

COMPOST HEAP IN AGROTOURISM FARM AS AN EXAMPLE OF THE RENEWABLE SOURCE OF ENERGY

PRYZMA KOMPOSTOWA W GOSPODARSTWIE AGROTURYSTYCZNYM JAKO INNOWACYJNE ODNAWIALNE ŹRÓDŁO ENERGII

Michał Roman

Warsaw University of Life Sciences / Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Roman M. (2015), *Compost heap in agrotourism farm as an example of the renewable source of energy/ Pryzma kompostowa w gospodarstwie agroturystycznym jako innowacyjne odnawialne źródło energii*. Economic and Regional Studies, vol. 8, no. 3, pp. 123-130.

Summary: The purpose of this article is to present a compost heap as the method of using an energy produced in the composting process on an agri-tourism farm. In the first part of the paper the characteristics of renewable energy sources in selected countries of the European Union have been presented. For this purpose, data has been used which is provided in the document titled „Energy from renewable sources in 2012” made available by the Central Statistical Office. In the further part of this article, the use of a compost pile on agri-tourism farm for water heating has been presented. The heat is produced in a compost heap and “waste” created in this process is a valuable natural fertilizer, which is useful in the agricultural works and ecological garden.

Keywords: compost heap, renewable sources of energy, agricultural farms

Introduction

Due to the fact that traditional sources of energy (mainly fossil fuels) are running out and their consumption causes growing environmental pollution, the interest in using energy coming from renewable sources is growing. That energy coming from the natural and recurring environmental processes is obtained from renewable non-fossil sources of energy such as: water, wind, solar radiation, geothermal energy of waves, currents and tides, energy produced from biofuels, biogas, liquid biofuels but also energy of natural environment utilized by heat pumps (Energy 2013).

Renewable sources of energy constitute the alternative for traditional non-renewable energy carriers. Their sources are being fulfilled in the natural processes, what enables treating them as inexhaustible. Moreover, gathering the energy from

Streszczenie: Celem artykułu jest zaprezentowanie pryzmy kompostowej jako sposób wykorzystania energii wytwarzanej w procesie kompostowania w gospodarstwie agroturystycznym. W pierwszej części opracowania przedstawiono charakterystykę odnawialnych źródeł energii w wybranych krajach Unii Europejskiej. Do tego celu wykorzystano dane Głównego Urzędu Statystycznego pt. „Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 roku”. W dalszej części artykułu przedstawiono zastosowanie pryzmy kompostowej w gospodarstwach agroturystycznych do ogrzewania wody. W pryzmie kompostowej produkowane jest ciepło, a „odpady” powstałe z tego procesu stanowią wartościowy nawóz naturalny, przydatny w pracach rolnych i w ogrodzie ekologicznym.

Słowa kluczowe: pryzma kompostowa, odnawialne źródła energii, gospodarstwa agroturystyczne

Wstęp

Rosnące zapotrzebowanie na energię, przy wyczerpywaniu się jej tradycyjnych zasobów, głównie paliw kopalnych oraz towarzyszący ich zużyciu wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego, powodują zwiększenie zainteresowania wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych. Energia ta pochodzi z naturalnych powtarzających się procesów przyrodniczych, pozyskiwana z odnawialnych niekopalnych źródeł energii takich, jak: woda, wiatr, promieniowanie słoneczne, energia geotermalna, fale, prądów i pływów morskich oraz energia wytwarzana z biopaliw stałych, biogazu i biopaliw ciekłych, a także energia otoczenia (środowiska naturalnego) wykorzystywana przez pompy ciepła (Energy 2013).

Odnawialne źródła energii stanowią alternatywę dla tradycyjnych pierwotnych nieodnawialnych nośników energii. Ich zasoby uzupełniają się w natural-

Address for correspondence: dr Michał Roman, Warsaw University of Life Sciences - SGGW, Faculty of Economic Sciences, Department of Education Economics, Communication and Counseling, Nowoursynowska 166, 02-878 Warsaw, Poland; phone: +48 22 59-34-161; e-mail: michal_roman@sggw.pl

Full text PDF: www.ers.edu.pl; Open-access article.

Copyright © Pope John Paul II State School of Higher Education in Białą Podlaską, Sidorska 95/97, 21-500 Białą Podlaską;

Indexation: Index Copernicus Journal Master List ICV 2014: 70.81 (6.96); Polish Ministry of Science and Higher Education 2014: 4 points.

these sources is more environment-friendly than energy coming from traditional sources. Use of renewable sources of energy significantly reduces a harmful influence of energy production on the natural environment. Mainly, by limitation of harmful substances' emission such as greenhouse gases (Energy 2013).

The renewable sources of energy have also a great impact on tourism activities including agrotourism. A contemporary object situated in rural areas needs more and more energy including: solar collectors used for water and buildings heating, solar photovoltaic, heat pumps, energy of water and wind, or building and modernizing of plumbing installations used for biogas production. A very interesting solution for agricultural farms is compost heating of water. In the compost heap there is a heat produced and "waste" created in this process is a valuable natural fertilizer, which is useful in the agricultural works and ecological garden.

The aim of the article, used materials and methods

The purpose of this article is to present a compost heap as the method of using an energy produced in the composting process on an agrotourism farm. In the first part of the paper the characteristics of renewable energy sources in selected countries of the European Union have been presented. For this purpose, data provided in the document titled „Energy from renewable sources in 2012” made available by the Central Statistical Office were used. In the further part of this article, the use of a compost pile on agrotourism farm for water heating was presented. While working on the article, the descriptive method was applied. The detailed data were presented in the form of tables, graphs and pictures.

Energy from the renewable sources

The renewable sources of energy have been known for ages, however currently it can be observed how important their usage is (Materials 2010). Among such sources, the following can be listed: solar energy, energy of radioactive elements' fusion, wind energy, water energy, biomass, geothermal energy, energy of tides and energy of amplitudes of temperatures of surface and depth waters (Funds 2009).

Use of the renewable sources of energy is one of the key activities of development policy present both within Polish and EU structures. That policy covers the area of climate protection, energetic safety and environment protection. Because of the fact that building new power stations is a very expensive enterprise, there are several supporting programs in place for investors. Countries spend huge amount of

ných procesach, co praktycznie pozwala traktować je jako niewyczerpalne. Ponadto pozyskiwanie energii z tych źródeł jest, w porównaniu do źródeł tradycyjnych, bardziej przyjazne środowisku naturalnemu. Wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii w znacznym stopniu zmniejsza szkodliwe oddziaływanie energetyki na środowisko naturalne, głównie przez ograniczenie emisji szkodliwych substancji, zwłaszcza gazów cieplarnianych (Energia 2013).

Odnawialne źródła energii mają również duże znaczenie w działalności turystycznej, w tym agroturystycznej. Współczesny obiekt usytuowany na obszarach wiejskich potrzebuje coraz większej ilości energii, np. kolektory słoneczne do podgrzewania wody, do ogrzania budynku, ogniwa fotowoltaiczne, pompy ciepła, energia wody, wiatru czy budowanie i modernizowanie instalacji ściekowych do wydobycia biogazu. Ciekawym rozwiązaniem w gospodarstwach agroturystycznych jest kompostowe ogrzewanie wody. W przyzmi kompostowej produkowane jest ciepło, a „odpady” powstałe z tego procesu stanowią wartościowy nawóz naturalny, przydatny w pracach rolnych i w ogrodzie ekologicznym.

Cel artykułu, materiał i metody

Celem artykułu jest zaprezentowanie przyzmy kompostowej jako sposób wykorzystania energii wytwarzanej w procesie kompostowania w gospodarstwie agroturystycznym. W pierwszej części opracowania przedstawiono charakterystykę odnawialnych źródeł energii w wybranych krajach Unii Europejskiej. Do tego celu wykorzystano dane Głównego Urzędu Statystycznego pt. „Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 roku”. W dalszej części artykułu przedstawiono zastosowanie przyzmy kompostowej w gospodarstwach agroturystycznych. W opracowaniu wykorzystano metodę opisową. Szczegółowe dane zaprezentowano w tabelach, na wykresach, rysunkach.

Energia ze źródeł odnawialnych

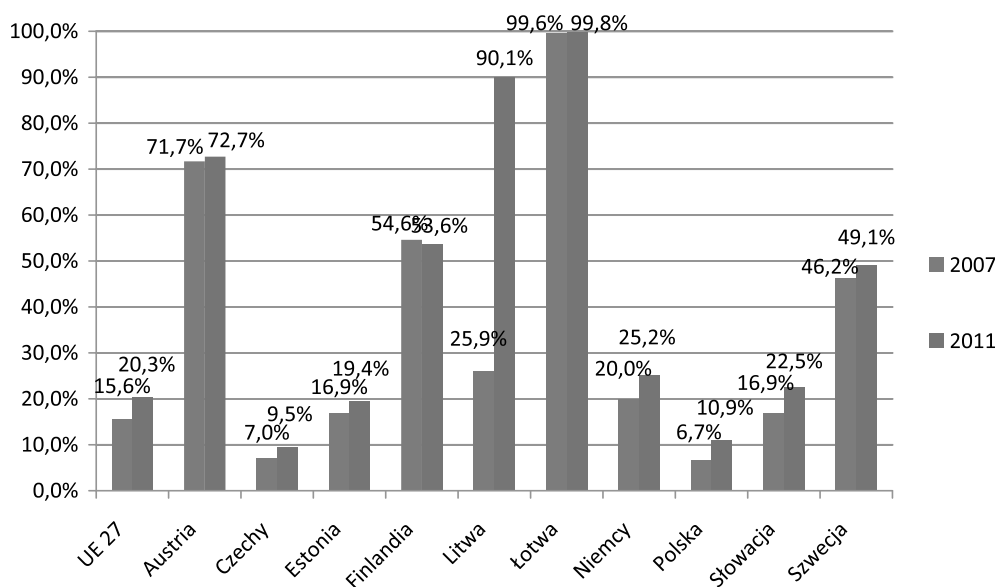
Odnawialne źródła energii znane są już od dawna, jednak dopiero współcześnie można zaobserwować, jak ważne okazuje się ich wykorzystanie. (Materiały 2010). Źródłami takimi są: energia słoneczna, energia rozszczepienia pierwiastków promieniotwórczych, energia wiatru, energia wodna, energia spalania roślin (biomasa), energia geotermalna (energia gorących wód głębinowych), energia przypływów i odpływów mórz oraz różnicy temperatury wody powierzchniowej i głębinowej (Fundusze 2009).

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii jest jednym z kluczowych działań polityki rozwojowej zarówno Polski, jak i Unii Europejskiej w zakresie ochrony klimatu, bezpieczeństwa energetycznego i ochrony środowiska. Ze względu na bardzo wysokie koszty budowy nowych elektrowni i elektrociepłowni wykorzystujących odnawialne źródła ener-

money for these purposes (Paska and others, 2008).

The main aim of development of renewable energy production is its growth in electric production. Investing in the renewable sources of energy gives not just the energetic safety of future generations but also reduction of greenhouse gases' emission which consequently leads to preventing climate changes, diversification of energy sources, independence in the area of fossil fuels' imports and also new workplaces (Gorczyca 2011).

Graph 1 presents the share of renewable energy in general energy production in the selected countries of the UE in 2007 and 2011



*Austria-Austria; Czechy-Czech Republic; Estonia-Estonia; Finlandia-Finland; Litwa-Lithuania; Łotwa-Latvia
Niemcy-Germany; Polska-Poland; Słowacja-Slovakia; Szwecja-Sweden*

Graph 1. The share of renewable energy in general energy production in the selected countries of the UE in 2007 and 2011
Wykres 1. Udział energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem w wybranych krajach Unii Europejskiej w roku 2007 i 2011

Source: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.* GUS, Warszawa 2013, p. 22.

Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.* GUS, Warszawa 2013, s. 22.

In the selected UE countries of the UE, the increase in the share of renewable energy in total energy acquisition has been observed. The share of renewable energy in total energy in 27 UE countries in 2011 compared to 2007 increased by 4.7 percentage points, while in Poland by 4.2 pp. The EU countries which used mainly renewable sources are Latvia, Austria, Finland and Sweden. The largest increase can be observed in Lithuania.

Among countries which use the renewable sources at the very low level, there are Malta (0.2%), Luxembourg (2.8%), and Great Britain (2.9%) (Gorczyca 2005)(Gorczyca 2008).

gii, we wszystkich tworzone są specjalne systemy wsparcia dla inwestorów. Kraje przeznaczają na te cele ogromne środki finansowe (Paska i in., 2008).

Wiodącym celem rozwoju energetyki odnawialnej jest wzrost jej udziału w produkcji energii elektrycznej. Inwestowanie w odnawialne źródła energii to nie tylko bezpieczeństwo energetyczne przyszłych pokoleń, ale też redukcja emisji gazów cieplarnianych, a co za tym idzie zapobieganie zmianom klimatycznym, dywersyfikacja zasobów energii, uniezależnienie się od dostaw paliw kopalnych z zagranicy oraz nowe miejsca pracy (Gorczyca 2011).

Na wykresie 1 zaprezentowano zestawienie udziału energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem w wybranych krajach Unii Europejskiej w latach 2007 i 2011.

W wybranych krajach Unii Europejskiej obserwuje się wzrost udziału energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem. Udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej ogółem w 27 krajach Unii Europejskiej w 2011 roku w stosunku do 2007 wzrósł o 4,7 p.p., natomiast w Polsce o 4,2 p.p. Kraje Unii Europejskiej, które w dużym stopniu wykorzystywały źródła odnawialne w ogólnej produkcji energii to przede wszystkim Łotwa, Austria, Finlandia i Szwecja. Największy przyrost można zaobserwować na Litwie.

W najmniejszym stopniu źródła odnawialne wykorzystuje się na Malcie 0,2%, w Luksemburgu 2,8% oraz w Wielkiej Brytanii 2,9% całkowitego zużycia energii (Gorczyca 2005) (Gorczyca 2008).

The data referring to obtaining the primary energy (including renewable sources) in 27 EU countries and in Poland in 2003-2011 have been presented in table 1.

Dane dotyczące pozyskania energii pierwotnej (w tym energii ze źródeł odnawialnych) w 27 krajach Unii Europejskiej i w Polsce w latach 2003 – 2011 przedstawiono w tabeli 1.

Table 1. Obtaining the primary energy (including renewable sources) in 27 EU countries and in Poland in 2003-2011
Tabela 1. Pozyskanie energii pierwotnej (w tym ze źródeł odnawialnych) dla 27 krajów Unii Europejskiej i Polski w latach 2003 – 2011

Specification/ Wyszczególnienie	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Primary Energy in UE in Total/ Pozyskanie energii pierwotnej ogółem w UE [Mtoe]	931,4	928,3	896,8	877,9	856,7	850,1	813,5	831,1	801,2
Primary Energy in Poland in Total/ Pozyskanie energii pierwotnej ogółem w Polsce [Mtoe]	79,9	78,7	78,4	77,7	72,6	71,3	67,3	67,5	68,8
a) From the renewable sources in EU/ a) w tym ze źródeł odnawialnych w UE	103,7	111,7	115,8	123,5	133,9	141,9	148,7	166,9	162,3
b) from the renewable sources in Poland/ b) w tym ze źródeł odnawialnych w Polsce	4,2	4,3	4,5	4,8	4,9	5,4	6,1	6,9	7,5
Share of the renewable energy in primary energy in the UE in Total/ Udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej ogółem w UE [%]	11,1	12,0	12,9	14,1	15,6	16,7	18,3	20,1	20,3
Share of the renewable energy in primary energy in Poland in Total/ Udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej ogółem w Polsce [%]	5,2	5,5	5,8	6,1	6,7	7,6	9,0	10,2	10,9

Source: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.* GUS, Warszawa 2013, p. 20.

Źródło: *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.* GUS, Warszawa 2013, s. 20.

In the UE countries in 2003-2011, there was an annual growth of renewable energy compared to the previous year. That incline was the highest in 2010 and it was at the level of 12.2% for 27 EU countries and 13,7% for Poland. In 2011, the decline by 2,7% for EU countries was observed while in Poland the further growth by 8,6% was visible, compared to 2010.

W latach 2003 – 2010 w krajach Unii Europejskiej występował corocznie wzrost ilości energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych w stosunku do roku poprzedniego. Wzrost ten był największy w 2010 roku i wyniósł dla 27 krajów Unii Europejskiej 12,2%, a dla Polski 13,7%. W 2011 roku zaobserwowano dla krajów Wspólnoty Europejskiej spadek o 2,7%, podczas, gdy w Polsce wystąpił dalszy wzrost ilości energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych o 8,6%, w porównaniu z rokiem 2010.

Compost water heating used in agricultural farms

The main source of energetic power in agrotourism farms has been such energy carriers as: wood, coal, fuel oil or natural gas. However, the growing demand on energy, high prices of traditional fuels, economical reasons, ageing society and more comfortable life standards caused that interests of the renewable sources of energy have increased significantly. Their main advantages are:

- reduction of negative influence on the environment,
- decrease of the costs connected with buying energy from abroad and saving the traditional fuels,
- autonomy and self-sufficiency of the energy sources, which enables obtaining the energetic capacity in any place, eliminates losses related to distribution and logistics and helps to avoid the building of transmission lines,
- positive influence on human's health and life and also on the environment,

Kompostowe ogrzewanie wody na potrzeby gospodarstwa agroturystycznego

Dotychczas głównym źródłem zasilania energetycznego w gospodarstwach agroturystycznych są nośniki energetyczne w postaci paliw materialnych (drewno, węgiel kamienny, olej opałowy, gaz ziemny). Jednak rosnące zapotrzebowanie na energię, przy jednoczesnym wzroście cen na paliwa tradycyjne, względy ekologiczne, starzenie się społeczeństwa i prowadzenie bardziej wygodnego sposobu stylu życia spowodowało większe zainteresowanie odnawialnymi źródłami zasilania energetycznego. Ich zaletą jest:

- minimalizowanie negatywnego wpływu na środowisko,
- zmniejszenie kosztów zakupu energii z zewnątrz i oszczędność paliw tradycyjnych,
- autonomiczność i samowystarczalność źródeł energii, co pozwala samodzielnie pozyskiwać moce energetyczne w dowolnym miejscu oraz eliminuje straty związane z dystrybucją i logistyką oraz pozwala uniknąć budowy linii przesyłowych,

- usage of locally available sources, resources and waste such as leaves or branches,
- enabling the reduction of the harmful emission in the agricultural farms,
- strengthening the energetic safety, the life comfort and the savings,
- positive influence on the diversification of energy deliveries and energetic independence,
- effective management of fossil fuels' resources which are running out,
- better landscapes and farm buildings, care for natural environment and greater pro-ecological consciousness,
- Access to support funds, institutions and counseling personnel.

Adversaries of the renewable sources underline their high costs of installation and exploitation (the so called "price of new"), instability of renewable energy production, additional ecological costs and unclear impact on fossil fuels' usage.

The following installations may occur in the agricultural farm: biomass boilers, micro-gasworks, small wind turbines, water power stations, solar collectors, solar photovoltaic and installations based on geothermal sources. The very interesting solution for agricultural farms is compost heating of water. In the compost heap the heat is produced and "waste" created in this process is a valuable natural fertilizer, which is useful in the agricultural works and ecological gardens (Goyal and others, 2005). The water in the compost heap is heated because biological and chemical processes take place there (Sołowiej 2007). The water reaches the temperature of 70 C (it is usually at the level of 50-60 C). The idea of energy production in the compost heap can be used in the agricultural farms. Use of the humid biomass and microorganisms links with the compost processes present in hotbeds. We can distinguish hotbeds and cold frames. Cold frame is a bottomless box covered with a light-admitting lid. It is used to reduce the loss of heat and the unpleasant smell. The hotbed has a similar structure but on its empty bottom there should be a 30 centimeter layer of the manure covered with 5-10 centimeter layer of the fertile soil. A decay of the manure produces great amounts of heat and gradually delivers the natural fertilizer to the plants growing in the hotbeds. Thanks to these characteristics, the hotbeds help to open the gardening season one month earlier and enlarge it also by one month. The system of compost heating in the hotbed can be used not only for the glasshouses or plants heating but also for water heating used by the heat exchanger or for heating of the indoor places and buildings in the agricultural farms though the installed heaters or wires of underfloor heating. Such method was developed by the French forester Jean Pain. In that method, the pipe collector is located in the compost heap (the pipe is going spirally and vertically through the compost heap) so that it reaches the biggest exterior surface at the point of contact

- pozytywny wpływ na życie i zdrowie ludzkie oraz na środowisko przyrodnicze,
- wykorzystanie lokalnie dostępnych zasobów, surowców i odpadów, liście, gałęzie,
- pozwala obniżyć szkodliwą emisyjność gospodarstwa agroturystycznego,
- wzmacnia bezpieczeństwo energetyczne, komfort życia i oszczędności,
- pozytywnie wpływa na dywersyfikację kierunku dostaw energii i niezależność energetyczną,
- efektywne gospodarowanie złożami paliw kopalnianych, które ulegają wyczerpaniu,
- poprawa estetyki krajobrazu i zabudowań gospodarskich, dbałość o naturalne środowisko człowieka, zwiększa świadomość proekologiczną,
- dostępność do funduszy pomocowych, instytucji i kadry doradczej.

Przeciwnicy wdrażania odnawialnych źródeł energii wskazują na ich wysokie koszty instalacji i eksploatacji (tzw. „cena nowości”), niestabilność produkcji energii odnawialnej, dodatkowe koszty ekologiczne i wątpliwy wpływ na zużycie paliw kopalnianych.

W gospodarstwie agroturystycznym mogą być zainstalowane instalacje na odnawialne źródła energii takie, jak: kotły na biomase, mikrogazownie, małe turbiny wiatrowe i elektrownie wodne, kolektory słoneczne, ogniwa fotowoltaiczne i instalacje oparte na źródłach geotermalnych. Ciekawym rozwiązaniem jest kompostowe ogrzewanie wody. W przyzmi kompostowej produkowane jest ciepło, a „odpady” powstałe z tego procesu stanowią wartościowy nawóz naturalny, przydatny w pracach rolnych i w ogrodzie ekologicznym (Goyal i in., 2005). W przyzmi kompostowej woda się nagrzewa, ponieważ zachodzą procesy biologiczno-chemiczne (Sołowiej 2007). Osiąga ona temperaturę do 70°C (zwykle jest na poziomie 50-60°C). Ideę wytwarzania energii cieplej w przyzmi kompostowej można wykorzystać w gospodarstwach agroturystycznych. Zastosowanie wilgotnej biomasy i mikroorganizmów wiąże się z procesami kompostowania stosowanymi w inspektach ogrodowych. Można wyróżnić zimne i ciepłe inspekty. Zimny inspekt to drewniana ze szczelinami obudowa z nieszczelnym lub pustym dnem i szklaną pokrywą, umożliwiającą wykorzystanie promieni słonecznych. Jej zastosowanie ogranicza utratę ciepła i wydobywanie się nieprzyjemnych zapachów. Z kolei ciepły inspekt nie różni się budową od zimnego inspektu, przy czym na jego pustym dnie powinna być ułożona 30 centymetrowa warstwa obornika końskiego, przykryta 5-10 centymetrową warstwą żyznej ziemi. Rozkładający się obornik wytwarza duże ilości ciepła oraz stopniowo dostarcza rosnącym w inspeckie roślinom nawozu naturalnego. Dzięki tym właściwościom ciepły inspekt umożliwia rozpoczęcie sezonu ogrodniczego o miesiąc wcześniej i wydłużenie go również o około miesiąc. System ogrzewania kompostowego (kompostem) w inspeckie ciepłym można zastosować nie tylko do ogrzewania szklarni czy roślin, lecz także do ogrzewania wody użytkowej przez wymiennik ciepła, bądź do ogrzewania pomieszczeń lub budynku w go-

with biomass materials which are going to be compost. The best pipe which can be used here is a 30 meter long copper pipe, which has good properties of thermal conductivity. It is also important that this pipe (quite expensive) should be covered with a thin layer of plastic in order not to corrode. Pipes made of PCV which are 60 meter long have a lower thermal efficiency.

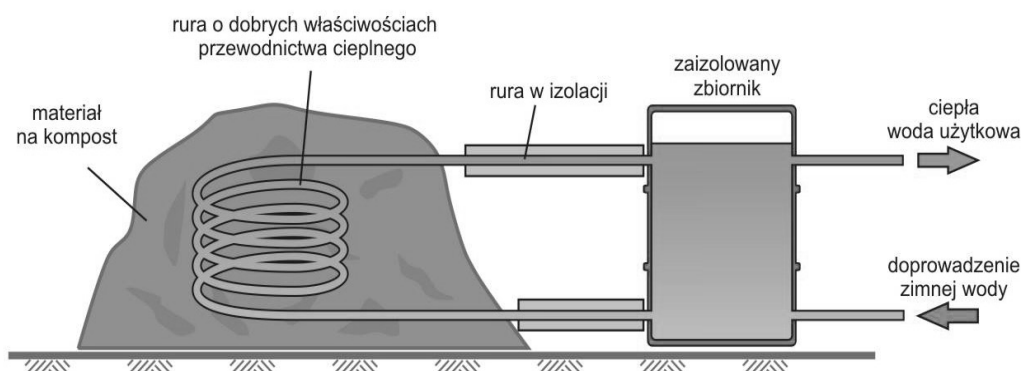
At least 1 cubic meter of the biomass should be layered around in the compost heap, the vertically and centrally put pipe or garden hose. The beginning of the spiral (infusion of cold water) should be at the bottom of the compost heap because according to the rules of physics, the warm water floats. The minimum amount of the compost material accounts for "the heating fuel" only for a few weeks. In order to improve the heating system efficiency, the compost heap should have 5 meter diameter and height of 2,5 meter and it should be in the shape of the truncated cone. The upper part of the heap should be covered with the straw or the layer of leaves to minimize the losses of the heat. The straw insulates well and does not block the inflow of the air. That property is used by dormice which protect themselves from the cold weather. The heating system built by Jean Pain contained 200 meters of spirally placed pipes filled with water.

The scheme of compost heating of water in the agricultural farm is presented on the figure 1.

spodarstwie agroturystycznym przez zainstalowane kaloryfery lub przewody ogrzewania podłogowego. Metodę tę opracował francuski leśnik Jean Pain. Polega ona na umieszczeniu w pryzmie kompostowej kolektora rurowego (rury-wężownicy przechodzącej spiralnie i wertykalnie przez pryzmę kompostową), tak aby osiągnąć jak największą powierzchnię zewnętrzną na styku z materiałami biomasy, które będą kompostowane. Najlepiej użyć 30 metrowej rury miedzianej, która posiada dobre właściwości przewodnictwa cieplnego. Ważne jest przy tym, aby rura miedziana, której koszt nabycia jest wysoki, była przykryta cienką warstwą tworzywa sztucznego, gdyż w innym przypadku może szybko skorodować. Mniejszą sprawność termiczną mają rury wykonane z PCV o długości 60 metrów.

W pryzmie kompostowej powinno być minimum 1m³ biomasy warstwowo układanej wokół pionowo i centralnie ułożonej rury miedzianej lub węża ogrodowego. Początek spirali (wlew zimnej wody) powinien znajdować się na dole pryzmy kompostowej, gdyż zgodnie z prawem fizyki ciepła woda unosi się do góry. Minimalna ilość materiału na kompost stanowi „paliwo” do ogrzania tylko na kilka tygodni. W celu poprawienia sprawności systemu grzewczego należy budować pryzmę kompostową o średnicy 5 metrów i wysokości 2,5 metra w kształcie ściętego stożka. Wierzchnią część pryzmy kompostowej należy przykryć słomą lub warstwą liści, aby zminimalizować straty ciepła. Słoma dobrze izoluje, a przy tym nie zatrzymuje całkowicie dopływu powietrza. Tę właściwość wykorzystują gryzonie, chroniąc się przed mroźną pogodą. W systemie grzewczym opartym na bazie pryzmy kompostowej, zbudowanym przez Jeana Paina było wewnątrz 200 metrów spiralnie ułożonych rur napełnionych wodą.

Schemat ideowy kompostowego podgrzewania wody w gospodarstwie agroturystycznym przedstawiono na rysunku 1.



Materiał na kompost – Compost material; Rura o dobrych właściwościach – Pipe of correct features of heat conductivity; Rura w izolacji – Insulated pipe; Zaizolowany zbiornik – Insulated container; Ciepła woda użytkowa – hot usable water; Doprowadzenie zimnej wody – cold water lead-in

Figure 1. Conceptual scheme of compost heating of water in the agricultural farm

Rysunek 1. Schemat ideowy kompostowego podgrzewania wody w gospodarstwie agroturystycznym

Source: <http://www.drewnozamiastbenzyny.pl/wordpress/wp-content/uploads/2010/03/ogrzewanie-kompostem.jpg> na dzień 02.04.2014.

Źródło: <http://www.drewnozamiastbenzyny.pl/wordpress/wp-content/uploads/2010/03/ogrzewanie-kompostem.jpg> na dzień 02.04.2014.

In the compost heap, there are no putrefaction processes but there is a decomposition of organic substances involving the activity of aerobes. The compost doesn't emit the unpleasant smell and the high temperature inside the compost heap destroys the infective bacteria and parasites' eggs. Usually, the compost is ready after one year. In that system, fresh organic matter should be thrown from the top while ready compost should be taken from the bottom. In this way the process is continued.

In the composter, no putrefaction processes should take place because of the fact that decay of used material is an anaerobic process of decomposition while composting is connected with aerobic decomposition of an organic matter. Waterproofing of compost heap is a bad idea because lack of oxygen access will cause the appearing of putrefaction processes and unpleasant smell. While building compost heap, there is a need to use the straw between each layer so that the oxygen from the air could get to the aerobic reactions. Additionally, in order to have the process of composting running correctly, the relevant proportions of oxygen, water, carbon and nitrogen should be provided. Ideally, the proportion of the carbon and the nitrogen should be that of 25:1 with the humidity of 60 %.

The following "fuels" may be applied: moldy humid straw, green reed, feathers, animal hair. If we use more carbon-rich material, then the process of composting will slow down. On the other hand, if we use too much nitrogen-rich material, then release of nitrogen and unpleasant smell will appear.

Generalizations and conclusions

According to observations of the author, the following conclusions can be drawn:

- The renewable sources of energy constitute the alternative for traditional primary and non-renewable energy carriers. Their sources are being fulfilled in the natural processes, what enables treating them as inexhaustible. Moreover, gathering the energy from these sources is more environment-friendly than energy coming from traditional sources.
- Use of the renewable sources of energy is one of the key activities of development policy present both within Polish and EU structures. That policy covers the area of climate protection, energetic safety and environment protection.
- Use of the renewable sources of energy is one of the most essential components of the balanced development resulting in measurable economic, ecological and social effects. Such sources in the agricultural farms can play a significant role in the development of tourism facilities. It is caused by more effective way of using of the farm' sources. Use of renewable sources of en-

W przysmie kompostowej nie zachodzą procesy gnilne lecz rozkład materii organicznej przy udziale między innymi bakterii tlenowych. Kompost nie wydziela nieprzyjemnego zapachu, a wysoka temperatura wewnątrz przysmy kompostowej dodatkowo zabija bakterie chorobotwórcze i jaja pasożytów. Zwykle po roku kompost jest gotowy. W tym systemie świeżą materię organiczną należy wrzucić od góry, zaś dołem należy wybrać gotowy kompost, czyli proces jest ciągły.

W kompostowniku nie powinny zachodzić procesy gnilne, gdyż gnicie zastosowanego materiału to proces beztlenowego rozkładu, a kompostowanie polega na tlenowym rozkładzie masy organicznej. Uszczelnianie przysmy kompostowej jest złym pomysłem, gdyż zapobieganie dostępu tlenu spowoduje, że nastąpią procesy gnilne i składowana masa będzie wydawać nieprzyjemny zapach. Budując przysmę kompostową trzeba przekładać słomą poszczególne warstwy, aby dostawał się tlen zawarty w powietrzu w celu prawidłowego przebiegu reakcji tlenowych. Do tego, aby proces kompostowania przebiegał właściwie trzeba zapewnić odpowiednie proporcje tlenu, wody, węgla i azotu. Aby proces przebiegał sprawnie, stosunek węgla do azotu powinien wynosić 25:1, przy wilgotności 60%.

Wykorzystać można również takie „paliwo”, jak: spleśniałą, wilgotną słomę, zieloną trzcinę, pióra, sierść. Jeżeli użyje się więcej materiału bogatego w węgiel, proces kompostowania zostanie spowolniony. Natomiast, gdy zastosuje się za dużo materiału bogatego w azot, wówczas nastąpi uwalnianie się azotu, a przy tym nieprzyjemny zapach.

Uogólnienia i wnioski

Obserwacje autora opracowania uprawniają do sformułowania następujących uogólnień i wniosków:

- odnawialne źródła energii stanowią alternatywę dla tradycyjnych pierwotnych nieodnawialnych nośników energii. Ich zasoby uzupełniają się w naturalnych procesach, co praktycznie pozwala traktować je jako niewyczerpalne. Ponadto pozyskiwanie energii z tych źródeł jest, w porównaniu do źródeł tradycyjnych, bardziej przyjazne środowisku naturalnemu;
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii jest jednym z kluczowych działań polityki rozwojowej zarówno Polski, jak i Unii Europejskiej w zakresie ochrony klimatu, bezpieczeństwa energetycznego i ochrony środowiska;
- zastosowanie odnawialnych zasobów energii jest jednym z istotnych komponentów rozwoju zrównoważonego, przynoszącym wymierne efekty gospodarcze, ekologiczne oraz społeczne. Odnawialne źródła energii w gospodarstwach agroturystycznych mogą odgrywać znaczącą rolę w rozwoju obiektów turystycznych. Spowodowane jest to efektywniejszym wykorzystywaniem zasobów gospodarstwa.

ergy in the agricultural farms depends on the farmer's creativeness. One of such solutions is composting heating of water.

- The heat is produced in a compost heap and "waste" created in this process is a valuable natural fertilizer, which is useful in the agricultural works and ecological gardens. The water in the compost heap is heated due to occurrence of biological and chemical processes. The water reaches the temperature of 70 C.
- Composting of organic waste is also an excellent method of its reprocessing and at the same time such waste becomes the ideal fertilizer improving the richness of the soil.
- In the compost heap, there are no putrefaction processes but there is a decomposition of organic substances involving the activity of aerobes. The compost doesn't emit the unpleasant smell and the high temperature inside the compost heap destroys the infective bacteria and parasites' eggs.

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w gospodarstwach agroturystycznych zależy od pomysłowości rolników. Jednym z rozwiązań jest kompostowe ogrzewanie wody;

- w przyzmi kompostowej produkowane jest ciepło, a „odpady” powstałe z tego procesu stanowią wartościowy nawóz naturalny, przydatny w pracach rolnych i w ogrodzie ekologicznym. W przyzmi kompostowej woda się nagrzewa, ponieważ zachodzą procesy biologiczno-chemiczne. Osiąga ona temperaturę nawet do 70°C;
- kompostowanie odpadów organicznych jest także doskonałym sposobem ich utylizacji tworząc niejako przy okazji doskonały nawóz podnoszący żyzność gleby;
- w przyzmi kompostowej nie zachodzą procesy gnilne lecz rozkład materii organicznej przy udziale między innymi bakterii tlenowych. Kompost nie wydziela nieprzyjemnego zapachu, a wysoka temperatura wewnątrz przyzmy kompostowej dodatkowo zabija bakterie chorobotwórcze i jaja pasożytów.

References/ Literatura:

1. *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.* (2013), GUS, Warszawa.
2. *Fundusze na odnawialne źródła energii – poradnik* (2009), OZE, Warszawa.
3. Górczyca M. (2011), *Energia ze źródeł odnawialnych w Polsce na tle innych krajów Unii Europejskiej*. Energetyka i Ekologia, nr 9, s. 515-518.
4. Górczyca M. (2008), *Pozyskiwanie i zużycie energii ze źródeł odnawialnych* (cz. II). Instalacje, nr 2, s. 52-63.
5. Górczyca M. (2005), *Unia Europejska – energetyczne imperatywy*. Rynek Energii, nr 1, s. 17-19.
6. Goyal S., Dhull S.K., Kapoor K.K. (2005), *Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity*. Bioresource Technology, nr 96, s. 1584-1591.
7. *Materiały edukacyjne na temat odnawialnych źródeł energii* (2010), Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych, Warszawa.
8. Paska J., Surma T., Sałek M. (2008), *Wytwarzanie energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w Unii Europejskiej*. Energetyka, nr 192, s. 31-35.
9. Sołowiej P. (2007), *Przykład wykorzystania przyzmy kompostu jako niskotemperaturowego źródła ciepła*. Inżynieria Rolnicza, nr 8 (96), s. 247-253.
10. <http://www.drewnozamiastbenzyny.pl/wordpress/wp-content/uploads/2010/03/ogrzewanie-kompostem.jpg> (dostęp: 02.04.2014).

Submitted/ Zgłoszony: May/ maj 2014

Accepted/ Zaakceptowany: July/ lipiec 2015