



Proekologiczne wykorzystanie energii geotermalnej Polski

Environmentally-friendly use of geothermal energy in Poland

Maciej MICHAŁOWSKI ¹⁾

¹⁾ Dr inż., Katedra Chemii Węgla i Nauk o Środowisku, Wydział Energetyki i Paliw, AGH – Akademia Górniczo-Hutnicza; Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków; tel.: (+48) 12-617-20-32; e-mail: michalow@agh.edu.pl

Streszczenie

Poniższa praca ma na celu przedstawienie nie tylko korzyści ze stosowania energii geotermalnej, ale również ukazanie niebezpieczeństw wynikających z dużej kapitałochłonności inwestycji, wraz ze sposobami neutralizacji tych zagrożeń. W szczególności przedstawiono sposoby gospodarowania zasobami w taki sposób, aby czerpać dodatkowe korzyści poza systemem ciepłowniczym. W dodatku do pracy przedstawiono historię działalności Ciepłowni Geotermalnej w Stargardzie Szczecińskim, która to inwestycja mimo sprzyjających warunków geologicznych, nie odniosła sukcesu. Jej przykład pokazuje, że mimo dobrodziejstw płynących z wykorzystania energii geotermicznej, realizacja tego typu przedsięwzięć nie zawsze jest opłacalna pod względem finansowym.

Słowa kluczowe: energia geotermalna, opłacalność ekonomiczna

Wstęp

Przedstawione w artykule zagadnienia pozwolą zrozumieć, że każdy z nas może mieć wpływ na poprawę stanu środowiska oraz życia przyszłych pokoleń. Należy pamiętać, że inwestycje w odnawialne źródła energii mimo wysokich nakładów finansowych zwrócą się po krótszym lub dłuższym czasie, natomiast otaczające nas środowisko znacznie trudniej jest przywrócić do jego naturalnego stanu. Obecny system zaopatrzenia w energię na świecie opiera się głównie na paliwach konwencjonalnych takich jak węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa oraz gaz ziemny. Sytuacja ta sprawiła iż zagrożona jest nie tylko stabilność energetyczna, ale i również stan środowiska naturalnego [1, 2]. Zwiększający się postęp gospodarczy, wzrastająca liczba ludności sprawiają iż konieczne jest poszukiwanie alternatywnych źródeł. Wprowadzenie proekologicznej polityki w zakresie sektora paliwowo-energetycznego stało się priorytetowym celem wielu państw na całym świecie. Prawo Energetyczne reguluje podstawowe cele polityki krajów Unii Europejskiej w zakresie:

- realizacji zasady zrównoważonego rozwoju
- zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego,

Summary

This paper not only describes the benefits of geothermal energy use, but also shows the threats of large capital intensity of the investment, along with the ways to neutralize them. Particularly resource management methods to get additional benefits beside heating system were described. Addendum to the paper describes a history of a geothermal heating plant in Stargard Szczeciński, which has not been successful, despite of having favorable geological conditions. This example shows that in spite of benefits coming from use of geothermal energy, realization of such investments is not always cost effective.

Keywords: geothermal energy, economy

Introduction

The issues presented in the article will allow the understanding of the influence that everybody can have on the improvement of the state of environment and the life of future generations. One should remember that investing in the renewable energy, despite high financial costs will pay back in a shorter or longer time, while it is much more difficult to restore the natural state of the surrounding us environment. The present energy system in the world is mainly based on conventional fuels such as hard coal and lignite, crude oil and natural gas. This situation threatens energy stability as well as the state of natural environment [1, 2]. The increase of economic progress and population growth, make it necessary to look at alternative energy sources. Introducing environmentally-friendly policy in the fuel and energy sector became a priority in the whole world. The Energy Law regulates basic objectives of the Europe Union countries in the area of:

- implementation of the principle of sustainable development,
- securing the safety of energy supplies,
- increase of the economic competitiveness and

- wzrostu konkurencyjności gospodarczej i jej efektywności energetycznej,
- ochrony środowiska przed negatywnymi skutkami działalności energetyki, związanej z wytwarzaniem, przesyłaniem i dystrybucją energii i paliw,
- unormowaniem działalności przedsiębiorstw energetycznych i ich odbiorców.

Polska jako członek Wspólnoty musi realizować narzucone założenia polityki energetycznej, które jeżeli nie zostaną zrealizowane do roku 2020 wymuszają zakup certyfikatów od państw posiadających nadwyżkę produkcji „zielonej energii” [3, 4]. Podstawowe zobowiązania to:

- ograniczenie emisji CO₂ o 20%,
- oszczędność energii o 20%,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł w 20%.

Aktualnie obowiązująca Dyrektywa 2001/77/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł obliguje nasz kraj do uzyskania 7,5% udziału energii elektrycznej wytworzonej w źródłach odnawialnych do końca 2010 r. Dodatkowo Dyrektywa 2003/30/EC Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 8 maja 2003 r. w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw i innych paliw odnawialnych nakłada na nasz kraj obowiązek uzyskania do końca 2010 r. 5,75% udziału biopaliw w rynku paliw płynnych. Aby te cele zostały osiągnięte konieczne są działania mające na celu zwiększenie zainteresowania inwestycjami związanymi z zieloną energią [5].

Struktura zasobów energii geotermalnej w Polsce

Energia geotermalna jest to energia wnętrza Ziemi, zgromadzona w skałach i wodach podziemnych [6]. Ciepło wnętrza Ziemi jest w pewnej części ciepłem pierwotnym, które powstało w trakcie tworzenia i formowania naszej planety, a częściowo jest to ciepło, które pochodzi w dużej mierze z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych głównie ²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th, ⁴⁰K. Pod skorupą ziemską znajduje się warstwa gorących i roztopionych skał zwanych magmą. Zasoby geotermalne można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- hydrotermiczne,
- petrotermiczne.

Zasoby hydrotermiczne odnoszą się do wysokotemperaturowych warstw ogrzanej mieszaniny parowo-wodnej o temperaturze 200–300°C lub pokładów gorącej wody o temperaturze 50–70°C. Są one wykorzystywane obecnie. Natomiast energia termiczna zgroma-

energy efficiency,

- environmental protection from the negative impact of energy industry, connected with the production, sending and distribution of energy and fuels,
- regulating the activities of energy enterprises and their consumers,

Poland as a member of the European Union must implement the directives of energy policy. If the rules are not implemented by 2020, Poland will be obliged to buy certificates from the countries having the excess of the “green energy” production [3, 4]. Basic duties include:

- limitation of CO₂ emission by 20%,
- energy saving by 20%,
- use of renewable energy sources in 20%.

The Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, obliged our country to obtain 7.5% of electric energy produced from renewable energy sources by 2010. Additionally, the 2003/30/EC Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, employed our country to achieve by 2010, the amount of 5.75% of biofuels in the market of liquid fuels. To achieve these goals, it was necessary to increase the interest in projects related to green energy [5].

The Structure of Geothermal Energy Resources in Poland

Geothermal energy is the energy if the inside of the Earth, collected in rocks and underground waters [6]. The heat from the inside of the Earth is to some extent the primary heat, which originated during the formation of our planet, and partially it is the heat originating in a large proportion from the radioactive elements, mainly: ²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th, ⁴⁰K. Under the earth crust there is a layer of hot and liquid rock called magma. Geothermal resources can be divided into two main groups:

- hydrothermal,
- petrothermal.

Hydrothermal resources are related to high temperature layers of steam-water mixture of 200–300°C temperature or a hot water layer of 50–70°C temperature. They are used at present. The thermal energy accumulated in hot porous rocks makes

dzona w suchych, ogrzanych i porowatych skałach tworzy zasoby petrotermiczne. Są one zmagazynowane w warstwach skalnych i mają perspektywistyczne znaczenie. Biorąc pod uwagę temperaturę czynnika grzejącego sposoby wykorzystania zasobów geotermalnych są bardzo zróżnicowane. Generalnie przyjmuje się, że przy temperaturze 120–150°C opłaca się wykorzystywać go do produkcji energii elektrycznej. Przy niższych temperaturach czynnik grzewczy ma zastosowanie do celów ciepłowniczych klimatyzacyjnych, wytwarzania ciepłej wody użytkowej w systemach miejskich i przemysłowych, do ogrzewania szklarni, hodowli ryb, do celów balneologicznych i rekreacyjnych. Wody opadowe, przedostające się w głąb Ziemi są ogrzewane ciepłem jej wnętrza. Są miejsca, gdzie złoża ciepłych i gorących wód oraz par znajdują się blisko powierzchni Ziemi (3 km). Tam za pomocą otworów wiertniczych mogą być wydobywane na zewnątrz. Pod względem technicznym możliwe jest wykonanie odwiertów do głębokości 5 km. Szacuje się, że opłacalne jest dokonywanie odwiertów jedynie do głębokości 2 km, ale jest to uzależnione od rejonu, ponieważ nie w każdym z nich do tej głębokości zalegają złoża geotermalne o odpowiednio wysokiej temperaturze. Są jednak i takie miejsca, gdzie odwierty w ogóle nie są konieczne, ponieważ płyn geotermalny wydostaje się na powierzchnię samoistnie w postaci gejzerów. W Polsce energia wewnętrzna Ziemi stosowana jest jedynie jako szeroko rozumiane ciepło użytkowe znajdujące swoje zastosowanie w gospodarstwach domowych jako ogrzewanie i ciepła woda użytkowa oraz w handlu i usługach do celów balneoterapeutycznych i rekreacyjnych. Nasz kraj posiada ogromny potencjał i zasoby energii geotermalnej, znajdują się one głównie w terenie Niżu Polski, Sudetów i Karpat. Związane są one głównie z wodami podziemnymi o temperaturach 20–130°C, znajdują się one do 3–4 km wewnątrz globu. W tabeli nr 1 przedstawiono krótką charakterystykę polskich ciepłowni geotermalnych.

Zasoby geotermalne w Polsce i ich wykorzystanie

W Polsce, pomimo dużego potencjału energetycznego wód geotermalnych, dopiero 10 lat temu rozpoczęto ich wykorzystywanie jako ekologicznego źródła ciepła [7]. Do tego czasu wody te były jedynie stosowane w balneologii i rekreacji. W latach 1993–2003 uruchomiono w Polsce sześć instalacji ciepłowniczych opierających się na energii wód podziemnych. W najbliższej przyszłości planowana jest również budowa kolejnych zakładów (Rys. 1). Ponad 80% terenu Polski zajmują obszary należące do 3 prowincji geotermalno – ropo – gazonośnych (centralnoeuropejskiej, przedkarpackiej i karpackiej), w skład, których wchodzi rozległe baseny sedymentacyjne zawierające liczne zbiorniki

petro-thermal resources. They are in the layers of rocks and can be potentially useful for the future. Taking into account the pod temperature of the heating factor, the ways of using geothermal resources are much differentiated. Generally it is accepted that at the temperature of 120–150°C it is economically profitable to use the source for electric energy production. At lower temperatures the heating factor can be used in heating systems or producing hot water for municipal and industrial purposes, heating greenhouses, rearing fish, in balneology and recreation. Precipitation water gets towards the deeper horizons of the Earth and gets heated by its core. There are places, where deposits of hot and boiling waters and steam are close to the Earth surface (3 km). In such places, with the help of boreholes, hot water could be moved to the surface. Technically it is possible to make boreholes up to 5 km depth. It is estimated that only boring up to 2 km depth is profitable, but this depends on the region, because not in every place geothermal resources on this depth have sufficiently high temperature. There are, however, such places, where boreholes are not necessary, because geothermal liquid gets to the surface spontaneously through geysers. In Poland the energy of the core of the Earth is used in heating households and producing hot water as well as in balneal-therapeutic and recreational services. Our country possesses huge potential and resources of geothermal energy. This is mainly in the Polish Lowlands, the Sudety Mountains and the Carpathian Mountains. They are mainly connected with underground waters temperature 20–130°C, found on 3–4 km depth. In table 1 a short characteristic of Polish geothermal heating plants is given.

Geothermal Resources in Poland and Their Use

In Poland, despite a large energy potential of geothermal water, only 10 years ago these waters became applied as environmentally-friendly source of heat [7]. Until that time these waters were only used in balneology and recreation. In 1993–2003 six heating systems based on the energy of underground waters were installed in Poland. In the nearest future it is also planned to built new installations (Fig. 1). More than 80% of the Polish territory are areas belonging to 3 geothermal oil and gas provinces (central European, Sub-Carpathian and Carpathian), which have vast sedimentation basins, including numerous resources of geothermal waters. In these

Tablica 1
Podstawowe parametry ciepłowni geotermalnych w Polsce

Table 1
Basic parameters of geothermal heating plans in Poland

Miejscowość rok otwarcia The place and year of opening	Skały zbiornikowe Reservoir rocks	T _{wypływu} , M _o T _{outflow} , M _o	maks. natężenie wypływu max. intensity of outflow	Moc zainstalowana Installed power [MWt]		Schemat układu Scheme of the system
				geotermalna geothermal	całkowita total	
Podhale 1992/93	wapień, dolomity trias / eocen limestone, dolomites Triassic / Eocene	82–87°C, <3 g/dm ³	120—550 m ³ /h	15,5	54,6	geotermia, szczytowe kotły gazowe geothermic, peak load gas boilers
Pyrzyce 1996	piaskowce, jura sandstone, Jurassic	61°C,	340 m ³ /h	15	48	geotermia + pompy ciepła + kotły gazowe geothermic + heat pumps + gas boilers
Mszczonów 1999	piaskowce, kreda sandstone, Cretaceous	41°C, 0,6 g/dm ³	60 m ³ /h	1,1	7,4	Geotermalna pompa ciepła + kotły gazowe geothermal heat pump + gas boilers
Uniejów 2001	piaskowce, kreda sandstone, Cretaceous	68°C, 8 g/dm ³	120 m ³ /h	3,2	5,6	geotermia + kotły olejowe geothermic + oil boilers

wód geotermalnych. Na tych obszarach występuje bardzo zróżnicowana temperatura wód, która waha się od 30°C do 130°C, a w niektórych miejscach przekracza 200°C. Prowincja Niżu Polskiego jest największą prowincją geotermalną na terenie Polski, ponieważ jej powierzchnia zajmuje 222 000 km², a swym zasięgiem obejmuje aż siedem regionów geotermalnych. Są one zbudowane ze skał wieku od paleozoiku do kredy, a temperatury złożowe kształtują się od 30°C do 130°C (głębokości 1–3 km). Mineralizacja ogólna zawiera się w bardzo szerokim przedziale od 1 do 300 g/l. Zasoby geotermalne obliczone zostały na poziomie ponad 6 225 km³ wód zawierających energię cieplną równoważną 32 458 mln ton paliwa umownego. Prowincja przedkarpcka – jest drugą co do wielkości prowincją geotermalną na terenie kraju. Zajmuje obszar o powierzchni 17 000 km². W obrębie prowincji przedkarpckiej wody termalne występują w utworach kambryjskich, dewońsko – karbońskich, jurajskich kredowych i mioceńskich. Jeżeli chodzi o temperatury złożowe to wynoszą one od 25 do 50°C. Mineralizacja wód jest bardzo zmienna i kształtuje się w granicach od 1 do 100 g/l. Zasoby geotermalne oszacowano na ponad 361 km³ wód o energii cieplnej równoważnej 1 555 mln ton paliwa umownego. Prowincja karpcka – jest najmniejszą prowincją geotermalną, o powierzchni 12 000 km². Wody geotermalne są tu obecne w skałach mezozoiku i trzeciorzędu. Mineralizacja ogólna wód jest zmienna w granicach od 0,1 do 100 g/l, a zasoby te zostały oszacowane na ponad 100 km³, zawierających energię cieplną równoważną 714 mln ton paliwa umownego [8].

areas the temperature of the waters is much differentiated, ranging from 30°C to 130°C, and in some places even exceeds 200°C. The province of the Polish lowland is the largest geothermal province in Poland, because its area is 222 000 km², and it covers seven geothermal regions. They are built of rocks the age of which ranges from Palaeozoic to Cretaceous, and temperatures of the deposit range from 30°C to 130°C (depth 1–3 km). The general mineralization ranges from 1 to 300 g/l. Geothermal resources were calculated on the level over 6 225 km³ waters containing thermal energy equivalent to 32 458 million tons of conventional fuel. The Sub-Carpathian Province is the second largest geothermal province in the country. It covers the area of 17 000 km². Within the Sub-Carpathian Province thermal water occur in the Cambrian formations, Devonian – Carboniferous formations, Jurassic formations, Cretaceous formations and Miocene formations. Their temperatures range from 25 to 50°C. The mineralization of waters is very changeable and ranges from 1 to 100 g/l. Geothermal resources were estimated over 361 km³ of waters with thermal energy equivalent to 1 555 million tons of conventional fuel. The Carpathian Province is the smallest geothermal province of the area of 12 000 km². Geothermal waters are present in the rocks of the Mesozoic and Tertiary. The general mineralization of these waters ranges from 0.1 to 100 g/l, and these resources were estimated over 100 km³, with thermal energy equivalent to 714 million tons of conventional fuel [8].



Rys.1
Rozmieszczenie istniejących i planowanych zakładów wykorzystujących energię geotermiczną na terenie Polski

Fig. 1
The distribution of existing and planned plants using geothermal energy in Poland

Ograniczenia wpływające na rozwój wykorzystania wód geotermalnych

Mimo, iż stan rozpoznania wód geotermalnych w Polsce jest dość dobrze udokumentowany, ciągle istnieje bardzo duże ryzyko techniczne związane z tego typu odnawialnym źródłem energii. Spowodowane jest to niemożliwością dokładnego oszacowania geologicznych parametrów odwiertów i zapewnienia przez długi czas przepływu płynu i ciepła. Ważną rolę odgrywają wysokie koszty inwestycyjne związane z technologią bezpośredniego wykorzystania ciepła Ziemi. Podwyższona mineralizacja stwarza zagrożenie przed korozją, sól osadzająca się na wewnętrznej powierzchni urządzeń wchodzących w skład instalacji [9, 10].

Regulacja problematyki związanej z wykorzystaniem energii geotermalnej podlega przepisom zawartych w ustawach:

- Prawo Geologiczne i Górnicze,
- Prawo Wodne,
- Prawo ochrony środowiska,
- Prawo budowlane,
- Prawo o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym,
- Prawo energetyczne,

Zasady i warunki prac związanych z poszukiwaniem, rozpoznawaniem i eksploatacją wód termalnych regulowane są przez szereg rozporządzeń wykonawczych, zawierających ustalenia i regulacje szczegółowe. Inwestor zobowiązany jest do spełnienia szeregu wymagań związanych z realizacją projektu oraz zmuszony jest do opłacenia wszystkich obciążeń finansowych

Limitations Influencing the Development of the Application of Geothermal Waters

Despite the fact that the state of the knowledge of geothermal waters in Poland is quite good and the resources are quite well documented, there still a large technical risk connected with this source of energy. This is caused by the lack of exact estimation of geological parameters of boreholes and securing the flow of liquid and heat for a long time. High costs of investment connected with the technology of the direct use of the Earth heat are also important. The increased mineralization poses threat of corrosion by salt forming sediments in the inner part of the installation devices [9, 10].

The problems connected with the use of geothermal energy are regulated by the following legal acts:

- The Geologic and Mining Law
- The Water Law
- The Law on Environmental Protection
- The Construction Law
- The Law on Spatial Planning and Management
- The Energy Law.

The rules and conditions of works connected with searching, exploration and exploitation of thermal waters is regulated by many enactments, containing decisions and detail regulations. The investor is obliged to fulfil many conditions connected with the implementation of the project and has to pay all the costs related to the fulfilment of the regulations.

wynikających z obowiązujących przepisów prawa. Egzekwowane od ciepłowni geotermalnej Prawo Geologiczne i Górnictwo powoduje, iż opłata eksploatacyjna od jednostki sprzedanej energii odbiorcy końcowemu wynosi jest procentowo wyższa niż w przypadku ceny węgla jako paliwa pierwotnego, a nie końcowego nośnika energii. Sytuacja ta tworzy gorsze warunki dla wykorzystania energii odnawialnej, niż nieodnawialnej. Dodatkowe bariery stwarza Prawo Wodne. Obliguje ono do sporządzenia dokumentacji technicznej oraz uzyskania pozwolenia wodno-prawnego na zatłaczanie wód. Właściciel ciepłowni geotermalnej jest zobowiązany również do uiszczenia opłaty eksploatacyjnej za zrzut wody, traktowanej w tym przypadku jako ściek, która pobierana jest nawet wtedy, gdy wody termalne zatłaczane są do złoża po przejściu przez wymiennik ciepła. Prawo energetyczne natomiast reguluje tryb uzyskiwania koncesji na wytwarzanie i rozprowadzanie ciepła oraz tryb przygotowywania i zatwierdzania wniosku na akceptację taryf. Uwarunkowania ekonomiczno-finansowe są najpoważniejszą barierą rozwoju geotermii w Polsce, wśród nich możemy wyróżnić:

- Wysokie koszty nakładów inwestycyjnych. Duży udział w finansowaniu instalacji mają koszty wierceń poszukiwawczych oraz prac podziemnych. Dodatkowe koszty są związane z serwisowaniem, wynikają one z braku zamienników materiałów importowanych na polskiego pochodzenia [11, 12].
- Niskie ceny węgla na rynku krajowym.
- Deficyt zachęt finansowych. Utrudniony dostęp do dotacji finansowych na inwestycje, brak ulg podatkowych, wysokie opłaty eksploatacyjne, niewielka ilość kredytów preferencyjnych oraz nieobecność dotacji związanych z obniżeniem zawartości CO₂ zmniejsza zainteresowanie potencjalnych inwestorów.
- Zysk z odsprzedaży energii cieplnej. W przeciwieństwie do prądu elektrycznego generowanego z odnawialnych źródeł energii, ciepło nie jest objęte świadectwami pochodzenia, potocznie zwanymi „zielonymi certyfikatami”. Przedsiębiorstwo energetyczne wytwarzające energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii poza zyskiem z opłaty za towar otrzymuje również certyfikat, który dzięki sprzedaży może podnieść przychód, natomiast producent ciepła uzyskuje środki jedynie ze sprzedaży energii cieplnej.

Ekologiczny aspekt wykorzystania geotermii

Ważnym argumentem wykorzystania ciepła geotermalnego jest jego ekologiczny charakter. Dzięki eliminacji tradycyjnych ciepłowni oraz rezygnacji przez odbiorców ciepła z mało efektywnych metod ogrzewania możliwa była redukcja emisji SO₂, NO_x,

They are wanted from the geothermal heat plant. The Geologic and Mining Law makes the exploitation fee from the unit of the energy sold to the end user is in percentage higher than prices of coal as primary fuel, and not the final energy carrier. Such a situation creates worse conditions for the use of renewable energy, than the use of non-renewable energy. Additional barriers are caused by the Water Law. It demands technical documentation and getting the water-related legal permission to pump waters. The owner of the geothermal heat plant is also obliged to pay the exploitation fee for the release of water, treated in this case as wastewater. The fee is paid even in the case when thermal waters are pumped back to the deposit, after passing the heat exchanger. The Energy Law, on the other hand regulates the procedures of getting licence to produce and distribute heat and the procedure of the preparation and acceptance of the request to accept the fees for heat. Economical and financial conditions make the most serious barrier in the development of geothermic in Poland. The following barriers can be listed:

- High costs of investment. High proportion in the financing of the installation is made by the costs of exploration boreholes and underground work. Additional costs are connected with servicing and are the consequence of the lack of Polish substitutes for the imported materials [11, 12].
- Low coal prices in Poland.
- Deficiency of financial stimulation. Difficult access to financial subsidies for investment, lack of tax exemptions, high exploitation fees, small amount of preferential credits and lack of subsidies connected with lowering the CO₂ content decrease the interest of potential investors.
- The profit from selling thermal energy - unlike in case of the current generated from renewable energy sources, heat is not covered with the certificates of origin (so-called “green certificates”). The energy plant making electric energy from renewable energy sources, apart from the profit from the fee from the consumer also gets a certificate, which, due to the sell can increase the revenue, while the producer of heat gets only profits from thermal energy.

The Environmental Aspect of Geothermic

An important argument for the use of geothermal heat is its environmentally-friendly character. Due to the elimination of traditional heat plants and abandoning less efficient methods of heating, it was possible to reduce the emission of SO₂, NO_x, CO₂, dust

CO₂, pyłów i związków organicznych. Dwutlenek węgla uznawany jest za gaz cieplarniany, czyli jest składnikiem powietrza który blokuje emisję promieniowania podczerwonego z Ziemi, wskutek czego następuje wzrost temperatury atmosferycznej. Jednym z najbardziej emisyjnym procesem jest spalanie paliw kopalnych do celów energetycznych i ciepłowniczych. Rysunek 2 przedstawia redukcję emisji CO₂ w rejonie podhalańskim uzyskaną dzięki zastosowaniu ciepła geotermalnego.

Kolejnym bardzo ważnym gazem, którego emisja uległa redukcji dzięki wykorzystaniu ciepła Ziemi jest dwutlenek siarki – SO₂. Głównym sposobem zanieczyszczenia powietrza tym związkiem jest spalanie paliw stałych i płynnych zawierających siarkę lub jej związki. SO₂ utrzymuje się w powietrzu przez kilka dni ze względu na duży ciężar właściwy i w tym czasie może się przemieścić. W powietrzu utlenia się i reaguje z wodą (parą wodną zawartą w powietrzu), tworząc kwas siarkowy, składnik kwaśnych deszczy. Wysokie stężenie tego gazu a atmosferze powodują zagrożenia zdrowia ludzkiego [13, 14]. Średnioroczne stężenie SO₂ w latach 1994–1998 wynosiło 32,6 µg/m³ czyli przed uruchomieniem gazowej Kociołni Centralnej w Zakopanem, natomiast w roku 2009 wynosiło zaledwie 10 µg/m³, co świadczy o ponad 69% obniżce redukcji emisji. Wyniki przedstawiono na rysunku nr 3.

Wnioski

Produkcja i wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii staje się w dzisiejszych czasach bardzo ważnym tematem dla każdej gospodarki szczególnie w obliczu kolejnych kryzysów energetycznych [15]. Zainteresowanie tą tematyką stało się niezwykle popularne w latach dziewięćdziesiątych. Są one traktowane, jako czyn-

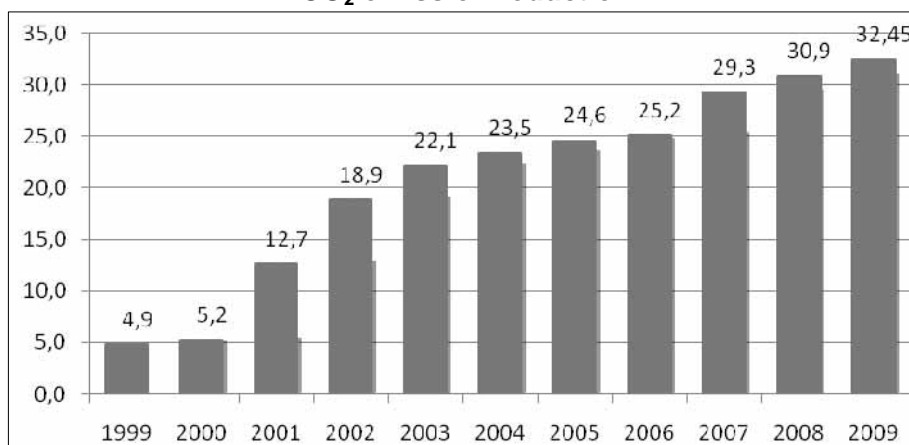
and organic compounds. Carbon dioxide is regarded as greenhouse gas; that means a component of the air that blocks the emission of infrared radiation from the Earth, as a result of which the temperature of atmosphere increases. One of the most intensive processes of CO₂ is the combustion of fossil fuels in energy plants and heat plants. The figure 2 presents the reduction of CO₂ emission in the Podhale Region, obtained due to the application of geothermal heat.

Another very important gas, the emission of which was reduced due to the application of the heat from the Earth is sulphur dioxide – SO₂. The main way the environment gets polluted with this compound is combustion of solid and liquid fuels containing sulphur or its compounds. SO₂ stays in the air for several days due to large proper weight and can move during this time. In the air it oxidises and reacts with water (vapour contained in the air), making sulphuric acid, the component of acid rains. High concentration of this gas in atmosphere poses threat to human health [13, 14]. Mean annual concentration of SO₂ in 1994–1998 was 32.6 µg/m³, i.e. before opening the Central Gas Heating Plant in Zakopane, while in 2009 was only 10 µg/m³, showing 69% reduction of emission. The results are presented in fig. 3.

Conclusions

The production and use of renewable energy sources nowadays becomes a very important topic for every economy, especially facing subsequent energy crisis [15]. The interest in this topic became extremely popular in 1990s. Renewable energy sources are treated as a factor of national safety,

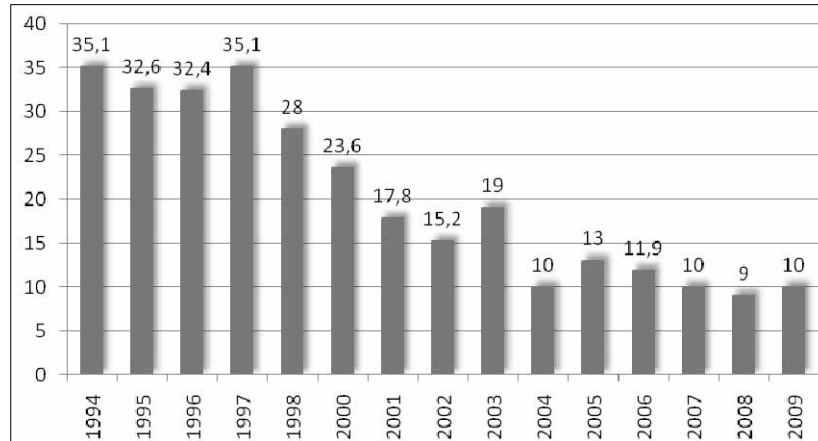
Redukcja emisji CO₂
CO₂ emission reduction



Rys.2
Redukcja emisji CO₂ w rejonie podhalańskim

Fig.2
Reduction of CO₂ emission in the Podhale Region

Redukcja emisji SO₂ [µg/m³] SO₂ emission reduction [µg/m³]



Rys. 3
Redukcja emisji SO₂ w rejonie podhalańskim

Fig. 2
Reduction of SO₂ emission in the Podhale Region

nik bezpieczeństwa narodowego zarówno w skali lokalnej jak i globalnej. Rozwój energetyki odnawialnej stwarza szansę na racjonalne wykorzystanie potencjału energetycznego naszego kraju. Każda inwestycja z zakresu źródeł odnawialnych wymaga przeprowadzenia kompleksowej oceny ekologicznych i ekonomicznych aspektów jej wykorzystania. Pogarszający się stan środowiska wymusza stopniowe wprowadzanie w przemyśle energooszczędnych technologii, natomiast w energetyce zamianę energii ze źródeł konwencjonalnych na tzw. zieloną energię. Korzyści ze stosowania instalacji z zakresu OZE dla środowiska są bardzo duże. Wspomnieć tu należy przede wszystkim o ich największej zaletce, jaką jest zmniejszenie emisji do atmosfery takich zanieczyszczeń, jak CO₂, SO₂, NO_x czy pyłów, które wydzielają się podczas spalania tradycyjnych paliw kopalnych. Energia uzyskana ze źródeł odnawialnych jest ekologicznie czysta i praktycznie nieograniczona. Szacuje się, że w ciągu najbliższych lat (do 2020 r.) zielona energia stanowić będzie znaczny udział (20%) bilansu energetycznego UE. Naszym celem strategicznym jest 7,5% wkład tej energii w 2010 r. W Polsce wykorzystywanie OZE jak dotychczas w wielu przypadkach nie znajduje bezpośredniego ekonomicznego uzasadnienia. Istnieje szereg barier, które hamują rozwój tej dziedziny energetyki. Należą do nich m.in. wieloletnie tradycje stosowania węgla, jako podstawowego paliwa, niskie ceny konwencjonalnych nośników energii, wysokie nakłady inwestycyjne na źródła odnawialne [5]. Z drugiej jednak strony rozwój zielonej energii roztacza szerokie perspektywy dla lokalnej społeczności związane głównie z uzyskaniem przez nią niezależności energetycznej, zmniejszeniem bezrobocia na terenach ich stosowania, proekologiczną modernizację i dywersyfikację krajowego sektora energetycznego.

both in local and global scale. The development of renewable energy industry gives chances for sustainable use of the energy potential in our country. Each investment in renewable resources demands a complex assessment of environmental and economical aspects of its use. The deteriorating state of the environment makes the industry sector introduce energy saving measures. In energy industry conventional energy sources are more and more often replaced with green energy. For the environment, the advantages of the use of RES are very big. Their main advantage is the reduction of the emission to such pollutants as CO₂, SO₂, NO_x or dust, emitted during the combustion of traditional fossil fuels. Energy obtained from renewable sources is environmentally clean and practically unlimited. It has been estimated that by 2020 green energy will make a large proportion (20%) of energy balance in EU. Our strategic goal is to achieve 7.5% contribution of green energy in 2011 r. In Poland the use of RES in many cases has no direct economic justification. There are many barriers slowing down the development of this energy branch. They (among others) include: long tradition of the use of coal as basic fuel, low prices of conventional energy, high investment costs to get renewable sources [5]. On the other hand the development of green energy provides wide prospects for local community, mainly connected with gaining energy independence, reduction of unemployment in places of their application, environmentally-friendly modernization and diversification of home energy sector.

Literatura – References

1. Badtke M., *Cała ekologiczność MEW*, Przegląd ekologiczny, August 2003.
2. Bal R. et al., *Praktyczne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, Białystok 2005.
3. Górecki W., *Energia geotermalna energią przyszłości*, Kraków, 2006.
4. Krasowski R. *Fundusze europejskie na energetykę odnawialną cz.1 i cz.2*.
5. Lewandowski W.M., *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, Warszawa 2007.
6. Nowak W., Stachel A., *Ciepłownie geotermalne w Polsce – stan obecny i planowany* *Czysta energia*, August 2004.
7. Sierpińska M., Jachna T., *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, PWN, Warszawa, 1998.
8. Solińska M., Soliński I., *Efektywność ekonomiczna proekologicznych inwestycji rozwojowych w energetyce odnawialnej*, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo – Dydaktyczne Kraków 2003.
9. Kępińska Beata. „Warunki termiczne i hydrotermalne podhalańskiego systemu geotermalnego” *Wyd. IGSMiE PAN – Seria: studia, rozprawy, monografie. no. 135* Kraków 2006.
10. Kępińska Beata. „Model geologiczno-geotermalny niecki podhalańskiej” *Wyd. IGSMiE PAN – Seria: studia, rozprawy, monografie. No. 48* Kraków 1997. p 12-33.
11. Batkiewicz Katarzyna. „Propozycje zagospodarowania istniejących a niewykorzystanych otworów wiertniczych w rejonie Podhala”. *Wyd. IGSMiE PAN – Zeszyty naukowe. No. 77*. 2010.
12. Kępińska Beata. „Podhalański system geotermalny i projekt ciepłowniczy – przegląd problematyki”. *Międzynarodowe Dni Geotermalne. Polska 2004, Materiały Konferencyjne*. Kraków, IGSMiE PAN.
13. Górecki Wojciech [et al.]. „Energia geotermalna energią przyszłości”. *Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica. Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska. Zakład Surowców Energetycznych, Senat Rzeczypospolitej Polskiej. cop. Goesynoptics Society „GEOS”*, Kraków 26–27 październik, 2006.
14. Zimny Jacek [et al.]. *Wybrane problemy energetyki zasobów odnawialnych. Monografie Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki. Seria: Mechanika*. Kraków 2004.
15. Kępińska Beata, Joanna Ciągło. „Możliwości zagospodarowania wód geotermalnych Podhala do celów balneologicznych i rekreacyjnych”, *Wyd. PAN-IGSMiE, GEOLOGIA, volume 34, fascicle 3*.