

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 51, 2011: 61–71
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 51, 2011)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 51, 2011: 61–71
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 51, 2011)

Grzegorz MAJEWSKI, Barbara NASIŁOWSKA

Zakład Meteorologii i Klimatologii SGGW w Warszawie
Division of Meteorology and Climatology WULS – SGGW

Energia wiatru – ocena zasobów i problemy inwestycji w odnawialne źródła energii na przykładzie gminy Latowicz (woj. mazowieckie)

Wind Energy – assessment of resources and investment problems in renewable sources of energy based on the commune Latowicz

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii,
energia wiatru, gmina Latowicz

Key words: renewable energy sources, wind
energy, Latowicz commune

Wprowadzenie

W ostatnich latach w Polsce znacznie wzrosło zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii (OZE). Pociągnęło to za sobą konieczność dokładnego poznania naszych naturalnych zasobów energetycznych i możliwości ich pozyskania. Otworzył się nowy, szeroki i niezbadany dotąd rynek dla inwestorów. Największe zainteresowanie pojawiło się wokół elektrowni wiatrowych (EW). Niezależnym efektem pozyskiwania energii elektrycznej z elektrowni wiatrowej jest także

efekt ekologiczny. Szacuje się, że wyprodukowanie przez elektrownię wiatrową 1000 kWh energii eliminuje emisję do atmosfery około 5,5 kg SO₂, 4,2 kg NO_x, 700 kg CO₂ oraz 49 kg pyłów.

W Polsce obserwuje się niezmiernie dynamiczny rozwój energetyki wiatrowej. Największe polskie elektrownie i farmy wiatrowe zlokalizowane są głównie w województwach pomorskim, zachodniopomorskim, wielkopolskim oraz warmińsko-mazurskim, a więc tam, gdzie występują najlepsze warunki wiatrowe w Polsce. Pomimo intensywnego rozwoju energetyki wiatrowej zapewne nie zostaną zrealizowane plany rządowe, zakładające uzyskanie w 2010 roku udziału energii wiatrowej na poziomie 2,3%. Na koniec 2008 roku wskaźnik

ten wynosił bowiem zaledwie 0,51%. Nasycenie elektrowniami wiatrowymi w Polsce wynosi 12 W na mieszkańca ($1,44 \text{ kW}\cdot\text{km}^{-2}$). W innych krajach europejskich wskaźnik ten wynosi: w Danii 642 W na mieszkańca, a w Niemczech 253 W na mieszkańca (Dziubiński 2010).

Celem pracy jest pokazanie uproszczonej metody oceny opłacalności lokalizacji inwestycji na wybranym terenie. Ocena opłacalności lokalizacji jest wielowątkowa. Na problem ten należy spojrzeć, analizując jednocześnie takie czynniki, jak: warunki klimatyczne, lokalizacja w terenie, warunki techniczno-administracyjne (Lorenc 1996, Chochowski i Krawiec 2008, Lubośny 2009, Kowalczyk i Kowalczyk 2009, Nasiłowska 2010). Dopiero uzyskując współgranie wszystkich aspektów, można podjąć decyzje o opłacalności lub nie danej inwestycji. Ocenę należy przeprowadzić etapami – od orientacyjnej do szczegółowej.

Material źródłowy i metodyka badań

Material źródłowy stanowiły wieloletnie dane meteorologiczne z lat 1956–1965 z trzech stacji: Radom, Siedlce, Warszawa, oraz dane z lat 2006–2007 uzyskane ze Stacji Hydrologiczno-Meteorologicznej w Siedlcach. W opracowaniu wykorzystano również: dane zawarte w pracy „Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce” (Lorenc 1996), mapę numeryczną z Powiatowego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartografii w Mińsku Mazowieckim oraz własne obserwacje terenowe.

Algorytm wykonania obliczeń

Pierwszym etapem oszacowania zasobów energetycznych wiatru było przeliczenie prędkości wiatru na poziomie wiatromierza i czasu jego występowania na tzw. energię użyteczną wiatru według uproszczonego wzoru (Lorenc 1996):

$$E = 0,5 \rho v^3 t \cdot 2,778 \cdot 10^{-7} \quad (1)$$

gdzie:

E – energia, jaką niesie strumień powietrza w całym zakresie możliwych prędkości wiatru występujących w czasie t [kWh],

v – prędkość wiatru [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],

ρ – gęstość powietrza, która zależy od temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$],

Następnie obliczono:

– wydajność energetyczną generatora siłowni

$$E_s = \eta E A \quad (2)$$

gdzie:

E_s – wydajność energetyczna siłowni [$\text{kWh}\cdot\text{rok}^{-1}$],

A – powierzchnia skrzydeł siłowni [m^2],

E – wydajność energetyczna wiatru [$\text{kWh}\cdot\text{m}^{-1}$],

η – sprawność nominalna układu turbiny i prądnicy;

– moc elektrowni (moc strumienia wiatru)

$$N = 0,5 \rho A v^3 \quad (3)$$

gdzie N – moc strumienia wiatru [W].

Przy wzroście temperatury powietrza od 15 do 30°C gęstość powietrza maleje, a moc elektrowni wiatrowej zmniejsza

się około 5%. Natomiast przy wzroście ciśnienie atmosferycznego od 970 do 1040 hPa gęstość powietrza zwiększa się, co powoduje wzrost mocy elektrowni wiatrowej około 6% ($\rho = 1,25 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ – warunki normalne).

Poszczególne etapy inwestycji

Przed podjęciem jakichkolwiek kroków, mających na celu nabycie terenu pod wiatrak, należy zapoznać się z mapami obrazującymi wietrzność kraju, następnie województwa i powiatu. Aby inwestycja była opłacalna, średnia 10-minutowa prędkość wiatru na danym terenie przy współczesnej technice musi znajdować się w przedziale $4\text{--}30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, gdzie $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ – prędkość startowa turbiny, a $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ – prędkość zatrzymująca, chroniąca maszynę przed uszkodzeniami wywołanymi zbyt dynamicznym działaniem wiatru. Należy również posiadać dane o powtarzalności i kierunku wiatru, co umożliwi optymalne ustawienie wiatraka. Budowa jest celowa, gdy powtarzalność wynosi około $2000 \text{ h}\cdot\text{rok}^{-1}$, co stanowi 23% całego roku.

Kompletując wymaganą dokumentację, trzeba zwrócić uwagę na to, czy interesujący nas obszar nie leży na terenach sieci ekologicznej Natura 2000, parku narodowego lub krajobrazowego, ochrony przyrody, w miejscu lęgu ptactwa, tras migracyjnych gatunków chronionych oraz bytowania nietoperzy. Problemem staje się zmiana krajobrazu, szum, migoczący cień. Aby uniknąć kłopotów związanych z ochroną przyrody, turbinę najlepiej zlokalizować kilkanaście kilometrów od wymienionych miejsc.

Na miejsca pod wiatrak zaleca się wybór terenów o jak najmniejszej szorstkości, gdyż szorstkość terenu wpływa

na rozkład prędkości wiatru w funkcji wysokości. Im większa szorstkość, tym większy spadek prędkości wiatru wraz z wysokością. Odpowiednia klasyfikacja terenu do klas szorstkości umożliwia dobór optymalnej wysokości maszty pod turbinę, co za tym idzie – bilansuje zyski i koszty. Klasyfikacji tej można dokonać w dwojaki sposób: na podstawie badań prędkości wiatru na różnych wysokościach nad poziomem gruntu lub opierając się na obserwacji.

Będąc w terenie, należy szukać dużych otwartych przestrzeni, szczytów gór, płaskich, równinnych terenów, o jak najmniejszej liczbie przeszkód, takich jak: pojedyncze drzewa, lasy, podłużne wzniesienia i górki, miasta, wysokie budynki. Przeszkody terenowe, znajdujące się na drodze przesuwających się mas powietrza, powodują gwałtowne zmniejszenie prędkości wiatru i wzrost turbulencji w pobliżu elektrowni. Zaburzenie w przepływie powietrza wywołane przeszkodą ma niezwykle negatywny wpływ na trwałość i żywotność konstrukcji.

Równie istotnym problemem, jak ukształtowanie terenu, jest rodzaj, stan i budowa gruntu. Przy tego typu inwestycjach zaleca się unikanie terenów podmokłych i zalewowych (torfowisk). Spowodowane jest to trudnościami przy budowie fundamentów, których budowa w takich warunkach jest nie lada wyzwaniem. Następnym ważnym przeciwwskazaniem dla tej lokalizacji jest utrudniony dojazd do miejsca budowy, a później do elektrowni.

Czynnikiem determinującym odległość turbiny od budynków mieszkalnych jest poziom wytwarzanego hałasu oraz występowanie efektu stroboskopowego – migoczącego cienia. Hałas nie

powinien przekraczać 40 dB w pobliżu mieszkań. Podczas planowania należy uwzględnić poziom dźwięku i normy go dotyczące. Problemem nie jest natężenie dźwięku, ale jego ciągłość i monotonia.

Osoby narażone dłuższy czas na oddziaływanie tego dźwięku przejawiają zwiększone zmęczenie, drażliwość. Im większa moc elektrowni i starsza technologia oraz im mniej aerodynamiczna konstrukcja łopat, tym większy jest hałas powodowany przez elektrownię.

Rzeczywisty odczuwalny poziom emisji hałasu zależy od następujących czynników:

- odległości między emitorem a jednostką, na którą oddziałuje hałas,
- ekranowania fal dźwiękowych przez przeszkody naturalne i sztuczne,
- odbicia i ugięcia fal dźwiękowych na przeszkodach,
- tłumienia dźwięku przez zielen, grunt oraz powietrze.

Turbina do 1 MW powinna znaleźć się w odległości około 250 m od zabudowań, a o większej mocy – w odległości 300–400 m. Przyjmuje się, że powinna to być odległość około 500 m od domostw.

Wskazane jest zbadanie przychylności wójta gminy, burmistrza lub prezydenta miasta dla nowej inwestycji na terenie przez nich zarządzanym. Wiedza ta jest istotna, gdyż od nich zależy będzie w dużej mierze sprawność załatwiania spraw oraz treść wydawanych decyzji. Z reguły władze cieszą się na tego rodzaju przedsięwzięcia na swym terenie. Spowodowane jest to potencjalnymi wpływami z podatków, podniesieniem prestiżu okolicy oraz pojawieniem się inwestycji w OZE.

Warto również zapoznać się z miejscowym planem zagospodarowania prze-

strzennego, czy dopuszcza on budowę obiektu, jeśli nie, to należy złożyć odpowiedni wniosek o zmianę planu zagospodarowania (Ustawa... 2003).

Po wstępnym zorientowaniu się w terenie należy odnaleźć właścicieli gruntów i rozważyć opcję kupna lub dzierżawy. Pamiętać przy tym trzeba, że potrzebny jest też dostęp nie tylko do działki, na której będzie turbina, ale także do tej, na której znajduje się linia napięcia i będzie zlokalizowane przyłącze do sieci energetycznej.

Podłączenia elektrowni nie można dokonać do dowolnej sieci, musi ona spełniać odpowiednie wymogi techniczne. Powinna być to linia co najmniej średniego napięcia, tzw. piętnastka (trzy druty), oddalona od planowanego wiatraka o długość skrzydła plus pięć metrów. Należy sprawdzić, czy linia jest główną linią wychodzącą z GPZ-tu, czy też jest odgałęzieniem i którego stopnia.

Na inwestora, po dokonaniu wyboru lokalizacji, czeka teraz długa droga przez liczne urzędy celem zgromadzenia wymaganych zaświadczeń, uzgodnień i pozwoleń. Na końcu tej trudnej drogi jest pozytywna decyzja, pozwalająca na eksploatację elektrowni wiatrowej.

Pierwszy etap kompletowania dokumentacji prowadzi do uzyskania pozwolenia na budowę. Aby je uzyskać, należy wcześniej zdobyć projekt elektryczny, projekt budowlany oraz plan zagospodarowania terenu. Dodatkowo należy odrolnić grunt, na którym będzie zlokalizowana turbina.

Projekt elektryczny, wykonywany przez projektanta energetycznego, musi uzyskać aprobatę zakładu energetycznego, gdyż na jego podstawie określany jest przebieg linii energetycznych.

Do jego wykonania niezbędne są: warunki energetyczne, umowa na przyłącze elektryczne, mapa opracowana geodezyjnie, wypisy z rejestru gruntów, decyzje wydane przez gminę.

Projekt budowlany w zasadzie ogranicza się do projektu fundamentów. Do jego wykonania niezbędne są: dokumentacja geologiczna i geotechniczna terenu, wytyczne producenta turbin, dotyczące projektowania fundamentu.

Plan zagospodarowania terenu wykonywany jest zwyczajowo przez architekta. Do jego wykonania niezbędne są: projekt energetyczny, projekt budowlany, mapa, wypis z rejestru gruntów, decyzje z gminy. Konieczne jest też uzyskanie w gminie decyzji o lokalizacji celu publicznego.

Budowa elektrowni wiatrowej, zgodnie z ustawą – Prawo ochrony środowiska (2001), wymaga uzyskania decyzji środowiskowej. Zanim ją się uzyska, niezbędne jest wykonanie raportu o wpływie inwestycji na środowisko (Rozporządzenie... 2004). Raport ten powinien zawierać dane zgodne z ustawą – Prawo Ochrony Środowiska (2001).

Po dokonaniu wszystkich formalności oraz ustosunkowaniu się do ewentualnych zastrzeżeń ze strony zakładu energetycznego można przystąpić do negocjacji umowy na dostawę energii elektrycznej. Od jej warunków w ostateczności będą zależały zyski z elektrowni wiatrowej.

Ostatecznie inwestorzy lub ich przedstawiciele muszą odwiedzić następujące urzędy i instytucje: wojewodę (w odniesieniu do inwestycji szczególnie szkodliwych dla środowiska), starostę, terenowego inspektora sanitarnego, wojewódzkiego konserwatora zabytków, dyrekcję

okręgową dróg publicznych, Ministerstwo Transportu i Gospodarki Morskiej, Ministerstwo Obrony Narodowej, Służby Ruchu Lotniczego, Państwową Agencję Radiokomunikacji.

W celu dopełnienia wymogów stawianych przez zakład energetyczny muszą zgromadzić następujące dokumenty: umowę dzierżawy lub akt własności działki, mapę ewidencyjną wraz ze szkicem sytuacyjnym, określającym usytuowanie obiektu względem istniejącej sieci, wind test, charakterystykę mocy turbiny, dane techniczne turbiny wiatrowej, badanie jakości energii elektrycznej wytworzonej przez turbinę.

Gdy inwestor uzyska pozwolenie na budowę, powinien niezwłocznie ubiegać się o promesę koncesji lub o koncesję. Zgodnie z ustawą – Prawo energetyczne (1997), aby móc prowadzić działalność gospodarczą, polegającą na wytwarzaniu, przesyłaniu i sprzedaży energii elektrycznej, musi posiadać koncesję. Odpowiednie wnioski poparte szeregiem wymaganych załączników należy złożyć do Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki.

Gdy zakończeniu ulegną procedury w URE, należy złożyć wniosek o wydanie świadectwa pochodzenia, bez tego dokumentu obrót na rynku wytworzoną energią będzie niemożliwy.

Ocena zasobów energetycznych w gminie Latowicz

Ocena położenia w terenie

Opracowaniu poddano działkę nr 187 w województwie mazowieckim, powiecie mińskim, gminie Latowicz, obręb Latowicz. Całkowita powierzchnia działki

wynosi 3,3 ha (długość 448 m, szerokość 75 m). Grunty działki sklasyfikowano jako gleby orne średnie RIVb oraz gleby orne słabe RV.

Teren charakteryzuje się jednolitym spadkiem w kierunku południowym, wynoszącym średnio 4‰, w granicach działki poddanej analizie wynosi on 6‰. Najwyższy punkt (166,8 m) zlokalizowany jest na polnej drodze, graniczącej z działką nr 187, najniższy – na terenie działki (164,4 m).

Na podstawie wizji lokalnej oraz zdjęć satelitarnych przyjęto, że tereny sąsiadujące charakteryzują się topografią zbliżoną do badanej działki (rys. 1–3). Brak jest dużych przeszkód naturalnych w postaci gór, wysokich pagórków i lasów. Teren określono jako otwarte pola, tereny uprawne, z nielicznymi zabudowaniami i 8-metrowymi żywopłotami oddalonymi od siebie o 1250 m, co daje

1–1,5 klasę szorstkości terenu. Wynika z tego, że z wiejącego tu wiatru można uzyskać od 45 do 52% energii.

Wietrzność

Z rysunku 4b wynika, że na około 75% powierzchni Polski teoretycznie jest możliwe zlokalizowanie elektrowni wiatrowej, przy założeniu, że turbina osadzona będzie na wieży nie niższej niż 30 m. W skali całego kraju wietrzność można określić jako przeciętną, z prędkościami 3,5–4,5 m·s⁻¹, natomiast średnia letnia prędkość wynosi 2,8 m·s⁻¹, a zimowa – 3,8 m·s⁻¹, co lokuje Polskę na wysokiej pozycji w Europie pod względem zasobów wiatru.

Najkorzystniejsze pod inwestycję tereny to pas nadmorski, Suwalszczyzna oraz Polska Centralna, z wyraźnym wzrostem prędkości wiatru w okolicach Warszawy. Na tym etapie oceny wietrzności można z dużym prawdopodobieństwem



RYSUNEK 1. Zdjęcie satelitarne analizowanego terenu (http://www.mapasatelitarna.pl/widok_satelity.php)

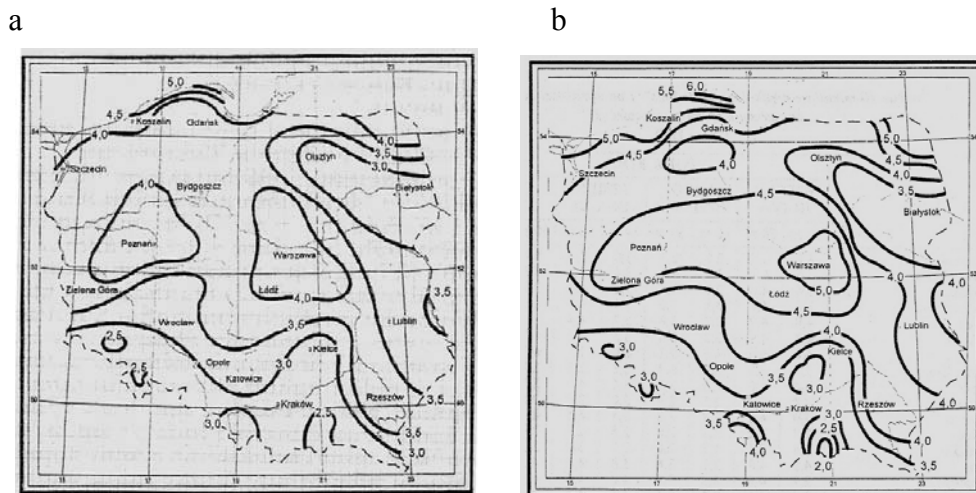
FIGURE 1. Satellite image of the analysed area



RYSUNEK 2. Widok na wschód od analizowanej działki (fot. B. Nasiłowska)
FIGURE 2. Eastern view from the analysed parcel



RYSUNEK 3. Widok na zachód od analizowanej działki (fot. B. Nasiłowska)
FIGURE 3. Western view from the analysed parcel



RYSUNEK 4. Rozkład prędkości wiatru (Lorenc 1996): a – średnie roczne prędkości wiatru w $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ na wysokości 10 m n.p.g. dla terenu o klasie szorstkości „0” (bez szczytowych partii gór), b – średnie roczne prędkości wiatru w $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ na wysokości 30 m n.p.g. dla terenu o klasie szorstkości „0” (bez szczytowych partii gór)

FIGURE 4. Wind speed distribution: a – mean yearly wind speed in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ at the height of 10 m above ground level for the terrain of the 1st class roughness “0” (without mountain summits), b – mean yearly wind speed in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ at the height of 30 m above ground level for the terrain of the 1st class roughness “0” (without mountain summits)

stwierdzić, że turbina postawiona w gminie Latowicz będzie miała zapewnione odpowiednie warunki do pracy.

Na terenie województwa mazowieckiego panują korzystne i bardzo korzystne warunki wietrzne pod inwestycje wiatrowe, zależne od siły i częstotliwości wiatru. Wyjątki stanowią tu graniczne tereny na wschodzie i południu województwa.

Na podstawie danych z wieloletniego opracowania charakterystykę wietrzności powiatu mińskiego z nastawieniem na gminę Latowicz. Badana działka położona jest na linii Warszawa – Siedlce. Pozwala to na dokładniejszą interpretację danych zawartych w tabeli 1. Średnie 10-minutowe prędkości znajdują się w przedziale $4,2\text{--}5,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, co jest jedną

z największych średnich w województwie. Na jej podstawie stwierdzono, że ogólne warunki klimatyczne sprzyjają inwestycjom w tym rejonie. Pozytywnym sygnałem świadczącym o opłacalności lokalizacji elektrowni w województwie mazowieckim jest istnienie kilkunastu sprawnie działających obiektów.

Szorstkość terenu

Teren poddano klasyfikacji na podstawie uzyskanej dokumentacji, zweryfikowanej podczas wizji lokalnej. Zakwalifikowano go jako otwarte pola, tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8-metrowymi żywopłotami oddalonymi od siebie o 1250 m, co daje 1–1,5 klasę szorstkości terenu, w wyniku czego można uzyskać od 45 do 52% energii

TABELA 1. Średnie 10-minutowe prędkości wiatru [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] z lat 1966–1990 (Lorenc 1996)TABLE 1. 10-minute average wind speed [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] in 1966–1990

Okres Period	Mława		Ostrołęka		Siedlce		Terespol		Warszawa	
	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m	10 m	30 m
Wiosna Spring	4,3	5,1	3	3,5	3,5	4,1	3,4	4	4,4	5,2
Lato Summer	3,4	4	2,1	2,5	2,8	3,3	2,7	3,2	3,7	4,4
Jesień Autumn	4,1	4,9	2,8	3,3	3,7	4,4	3,1	3,7	4,4	5,2
Zima Winter	4,6	5,4	3,4	4,0	4,1	4,8	3,5	4,1	4,9	5,8
Rok Year	4,1	4,8	2,8	3,3	3,5	4,2	3,2	3,8	4,4	5,1

z wiejącego tu wiatru. Do obliczeń przyjęto szorstkość $z_o = 0,055$ m.

Obliczenia

Do obliczeń energii wiatru wykorzystano rozkłady prędkości wiatru na poszczególne kierunki w procentach dla wielolecia 1956–1965, pochodzące ze stacji Radom, Siedlce, Warszawa, oraz danych uzyskanych z lat 2006 i 2007 bezpośrednio ze stacji Siedlce. Przeprowadzono szczegółową analizę zasobów energetycznych wiatru w powiecie i gminie, przyjmując, że uzyskane wyniki są reprezentatywne dla opracowywanej działki. Następnie określono parametry EW.

Dysponując danymi w postaci procentowych udziałów poszczególnych przedziałów prędkości, obliczono energię użyteczną wiatru na poziomie 80 m nad gruntem. Jako dolną granicę wartości, określającą energię użyteczną, przyjęto średnią prędkość wiatru $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i powyżej. Wielkość energii użytecznej zależy od długości wiania wiatru.

Otrzymane pomiary wykonywane były na wysokości 10 m n.p.g. W celu

pełniejszego zobrazowania prędkości wiatru wiejącego w osi piasty przeliczono otrzymane dane według następującego wzoru:

$$\frac{v(z_1)}{v(z_2)} = \left(\frac{\ln z_1 - \ln z_o}{\ln z_2 - \ln z_o} \right) \quad [4]$$

gdzie:

v_1 – prędkość wiatru na wysokości uzyskiwania pomiaru,

v_2 – prędkość wiatru na żądanej wysokości,

z_1 – wysokość, na której dokonano pomiarów,

z_2 – wysokość, na której należy określić prędkość wiatru,

z_o – parametr szorstkości zależny od rodzaju podłoża, przyjęto $z_o = 0,055$.

Na podstawie zmodyfikowanych danych w wyniku interpolacji liniowej opracowano mapki prędkości wiatru na wysokości 80 m n.p.g. dla terenu, na którym rozpatrywana jest lokalizacja turbiny.

Na potrzeby projektu założono, że zostanie postawiona turbina GE Wind Energy 1.5s.

TABELA 2. Zestawienie wyników szacowania zasobów energetycznych wiatru w rejonie gminy Latowicz, powiat miński

TABLE 2. The results of wind energy resources estimation in the region of Latowicz commune, Mińsk district

Dane z okresu Date for the period	v_{sr}	E	Es	N
	$m \cdot s^{-1}$	kWh	MW·h·rok ⁻¹	MW
1956–1965 Latowicz	4,9	597,90	2,30	0,27
1956–1965 Siedlce	5,2	722,81	2,75	0,33
2006 Siedlce	4,2	372,67	1,43	0,17
2007 Siedlce	4,6	513,79	1,97	0,23

Wyniki przeprowadzonych obliczeń zestawiono w tabeli 2. Najważniejszym parametrem, pozwalającym określić zasadność inwestycji EW, jest średnia prędkość wiatru w osi turbiny. Od tej wartości bezpośrednio zależy wydajność energetyczna siłowni, czyli potencjalne zyski, oraz moc elektrowni. Pozytywnym sygnałem są duże wartości prędkości średnich w ostatnich latach, jednak nakłady finansowe są na tyle duże, że zwracają się dopiero po około 10 latach. Z tego powodu tylko dane z wielolecia rzeczywiście odzwierciedlają zasoby energetyczne wiatru na danym terenie.

Podsumowanie

Energetyka wiatrowa charakteryzuje się wieloma zaletami, do najistotniejszych z nich można zaliczyć: niewyczerpalność źródła energii, pozyskiwanie energii bez zanieczyszczania środowiska, tworzenie nowych miejsc pracy. Natomiast do najważniejszych wad należą: wysokie koszty inwestycyjne, cykliczność pozyskiwania energii oraz hałas wytwarzany przez pracujące turbiny. Pomimo tych wad wydaje się, że znaczące

zalety energetyki wiatrowej spowodują jej dynamiczny rozwój zarówno w Polsce, jak i na świecie.

Na podstawie przeprowadzonej analizy stwierdzono, że inwestycja w danej lokalizacji będzie opłacalna i przyniesie zyski. Uzyskane na drodze obliczeń i analiz wyniki wskazują jednoznacznie, że średnie prędkości wiatru są większe niż prędkości startowe turbiny. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że nie zostanie w pełni wykorzystany potencjał zastosowanych w projekcie maszyn. Dlatego dana lokalizacja jest lepszym miejscem dla inwestycji dużych jednostek czy koncernów, gdyż zwrot wyłożonych środków rozciągnie się w czasie.

Literatura

- CHOCHOWSKI A., KRAWIEC F. 2008: Zarządzanie w energetyce. Wydaw. DIFIN, Warszawa.
- DZIUBIŃSKI M. 2010: Energetyka wiatrowa. W: Inwestowanie w energetykę odnawialną. Komisja Ochrony Środowiska PAN. Stowarzyszenie Doradców Gospodarczych Pro-Akademia, Łódź 31–46.
- FLAGA A. 2008: Inżynieria wiatrowa. Podstawy i zastosowania. Wydaw. Arkady, Warszawa.

- KOWALCZYK E., KOWALCZYK R. 2009: Inwestując w elektrownię wiatrową. Wydaw. Poligraf, Brzezia Łąka k. Wrocławia.
- LORENC H. 1996: Struktura i zasoby energetyczne wiatru w Polsce. IMiGW, Warszawa.
- LUBOŚNY Z. 2009: Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym. WNT, Warszawa.
- NASIŁOWSKA B. 2010: Energia wiatru – ocena zasobów i problemy inwestycji w odnawialne źródła energii na przykładzie gminy Latowicz. Maszynopis. Wydział Inżynierii i Kształowania Środowiska SGGW, Warszawa.
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, 2009. Warszawa (<http://www.mg.gov.pl>).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko. Dz.U. nr 257, poz. 2573 z późn. zm.
- SOLIŃSKI T. 1999: Energetyczne i ekonomiczne aspekty wykorzystania energii wiatrowej. IGSMiE PAN, Kraków.
- TYTKO R. 2008: Odnawialne źródła energii. Wydaw. DEKA, Kraków.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne. Dz.U. z 1997 r. nr 54, poz. 348 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. Dz.U. z 2001 r. nr 62, poz. 627 z późn. zm.
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Dz.U. z 2003 r. nr 80, poz. 717 z późn. zm.

Summary

Wind Energy – assessment of resources and investment problems in renewable sources of energy based on the commune Latowicz. The topic of investment in renewable sources of energy is presented in this work. As the example wind power plant is analyzed. The work outlines political-economical background that influences the situation of renewable sources of energy segment. Legal determinants to develop and invest are described also. The way that investor has to pass from the idea to the moment of return on investment is shown on particular example. It is explained how to choose right location for the wind power plant. The possibilities of location due to environmental and administrative issues are discussed. The potential of wind use is analyzed on the basis of the data got from Meteorology and Climatology Institute of Warsaw University of Life Science as the appendices to the dissertation the reader finds set of filled applications for the energy production permit.

Authors' address:

Grzegorz Majewski
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Zakład Meteorologii i Klimatologii
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
Poland
e-mail: grzegorz_majewski@sggw.pl
barbara.nasilowska@gmail.com