, wykorzystuje się bezpośrednio w procesach spalania. Zasoby biomasy dla Polski przedstawia rysunek nr 9.



**Rys. 9** Zasoby biomasy w Polsce

Potencjał ekonomiczny zasobów energii biomasy w Polsce jest mniejszy od całkowitego zapotrzebowania na energię w kraju. Dzięki temu możliwe jest, że ok. 22% energii w Polsce może pochodzić z biomasy.

Biomasa jest alternatywą dla najpopularniejszego w Polsce paliwa – węgla. Przy rosnących cenach paliw, zwiększeniu emisji CO<sub>2</sub>, biomasa jest rozsądnym wyborem. Światowy potencjał energetyczny biomasy wynosi  $3 \cdot 10^{15}$  MJ/a, którą wykorzystuje tylko w 7% (35% w

krajach rozwiniętych i 3% w krajach uprzemysłowionych). Strategia UE w zakresie wykorzystania OZE przedstawiona w Białej Księdze i dotycząca osiągnięcia w 2010 r. 12% udziału energii ze źródeł odnawialnych zakłada konieczność: zainstalowania 10GW w systemach kogeneracyjnych z udziałem biomasy, 1GW w biogazowniach, ogrzewanie 1 mln mieszkańców biomasą, produkcję 5 mln Gg/a biopaliw. W Polsce w samym rolnictwie szacuje się potencjał energetyczny niewykorzystanej biomasy wynosi 104 PJ/a, natomiast potencjał całkowity możliwy do zagospodarowania biomasy wynosi ok. 407,5 PJ.

## **Biogaz**

Działalności ludzkości towarzyszy produkowanie dużych ilości ścieków. W Polsce istnieje około 800 ewidencjonowanych wysypisk i składowisk odpadów i nieokreślona znaczna liczba dzikich wysypisk śmieci. Składowiska te, z powodu na wydzielający się z nich gaz wysypiskowy (biogaz) są zagrożeniem dla środowiska przyrodniczego. Najnowsze badania wykazały, że emisja metanu ze składowisk śmieci wywołuje 27-krotnie większy efekt cieplarniany niż dwutlenek węgla. Szacuje się, że roczna wartość energii traconej z gazem wysypiskowym jest równoważna  $4,39 \cdot 10^8 \text{ m}^3$  gazu ziemnego (straty ekonomiczne i ekologiczne). Biogaz jest produktem fermentacji beztlenowej związków pochodzenia organicznego, zawierających celulozę, białko, skrobię i węglowodany (odpady komunalne pochodzenia organicznego, ścieki komunalne i z przemysłu rolno – spożywczego, a także w odchodach zwierząt). Są dwa sposoby zagospodarowania biogazu a mianowicie: pierwszy to spalanie go w kotle w celu wyprodukowania energii cieplnej, a drugi to spalanie go w silniku wysokoprężnym napędzającym generator i wykorzystanie zarówno energii elektrycznej, jak i ciepła pochodzącego z chłodzenia silnika i spalin.

## **Energia geotermalna**

Energia geotermalna jest wewnętrznym ciepłem Ziemi zgromadzonym w skałach oraz wodach podziemnych – nazywanymi wodami geotermalnymi (termalnymi), których temperatura wynosi na głębokości 2000 m około od 60 °C do 100 °C. Natomiast temperatura pod skorupą ziemską osiąga wartość do 1000 °C a w jądrze Ziemi do ok. 5000 °C. W jądrze Ziemi występuje ciepło pierwotne, które powstało w czasie formowania się naszej planety, a częściowo jest ciepłem pochodzącym głównie z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych. Temperatura wód termalnych maleje w miarę zbliżania się do powierzchni Ziemi o około 3°C/100m (gradient temperatury). Rozróżniamy dwa rodzaje zasobów energii geotermalnej: hydrotermiczna i petrotermiczna. W przypadku pozyskiwania energii hydrogeotermalnej, której nośnikiem energii jest ciepła woda podziemna, eksploatowana otworami wiertniczymi. Natomiast pozyskiwanie energii petrogeotermalnej (zasoby ciepła skał), w której nośnikiem energii (ciepła) są media (zwykle woda), wprowadzane otworami wiertniczymi do nagrzaných formacji skalnych i ponownie pozyskiwanie jest mało prawdopodobne.

Wody geotermalne mogą być pozyskiwane jedno – lub dwuotworowo. Odbiór wody termalnej z jednego otworu jest możliwy jedynie w przypadku wód niezmineralizowanych o stopniu czystości wód pitnych. Po odzyskaniu ciepła od takich wód są one wprowadzane do naturalnych zbiorników i cieków wodnych lub mogą być wykorzystane jako wody technolo-

giczne. Systemy dwuotworowe stosuje się w przypadku gdy woda geotermalna jest w wysokim stopniu zmineralizowana. Po odzyskaniu ciepła na powierzchni Ziemi, woda zatłaczana jest w całości do drugiego odwiertu „zatłaczającego”. W przypadku nieodpowiedniej jakości wody lub jej temperatury stosowane są urządzenia pośrednie (przeponowe wymienniki ciepła, pompy ciepła), których zadaniem jest odebranie ciepła z pozyskanej wody termalnej, jak i podniesienie jej temperatury do wymaganego poziomu. Stopień rozpoznania hydrogeotermalnego w skali Polski jest słaby.

W Polsce energia geotermalna szacowana jest na poziomie 1512 PJ/rok co stanowi ok. 30% krajowego zapotrzebowania ciepła. Jednostkowy koszt geotermalnej energii cieplnej jest szacunkowo o ok. 2% niższy od kosztu energii cieplnej wytwarzanej w ciepłowni konwencjonalnej.

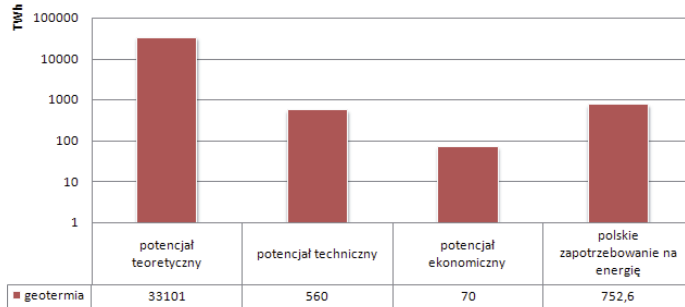
Polska, pomimo, że znajduje się poza obszarami wulkanicznymi i podziałami tektonicznymi ma bardzo dobre warunki geotermalne. Źródła wody geotermalnej zlokalizowane są na głębokości od 1 km do 10 km. Temperatura może dochodzić nawet do 200 °C. Jednak zanim podejmie się decyzję o wykorzystaniu zasobów wód geotermalnych należy pamiętać, że pod względem ekonomicznym najbardziej opłacalne jest wydobywanie wód do głębokości 2 km o temperaturze ok. 65 °C. Energia geotermalna ze wszystkich źródeł w Polsce posiada najwyższy potencjał techniczny. Stanowi ona pod względem ekologicznym i ekonomicznym, w porównaniu do pozostałych źródeł energii odnawialnej, konkurencję. Rysunek nr 10 przedstawia umiejscowienie ciepłowni geotermalnych w Polsce.



**Rys.10** Ciepłownie geotermalne w Polsce

Ciepło pozyskiwane z wnętrza Ziemi może być wykorzystywane w budownictwie energooszczędnym. Przy wykorzystaniu pomp ciepła może być wykorzystana do ogrzania budynku. Energia geotermalna może być wykorzystywana także do produkcji energii elektrycznej.





Rys. 11 Zasoby wód geotermalnych w Polsce

## Podsumowanie

Budownictwo mieszkaniowe, przemysłowe i technologie energooszczędne w szeroko pojętej gospodarce, wykorzystujące odnawialne źródła energii winny być tak projektowane, aby zbytnio nie ingerowały w środowisko przyrodnicze. Polska posiada znaczne zasoby źródeł energii odnawialnej. W przypadku wód geotermalnych w pierwszej fazie realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego należy zainwestować znaczne środki finansowe np. średnia wartość wykonania odwiertu na głębokość około 200 m wynosi ok. 15,0 mln PL. W ostatnim czasie w budownictwie energooszczędnym największą popularnością cieszą się kolektory słoneczne (możliwe jest uzyskanie dotacji na instalacje solarne). Przed podjęciem decyzji o wyborze konkretnej instalacji należy przeanalizować wiele czynników a przede wszystkim uwarunkowania klimatyczne i terenowe. Pomimo, że obecnie przy pozyskiwaniu odnawialnych źródeł energii (OZE) koszty inwestycyjne są znaczne, to jednak poniesione nakłady zwracają się stosunkowo w krótkim czasie. Dodatkowo środowisko naturalne nie jest obciążone emisją CO<sub>2</sub> jak to ma miejsce w przypadku nieodnawialnych źródeł energii (węgiel, ropa, gaz ziemny). Szczególną formą energii nieodnawialnej jest energia jądrowa. Natomiast w przypadku odnawialnych źródeł energii, ich zasoby nie wyczerpują się na skutek eksploatacji i potrafią się uzupełniać (energia rzek, wiatru, słońca, biomasy i wód geotermalnych).

## Literatura

- 1 Depczyński W., Szamowski A., „Budowle i zbiorniki wodne”, Warszawa 1999
- 2 Konieczny R. (blog internetowy) Elektrownie wiatrowe
- 3 Krawiec F. „Odnawialne źródła energii w świetle globalnego kryzysu energetycznego”,
- 4 Lewandowski W., „Proekologiczne odnawialne źródła energii”, Warszawa 2012
- 5 Michałowska-Knap K., Wiśniewski G. „Stan obecny i potencjał energetyki odnawialnej w Polsce”.
- 6 Rubik M., „Pompy ciepła w systemach geotermii niskotemperaturowej”, Warszawa 2011

## **ENERGY EFFICIENT BUILDINGS – A FUTURE SOLUTION FOR RENEWABLE SOURCES OF ENERGY? PART II**

### **Summary:**

According to EU action plan the renewable energy sources of 17.245 terawatts include the following: river hydropower, biomass energy, biogas power, wind power, tidal power, thermal energy of seas and oceans, geothermal energy and solar power. In Poland it is assumed that renewable energy sources will be developing dynamically until 2020, and it will be wind energy that will develop the most. The second fastest developing energy source will be biomass and solar power, followed by biogas, hydropower and geothermal energy. Renewable energy sources are do not get used up and can renew themselves (hydropower, wind energy, solar power, biomass and geothermal energy).

**Key words:** renewable energy sources, wind energy, solar energy, hydropower, biomass, biogas, geothermal energy.

## **ENERGIEEFFIZIENTES BAUEN – NEUE LÖSUNGEN FÜR DIE ZUKUNFT? TEIL II**

### **Zusammenfassung:**

Zu den erneuerbaren Energiequellen (EE) die ca., 17,245 TW betragen, zählen wir gemäß dem Aktionsplan der EU solche Energiequellen wie: mechanische Energie aus Flusswasser, Biomasse, Biogase, mechanische Windenergie, Gezeiten, thermische Energie von Meeren und Ozeanen, Geothermie, Sonnenenergie. Man schätzt bis 2020 in Polen mit einer dynamischen Entwicklung der Branche. Zu der bestentwickelten Technologie wird die Windenergie gehören. Den zweiten Platz werden die Energiegewinnung der Biomasse und der Sonnenenergie belegen, dahinten werden Biogas, Wasserenergie und Geothermie stehen. Die Ressourcen der erneuerbaren Energie erschöpfen sich nicht infolge der Gewinnung und können sich sogar erneuern (Fluss-, Wind-, Sonnenenergie, Biomasse und Geothermie)

**Schlüsselworte:** erneuerbare Energiequellen (EE), Windenergie, Sonnenenergie, Wasserenergie, Biomasse, Biogas, Geothermie