

Waldemar Gostomczyk

Politechnika Koszalińska

KONKURENCYJNOŚĆ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

THE COMPETITIVENESS OF THE RENEWABLE ENERGY SOURCES

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii, koszty, konkurencyjność

Key words: renewable energy sources, costs, competitiveness

Abstrakt. Celem badań było wykazanie zróżnicowania kształtowania się kosztów wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych. Wykorzystując dane dostępne w literaturze i badania własne wykazano, że na obecnym etapie rozwoju jedynie energia pochodząca z biomasy odpadowej jest w stanie konkurować z energią konwencjonalną. Dotychczasowe tendencje wskazują, że w przyszłości, dzięki postępowi technologicznemu OZE mogą być konkurencyjnie cenowo w porównaniu do źródeł konwencjonalnych. Do tego czasu wymagają wsparcia finansowego, aby nowe technologie można było zastosować w skali zapewniającej ich opłacalność.

Wstęp

Produkcja energii z odnawialnych źródeł energii (OZE) jest obecnie głównym sposobem realizacji narodowych celów wskaźnikowych wynikających z pakietu energetyczno-klimatycznego. W Polsce i większości unijnych krajów podstawowym OZE jest biomasa. O ile wcześniej polityka OZE zakładała przede wszystkim cele ilościowe, o tyle obecnie biopaliwa podlegają środowiskowym kryteriom zrównoważonej produkcji [Dyrektywa 2009/28/WE]. W polityce energetyczno-klimatycznej Unii Europejskiej (UE) ważną funkcję spełniają OZE. Pochodzą one z naturalnych powtarzających się procesów przyrodniczych (energia biomasy, wody, wiatru, promieniowania słonecznego) oraz ze środowiska naturalnego (pompy ciepła). Ich zadaniem jest przede wszystkim ograniczenie emisji szkodliwych gazów cieplarnianych powstających przy spalaniu paliw konwencjonalnych. Ważnym celem jest także zwiększenie bezpieczeństwa energetyczne przez wykorzystywanie lokalnych zasobów biomasy, energii wody, wiatru i słońca. Zróżnicowanie źródeł i warunków produkcji energii wpływa na jej koszty. Są one z reguły wyższe od energii konwencjonalnej i dla zapewnienia opłacalności jej produkcji stosowane są różne instrumenty wsparcia finansowego. Dokonujący się postęp technologiczny sprawia jednak, że w przyszłości będzie ona w stanie konkurować z dotychczas stosowanymi paliwami. W pracy dokonano przeglądu aktualnych i prognozowanych kosztów poszczególnych źródeł i technologii oraz zaprezentowano ich konkurencyjność oraz warunki jej osiągnięcia.

Stan i struktura wykorzystania energii odnawialnej w Polsce

Stan wykorzystania źródeł odnawialnych jest w poszczególnych krajach UE i Polsce mocno zróżnicowany. Głównymi przyczynami aktualnej struktury pozyskania OZE są historyczne uwarunkowania ekonomiczne i środowiskowe. Obecnie czynnikami decydującymi o konkurencyjności są koszty inwestycyjne i eksploatacyjne oraz korzyści wynikające z postępu technologicznego. Wpływa on na efektywność poszczególnych technologii, a tym samym na koszty pozyskania energii.

W 2011 roku udział energii ze źródeł odnawialnych w pozyskaniu energii pierwotnej ogółem w UE wynosił 20,3%, a w Polsce 10,9%. Najwyższy udział występował na Łotwie i wynosił 99,8%. W Polsce w strukturze pozyskania energii odnawialnej dominuje biomasa. Jest ona wykorzystywana przede wszystkim do produkcji ciepła. W produkcji energii elektrycznej w ostatnich latach dynamicznie wzrastał udział energii wiatrowej, co pozwoliło wysunąć się jej na pierwsze miejsce.

Tabela 1. Udział poszczególnych nośników energii odnawialnej w łącznym pozyskaniu energii ze źródeł odnawialnych w Polsce w latach 2007-2012

Table 1. Share of individual renewable energy in total obtaining energy from renewable sources in Poland in the years 2007-2012

Wyszczególnienie/ Specification	Udział poszczególnych nośników energii odnawialnej w latach/Share of individual renewable energy in total obtaining energy in years [%]					
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Biopaliwa stałe/Solid biofuels	91,03	87,48	85,77	85,29	84,99	82,16
Energia słoneczna/Solar energy	0,01	0,02	0,11	0,12	0,14	0,15
Energia wody/Energy of water	4,17	3,42	3,37	3,65	2,68	2,06
Energia wiatru/Wind energy	0,92	1,33	1,53	2,08	3,69	4,80
Biogaz/Biogas	1,33	1,78	1,62	1,67	1,83	1,98
Biopaliwa ciekłe/Liquid biofuels	2,27	5,47	7,04	6,64	5,76	7,97
Energia geotermalna/Geothermal	0,22	0,23	0,24	0,20	0,17	0,19
Odpady komunalne/Municipal waste	0,02	0,00	0,01	0,04	0,43	0,38
Pompy ciepła/Heat pumps	0,03	0,27	0,30	0,31	0,30	0,31

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Energia ze źródeł... 2013]

Source: own study based on [Energia ze źródeł... 2013]

Koszty wytwarzania energii odnawialnej

Dotychczasowy rozwój OZE był wspierany systemem „kolorowych” certyfikatów. W rezultacie producenci energii odnawialnej uzyskiwali dochody ze sprzedaży po cenie „czarnej energii” i ze sprzedaży praw majątkowych certyfikatów, zróżnicowanych zależnie od stosowanej technologii wytwarzania. Rosnąca produkcja energii odnawialnej powodowała, że koszty wsparcia systematycznie, z rok na rok wzrastają, stając się coraz większym obciążeniem dla budżetu. Z tych powodów jednym z celów nowej ustawy o OZE jest ograniczenie kosztów wsparcia przez zastąpienie dotychczasowego systemu opartego na zielonych certyfikatach systemem aukcyjnym, na których będą wybierani producenci OZE, którzy zaproponują najniższą cenę. Wstępne wyliczenia Ministerstwa Gospodarki pokazują, że koszt nowego wsparcia dla OZE w 2020 roku może być ograniczony z 8902 mln zł przy obecnie funkcjonujących przepisach do 4261 mln zł przy uwzględnieniu proponowanej optymalizacji, zapewniając wytwarzanie 32,4 TWh energii elektrycznej i umocnienie konkurencyjności polskiej gospodarki [Projekt ustawy o OZE... 2014]. Wsparcie finansowe OZE wpływa na wysokość rachunków płacanych przez konsumentów za energię. Obecnie około 12% w cenie kWh prądu stanowi koszt zakupu certyfikatów pochodzenia odnawialnej energii. W Polsce powszechnie zwraca się uwagę na dotacje do OZE, ale nie wspomina o wsparciu górnictwa i energetyki węglowej. W 2012 roku dopłaty do OZE wyniosły około 4 mld zł, a szacunkowe wsparcie górnictwa, według różnych źródeł wynosiło 8-10 mld zł. Same dopłaty do emerytur górniczych wyniosły około 3,5 mld zł. Do tego należałoby jeszcze doliczyć wartość szkód górniczych, zagospodarowania hałd, subsydia rządowe, koszty usuwania szkód ekologicznych, koszty obsługi medycznej wynikających z zanieczyszczenia powietrza i emisji szkodliwych gazów [Bukowski, Śniegocki 2014]. W przyszłości dojdą jeszcze koszty zakupu praw do emisji dwutlenku węgla. Uwzględnienie tych kosztów dałoby pełny obraz wielkości i struktury kosztów i pełną ocenę konkurencyjności paliw konwencjonalnych i odnawialnych. Obliczenia takie od wielu lat prowadzone są w Niemczech. Według danych zawartych w raporcie *Niemiecka transformacja energetyczna* [Morris, Pehnt 2012], dotacje w tym kraju w latach 1972-2012 wyniosły dla węgla kamiennego 331 mld euro, dla energetyki atomowej 213 mld euro, dla węgla brunatnego 87 mld euro, a dla energii odnawialnej 67 mld euro. Niemcy ze wszystkich krajów europejskich mają najbardziej rozwiniętą energetykę odnawialną, w znacznej części dzięki skutecznym metodom wsparcia. Ocenia się, że obecnie znajduje się ona w szczytowym okresie wsparcia, a jej dotychczasowy rozwój i dokonujący się postęp technologiczny ustabilizował ceny energii tak, że za kilka lat niektóre technologie OZE nie będą wymagały dopłat aby konkurować z energią konwencjonalną.

W zależności od rodzaju źródła występują różne poziomy kosztów wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej. Wpływają one na konkurencyjność w ramach poszczególnych rodzajów OZE, w porównaniu do źródeł konwencjonalnych oraz na konkurencyjność branż energochłonnych, a w konsekwencji całej gospodarki. Według raportu wykonanego przez Instytut Energii Odnawialnej, badającego różne technologie OZE, koszty wytworzenia 1 MWh energii elektrycznej w zależności od źródła kształtują się od 200 do nawet 1500 zł. Najniższe koszty występują w instalacjach spalania gazu wysypiskowego – 200 zł/MWh i spalania wielopaliwowego, czyli tzw. współspalania – 300 zł/MWh. Nowe inwestycje w lądowe farmy lądowe pozwalają wyprodukować energię elektryczną w cenie 330 zł/MWh, a elektrownie tylko na biomasę – 510 zł/MWh. Budowane elektrownie fotowoltaiczne pozwalają utrzymać rentowność przedsięwzięcia przy sprzedaży energii w cenie 490-510 zł/MWh. Nowo budowane duże elektrownie wodne dla zachowania rentowności musiałyby otrzymywać cenę 500-600 zł/MWh, a biogazownie rolnicze 570-680 zł/MWh. Najdroższy prąd przy obecnych kosztach inwestycyjnych i eksploatacyjnych pochodziłby z elektrowni geotermalnych i kształtowałby się na poziomie 1530 zł/MWh. Dlatego obecnie w geotermii wytwarza się jedynie ciepło. Odmienne szacunki kosztów wytworzenia energii przedstawia Raport Ernst & Young [*Morskie farmy...* 2013] sporządzony dla warunków w 2011 roku. Zawarte w nim analizy pokazały, że najtańszą z ekonomicznego punktu widzenia metodą produkcji energii elektrycznej pozostaje konwencjonalna energetyka węglowa. W przypadku źródła na węgiel kamienny koszt wytworzenia 1 MWh został oszacowany na 282 zł a przy spalaniu gazu ziemnego 314 zł. Koszt energii z elektrowni atomowej został oszacowany na poziomie 313 zł/MWh. Dla źródeł OZE zaprezentowane analizy wykazały, że na najniższy koszt wytworzenia 1 MWh pozwala kogeneracja biomasowa – 393 zł/MWh. Energia z lądowych farm wiatrowych oszacowana została na 466 zł/MWh, opalanych biogazem rolniczym – 470 zł/MWh, z małych elektrowni wodnych 484 zł/MWh, w elektrowniach biomasowych – 487 zł/MWh, z morskich farm wiatrowych – 713 zł/MWh. Najdroższa była fotowoltaika – 1092 zł/MWh.

Na istotne różnice w szacowanych kosztach przedstawionych w tych dwóch raportach prawdopodobnie wpłynęły dotacje w kosztach inwestycyjnych, które pozwalają obniżyć ceny energii i czas ich spłaty. Jednym z czynników wpływających na koszty energii elektrycznej są koszty inwestycyjne na stworzenie nowych mocy. Pod tym względem najtańsza w przeliczeniu na 1 MW w cenach z 2011 roku była energetyka wiatrowa – 6,6 mln zł/MW, następnie stosownie do narastania kosztów fotowoltaika – 7,8 mln zł/MW, elektrownie biomasowe – 10,3 mln zł/MW, elektrociepłownie biomasowe – 10,7 mln zł/MW. Znacznie wyższe koszty inwestycyjne zanotowano w morskie farmy wiatrowe – 13,6 mln zł/MW, elektrociepłownie na biogaz rolniczy – 14,4 mln zł i 18,5 mln zł przy budowie małych elektrowni wodnych. Dla porównania koszty inwestycyjne dla energetyki konwencjonalnej i alternatywnej wynosiły: dla elektrowni na węgiel kamienny – 6,6 mln zł/MW, dla energetyki gazowej – 3,9 mln zł a dla energetyki atomowej 14,4 mln zł/MW.

Koszty inwestycyjne w przyszłości będą wykazywać dużą zmienność wynikającą z wprowadzenia nowych technologii i wymogów stawianych przez ochronę środowiska. Przeprowadzone przez Niemiecką Agencję ds. Energii Odnawialnej badania prognozują że koszty inwestycyjne w roku 2020 dla instalacji nowych mocy wytwórczych wynosić będą dla elektrowni:

- węgla brunatnego – średnio 1600 euro/kW,
- węgla brunatnego przy użyciu techniki CCS – 2500 euro/kW,
- węgla kamiennego – 1400 euro/kW,
- węgla kamiennego, technologia CCS – 2500 euro/kW,
- gazowych (gaz ziemny) – 700 euro/kW,
- wiatrowych na lądzie – 1000 euro/kW,
- wiatrowych morskich – 2400 euro/kW,
- fotowoltaicznych – 1400 euro/kW,
- geotermalnych średnio – 9000 euro/kW.

Tabela 2. Porównanie kosztów wytwarzania energii jądrowej i odnawialnej
Table 2. Comparison of cost of producing nuclear energy and renewable energy

Źródła energii w Polsce uruchamiane po 2020 r./ <i>Energy sources in Poland started after 2020</i>	Koszty energii [PLN/MWh]/ <i>Energy cost [PLN/MWh]*</i>
Elektrownie fotowoltaiczne/ <i>Photovoltaic power</i>	310,5
Lądowe farmy wiatrowe/ <i>Onshore wind farms</i>	321,8
Elektrownie na biomasę/ <i>Biomass power plants</i>	345,7
Morskie farmy wiatrowe/ <i>Offshore wind farms</i>	451,7
Elektrownia jądrowa/ <i>Nuclear power plant</i>	477,2

*ceny stałe z 2013 roku/*constant prices of 2013*

Źródło/Source: [W 2020 roku... 2011]

inwestycje w odnawialne technologie wytwarzania prądu stają się coraz korzystniejsze, podczas gdy budowa konwencjonalnych elektrowni będzie droższa niż w przeszłości.

Z odnawialnych źródeł energii najniższe koszty inwestycyjne występują dla lądowych elektrowni wiatrowych. Moc ta ze względu na okresowość wiatru wykorzystana jest w jednej czwartej. Elektrownie na biomasę, pomimo wyższych kosztów inwestycyjnych mają tę zaletę, że mogą pracować przez większą część roku (ponad 8000 godzin) stanowiąc ciągle i stabilne źródło energii. Określając koszty należy w kalkulacjach uwzględniać nie tylko bezpośrednie nakłady, ale również sprawność, czas budowy i eksploatacji oraz roczny stopień wykorzystania zdolności wytwórczej obiektu (ang. *load factor* – LF). Jest to odpowiednik rocznego względnego czasu wykorzystania mocy zainstalowanej. Dla biomasy LF wynosi 0,85, a dla pozostałych technologii OZE odpowiednio [Paska 2010]:

- systemy fotowoltaiczne – 0,11,
- systemy heliologiczne – 0,41,
- elektrownie wiatrowe na lądzie – 0,23,
- elektrownie wiatrowe na morzu – 0,39,
- duże elektrownie wodne – 0,5,
- małe elektrownie wodne – 0,57.

Za stosowaniem odnawialnych źródeł energii przemawiają także niskie koszty zanieczyszczenia środowiska (liczone w całym cyklu życia) oraz korzyści integracji środowiska gospodarczego i społecznego regionu.

Konkurencyjność źródeł energii dla odbiorców indywidualnych

Na konkurencyjność źródeł energii możemy również spojrzeć od strony indywidualnej, kalkulując koszty ogrzewania domu wraz z podgrzewaniem ciepłej wody. Stanowią one obecnie od 70 do 80% rocznych kosztów eksploatacji. Obliczenia przeprowadzono dla domu o powierzchni 160 m² w cenach z listopada 2013 roku.

Pomijając nakłady inwestycyjne, a biorąc pod uwagę koszty eksploatacyjne, rozpiętość kosztów pomiędzy najtańszą i najdroższą formą ogrzewania była 3,6-krotna. Najniższe porównywalne koszty uzyskuje się dzięki wykorzystaniu gruntowych pomp ciepła i kotłów na drewno. Gruntowe pompy ciepła obecnie umożliwiają wytwarzanie jeszcze niższym kosztem, ponieważ najnowsze urządzenia mają współczynnik COP na poziomie powyżej 5 (współczynnik COP wyraża stosunek energii włożonej do uzyskanej). Na przeciwnym biegunie cenowym są kotły opalane LPG i olejem opałowym. Na obniżenie kosztów ogrzewania wpływa dodatkowo wykorzystywanie urządzeń o wysokiej sprawności pozyskania ciepła. Przy zastosowaniu do podgrzewania ciepłej wody użytkowej kolektorów słonecznych najwyższy spadek kosztów uzyskuje się, gdy zastępują

Analizy wykonane dla Ministerstwa Gospodarki przez Instytut Energii Odnawialnej [Analiza dotycząca... 2013, W 2020 roku... 2011] wykazały, że większość nowych instalacji OZE oddawanych w latach 2018-2020 będzie produkować energię po kosztach niższych niż z energii jądrowej, która najwcześniej może być oddana do użytku w 2024 roku (tab. 2). Przeprowadzone badania wykazały jednolity trend:

Tabela 3. Koszty ogrzania domu i podgrzania ciepłej wody przy różnych rodzajach paliw i energii
 Table 3. Home heating costs of heating hot water for different types of fuel and energy

Rodzaj paliwa i energii/ <i>Fuel and energy</i>	Urządzenia i technologia wytworzenia ciepła/ <i>Equipment and technology generale heat</i>	Koszty roczne [zł]/ <i>Annual costs [PLN]</i>	Koszt wytworzenia 1 kWh/ <i>Cost of producing 1 kWh</i>
Energia elektryczna/ <i>Eectricity</i>	Grzejniki elektryczne akumulacyjne/ <i>Electric storage heaters</i>	9 231	0,38
	Pompa ciepła powietrzna (COP = 3,0)/ <i>Heat pump air</i>	4 859	0,20
	Pompa ciepła gruntowa (COP = 4,0)/ <i>Ground water heat pump</i>	2 915	0,12
Drewno/ <i>Wood</i>	Kocioł na pelety (sprawność 88%)/ <i>Pellet boiler (efficiency 88%)</i>	4 444	0,18
	Kocioł na drewno (sprawność 80%)/ <i>Boiler wood</i>	3 031	0,12
Węgiel/ <i>Coal</i>	Z podajnikiem „ekogroszek” (sprawność 75%)/ <i>With fedder coal (efficiency 75%)</i>	4 038	0,17
	Kocioł miałowy (sprawność 60%) + bojler elektryczny/ <i>Boiler coal + electric water heater (efficiency 60%)</i>	4 169	0,17
Olej opałowy/ <i>Oil</i>	Kocioł kondensacyjny + kolektory słoneczne/ <i>Condensing boiler + solar</i>	7 884	x
	Kocioł kondensacyjny (sprawność 100%)/ <i>Condensing boiler (efficiency 100%)</i>	9 199	0,38
	Kocioł tradycyjny (sprawność 88%)/ <i>Boiler traditional (efficiency 88%)</i>	10 453	0,43
LPG	Kocioł kondensacyjny + kolektory słoneczne/ <i>Condensing boiler + solar</i>	9 080	x
	Kocioł kondensacyjny (sprawność 104%)/ <i>Condensing boiler (efficiency 104%)</i>	10 487	0,43
Gaz ziemny/ <i>Natural gas</i>	Kocioł kondensacyjny + kolektory słoneczne/ <i>Condensing boiler + solar</i>	4 554	x
	Kocioł kondensacyjny (sprawność 104%)/ <i>Condensing boiler (efficiency 100%)</i>	5 212	0,21
	Kocioł tradycyjny (sprawność 85%)/ <i>Boiler traditional</i>	6 174	0,25
	Kocioł starego typu (sprawność 70%)/ <i>Boiler of old type (efficiency 70%)</i>	7 356	0,30

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów firmy Viessmann [2013]
 Source: own study based on materials Viessmann [2013]

one olej opałowy i LPG. Dodatkowym efektem trudnym do wyrażenia w mierniku pieniężnym są korzyści ekologiczne, brak zanieczyszczeń środowiska naturalnego, brak zabrudzeń komina, dachu. Odnawialne źródła energii mogą być również wykorzystane do produkcji energii elektrycznej. W 2013 roku jednorodzinny dom rocznie zużywał około 3 MWh, a zużycie energii elektrycznej na osobę wynosiło 746,8 kWh. Taką ilość energii można wyprodukować, montując na dachu budynku ogniwa fotowoltaiczne o powierzchni 20 m².

Wybór źródła energii ma charakter indywidualny. Wielkości opisujące koszty inwestycyjne i eksploatacyjne wykazują dużą zmienność w zależności od wielkości tworzonej mocy. Jeden MW mocy w małych instalacjach jest z reguły znacznie droższy od dużych obiektów. Dla inwestora chcącego produkować energię w systemie prosumenckim kluczową sprawą jest dobór odpowiedniej technologii i urządzeń specyficznych dla konkretnego profilu gospodarstwa. Uwzględnić należy możliwość wykorzystania produktów ubocznych i odpadowych, warunki pogodowe panujące na danym obszarze. Decyzje o wyborze mikrobiogazowni, paneli słonecznych, małych elektrowni wiatrowych, kotłów na biomasę lub pomp ciepła zależą od tego jakiej energii najwięcej się zużywa, czy będzie się ją wykorzystywać do ogrzewania, oświetlenia, przygotowania ciepłej wody, suszenia lub chłodzenia.

Przykład optymalizacji wykorzystania surowców i energii

Z analizowanych praktycznych przypadków wynika, że najwyższą efektywność uzyskujemy wykorzystując posiadane surowce, półprodukty, odpady w zamkniętym systemie lokalnego wykorzystania energii elektrycznej i ciepłej na każdym etapie produkcji. Przykładem mogą być nowe inwestycje realizowane na obszarze województw pomorskiego i zachodniopomorskiego [*Plan przedsięwzięcia...* 2010]. Łączą one w ramach jednej inwestycji budowę:

- gorzelni rolniczej,
- instalacji biogazowej (biogazowi) z agregatami prądotwórczo-cieplnymi,
- stawów glonowych – laguny,
- instalacji magazynowania i sprężania dwutlenku węgla,
- instalacji do separacji i suszenia masy pofermentacyjnej,
- instalacji do produkcji pasz,
- instalacji wytwarzania nawozów organiczno-mineralnych,
- instalacji do produkcji wyciągów ziołowych.

Zastosowana technologia pozwoli na osiągnięcie efektu synergii, zarówno pod względem ekonomicznym, jak i ekologicznym. System powiązań umożliwiający osiągnięcie zamierzonych celów przedstawia się następująco:

- do produkcji spirytusu wykorzystuje się energię elektryczną i ciepłą wytwarzaną w biogazowi.
- zasadniczym substratem do produkcji biogazu będzie wywar gorzelniany (produkt uboczny),
- ścieki z procesów technologicznych i odwirowania pofermentu z biogazowi zostaną wykorzystane do sporządzania zacierów,
- dwutlenek węgla powstający w procesach produkcyjnych gorzelni i agregatach kogeneracyjnych zostanie zatłoczony do intensyfikacji procesów przemian metanogennych w komorach fermentacyjnych biogazowni oraz zagospodarowany w procesach przemian biochemicznych zachodzących w hodowli biomasy glonowej w lagunach, która będzie wykorzystana do wytwarzania biogazu w fermentacji metanowej,
- energia ciepła zawarta w spalinach wykorzystana zostanie w wytwornicach pary oraz w procesie suszenia osadów i masy glonowej,
- wysuszona frakcja stała masy pofermentacyjnej i glonowej po zmieszaniu z rozdrobnionym dolomitom umożliwi wytwarzanie nawozu organiczno-mineralnego; proces ten będzie przebiegał powoli, umożliwiając reakcję w czasie której praktycznie obumierają wszystkie szkodliwe frakcje, a nawóz uzyskuje drobnogruzelkową strukturę, bez zapachu, o odczynie zbliżonym do obojętnego,
- część produkowanego spirytusu zostanie wykorzystana do produkcji wyciągów ze świeżych i suszonych ziół oraz olejków eterycznych; w procesie tym będzie spożytkowane ciepło odpadowe, a pozostałości po ekstrakcji będą przerabiane w procesie fermentacji metanowej w biogazowni.

Technologia ta pozwoli na obniżenie wskaźników energetycznych i wodnych w stosunku do obecnie funkcjonujących gorzelni, a mianowicie zmniejszenie:

- o 40% zużycia energii ciepłej,
- o 40-50% zużycia wody procesowej,
- o około 20% kosztów jednostkowych wytwarzania spirytusu i biogazu w wyniku energetycznego zagospodarowania wywaru.

Zmniejszy się także zapotrzebowanie na objętość komór fermentacyjnych biogazowni, ponieważ przerabiany surowiec jest już wstępnie przygotowany, zmacerowany, co znacznie skraca czas fermentacji. Przekłada się to na niższe koszty budowy biogazowni i niższe koszty eksploatacyjne z powodu wykorzystania surowców odpadowych. Uzyskiwane zyski z inwestycji będą pochodziły ze sprzedaży energii elektrycznej, energii ciepłej, spirytusu etylowego, wyciągów ziołowych, nawozów organiczno-mineralnych, skondensowanego dwutlenku węgla. Istnieje jeszcze opcja, aby część wywaru poddać odwodnieniu i w postaci granulatu sprzedawać jako paszę dla zwierząt.

Wnioski

1. Wiele instalacji wykorzystujących OZE znajdują się w początkowym stadium rozwoju technicznego i bez dodatkowego wsparcia finansowego nie są w stanie konkurować z paliwami konwencjonalnymi.
2. Dokonujący się postęp technologiczny sprawia, że systematycznie obniżeniu ulegają zarówno koszty inwestycyjne, jak i eksploatacyjne.
3. Dla zapewnienia konkurencyjności energii pochodzącej z biomasy wskazane jest tworzenie instalacji hybrydowych zapewniających wykorzystanie surowców w ramach zamkniętych, dopełniających się systemów.

Literatura

- Analiza dotycząca możliwości określenia niezbędnej wysokości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE w kontekście realizacji „Krajowego planu działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych”.* 2013: Praca wykonana na zamówienie Ministerstwa Gospodarki w Instytucie Energetyki Odnawialnej, Warszawa.
- Bukowski M., Śniegocki A. 2014: *Ukryty rachunek za węgiel*, Raport Raport Warszawskiego Instytutu Studiów Ekonomicznych, Warszawa.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych*, Dz.U. L 140 z 5.6.2009.
- Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.* 2013: GUS, Warszawa.
- Materiały informacyjne firmy Viessmann. 2013.
- Morris C., Pehnt M. 2012: *Niemiecka transformacja energetyczna*, Fundacja H. Bolla.
- Morskie farmy wiatrowe mogą dać miliardy polskiej gospodarce.* 2013: Raport Ernst & Young, Warszawa.
- Paska J. 2010: *Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej i ciepła*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Plan przedsięwzięcia pt. *Hybrydowy układ technologiczny produkcji etanolu, energii i wyciągów zielonych.* 2010: EKSPERT-SITR Sp. z o.o., Koszalin.
- Projekt ustawy o odnawialnych źródłach energii z dnia 7 kwietnia 2014 r.* Ministerstwo Gospodarki.
- W 2020 roku nastąpi zrównoważenie wytwarzania energii wiatrowej i konwencjonalnej.* 2011: Raport Instytutu Energii Odnawialnej, Warszawa.

Summary

The aim of this study was to demonstrate the diversity of formation of the costs of electricity, heat and transport fuels. Using the data available in the literature and own research has shown that at the present stage of development, only energy from waste biomass is able to compete with conventional energy. Past trends suggest that in the future, thanks to technological progress RES can be competitively priced compared to conventional sources. Until then require financial support to new technologies can be applied on a scale sufficient to ensure their profitability.

Adres do korespondencji
 doc. dr inż. Waldemar Gostomczyk
 Politechnika Koszalińska
 Wydział Nauk Ekonomicznych
 ul. Kwiatkowskiego 6E, 75-343 Koszalin
 e-mail: waldemar.gostomczyk@tu.koszalin.pl