

Wpłynęło 19.01.2016 r.
Zrecenzowano 02.06.2016 r.
Zaakceptowano 04.06.2016 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Wpływ odnawialnych źródeł energii na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń z obszarów wiejskich

Łukasz KUJDA^{ABCDEF}, **Dawid KOZACKI**^{ABCDEF},
Dagmara POCIECH^{ABCDEF}, **Marek HRYNIEWICZ**^{ABCDEF}

*Institut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie,
Zakład Analiz Ekonomicznych i Energetycznych*

Do cytowania For citation: Kujda Ł., Kozacki D., Pociach D., Hryniewicz M. 2016. Wpływ odnawialnych źródeł energii na zmniejszenie emisji zanieczyszczeń z obszarów wiejskich. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, Z. 3 (93) s. 59–67.

Streszczenie

Celem pracy było przedstawienie możliwości ograniczania niskiej emisji zanieczyszczeń z obszarów wiejskich przez wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii. Zakres pracy obejmował: inwentaryzację źródeł energii na wybranym terenie w celu określenia obszarów problemowych, przedstawienie możliwości ograniczania emisji powierzchniowych, zgodnie z metodyką rekomendowaną przez NFOŚiGW. Badania wykazały, że głównym źródłem zanieczyszczenia powietrza jest spalanie stałych paliw w kotłowniach domów jednorodzinnych. W wyniku spalania węgla kamiennego powstaje 89% emisji, gazu – 7%. Pozostałe 4% stanowiła emisja CO₂ powstająca podczas spalania drewna. W celu rozwiązania problemu wskazano możliwość zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych m.in. przez zwiększenie udziału instalacji hybrydowych: ogniwa fotowoltaiczne – pompy ciepła, budowę farm fotowoltaicznych oraz montaż instalacji fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej. W wyniku zastosowania instalacji hybrydowych szacuje się, że emisja CO₂ zmniejszy się o 14,8 Mg, w przypadku farm fotowoltaicznych – o 147,7 Mg, a montażu ogniw fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej – o 30,9 Mg.

Słowa kluczowe: energetyka odnawialna, gazy cieplarniane, emisja, zanieczyszczenia powietrza, obszary wiejskie

Wstęp

Jednym ze sposobów ograniczania niskiej emisji z obszarów wiejskich jest wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii [NUREK, ROMAN 2014]. Mogą one stanowić istotny udział w bilansie energetycznym poszczególnych gmin. W ostatnich latach

obserwuje się intensywny rozwój odnawialnych źródeł energii w globalnym bilansie energetycznym [KONIECZNA, ROMAN 2014; ROMAN, KONIECZNA 2015]. W latach 2004–2014 na świecie stwierdzono ponad czterokrotny wzrost wydatków inwestycyjnych na energię odnawialną.

Głównymi przyczynami takiego stanu rzeczy jest gwałtowny rozwój gospodarczy, którego skutkiem jest wzrost zapotrzebowania na energię, zmniejszająca się ilość zasobów kopalnych, a także nadmierne zanieczyszczenie środowiska. Działania na rzecz rozwoju odnawialnych źródeł energii stały się ważnym elementem polityki Unii Europejskiej [EC BREC 2000; UNEP 2015]. Jednym z przejawów legislacyjnych prowadzonej w UE polityki jest Pakiet klimatyczny. Zgodnie z jego założeniami kraje członkowskie UE zobowiązały się do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych o 10% w sektorach nieobjętych ETS (Emission Trading System), takich jak np. mieszkalnictwo, transport, rolnictwo. Strategia ta zgodna jest z propagowanym obecnie rozwojem zrównoważonym. Spełnienie celów unijnych w zakresie sektora non-ETS będzie dużym wyzwaniem dla wielu krajów, w tym również Polski. Sprośnię wyznaczonym ograniczeniom emisji dotyczy głównie społeczności lokalnych. Wiele gmin stanie przed trudnościami wynikającymi z realizacji postawionych założeń. Będzie to wymagało rewizji dotychczasowych strategii gminnych oraz często zmiany dotychczasowego kierunku rozwoju obszarów wiejskich. Przez pojęcie emisji powierzchniowej, będącej przedmiotem tej pracy, rozumie się emisję związaną z ogrzewaniem mieszkań i domów w sektorze komunalno-bytowym. Źródła te emitują takie substancje, jak: ditlenek siarki (SO_2), ditlenek azotu i tlenki azotu (NO_2 , NO_x), tlenki węgla (CO , CO_x) oraz pyły. Spośród pyłów najbardziej niebezpieczne dla zdrowia i życia są drobne cząsteczki o średnicy poniżej 10 μm , do których zalicza się m.in. pył $\text{PM}_{2,5}$ oraz PM_{10} [WIOS 2008]. Wśród składników tych pyłów mogą znaleźć się także inne zanieczyszczenia, jak: arsen, kadm, nikiel oraz niektóre wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, w tym benzo(a)piren, które to substancje uważane są za mutagenne oraz przyczyniające się do kancerogenezy. Zalicza się je do jednych z najgroźniejszych składników zanieczyszczających atmosferę [HUEGLINA i in. 2005].

Substancje zanieczyszczające powietrze, których głównym źródłem jest niepełne spalanie paliw w przestarzałych typach kotłów lub w paleniskach indywidualnych stanowią poważny problem. Powodują one znaczne zanieczyszczenie powietrza, a tym samym przyczyniają się do zwiększonego ryzyka zapadania ludności na choroby cywilizacyjne [DOUGLAS i in. 1993]. Ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza powinno stać się nadrzędnym celem państwowej polityki, nie tylko ze względu na regulacje prawne wynikające z członkostwa w UE, ale przede wszystkim w celu ochrony zdrowia i życia obywateli polskich. W tym celu powstaje wiele dokumentów strategicznych oraz programów współfinansujących projekty. Do działań przyczyniających się do realizacji tego planu należą przede wszystkim plany gospodarki niskoemisyjnej, tzw. PGN, realizowane przez gminy. Celem tych planów jest zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, zwiększanie udziału energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych oraz redukcja zużycia energii finalnej, co ma być realizowane przez zwiększenie efektywności energetycznej. Na terenie Polski realizacja oraz opracowanie planu gospodarki niskoemisyjnej są współfinansowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Dokumenty te powinny być opraco-

cowane zgodnie z planem działań na rzecz zrównoważonej energii (SEAP) [BERTOLDI i in. 2010]. Ponadto, gdy wybrana gmina uwzględni realizowane przedsięwzięcia w odpowiednio sporządzonym planie gospodarki niskoemisyjnej, umożliwi jej to skorzystanie ze środków w ramach programu operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko 2014–2020” [NFOŚiGW 2015]. Wielu naukowców potwierdza, że największy udział w zanieczyszczeniu powietrza na obszarach wiejskich ma tzw. niska emisja. [DOBROWOLSKI 2000; LIPIŃSKI 1997; TROJANOWSKA, SZUL 2003]. Analiza literatury wykazała, że niska emisja stanowi istotny problem dla mieszkańców obszarów wiejskich. Celem pracy jest przedstawienie możliwości ograniczania niskiej emisji z obszarów wiejskich przez wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii.

Metody badań

Do określenia wpływu rozwoju odnawialnych źródeł energii na zmniejszenie zanieczyszczeń wykorzystano metodykę zaproponowaną w „Planie działań na rzecz zrównoważonej energii” (SEAP). Wytyczne te są rekomendowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej do opracowywania „Planów gospodarki niskoemisyjnej”. Zakres opracowania dotyczył oszacowania emisji powstającej w wyniku zużycia energii do ogrzewania budynków i podgrzewania wody użytkowej na terenie gminy wiejsko-miejskiej charakteryzującej się powierzchnią 87 km² i liczbą mieszkańców 8386. Zużycie energii oszacowano na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych. Liczba gospodarstw objętych próbą wynosiła 100. Na podstawie badań ankietowych została wyznaczona emisja, wynikająca ze zużycia nośników energii w 2015 r.

Do wyznaczenia emisji z wykorzystania paliw kopalnych posłużono się następującym wzorem:

$$ECO_2 = C \cdot EF \quad (1)$$

gdzie:

ECO_2 = wielkość emisji CO₂ [Mg];

C = zużycie energii (elektryczna, ciepła, paliwo) [MWh];

EF = wskaźnik emisji CO₂ [MgCO₂·MWh⁻¹].

Do obliczenia emisji wynikającej ze zużycia energii posłużono się standardowymi wskaźnikami emisji, zawartymi w tabeli 1. Wskaźniki te odnoszą się do emisji unikniętej zarówno przez wyprodukowanie, jak i zaoszczędzenie MWh energii w źródle energii.

W celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych oraz poprawy efektywności energetycznej wzięto pod uwagę następujące działania (ustalone w ramach prowadzonych konsultacji społecznych i deklaracji zawartych w ankietach):

- budowa farmy fotowoltaicznej o mocy 440 kWp;
- montaż ogniw fotowoltaicznych o łącznej mocy 92 kWp na budynkach użyteczności publicznej (na potrzeby opracowania przyjęto, że z 1 kWp otrzymuje się 0,97 MWh);
- montaż 20 instalacji hybrydowych pompy ciepła (woda – powietrze) o mocy 10 kW oraz paneli fotowoltaicznych o mocy 1,6 kWp.

Tabela 1. Standardowe wskaźniki emisji
Table 1. Standard emission factors

Rodzaj paliwa Fuel type	Wskaźniki emisji Emission factors [Mg CO ₂ ·MWh ⁻¹]
Antracyt Anthracite	0,354
Węgiel podbitumiczny Bituminous coals	0,346
Pozostały węgiel bitumiczny The remaining bituminous coal	0,341
Węgiel brunatny Lignite	0,364
Gaz ziemny Natural gas	0,202
Drewno ¹⁾ Wood ¹⁾	0–0,403
Energia słoneczna Solar energy	0
Energia geotermalna Geothermal energy	0

¹⁾ Mniejszą wartość należy wybrać w przypadku, gdy drewno pozyskiwane jest w sposób zrównoważony, a większą – gdy jest pozyskiwane w sposób niezrównoważony.

¹⁾ The lower value should be selected if the wood is harvested in a sustainable way, and higher if it is sourced unsustainably.

Źródło: Source: IPCC [2006].

Efektywność instalacji fotowoltaicznych oszacowano na podstawie danych udostępnionych przez Selfa PV [2015].

Do oszacowania uzyskanego efektu ekologicznego posłużono się następującym wzorem:

$$PCO_2 = ACO_2 - UCO_2 \quad (2)$$

gdzie:

PCO_2 = emisja przyszła [Mg],

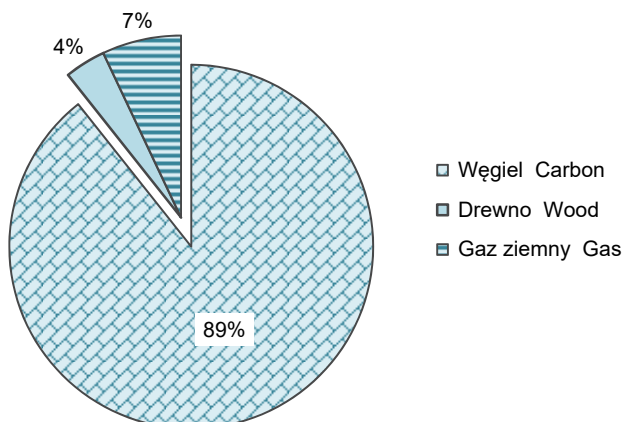
ACO_2 = emisja aktualna [Mg],

UCO_2 = emisja uniknięta [Mg].

Do oceny redukcji emisji uzyskanej dzięki zastosowaniu instalacji hybrydowych przyjęto, że pompy ciepła będą zaopatrywały w ciepłą wodę użytkową budynki o powierzchni ok. 160 m², a ich zapotrzebowanie na energię cieplną będzie wynosiło 140 kWh·m⁻²·rok⁻¹ (z czego 19% energii jest wykorzystywane do podgrzewania ciepłej wody użytkowej).

Wyniki badań i dyskusja

Badania ankietowe przeprowadzone wśród mieszkańców wykazały, że w analizowanym przypadku 89% emisji CO₂ pochodziło ze spalania węgla kamiennego, 7% – ze spalania gazu ziemnego, 4% emisji CO₂ powstało wyniku spalania drewna. Łączna emisja powstała w wyniku spalania paliw wyniosła 18 898,4 Mg CO₂. Procentowy udział poszczególnych paliw kopalnych w emisji CO₂, będących wynikiem badań ankietowych przeprowadzonych wśród mieszkańców gminy, przedstawiono na rysunku 1. Założono, że farma fotowoltaiczna o mocy 440 kWp będzie składać się z 11 zestawów fotowoltaicznych trójfazowych on-grid o mocy 40 kWp każdy. Szacunkowa ilość przetworzonej energii dla wspomnianej instalacji wyniesie 427 MWh



Źródło: opracowanie własne, Source: own elaboration.

Rys. 1. Procentowy udział poszczególnych paliw w emisji CO₂
Fig. 1. Percentage of different fuels emissions in CO₂

w skali roku. Emisję wynikającą ze spalania paliw konwencjonalnych przedstawiono w tabeli 2. Najwięcej energii przetwarzanej przez ogniwa fotowoltaiczne w Polsce jest w miesiącach: maj, czerwiec, lipiec, sierpień, najmniej zaś w miesiącach: listopad, grudzień styczeń, luty. Budowa farmy fotowoltaicznej może przynieść znaczące korzyści ekologiczne. Dzięki realizacji tej inwestycji nastąpi znaczna poprawa jakości powietrza, zmniejszy się emisja CO₂ do atmosfery o 147,2 Mg. Kolejnym działaniem przyczyniającym się do poprawy jakości powietrza jest instalacja ogniw fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej.

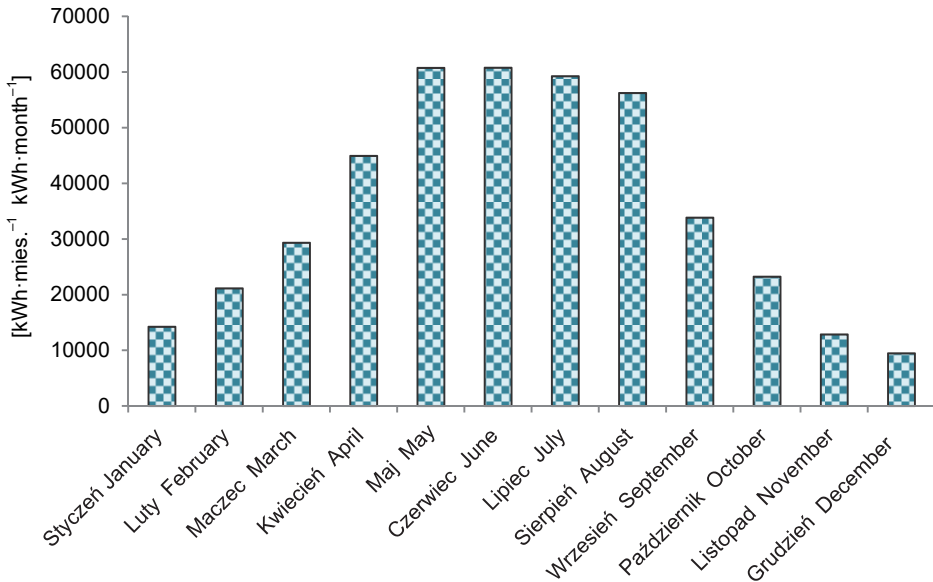
Tabela 2. Emisja CO₂ wynikająca ze spalania paliw konwencjonalnych
Table 2. CO₂ emissions resulting from the combustion of conventional fuels

Rodzaj wykorzystanego paliwa The type of fuel used	Ilość zużytego paliwa The amount of fuel used [Mg; m ³]	Wartość kaloryczna paliwa The calorific value of the fuel [GJ·Mg ⁻¹]; [MJ·m ⁻³]	Ilość zużytej energii The amount of energy consumed [GJ]	Wskaźnik emisji Issue indicator [Mg CO ₂ ·MWh ⁻¹]	Emisja CO ₂ emissions [Mg]
Węgiel Carbon	8 098,0	21,2	171 678,0	0,354	16 881,6
Drewno Wood	725,3	8,5	6 165,3	0,403	690,2
Gaz Gas	654 400,0	36,2	23 643 472,0	0,202	1 326,6

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Montaż ogniw fotowoltaicznych ma na celu zaopatrzenie budynków użyteczności publicznej w energię elektryczną. W tym celu przewidziano montaż dwóch instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy 40 kWp (każda) oraz jednej instalacji o mocy 12 kWp. Łączna moc uzyskana z tego systemu wyniesie 89,3 MWh, dzięki temu emisja CO₂ zmniejszy się o 30,9 Mg. Szacunkową ilość przetwarzanej energii przez farmę fotowoltaiczną o mocy 440 kWp, z uwzględnieniem ilości energii produkowa-

nej w poszczególnych miesiącach, przedstawiono na rysunku 2. W celu zapewnienia ciepłej wody użytkowej na potrzeby gospodarstw domowych przewidziano montaż instalacji hybrydowej, tj. pompy ciepła powietrze – woda do mocy 10 kW, z systemami fotowoltaicznymi o mocy 1,6 kWp.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Selfa PV [2015].
Source: own elaboration based on Selfa PV [2015].

Rys. 2. Szacunkowa ilość przetwarzanej energii przez farmę fotowoltaiczną o mocy 440 kWp

Fig. 2. Estimated number of processed photovoltaic energy farm with a capacity of 440 kWp

Montaż instalacji hybrydowych woda – powietrze, zasilanych ogniwami fotowoltaicznymi, wpływa znacząco na poprawę jakości powietrza. Łączna ilość energii przetworzonej przez tę instalację wynosi 116 181 kWh·rok⁻¹ i szacuje się, że emisja zmniejszy się o 14,8 Mg. Szacowaną ilość uzyskanej energii z tych instalacji przedstawiono w tabeli 3. Spodziewany efekt ekologiczny uzyskany dzięki realizacji inwestycji dotyczących: montażu instalacji hybrydowych, montażu ogniw fotowoltaicznych na obiektach użyteczności publicznej oraz efekt budowy farmy fotowoltaicznej zaprezentowano w tabeli 4. W 2006 r. dokonano oceny wpływu na środowisko instalacji fotowoltaicznej z wykorzystaniem metody LCA (ang. Life Cycle Assessment), w wyniku których emisja CO₂ wynosiła 25 i 32 g CO₂ eq·kWh⁻¹ [ALSEMA i in. 2006]. Wobec czego uniknięta emisja CO₂ po zastosowaniu prezentowanych ogniw fotowoltaicznych [ALSEMA i in. 2006] byłaby mniejsza o 13,2 t lub 16,6 Mg w zależności od zastosowanego wariantu (zakładając taką samą efektywność obu porównywanych instalacji). Rozbieżności wyników wynikać mogą z zastosowania różnych metodyk służących do szacowania emisji gazów cieplarnianych. Metodyka IPCC zakłada, że energia pochodząca z ogniw fotowoltaicznych jest bezemisyjna.

Tabela 3. Szacowana ilość energii uzyskanej z instalacji hybrydowych
Table 3. Estimated amount of energy obtained from the plant hybrids

Nazwa instalacji Installation name	Moc nominalna Nominal power	Moc całkowita instalacji Total power instalation	Szacowana ilość wyprodukowanej energii [kWh·rok ⁻¹] Estimated energy transformation [kWh·year ⁻¹]
Pompy ciepła Heat pumps	10 kW	200 kW	85 120
Ogniwa fotowoltaiczne (20 szt.) Photovoltaic cells (20 pcs.)	1,6 kWp	32 kWp	31 061
Razem Total			116 181

Źródło: opracowanie własne, Source: own study.

Tabela 4. Zmniejszenie emisji CO₂ wynikające z zastąpienia konwencjonalnych źródeł energii źródłami odnawialnymi

Table 4. Reduction of CO₂ emissions resulting from the replacement of conventional energy sources for energy from renewable sources

Rodzaj inwestycji Type of investment	Ilość przetworzonej energii Number of processed energy [MWh]	Wskaźnik emisji CO ₂ Indicator CO ₂ emissions	Zmniejszenie emisji CO ₂ Reducing CO ₂ emissions [Mg]
Ogniwa fotowoltaiczne (1,6 kWp) Photovoltaic cells (1,6 kWp) + Pompy ciepła (10 kW) Heat Pumps (10 kW)	42,0	0,346	14,8
Ogniwa fotowoltaiczne (92 kWp) Photovoltaic cells (92 kWp)	89,3	0,346	30,9
Farma fotowoltaiczna (440 kWp) Photovoltaic farm (440 kWp)	427,0	0,346	147,7

Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

Podsumowanie

Głównym celem wykorzystywania odnawialnych źródeł energii na obszarach wiejskich jest poprawa jakości powietrza i docelowo spełnienie norm jego jakości. W niniejszej pracy przedstawiono trzy możliwości ograniczania emisji zanieczyszczeń z obszarów wiejskich przez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Pierwsze rozwiązanie zakłada budowę farmy fotowoltaicznej o łącznej mocy 440 kWp. Efekt ekologiczny możliwy do osiągnięcia po zastosowaniu tego wariantu to poprawa efektywności energetycznej oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Zastosowanie tego wariantu pozwoli zmniejszyć emisję CO₂ na terenie gminy o 147,7 Mg w ciągu roku. Drugim działaniem wpływającym na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych jest instalacja ogniw fotowoltaicznych na budynkach użyteczności publicznej w celu zaopatrzenia tych budynków w energię elektryczną. Dzięki zastosowaniu tego wariantu uzyska się zmniejszenie emisji CO₂ o 30,9 Mg. Trzecim z zaproponowanych rozwiązań jest montaż 20 instalacji hybrydowych pompy ciepła

(woda – powietrze) o mocy 10 kW oraz paneli fotowoltaicznych o mocy 1,6 kWp w gospodarstwach domowych. W wyniku zainstalowania tego systemu emisja CO₂ zmniejszy się o 14,8 Mg. Zastąpienie konwencjonalnych źródeł energii przez OZE umożliwi zmniejszenie emisji o 193,4 Mg·rok⁻¹. Oprócz efektu ekologicznego, stosowanie OZE przynosi określone korzyści ekonomiczne i społeczne. Rozwój odnawialnych źródeł energii na obszarach wiejskich przyczynia się do poprawy jakości życia mieszkańców. Z całą pewnością należy wykorzystywać odnawialne źródła energii w celu zminimalizowania emisji szkodliwych substancji do środowiska na tych obszarach.

Bibliografia

ALSEMA E.A., de WILD-SCHOLTEN M.J., FTHENAKIS V.M. 2006. Environmental impacts of PV electricity generation and critical comparison of energy supply options [online]. 21st European Photovoltaic Solar Energy, Drezno. [Dostęp 28.12.2015]. Dostępny w Internecie: <ftp://130.112.2.101/pub/www/library/report/2006/rx06016.pdf>

BERTOLDI P., BORONAS CAYUELA D., MONNI S., PIERS de RAVESCHOOT R. 2010. How to develop a sustainable energy action plan – Guidebook. Luksemburg. Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-15782-0 ss. 124.

DOBROWOLSKI G. 2000. Ochrona powietrza. Zagadnienia administracyjnoprawne [Air protection. Administration and law issues]. Kraków. Kantor Wydawniczy. Zakamycze. ISBN 8388114751 ss. 296.

DOCKERY D.W., POPE C.A., Xu X., SPENGLER J.D., WARE J.H., FAY M.E., FERRIS B.G. Jr., SPEIZER F.E. 1993. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England Journal of Medicine*. Vol. 329. No. 24 s. 1753–1759.

EC BREC – Europejskie Centrum Energetyki Odnawialnej 2000. Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce. Warszawa s. 11–20.

HUEGLINA C., GEHRIGA R., BALTENSPERGERB U., GYSEL C., MONND C., VONMONTA H. 2005. Chemical characterisation of PM_{2.5}, PM₁₀ and coarse particles at urban, near-city and rural sites in Switzerland. *Atmospheric Environment*. Vol. 39. Iss. 4 s. 637–651.

KONIECZNA A., ROMAN K. 2014. Impact of the amount of fertilization on NPK and humus in soil balance in the selected plant production technologies. *Agricultural Engineering*. No. 3(145) s. 139–148.

IPCC 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories [online]. Thrid Authores Experts Meeting: Industrial Processes and Produkt USA, 27–29 July 2004, Washington D.C. [Dostęp 26.12.2015]. Dostępny w Internecie: www.IPCC-tfi.iges.orjp/meeting/pdfiles/Washington_report.pdf

LIPIŃSKI A. 1997. Dlaczego nie ma zakazów. Niska emisja przed sądem [Why there are no bans? Low emissions in law aspect]. *Ekoprofit*. Nr 1 s. 21–25.

NFOŚiGW 2013. Załącznik nr 9 do Regulaminu Konkursu nr 2/PO liŚ/9.3/2013 – Priorytet IX. Infrastruktura energetyczna przyjazna środowisku i efektywność energetyczna [online]. Warszawa. [Dostęp 19.10.2013]. Dostępny w Internecie: https://pois.nfosigw.gov.pl/.../pl/.../zal_9_szczegolowe_zalecenia.doc

NUREK T., ROMAN K. 2014. Effect of mineral matter content on specific density of forest biomass. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Agriculture (Agricultural and Forest Engineering)*. Vol. 64 s. 109–116.

ROMAN K., KONIECZNA A. 2015. Evaluation of a different fertilisation in technology of corn for silage, sugar beet and meadow grasses production and their impact on the environment in Poland. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. (10)12 s. 1351–1358.

Selfa PV 2015. Zestawy fotowoltaiczne on-grid [online]. [Dostęp 12.12.2015]. Dostępny w Internecie: <http://www.selfa-pv.com/pl/produkty/zestawy-fotowoltaiczne/zestawy-fotowoltaiczne-on-grid>

TROJANOWSKA M., SZUL T. 2010. Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania obiektów użyteczności publicznej na terenach wiejskich [The demand of energy for heating public facilities in rural areas]. *Technika Rolnicza Ogrodnicza i Leśna*. Nr 5 s. 89–97.

UNEP 2015. Global trends in renewable energy investment 2015 [online]. [Dostęp 19.10.2015]. Dostępny w Internecie: http://fsunepcentre.org/sites/default/files/attachments/key_findings.pdf

WIOŚ 2008. Raport o stanie środowiska w województwie zachodniopomorskim w latach 2006–2007 [online]. Szczecin. [Dostęp 19.10.2015]. Dostępny w Internecie: http://www.wios.szczecin.pl/bip/files/64EE894C2F404AA3B82B330B9BACA008/I_Wst%C4%99p.pdf

Łukasz Kujda, Dawid Kozacki, Dagmara Pociach, Marek Hryniewicz

EFFECT OF THE RENEWABLE ENERGY RESOURCES ON THE REDUCTION OF POLLUTION EMISSIONS FROM THE RURAL AREAS

Summary

The purpose of this study was to present the possibilities of the low-stack emission reduction from the rural areas through the use of renewable energy sources. The study included: an inventory of energy sources in a selected areas to identify problems, a potential of reducing households emissions according to the methodology recommended by the National Fund for Environmental Protection and Water Management. The study showed that the main air pollutants are emitted from the combustion of solid fossil fuels in the households. Research has shown that most emissions came from a coal – 89%, gas – 7% and wood – 4%. To resolve the problem the ability to reduce greenhouse gas emissions has been indicated by increasing the share of hybrid installations: photovoltaic cells – heat pumps, photovoltaic farm and installation of photovoltaic systems on public buildings. As a result of the hybrid installations there was a reduction of CO₂ by 14.8 Mg, photovoltaic farm – 147.7 Mg, and installation of photovoltaic panels on public buildings – 30.9 Mg.

Key words: renewable energy, greenhouse gases, emission, air pollution

Adres do korespondencji:

mgr inż. M. Hryniewicz
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Oddział w Warszawie
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa
tel. 22 542-11-04, e-mail: m.hryniewicz@itp.edu.pl

