



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



Authors' contribution /  
Wkład autorów:  
A. Zaplanowanie badań/  
Study design  
B. Zebranie danych/  
Data collection  
C. Analiza statystyczna/  
Statistical analysis  
D. Interpretacja danych/  
Data interpretation  
E. Przygotowanie tekstu/  
Manuscript preparation  
F. Opracowanie  
piśmiennictwa/  
Literature search  
G. Pozyskanie funduszy/  
Funds collection

## THE USE OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN SELECTED TOURIST FACILITIES

### WYKORZYSTANIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W WYBRANYCH OBIEKTACH TURYSTYCZNYCH

Alina Kowalczyk-Juško<sup>1(A,B,C,D,E,F)</sup>, Bogdan Kościk<sup>2(A,B,C,D,E,F)</sup>,  
Janusz Teneta<sup>3(A,B,C,D,E,F)</sup>

<sup>1</sup>University of Life Sciences in Lublin  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2</sup>Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska  
Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

<sup>3</sup>AGH University of Science and Technology in Cracow  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Kowalczyk-Juško A., Kościk B., Teneta J. (2016), *The use of renewable energy resources in selected tourist facilities / Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w wybranych obiektach turystycznych*. Economic and Regional Studies, Vol. 9, No. 1, pp. 77-85.

ORIGINAL ARTICLE

JEL code: Q42, Z32.

Submitted:  
November 2015

Accepted:  
January 2016

Number of characters:  
20 180  
Tables: 2  
Figures: 1  
References: 14

ORYGINALNY ARTYKUŁ  
NAUKOWY

Klasyfikacja JEL: Q42, Z32.

Zgłoszony:  
listopad 2015

Zaakceptowany:  
styczeń 2016

Liczba znaków ze  
spacjami: 21 180  
Tabele: 2  
Rysunki: 1  
Literatura: 14

#### Summary

**Subject and purpose of work:** The aim of the work is the analysis of possibilities of using different renewable energy sources (RES) in tourism facilities and the effects caused by such installations.

**Materials and methods:** Empirical material is formed by tourist objects of different scale of service provision in which RES have functioned for several years and the users are able to assess the advantages and disadvantages of the applied solutions.

**Results:** It was noted that depending on the type and location of an object and the demand for energy one may select such a source and method of conversion into usable energy which to the greatest degree fulfils these needs. Solar energy deserves special attention as the greatest potential occurs during the period of increased tourist traffic. Furthermore, solar energy may be processed into heat and electric energy including island systems.

**Conclusions:** RES installations concern energy for tourist objects which has economic and environmental impact and furthermore they constitute tourist attraction. For objects located far from electricity grid they may constitute the basic source of energy.

**Keywords:** renewable energy resources, tourism, photovoltaic, solar collectors, heat pumps, biomass

#### Streszczenie

**Przedmiot i cel pracy:** Celem pracy jest analiza możliwości wykorzystania różnych odnawialnych źródeł energii (OZE) w obiektach turystycznych oraz efektów, jakie instalacje te przynoszą.

**Materiały i metody:** Materiał empiryczny stanowią obiekty turystyczne o różnej skali świadczenia usług, w których OZE funkcjonują od kilku lat, a użytkownicy są w stanie ocenić zalety i wady zastosowanych rozwiązań.

**Wyniki:** Stwierdzono, że w zależności od typu i położenia obiektu oraz zapotrzebowania na energię, można dobrać takie źródło i sposób konwersji na energię użytkową, który w największym stopniu zaspokoi te potrzeby. Na szczególną uwagę zasługuje energetyka słoneczna, gdyż największy potencjał występuje w okresie nasilonego ruchu turystycznego. Ponadto energia słoneczna może być przetwarzana na ciepło i energię elektryczną, w tym w systemach wyspowych.

**Wnioski:** Instalacje OZE dostarczają energię dla obiektów turystycznych, co ma znaczenie ekonomiczne i środowiskowe, a ponadto stanowią atrakcję turystyczną. Dla obiektów położonych z dala od sieci elektroenergetycznej mogą stanowić podstawowe źródło energii.

**Słowa kluczowe:** energia odnawialna, turystyka, fotowoltaika, kolektory słoneczne, pompy ciepła, biomasa

**Address for correspondence/ Adres korespondencyjny:** dr inż. Alina Kowalczyk-Juško, University of Life Sciences in Lublin, Leszczyńskiego St. 7, 20-950 Lublin, Poland; phone: +48 694-561-382, e-mail: alina.jusko@up.lublin.pl;  
prof. dr hab. Bogdan Kościk, Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska, Siderska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Poland; phone: +48 83 344-99-05; e-mail: bogdan.koscik48@gmail.com;  
dr inż. Janusz Teneta, AGH University of Science and Technology in Cracow, Mickiewicza Av. 30, 30-059 Kraków, Poland; phone: +48 12 617-38-31; e-mail: romus@agh.edu.pl;

**Journal indexed in/ Czasopismo indeksowane w:** AGRO, BazEkon, Index Copernicus Journal Master List, ICV 2014: 70.81 (6.96); Polish Ministry of Science and Higher Education 2015: 8 points/ AGRO, BazEkon, Index Copernicus Journal Master List ICV 2014: 70,81 (6,96); Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego 2015: 8 punktów.  
**Copyright:** © 2016 Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska. All articles are distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and to remix, transform, and build upon the material, provided the original work is properly cited and states its license.

## Introduction

Tourism, the dynamic development of which can be observed in recent years in Poland has a negative impact on the environment. Gołaszewski (2012) states that on a global scale tourism is responsible for 5% of the CO<sub>2</sub> emission (about 1300 million tonnes of CO<sub>2</sub>), and the biggest sources of the emission are air transport (39,5%) followed by other transport services (36%), accommodation (21%) and the rest of tourist activity (3,5%). The volume of energy used and the size of CO<sub>2</sub> emission connected with an accommodation and food of an average tourist, depends on a quality of service and tourist facilities which are engaged. Great differences are observed in the needs of tourist facilities depending on a localization, climate, size, quality of an object, personnel, mentality and behaviour of tourists as well as on many other factors. The pollution emission is harmful for the condition of the environment which is really valuable for such activity. Sokół (2012) notes that it is necessary to take actions which would reduce the influence of tourism on the environment by, for example, replacing fossil energy with renewable energy resources. It also should be noticed that beside the impact on the environment installing the energy production systems has the economic and social aspect; it has positive influence on the image of a facility and its owner. Myczko (2012) indicates the possibility of improving the energy security of agro tourist objects by using various renewable resources which are based on the biomass, wind or solar energy. Surveys carried out in Great Britain indicate that local communities notice many advantages of using the renewable energy technology. One of them is the improvement of the municipalities' attractiveness for tourists (Chrobat, Sygit 2008).

The purpose of this paper is to show the possibility of using various renewable resources in tourist facilities and the effects of such methods. The research was based on three cases of tourist facilities. They were chosen consciously, basing on their differences such as the number of accommodation places and range of attractions in their offer. This way researchers could examine the range of the size of such facilities, which proves that renewable resources can be used both in small agro tourist facilities and professional guest houses offering not only accommodation but also various other services.

## Renewable energy resources – division and relevance for tourism

The interest in renewable resources comes from the will to reduce costs of obtaining the energy necessary for power and heating in tourist facilities. It can also provide the energy to very remote facilities such as mountain shelters, incising the energy security by a partial or total independence from monopolistic energy providers or it has a marketing purpose, to attract ecology-oriented clients (Sokół 2012). The actors mentioned above do not exclude each other and are often mentioned together as causes for investing in renewable energy resources (Krupa, Dec 2012). In

## Wstęp

Turystyka, której dynamiczny rozwój jest obserwowany w ostatnich latach w Polsce, ma negatywny wpływ na środowisko. Gołaszewski (2012) podaje, że w skali świata turystyka odpowiada za 5% emisji CO<sub>2</sub> (ok. 1300 mln t CO<sub>2</sub>), przy czym największym źródłem emisji jest transport lotniczy (39,5%), następnie inne usługi transportowe (36%), zakwaterowanie (21%) i pozostała działalność turystyczna (3,5%). Wielkość zużycia energii i emisje CO<sub>2</sub> związane z zakwaterowaniem i wyżywieniem turysty są zależne od standardu usługi i angażowanych obiektów turystycznych. Obserwuje się duże zróżnicowanie zapotrzebowania na energię obiektów turystycznych w zależności od lokalizacji, klimatu, wielkości, standardu obiektu, personelu, mentalności i zachowania turystów, i wielu innych czynników. Emisje zanieczyszczeń powodują pogorszenie stanu środowiska, które dla tej działalności jest wyjątkowo cennym zasobem. Sokół (2012) podkreśla konieczność podejmowania działań zmniejszających wpływ turystyki na środowisko poprzez m.in. zamianę kopalnych źródeł energii na OZE. Należy zwrócić uwagę na fakt, że oprócz efektów środowiskowych, instalowanie systemów produkcji energii w obiektach turystycznych ma wymiar ekonomiczny i społeczny; wpływa też pozytywnie na wizerunek obiektu i jego właściciela. Myczko (2012) wskazuje na możliwości zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego obiektów agroturystycznych, dzięki wykorzystaniu różnych odnawialnych źródeł energii, opartych na biomasie, energii wiatrowej czy słonecznej. Badania ankietowe przeprowadzone w Wielkiej Brytanii wskazują, że lokalne społeczności dostrzegają szereg korzyści z wdrożenia technologii OZE, a jedną z nich jest wzrost atrakcyjności turystycznej gmin (Chrobat, Sygit 2008).

Celem opracowania jest ukazanie możliwości wykorzystania różnych OZE w obiektach turystycznych oraz efektów, jakie instalacje te przynoszą. Opracowano studia przypadków trzech obiektów, świadczących usługi turystyczne. Wybór obiektów był celowy, a jego podstawę stanowiło zróżnicowanie pod względem liczby miejsc noclegowych i zakresu oferty. W ten sposób udało się uzyskać duży przekrój wielkości obiektów, co udowodnia, że OZE mogą być wykorzystane zarówno w małych gospodarstwach agroturystycznych, jak też profesjonalnych pensjonatach oferujących nie tylko noclegi, ale też szereg innych usług.

## Odnawialne źródła energii – podział i znaczenie dla turystyki

Zainteresowanie produkcją energii z odnawialnych źródeł wynika z chęci obniżenia kosztów pozyskiwania energii niezbędnej do zasilania i ogrzewania obiektów turystycznych, dostarczenia energii do obiektów znacznie oddalonych od istniejącej infrastruktury energetycznej (np. schronisk górskich), podniesienia bezpieczeństwa energetycznego poprzez częściowe lub całkowite uniezależnienie się od monopolistycznych dostawców energii lub ma na celu efekt marketingowy, przyciągający klientów zorientowanych na proekologiczny sposób życia (Sokół

order to provide heating to tourist facilities (heating, preparing warm usable water) boilers powered by the biomass, solar collectors and heat pumps are used. The electric energy is provided by the photovoltaic systems, wind turbines, less often by small hydroelectric power stations. It should be mentioned here that most of the renewable resources are characterized by a great instability and unpredictability in producing energy. That is why everywhere where a higher security level of power is required hybrid systems should be created with at least one fully controllable auxiliary generator (for example power generator) or it should be connected to a public electricity grid. In case of solar energy system (solar collectors and photovoltaic panels) a seasonal activity of such a source of energy should be taken into account: 80% of the solar radiation in a year takes place in a period between April and September and its availability is 8 times higher in June than in December (Tytko 2014). The hybrids, with solar energy devices as one of the sources of obtaining energy but not the only one are therefore all the more reasonable.

In the case of the photovoltaic (PV) the concept of tourist facility should not be limited only to buildings (houses or commercial facilities). This should be also perceived as small architecture elements such as in carports above places to park, by traffic routes, elements of the dispersed technical infrastructure connected with managing the tourist movement (lighting systems, monitoring, access control, small trade machines as well as devices and systems of a mobile tourism (campers, camping, boats and yachts). To compare the work of various photovoltaic systems a standardized energy production from nominal power unit of photovoltaic panels (usually 1 kWp) is given. The energy production should not be referred to in m<sup>2</sup> of the installation area, because depending on the technology that is used the same nominal power of the PV system will cover different area (Kowalczyk-Juśko, Teneta 2015).

In the Polish legal system (Energy Act, Renewable Resources Act) – preferential treatment is obtained by the so-called micro installations of renewable energy resources, that means installations with electric power up to 40 kW or heating power up to 120 kW. The power is sufficient for total or partial satisfaction of the needs of smaller tourist facilities, which will be proved by the following examples.

### **Specificity of tourist facilities in terms of the demand for energy**

Tourist facilities, with respect to the period at which they are used are divided into:

- Year-round (the facilities which provide services all year long, for example hotels).

2012). Wymienione wyżej czynniki nie wykluczają się wzajemnie i często są wymieniane wspólnie jako powody podjęcia inwestycji w OZE (Krupa, Dec 2012). W celu dostarczenia ciepła do obiektów turystycznych (ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody użytkowej) wykorzystywane są kotły zasilane biomasą, kolektory słoneczne oraz pompy ciepła. Energię elektryczną dostarczają systemy fotowoltaiczne, małe turbiny wiatrowe, a rzadziej małe elektrownie wodne. Należy w tym miejscu nadmienić, że większość OZE charakteryzuje się dużą niestabilnością i nieprzewidywalnością produkcji energii. Dlatego wszędzie tam, gdzie wymagane jest zasilanie na wyższym poziomie bezpieczeństwa należy tworzyć systemy hybrydowe wyposażone w co najmniej jeden w pełni sterowalny generator pomocniczy (np. generator spalinowy) lub przyłączone do publicznej sieci elektroenergetycznej. W przypadku instalacji solarnych (kolektory słoneczne i panele fotowoltaiczne) należy mieć również na uwadze sezonową aktywność tego źródła energii: 80% całorocznego promieniowania słonecznego przypada na okres od kwietnia do września, a różnica w dostępności energii słonecznej między czerwcem a grudniem jest ośmiokrotna (Tytko 2014). Tym bardziej zasadne są hybrydy, zawierające urządzenia słoneczne jako jedno ze źródeł energii, ale nie jedyne.

W przypadku fotowoltaiki (PV) pojęcia obiektu turystycznego nie należy ograniczać jedynie do budynków (o charakterze mieszkalnym lub użytkowym). Pod tym pojęciem należy rozumieć również elementy małej architektury, takie jak np. wiaty nad miejscami parkingowymi, przy szlakach komunikacyjnych, elementy rozproszonej infrastruktury technicznej związanej z obsługą ruchu turystycznego (systemy oświetlenia, monitoringu, kontroli dostępu, maszyny drobnego handlu) oraz urządzenia i systemy do prowadzenia turystyki mobilnej (campery, przyczepy kempingowe, łodzie i jachty). Aby móc porównywać pracę różnych systemów fotowoltaicznych podaje się znormalizowaną produkcję energii z jednostki zainstalowanej mocy nominalnej (zwykle 1 kWp) paneli fotowoltaicznych. Produkcji energii nie odnosi się do m<sup>2</sup> powierzchni instalacji, ponieważ w zależności od technologii ta sama moc nominalna systemu PV będzie zajmowała różną powierzchnię (Kowalczyk-Juśko, Teneta 2015).

W polskim systemie prawnym (Ustawa Prawo energetyczne, Ustawa o odnawialnych źródłach energii) - w sposób preferencyjny traktowane są tzw. mikroinstalacje OZE, czyli instalacje o mocy elektrycznej do 40 kW lub mocy grzewczej do 120 kW. Moce te wystarczają do całkowitego lub częściowego zaspokojenia potrzeb mniejszych obiektów turystycznych, o czym świadczą zaprezentowane poniżej przykłady.

### **Specyfika obiektów turystycznych pod kątem zapotrzebowania na energię**

Obiekty turystyczne, ze względu na okres ich wykorzystywania, dzieli się na:

- całoroczne (obiekty świadczą usługi cały rok np. hotele),



- seasonal (the facilities which provide services at a given period of a year, for example youth hostels open only during holidays, accommodation offered by owners of agro tourist farms located near waters).

The analysis of a statistical data (Turystyka... 2014) of the overnight stays allowed during all the warm months, i.e. from May to September accounted to 57,6% in a whole year. In the case of agro tourist facilities it was as high as 71,4%. At the seaside the biggest need for accommodation is noted during holidays: in July and August. Taking into account the distribution of the occupancy rate of tourist facilities and the energetic potential of renewable energy resources it can be assumed that the best possibilities are in solar energy in this case. The second asset of such energy resource is the availability of devices which help to convert it both into electric energy and heat. On the other hand, in case of the year-round facilities the heat pumps which are used for heating in winter and cooling in summer deserve attention.

#### Case study – solar collectors in an agro tourist farm

A farm which provides agro tourist services is located in the Lubelskie voivodship. It is a house with a usable area of 150 m<sup>2</sup> with two floors: ground floor and attic. The household has 6 residents and it has 6 places to sleep. There is 18 m<sup>2</sup> large pool within the area of the residence.

Originally warm water was provided by a boiler powered by electric energy. Solar energy device was installed to obtain warm, usable water and to warm up the water in the pool in 2004. (picture 1). It consists of 8 flat solar collectors of KS 2000 S type, consisting of a copper absorber covered with black chrome and heated ultrasonically. For the type of collector the absorption is 96%, according to its producer, and optical efficiency is about 80%. The active surface of one collector is 1,82 m<sup>2</sup>. In the installation there is also a water tank that contains 400 l. Usable water can be warmed up to 80°C. Within 3-4 hours of high insolation, between 10 a.m. and 1 p.m., all the water in the tank is heated. In the case of lack of insolation for even two days previously heated water can be used. From April to October the installation is self-sufficient. In a transitional period it is supported by central heating. Water in the pool is also warmed by solar power. The installation allows for maintaining water temperature at the average temperature of 24°C, but it can reach even 29°C. It is worth noticing that without heating the water temperature would not be higher than 18°C on average.

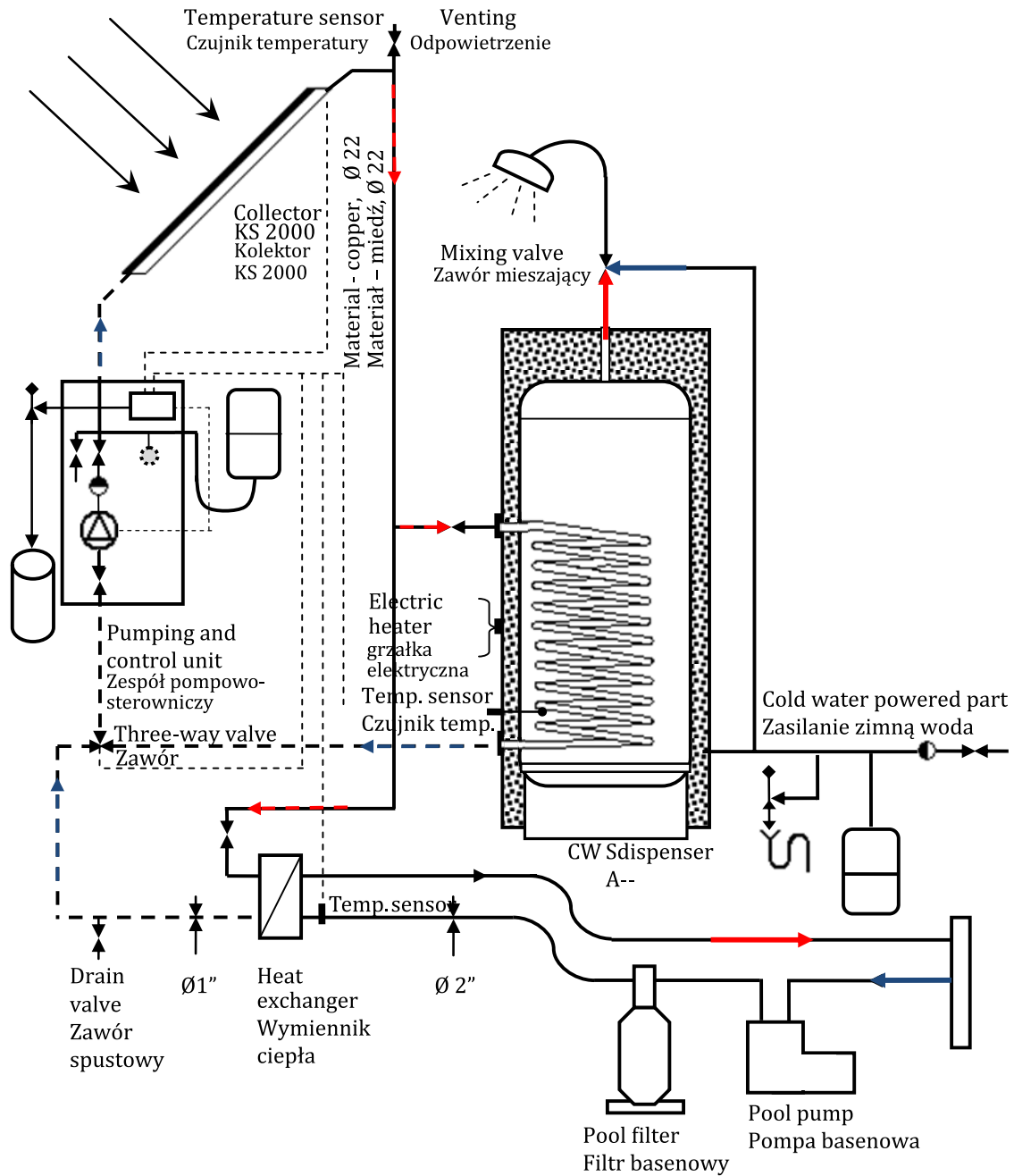
- sezonowe (obiekty świadczą usługi w określonej części roku, np. schroniska młodzieżowe funkcjonujące tylko w okresie wakacji, miejsca noclegowe oferowane przez właścicieli gospodarstw agroturystycznych położonych w pobliżu zbiorników wodnych).

Analiza danych statystycznych (Turystyka... 2014) udziału noclegów udzielonych podczas wszystkich ciepłych miesięcy, tj. od maja do września, wykazała koncentrację na poziomie 57,6% noclegów w skali całego roku. W przypadku kwater agroturystycznych odsetek noclegów udzielonych w miesiącach letnich (maj-wrzesień) wyniósł aż 71,4%. Na obszarach nadmorskich największe zapotrzebowanie na usługi noclegowe notowane jest w miesiącach wakacyjnych: lipcu i sierpniu. Biorąc pod uwagę rozkład obłożenia obiektów turystycznych i potencjał energetyczny poszczególnych OZE można stwierdzić, że największe możliwości produkcji energii w obiektach turystycznych daje energetyka słoneczna. Drugim atutem tego źródła energii jest dostępność urządzeń, które pozwalają na jej konwersję zarówno na energię elektryczną, jak i ciepło. Z kolei dla obiektów całorocznych na uwagę zasługują pompy ciepła, które zimą służą ogrzewaniu pomieszczeń, zaś latem – ich chłodzeniu.

#### Studium przypadku – kolektory słoneczne w gospodarstwie agroturystycznym

Gospodarstwo świadczące usługi agroturystyczne położone jest w woj. lubelskim. Jest to budynek mieszkalny o powierzchni użytkowej 150 m<sup>2</sup> posiadający dwie kondygnacje: parter i poddasze. Gospodarstwo domowe, zamieszkałe jest na stałe przez 6 osób, dysponuje 6 miejscami noclegowymi. Na terenie posesji znajduje się też basen o powierzchni 18 m<sup>2</sup>.

Pierwotnie ciepłą wodę użytkową dostarczał boiler zasilany energią elektryczną. Instalację solarną dla potrzeb ciepłej wody użytkowej i ogrzewania wody w basenie wykonano w 2004 r. (rys. 1). Składa się ona z 8 płaskich kolektorów słonecznych typu KS 2000 S, złożonych ze zgrzewanego ultradźwiękowo absorbera miedzianego, pokrytego czarnym chromem. Dla tego typu kolektora absorpcja, wg danych producenta, wynosi 96%, zaś sprawność optyczna około 80%. Powierzchnia czynna jednego kolektora wynosi 1,82 m<sup>2</sup>. W skład instalacji wchodzi zbiornik na wodę o pojemności 400 l. Woda użytkowa może zostać podgrzana do 80°C. W ciągu 3-4 godzin dużego nasłonecznienia, między godziną dziesiątą a trzynastą, następuje zagrzanie całej ilości wody w zbiorniku. W przypadku braku nasłonecznienia nawet przez dwa dni można korzystać z wcześniej ogrzanej wody. Od kwietnia do października instalacja solarna jest samowystarczalna. W okresie przejściowym wspomaga ją centralne ogrzewanie. Woda w basenie jest również ogrzewana przez instalację solarną. Instalacja ta pozwala na utrzymanie temperatury wody na średnim poziomie 24°C, a może sięgać nawet 29°C. Warto zauważyć, iż bez ogrzewania temperatura wody w basenie nie przekraczałaby średnio 18°C.



**Figure 1.** Diagram of a solar installation for heating tap water and the water in the pool

**Rysunek 1.** Schemat instalacji solarnej dla ogrzewania c.w.u. i wody w basenie

Source: Korkosz 2010.

Źródło: Korkosz 2010.

To heat 400 l of water from 18 to 80°C by using the electric heater 28,7 kWh are needed. With only the solar power when the insolation is high the energy is used on pumps that take 15 W of power within about 4 hours. That means that the energy usage is 60 Wh. It also means that the pumps use about 0,21% of the energy needed for a boiler. Much electric energy can be saved during the time of high solar power efficiency. In the period of low solar radiation heating warm water is only supported by the solar power. The period is characterized by much less saving of energy but it lasts shorter, only 5 months. According to the producer the annual profit

Do podgrzania 400 l wody od 18 do 80°C przy użyciu podgrzewacza elektrycznego potrzeba 28,7 kWh. Przy działaniu wyłącznie instalacji solarnej, w warunkach dużego nasłonecznienia, zużywana jest energia do pracy pomp, pobierających ok. 15 W mocy przez ok. 4 godziny, co oznacza, że zużycie energii wynosi 60 Wh. Wynika z tego, że pompy zużywają 0,21% energii potrzebnej bojlerowi. Można zauważyć znaczną oszczędność energii elektrycznej w okresie dużej efektywności instalacji solarnej. W okresie małego natężenia promieniowania słonecznego, ogrzewanie ciepłej wody jest jedynie wspomagane przez instalację solarą. Okres ten charakteryzuje znacznie mniejsza oszczędność energii, jednak trwa on krócej, bo 5 miesięcy. Według producenta kolektora rocz-

from the collector is more than  $525 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ , which means that the real efficiency of such collectors during the period of research is about 50%. It is typical for flat collectors, lower in the case of vacuum piped collectors.

### Case study – recreation centre that uses renewable energy resources

Training and recreation centre which was another object of the study was built in 1990's. It consist of a  $1200 \text{ m}^2$  hotel part with 20 beds, canteen and rooms used for various purposes of the object as well as wooden or brick houses. The base of the centre offers year-round rooms, both individually and in groups. The offer also includes organizing conferences, banquets, wedding parties etc. The wide range of offer, especially the year-round one, requires heating the object also in the winter season. To warm up the object electric convectors are used, but in 2006 D'Alessandro Termomeccanica boiler was installed. In the boiler wooden pellets or (interchangeably) oat grains are used as energy fuels. Also eco-pea coal can be used in the boiler. The boiler has a nominal power of 115 kW, sufficient to warm the building and water, even when the object is fully occupied. Beside the boiler there is also a control device, biomass dispenser, screw conveyor, heat exchanger. Proper use of the device requires filling the tank with biomass (depending on the need – 2 or 3 times a day for the tank can handle up to about 80 kg of pellets) and removing ashes from time to time. Apart from that the functioning of the boiler is automatic.

Wooden pellets are the most frequently used in the installation. In seasons where oat is relatively cheap it replaces pellets, and a price of fuel with respect to its heating value is a main criterion in choosing it. Oat has been used in Poland for more than ten years (Kowalczyk-Juško et al. 2005). The consumption of pellets is about 220 kg per day when the object is fully occupied and when the boiler uses almost all its nominal power. According to its producer the consumption can reach even up to 300 kg per day.

Apart from ecological boiler there is another renewable resource in the recreation centre: solar collectors. Six piped collectors which together cover an area of  $12 \text{ m}^2$  ( $2 \times 1 \text{ m}$  each) were installed at the roof of the hotel in May 2006. Beside the collectors in the installation there are two tanks (heat exchangers), each able to handle 300 l, pipe network and pumping and control unit. In one of the tanks a heating coil from collectors was installed and in the other tank-one made from the ecological boiler. Heat exchangers have also a heating coil which enables to obtain warm water also when the weather is cloudy, unless the boiler is used for heating.

From the observation of the employees in the centre it appears that most often from the middle of March it is possible to obtain water warmed up to about  $60^\circ\text{C}$  from the collectors (in the 300 l tank). To obtain the same effect about 17,5 kWh of the electric energy should have been used.

ny zysk energii osiąga wartość powyżej  $525 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ , co oznacza, że rzeczywista sprawność kolektorów w badanym obiekcie wynosi około 50%. Jest to sprawność typowa dla kolektorów płaskich, niższa w porównaniu do próżniowych kolektorów rurowych.

### Studium przypadku – ośrodek wypoczynkowy wykorzystujący OZE

Ośrodek szkoleniowo-wypoczynkowy, który był obiektem badań, wybudowany został w latach 90-tych XX w. Składa się na niego część hotelowa o powierzchni  $1200 \text{ m}^2$  z dwudziestoma miejscami hotelowymi, stołówką i pomieszczeniami niezbędnymi do obsługi obiektu, a także domki drewniane i murowane. Baza ośrodka zapewnia wypoczynek całoroczny, zarówno indywidualny, jak i grupowy. W ofercie znajduje się też organizacja konferencji, bankietów, wesel itp. Szeroka oferta usług, zwłaszcza całorocznych, wymaga zapewnienia ogrzewania obiektu również w sezonie zimowym. Do ogrzewania obiektu wykorzystywano konwektory elektryczne, jednak w 2006 r. zainstalowano w tym celu kocioł firmy D'Alessandro Termomeccanica, w którym jako surowce energetyczne stosowane są pelety drzewne lub (zamiennie) ziarno owsa. W kotle można też spalać ekogroszek. Kocioł ma moc nominalną 115 kW, wystarczającą do ogrzania budynku oraz ogrzewania wody użytkowej, nawet przy pełnym obłożeniu obiektu. W skład instalacji, oprócz kotła, wchodzi urządzenie sterujące, zasobnik biomasy, przenośnik ślimakowy, wymiennik ciepła. Obsługa urządzenia polega na zasypywaniu biomasy do zbiornika (w zależności od potrzeb – 2 lub 3 razy na dobę, gdyż w zbiorniku mieści się ok. 80 kg peletów) i okresowym usuwaniu popiołu. Poza tym funkcjonowanie kotła sterowane jest automatycznie.

Najczęściej wykorzystywanym w instalacji paliwem są pelety drzewne. W sezonach, kiedy ziarno owsa jest relatywnie tanie, zastępuje ono pelety, a kryterium wyboru paliwa stanowi jego cena w odniesieniu do wartości opałowej. Ziarno owsa znajduje energetyczne wykorzystanie w Polsce już od kilkunastu lat (Kowalczyk-Juško i in. 2005). Zużycie peletu wynosi ok. 220 kg/dobę przy pełnym obłożeniu obiektu i pracy kotła wykorzystującej niemal całą moc znamionową. Według danych producenta kotła, zużycie to może dochodzić do 300 kg peletów na dobę.

Oprócz ekologicznego kotła w ośrodku wypoczynkowym funkcjonuje jeszcze jedno odnawialne źródło energii: kolektory słoneczne. Sześć kolektorów rurowych o łącznej powierzchni  $12 \text{ m}^2$  ( $2 \times 1 \text{ m}$  każdy) zostało zainstalowanych na dachu hotelu w maju 2006 r. Oprócz kolektorów w skład instalacji wchodzi dwa zbiorniki (wymienniki ciepła) o pojemności 300 l każdy, sieć rur instalacyjnych oraz zespół sterowniczo-pompowy. W jednym ze zbiorników zainstalowano nagrzewnicę z kolektorów, zaś w drugim – z ekologicznego kotła. Wymienniki ciepła zaopatrzone są dodatkowo w grzałki elektryczne, które umożliwiają uzyskanie odpowiedniej temperatury wody w pochmurne dni, jeżeli nie zostanie zastosowane ogrzewanie z kotła.

Z obserwacji pracowników ośrodka wynika, że najczęściej już w połowie marca można z kolektorów uzyskać temperaturę wody na poziomie ok.  $60^\circ\text{C}$  (w zbiorniku 300 l). Uzyskanie takiego efektu wymagałoby zużycia ok. 17,5 kWh energii elektrycznej.

### Case study- a hotel object which uses photovoltaic and other renewable energy resources

There are 100 rooms in the hotel which can handle up to 250 guests at one time. It is located in a mountainous region of Małopolskie voivodship. Beside the hotel part there is also recreational part Wellness & SPA with a pool and multi-functional five conference rooms. The annual need for electric energy in the object is about 900 MWh. The biggest energy receivers (the pool part) are characterized by a constant demand for energy all day long. At the beginning of October 2013 a photovoltaic installation was activated in the object with a power of 44,52 kW (about 50% of a conventional power supply of the object) cooperating with the electricity grid. The installation consisting of 168 monocrystalline modules IBC Solar AG IBC-MonoSol-265EX and three phase inverters SMA Sunny Tripower 17000TL-10 (2 pieces) and SMA Sunny Tripower 8000TL-20 (1 piece) was localized at the hill's slope. The natural slope was used (20-27°) to install modules parallel to the ground. During the first year of work the installation produced about 35 MWh of electric energy, which is about 4% of the whole demand for electricity in the object. It gives an annual saving of about 780 kWh/kWp. According to the head of the object the expected energy production can reach even up to 50 MWh in a year (1120 kWh/kWp). The production of energy is presented in table 1. All the energy that is produced is used on devices used for the pool. In table 2 there are some examples of a temporal distribution of energy production during a sunny day in months when there is: vernal equinox (March), summer solstice (June), autumnal equinox (September) and winter solstice (December).

### Studium przypadku - obiekt hotelowy wykorzystujący fotowoltaikę i inne OZE

Jest to kompleks hotelowy dysponujący 100 pokojami, mogący przyjąć jednocześnie do 250 gości. Zlokalizowany jest w górzystym rejonie województwa małopolskiego. W skład kompleksu oprócz części hotelowej wchodzi infrastruktura rekreacyjna Wellness & SPA z basenem oraz multifunkcjonalne zaplecze konferencyjne z pięcioma salami. Roczne zapotrzebowanie obiektu na energię elektryczną wynosi ok. 900 MWh. Największe odbiorniki energii (część basenowa) charakteryzują się stałym zapotrzebowaniem na moc w ciągu całej doby. Na początku października 2013 uruchomiono w obiekcie instalację fotowoltaiczną o mocy 44,52 kW (ok 50% umownej mocy przyłączeniowej obiektu) współpracującą z siecią elektroenergetyczną. Instalacja składająca się z 168 monokrystalicznych modułów IBC Solar AG IBC-MonoSol-265EX oraz trójfazowych falowników SMA Sunny Tripower 17000TL-10 (2 szt.) i SMA Sunny Tripower 8000TL-20 (1 szt.) zlokalizowana została na zboczu wzniesienia. Wykorzystano naturalne pochylenie terenu (20-27°), montując moduły równoległe do podłoża. W ciągu pierwszego roku pracy instalacja wyprodukowała ok. 35 MWh energii elektrycznej, co stanowi ok. 4% całkowitego zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną, a po znormalizowaniu daje to roczny uzysk ok. 780 kWh/kWp. Wg dyrektora obiektu spodziewana docelowa produkcja energii może wynieść nawet 50 MWh rocznie (1120 kWh/kWp). Produkcję energii w poszczególnych miesiącach przedstawiono w tabeli 1. Cała wyprodukowana energia jest używana przez urządzenia związane z obsługą basenu. W tabeli 2 przedstawiono przykłady czasowego rozkładu produkcji energii w ciągu słonecznego dnia w miesiącach, w których występuje kolejno: równonoc wiosenna (marzec), przesilenie letnie (czerwiec), równonoc jesienna (wrzesień) i przesilenie zimowe (grudzień).

**Table 1.** Energy production in the tested system

**Tabela 1.** Produkcja energii w badanej instalacji

Month/Miesiąc	Produced energy/ Wyprodukowana energia [kWh]
January/ Styczeń	488
February/ Luty	1757
March/ Marzec	3636
April/ Kwiecień	3758
May/ Maj	4648
June/ Czerwiec	5048
July/ Lipiec	4982
August/ Sierpień	4027
September/ Wrzesień	1853
October/ Październik	2247
November/ Listopad	1363
December/ Grudzień	912
Whole year/ Cały rok	34719

Source: own study based on [www.sunnyportal.com](http://www.sunnyportal.com).

Źródło: opracowanie własne na podstawie [www.sunnyportal.com](http://www.sunnyportal.com).



**Table 2.** Hourly course of energy production in the plant in a sunny day for the selected month  
**Tabela 2.** Godzinowy przebieg produkcji energii w instalacji w słoneczny dzień dla wybranych miesięcy

Month/ Miesiąc	Energy production at a given hour [kWh] / Produkcja energii elektrycznej o danej godzinie [kWh]																Total/ Suma [kWh]
	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	
March/ Marzec	0,0	0,8	6,2	15,5	25,0	29,5	31,0	30,6	27,4	18,6	15,1	6,4	0,4	0,0	0,0	0,0	206,7
June/ Czerwiec	0,6	1,3	4,7	11,9	21,7	28,5	31,8	33,0	31,7	28,6	25,0	19,8	13,4	4,4	0,9	0,1	257,5
September/ Wrzesień	0,0	0,4	1,8	7,6	17,5	24,7	26,9	25,2	28,3	22,9	11,8	7,5	5,6	1,3	0,0	0,0	181,6
December/ Listopad	0,0	0,0	0,1	2,7	10,1	15,7	17,2	16,4	11,4	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74,8

Source: own study elaboration on [www.sunnyportal.com](http://www.sunnyportal.com).

Źródło: opracowanie własne na podstawie [www.sunnyportal.com](http://www.sunnyportal.com).

In the facility also other renewable energy resources are used:

- Solar collectors – at the roof of the building used for preparing a hot water storage tank and warming water in the pool,
- Heat air-water pumps,
- Devices for obtaining heat from waste waters.

From the interview with the head of the object we can assume that the motivation for investing in renewable energy resources was based on the economy (70%) as well as ecology and image (30%). The photovoltaic system created a ground for creating a smart grid within the area of the facility in which an active management of particular receivers was subject to weather conditions. The photovoltaic system allowed for optimizing a choice of a tariff (more expensive energy during a day – when it is not so much needed because of the photovoltaic system and cheaper at night, where PV does not work).

## Conclusions

The renewable resources are by nature dispersed and thus they should be used in small scale systems, adjusted to local resources. The renewable resources have little impact on the environment, which is their asset over conventional energy sources. That is why they are recommended for areas of a great natural and tourist values. Small, dispersed energy sources are used for personal purposes, for example, farm, being included into the idea of agro tourism, where an owner of a farm can use the produced energy and offer tourist service. Also in some professional tourist facilities the renewable energy resources are more and more widely used. The renewable energy systems in tourism beside their basic function of providing the energy and thus limiting the costs of electricity bills have also the function of being a tourist attraction. What is important is also the possibility of installing the renewable energy resources in facilities that are remote from the electricity grid, where they can be the basic energy source (shelters in mountains, houses in forests etc.).

W kompleksie wykorzystywane są również inne OZE:

- kolektory słoneczne – na dachu budynku wykorzystywane do przygotowania c.w.u i podgrzewania wody w basenie,
- pompy ciepła typu powietrze-woda,
- urządzenia do odzyskiwania ciepła z wód ściekowych.

Z wywiadu przeprowadzonego z dyrektorem obiektu wynika, że motywacja inwestowania w OZE miała podłoże ekonomiczne (70%) oraz ekologiczno-wizerunkowe (30%). Instalacja PV dała podstawy stworzenia w obrębie obiektu inteligentnej sieci energetycznej (*Smart Grid*), w której aktywne zarządzanie poszczególnymi odbiornikami podporządkowano regułom związanym z warunkami pogodowymi. Instalacja fotowoltaiczna pozwoliła na optymalizację wyboru taryf sieciowych (droższa energia w dzień - gdy potrzeba jej mniej bo pracuje PV, tańsza w nocy - gdy PV jest wyłączona).

## Podsumowanie

Odnawialne źródła energii (OZE) są ze swej natury rozproszone, powinny więc być wykorzystywane w instalacjach o małej skali, dostosowanej do lokalnych zasobów. OZE mają niewielki wpływ na środowisko, co stanowi ich przewagę nad konwencjonalnymi źródłami energii. Dzięki temu polecane są do stosowania na obszarach o dużych walorach przyrodniczych i turystycznych. Małe, rozproszone źródła energii, wykorzystywane na użytek własny np. gospodarstwa rolnego, wpisują się w ideę agroturystyki, gdzie właściciel gospodarstwa może korzystać z wytworzonej energii, świadcząc równocześnie usługi turystyczne. Również w profesjonalnych obiektach turystycznych OZE znajdują one coraz szersze wykorzystanie. Instalacje OZE w turystyce pełnią z jednej strony swoją podstawową funkcję dostarczania energii, a przez to ograniczenia wydatków na opłaty za energię z sieci lub kopalne surowce, z drugiej zaś stanowią atrakcję turystyczną. Ważna jest też możliwość instalowania OZE w obiektach oddalonych od sieci energetycznej, gdzie mogą stanowić podstawowe źródło energii (schroniska górskie, chaty leśne itp.).

**References/Literatura:**

1. Chrobat P., Sygit M. (2008), *Możliwości aktywizacji gmin w oparciu o odnawialne źródła energii*. Mat. II Forum Ekologicznego „Odnawialne Źródła Energii - szanse i bariery rozwoju”, Węgliniec.
2. Gołaszewski J. (2012), *Energia odnawialna – nowy wymiar w rozwoju przemysłu turystycznego*. Uzupełnione tezy wykładu wygłoszonego na konferencji związanej z obchodami Światowych Dni Turystyki 2012 w Gołdapi.
3. Korkosz G. (2010), *Energetyczne wykorzystanie promieniowania słonecznego na przykładzie wybranego obiektu*. Praca inżynierska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Zamość.
4. Kowalczyk-Juśko A., Kościk B., Seberbrink L. J. (2005), *Wykorzystanie ziarna owsa do produkcji energii w procesie spalania*. Mat. Konf. „Ekologiczna energia – przyjazna człowiekowi i środowisku”. MODR w Warszawie O/Poświętne w Płońsku, Płońsk, s. 106-110.
5. Kowalczyk-Juśko A., Teneta J. (2015), *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w obiektach turystycznych*. W: C. Jastrzębski (red.), *Turystyka wiejska bez granic*. Wyższa Szkoła Ekonomii, Prawa i Nauk Medycznych w Kielcach, Kielce, s. 59-69.
6. Krupa J., Dec B. (2012), *Proekologiczne działania w usługach turystycznych*. W: J. Krupa, T. Soliński (red.), *Ochrona środowiska w aspekcie zrównoważonego rozwoju społeczno-gospodarczego Pogórza Dynowskiego*. Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, Dynów, s. 15-33.
7. Lewandowski W.M. (2006), *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
8. Myczko A. (2012), *Bezpieczeństwo energetyczne gospodarstw agroturystycznych, techniki i technologie*. Wykład wygłoszony na konferencji „Perspektywy rozwoju turystyki wiejskiej w Europie” w ramach targów Agrotavel, Kielce.
9. Sokół J.L. (2012), *Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w turystyce na przykładzie województwa podlaskiego*. *Ekonomia i Zarządzanie*, t. 4, nr 2, s. 39-55.
10. *Turystyka w 2013 r.* Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2014.
11. Tytko R. (2014), *Urządzenia i systemy energetyki odnawialnej*. Wyd. Towarzystwa Słowaków w Polsce, Kraków.
12. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne. Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348 z późn. zm.
13. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii. Dz.U. 2015 poz. 478.
14. [www.sunnyportal.com](http://www.sunnyportal.com) (dostęp: 16.01.2015)