



Łukasz Kolendo

PRZESTRZENNO-ŚRODOWISKOWE DETERMINANTY ROZWOJU ENERGETYKI WIATROWEJ W WOJEWÓDZTWIE PODLASKIM

Łukasz Kolendo, mgr inż. – Politechnika Białostocka

adres korespondencyjny:

Katedra Geoinformacji i Gospodarki Przestrzennej

ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok

e-mail: l.kolendo@pb.edu.pl

SPATIAL AND ENVIRONMENTAL FACTORS OF WIND ENERGY DEVELOPMENT IN PODLASKIE VOIVODESHIP

SUMMARY: The paper proposes an analytical approach for supporting the choice of the suitable areas for wind energy development. At the beginning the actual state of renewable energy resources use in Poland and podlaskie voivodeship was analyzed. Then the predisposed locations for wind energy development areas were chosen from the study area based on infrastructural, environmental, socio-cultural and hydrogeological constraints. Spatial research problem was solved by author, using tools of Geographic Information Systems.

KEYWORDS: GIS, wind energy, constraints

Wstęp

Polska jest jednym z ponad 100 państw wykorzystujących energię generowaną z turbin wiatrowych, w którym w ciągu ostatnich 10 lat odnotowano blisko 25-krotny wzrost produkcji energii elektrycznej wytwarzanej w tych instalacjach¹. Na świecie zainstalowane są turbiny o łącznej mocy 282 GW, co stanowi ponad 3% światowej konsumpcji energii².

Elektrownie wiatrowe, pomimo ich niewątpliwych walorów związanych z produkcją „czystej energii”, należą do tej grupy obiektów, których lokalizacja w przestrzeni niejednokrotnie budzi szereg kontrowersji³. W rezultacie proces inwestycyjny polegający na posadowieniu turbiny lub zespołu turbin wiatrowych ulega znacznemu skomplikowaniu. Inwestor staje przed koniecznością pogodzenia trudnych relacji występujących pomiędzy środowiskiem przyrodniczym i społeczno-kulturowym, jak również otoczeniem ekonomicznym inwestycji, będącym siłą napędową rozwoju energetyki wiatrowej na danym terenie. W polskim ustawodawstwie energetycznym wiele uwagi poświęca się zagadnieniom z zakresu energetyki odnawialnej. Niemniej jednak brak jest szczegółowych uregulowań w dziedzinie planowania przestrzennego dotyczących kwestii lokalizacji obiektów energetyki wiatrowej, co stanowi poważne ograniczenie na tej płaszczyźnie⁴.

W polskiej i zagranicznej literaturze przedmiotu wielokrotnie poruszano zagadnienia związane z doбором zestawu czynników lokalizacyjnych pozwalających na wskazanie przestrzeni właściwych do posadowienia elektrowni wiatrowych. Tego typu badania podejmowano lokalnie w odniesieniu do obszarów województw: podkarpackiego, dolnośląskiego, lubelskiego, pomorskiego, opolskiego oraz warmińsko-mazurskiego⁵.

W kontekście tych uwarunkowań, celem niniejszej pracy jest próba wyznaczenia na terenie województwa podlaskiego obszarów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej w oparciu o przyjęty zestaw kryteriów wykluczających, a także konfrontacja uzyskanych wyników z obecnym stanem wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych.

¹ www.ure.gov.pl [03-09-2015].

² Hsin-Fa Fang, *Wind energy potential assessment for the offshore areas of Taiwan west coast and Penghu Archipelago*, „Renewable Energy” 2014 nr 67, s. 237.

³ B. Bożętka, *Pozyskiwanie energii wietrznej a zmiany krajobrazu. Konsekwencje dla funkcji rekreacyjnej*, „Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja. Problemy Ekologii Krajobrazu” 2010 t. XXVII, s. 49-58.

⁴ M.J. Banak, *Lokalizacja elektrowni wiatrowych – uwarunkowania środowiskowe i prawne*, „Człowiek i Środowisko” 2010 nr 34(3-4), s. 117.

⁵ W. Synowiec, M. Luc, *Wielokryterialna ocena przydatności terenu do rozwoju energetyki wiatrowej na przykładzie gminy Rymanów*, „Przegląd Geograficzny” 2013 nr 85(3), s. 327.

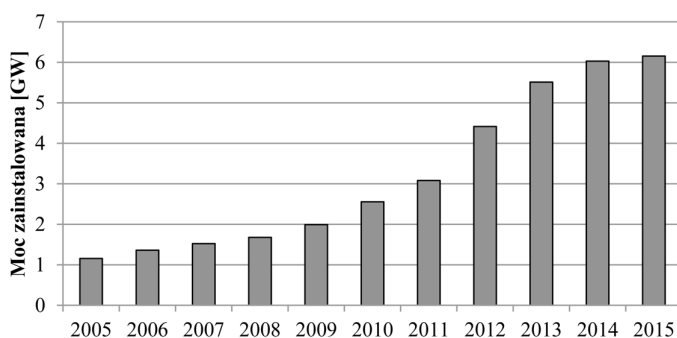
Stan wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce

W ostatnich latach w Polsce dokonuje się zauważalny wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii⁶. W 2005 roku pozyskano ze źródeł odnawialnych łącznie 3 760,30 GWh energii elektrycznej, wyprodukowanej głównie (57,85%) w elektrowniach wodnych bazujących na dynamice przepływu cieków wodnych południowej Polski. W kolejnych latach zauważalnie zwiększała się produkcja „czystej energii elektrycznej”, jak również zmieniała się struktura w obrębie rodzaju wykorzystywanego źródła energii odnawialnej. W okresie 2005-2014 nastąpił blisko 80% przyrost energii elektrycznej produkowanej z odnawialnych źródeł energii⁷.

Na podstawie analizy struktury wykorzystania poszczególnych nośników energii odnawialnej na koniec 2014 roku, można stwierdzić, iż największy udział w całkowitym bilansie energii elektrycznej pozyskiwanej z odnawialnych źródeł energii posiada energia wiatru (42,81%). Wykorzystując ją w 2014 roku wytworzono łącznie 7 624,02 GWh energii elektrycznej. Warto wskazać, że wielkość ta jest ponad dwukrotnie większa niż całkowita ilość energii elektrycznej wyprodukowana z odnawialnych źródeł energii ogółem w 2005 roku. Podobne tendencje można zaobserwować w przypadku czasowych zmian mocy zainstalowanej w elektrowniach bazujących na źródłach odnawialnych w Polsce. Od stycznia 2005 roku do marca 2015 roku odnotowano blisko 6-krotny przyrost mocy w elektrowniach odnawialnych źródeł energii⁸ (rysunek 1).

Rysunek 1

Zmiany mocy zainstalowanej w elektrowniach odnawialnych źródeł energii od stycznia 2005 roku do marca 2015 roku [stan na 31.03.2015]



Źródło: opracowanie na podstawie danych zamieszczonych na stronie internetowej Urzędu Regulacji Energetyki, www.ure.gov.pl [15.06.2015].

⁶ M. Sobolewski, *Perspektywy wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, „Studia BAS” 2010 nr 1(21), s. 277.

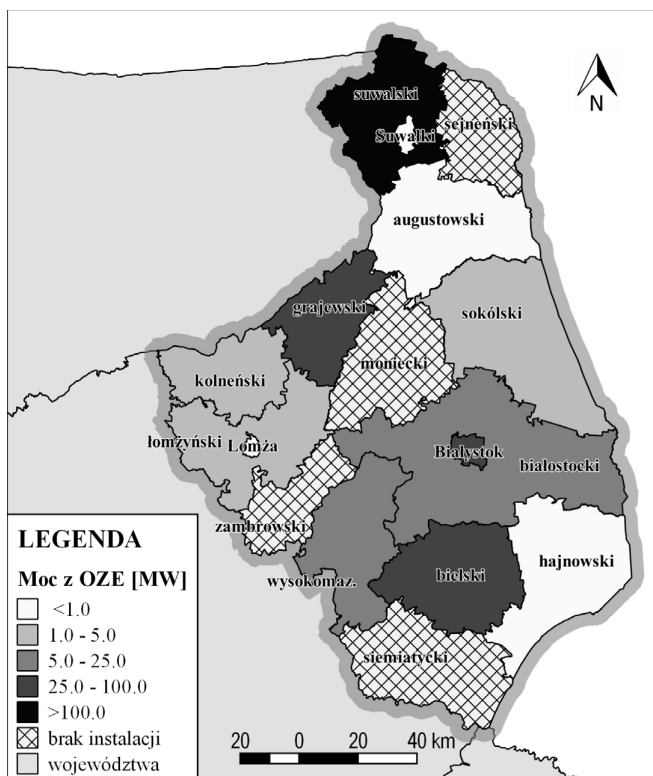
⁷ www.ure.gov.pl [15-06-2015].

⁸ Ibidem [15-06-2015].

Wśród rozmieszczonych na terenie Polski elektrowni wykorzystujących źródła odnawialne, największy udział mają elektrownie wiatrowe skupione głównie w północnej i środkowej części kraju, a ich łączna moc wynosi 3 951,26 MW, co stanowi 64,20% całkowitej mocy odnawialnych źródeł energii. Mniejsze moce instalacji odnawialnych źródeł energii związane są z elektrowniami wodnymi (15,86%) oraz spalającymi biomasę (16,38%)⁹.

Na podstawie danych z Urzędu Regulacji Energetyki¹⁰ dokonano również przestrzennej analizy wykorzystania odnawialnych źródeł energii w województwie podlaskim (rysunek 2). Analizując całkowitą moc elektrowni odnawialnych źródeł energii w poszczególnych powiatach badanego obszaru można stwierdzić silną polaryzację przestrzenną.

Rysunek 2
Zainstalowana moc z odnawialnych źródeł energii w powiatach województwa podlaskiego
[stan na 31.03.2015]



Źródło: opracowanie na podstawie danych zamieszczonych na stronie internetowej www.ure.gov.pl [15.06.2015].

⁹ Ibidem [15-06-2015].

¹⁰ Ibidem [15-06-2015].

W powiatach województwa podlaskiego można wskazać jednostki, w których całkowita moc z odnawialnych źródeł energii przekracza obecnie 25 MW (powiat suwalski, bielski, grajewski oraz miasto Białystok). Na przeciwnym biegunie znajdują się powiaty: siemiatycki, zambrowski, moniecki i sejneński, które w dalszym ciągu czekają na ożywienie sytuacji związanej z inwestycjami w niekonwencjonalne źródła energii. Całkowita moc zainstalowana w elektrowniach wykorzystujących odnawialne nośniki energii na terenie województwa wynosi 278,02 MW. Podobnie jak w pozostałej części kraju, największa moc elektrowni odnawialnych źródeł energii związana jest z instalacjami produkującymi energię elektryczną z wykorzystaniem wiatru (64,71%) oraz w mniejszym stopniu spalania biomasy (30,41%).

Ciekawym faktem jest prężny rozwój instalacji wykorzystujących energię promieniowania słonecznego, których łączna moc przekracza 6 MW. Jest to wartość największa w skali kraju¹¹ pomimo, iż tereny województwa podlaskiego nie są szczególnie uprzywilejowane w stosunku do wielkości dostępnych zasobów helioenergetycznych¹².

Materiały i metody

Z uwagi na wybitnie przestrzenny charakter czynników warunkujących rozwój energetyki wiatrowej w województwie podlaskim, w pracy wykorzystano oprogramowanie z zakresu Systemów Informacji Geograficznej oraz zgromadzone przez autora zbiory danych przestrzennych (tabela 1). Delimitację terenów predysponowanych do posadowienia turbin wiatrowych przeprowadzono z wykorzystaniem programów QGIS oraz SAGA GIS, należących do grupy tak zwanego „wolnego oprogramowania GIS”¹³.

Tabela 1. Zestawienie wykorzystanych danych przestrzennych

Nazwa	Format	Źródło
Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych (BDOO)	.gml	Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Warszawie
Państwowy Rejestr Granic	.shp	
Wektorowa mapa glebowo-rolnicza w skali 1:25 000	.shp	Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Białymstoku
Wektorowa mapa złóż kopalin	.shp	Państwowy Instytut Geologiczny – Centralna Baza Danych Geologicznych
Prawne formy ochrony przyrody	.shp	Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Białymstoku

¹¹ Ibidem [15-06-2015].

¹² www.mir.gov.pl [15-06-2015].

¹³ P. Netzel, *Analizy przestrzenne z wykorzystaniem GRASS*, „Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego” 2011 nr 15, s. 7.

Identyfikacja czynników wykluczających

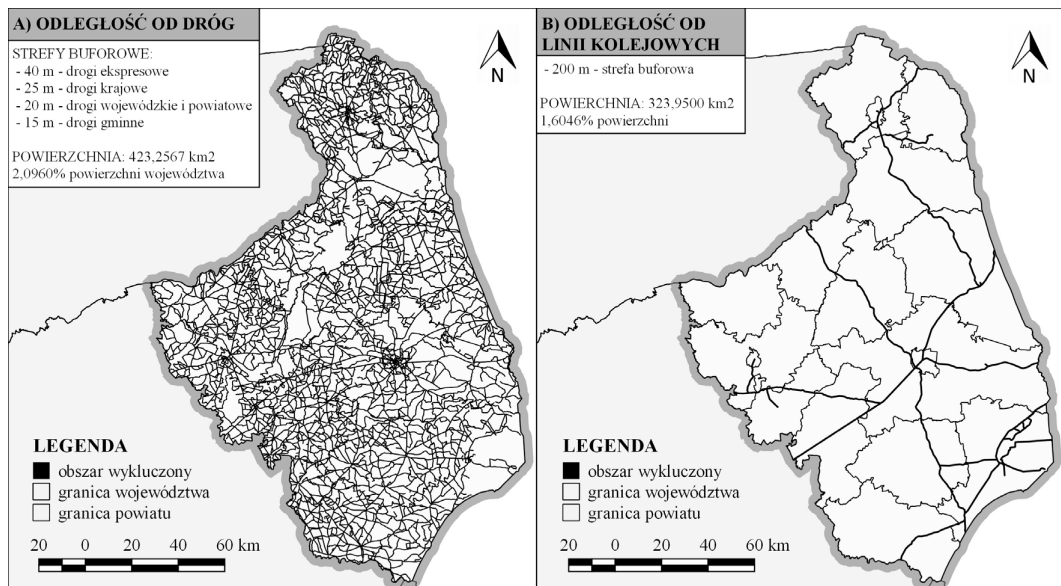
Proponowany przez autora zestaw kryteriów wykluczających (twardych) tereny spod funkcji rozwoju energetyki wiatrowej stanowi rezultat przeglądu literatury obejmującego publikacje naukowe, zapisy dokumentów prawnych, jak również podyktowany jest dostępnością danych przestrzennych oraz regionalną skalą prowadzonych analiz. Czynniki uniemożliwiające posadowienie na badanym obszarze obiektów energetyki wiatrowej podzielono na cztery grupy: kryteria infrastrukturalne, środowiskowe, społeczno-kulturowe oraz hydrogeologiczne.

W pierwszej grupie czynników wykluczających znalazły się kryteria infrastrukturalne obejmujące tereny wyznaczone wokół sieci drogowej, linii kolejowych, linii elektroenergetycznych oraz lotnisk. Wyznaczając obszary wykluczone w obrębie sieci drogowej kierowano się zapisami ustawy z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych¹⁴, która definiuje minimalną odległość lokalizacji obiektów budowlanych przy drogach publicznych w zależności od ich rodzaju¹⁵. Na podstawie zapisów powyższej Ustawy wyznaczono następujące szerokości stref buforowych w odniesieniu do sieci drogowej: drogi ekspresowe – 40 m, drogi krajowe – 25 m, drogi wojewódzkie i powiatowe – 20 m oraz drogi gminne – 15 m (rysunek 3A).

Rysunek 3

Rozmieszczenie przestrzenne terenów wykluczonych w ramach ograniczeń infrastrukturalnych:

A) odległość od dróg, B) odległość od linii kolejowych



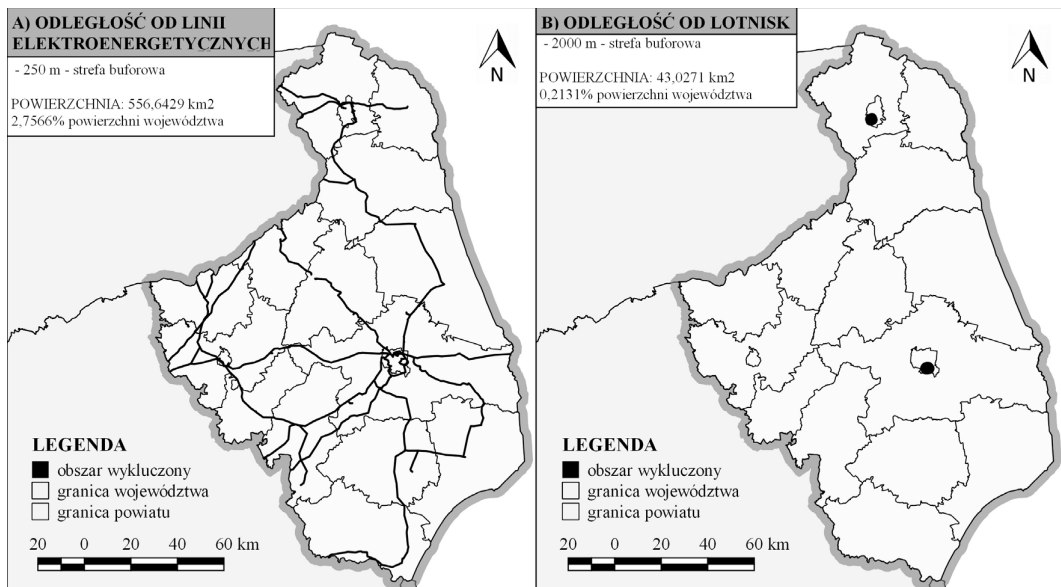
¹⁴ (Dz.U. 1985 nr 14 poz. 60).

¹⁵ W. Synowiec, M. Luc, op. cit., s. 331.

Rysunek 4

Roźmieszczenie przestrzenne terenów wykluczonych w ramach ograniczeń infrastrukturalnych:

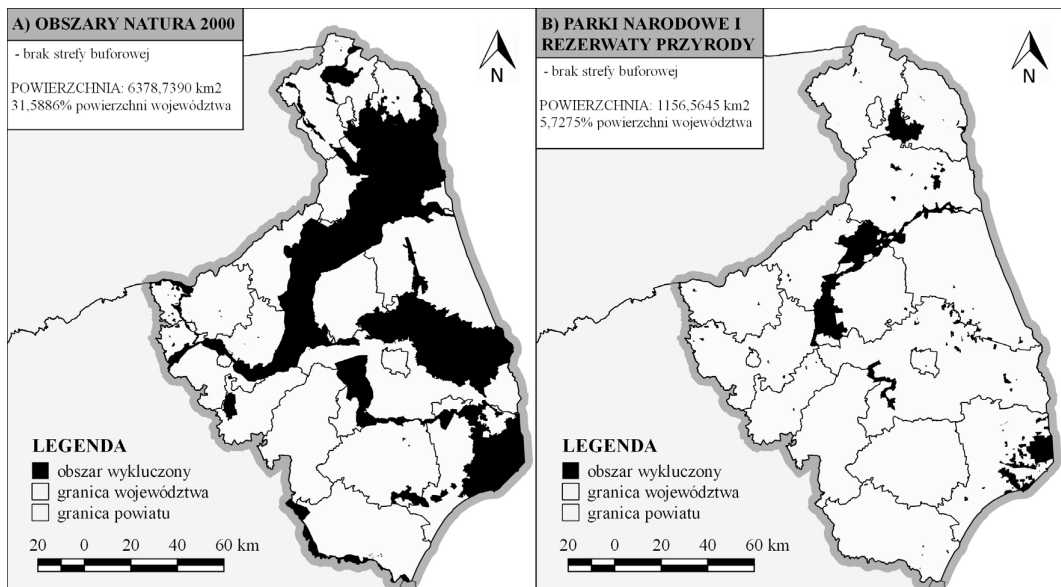
A) odległość od linii elektroenergetycznych, B) odległość od lotnisk



Rysunek 5

Roźmieszczenie przestrzenne terenów wykluczonych w ramach ograniczeń środowiskowych:

A) obszary sieci Natura 2000, B) parki narodowe i rezerваты przyrody



Warto zaznaczyć, iż prezentowane wielkości ekwidystant dotyczą obszarów poza terenem zabudowy. W tym przypadku nie wyznaczano odmiennych buforów na obszarze terenów zabudowanych, gdyż w dalszej części analiz powierzchni zabudowy zostaną wyznaczone jako nieprzydatne do pełnienia omawianej funkcji w przestrzeni. Jako przestrzenie nieodpowiednie do posadowienia obiektów energetyki wiatrowej uznano także tereny położone w 200-metrowej strefie buforowej wokół linii kolejowych¹⁶ (rysunek 3B).

Kolejnym elementem wykluczającym wybrane obszary województwa podlaskiego z pełnienia określonej w pracy funkcji jest bliskość linii elektroenergetycznych. Bezpośrednie sąsiedztwo tego typu obiektów infrastruktury jest cechą niezwykle pożądaną w oczach inwestora, niemniej jednak ze względu na zachowanie warunków bezpieczeństwa wymagane jest wyznaczenie strefy buforowej wokół omawianych obiektów liniowych. W tym przypadku rozmiar wyznaczonej ekwidystanty stanowi funkcję rodzaju linii elektroenergetycznej i rozmiaru obiektów energetyki wiatrowej w ramach planowanej inwestycji, a przykładowe zalecenia w tym aspekcie można znaleźć w publikacji *Odległość turbin wiatrowych od linii elektroenergetycznych NN*¹⁷. Intencją autora nie było prowadzenie analiz w odniesieniu do konkretnego rodzaju inwestycji, zatem przyjęto 250-metrową strefę bezpieczeństwa wokół linii elektroenergetycznych¹⁸ (rysunek 4A).

W ramach analizowanej grupy kryteriów znalazły się również lotniska wraz buforami o rozmiarze 2000 m, zdefiniowanymi ze względów bezpieczeństwa ruchu statków powietrznych¹⁹ (rysunek 4B).

Kolejną grupę kryteriów powodujących wykluczenia pewnych obszarów badanego terenu spod funkcji rozwoju energetyki wiatrowej są uwarunkowania związane ze środowiskiem przyrodniczym. W pierwszej części analiz wyznaczono powierzchnie wykluczeń w związku z występowaniem obszarów chronionych, co do których ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody²⁰ wprowadza obligatoryjny zakaz lokalizacji obiektów budowlanych lub zakazuje działań mogących pogorszyć stan obiektów, dla których wyznaczono obszar chroniony. Do tych terenów zaliczono powierzchnie w granicach parków narodowych, rezerwatów przyrody oraz obszarów sieci Natura 2000 (rysunek 5A i 5B).

Warty wskazania jest fakt, iż nie wyznaczano tu dodatkowych stref wykluczeń wokół wyżej wskazanych obiektów. W literaturze przedmiotu można znaleźć zapisy traktujące o dodatkowej strefie wyłączeń w związku z występowaniem obszarów chronionych²¹, niemniej jednak zapisy aktów prawnych wprost

¹⁶ W. Michalczyk (red.), *Przestrzenne aspekty lokalizacji energetyki wiatrowej w województwie lubelskim*, Lublin 2011, s. 79.

¹⁷ *Odległość turbin wiatrowych od linii elektroenergetycznych NN*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne Operator SA, Departament Eksploatacji, Konstancin-Jeziorna 2014, www.pse.pl [15-06-2015].

¹⁸ M. Szurek, J. Blachowski, A. Nowacka, *GIS-based method for wind farm location multi-criteria analysis*, "Mining Science" 2014 nr 21, s. 73.

¹⁹ Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. 2002 nr 130 poz. 1112).

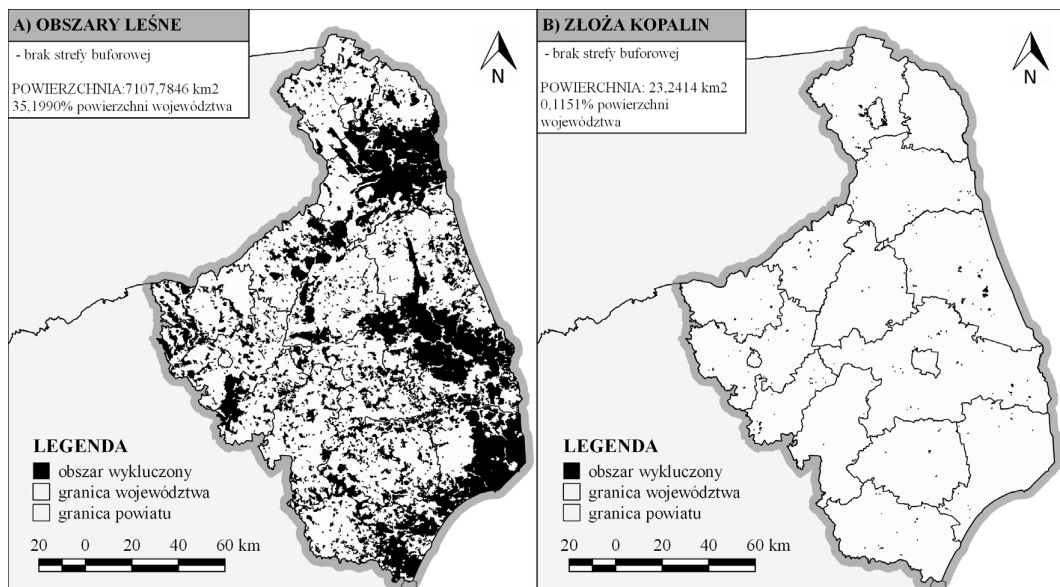
²⁰ (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880).

²¹ K. Badora, *Lokalizacja farm wiatrowych w południowej części województwa opolskiego a uwarunkowania przyrodniczo-krajobrazowe*, „Inżynieria Ekologiczna” 2010 nr 23, s. 102.

Rysunek 6

Roźmieszczenie przestrzenne terenów wykluczonych w ramach ograniczeń środowiskowych:

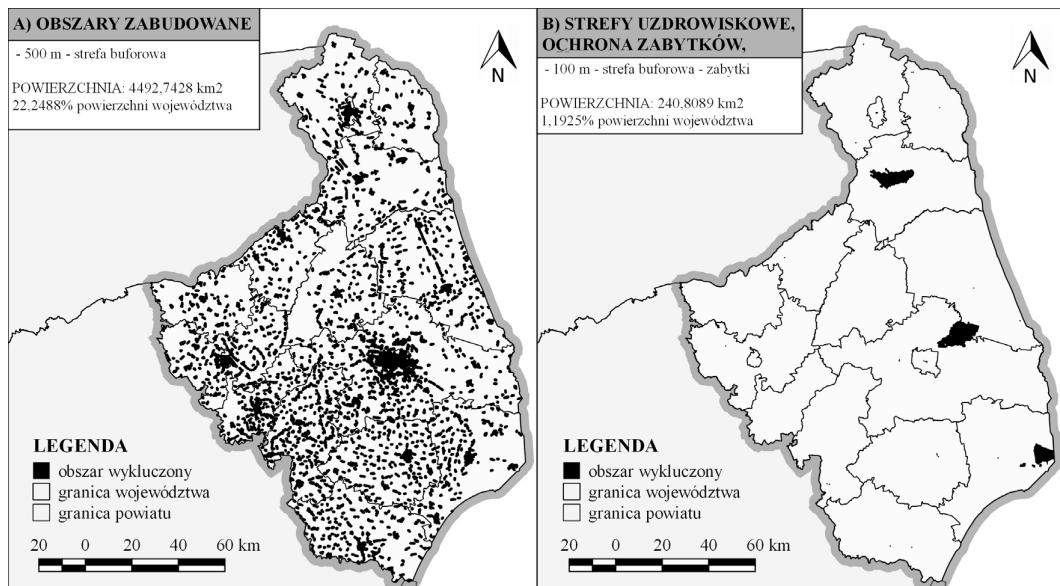
A) obszary leśne, B) złoża kopalin



Rysunek 7

Roźmieszczenie przestrzenne terenów wykluczonych w ramach ograniczeń społeczno-kulturowych:

A) obszary zabudowane, B) strefy uzdrowiskowe i ochrona zabytków



nie definiują tych wielkości. Analiza terenów przylegających bezpośrednio do obszarów chronionych pod kątem przydatności do rozwoju energetyki wiatrowej stanowić będzie dalszy kierunek badań, gdzie przestrzenie te zostaną poddane ewaluacji z wykorzystaniem wielokryterialnego wspomaganie decyzji.

Do ograniczeń środowiskowych zaliczono również tereny leśne (rysunek 6A) oraz obszary z udokumentowanym występowaniem złóż surowców naturalnych (rysunek 6B). Z punktu widzenia rozwoju energetyki wiatrowej, występowanie powierzchni porośniętych drzewostanem jest niekorzystne ze względów zarówno środowiskowych jak i technicznych. Z perspektywy środowiska, lasy stanowią enklawy i miejsca schronienia zwierząt, w tym wielu gatunków ptaków, które są najbardziej narażone na kolizje z ruchomymi częściami obiektów energetyki wiatrowej. Do aspektów technicznych można tu zaliczyć zwiększoną szorstkość terenu oraz zakłócenia przepływu strumieni wietrznych w obrębie granicy lasu negatywnie wpływających na sprawność konwersji energii wiatru na energię elektryczną.

W odniesieniu do wyżej wskazanych uwarunkowań autorzy publikacji z zakresu energetyki wiatrowej wprowadzają dodatkowe obszary wykluczeń wokół terenów leśnych²². W niniejszej pracy nie podjęto takich działań ze względu na brak zapisów prawnych w tej kwestii oraz prowadzenia dalszych badań w obrębie terenów wstępnie predysponowanych do lokalizacji obiektów energetyki wiatrowej w województwie podlaskim.

Wykluczenie terenów udokumentowanych złóż kopalin ma na celu ochronę tych terenów przed takim zagospodarowaniem, które w przyszłości mogłoby utrudnić lub nawet uniemożliwić eksploatację dostępnych surowców²³.

Następna grupa czynników wkluczających związana jest ze środowiskiem życia człowieka, które winno podlegać ochronie przed różnego rodzaju czynnikami zakłócającymi prawidłowe jego funkcjonowanie. W ramach ograniczeń społeczno-kulturowych na badanym terenie wyznaczono obszary zabudowane (rysunek 7A). Zapisy prawne związane z ochroną terenów zamieszkania można znaleźć między innymi w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska²⁴ oraz ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym²⁵. Ograniczenie lokalizacji obiektów energetyki wiatrowej na terenach zabudowanych ma na celu głównie ochronę tych wrażliwych obszarów w drodze zachowania standardów emisji wibracji i hałasu. Mając powyższe na uwadze, wyznaczono dodatkowo umowną strefę ochronną o wielkości 500 m wokół terenów zabudowanych²⁶.

Wśród ograniczeń natury społeczno-kulturowej znalazły się także strefy ochrony uzdrowiskowej²⁷ oraz obiekty zabytkowe wraz ze 100-metrową strefą

²² W. Michalczyk (red.), op. cit., s. 47.

²³ Ibidem, s. 48.

²⁴ (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627).

²⁵ (Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717).

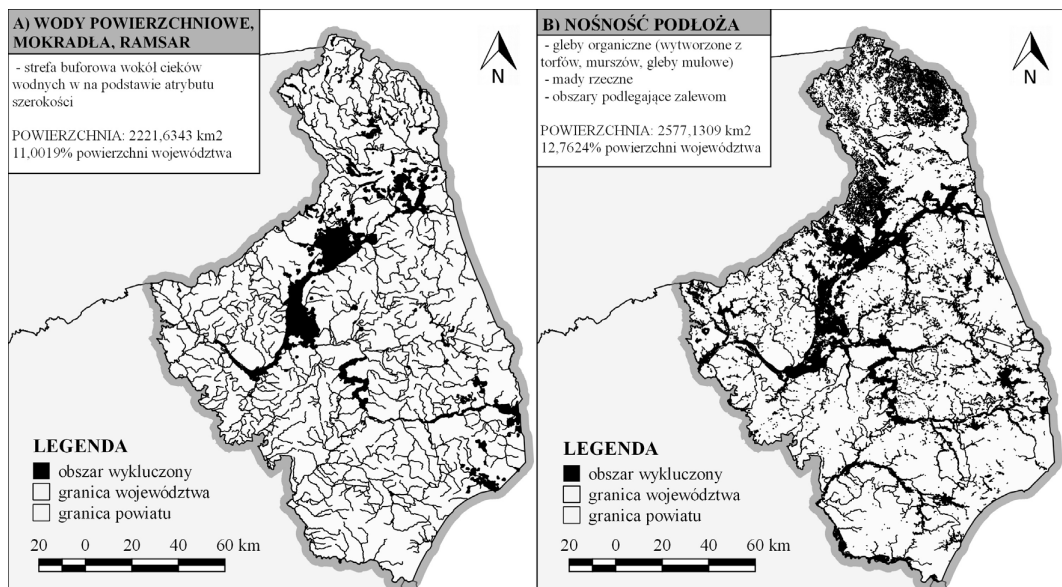
²⁶ W. Michalczyk (red.), op. cit., s. 56.

²⁷ Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2005 nr 167 poz. 1399).

Rysunek 8

Rozmieszczenie przestrzenne terenów wykluczonych w ramach ograniczeń hydrogeologicznych:

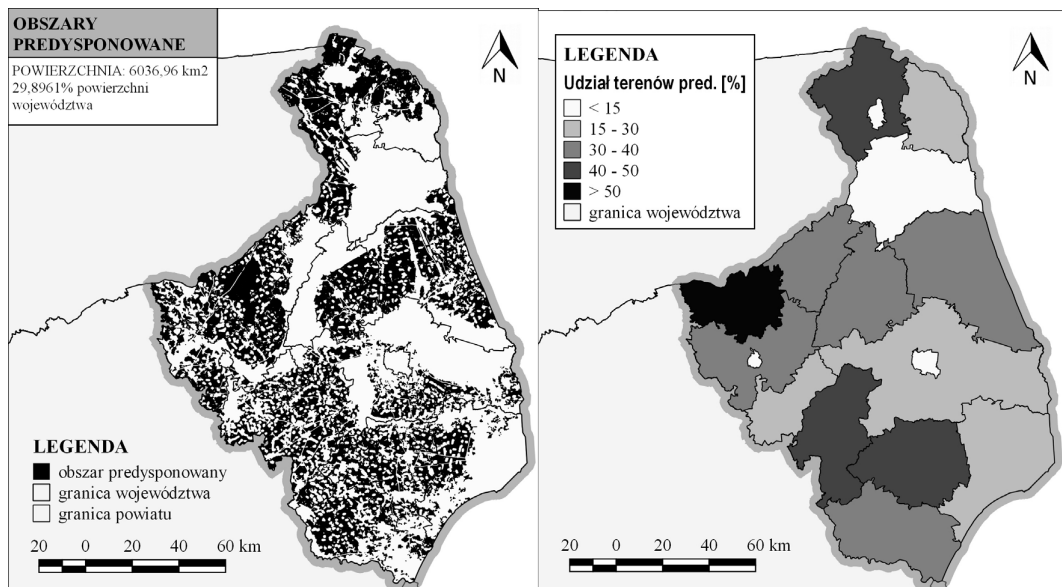
A) wody powierzchniowe, mokradła, obszary Ramsar, B) nośność podłoża



Rysunek 9

Rozmieszczenie przestrzenne terenów predysponowanych do rozwoju energetyki wiatrowej

oraz ich udział procentowy w powiatach województwa podlaskiego



buforową²⁸ (rysunek 7B). Na terenie województwa podlaskiego utworzono dwa uzdrowiska: Supraśl²⁹ oraz Augustów³⁰. Zgodnie z przepisami prawnymi wokół uzdrowisk wyznaczone są strefy ochrony uzdrowiskowej, stanowiące w niniejszej pracy kryterium wykluczające dla rozwoju inwestycji z zakresu energetyki wiatrowej.

Ostatnią grupę kryteriów twardych stanowią uwarunkowania hydrogeologiczne. W tym celu posłużono się głównie zapisami ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne³¹, która zakazuje czynności mogących utrudnić ochronę przed powodzią na terenach zalewowych. W związku z tym wyznaczono obszary wód powierzchniowych w postaci cieków wodnych, zbiorników wód stojących, tereny mokradeł oraz obszary Ramsar³² (rysunek 8A).

Ponadto, z racji znacznych rozmiarów turbin wiatrowych, wymagających solidnego posadowienia, wyznaczono obszary wykluczone ze względu na nośność podłoża³³. W ramach tego ograniczenia wyznaczono powierzchnie gleb organicznych (wytworzonych z torfów, murszów, gleby mułowe), mady rzeczne oraz obszary podlegające zalewom (rysunek 8B).

Delimitacja terenów predysponowanych

Po wyznaczeniu zasięgów przestrzennych poszczególnych kryteriów wykluczających dokonano agregacji zgromadzonych danych celem zdefiniowania jednolitego zasięgu terenów nieodpowiednich do założonej w pracy funkcji. W wyniku eliminacji terenów wykluczonych uzyskano przestrzenie wstępnie predysponowane do rozwoju energetyki wiatrowej w województwie podlaskim.

Na tym etapie zastosowano jeszcze jeden czynnik wykluczający, a mianowicie w obrębie wyznaczonych obiektów powierzchniowych wyeliminowano te poligony, które nie spełniały kryterium dostępności przestrzennej. W tym przypadku wartością progową stanowiły powierzchnie mniejsze od 1 ha, stanowiące niewystarczające zaplecze do posadowienia pojedynczej turbiny wiatrowej wraz z niezbędną infrastrukturą towarzyszącą³⁴ (rysunek 9).

²⁸ Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568).

²⁹ Uchwała nr XIV/119/2011 Rady Miejskiej w Supraślu z dnia 29 grudnia 2011 r. w sprawie uchwalenia Statutu Uzdrowiska Supraśl.

³⁰ Uchwała nr XXXII/207/09 Rady Miejskiej w Augustowie z dnia 3 lipca 2009 r. w sprawie uchwalenia Statutu Uzdrowiska Augustów.

³¹ (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229).

³² Konwencja z dnia 2 lutego 1971 roku o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego.

³³ A. Bielska, T. Oberski, *Wyłączenie spod zabudowy gruntów nadmiernie uwilgotnionych klasyfikowanych za pomocą narzędzi GIS*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” 2014 nr II(2), s. 415-416.

³⁴ T. Boczar, *Wykorzystanie energii wiatru*, Warszawa 2010.

Na podstawie analiz przestrzennych prowadzonych w niniejszej pracy wyznaczono ostatecznie tereny predysponowane do pełnienia założonej funkcji. Stanowią one blisko 30% powierzchni badanego obszaru. Analizując dostępność terenów predysponowanych w obrębie poszczególnych powiatów województwa podlaskiego, można wyznaczyć jednostki gdzie udział obszarów predysponowanych przekracza 40% powierzchni całkowitej. Są to powiaty: suwalski, wysokomazowiecki, bielski oraz kolneński, który odznacza się największym rezerwuarem powierzchni odpowiednich do posadowienia obiektów energetyki wiatrowej (ponad 50% powierzchni powiatu).

Przedstawione na powyższym rysunku zależności nie zawsze znajdują odzwierciedlenie w poziomie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Tak jest w przypadku wspomnianego wcześniej powiatu kolneńskiego oraz powiatów, w których do tej pory nie lokalizowano instalacji odnawialnych źródeł energii.

Podsumowanie

Na podstawie przeglądu wybranych pozycji literaturowych oraz uwzględniając wyniki będące efektem realizacji założonej procedury analitycznej w środowisku GIS można sformułować następujące wnioski:

- Systemy Informacji Geograficznej stanowią korzystne środowisko wspomagające proces decyzyjny w dziedzinie planowania przestrzennego, szczególnie tam, gdzie decydent jest zmuszony podejmować optymalne decyzje związane z lokalizacją obiektów uciążliwych w przestrzeni, przy jednoczesnej minimalizacji ryzyka ekonomicznego;
- na podstawie prezentowanego procesu analitycznego wyselekcjonowano obszary predysponowane do pełnienia założonej funkcji w przestrzeni, stanowiące około 30% badanego obszaru;
- wyniki analiz wskazują, iż największe powierzchnie terenów predysponowanych do posadowienia rozpatrywanego rodzaju inwestycji występują w powiatach kolneńskim, suwalskim, bielskim oraz wysokomazowieckim;
- dostępność terenów predysponowanych nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w całkowitej mocy zainstalowanej z odnawialnych źródeł energii, co powinno stanowić przesłankę poszukiwania przyczyn tej sytuacji na poziomie jednostek podziału administracyjnego celem odwrócenia tego niekorzystnego trendu;
- dalsze kierunki badań powinny obejmować kompleksową ocenę i klasyfikację terenów predysponowanych na terenie województwa podlaskiego w świetle przyjętych kryteriów oceny.

Literatura

- Badora K., *Lokalizacja farm wiatrowych w południowej części województwa opolskiego a uwarunkowania przyrodniczo-krajobrazowe*, „Inżynieria Ekologiczna” 2010 nr 23
- Banak M.J., *Lokalizacja elektrowni wiatrowych – uwarunkowania środowiskowe i prawne*, „Człowiek i Środowisko” 2010 nr 34(3-4)
- Bielska A., Oberski T., *Wyłączenie spod zabudowy gruntów nadmiernie uwilgotnionych klasyfikowanych za pomocą narzędzi GIS*, „Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich” 2014 nr II(2)
- Boczar T., *Wykorzystanie energii wiatru*, Warszawa 2010
- Bożętka B., *Pozyskiwanie energii wietrznej a zmiany krajobrazu. Konsekwencje dla funkcji rekreacyjnej*, „Krajobrazy rekreacyjne – kształtowanie, wykorzystanie, transformacja. Problemy Ekologii Krajobrazu” 2010 t. XXVII
- Fang Hsin-Fa, *Wind energy potential assessment for the offshore areas of Taiwan west coast and Penghu Archipelago*, “Renewable Energy” 2014 nr 67
- Konwencja z dnia 2 lutego 1971 roku o obszarach wodno-błotnych mających znaczenie międzynarodowe, zwłaszcza jako środowisko życiowe ptactwa wodnego
- Michalczyk W. (red.), *Przestrzenne aspekty lokalizacji energetyki wiatrowej w województwie lubelskim*, Lublin 2011
- Netzel P., *Analizy przestrzenne z wykorzystaniem GRASS*, „Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego” 2011 nr 15
- Odległość turbin wiatrowych od linii elektroenergetycznych NN*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne Operator SA, Departament Eksploatacji, Konstancin-Jeziorna 2014, www.pse.pl
- Sobolewski M., *Perspektywy wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, „Studia BAS” 2010 nr 1(21)
- Synowiec W., Luc M., *Wielokryterialna ocena przydatności terenu do rozwoju energetyki wiatrowej na przykładzie gminy Rymanów*, „Przegląd Geograficzny” 2013 nr 85(3)
- Szurek M., Blachowski J., Nowacka A., *GIS-based method for wind farm location multi-criteria analysis*, “Mining Science” 2014 nr 21
- Uchwała nr XIV/119/2011 Rady Miejskiej w Supraślu z dnia 29 grudnia 2011 . w sprawie uchwalenia Statutu Uzdrowiska Supraśl
- Uchwała nr XXXII/207/09 Rady Miejskiej w Augustowie z dnia 3 lipca 2009 r. w sprawie uchwalenia Statutu Uzdrowiska Augustów
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 880)
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (Dz.U. 2001 nr 115 poz. 1229)
- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. 1985 nr 14 poz. 60)
- Ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami (Dz.U. 2003 nr 162 poz. 1568)
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717)
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627)
- Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2005 nr 167 poz. 1399)
- Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. 2002 nr 130 poz. 1112)
- www.mir.gov.pl
- www.ure.gov.pl