

Piotr HEKTUS*

CZYNNIKI LOKALIZACJI ORAZ ROZMIESZCZENIE PRZESTRZENNE ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE

W artykule dokonano identyfikacji czynników wpływających na lokalizację inwestycji z zakresu energetyki wiatrowej. Zbadano również przestrzenne rozmieszczenie mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych na terenie Polski. Wykazano, iż rozwój tego typu instalacji następuje w sposób dynamiczny, jednak nierównomierny przestrzennie. Na podstawie zidentyfikowanych czynników oraz rozmieszczenia przestrzennego elektrowni wiatrowych, stwierdzono występowanie uwarunkowań lokalizacyjnych w skali regionalnej oraz lokalnej. Energetyka wiatrowa najlepiej rozwija się na wybrzeżu Morza Bałtyckiego, w środkowej części kraju warunki są korzystne, natomiast na południu oraz wschodzie występują bariery lokalizacyjne. Ponadto w każdym z tych regionów zauważa się istniejące dysproporcje w mocy zainstalowanej elektrowni pomiędzy sąsiadującymi powiatami. Wskazane uwarunkowania sprawiają, iż rozwój przestrzenny energetyki wiatrowej wykazuje się znaczną koncentracją przestrzenną.

1. WPROWADZENIE

W ostatnich latach zauważa się znaczny rozwój energetyki opartej na odnawialnych źródłach energii (OZE) zarówno na świecie, jak i w Polsce. Związany jest on z ponadnarodowymi działaniami na rzecz ochrony klimatu [4]. Unia Europejska określa za pomocą odpowiednich dokumentów i aktów normatywnych zakres wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w krajach członkowskich. W myśl dyrektyw Unijnych i rozporządzeń krajowych, strategicznym celem polityki energetycznej Polski w zakresie OZE jest zwiększenie wykorzystania zasobów energii odnawialnej tak, aby udział tej energii w końcowym zużyciu energii brutto osiągnął w 2020 roku wielkość 15% [15].

* Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, ul. Dzięgielowa 27, 61-680 Poznań, piotr.hektus@amu.edu.pl.

W warunkach krajowych energia ze źródeł odnawialnych obejmuje energię promieniowania słonecznego, wody, wiatru, zasobów geotermalnych oraz energię wytworzoną z biopaliw stałych, biogazu i biopaliw ciekłych, a także energię otoczenia pozyskiwaną przez pompy ciepła [5]. Obecnie najszybciej rozwijający się sektor technologii energetycznych tworzy energetyka wiatrowa, która jest jednocześnie jednym z najbardziej opłacalnych odnawialnych źródeł energii na świecie [3]. W porównaniu z krajami europejskimi, zwłaszcza takimi jak Niemcy i Hiszpania, rozwój energetyki wiatrowej nastąpił Polsce stosunkowo późno [8]. Jednak odpowiednie regulacje prawne stworzyły korzystne perspektywy dla rozwoju energetyki wiatrowej również w naszym kraju [7, 13]. W ostatnich latach ten rodzaj OZE odznaczał się rekordowymi przyrostami mocy instalowanej [12]. Według danych Urzędu Regulacji Energetyki moc zainstalowana elektrowni wiatrowych w 2005 roku stanowiła 7,2% ogółu mocy zainstalowanej elektrowni opartych na odnawialnych źródłach energii, w 2010 roku było to już 46%, natomiast w 2014 roku – 64%. W 2015 roku łączna moc farm wiatrowych w Polsce wyniosła 4,1 GW i obecnie są one głównym źródłem energii elektrycznej wśród OZE, wyprzedzając te oparte o biomasę o 3,1 GW [17].

Pierwotnego nośnika energii wiatru nie da się transportować, tak więc konwersja tej energii w energię elektryczną lub inną formę energii użytecznej jest związana z miejscem występowania jej zasobów.

Celem artykułu było przedstawienie czynników jakie mają wpływ na wybór lokalizacji pod budowę elektrowni wiatrowych oraz zbadanie przestrzennego rozmieszczenia turbin wiatrowych na terenie kraju. Kierunek badań wyznaczała postawiona hipoteza badawcza: występowanie określonych czynników lokalizacji wpływa na nierównomierny rozwój przestrzenny energetyki wiatrowej na terenie Polski.

2. MATERIAŁY I METODY

W badaniu wykorzystano dane Urzędu Regulacji Energetyki dotyczące mocy zainstalowanej odnawialnych źródeł energii (MW) wg stanu na 31.12.2015 r. [20]. Ponadto posłużono się danymi Głównego Urzędu Statystycznego obejmującymi powierzchnie powiatów (km²) [6]. Do opisu stopnia koncentracji wykorzystano krzywą oraz wskaźnik koncentracji M.O. Lorenza [14] oraz współczynnik zmienności [14]. Miara zmienności pozwala określić stopień zróżnicowania wielkości cechy w zbiorze obiektów, wyrażona jest wzorem:

$$V = \frac{s}{x} \quad (1)$$

gdzie:

s – odchylenie standardowe,

\bar{x} – średnia arytmetyczna.

Krzywa Lorenza jest graficznym sposobem wyznaczenia miary koncentracji. Zawiera się ona w kwadracie jednostkowym, przy czym jej końce to dolny lewy i górny prawy wierzchołek kwadratu. Im krzywa leży dalej od przekątnej kwadratu, tym większa jest koncentracja analizowanej cechy w pewnych częściach obszaru. Współczynnik koncentracji pozwala określić stopień natężenia rozkładu ogólnej sumy wartości badanej cechy na poszczególne jednostki zbiorowości statystycznej:

$$W_k = \frac{a}{a+b} \quad (2)$$

gdzie:

$$0 \leq W_k \leq 1,$$

a – powierzchnia pola zawartego między krzywą koncentracji a linią równomiernego rozkładu (przekątną kwadratu),

b – powierzchnia pola leżącego pod krzywą koncentracji.

Im mniejsza wielkość ilorazu, tym bardziej równomierne rozmieszczenie obiektów w przestrzeni. Obliczenia oraz wykresy wykonano w arkuszu kalkulacyjnym MS Excel. Ponadto obliczono udziały mocy zainstalowanej dla poszczególnych elektrowni opartych na odnawialnych źródłach energii oraz wielkości zmian analizowanego zjawiska w porównaniu do przyjętego roku wyjściowego, w wartościach bezwzględnych oraz w procentach. Graficzną prezentację rozmieszczenia mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych w układzie powiatów sporządzono w Quantum GIS (1.7.4 „Wrocław”).

3. CZYNNIKI LOKALIZACJI ELEKTRWONI WIATROWYCH

3.1. UWARUNKOWANIA PRAWNE

Pierwszą grupę aktów prawnych mających zastosowanie przy wyznaczaniu lokalizacji elektrowni wiatrowych stanowią przepisy dotyczące ochrony środowiska i przyrody. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. Nr 92, poz. 880, z późn. zm.) określa kryteria lokalizacyjne farm wiatrowych i pojedynczych turbin, wskazując obszary, które powinny być bezwzględnie wyłączone z tego rodzaju zainwestowania, obszary możliwe do ograniczonego rozwoju energetyki wiatrowej oraz obszary, gdzie tego rodzaju inwestycje mogą być lokalizowane bez większych przeszkód. W/w ustawa wprowadza zakaz lokalizowania elektrowni wiatrowych na terenie parków narodowych i rezerwatów przyrody. W obrębie parków krajobrazowych i obszarów

chronionego krajobrazu inwestycje są możliwe (dla elektrowni wiatrowych o mocy poniżej 100 MW i wysokości do 30 m), jeżeli procedury oceny oddziaływania na środowisko wykazały brak niekorzystnego wpływu na przyrodę oraz otrzymały pozytywną ocenę wojewody (dyrektora parku krajobrazowego). Ponadto zakazana jest realizacja przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, wymagających sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (należą do nich elektrownie o mocy powyżej 100 MW). W odniesieniu do terenów sieci Natura 2000, konieczne jest zachowanie buforu 10 km oddzielającego planowaną inwestycję od chronionej ostoi. Na tych terenach lokalizacja elektrowni wiatrowych jest dopuszczalna, jeżeli ocena oddziaływania na środowisko jest pozytywna lub zostanie spełniony warunek kompensacji przyrodniczej.

Kolejną grupę aktów prawnych stanowią przepisy dotyczące ochrony zasobów naturalnych. Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych z dnia 3 lutego 1995 r. (t.j. Dz. U. 2013 poz. 1205) ogranicza możliwość wykorzystania gruntów o wysokich klasach bonitacyjnych na cele nierolnicze i nieleśne. Zasoby leśne są chronione głównie na podstawie Ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (Dz. U. 2014 poz. 1153) regulującej tworzenie lasów ochronnych. Przepisy te wykluczają możliwość lokalizacji na terenie lasów ochronnych urządzeń energetyki wiatrowej. Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2005 nr 167 poz. 1399) w ramach obszarów ochrony uzdrowiskowej wydziela trzy rodzaje stref ochronnych; „A”, „B” i „C”. W pierwszych dwóch strefach lokalizacja elektrowni wiatrowych jest wykluczona, a w trzeciej niewskazana.

Następną grupę aktów prawnych stanowią regulacje dotyczące ochrony zabytków i dziedzictwa kulturowego. Istotnym uwarunkowaniem, który należy brać pod uwagę przy lokalizowaniu urządzeń energetyki wiatrowej jest prawna i planistyczna ochrona zabytków. Ustawa o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami z dnia 23 lipca 2003 r. (Dz. U. 2003 Nr 162, poz. 1568) zawiera zapisy o ochronie zabytków nieruchomych oraz zabytków archeologicznych, jak też tworzeniu wokół nich stref ochronnych, w tym ochrony widokowej. Podobne strefy ochrony (do 100 m od granicy Pomnika) tworzone są wokół Pomników Zagłady na podstawie Ustawy o ochronie terenów byłych hitlerowskich obozów zagłady z dnia 7 maja 1999 r. (Dz.U. 1999 nr 41 poz. 412). Na terenie stref ochronnych wyklucza się możliwość lokalizacji elektrowni.

Kolejna grupa aktów prawnych jest związana z bezpieczeństwem publicznym. Zgodnie z Ustawą z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. 2001 Nr 115, poz. 1229, z późn. zm.) spod lokalizacji elektrowni wiatrowych wykluczone są tereny zalewowe. Podstawowymi aktami prawnymi, w których znajdują się regulacje w zakresie ochrony terenów zamieszkania są: Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2008 Nr 25, poz. 150, z późn. zm.) oraz Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. Nr 80, poz. 717, z późn. zm.).

Prawo ochrony środowiska zabrania lokalizowania farm wiatrowych w granicach administracyjnych miast oraz w obrębie zwartej zabudowy wsi, jak też wyznacza 500-metrową strefę ochronną od obszarów zabudowanych. Oprócz ograniczeń wynikających z sąsiedztwa obszaru zabudowanego lokalizacja energetyki wiatrowej wykluczona jest też w otoczeniu obiektów wojskowych oraz lotnisk cywilnych.

Ostatnia grupa aktów prawnych związana jest z uwarunkowaniami planistycznymi. Dotyczą one prawa miejscowego i regulowane są przez Ustawę z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. Nr 80, poz. 717, z późn. zm.). Zgodnie z Ustawą określanie sposobu przeznaczenia terenów oraz ustalanie zasad ich zagospodarowania i zabudowy należy do zadań własnych gminy. Podstawowym dokumentem określającym w sposób ogólny politykę przestrzenną i lokalne zasady zagospodarowania gminy jest Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP). Aktem prawa miejscowego określającym przeznaczenie, warunki zagospodarowania i zabudowy terenu, a także rozmieszczenie inwestycji celu publicznego jest miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (MPZP). Lokalizacja elektrowni wiatrowych powinna być uwzględniona w SUiKZP oraz objęta MPZP. W przypadku braku MPZP inwestycję przeprowadza się na podstawie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu.

3.2. UWARUNKOWANIA ŚRODOWISKOWE

Fundamentalnym czynnikiem wpływającym na rozwój energetyki wiatrowej w danym regionie są zasoby energetyczne wiatru [1]. Determinują one opłacalność budowy elektrowni wiatrowej. Ich określenie w dowolnej lokalizacji, przy spełnieniu wysokich wymagań dokładności, jest przedsięwzięciem niezwykle złożonym [2]. Podstawę do wstępnego określenia lokalizacji farm wiatrowych stanowią dane zawarte w atlasach wiatrowych [1]. Przedstawiają one jednak jedynie informację orientacyjną, gdyż istniejące mapy warunków wiatrowych zwykle znacząca różnią się między sobą i niekiedy budzą kontrowersje [18, 19]. Aby dokładniej oszacować wielkość zasobów energetycznych, pomiarów dokonuje się w miejscu planowanej elektrowni [1]. Głównymi parametrami są: prędkość wiatru i częstotliwość powtarzania się poszczególnych prędkości [9]. Na tej podstawie wyznacza się procentowy czas występowania wiatru w określonych prędkościach w okresie roku, a w efekcie i produkcję energii przez elektrownię wiatrową [11]. Wydajność siłowni wiatrowych w dużej mierze zależy od ich lokalizacji w terenie, tj. od ukształtowania terenu i jego pokrycia. Pokrycie terenu opisywane jest przez tzw. klasy szorstkości terenu [10]:

- klasa 0 – teren płaski, otwarty, na którym wysokość nierówności jest mniejsza niż 0,5 m;
- klasa 1 – teren płaski otwarty lub nieznacznie pofalowany. Mogą występować pojedyncze zabudowania lub drzewa w dużych odległościach od siebie;

- klasa 2 – teren płaski lub pofalowany z otwartymi dużymi przestrzeniami. Mogą występować grupy drzew lub niska zabudowa w znacznej odległości od siebie;
- klasa 3 – teren z przeszkodami, tj. tereny zalesione, przedmieścia większych miast oraz małe miasta, tereny przemysłowe luźno zabudowane;
- klasa 4 – teren z licznymi przeszkodami w niedużej odległości od siebie, tj. skupiska drzew, budynków w odległości min. 300 m od miejsca obserwacji;
- klasa 5 – teren z licznymi dużymi przeszkodami położonymi blisko siebie, obszary leśne, centra dużych miast.

Dla uzyskania porównywalności danych empirycznych, stosuje się formuły pozwalające sprowadzić uzyskane średnie prędkości wiatru do prędkości przy klasie szorstkości „0” [1]. Potencjał techniczny energii wiatru wiąże się zatem przede wszystkim z przestrzennym rozmieszczeniem terenów otwartych (o niskiej szorstkości podłoża i bez obiektów zaburzających przepływ powietrza).

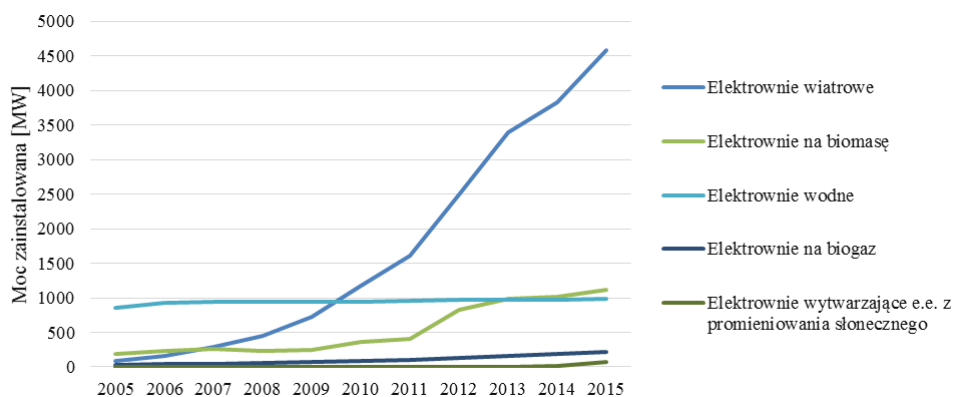
3.3. UWARUNKOWANIA SPOŁECZNE

Istotnym czynnikiem lokalizacji farm wiatrowych jest nastawienie lokalnej społeczności do planowanej inwestycji. Należy określić, czy właściciele wytypowanych działek pod budowę elektrowni wiatrowych są chętni do wydzierżawienia gruntu oraz czy właściciele działek sąsiadujących pozwolą na przeprowadzenie infrastruktury przyłączeniowej, jeśli projekt będzie tego wymagał. Należy także określić, czy tego typu inwestycja wzbudza obawy oraz ryzyko wystąpienia lokalnych protestów społecznych [16]. Często przyczyną sprzeciwu wobec lokalizacji farmy wiatrowej na danym terenie jest: generowanie przez turbiny monotonnego hałasu o niskim natężeniu, odbłaski światła słonecznego od łopat wirnika jak też rzucany przez łopaty cień, zakłócanie fal radiowych, duża terenochłonność oraz kwestia dewastacji krajobrazu przez taką farmę [1]. Z uwarunkowaniami społecznymi powiązana jest także sytuacja polityczna, rozumiana jako nastawienie władarzy gminy do inwestycji. Podczas prac terenowych organizowane są spotkania z wóldarzami danej jednostki terytorialnej celem ustalenia, jaki klimat inwestycyjny panuje w gminie [16].

4. ROZMIESZCZENIE PRZESTRZENNE ENERGETYKI WIATROWEJ W POLSCE

Badając rozmieszczenie przestrzenne elektrowni wiatrowych, należy zwrócić uwagę na dynamiczny rozwój przeprowadzanych inwestycji zachodzący na przestrzeni ostatnich lat. W 2005 roku, według danych Urzędu Regulacji Energetyki, łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych wynosiła 83 MW, stanowiąc 7% ogółu mocy zainstalowanej w elektrowniach opartych na odnawialnych źródłach energii. Obecnie, udział

tego typu instalacji stanowi już ponad 65%, przy łącznej mocy instalacji elektrowni wiatrowych wynoszącej 4582 MW – stan na 31.12.2015. W latach 2006 i 2007 zmiany w zainstalowanej mocy sięgały niemal 90% w stosunku do lat poprzednich. W roku 2015 moc wzrosła o 20% w stosunku do roku 2014. Największe przyrosty mocy zainstalowanej odnotowano w latach 2012 i 2013, wynosiły one odpowiednio 881 MW i 893 MW (rys. 1).

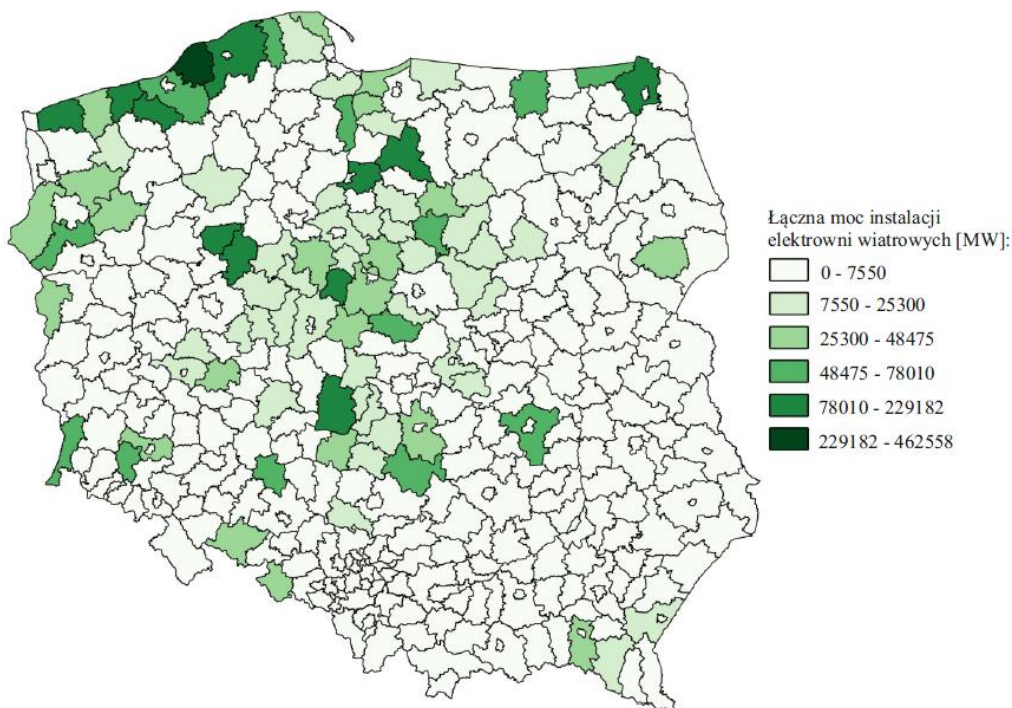


Rys. 1. Moc zainstalowana elektrowni opartych na odnawialnych źródłach energii [MW] w latach 2005–2015

Przestrzenne rozmieszczenie mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych przedstawiono na rys. 2. Wykazano, iż energetyka wiatrowa rozwija się przede wszystkim na wybrzeżu oraz w centralnej części kraju, natomiast na południu oraz wschodzie Polski bardzo rzadko lokalizowane są tego typu instalacje. Świadczy to o występowaniu regionalnych uwarunkowań dla rozwoju energetyki wiatrowej związanych ze strefami energetycznymi wiatru. Dostępne analizy i pomiary wskazują, że najkorzystniejszą strefą jest wybrzeże Morza Bałtyckiego – tam też zainstalowana moc elektrowni wiatrowych jest największa. Wybitnie korzystna strefa energetyczna wiatru występuje także w regionie Suwalszczyzny [10]. Jednak energetyka wiatrowa nie rozwija się na tym obszarze równomiernie. W powiecie suwalskim łączna moc zainstalowana elektrowni wiatrowych wynosi 114,710 MW, natomiast w sąsiednich powiatach: sejneńskim – 0 MW, oleckim – 4,600 MW. Znaczne lokalne dysproporcje zauważa się także w innych częściach kraju. W powiecie radomskim moc elektrowni wiatrowych wynosi 63,765 MW, natomiast we wszystkich sąsiednich powiatach turbiny wiatrowe nie występują. Podobne zależności mają miejsce również m.in. dla powiatów: zgorzeleckiego, namysłowskiego, bielskiego. Świadczy to o istotnych czynnikach lokalizacyjnych występujących w skali lokalnej.

Aby określić stopień zróżnicowania mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych w układzie powiatów obliczono współczynnik zmienności: $V = 293\%$, na podstawie

którego stwierdza się, iż dysproporcje pomiędzy powiatami są znaczne. Należy podkreślić, iż 50 powiatów w których energetyka wiatrowa rozwija się najlepiej, stanowi 80% całkowitej mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych w kraju. Wskazuje to na występowanie na tych obszarach wyjątkowo korzystnych czynników lokalizacji. Ponadto zauważa się, iż na terenie 179 powiatów nie znajduje się żadna turbina wiatrowa. Na tych obszarach występują silne bariery lokalizacji lub instalacja tego typu elektrowni jest nieopłacalna.

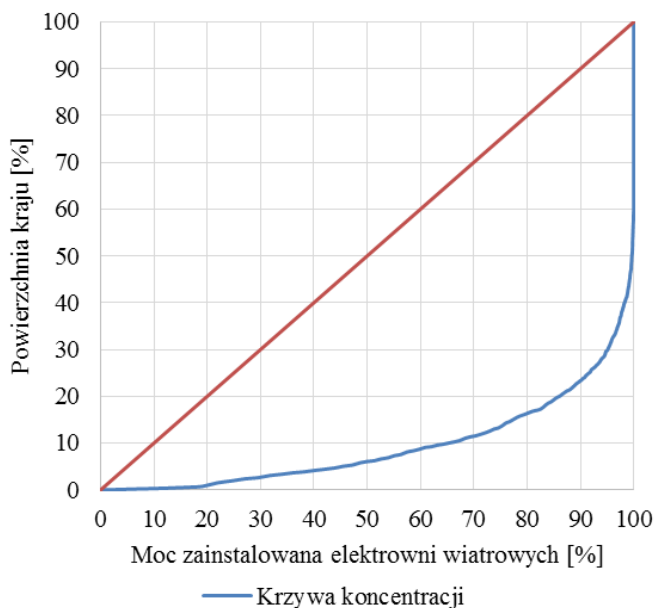


Rys. 2. Przestrzenne rozmieszczenie mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych [kW] w 2015 r.

Do zbadania stopnia koncentracji zainstalowanej mocy elektrowni wiatrowych zastosowano krzywą koncentracji Lorenza (rys. 3). Analizując właściwości krzywej, tj. jej odległość od przekątnej kwadratu, stwierdza się, że występuje silna koncentracja lokalizacji elektrowni wiatrowych w pewnych częściach kraju. Świadczy o tym duże odchylenie krzywej od linii równomiernego podziału (przekątnej kwadratu). Ponadto z wykresu odczytujemy, iż:

- 50% mocy zainstalowanej elektrowni wiatrowych w Polsce znajduje się na obszarze 18 powiatów, zajmujących około 6% powierzchni kraju,
- około 95% zainstalowanej mocy znajduje się na obszarze 96 powiatów, zajmujących 30% powierzchni kraju.

W celu uzyskania liczbowej miary koncentracji obliczono również współczynnik lokalizacji, który wynosi: $W_k = 0,81$. Tak wysoka wartość współczynnika potwierdza silną koncentrację badanego zjawiska.



Rys. 3. Krzywa koncentracji Lorenza

5. WNIOSKI

Rozwój przestrzenny energetyki wiatrowej na terenie Polski jest nierównomierny. Wpływają na to określone czynniki lokalizacji. Aby planowana inwestycja została zakończona powodzeniem, należy wziąć pod uwagę zarówno uwarunkowania prawne, środowiskowe jak i społeczne występujące na danym terenie. Każdy z czynników lokalizacji jest istotny. Ich korelacja determinuje powstawanie obszarów szczególnie sprzyjających rozwojowi energetyki wiatrowej, obszarów o przeciętnych utrudnieniach lokalizacyjnych oraz obszarów wyłączonych spod lokalizacji tego typu inwestycji. Z badań wynika, iż uwarunkowania te mają zarówno charakter regionalny jak i lokalny. W skali regionalnej w południowo-wschodniej części kraju czynniki lokalizacji są wybitnie niekorzystne, gdyż inwestycji z zakresu elektrowni wiatrowych jest bardzo niewiele. Środkową część kraju należy uznać za korzystną, natomiast wybrzeże Morza Bałtyckiego za wybitnie korzystną. W każdej części Polski bardzo widoczne są uwarunkowania lo-

kalne, charakteryzujące się bardzo dużymi dysproporcjami w mocy zainstalowanej pomiędzy sąsiadującymi powiatami. Związane jest to z występowaniem opisanych czynników lokalizacji determinujących koncentrację przestrzenną, a tym samym nierównomierne rozmieszczenie elektrowni wiatrowych - co potwierdza postawioną we wstępie hipotezę badawczą.

Z analiz wynika, iż ze względu na określone czynniki lokalizacyjne, następować będzie pogłębianie dysproporcji w wielkoskalowe inwestycje między obszarami wybitnie korzystnymi, a obszarami na których występują bariery lokalizacyjne dla rozwoju energetyki wiatrowej.

LITERATURA

- [1] BANAK M.J., *Lokalizacja elektrowni wiatrowych – uwarunkowania środowiskowe i prawne*, Człowiek i środowisko, 2010, Vol. 34, No. 3–4, 117–128.
- [2] Biuro planowania przestrzennego w Lublinie, *Wojewódzki program rozwoju alternatywnych źródeł energii dla Województwa Lubelskiego*, Lublin 2006.
- [3] CHAN Z., BLAABJERG F., *Wind farm – A power source in future powers system*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 13, No. 6–7, 1288–1300.
- [4] CIESZOWSKI Z., POLAK E., GIRCZUK J., ALEKSANDROWICZ D., DMOWSKA E., OLESZCZUK D., BORKOWSKA A., *Rozwój energetyki opartej na źródłach odnawialnych w województwie mazowieckim – stan i wyzwania*, seria MAZOWSZE. Analizy i Studia 2015, Vol. 44, No. 3, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego w Warszawie, Warszawa 2015.
- [5] Główny Urząd Statystyczny, *Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 roku*, Warszawa 2015.
- [6] Główny Urząd Statystyczny, *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2015 r.*, Warszawa 2015.
- [7] GNATOWSKA R., *Formalno-prawne aspekty rozwoju odnawialnych źródeł energii*, Polityka Energetyczna, 2009, Vol. 12, No. 2/2, 131–143.
- [8] HASS R., PANZER C., RESCH G., RAGWITZ M., REECE G., HELD A., *A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, Vol. 15, No. 2, 1004–1033.
- [9] Kujawsko-Pomorskie Biuro Planowania Przestrzennego i Regionalnego we Włocławku, *Województwo Kujawsko-Pomorskie – zasoby i możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii*, Włocławek, 2012.
- [10] LORENC H., *Zasoby wiatru w Polsce*, Materiały badawcze. Seria Meteorologia, 1992, Vol. 18, 1–54.
- [11] MICHALIK P., *Ocena zasobów energii wiatru na potrzeby malej energetyki wiatrowej*, Elektrotechnika i Elektronika, 2009, Vol. 28, No. 1–2, 14–19.
- [12] MUSIAŁKIEWICZ Ł., GRZEJSZCZAK P., SKOCZEK S., KOSIARSKI K., MICHALCZYK P., MICHALAK K., *Raport o rynku energii elektrycznej i gazu ziemnego w Polsce w 2014 r.*, RWE Polska, Wyd. Mediapolis., 2014.
- [13] Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., *Raport Roczny 2013*, [http://www.pse.pl/].
- [14] RUNGE J., *Metody badań w geografii społeczno-ekonomicznej – elementy metodologii, wybrane narzędzia badawcze*, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2007.
- [15] SOWIŃSKI J., PYDYCH T., TOMASZEWSKI R., WACHTARCZYK A., *Produkcja energii elektrycznej i ciepła z odnawialnych nośników w warunkach ryzyka*, Rynek Energii, 2015, Vol. 117, No. 2.

- [16] STOLIŃSKA B., *Czynniki lokalizacji elektrowni wiatrowych*, Świat Nieruchomości, 2014, Vol. 88, No. 2, 27–31.
- [17] TPA Horwath, *Raport: Energetyka wiatrowa w Polsce 2015*, [www.tpa-horwath.pl].
- [18] WIŚNIEWSKI G. (red.), *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii – wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2011.
- [19] WIŚNIEWSKI G., MICHAŁOWSKA-KNAP K., KOĆ S., *Energetyka wiatrowa – stan aktualny i perspektywy rozwoju w Polsce*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa 2012.
- [20] www.ure.gov.pl.

LOCATION FACTORS AND SPATIAL DISTRIBUTION OF WIND POWER GENERATION IN POLAND

The article identifies factors influencing location of investments in wind energy. It presents the results of the research on the wind power plants energy territorial distribution in Poland. It has been proven that the development of this type of installation takes place in a dynamic but territorially uneven way. On the grounds of the identified factors and territorial distribution of the wind power plants has been indicated the influence of the location at the regional and local level. Wind power thrives on the Baltic coast, in the central part of the country conditions are favorable, while on the south and on the east appear barriers deriving from location. Moreover, in each of these regions has been noticed the imbalance of the installed plants power between neighboring districts. All the mentioned factors have been causing the substantial territorial concentration of the investments in wind energy.