

Krzysztof BADORA

Uniwersytet Opolski
Wydział Przyrodniczo-Techniczny
Opole, Polska
e-mail: kbadora@uni.opole.pl

PROPOZYCJA WSKAŹNIKA OCENY SIŁY WIZUALNEGO ODDZIAŁYWANIA FARM WIATROWYCH

PROPOSAL INDEX FOR EVALUATION OF STRENGTH OF WIND FARM VISUAL INFLUENCE

Słowa kluczowe: farma wiatrowa, oddziaływanie wizualne, wskaźnik oceny

Key words: *wind farm, visual influence, evaluation index*

Streszczenie

Publikacja przedstawia nowy wskaźnik pomiaru siły oddziaływania wizualnego farm wiatrowych oraz jego stosowanie i interpretację. Wskazuje na możliwość wspólnego używania z metodami waloryzacji wartości wizualnej krajobrazu. Wskaźnik uwzględnia podstawowe parametry odpowiadające za oddziaływanie wizualne elektrowni wiatrowych: długość ciągu ekspozycyjnego, z którego widoczne są elektrownie, średnią odległość elektrowni i ich liczbę, liczbę osób narażonych na oddziaływanie oraz rodzaj oddziaływania związany z kierunkiem obserwacji. Stosowanie wskaźników oceny siły oddziaływania wizualnego daje możliwość porównywania wariantów przedsięwzięcia i jego optymalizacji krajobrazowej. Umożliwia również obiektywne porównywanie różnych farm wiatrowych.

Abstract

The publication presents a new index measuring the strength of the visual impact of wind farms and its use and interpretation. It indicates the possibility of joint use of methods of valuation of the visual landscape. This index considers the basic parameters corresponding to the visual impact of wind turbines: the length of exposition, which will be visible wind turbines, the average distance of wind turbines and their number, the number of people exposed to the impact and the type of interaction associated with the direction of observation. The use of indexes to assess the impact of the visual gives the ability to compare variants of the project and its landscape optimization. It also allows an objective comparison of various wind farms.

WPROWADZENIE

Oddziaływanie wizualne farm wiatrowych jest jednym z najczęściej identyfikowanych oddziaływań tych przedsięwzięć na środowisko przyrodnicze. Bardzo często jest to oddziaływanie utożsamiane z oddziaływaniem na krajobraz, chociaż to ostatnie jest zagadnieniem znacznie szerszym w świetle znaczenia pojęcia krajobrazu (m.in. Myga-Piątek, 2001).

Farmy wiatrowe są inwestycjami spektakularnymi. Kształt elektrowni, ich 100-200 m wysokość, grupowe występowanie, obrotowy ruch rotorów, lokalizacja na terenach otwartych i wyniesionych, o korzystnych warunkach wietrznych, powoduje duże wyeksponowanie w krajobrazie, nawet w znacznej odległości, przekraczającej czasem 10 km. Rosnąca dynamika rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce spowodowała, że zagadnienie oddziaływania farm wiatrowych na krajobraz, w tym jego wartości wizualne stało się przedmiotem badań m.in. M. Przewoźnika (2007), W. Staszka i K. Niecikowskiego (2010), K. Badory (2010a, b, 2011, 2013, 2014a, b), M. Kistowskiego (2012), M. Degórskiego red. (2012), B. Sowińskiej-Świerkosz i in. (2013), T. Malczyka (2013a,b). Nowe uwarunkowania prawne związane z wprowadzeniem od 11.09.2015 r. przepisów wzmacniających instrumenty ochrony krajobrazu w systemie ocen oddziaływania na środowisko stwarzają nowe uwarunkowania i perspektywy do formułowania propozycji metodycznych, w szczególności w zakresie indywidualnych ocen poszczególnych projektów farm wiatrowych planowanych w skali lokalnej (Ustawa..., 2008).

Zarówno w krajowym, jak i międzynarodowym dorobku naukowym dotyczącym oceny oddziaływania wizualnego farm wiatrowych można wyróżnić 3 sposoby podejść metodycznych do problemu:

- metody opisowe – charakterystyczne m.in. dla Wysp Brytyjskich i USA. (m.in. Guidelines..., 2002; Landscape..., 2002; Pasqualetti i in., 2002; Visual..., 2000; Sitting..., 2009; Vissering i in., 2010), opierające się na indywidualnej charakterystyce krajobrazów podlegających wpływowi, opisie przedsięwzięcia i analizie opisowej interakcji elektrownie wiatrowe – krajobraz. Końcowym elementem oceny jest wskazanie zaleceń minimalizujących wpływ,
- metody wskaźnikowe – reprezentowane np. przez J.P Hurtado i in., (2003), [metoda była w warunkach Polski stosowana z modyfikacjami przez zespół M. Degórskiego (red. 2012)], ale również np. przez B. Sowińską-Świerkosz i in. (2013). Metody te opierają się na matematycznych wskaźnikach wyrażających liczbowo wizualny wpływ elektrowni wiatrowych i bazują na modelach krajobrazu DTM i NMT oraz technikach GIS,
- metody pośrednie – obejmujące zarówno charakterystykę opisową, jak i w różnym zakresie stosowane wskaźniki matematyczne, np. W. Nohl (1993, 2010), Metodicky... (2009). W metodach tych wskaźniki są traktowane jako podbudowa części właściwej oceny opisowej.



Fot. 1. Lokalizacja elektrowni wiatrowych na przedłużeniu osi ciągu widokowego jest mniej korzystna niż lokalizacja boczna. Farma wiatrowa Lipniki.

Photo 1. Location of wind turbines on the extension of the axis within the observation is less favorable than the location on the side. Wind farm Lipniki.



Fot. 2. Krajobrazy o niewielkim zróżnicowaniu form pokrycia i ukształtowania mają mniejsze walory wizualne. Lokalizacja elektrowni w takich krajobrazach jest mniej konfliktowa. Farma wiatrowa Pagów.

Photo 2. Landscapes of small diversify the landcover and landform have less visual qualities. Siting of wind turbines in these landscapes is less conflict. Wind farm Pagów.



Fot. 3. Większe zróżnicowanie naturalnych lub historyczno-kulturowych form pokrycia zwiększa konfliktowość wizualną farm wiatrowych. Farma wiatrowa Pągów zlokalizowana w tle zabytkowego założenia ruralistycznego osadnictwa holenderskiego.

Photo 3. A greater diversity of natural and cultural-historical forms of landcover increases conflictuality visual wind farm. Pągów wind farm located in the background of the historic founding Dutch settlement.



Fot. 4. Zwiększenie zróżnicowania form ukształtowania terenu jest mniej korzystne dla lokalizacji farm wiatrowych. Farma wiatrowa Lipniki na tle Sudetów Wschodnich.

Photo 4. Increasing the diversity of landform is less favorable for the location of wind farms. Lipniki wind farm on the background of the Eastern Sudetes.

W warunkach Polski nie przyjęto jak dotychczas wytycznych, które opisywałyby sposób postępowania przy ocenie wpływu wizualnego farm wiatrowych na krajobraz. Stosowane nieliczne wskaźniki nie uwzględniają też kompleksowo różnych czynników, które mogą mieć wpływ na ocenę interakcji elektrownie wiatrowe – krajobraz w ujęciu fizjonomicznym, a także odrębności i zróżnicowania krajobrazów Polski. Często przytaczany wskaźnik J.P. Hurtado i in. (2003) był opracowany dla górsko-wyżynnych krajobrazów Hiszpanii i nie uwzględnia specyfiki polskich krajobrazów wiejskich, w szczególności odmiennych form osadnictwa, bardziej zróżnicowanych form pokrycia terenu.

Podstawowymi uwarunkowaniami, które mogą mieć wpływ na oddziaływanie wizualne farm wiatrowych są (fot. 1-4): struktura ekspozycji czynnej i biernej krajobrazu w strefie oddziaływania, długość oraz rodzaj ciągu widokowego, z którego występuje oddziaływanie, liczba i gęstość punktów widokowych, rozmieszczenia elektrowni wiatrowych w stosunku do osi widokowych, liczebność elektrowni w polu widzenia, liczebność ludzi przemieszczających się ciągiem widokowym, narażonych na oddziaływanie elektrowni wiatrowych, odległości elektrowni wiatrowych od ciągów i punktów widokowych. Mniejsze znaczenie ma wysokość elektrowni, ich kolorystyka, sposób rozmieszczenia i inne cechy przedsięwzięcia.

METODYKA

Zaproponowane postępowanie metodyczne oceny wizualnego wpływu elektrowni wiatrowych obejmuje:

- 1) inwentaryzację ekspozycji czynnej, ze szczególnym uwzględnieniem dróg, linii kolejowych i szlaków turystycznych,
- 2) oceną siły oddziaływania wizualnego przy pomocy zaproponowanego wskaźnika,
- 3) ocenę jakości wizualnej krajobrazu uwzględniającą zróżnicowanie form pokrycia i ukształtowania oraz stopień degradacji,
- 4) ocenę końcową, będącą efektem zestawiania wyliczonej siły oddziaływania wizualnego z wynikiem jakości wizualnej krajobrazu zgodnie z założeniem, że im większa siła oddziaływania i wyższa jakość wizualna krajobrazu, tym większa konfliktowość wpływu elektrowni wiatrowych.

Inwentaryzacja ciągów i punktów widokowych

Inwentaryzacja realizowana jest w ramach oceny ekspozycji czynnej i w strefie potencjalnego znaczącego oddziaływania widokowego. Zasięg ten określono na podstawie opracowania autora (Badora, 2015), przy uwzględnieniu wskazań W. Nohla (1993, 2010), J.P. Hurtado i in., (2003), Visual..., (2002), Visual..., (2006), Metodicky..., (2009), Siting..., (2009), J. Visseringa i in., (2011) M. Stryjeckiego i K. Mielniczuka (2011), w sposób następujący:

- dla terenów równinnych – 4 km,
- dla terenów falistych i pagórkowatych – 5 km,
- dla terenów wzgórz – 8 km,
- dla terenów gór – 10 km.

W szczególnych przypadkach zasięg strefy można zwiększyć, m.in. kiedy krajobraz charakteryzuje się znaczącymi walorami historyczno-kulturowymi lub przyrodniczymi i znaczne jego strefy lub obiekty są objęte ochroną prawną.

Strefa potencjalnego znaczącego oddziaływania elektrowni wiatrowych skupionych w farmie wyznaczona jest z uwzględnieniem odległości od skrajnych elektrowni. W strefie tej zaznacza się na podstawie badań studialnych i rozpoznania terenowego ciągi widokowe, z których widoczne będą elektrownie i inne obiekty powiązane z przedsięwzięciem (np. podstacje, główne punkty zasilania, linie elektroenergetyczne wysokich napięć). Do dalszych badań nie są klasyfikowane ciągi widokowe, które znajdują się w strefie, ale elementy farmy wiatrowej nie będą z nich widoczne. Na tym etapie postępowania bardzo pomocne mogą być narzędzia GIS, analizujące strukturę wizualną krajobrazu na bazie numerycznego modelu pokrycia terenu DTM, w zasięgu ZVI (Zone of Visual Influence) lub ZTV (Zone of Theoretical Visibility). Wynik analiz komputerowych należy jednak każdorazowo weryfikować w terenie ze względu na możliwe błędy odwzorowania krajobrazu w modelu, zmiany w zagospodarowaniu, a także błędy wynikające ze stosowania samego modelu.

Ciągi widokowe wyznacza się z przestrzeni publicznych, którymi są w szczególności drogi publiczne, linie kolejowe, publiczne przestrzenie na terenach zabudowanych, np. place przykościelne, place przy remizach strażackich, centra wsi przy sklepach, szkołach, miejsca wypoczynku mieszkańców, itp., szlaki turystyczne, plaże, rzeki wykorzystywane do spływów kajakowych, żeglowne jeziora (Badora, 2015).

Zidentyfikowane ciągi widokowe kwalifikuje się do dwóch grup, w których występuje tzw. oddziaływanie na wprost i oddziaływanie boczne. To pierwsze występuje wtedy, gdy planowane elektrownie są położone na przedłużeniu ciągu widokowego, na zakończeniu jego osi widokowej, a drugie, kiedy są planowane na osiach widokowych prostopadłych do przebiegu ciągu widokowego. Oddziaływanie na wprost jest znacznie silniejsze i ma charakter oddziaływania obligatoryjnego (nie do uniknięcia podczas przemieszczania się ciągiem), oddziaływanie boczne jest fakultatywne.

Końcowym efektem pierwszego etapu badań jest sporządzenie mapy z wyznaczoną strefą potencjalnego znaczącego oddziaływania i zaznaczonymi ciągami widokowymi zaklasyfikowanymi do dwu wyżej wymienionych grup.

Ocena siły oddziaływania wizualnego

W strefie potencjalnego znaczącego oddziaływania wizualnego farmy wiatrowej oblicza się wskaźnik siły oddziaływania wizualnego według wzoru:

$$S_w = \frac{\Sigma(L \cdot L_w^{-1} \cdot E \cdot W_k \cdot W_o)}{P}$$

gdzie:

- S_w – siła oddziaływania wizualnego
- L – długość ciągu widokowego, z którego występuje wizualne oddziaływanie farmy wiatrowej w km,
- L_w – średnia odległość z punktu widokowego o najsilniejszym oddziaływaniu, wyznaczonego dla ciągu widokowego, do wszystkich planowanych elektrowni wiatrowych w km,
- E – liczba istniejących i planowanych elektrowni wiatrowych występująca w panoramie z punktu widokowego o najsilniejszym oddziaływaniu wizualnym wyznaczonym dla ciągu widokowego,
- W_k – współczynnik kierunkowy oddziaływania, przyjmujący wartość 1 – dla oddziaływania bocznego, 2 – dla oddziaływania na wprost,
- W_o – współczynnik ludnościowy oddziaływania, związany z liczbą osób przemieszczających się określonym ciągiem widokowym w ciągu doby, przyjmujący wartości: 1 – < 1000 osób, 2 – 1000-5000 osób, 3 – > 5000 osób),
- P – powierzchnia strefy potencjalnego znaczącego oddziaływania wizualnego, w km².

Punkty widokowe dla pomierzenia składowych L_w i E z poszczególnych ciągów ekspozycyjnych wyznacza się uwzględniając ich najsilniejsze oddziaływanie w ramach całego ciągu. Będą to punkty, z których widać najwięcej elektrowni. Wraz z przemieszczaniem się wzdłuż ciągu widokowego może następować zmiana warunków fizjonomicznych krajobrazu. Wyznacza się wówczas następny punkt widokowy, charakterystyczny dla odcinka z określonym krajobrazem. Każdy kolejny odcinek ciągu widokowego istotnie różniący się pod tym względem od poprzedniego powinien mieć wyznaczony swój reprezentatywny punkt widokowy i być odrębnie liczony we wskaźniku. Orientacyjnie można przyjąć, że z tego samego ciągu widokowego wraz z przemieszczaniem się i otwieraniem nowych panoram występuje konieczność wyznaczenia kolejnego punktu widokowego, kiedy nastąpi wyraźna zmiana:

- oddziaływania na wprost, na oddziaływanie boczne i odwrotnie,
- liczby planów w panoramie o ponad 1/2 w stosunku do punktu poprzedniego,
- głębokości panoram o co najmniej 1/3 w stosunku do poprzedniego punktu widokowego,
- wypełnienia panoramy obiektami o ponad 1/2 w stosunku do punktu poprzedniego,
- liczby widocznych elektrowni o dwukrotną ilość w przypadku zwiększenia się liczby lub o 1/2 w przypadku zmniejszania się, w stosunku do poprzedniego punktu widokowego.

W praktyce w krajobrazach równinnych i falistych zmiany tych parametrów nie będą zbyt częste i ilość punktów widokowych charakteryzujących oddziaływanie z określonego ciągu widokowego nie będzie zbyt duża. Zazwyczaj każdy prosty odcinek ciągu widokowego będzie charakteryzował się podobnymi walorami wizualnymi krajobrazu i podobnym oddziaływaniem planowanych elektrowni. Na terenach pagórkowatych, wzgórzowych i górskich punktów może być więcej, ponieważ będzie szybciej następować zmiana w obrębie wyżej wymienionych czynników. Ale będzie też występować więcej odcinków ciągów widokowych, gdzie elektrownie wiatrowe nie będą widoczne.

Wskaźnik wylicza się także dla każdego ciągu widokowego według wzoru:

$$S_{WI} = L \cdot L_w^{-1} \cdot E \cdot W_k \cdot W_o$$

Dla miejsc publicznych o charakterze obszarowym, np. placów wartość L_w przyjmuje się jako długość najdłuższej osi placu.

Celem obliczenia wskaźnika S_w jest ocena siły oddziaływania w całej strefie potencjalnego oddziaływania. Za pomocą wskaźnika można optymalizować projekt pod kątem zmniejszenia zagrożenia, poprzez modyfikację ilości elektrowni i ich rozmieszczenia. Pozwala on na porównanie i ocenę przedstawionych przez inwestora wariantów. Do realizacji powinien zostać wybrany projekt, który charakteryzuje się możliwie najmniejszą wartością wskaźnika. Wskaźnik umożliwi także porównywanie wielu różnych farm wiatrowych zlokalizowanych w zróżnicowanych krajobrazach, odrębnie dla krajobrazów równinnych, falistych i pagórkowatych, wzgórzowych oraz górskich. Porównywanie pomiędzy tymi krajobrazami również jest możliwe, ale należy uwzględnić odmienne wyjściowe zasięgi stref potencjalnego znaczącego oddziaływania wizualnego.

Celem obliczania indywidualnego wskaźnika jest identyfikacja najważniejszych ciągów i punktów widokowych, z których będzie występować oddziaływanie. Wyliczone wartości umożliwiają ocenę wewnętrznego zróżnicowania skali zagrożenia wizualnego w różnych częściach strefy potencjalnie znaczącego oddziaływania. Ma to znaczenie m.in. dla identyfikacji zagrożenia na terenach o szczególnie cennych walorach wizualnych krajobrazu ze względu na elementy ekspozycji biernej lub czynnej.

Ocena jakości wizualnej krajobrazu

Siła oddziaływania wizualnego nie jest jedynym elementem, który należy brać pod uwagę podczas oceny wpływu farm wiatrowych na krajobraz. Kluczowe znaczenie ma jakość wizualna krajobrazu, w którym planowane są elektrownie wiatrowe. Może ona być oceniana na podstawie analizy struktury panoram z punktów widokowych reprezentatywnych dla ciągów widokowych. W tym celu należy wykonać, zgodnie z zasadami dokumentowania panoram, fotografie lub szkice oddające w możliwie najbardziej wierny sposób strukturę krajobrazu w panoramach. W szczególności, podczas wykonywania fotografii należy unikać deformacji związanych z cechami

sprzętu fotograficznego oraz jego stosowania (np. niedopuszczalne jest stosowanie powiększeń i zakrzywień panoram).

Wykonane fotografie lub szkice panoram należy zwaloryzować. Przy waloryzacjach panoram najczęściej stosuje się założenia, że ich wartość wizualna rośnie wraz z głębokością, liczbą planów, ilością i zróżnicowaniem przyrodniczych elementów, jak zadrzewienia, łąki, wody powierzchniowe oraz obecnością elementów antropogenicznych i znaczeniu historyczno-kulturowym. Jakość wizualna krajobrazów maleje wraz ze zwiększaniem się obecności elementów antropogenicznych, w szczególności o charakterze industrialno-przemysłowym. Założenia te potwierdzają wcześniejsze badania (Badora, 2014a). Dlatego dla potrzeb analiz wpływu farm wiatrowych K. Badora (2015) zaproponował metodę klasyfikacji krajobrazów sfotografowanych w panoramach w porządku przedstawionym w tabeli 1.

Tab. 1. Klasyfikacja jakości wizualnej krajobrazów na podstawie analizy panoram

Tab. 1. Classification of visual quality of landscapes based on the analysis panoramas

X		Wartość wizualna form pokrycia		
		<i>The value of visual forms of landcover</i>		
		Niska	Średnia	Wysoka
		<i>Low</i>	<i>Middle</i>	<i>High</i>
Wartość wizualna form ukształtowania <i>The value of visual forms of landforms</i>	Niska <i>Low</i>	I	II	III
	Średnia <i>Middle</i>	II	III	IV
	Wysoka <i>High</i>	III	IV	V

Źródło: Badora (2015), str. 135. *Source:* Badora (2015), p. 135.

Przyjmuje się następujące kryteria oceny i klasyfikacji panoram do grup walorów krajobrazów (Badora, 2015):

1) Wartość wizualna form ukształtowania terenu:

- I niska – teren płaski, z jednym planem wyznaczonym przez ukształtowanie terenu, najczęstsza głębokość panoramy – do 3-4 km,
- II średnia – teren falisty lub niskopagórkowaty, lub z wyraźnie zaznaczającym się, ale stosunkowo niewielkim, obniżeniem dolinnym, z maksymalnie trzema słabo pociętymi planami wyznaczonymi przez ukształtowanie, częsta głębokość panoramy do 5-6 km,
- III wysoka – teren z wysokimi pagórkami, wzgórzami lub górami, lub z wyrazistym, dużym obniżeniem dolinnym (pradolinnym), z wieloma planami o bardzo pociętym charakterze – głębokość panoram > 6 km.

2) Wartość wizualna form pokrycia terenu:

- I niska – kilka słabo zróżnicowanych naturalnych form pokrycia lub większa ich ilość i zróżnicowanie, ale z silną degradacją przez zabudowę i infrastrukturę, brak istotnych wartości kulturowo-historycznych,
- II średnia – kilkanaście naturalnych form pokrycia, brak zaznaczającej się silnej degradacji przez zabudowę i infrastrukturę, obecność cech charakterystycznych krajobrazu o znaczeniu przyrodniczym lub historyczno-kulturowym o znaczeniu ponadlokalnym,
- III wysoka – brak istotnych form degradacji, znacząco więcej niż kilkanaście wyróżniających się naturalnych form pokrycia, o zwiększonej różnorodności. Obecność cech charakterystycznych krajobrazu o znaczeniu przyrodniczym lub historyczno-kulturowym o znaczeniu co najmniej regionalnym.

Ocena oddziaływania elektrowni wiatrowych na jakość wizualną krajobrazu i interpretacja wyników oceny

Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na krajobraz w ujęciu fizjonomicznym należy ocenić zestawiając dla każdego ciągu widokowego wyniki oceny wskaźnika siły oddziaływania oraz wartości wizualnej panoram planowanych do zmiany po realizacji przedsięwzięcia. W tabeli 2 przedstawiono schemat klasyfikacyjny oddziaływania, w którym V oznacza bardzo znaczące oddziaływanie wizualne, IV – znaczące oddziaływanie wizualne, III – średnio znaczące oddziaływanie wizualne, II – mało znaczące oddziaływanie wizualne, I – bardzo mało znaczące oddziaływanie wizualne.

Tab. 2. Schemat klasyfikacyjny skali oddziaływania elektrowni wiatrowych na fizjonomię krajobrazu, uwzględniający siłę oddziaływania oraz jakość wizualną krajobrazu

Tab. 2. Classification scheme scale wind farms' impact on the physiognomy of the landscape, taking into account the strenght of impact and the visual quality of the landscape

Klasa jakości wizualnej krajobrazu <i>Class of visual landscape quality</i>	Słabe oddziaływanie wizualne I <i>Poor visual influence I</i>	Średnie oddziaływanie wizualne II <i>Middle visual influence II</i>	Silne oddziaływanie wizualne III <i>Strong visual influence III</i>
I	I	II	II
II	II	II	III
III	III	III	IV
IV	III	IV	V
V	IV	V	V

Źródło: Badora (2015), str. 139. Source: Badora (2015), p.139.

W efekcie przeprowadzonej oceny każdy z ciągów widokowych zlokalizowanych w strefie znaczącego potencjalnego oddziaływania farmy wiatrowej, z których występuje oddziaływanie wizualne zostaje zaklasyfikowany do jednej z pięciu grup. W pierwszym etapie interpretacji wyników należy wyliczyć średnią wartość skali oddziaływania dla wszystkich ciągów widokowych. Uzyskanie średniej większej niż 2,5 oznacza występowanie znaczącego oddziaływania projektu w całej strefie potencjalnego znaczącego oddziaływania. Taką farmę należy poddać weryfikacji z uwzględnieniem ilości elektrowni i ich rozmieszczenia. Optymalizację należy wykonywać w kolejności od ciągów widokowych, które uzyskały największą wartość z oceny skali oddziaływania oraz od tych, którymi przemieszcza się największą liczbę osób narażonych na efekt zmiany percepcji wizualnej krajobrazu. Efektem optymalizacji powinno być ograniczenie średniej skali oddziaływania do wartości mniejszej niż 2, a jedynie w krajobrazach, których jakość wizualna jest mniejsza dopuszczalne jest optymalizowanie do uzyskania średniej wartości do 2,5.

Oprócz analizy średniej wartości skali oddziaływania dla całej strefy potencjalnego znaczącego oddziaływania wizualnego wyniki badań dla poszczególnych ciągów widokowych należy poddać analizie indywidualnej. W pierwszym etapie tej analizy należy uwzględnić krajobrazy o bardzo wysokiej wartości jakości wizualnej uzyskanej ze względu na występowanie cech charakterystycznych krajobrazu o znaczeniu historyczno-kulturowym, o randze co najmniej regionalnej, np. zabytki UNESCO, eksponujące się w krajobrazie walory pomników historii lub parków kulturowych. W tych przypadkach nawet przy uzyskaniu średniej wartości dla całej strefy poniżej 2 należy eliminować elektrownie, które bezpośrednio przysłaniają lub zlokalizowane są w tle walorów historyczno-kulturowych.

Po przebadaniu zbioru ciągów widokowych pod kątem występowania ponadregionalnych walorów historyczno-kulturowych należy przebadać je uwzględniając występowanie ekspozycji na formy ochrony przyrody, w szczególności parków narodowych, rezerwatów przyrody, parków krajobrazowych i zespołów przyrodniczo-krajobrazowych. Tutaj również należy eliminować z projektu elektrownie znacząco oddziałujące na walory krajobrazowe chronionych obszarów. W przypadku obszarów chronionego krajobrazu optymalizacja może mieć mniejsze znaczenie, chyba, że realizacja projektu może znacząco negatywnie wpłynąć na rolę korytarza ekologicznego lub terenów ważnych dla zaspokojenia potrzeb rekreacyjno-wypoczynkowych, ze szczególnym uwzględnieniem tych drugich.

Pozostałe ciągi widokowe należy analizować z uwzględnieniem cech, które zdecydowały o jakości wizualnej krajobrazów widzianych z tych ciągów. Optymalizacji modyfikującej przedsięwzięcie powinny podlegać głównie krajobrazy, których panoramy charakteryzują się dużą głębią i wieloplanowością, licznymi elementami przyrodniczymi i urozmaiconą rzeźbą terenu, a także, które jednocześnie nie są zbyt silnie zdegradowane ze strony zagospodarowania przemysłowego oraz infrastruktury technicznej i transportowej.

PODSUMOWANIE

Mimo narastającej presji inwestycyjnej związanej z rozwojem przemysłowej energetyki wiatrowej oraz dostrzeganiem, że wizualne oddziaływanie farm wiatrowych jest jednym z ważniejszych oddziaływań na krajobraz północnej i zachodniej części Polski, metodologiczne przygotowanie do oceny zagrożenia jest bardzo niewielkie. Zaproponowany w publikacji wskaźnik siły oddziaływania oraz jego zastosowanie i interpretacja jest propozycją rozwinięcia tej bardzo ważnej problematyki. Zaletą tego typu wskaźników jest możliwość obiektywnego scharakteryzowania oddziaływania w różnych obszarach i porównywania presji inwestycyjnej w tych obszarach. Wskaźnik pozwala na ocenę wariantów przedsięwzięcia, a także jego optymalizację przestrzenną. Powiązany z dowolną metodą oceny jakości krajobrazu (zaproponowana w publikacji metoda autorska jest jedną z możliwych) pozwala na ocenę skali zagrożenia dla wartości wizualnych krajobrazu o znaczeniu przyrodniczym i historyczno-kulturowym. Wskaźnik może być stosowany dla tzw. przemysłowej energetyki wiatrowej obejmującej turbiny o mocy >1MW, z wysokością elektrowni powyżej 100 m.

Przedstawiony wskaźnik i zasady zastosowania są obecnie przedmiotem badań realizowanych na trzech farmach wiatrowych zlokalizowanych w różnych typach krajobrazu: w młodoglacjalnym krajobrazie nizinym w okolicach Suchania, staroglacjalnym krajobrazie nizinym w okolicach Krobi oraz krajobrazie podgórskim w okolicach Krosna. Wyniki badań wraz z oceną możliwości stosowania wskaźnika będą przedstawione w odrębnej publikacji, jako druga, praktyczna część uzupełniająca przedstawione obecnie założenia teoretyczne.

LITERATURA

- Badora K., 2010a: Dobra praktyka w ocenach oddziaływania elektrowni wiatrowych na krajobraz na przykładzie województwa opolskiego [w:] Dobre praktyki w rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii w Polsce, Dolnośląska Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania, Polkowice: 15-29.
- Badora K., 2010b: Lokalizacja farm wiatrowych w południowej części województwa opolskiego, a uwarunkowania przyrodniczo-krajobrazowe. *Inżynieria Ekologiczna* 23: 97-107.
- Badora K., 2011: Ocena wpływu farm wiatrowych na krajobraz – aspekty metodyczne i praktyczne. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 31: 12-20.
- Badora K., 2013: Farmy wiatrowe jako elementy determinujące strukturę i funkcjonowanie krajobrazu wiejskiego. *Wind Farms as Elements the Determine the Structure and Function of Rural Landscapes. Architektura Krajobrazu* 38.2: 109-118.
- Badora K., 2014a: Badanie społecznej percepcji krajobrazu jako podstawa oceny predyspozycji przestrzeni geograficznej do lokalizacji farm wiatrowych. *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego* 25: 15-24.

- Badora K., 2014b: Elektrownie wiatrowe jako źródła konfliktów w krajobrazie [w:] Krajobraz jako nośnik idei. Ujęcie analityczne (red.): K. Kołodziejczyk, D. Chylińska, A. Zaręba, *Studia krajobrazowe t.4B*. UWr. Wrocław: 213-222.
- Badora K., 2015: Zalecenia w zakresie oceny wpływu przedsięwzięć energetyki wiatrowej na krajobraz. GDOŚ Warszawa.
- Degórski M. (red.), 2012: Energetyka wiatrowa w kontekście ochrony krajobrazu przyrodniczego i kulturowego w województwie kujawsko-pomorskim. IGIPZ Warszawa.
- Guidelines for landscape and visual impact assessment, 2002: Second Edition, Landscape Institute and Institute of Environmental Management and Assessment, Spon Press.
- Hurtado, J.P., Fernandez, J., Parrondo, J.L., Blanco, E., 2003: Spanish method of visual impact evaluation in wind farms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8: 483-491.
- Kistowski M., 2012: Propozycja metodyczna oceny środowiskowych uwarunkowań lokalizacji farm wiatrowych w skali regionalnej. *Przegląd Geograficzny* 84.1: 5-22.
- Landscape Character Assessment. Guidance. 2002: Scottish Natural Heritage guidance on visual representation. Scottish Natural Heritage.
- Malczyk T., 2013a: Antropopresja ekoenergetyczna w procesie zmiany krajobrazu wybranych farm wiatrowych w Polsce. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
- Malczyk T., 2013b: Farmy wiatrowe w krajobrazie wsi dolnośląskich. *Architektura Krajobrazu* 38.2: 4-17.
- Metodický navod k vyhodnoceni možnosti umístění větrných (VTE) a fotovoltaických (FTE) elektráren s hlediska ochrany přírody a krajiny. *Věstník MZP* 11/2009.
- Myga-Piątek U., 2001: Spór o pojęcie krajobrazu w geografii i dziedzinach pokrewnych. *Przegląd Geograficzny* 73.1-2: 163-176.
- Nieciowski K., Kistowski M., 2008: Uwarunkowania i perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na przykładzie strefy pobraży i wód przybrzeżnych województwa pomorskiego. Gdańsk.
- Nohl W., 1993: Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch Mastenartige Eingriffe. Materialien für die naturschutzfachliche Bewertung und Kompensationsermittlung.
- Nohl W., 2010: Landschaftsästhetische Auswirkungen von Windkraftanlagen. *Schöne Heimat – Erbe und Auftrag*. Bayerischer Landesverein für Heimatpflege e.V. 99. Jahrgang. 2010/Heft 1.
- Pasqualetti M.J., Gipe P., Righter R.W. (eds.), 2002: *Wind power in view. Energy landscapes in a crowded World*. Academic Press, London.
- Przewoźniak M., 2007: Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na środowisko – zagadnienia sozologiczne, ekologiczne i krajobrazowe [w:] II Konferencja „Rynek elektrowni wiatrowych w Polsce”. PSEW: 214-224.
- Siting and Designing Wind Farms in the Landscape. 2009: Scottish Natural Heritage.

- Sowińska-Świerkosz B., Chmielewski T.J., Pawlas A., 2013: Prognoza presji projektowanych siłowni wiatrowych na fizjonomię krajobrazu Wyżyny Lubelskiej. *Problemy Ekologii Krajobrazu* 35: 55-63.
- Staszek W., Niecikowski K., 2010: Problemy zmian krajobrazu w dobie intensywnego rozwoju energetyki krajobrazowej [w:] *Studia krajobrazowe a ginące krajobrazy* (red.): D. Chylińska, J. Łach, IGiRR UWr., Wrocław: 317-328.
- Stryjecki M., Mielniczuk K., 2011: Wytyczne w zakresie prognozowania oddziaływania na środowisko farm wiatrowych. GDOŚ Warszawa.
- Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jednolity Dz.U. 2013, poz 1235, z późn. zmianami)
- Vissering J. i in, 2011: Visual impact assessment process for wind energy projects. Clean Energy State Alliance.
- Visual assessment of windfarms: best practice, 2002: University of Newcastle, SHN Commissioned Report F01AA303A.
- Visual representation of windfarms good practice guidance, 2006: Scottish Natural Heritage.