



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

*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.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

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

THE IMPACT OF THE POLISH RENEWABLE ENERGY SECTOR ON EMPLOYMENT

ODDZIAŁYWANIE POLSKIEGO SEKTORA ENERGETYKI ODNAWIALNEJ NA ZATRUDNIENIE

Piotr Lucjan Gradziuk (A,B,C,D,E,F,G)

Polish Academy of Sciences, Institute of Rural Development and Agriculture,
Poland

Polska Akademia Nauk, Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa, Polska

Citation:

Gradziuk, P. L. (2022) The impact of the polish renewable energy sector on employment / Oddziaływanie polskiego sektora energetyki odnawialnej na zatrudnienie. *Economic and Regional Studies*, 15(4), 478-491. <https://doi.org/10.2478/ers-2022-0032>

REVIEW ARTICLE

JEL code: O13, P18, Q42,
Q54, Q58

Submitted:
December 2022

Accepted:
December 2022

Tables: 2
Figures: 3
References: 57

ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY

Klasyfikacja JEL: O13, P18,
Q42, Q54, Q58

Zgłoszony:
grudzień 2022

Zaakceptowany:
grudzień 2022

Tabele: 2
Rysunki: 3
Literatura: 57

Abstract

Subject and purpose of work: This study analyses employment in the renewable energy sector. The aim of this research was to explore the impact of obtaining energy from renewable sources on the labor market in Poland.

Materials and methods: This study is based on secondary data from the Central Statistical Office, Eurostat, and EurObserv'ER. During the literature review, research papers on the labor market, published in Poland and internationally, were examined. The analyzed data was processed using an Excel 2007 spreadsheet. The number of people employed in relation to 1,000 toe of primary energy obtained in individual RES industries was the measure of the impact of the RES sector on employment. The results of the present research were presented using descriptive, graphical and tabular methods.

Results: In Poland, the use of renewable energy sources between 2010 and 2020 doubled, from 6,892 ktoe to 12,518 ktoe, and is projected to further double by 2030 compared to 2020. It is generally agreed that obtaining energy from renewable sources has a significant positive impact on the labor market. In the period of analysis, the number of individuals employed in the RES sector increased from 36.8 thousand to 110.8 thousand. The highest labor intensity was reported for the RES sectors of solar power, heat pumps, and liquid biofuels.

Conclusions: If the renewable energy sector continues to develop as projected, the demand for employees in this industry will more than double by 2030.

Keywords: renewable energy sources, employment, photovoltaics, heat pumps

Streszczenie

Przedmiot i cel pracy: Przedmiotem analizy i oceny było zatrudnienie w sektorze odnawialnych źródeł energii. Celem pracy - rozpoznanie wpływu pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych na rynek pracy w Polsce

Materiały i metody: Źródłem materiałów były dane wtórne Głównego Urzędu Statystycznego, Europejskiego Urzędu Statystycznego oraz EurObserv'ER. W ramach studiów literaturowych dokonano przeglądu zarówno krajowych jak i zagranicznych dostępnych opracowań z zakresu rynku pracy. Analizowane dane przetwarzano przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel 2007. Miernikiem efektów zatrudnienia była liczba pracujących w odniesieniu do 1 000 toe pozyskanej energii pierwotnej w poszczególnych branżach oze. Wyniki analiz zaprezentowano w formie opisowej, graficznej i tabelarycznej.

Wyniki: W Polsce wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w latach 2010-2020 zwiększyło się dwukrotnie, z 6 892 ktoe do 12 518 ktoe a do 2030 r. ulegnie podwojeniu w stosunku do 2020 r. Jednym z najczęściej podnoszonych argumentów na korzyść rozwoju pozyskiwania energii ze źródeł

Address for correspondence / Adres korespondencyjny: prof. Piotr Lucjan Gradziuk, PhD (ORCID: 0000-0003-0825-6281), (pgradziuk@irwirpan.waw.pl), Polish Academy of Sciences, Institute of Rural Development and Agriculture, Poland, phone: +48 605 205 045; address: Pałac Staszica w Warszawie, Nowy Świat 72, 00-330, Poland

Journal included in: ERIH PLUS; AgEcon Search; AGRO; Arianta; Baidu Scholar; BazEkon; Cabell's Whitelist; CNKI Scholar; CNPIEC - cnpLINKer; EBSCO Discovery Service; EBSCO-CEEAS; EuroPub; Google Scholar; Index Copernicus ICV 2017-2020: 100,00; J-Gate; KESLI-NDSL; MyScienceWork; Naver Academic; Naviga (Softweco); Polish Ministry of Science and Higher Education 2021: 20 points; Primo Central; QOAM; ReadCube; Semantic Scholar; Summon (ProQuest); TDNet; WanFang Data; WorldCat.

Copyright: © The Authors, 2022. **Publisher:** John Paul II University of Applied Sciences in Białą Podlaską, Poland.

odnawialnych jest ich znaczące pozytywne oddziaływanie na rynek pracy. W badanym okresie liczba zatrudnionych w tym sektorze wzrosła z 36,8 tys. do 110,8 tys. Najwyższą pracochłonnością charakteryzowały się branże energetyki słonecznej, pomp ciepła i biopaliw płynnych.

Wnioski: Tak znaczący przewidywany rozwój sektora odnawialnych źródeł energii do 2030 r. spowoduje ponad dwukrotny wzrost zapotrzebowania na pracowników.

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii, zatrudnienie, fotowoltaika, pompy ciepła

Introduction

The displacement of fossil fuels with energy obtained from renewable sources is the most effective method of reducing greenhouse gas (GHG) emissions, as stated in an agreement negotiated during the twenty-first session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (Union, 2016). This guideline was incorporated in the national policies or integration groups that address the reduction of GHG emissions by increasing the share of energy from renewable sources in the gross final energy consumption. In the European Union (EU), these include "Clean energy for all Europeans" package (European, 2019), or Directive 2018/2001 (Commission, 2018), which set the target share of energy originating from renewable sources in the gross final energy consumption in 2030 to at least 32%. In order to achieve the objectives laid down in the European Green Deal (Commission, 2019) and the "Ready for 55" strategy (Commission, 2021), the European Commission has published a proposal for an amendment of the renewable energy directive (EU) 2018/2001, initially postulating an increase in the EU RES target to 38-40 % by 2030, and doubling it to 45% compared to 2020 in a proposal put forward on 15 May 2022 (Commission, 2022). These documents constitute an integral part of the strategy developed by the European Commission to implement the UN 2030 Agenda for Sustainable Development (Organization, 2015). Ambitious plans to foster the development and application of renewable energy are also being implemented at the national level, by the three largest GHG emitters: China (Auffhammer et al., 2021), the USA (Jamil et al., 2022), and India (International, 2020). In Poland, the production of energy from renewable sources between 2000 and 2020 more than tripled from 3,808 ktoe to 12,518 ktoe. The rate of this growth was much higher than the EU-27 average (GUS, 2020).

The growing uptake of renewable energy is accompanied by increasing employment figures (Cameron and van der Zwaan 2015, Kammen et al. 2004, Lehr et al., 2012). In 2021, the RES industry employed 12.7 million people worldwide, mostly in China (42%), Brazil (10%), the European Union (10%), India (7%), and the USA (7%). More than a third of this workforce is employed in the photovoltaic sector (International, 2022). Many other studies revealed the relationship between the growing use of RES and

Wstęp

Najskuteczniejszą metodą redukcji emisji gazów cieplarnianych (*greenhouse gases* – GHG) jest substytucja paliw kopalnych energią pozyskiwaną ze źródeł odnawialnych, na co między innymi wskazano w wynegocjowanym porozumieniu podczas XXI Konferencji Stron Konwencji Klimatycznej (Unia, 2016). Ta wytyczna znalazła swoje odzwierciedlenie w politykach krajowych czy też ugrupowaniach integracyjnych, odnoszących się do ograniczania emisji GHG przez wzrost udziału w końcowym zużyciu energii ze źródeł odnawialnych. W Unii Europejskiej (UE) takimi dokumentami są między innymi „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” (European, 2019), czy też dyrektywa 2018/2001 (Komisja, 2018), w której, wyznaczono cel udziału energii z odnawialnych źródeł w końcowym zużyciu energii brutto w 2030 r. na poziomie co najmniej 32 %. Aby osiągnąć założenia przyjęte w Europejskim Zielonym Ładzie (Komisja, 2019) oraz strategii „Gotowi na 55” (Komisja, 2021) Komisja Europejska wdrożyła procedurę zmiany dyrektywy (UE) 2018/2001, postulując początkowo zwiększenie unijnego celu w zakresie OZE do 38-40% w 2030 r. (Komisja, 2021b), a już we wniosku z 15 maja 2022 r. do 45% (Komisja, 2022), czyli jego podwojenie w stosunku do 2020 r. Dokumenty te stanowią integralną część opracowanej przez Komisję strategii mającej na celu wdrożenie agendy ONZ na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030 (Organizacja, 2015). Również ambitne plany w zakresie rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii zaczynają realizować państwa – najwięksi emitenci GHG - Chiny (Auffhammer i wsp., 2021), USA (Jamil i wsp., 2022) oraz Indie (International, 2020). W Polsce produkcja energii ze źródeł odnawialnych w latach 2000-2020 uległa zwiększeniu ponad trzykrotnie, z 3 808 ktoe do 12 518 ktoe. Tempo tego wzrostu było znacznie wyższe niż w UE-27 (GUS, 2020).

Wraz z rozwojem wykorzystania odnawialnych źródeł energii wzrasta także zatrudnienie (Cameron i van der Zwaan 2015, Kammen i inni 2004, Lehr i inni, 2012). W 2021 r. na świecie sektor ten zatrudniał 12,7 mln osób, najwięcej w Chinach (42%), Brazylii (10%), Unii Europejskiej (10%), Indiach (7%) oraz USA (7%). Ponad jedna trzecia z tej liczby to zatrudnieni w sektorze fotowoltaicznym (International, 2022). Na zależności między rozwojem wykorzystania OZE a zatrudnieniem wskazywano także w wielu innych opracowaniach. W Białej Księdze *Energia dla*

employment. The White Paper entitled "Energy for the Future: Renewable Sources of Energy" (Energy, 1997) states that the doubled share of renewable energy in the total energy use in the EU may produce 500–900 thousand new jobs. Similar estimates were presented in "Resource Efficient Europe" (Notice, 2011), or "The Roadmap for Moving to a Competitive Low-Carbon Economy in 2050" (Notice, 2011b). Within the EU, the effects of policies supporting the uptake of energy from renewable sources and the development of the RES technologies on the labor market have been studied from the early 1990s within the framework of, inter alia, ECOTEC (Research 1995), ALTENER (Overview 2003), EmployRES (Employment 2014), or Science for Policy (Czako, 2020). The net effects were estimated at 545–656 thousand new jobs, which is consistent with the data included in the White Paper of 1997. According to a Greenpeace report, the net employment in Poland (considering changes in mining and conventional energy sources) was to increase by 155 thousand jobs until 2020 compared to 2010. (Pracując, 2011). In a chapter describing the energy development of suburban and rural areas, the *Strategy for Energy Security and Environment until 2020* (Ministry, 2014b) highlights the importance of distributed energy generation in the professional activation of the population. According to the National Development Plan for Micro-Installations of Renewable Energy Sources by 2020 (Institute, 2013), the extended use of RES contributes to the creation of a significant number of permanent jobs that are largely decoupled from the main industrial centers. Both of these documents refer to jobs created for the construction and operation of RES installations, mainly by the SME sector.

These jobs are usually created in non-urbanized areas troubled with relatively high unemployment rate and may be suitable for low skilled workers. The importance of using RES, primarily biomass, for the labor market is reflected in Schumacher's arguments (1981): "jobs should be created exactly where people currently live, not in cities or places where people migrate to; the applied methods of creating such jobs should be simple in order to minimize the demand for high qualifications not only in the sector of direct production but also in the sector of raw materials supply, organization system, financing, marketing, etc.; goods should be produced with locally produced materials and they should reflect the needs of the local markets."

przyszłości – odnawialne źródła energii (Energy, 1997) stwierdzono, że podwojenie udziału odnawialnych źródeł energii w zużyciu energii we Wspólnocie może przyczynić się do stworzenia 500-900 tys. miejsc pracy. Zbliżone szacunki przedstawiono także w takich dokumentach, jak „*Europa efektywnie korzystająca z zasobów*” (Komunikat, 2011), czy też „*Planie działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki nisko-emisyjnej w 2050 roku*” (Komunikat, 2011b). Badania nad oceną efektów polityki wsparcia odnawialnych źródeł energii i ogólnie rozwoju technologii OZE dla rynku pracy zaczęto prowadzić w Unii Europejskiej począwszy od lat dziewięćdziesiątych XX wieku, między innymi w ramach projektów ECOTEC (Research 1995), ALTENER (Overview 2003), EmployRES (Employment 2014), czy też Science for Policy (Czako, 2020). W ujęciu netto efekty te szacowano na poziomie od 545 tys. do 656 tys. miejsc pracy, a więc porównywalnie z wielkościami wymienionymi w Białej Księdze z 1997 roku. W Polsce, według raportu sporządzonego przez Greenpeace, zatrudnienie netto (po uwzględnieniu zmian w górnictwie i energetyce konwencjonalnej) do 2020 r. w odniesieniu do 2010 r. miało wzrosnąć do 155 tys. (Pracując, 2011). Także w „Strategii Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko perspektywa do 2020 r.” (Ministerstwo, 2014b) w części dotyczącej rozwoju energetycznego obszarów podmiejskich i wiejskich wskazano na znaczenie energetyki rozproszonej w aktywizacji zawodowej ludności. Również w Krajowym Planie Rozwoju Mikroinstalacji Odnawialnych Źródeł Energii do 2020 (Instytut, 2013) roku wskazano, że rozwój wykorzystania OZE przyczynia się do tworzenia znaczącej liczby trwałych miejsc pracy, których zaletą jest przestrzenne niezależnienie od centrów przemysłowych. Oba te dokumenty odnoszą się do etatów tworzonych na potrzeby budowy instalacji OZE i ich obsługi, głównie przez sektor MŚP.

Ważne przy tym jest to, iż wspomniane miejsca pracy powstają głównie na obszarach nieurbanizowanych o stosunkowo wysokiej stopie bezrobocia i mogą być ofertą dla pracowników o niskich kwalifikacjach. Znaczenie wykorzystania OZE dla rozwoju rynku pracy, w tym przede wszystkim biomasy, bardzo dobrze odzwierciedla pogląd Schumachera (1981), który pisał: „miejsca pracy trzeba tworzyć na obszarach, gdzie dziś właśnie żyją ludzie, a nie w miastach, do których emigrują; stosowane metody wytwarzania powinny być na tyle proste, by minimalizować popyt na wysokie kwalifikacje, i to nie tylko w bezpośredniej produkcji, ale i w sferze podaży surowcowej, w systemie organizacyjnym, finansowaniu, marketingu itp.; towary należy produkować głównie z surowców lokalnych i na potrzeby rynków lokalnych”.

Research material, subject-matter of the analysis, and methodology

This research explores whether and how obtaining energy from renewable sources impacts the labor market in Poland. The following RES sectors were considered: solid biofuels, biogas, liquid biofuels, geothermal, hydropower, municipal waste, solar collectors, solar power, thermal power, and wind power. The research data was sourced from the available records and literature review. Secondary data used for this research was derived from the Central Statistical Office (Energia ze źródeł odnawialnych, 2006-2020), Eurostat (Energy balance sheets 1990-2020), and EurObserv'ER (The State of Renewable Energies in Europe). During the literature review, research papers on the labor market, published in Poland and internationally, were examined. The analyzed data was processed using an Excel 2007 spreadsheet. The number of people employed (either directly in the enterprises operating in the production of energy resources and in the production of the renewable energy itself, or providing equipment and services used in the RES sectors) in relation to 1 000 toe of primary energy obtained in individual RES industries was the measure of the impact of the RES sector on employment. The results of the present research were presented using descriptive, graphical and tabular methods.

The renewable energy sector in Poland

In Poland, the Energy Law Act (1997) introduced the obligation for power purchase from renewable sources. The Energy Law Act adopted in 1997 r. explicitly defines the sources of renewable energy (Article 3), whereas according to Article 15, the main objectives and rationale of the national energy policies are to be consistent with principles of the sustainable development of the country, and should, inter alia, take into account and build upon the development of RES. According to Article 9 of the Act, the minister in charge of economic affairs shall impose, by way of ordinance, the obligation to purchase electricity and heat from RES, and shall determine detailed scope of the renewable purchase obligation. Soon after the Act entered into force, it became obvious that the renewable purchase obligation was difficult to satisfy. The President of the Energy Regulatory Office was in charge of enforcing the provisions of the Act and the ensuing inspections revealed that in 2001, a significant share of companies that traded in electricity failed to fulfill the renewable purchase obligation. The main reason behind this was the scarcity of renewable energy available on the market, which means that some of the enterprises to which

Zakres, źródła materiałów i zastosowane metody

Głównym celem podjętych badań było rozpoznanie wpływu pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych na rynek pracy w Polsce. Uwzględniono następujące branże energetyki odnawialnej: biomasy stałej, biogazu, biopaliw płynnych, geotermii, odpadów komunalnych, fotowoltaiki, kolektorów słonecznych, wiatru, wody i pomp ciepła. W pracy wykorzystano dwie metody gromadzenia materiałów badawczych: dokumentacyjną i studiów literaturowych. Do badań, w ramach metody dokumentacyjnej wykorzystano dane wtórne Głównego Urzędu Statystycznego (Energia ze źródeł odnawialnych, 2006-2020), Europejskiego Urzędu Statystycznego (Energy balance sheets 1990-2020) oraz organizacji EurObserv'ER (The State of Renewable Energies in Europe). W ramach studiów literaturowych dokonano przeglądu zarówno krajowych jak i zagranicznych dostępnych opracowań z zakresu rynku pracy. Analizowane dane przetwarzano przy użyciu arkusza kalkulacyjnego Excel 2007. Miernikiem efektów zatrudnienia była liczba pracujących (bezpośrednio w podmiotach gospodarczych zajmujących się wytwarzaniem surowców energetycznych i energii z odnawialnych źródeł, jak też w sektorach dostarczających urządzenia i świadczących usługi z tego zakresu) w odniesieniu do 1 000 toe pozyskanej energii pierwotnej w poszczególnych branżach. Wyniki analiz zaprezentowano w formie opisowej, graficznej i tabelarycznej.

Charakterystyka sektora odnawialnych źródeł energii w Polsce

W ustawodawstwie polskim obowiązek zakupu energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych zapisany został w ustawie Prawo energetyczne (1997). W uchwalonej w 1997 r. ustawie między innymi zdefiniowano odnawialne źródła energii (art. 3), zaś w art. 15 zapisano, iż założenia polityki energetycznej państwa powinny być opracowywane zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju kraju i między innymi uwzględniać rozwój OZE. Art. 9 udzielał ministrowi właściwemu ds. gospodarki delegacji do nakładania obowiązku zakupu energii elektrycznej i ciepłej z OZE oraz określania szczegółowego zakresu tego obowiązku w drodze rozporządzenia. Już w pierwszych latach obowiązywania tych norm wystąpiły problemy z ich spełnieniem. Przeprowadzone kontrole (nadzór nad przestrzeganiem tego obowiązku powierzono Prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki) wykazały, że w 2001 roku znacząca część przedsiębiorstw zajmujących się obrotem energią elektryczną nie wypełniła tego obowiązku. Główną przyczyną była niewystarczająca ilość takiej energii na rynku, która zapewniłaby wszystkim zobowiązanym przedsiębiorstwom możliwość jej zakupu w wymaganej

these obligations applied were unable to purchase the amounts to energy required by the Act. To make matters worse, there was a growing legal uncertainty from the unambiguous interpretation of the provisions of the Act. For example, the regulation of the Minister of Economy of 23 February 2010 (Regulation, 2010) changed the definition of biomass so that cereal grains that did not meet the relevant quality standards could be used for energy production in the power industry. This solution was introduced in response to the very low purchase prices and difficulties with the disposal of low-quality cereal grains. In 2003, after heated discussions, the Act on biocomponents used in liquid fuels and liquid biofuels was passed (Act, 2003).

With Poland's accession to the EU, the national energy regulations were adapted to EU directives, and the Polish "energy law" and "environmental protection law" have changed accordingly. The Energy Policy of Poland by 2030 (Ministry, 2009) and the National Action Plan on Renewable Energy (Ministry, 2010) were the strategic documents that set the stage for the development of renewable energy sources in Poland. The uptake of renewable energy sources, including biofuels, was listed as one of the five basic cornerstones of Poland's energy policy, and the share of energy from renewable sources in gross final energy consumption in 2020 was to increase to 15%. This goal was even exceeded, although it initially seemed unrealistic (Figure 1).

The legal framework for the development of renewable energy sources was also indirectly shaped by documents on the development of low-emission and energy-efficient economy. The National Action Plan on Energy Efficiency for Poland (Ministry, 2014) recommends using decentralized energy supply systems based on, inter alia, RES (as long as it is economically, technically and environmentally sustainable). The National Program for the Development of Low-Emission Economy (Ministry, 2015) also incorporates the growing use of RES among the top priorities for low-emission energy generation, however, the Act on renewable energy sources (Act, 2015) was adopted no sooner than on 10 February 2015. Despite many years of consultations, the Act has been heavily criticized. As a result, work on amending the Act were initiated in May 2015, and the Act was amended on 29 December 2015 (the Act, 2015b). In fact, the Act was amended eight times by 2022.

rozporządzeniem ilości. Ponadto pogłębiały się niejasności w interpretacji przepisów, np. w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 23 lutego 2010 r. (Rozporządzenie, 2010) zmieniono definicję biomasy, tak by ziarno zbóż, nie spełniających norm jakościowych, mogło być wykorzystane na cele energetyczne w elektroenergetyce. Głównym powodem były bardzo niskie ceny skupu oraz trudności z ich zbytem. W 2003 roku, po bardzo burzliwych dyskusjach, uchwalona została też ustawa o biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych (Ustawa, 2003).

Przystąpienie Polski do UE wymusiło dostosowanie regulacji krajowych do dyrektyw unijnych – w wyniku czego zmianom uległy w Polsce „prawo energetyczne” oraz „prawo ochrony środowiska”. Strategicznymi dla rozwoju odnawialnych źródeł energii w Polsce dokumentami były „Polityka energetyczna Polski do roku 2030” (Ministerstwo, 2009) oraz „Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” (Ministerstwo, 2010). Rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw został wymieniony jako jeden z pięciu podstawowych kierunków polskiej polityki energetycznej, zaś udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w 2020 r. miał wynieść 15%. I mimo iż cel ten wydawał się być bardzo trudny do realizacji, to jednak został przekroczony (Rysunek 1).

Ramy prawne rozwoju odnawialnych źródeł energii pośrednio wyznaczane są także przez dokumenty dotyczące rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i efektywnej energetycznie. W Krajowym Planie Działań dotyczącym efektywności energetycznej dla Polski (Ministerstwo, 2014) założono (wszędzie tam gdzie jest to ekonomicznie, technicznie i środowiskowo uzasadnione) wykorzystywanie zdecentralizowanych systemów dostarczania energii w oparciu m. in. o OZE. Również Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej (Ministerstwo, 2015) spośród priorytetów służących niskoemisyjnemu wytwarzaniu energii wymienia rozwój wykorzystania OZE, ale pierwsza ustawa o odnawialnych źródłach energii (Ustawa, 2015) została uchwalona dopiero 20 lutego 2015 r. Pomimo wieloletnich konsultacji spotkała się z krytyką i już w maju 2015 r. rozpoczęły się prace nad jej nowelizacją, które zakończono 29 grudnia tegoż roku (Ustawa, 2015b). Do 2022 r. ustawa była jeszcze ośmiokrotnie nowelizowana.

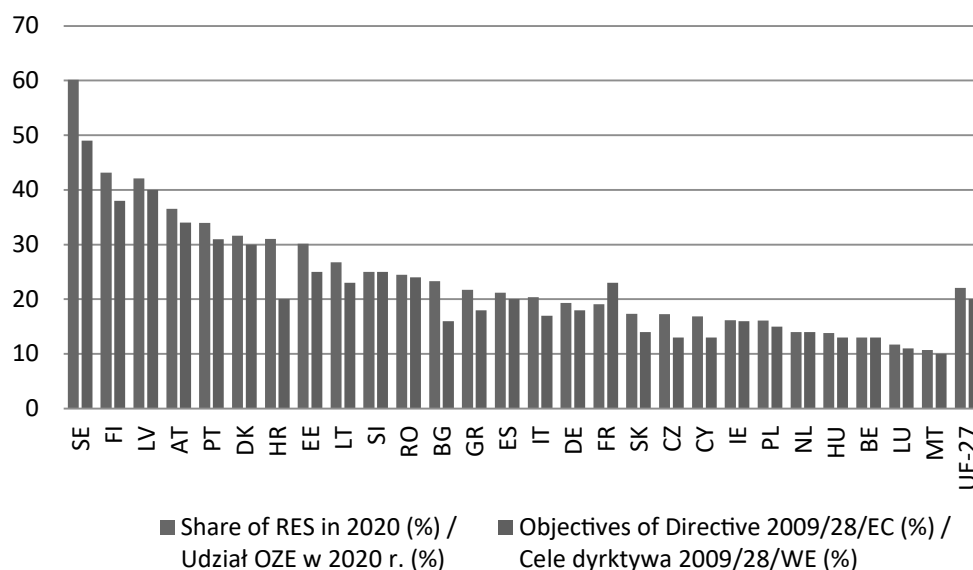


Figure 1. Share of energy from renewable sources in gross final energy consumption in EU-27 member states in 2020, and the energy consumption targets under Directive 2009/28/EC.

Source: Own study based on Directive 2009/28/EC and approximated estimates for the share of gross final consumption of renewable energy sources in 2020 (EEA 2020 RES share proxies). Accessed online: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/approximated-estimates-for-the-share-4> (downloaded on 20.11.2022).

Rysunek 1. Udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto w krajach członkowskich UE-27 w 2020 r. i docelowe cele wynikające z dyrektywy 2009/28/WE

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dyrektywy 2009/28/WE i Approximated estimates for the share of gross final consumption of renewable energy sources in 2020 (EEA 2020 RES share proxies). Dostęp online: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/approximated-estimates-for-the-share-4> (pobrano 20. 11. 2022).

The main barriers to the development of the RES sector include unstable national legislation governing the renewable energy sources and the related uncertainty among the investors. For example, this is evident in the national regulations concerning the wind power. In spite of these obstacles to development, the production of energy from renewable sources in Poland more than tripled between 2000 and 2020, from 3,808 ktoe to 12,518 ktoe (Table 1). The rate of this growth was much higher than the EU-27 average.

Poland's energy sector has one of the highest share of solid biomass in the production of energy from RES, but it has been steadily decreasing from 94.4% in 2000 to 71.6% in 2020, although the production of energy from this raw material increased from 3,594.2 ktoe to 8,964.2 ktoe in absolute terms. This is due to the much faster growth rate of energy production in the RES sectors of wind power and solar power (photovoltaic and thermal), biofuels, biogas, and heat pumps. The share of these sectors in the production of energy from renewable sources increased from 0.77% to 25.57% in the analyzed timeframe.

Zmieniające się prawodawstwo krajowe w obszarze odnawialnych źródeł energii oraz związany z tym stan niepewności inwestorów jest przez ten sektor gospodarki wskazywany jako jedna z jego głównych barier rozwojowych. Przykładem są chociażby przepisy odnoszące się do energetyki wiatrowej. Ale mimo tych barier w latach 2000-2020 produkcja energii ze źródeł odnawialnych w Polsce uległa zwiększeniu ponad trzykrotnie, z 3 808 ktoe do 12 518 ktoe (Tabela 1). Tempo tego wzrostu było znacznie wyższe niż w UE-27.

Polski sektor energetyczny charakteryzuje się jednym z najwyższych wskaźników udziału biomasy stałej w wytwarzaniu energii z OZE, ale ulega on systematycznemu zmniejszaniu z 94,4% w 2000 r. do 71,6% w 2020 r., mimo że w wartościach bezwzględnych produkcja energii z tego surowca zwiększyła się z 3 594,2 ktoe do 8 964,2 ktoe. Wynika to znacznie szybszego tempa wzrostu produkcji energii w takich sektorach jak energetyki wiatrowej i słonecznej (fotowoltaicznej i termicznej), biopaliw, biogazu i pomp ciepła. W analizowanych latach udział tych sektorów w produkcji energii ze źródeł odnawialnych zwiększył się z 0,77% do 25,57%.

Table 1. Energy production from RES in Poland by sectors between 2000 and 2020 (ktoe)
Tabela 1. Produkcja energii z OZE w Polsce wg sektorów w latach 2000-2020 (ktoe)

Lata / Years	Biomasa stała / Solid biomass	Energia wiatro- wa / Wind power	Biodie- sel / Biodiesel	Biogaz / Biogas	Pompy ciepła / Heat pumps	Energia wodna / Hydropower	Fotowolta- ika / Photovoltaics	Odpady komunal- ne / Municipal waste	Bioetanol / Bioethanol	Kolekto- ry / Collectors	Energia geoterm. / Geothermal	Pozosta- łe / Other	Razem / Total
2000	3 594,2	0,4	0,0	28,9	0,0	181,1	0,0	0,8	0,0	0,0	3,0	0,0	3 808,4
2001	3 831,2	1,2	0,0	35,3	0,0	199,9	0,0	0,3	0,0	0,0	2,9	0,0	4 070,8
2002	3 900,6	5,2	0,0	32,3	0,0	196,0	0,0	0,2	0,0	0,0	6,3	0,0	4 140,6
2003	3 921,0	10,7	0,0	38,8	0,0	143,7	0,0	0,3	28,2	0,0	7,4	0,0	4 150,0
2004	4 061,7	12,2	0,0	46,4	0,0	179,0	0,0	0,3	13,4	0,1	7,6	0,0	4 320,7
2005	4 166,3	11,6	59,0	53,6	0,0	189,3	0,0	0,7	57,4	0,1	11,4	0,0	4 549,4
2006	4 325,7	22,0	81,8	62,4	0,0	175,6	0,0	0,6	84,6	0,3	12,8	0,0	4 765,7
2007	4 416,7	44,9	43,5	64,7	0,0	202,2	0,0	0,8	66,5	0,4	10,5	0,0	4 850,2
2008	4 738,7	72,0	237,5	96,2	0,0	185,1	0,0	0,2	58,7	1,3	12,7	0,0	5 402,3
2009	5 190,2	92,6	333,9	98,0	34,7	204,2	0,0	0,7	81,2	8,0	14,3	0,8	6 058,6
2010	5 866,2	143,2	348,1	114,6	45,1	251,1	0,0	2,9	97,4	10,0	13,4	0,2	6 892,3
2011	6 350,6	275,5	333,2	136,9	55,8	200,4	0,0	32,0	87,1	12,5	12,7	0,5	7 497,3
2012	6 987,7	408,1	555,2	168,0	68,2	175,1	0,1	32,5	110,0	14,8	15,8	0,1	8 535,6
2013	6 836,8	516,2	578,2	181,4	86,6	209,7	0,1	33,2	121,8	24,7	18,6	0,2	8 607,6
2014	6 179,5	660,0	653,0	207,4	109,3	187,6	0,6	36,9	92,1	34,8	20,2	0,1	8 181,5
2015	6 596,9	933,7	695,1	228,8	132,9	157,5	4,9	40,0	112,2	45,0	21,7	1,5	8 970,2
2016	6 414,9	1 082,3	794,0	260,9	156,9	184,0	10,7	61,0	126,0	52,3	22,2	1,8	9 167,0
2017	6 161,1	1 281,9	792,9	280,4	183,5	220,1	14,2	92,5	122,9	54,5	22,6	1,9	9 228,4
2018	9 193,5	1 100,5	783,6	288,2	214,0	169,4	25,8	98,3	120,2	56,9	23,7	2,0	12 076,1
2019	9 005,9	1 298,9	848,7	298,5	255,1	168,4	61,1	102,0	130,1	71,9	25,1	2,0	12 267,7
2020	8 964,2	1 358,6	842,0	322,4	298,1	182,1	168,4	143,5	131,1	80,1	25,6	2,0	12 518,2

Source: Own study based on energy balances. Accessed online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances> (downloaded on 20.09.2022).
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Energy balances. Dostęp online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances> (pobrano 20.09. 2022).

According to the latest projections included in the Energy Policy of Poland by 2040 (Ministry, 2021) and its updated version (Ministry, 2022), the RES uptake in all sectors needs to be accelerated. This is to address the “challenge to independence and sovereignty”, and to significantly reduce the concentration of particulate matter (PM10 and PM2.5) and benzo(a)pyrene in the air, which poses a serious threat to public health. Poland has one of the worst air quality among all EU member states, and half of electricity produced should originate from renewable sources in order to meet these challenges by 2040. In addition to facilitating the further development of wind and solar power sectors, preference will be given to investments without the so-called “hot reserve” in a power dispatch system. In the Polish setting, these are the investments that run mainly on biomass. The “hot reserve” issue has been controversial for many years and was addressed in the relevant legal regulations that were of key importance for the development of renewable energy sources (Żylicz, 2012).

Hence, the National Energy and Climate Plan for the years 2021-2030 (KPREK) provides for further growth of the bioenergy sector in Poland (Ministry, 2019). By 2030, the consumption of solid biomass for energy production is projected to increase by 53% compared to 2015. The RES share in electricity production is also expected to increase from 7.74 Mtoe in 2020 to 9.46 Mtoe in 2030. In this difficult context, biogas should also have a significant share in RES, estimated at 2.58-6.97 Mtoe/year, depending on the methodology used (Rejman et al. 2013). Yet another preferred direction of RES uptake is the use of dispersed thermal energy accumulated in the ground, groundwater, air or waste generated during production. This technology has been known since 1852, but the specific cooling and heating systems were only developed as a result of the widespread access to electricity. In 2020, there were 41.9 million heat pumps in operation in the European Union, and the number of heat pumps increased by over 224% from 2012. For many years, Italy, France and Spain have been at the forefront of harvesting heat energy, which in 2020 accounted for 74.4% of all installed devices. Also in Poland, between 2010 and 2020, there was an over six-fold increase in the energy obtained from heat pumps (Gradziuk et al., 2022).

Z najnowszych dokumentów prognostycznych jakimi są Polityka Energetyczna Polski do 2040 r. (Ministerstwo, 2021) oraz założenia do jej aktualizacji (Ministerstwo, 2022) wynika wręcz konieczność dalszego zdynamizowania rozwoju wykorzystania OZE we wszystkich sektorach. Jest to „wyzwanie związane z niezależnością i suwerennością”, a jednocześnie obligatoryjnością znaczącego obniżenia stężenie poziomu cząstek pyłów zawieszonych (PM10 i PM2,5) oraz bezno(a)pirenu w powietrzu, które stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia publicznego. Polska wciąż jest jednym z krajów Unii Europejskiej z najgorszą jakością powietrza i aby sprostać tym wyzwaniom do 2040 r. połowa produkcji energii elektrycznej winna być wytwarzana z odnawialnych źródeł. Obok dalszego rozwoju energetyki wiatrowej i słonecznej, preferowane będą inwestycje nie wymagające utrzymywania tzw. „gorącej rezerwy” w systemie dyspozycji mocy, w warunkach Polski wykorzystujące głównie biomasę. Konieczność jej utrzymywania jest od wielu lat przedmiotem sporów w energetyce i powodem rozwiązań prawnych o kluczowym znaczeniu dla rozwoju źródeł odnawialnych (Żylicz, 2012).

Stąd też, w Krajowym Planie na rzecz energii i klimatu na lata 2021 – 2030 (KPREK) przewidziano dalszy wzrost sektora bioelektroenergetyki w Polsce (Ministerstwo, 2019). Do roku 2030 o 53% procent ma wzrosnąć zużycie biomasy stałej do produkcji energii w stosunku do roku 2015. Znaczący udział przypisano produkcji energii elektrycznej, która ma ulec zwiększeniu z 7,74 Mtoe w 2020 r. do 9,46 Mtoe w 2030 r. W tej trudnej sytuacji znaczącym źródłem energii winien stać się też biogaz, którego potencjał produkcyjny w zależności od zastosowanej metodyki szacowany jest na 2,58-6,97 Mtoe/rok (Rejman i wsp. 2013). Jeszcze innym preferowanym kierunkiem jest wykorzystanie do celów grzewczych rozproszonej energii cieplnej zgromadzonej w gruncie, wodach podziemnych, powietrzu lub odpadach powstających w procesach produkcyjnych. Choć technologia ta była już znana od 1852 roku, to rozwój takich systemów chłodniczo-grzewczych nastąpił dopiero w wyniku upowszechnienia dostępu do energii elektrycznej. Liczba pomp ciepła znajdujących się w eksploatacji w krajach Unii Europejskiej w 2020 roku wyniosła 41,9 mln i w stosunku do 2012 r. wzrosła o ponad 224%. Od wielu już lat liderem w zakresie takiego sposobu pozyskiwania energii cieplnej są Włochy, Francja i Hiszpania na które w 2020 r. przypadało 74,4% wszystkich zainstalowanych urządzeń. Również w Polsce w latach 2010-2020 pozyskanie energii z wykorzystaniem pomp ciepła zwiększyło się ponad sześciokrotnie (Gradziuk i in., 2022).

Study findings

Germany, France, Italy, Sweden and Spain (Fig. 2) were the largest producers of energy from renewable sources in 2020. Biomass, used mainly in heating, power engineering, biogas plants, and for the production of biofuels, is the major source of energy from RES in the EU. However, its share was decreasing, whereas the wind power, solar power and heat pump energy production became increasingly significant (EUROSTAT, 2022).

According to the EurObserv'ER report (2022), the growing use of renewable energy sources is accompanied by increasing rates of employment. In 2020, this sector employed 1,310.7 thousand individuals (Fig. 3). Most people were employed in the sector of heat pumps (318.5 thousand), solid biomass (282.9 thousand), wind power (280.1 thousand), photovoltaics (165.7 thousand), biofuels (141.4 thousand), and biogas (48.9 thousand). These figures include people employed either directly in the enterprises operating in the production of energy from renewable sources, or providing equipment and services to this market sector. The employment figures are correlated with the amount of energy produced. This means that about 20% of the employed individuals are based in Germany (242.1 thousand), followed by France (164.4 thousand), Spain (140.5 thousand), Italy (99.9 thousand), Poland (92.6 thousand), and the Netherlands (85.8 thousand).

Wyniki badań

Największymi producentami energii ze źródeł odnawialnych w 2020 r. były Niemcy, Francja, Włochy, Szwecja i Hiszpania (Rysunek 2). Ze struktury pozyskania energii ze źródeł odnawialnych w UE wynika, że dotychczas największe znaczenie miała biomasa, wykorzystywana głównie w ciepłownictwie, elektroenergetyce, biogazowniach oraz do wytwarzania biopaliw. Jednak jej udział zmniejszał się, a coraz większego znaczenia nabierała energia wiatrowa i słoneczna i pozyskiwana przez pompy ciepła (EUROSTAT, 2022).

Z raportu EurObserv'ER (2022) wynika, że wraz z rozwojem wykorzystania odnawialnych źródeł energii wzrasta także zatrudnienie - w 2020 r. wyniosło 1 310,7 tys. osób (rys. 3). Najwięcej w sektorze pomp ciepła (318,5 tys.), biomasy stałej (282,9 tys.), energetyki wiatrowej (280,1 tys.), fotowoltaice (165,7 tys.), biopaliw (141,4 tys.) oraz biogazu (48,9 tys.). Dane te obejmują pracujących bezpośrednio w podmiotach gospodarczych zajmujących się wytwarzaniem energii z odnawialnych źródeł, jak też w sektorach dostarczających urządzenia i świadczących usługi z tego zakresu. Liczba zatrudnionych skorelowana jest wielkością wytwarzanej energii, stąd też około 20% ogółu pracujących przypada na Niemcy (242,1 tys.), a następnie Francji (164,4 tys.), Hiszpanii (140,5 tys.), Włoszech (99,9 tys.), Polsce (92,6 tys.) i Niderlandach (85,8 tys.).

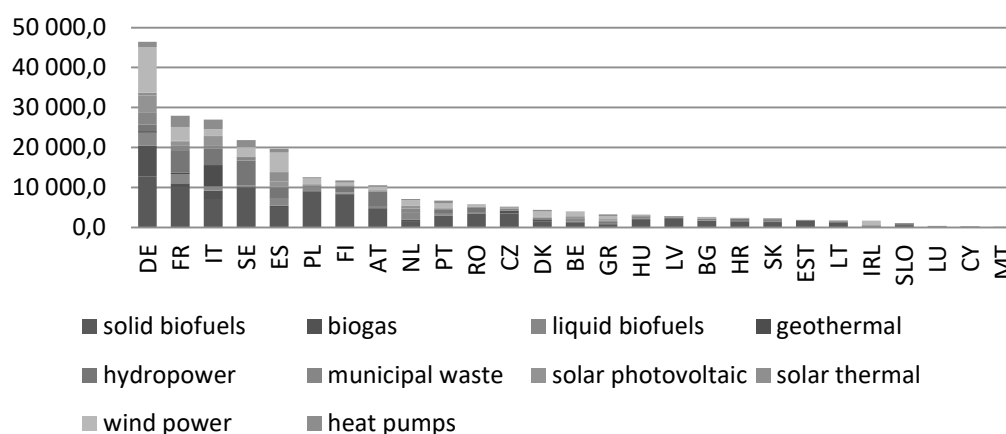


Figure 2. Primary energy production from renewable sources in the EU member states in 2020 (ktoe)

Source: Own study based on Energy balances <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances> (accessed: 20.11.2022).

Rysunek 2. Produkcja energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych w państwach członkowskich Unii Europejskiej w 2020 r. (ktoe)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Energy balances, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances> (dostęp 20.11.2022).

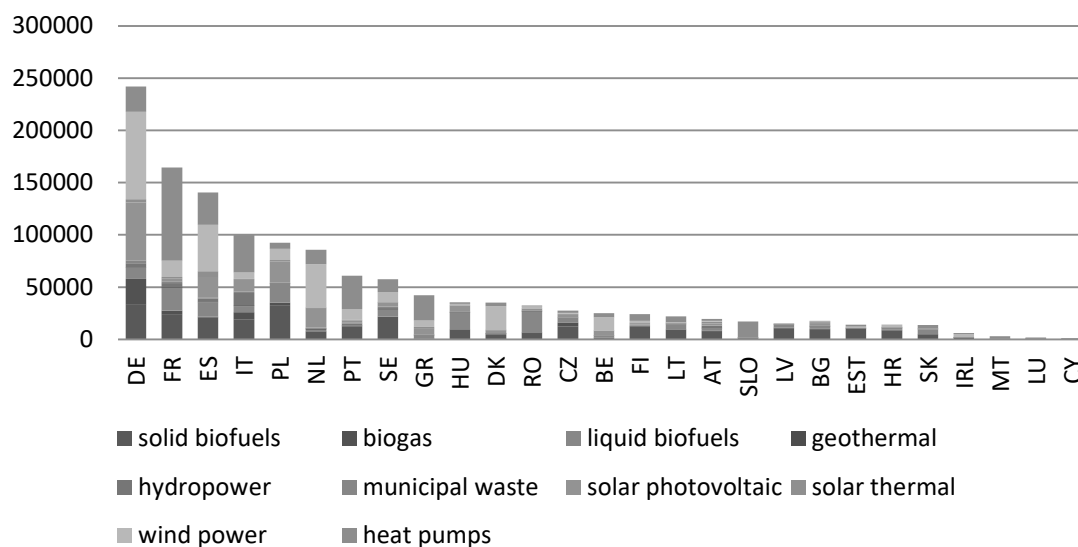


Figure 3. Employment per renewable energy sectors in the EU member states in 2020

Source: own study based on the State of Renewable Energies in Europe, Edition 2021, 20th Eurobserv'er Report, file:///C:/Users/Dell/Downloads/EurObservER_The_State_of_RES-in-the-EU_20th-edition-20220510%20(4).pdf (accessed 20. 11. 2022).

Rysunek 3. Zatrudnienie w poszczególnych sektorach oze w państwach członkowskich Unii Europejskiej w 2020 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie The State of Renewable Energies in Europe, Edition 2021, 20th Eurobserv'er Report, file:///C:/Users/Dell/Downloads/EurObservER_The_State_of_RES-in-the-EU_20th-edition-20220510%20(4).pdf (dostęp 20. 11. 2022).

The research shows that the largest number of jobs in Poland in relation to the generated primary energy was created in the sectors of photovoltaics, heat pumps, solar collectors, and wind energy (Table 2).

Z przeprowadzonych badań wynika, że w Polsce najwięcej miejsc pracy w stosunku do generowanej energii pierwotnej powstawało w sektorze fotowoltaicznym, pomp ciepła, kolektorów słonecznych i energetyki wiatrowej (Tabela 2).

Table 2. Number of individuals employed per 1000 toe of primary energy produced in Poland per RES sector

Tabela 2. Liczba zatrudnionych na 1000 toe wytworzonej energii pierwotnej w Polsce poszczególnych sektorach oze

Specification / Specification	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Solid biofuels / Biomasa stała	2,9	3,0	3,0	5,3	4,1	4,2	3,2	4,3	3,6
Biogas / Biogaz	1,9	2,8	1,9	10,9	11,9	8,2	9,4	6,7	8,1
Liquid biofuels / Biopaliwa płynne	8,2	8,3	7,9	31,6	37,8	34,3	45,6	18,4	18,4
Geothermal / Geotermia	12,7	10,8	2,5	13,8	9,0	4,4	8,4	4,0	3,9
Hydropower / Energetyka wodna	5,4	9,5	10,7	8,3	7,1	5,0	5,9	3,6	2,7
Municipal waste / Odpady komunalne	1,5	1,2	1,1	1,3	1,0	7,6	2,0	2,9	2,1
Solar photovoltaic / Fotowoltaika	4200,0	300,0	416,7	244,9	140,2	77,5	120,2	165,3	120,0
Solar thermal / Kolektory słoneczne	171,6	111,3	74,7	48,9	21,0	5,5	38,7	19,5	18,7
Wind power / Energetyka wiatrowa	6,9	5,8	3,8	13,0	10,5	6,2	2,7	3,2	8,0
Heat pumps / Pompy ciepła	8,8	7,5	5,5	5,6	14,0	16,3	12,1	17,2	19,8

Source: Own calculations based on EurObserv'ER (2022) and EUROSTAT (2022) data.

Źródło: Obliczenia własne na podstawie informacji EurObserv'ER (2022) i EUROSTAT (2022).

The employment rates vary across the RES sectors and fluctuate significantly over time. The highest employment was reported for the RES sectors of photovoltaics, solar thermal power, liquid biofuels, heat pumps, and wind power. These industries involve high levels of innovation and easily absorb the benefits of scientific and technological progress.

Wskaźniki zatrudnienia oprócz zróżnicowania między sektorami, w większości charakteryzują się też bardzo dużą zmiennością w czasie. Najwyższą odnotowano dla fotowoltaiki, energetyki słonecznej termicznej, biopaliw płynnych, pomp ciepła i energetyki wiatrowej. Branże te charakteryzuje się wysokim poziomem innowacyjności i wykorzystania efektów

Consequently, in the period of the analysis, there was a thirty-five-fold decrease in the employment rate in the photovoltaics sector, a nine-fold decrease in the employment rate in the solar thermal power sector, and a 50% decrease in the employment rates in the wind power, biogas, and liquid biofuels sectors. Gostomczyk (2012) reported similar results concerning the installed power capacity. Heavner and Churchill (2002) demonstrated that the changes are more substantial during the investment phase than in the operational phase. Sastres et al. (2010) and Gostomczyk (2012, 2015) explain that these trends can be attributed to the progressing automation of the production of equipment for RES installations, as well as the effects of scale and learning, which leads to a gradual decrease in disparities in employment rates between the RES sectors. Another reason is the use of different estimation methods (Henriques et al. 2016), or the varying technological or local conditions (Gostomczyk, 2015; Sidorczyk, 2015); (Jasiński J, Kozakiewicz M, Sołtysik M, 2021).

The amount of energy produced per unit of installed capacity, which is several times lower in relation to other renewable energy sources, is the key factor that explains to these employment rates in the discussed RES sectors. The disparities result from the specific features of solar power and wind power. Both types of energy can be used only under favorable weather conditions, which limits the effective operation time of the energy producing equipment, which is already several times lower compared to, for example, a biogas plant (Gradziuk, 2017); (Gradziuk P., Gradziuk B., 2017). In addition, to be able to use the energy obtained from these sources, the "hot reserve" needs to be maintained in the power dispatch system (Żylicz, 2012). Apart from the relatively low effective working time, the high employment rates can be attributed to the innovativeness and the very dynamic development of these RES sectors. Between 2015 and 2020, there was an over thirty-fold increase in the production of energy from photovoltaic installations, whereas the energy production from municipal waste rose three and a half times, solar power – by 78%, solid biomass and wind power – by roughly 46%, and hydropower – only by 15.2%.

Conclusions

The contemporary energy policies implemented by the developed countries are geared towards systematic reduction in the share of energy produced from traditional fossil fuels. These are increasingly being replaced by renewable sources of energy. Within the European Union, the production of primary energy from RES between 2010 and 2020 rose by over 39%, and it is projected to more than double by 2030. In Poland, the use of renewable energy sources between

postępu naukowo-technicznego. Stąd też w badanym okresie nastąpił znaczący spadek wskaźników zatrudnienia w tych branżach, w fotowoltaice trzydziestopięciokrotny, słonecznej termicznej dziewięciokrotny a w sektorach energetyki wiatrowej, biogazowej i biopaliw płynnych o połowę. Zbliżone wyniki z tym, że odnoszące się do zainstalowanej mocy odnotował Gostomczyk (2012). Z badań Heavnera i Churchilla (2002) wynika, że zmiany w większym stopniu dotyczą fazy inwestycyjnej niż operacyjnej. Sastres i współpracownicy (2010) oraz Gostomczyk (2012, 2015) tendencje te wyjaśniają postępującą automatyzacją produkcji urządzeń na potrzeby instalacji OZE oraz efektami skali i uczenia się, co prowadzi do stopniowego zmniejszania się dysproporcji wskaźników zatrudnienia między poszczególnymi sektorami. Ponadto wynika to ze stosowania różnicowanych metod szacunku (Henriques i inni 2016), czy też uwarunkowań technologicznych lub lokalnych (Gostomczyk, 2015; Sidorczyk, 2015); (Jasiński J, Kozakiewicz M, Sołtysik M, 2021).

Kluczowym czynnikiem wpływającym na takie kształtowanie się wskaźników zatrudnienia w tych sektorach jest kilkukrotnie niższa ilość wytwarzanej energii na jednostkę zainstalowanej mocy w odniesieniu do pozostałych odnawialnych źródeł energii. Występowanie dysproporcji wynika ze specyfiki energetyki słonecznej i wiatrowej. Oba rodzaje energii mogą być wykorzystywane jedynie przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, co wpływa na efektywny czas pracy zainstalowanych urządzeń, który w porównaniu np. do biogazowni jest kilkukrotnie niższy (Gradziuk, 2017); (Gradziuk P., Gradziuk B., 2017). Ponadto wykorzystanie tego typu źródeł wymaga utrzymywania tzw. „gorącej rezerwy” w systemie dyspozycji mocy (Żylicz, 2012). Do głównych przyczyn tak pokaźnych wskaźników zatrudnienia oprócz stosunkowo niskiego efektywnego czasu pracy należy zaliczyć bardzo dynamiczne tempo rozwoju tych sektorów oraz ich innowacyjność. W latach 2015-2020 produkcja energii w instalacjach fotowoltaicznych zwiększyła się ponad trzydziestokrotnie, odpadów komunalnych trzy i półkrotnie, solarnych o 78%, biomasy stałej i elektrowniach wiatrowych po około 46%, a w energetyce wodnej tylko o 15,2%.

Podsumowanie

Współczesną politykę energetyczną krajów rozwiniętych cechuje systematyczne zmniejszanie udziału tradycyjnych, kopalnych nośników energii. Ich miejsce coraz częściej zajmują źródła odnawialne. W Unii Europejskiej produkcja energii pierwotnej z tych źródeł w latach 2010-2020 zwiększyła się o ponad 39%, a do 2030 r. ulegnie co najmniej podwojeniu. W Polsce wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w tym samym okresie zwiększyło się dwukrotnie, z

2010 and 2020 doubled, from 6,892 ktoe to 12,518 ktoe, and it will further double by 2030 compared to 2020. Energy from renewable sources is believed to have a very significant positive impact on the labor market. However, the literature data on the number of individuals employed or the new jobs created in the RES sectors are incoherent and vary significantly. This can be attributed to the use of different estimation methods, or the varying technological or local conditions. The results presented here were compiled on the basis of averaged data concerning both employment rates and the volume of primary energy production. In the period of the analysis, the highest labor intensity was reported in RES sectors of solar power and wind power. These industries are highly innovative and easily absorb the benefits of scientific and technological progress. This means that the employment rates can be projected to decrease in a relatively short period of time. Research on the current trends and changes should continue, taking into account the scale of production, and the division between direct and indirect employees.

6 892 ktoe do 12 518 ktoe a do 2030 r. ulegnie podwojeniu w stosunku do 2020 r. Jednym z najczęściej podnoszonych argumentów na korzyść rozwoju pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych jest ich znaczące pozytywne oddziaływanie na rynek pracy. Nie mniej jednak dane zamieszczane w literaturze a dotyczące liczby zatrudnionych lub tworzonych miejsc pracy w tych sektorach charakteryzują się znaczącymi rozbieżnościami. Wynika to ze stosowania zróżnicowanych metod szacunku czy też uwarunkowań technologicznych lub lokalnych. Zaprezentowane wyniki opracowano na podstawie uśrednionych danych dotyczących zarówno zatrudnienia jak i wolumenu produkcji energii pierwotnej. W badanym okresie najwyższą pracochłonnością charakteryzowały się sektory energetyki słonecznej i wiatrowej. Branże te cechuje wysoki poziom innowacyjności i wykorzystania efektów postępu naukowo-technicznego, stąd też należy wnosić, iż w stosunkowo krótkim okresie czasu, wskaźniki zatrudnienia ulegną zmniejszeniu. Wskazana byłaby więc kontynuacja rozpoczętych badań w zakresie rozpoznania tendencji zachodzących zmian, z uwzględnieniem skali produkcji oraz z podziałem na bezpośrednio i pośrednio zatrudnionych.

Literatura:

1. Alberici S., Grimme W., Toop G. (2022). *Biometane production potentials in the EU*. Feasibility of REPowerEU 2030 targets, production potentials in the Member States and outlook 2050. A Gas for Climate report, Guidehouse. Netherlands: Guidehouse Netherlands B.V.
2. Auffhammer M., Wang M., Xie L., Xu J. (2021). Renewable Electricity Development in China: Policies, Performance, and Challenges. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15, 323–339, DOI: 10.1086/715624.
3. Cameron, L., Van Der Zwaan, B. (2015). Employment factors for wind and solar energy technologies: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Review*, 45, 160-172.
4. European Commission, Joint Research Centre, Czako, V. (2020). *Employment in the energy sector: status report 2020*. Luxembourg: Publications Office. doi:10.2760/95180, JRC120302.
5. Employment and growth effects of sustainable energies in the European Union (2014). *Final Report*. Germany: Fraunhofer-ISI Karlsruhe.
6. EUROPEAN COMMISSION (1997). White Paper for a Community Strategy and Action Plan. *Energy for the Future: Renewable Sources of Energy*. COM(97)599 final (26/11/1997), 12. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
7. European Commission (2019). *Directorate-General for Energy*, Clean energy for all Europeans. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2019, doi/10.2833/21366.
8. EurObserv'ER (2022) *The State of Renewable Energies in Europe*. <https://www.eurobserv-er.org/> [accessed: 15.11.2022].
9. EUROSTAT (2022). *Energy balances*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/data/energy-balances> [accessed: 15.11.2022].
10. Gostomczyk, W. (2015). Rynek biogazu rolniczego w Polsce i wykorzystywane surowce w latach 2011-2014. Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 15(30), z. 3, s. 30-39.
11. Gostomczyk W. (2012). Zróżnicowanie nakładów pracy i kosztów w sektorze odnawialnych źródeł energii. *Roczniki SERiA*, 15(4), 122-127.
12. Gradziuk, P. (2022). *Przykłady najciekawszych inwestycji z zakresu OZE w Polsce*. [w:] Gołasa, P. (red.), *Podręcznik OZE. Ekonomia, technika, prawo, samorząd, społeczeństwo*. Warszawa: Fundacja FAPA Polska Izba Bankowości Spółdzielczej.
13. Gradziuk P., Gradziuk B. (2017). The impact of renewable energy production on employment. *Barometr Regionalny. Analizy i Prognozy*, 15(3), s. 139-146. <https://doi.org/10.56583/br.432>

14. Gradziuk, P., Siudek, A., Klepacka, A. M., Florkowski, W. J., Trocewicz, A., Skorokhod, I. (2022). Heat Pump Installation in Public Buildings: Savings and Environmental Benefits in Underserved Rural Areas. *Energies*, 15, 7903. <https://doi.org/10.3390/en15217903>
15. Gradziuk, P. (2017). Potencjał i prognozy wykorzystania biogazu rolniczego w Polsce. *Roczniki Naukowe SERiA*, 19(3), 64-70. DOI: 10.5604/01.3001.0010.3217.
16. GUS. *Energia ze źródeł odnawialnych 2006-2020*. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-ze-zrodel-odnawialnych-w-2020-roku,3,15.html> [accessed: 15.11.2022].
17. Heavner, B., Churchill, S. (2002). Renewables work. [in:] *Job growth from renewable energy development in California*. Los Angeles: CALPIRG Charitable Trust.
18. Henriques, C. O., Coelho Dulce, H., Cassidy, N. L. (2016). Employment impact assessment of renewable energy targets for electricity generation by 2020—An IO LCA approach. *Sustainable Cities and Society*, 26, 519-530.
19. Instytut Energetyki Odnawianej (2013). *Krajowy Plan Rozwoju Mikroinstalacji Odnawialnych Źródeł Energii do 2020 roku*.
20. International Energy Agency (2020). *India 2020 Energy Policy Review*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/9faa9816-en.
21. International Renewable Energy Agency and International Labour Organization (2022). *Renewable Energy and Jobs Annual Review 2022*. Geneva: Abu Dhabi and International Labour Organization.
22. Jamil, M., Ahmed, F., Debnath, G.C., Bojnec, Š. (2022). Transition to Renewable Energy Production in the United States: The Role of Monetary, Fiscal, and Trade Policy Uncertainty. *Energies*, 15, 4527. DOI: 10.3390/en15134527.
23. Jasiński J., Kozakiewicz M., Sołtysik M. (2021). Determinants of Energy Cooperatives' Development in Rural Areas—Evidence from Poland. *Energies* 14(319). <https://doi.org/10.3390/en14020319>.
24. Kammen, D., Kapadia, K., Fripp, M. (2004). *Putting renewables to work: how many jobs can the clean energy industry generate? Report*. Berkeley: University of California. (corrected 1/31/06), s. 1.
25. Komisja Europejska (2019). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejski Zielony Ład*. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0016.02/DOC_1&format=PDF [accessed: 09.11.2022].
26. Komisja Europejska (2021). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, „Gotowi na 55”: osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0550&from=PL> [accessed: 09.11.2022].
27. Komisja Europejska (2021). *Wniosek: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) zmieniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001, rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 i dyrektywę 98/70/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do promowania energii ze źródeł odnawialnych oraz uchylająca dyrektywę Rady (UE) 2015/652. 2021/0218 (COD)*, 14.07.2021. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:dbb7eb9c-e575-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF, [accessed: 09.11.2022].
28. Komisja Europejska (2022). *Wniosek: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywę (UE) 2018/2001 w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych, dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej, COM(2022) 222 final, 2022/0160 (COD)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0222&from=PL> [accessed: 14.11.2022].
29. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów (2011). Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”, *KOM*, 21(17).
30. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r. *KOM*(2011)112: 14.
31. Lehr, U., Lutz, C., Edler, D. (2012). Green jobs? Economic impacts of renewable energy in Germany. *Energy Policy*, 47, 358-364.
32. Ministerstwo Gospodarki (2009). *Polityka energetyczna Polski do roku 2030*. Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.
33. Ministerstwo Gospodarki (2010). *Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych*. Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.
34. Ministerstwo Gospodarki (2014). *Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej dla Polski 2014*. Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.

35. Ministerstwo Gospodarki (2014). *Strategia Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko perspektywa do 2020 r.* Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.
36. Ministerstwo Gospodarki (2015). *Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej.* Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.
37. Ministerstwo Aktywów Państwowych (2019). *Krajowy Plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021 – 2030.* Warszawa: Ministerstwo Aktywów Państwowych.
38. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2021). *Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.* Warszawa: 36. Ministerstwo Klimatu i Środowiska.
39. Ministerstwo Klimatu i Środowiska (2022). *Założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. Wzmacnianie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej.* Warszawa: Ministerstwo Klimatu i Środowiska.
40. Organizacja Narodów Zjednoczonych (2015). *Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030.* A/RES/70/1, https://www.un.org/files/164/Agenda%202030_pl_2016_ostateczna.pdf [accessed: 14.11.2022].
41. European Commission (2003). *Overview Report: Meeting the Targets and Putting Renewables to Work.* AL-TENER Programme, DG for Transport and Energy.
42. Pfeiffer D., Thran D. (2018). One century of bioenergy in Germany: wildcard and advanced technology. *Chemical Engineering & Technology*, 90(11), 1676. DOI: 10.1002/cite.201800154.
43. Greenpeace Polska (2011). *Pracując dla klimatu. Zielone miejsca pracy w Polsce.* Warszawa: Greenpeace Polska.
44. Prawo energetyczne. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz. U. z 1997 r. Nr 54, poz. 348).
45. Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r. Dz. U. 1996 nr 53 poz. 238.
46. Rejman-Burzyńska, A., Maksymiak-Lach, H., Jędrzyk, E. (2013). Potencjał energetyczny biogazu – ocena zasobów surowcowych do produkcji biogazu w Polsce. *CHEMIK*, 67(5), 446–453.
47. Research & Consulting Ltd (1995). *The Potential Contribution of Renewable Energy Schemes to Employment Opportunities.* Raport for ETSU.
48. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 23 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii. Dz. U. 2010 nr 34 poz. 182.
49. Sastresa, E. L., Uson, A. A., Bribian, I. Z., Scarpellini, S. (2010). Local Impact of Renewables on Employment: Assessment Methodology and Case Study. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 14(2), 679–690.
50. Schumacher E. (1981). *Małe jest piękne.* Warszawa: PIW, 198-199.
51. Sidorczuk-Pietraszko, E. (2015). Wpływ instalacji odnawialnych źródeł energii na tworzenie miejsc pracy w wymiarze lokalnym. *Ekonomia i Środowisko*, 3(54), 26-41.
52. Unia Europejska, Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, L 328/82, 21.12.2018, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=en> [accessed: 07.11.2022].
53. Unia Europejska, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, L 140 PL, t. 52, 05.06.2009.
54. Unia Europejska, Porozumienie Paryskie, L 282/4 PL, 19.10.2016, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=bg](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=bg) [accessed: 07.11.2022].
55. Ustawa z dnia 29 grudnia 2015 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz ustawy - Prawo energetyczne. Dz. U. 2015 poz. 2365.
56. Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, Dz.U. 2015 poz. 478 z późniejszymi zmianami (wg stanu prawnego z dnia 01. 07. 2022 r.).
57. Ustawa z dnia 8 stycznia 2010 r. o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz o zmianie niektórych innych ustaw. Dz.U. 2010 nr 21 poz. 104.
58. Ustawa z dnia 2 października 2003 r. o biokomponentach stosowanych w paliwach ciekłych i biopaliwach ciekłych Dz. U. 2003 nr 199 poz. 1934.
59. Żylicz T. (2012). *Ekonomia wobec wspierania odnawialnych źródeł energii.* [w:] Rączka, J., Swora, M., Stawiany, M. (red.), *Generacja rozproszona w nowoczesnej polityce energetycznej – wybrane problemy i wyzwania.* Warszawa: NFOŚiGW, 46-50.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>) allowing third parties to copy and redistribute the material in any medium or format and remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.