

Dane bibliograficzne publikacji:

Przewoźniak M. 2007, Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na środowisko – zagadnienia sozologiczne, ekologiczne i krajobrazowe, w: II Konferencja „Rynek energetyki wiatrowej w Polsce“, PSEW, Warszawa 20-21.03.2007, s. 214-224.

Maciej Przewoźniak

ODDZIAŁYWANIE ELEKTROWNI WIATROWYCH NA ŚRODOWISKO – ZAGADNIENIA SOZOLOGICZNE, EKOLOGICZNE I KRAJOBRAZOWE

1 . Wprowadzenie

Eksploatacja elektrowni wiatrowych ma dwa oblicza. Jedno to wzrost udziału proekologicznych źródeł energii w bilansie produkcji energii elektrycznej. Proekologiczność elektrowni wiatrowych polega na wykorzystaniu przez nie odnawialnego źródła energii oraz na braku emisji gazowych, ciekłych i stałych zanieczyszczeń do środowiska. Drugie oblicze to oddziaływanie elektrowni wiatrowych na środowisko, zwłaszcza na środowisko człowieka (zagadnienia sozologiczne), na przyrodę (zagadnienia ekologiczne) i na krajobraz.

2. Zagadnienia sozologiczne

Zagadnienia sozologiczne obejmują materialne i energetyczne oddziaływanie danego źródła (obiektu) antropogenicznego na środowisko. W przypadku elektrowni wiatrowych są to:

- emisja hałasu (oddziaływanie energetyczne);
- emisja promieniowania elektromagnetycznego (oddziaływanie energetyczne).

Elektrownie wiatrowe nie powodują oddziaływania materialnego (emisje odpadów stałych, ciekłych i gazowych)¹, natomiast pozwalają na uniknięcie dodatkowej emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych do atmosfery z energetyki konwencjonalnej.

2.1. Hałas

Źródłami emisji energii akustycznej do otoczenia z elektrowni wiatrowych są:

- praca generatorów – hałas mechaniczny, ciągły w czasie funkcjonowania urządzeń;
- obroty rotorów – hałas aerodynamiczny, ciągły, „pulsujący” w czasie funkcjonowania urządzeń;
- naprężenia konstrukcji (wież) elektrowni – hałas incydentalny.

Elektrownie wiatrowe są źródłami o dużej mocy akustycznej (przeciętnie 104 – 107 dB), powodującymi zmiany klimatu akustycznego w rozległym otoczeniu. Podstawowy wpływ na rozkład hałasu emitowanego z elektrowni wiatrowych mają:

- moc akustyczna elektrowni;
- wysokość usytuowania generatorów i rotorów elektrowni (najczęściej od kilkudziesięciu do stu metrów n.p.t.);

¹ Wyjątek stanowią potencjalnie możliwe wycieki oleju z transformatorów w sytuacjach awaryjnych.

- liczba elektrowni w zespole i ich wzajemne rozmieszczenie;
- morfometria terenu;
- użytkowanie terenu;
- warunki anemometryczne.

Hałas emitowany z elektrowni może wpływać negatywnie na środowiskowe warunki życia ludzi. Wyniki modelowych obliczeń z różnych terenów Polski, dla różnych typów elektrowni i różnej ich liczby wskazują, że izofony² o wartościach 40 i 45 dB³ mogą przebiegać w odległości kilkuset m od elektrowni (dla 45 dB od 400 do 500 m, dla 40 dB ok. 800 m, nawet do 1000 m). Na obszarach tych nie mogą znajdować się obiekty o funkcjach chronionych⁴ oraz obiekty te w okresie eksploatacji elektrowni (średnio 25 lat) nie mogą być tam zlokalizowane w procedurach planowania przestrzennego.

Hałas może także wywierać odstraszący wpływ na zwierzęta (zob. rozdz. 3). Słabo rozpoznany jest problem oddziaływania na organizmy żywe ultra- i infradźwięków, prawdopodobnie emitowanych przez elektrownie wiatrowe.

Praktyczne problemy związane z oceną akustycznego oddziaływania elektrowni na środowisko wynikają z tego, że:

- różne modele matematyczne dają odmienne wyniki obliczeń zasięgu hałasu o określonych wartościach, co stanowi problem w postępowaniu w sprawie oceny oddziaływania na środowisko na etapach sporządzania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego lub decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia;
- brak prawnie obowiązującej lub ogólnie przyjętej metodyki pomiarów kontrolnych, co stanowi problem w wykonaniu analizy porealizacyjnej lub przeglądu ekologicznego.

2.2. Promieniowanie elektromagnetyczne

Źródłami promieniowania elektromagnetycznego w zespołach elektrowni wiatrowych są stacje transformatorowe 20/110 kV i ich włączenia do linii wysokiego napięcia 110 kV. Źródłem promieniowania elektromagnetycznego nie stanowią generatory prądu elektrowni i kable 20 kV, łączące elektrownie ze stacją transformatorową. Technologia wykonania tego typu urządzeń energetycznych zakłada stosowanie ekranów, uniemożliwiających wypromieniowywanie energii elektromagnetycznej do środowiska.

² Linie łączące punkty o jednakowym poziomie dźwięku.

³ Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. 2004 r., Nr 178, poz. 1841) 40 dB to maksymalny poziom hałasu dopuszczony w porze nocnej dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, terenów zabudowy związanej za stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży, terenów domów opieki społecznej i szpitali oraz dla obszarów „A” ochrony uzdrowskiej, a 45 dB dodatkowo dla terenów zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego, dla terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej z usługami rzemieślniczymi, dla terenów rekreacyjno-wypoczynkowych poza miastami i dla terenów zabudowy zagrodowej) - dla pory dnia graniczne wartości wynoszą odpowiednio 50 i 55 dB.

⁴ Funkcje chronione – tereny o funkcjach wymienionych w przywołanym wyżej Rozporządzeniu Ministra Środowiska.

Stacje transformatorowe 20/110 kV i ich włączenia do linii wysokiego napięcia 110 kV stanowią źródła pól elektrycznych i magnetycznych, niejonizujących, o częstotliwości 50 Hz, które mogą być szkodliwe dla ludzi i prawdopodobnie dla zwierząt. Wartości progowe promieniowania dla częstotliwości pól 50 Hz, podano w tabeli 1.

Tabela 1 Dopuszczalne poziomy promieniowania elektromagnetycznego dla częstotliwości pola 50 Hz

Dopuszczalne poziomy promieniowania	Poziom natężenia pola elektrycznego	Poziom natężenia pola magnetycznego
Rekomendacja Rady Europejskiej z 12 lipca 1999 r. ⁵	5 kV/m	80 A/m
Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. ⁶	10 kV/m (na terenach dostępnych dla ludzi) 1 kV/m (na terenach przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową)	60 A/m

* Wartości dla wysokości 2 m n.p.t. lub nad innymi powierzchniami, na których mogą przebywać ludzie.

W przypadku stacji transformatorowych, niezbędnych dla funkcjonowania zespołów elektrowni wiatrowych, wystąpienie przekroczeń dopuszczalnych wartości promieniowania elektrycznego i magnetycznego w miejscach dostępnych dla ludzi, jest z reguły wykluczone przez odpowiednie ogrodzenie terenu stacji. Oddziaływanie promieniowania może ewentualnie dotyczyć zwierząt fruujących, jednak przebywających nad stacją w ograniczonym czasie.

Oddziaływanie ponadnormatywnego promieniowania elektromagnetycznego włączenia stacji transformatorowej do linii wysokiego napięcia 110 kV może sięgać kilkunastu m od jego przewodów. Ograniczenia z tym związane zależne są od charakteru zainwestowania terenu. W większości są to tereny użytków rolnych, w związku z czym problem zagrożenia dla ludzi nie występuje, natomiast może mieć miejsce w odniesieniu do zwierząt.

W generalnej ocenie problem promieniowania elektromagnetycznego związanego z eksploatacją elektrowni wiatrowych jest mało istotny w porównaniu z problemem emisji hałasu.

2.3. Ograniczenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery

Elektrownie wiatrowe zastępują energetykę konwencjonalną, opartą na spalaniu węgla, ropy lub gazu, lub ograniczają jej rozwój. Tym samym wpływają doraźnie lub docelowo na ograniczenie emisji do atmosfery produktów spalania, czyli przede wszystkim CO₂, SO₂, NO_x i pyłów. To korzystnie oddziałuje na stan zanieczyszczenia atmosfery i powinno wpłynąć na ograniczenie skutków efektu cieplarnianego – klimatycznych i pochodnych.

⁵ Council recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0Hz to 300GHz), 1999/519/EC, Bruksela 1999.

⁶ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobu sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 2003, Nr 192, poz. 1883).

Jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń przez elektrownie węglowe w Polsce na GWh wyprodukowanej energii wynoszą wg Lewandowskiego (2002)⁷: CO₂ – 700 t, SO₂ – 5,5 t, NO_x – 4,22 t, pył i żużel – 49 t. Jedna elektrownia wiatrowa o mocy 2,0 MW, produkująca rocznie 2,2 GWh energii elektrycznej, daje w związku z tym w ciągu roku uniknięcie emisji: CO₂ – 1,54 tys. t, SO₂ – 12,1 t, NO_x – 9,28 t, pyłu i żużla – 107,8 t (w tym pyłu zawieszonego ok. 0,42 t).

Zainstalowanie w Polsce tysiąca takich elektrowni (2 tys. MW) dałoby potencjalnie uniknięcie emisji do atmosfery, w stosunku do emisji z energetyki konwencjonalnej, o (tab. 2): SO₂ – 1,71%, NO_x – 3,58% i pyłu 0,84%.

Tabela 2 Porównanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery w Polsce z potencjalnie unikniętą emisją w wyniku rozwoju energetyki wiatrowej

Zanieczyszczenia atmosfery	Emisja w Polsce w 2004 r. [Gg] *		Potencjalna, uniknięta emisja			
	całkowita	energetyka	elektrownia wiatrowa 2 MW [Gg] **	1000 elektrowni x 2 MW		
				[Gg]	% emisji całkowitej	% emisji z energetyki
CO ₂	316.700	–	1,54	1.540	0,48	–
SO ₂	1.241	704	0,0121	12,1	0,97	1,71
NO _x	804	259	0,00928	9,28	1,15	3,58
pył	443	50	0,00042	0,42	0,09	0,84

* źródło: www.gus.gov.pl

** źródło: Lewandowski 2002

3. Zagadnienia ekologiczne

Budowa i eksploatacja elektrowni wiatrowych powodują bezpośrednie i pośrednie oddziaływanie na ekosystemy, w tym:

- 1) likwidację siedlisk przyrodniczych na etapie budowy (place montażowe, fundament elektrowni, drogi dojazdowe, GPZ),
- 2) likwidację roślinności na etapie budowy,
- 3) przekształcenia siedlisk na etapie eksploatacji (oddziaływanie hałasu, promieniowania elektromagnetycznego i obiektów budowlanych),
- 4) oddziaływanie na zwierzęta (fruwające, poruszające się po ziemi i wodne).

Ad. 1 i 2)

Przeciętny zespół elektrowni wiatrowych, składający się z 20 elektrowni, stacji transformatorowej i wewnętrznych dróg dojazdowych, powoduje zmianę użytkowania terenu o powierzchni 10–15 ha. Na terenie tym następuje likwidacja gleby i roślinności. Elektrownie lokalizowane są z reguły na gruntach rolnych, w związku z czym likwidacji ulegają przeważnie agrocenozy, a charakter likwidowanych gleb zależy od lokalnych warunków. Zdarza się, że jednostkowe lokalizacje mają miejsce na terenach hydrogenicznym, gdzie likwidacji ulega wówczas roślinność łąk i pastwisk, a nawet torfowisk itp. Sporadycznie pojawia się problem zagrożenia dla gatunków roślin chronionych lub rzadkich w skali Polski/regionu.

⁷ Lewandowski W. 2002, Proekologiczne źródła energii odnawialnej, WNT, Warszawa.

W przypadku lokalizacji na morzu występują zmiany batymetrii, dynamiki wód i sedymentacji (Opiola, Szeffler, Gajewski 2005)⁸, a likwidacji ulega roślinność bentosu (fitobentos), o ile w ogóle występuje. Dotyczy to znacznie mniejszych powierzchni niż na lądzie – nie ma tu placów montażowych (średnio na lądzie 50 x 80 m).

Ad. 3)

Przekształcenia siedlisk na etapie eksploatacji elektrowni związane są z emisją zanieczyszczeń do środowiska w postaci hałasu i promieniowania elektromagnetycznego oraz z oddziaływaniem obiektów budowlanych na lokalne warunki klimatyczne i ze stanowieniem przez nie nowych siedlisk. Brak wiarygodnych informacji nt. wpływu wzrostu hałasu i promieniowania elektromagnetycznego w siedlisku na zwierzęta poszczególnych grup systematycznych. Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na lokalne warunki klimatyczne jest znikome, a stanowienie przez obiekty budowlane nowych siedlisk może być przyczyną synantropizacji niektórych gatunków zwierząt. Generalnie zespół elektrowni wiatrowych może tworzyć efekt odstraszący dla zwierząt (ale nie przeszkadza np. padlinożercom, którzy zjadają martwe ptaki, padłe w wyniku kolizji z elektrowniami).

Ad. 4)

Oddziaływanie na zwierzęta, zwłaszcza na fruwające, jest najważniejszym skutkiem ekologicznym eksploatacji elektrowni wiatrowych. Oddziaływanie na ptaki i nietoperze (oddziaływanie na bezkręgowce jest nierozpoznane) może przejawiać się przez:

- śmiertelność w wyniku kolizji z konstrukcjami elektrowni;
- zmiany rozmieszczenia zwierząt w wyniku utraty siedlisk na terenie lokalizacji elektrowni i w jego otoczeniu;
- zmiany tras przelotów.

Ptaki

Generalnie, liczba kolizji ptaków z turbinami jest funkcją liczebności ptaków użytkujących dany teren. Największą śmiertelność ptaków notowano w przypadku elektrowni wiatrowych zlokalizowanych na terenach (Gromadzki 2002)⁹:

- atrakcyjnych dla ptaków jako żerowiska;
- stanowiących trasy regularnych przelotów wędrowkowych;
- stanowiących trasy regularnych dolotów na żerowisko lub noclegowisko.

Udokumentowano także wpływy składu gatunkowego ptaków na ich śmiertelność, co wynika z międzygatunkowych różnic wysokości przelotów i dobowego rozkładu aktywności wędrowkowej.

Istotny wpływ na śmiertelność ptaków mają ponadto:

- parametry konstrukcji elektrowni: wysokość, średnica rotorów, prędkość obrotów rotorów, oświetlenie nocne;
- wielkość zespołu elektrowni i ich wzajemne rozmieszczenie;

⁸ Opiola B., Szeffler K., Gajewski L. 2005, Uwarunkowania środowiskowe budowy farm wiatrowych w polskiej strefie Morza Bałtyckiego, w: Materiały konferencji „Perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na morzu i lądzie” 24 XI 2005, Gdańsk.

⁹ Gromadzki M., 2002, Uwarunkowania faunistyczne – ornitologiczne, w: Gromadzki M., Przewoźniak M., Ekspertyza nt. ekologiczno-krajobrazowych uwarunkowań lokalizacji elektrowni wiatrowych w północnej (Pobrzeże Bałtyku) i w centralnej części woj. pomorskiego, BPIWP „Proeko”, Gdańsk.

- warunki meteorologiczne (przede wszystkim widoczność);
- pora doby: świt, dzień, zmierzch i noc (różna aktywność ptaków i widoczność);
- pora roku: wiosenne przeloty, lęgi, jesienne przeloty, zimowanie.

Odstraszający efekt elektrowni wiatrowych wobec ptaków obserwowano w odległości do ok. 800 m, przeciętnie 200-500 m (Gromadzki 2002). Tereny lokalizacji elektrowni i ich otoczenie są słabiej wykorzystywane jako miejsca żerowania, odpoczynku i gniazdowania ptaków, występują też zmiany przelotów ptaków. Przeciętny zespół elektrowni wiatrowych, składający się z 20 siłowni zlokalizowanych na terenie o kształcie koła o promieniu 1 km, spowoduje zmiany awifauny (głównie rozmieszczenia) na powierzchni ok. 1.000 ha. W przypadku liniowego rozmieszczenia 20 elektrowni co 400 m powierzchnia zmian awifauny wyniesie ok. 1.500 ha. Odstraszający wpływ elektrowni wiatrowych na ptaki stanowi zarazem czynnik obniżający ich śmiertelność.

Nietoperze

W przypadku nietoperzy, oprócz potencjalnej śmiertelności w wyniku kolizji z konstrukcjami elektrowni, emitowany przez nie hałas może zakłócać sonar nietoperzy, co z kolei może spowodować wyłączenie terenu ich lokalizacji jako żerowiska (Goc, Meissner 2007)¹⁰.

Inne zwierzęta

Oddziaływanie fal dźwiękowych (w pełnym zakresie spektrum, w tym ultra- i infradźwięków), wibracji i ruchu śmigieł na kręgowce naziemne i wodne oraz na bezkręgowce jest prawdopodobne, ale nie było, jak się wydaje, badane (Goc, Meissner, 2007). Opióła, Szeffler i Gajewski (2005) zwracają uwagę na wpływ pola akustycznego elektrowni wiatrowych zlokalizowanych na morzu na ichtiofaunę. Najważniejszy skutek ekologiczny eksploatacji elektrowni wiatrowych - śmiertelność ptaków - powoduje dodatkowo zmiany w rozmieszczeniu padlinożerców, dla których tereny elektrowni wiatrowych mogą być atrakcyjnym żerowiskiem.

Zespoły elektrowni wiatrowych mogą stanowić bariery ekologiczne na szlakach wędrówek zwierząt fruujących, poruszających się po lądzie i morskich (bariery powietrzne, morskie i lądowe). Wydaje się, iż w większości przypadków mogą być one ominięte przez zwierzęta.

4. Oddziaływanie elektrowni wiatrowych na krajobraz

Wizualna specyfika elektrowni wiatrowych polega na tym, że (Przewoźniak 2002)¹¹:

- są to obiekty wysokie, nawet do 150 m w stanie wzniesionego skrzydła;
- w zgrupowaniach, ze względu na odległości między poszczególnymi siłowniami wynoszące 200-400 m, tworzą przesłonę krajobrazową na różnych poziomach;
- wieże ustawiane są w zespołach wg dwóch podstawowych schematów:

¹⁰ Goc M., Meissner W. 2007, Oddziaływanie na faunę, w: Raport o oddziaływaniu na środowisko projektowanego zespołu elektrowni wiatrowych >Tychowo< (pow. stargardzki, woj. zachodniopomorskie), BPIWP „Proeko”, Gdańsk.

¹¹ Przewoźniak M. 2002, Krajobrazowe uwarunkowania lokalizacji elektrowni wiatrowych, w: Gromadzki M., Przewoźniak M., Ekspertyza nt. ekologiczno-krajobrazowych uwarunkowań lokalizacji elektrowni wiatrowych w północnej (Pobrzeże Bałtyku) i w centralnej części woj. pomorskiego, BPIWP „Proeko”, Gdańsk.

- regularnie – linijnie lub w układzie wierzchołków trójkątów, co ma znamiona porządku przestrzennego ale silnie geometryzuje krajobraz;
- nieregularnie, w dostosowaniu do ukształtowania terenu i innych uwarunkowań, co wprowadza fizjonomiczny bałagan ale jest bliższe „krzywej” przyrodzie¹²;
- z dwóch podstawowych typów konstrukcji nośnych elektrowni: kratowe i lite – rurowe, generalnie mniej agresywne krajobrazowo są wieże kratowe, gdyż ze względu na ażurową konstrukcję słabiej zarysowują się one w krajobrazie (szybszy efekt rozmycia w krajobrazie wraz ze wzrostem odległości);
- śmigła przez większość roku są w ruchu, co zwraca uwagę, przykuwa wzrok i może powodować zjawisko stroboskopowe;
- obracające się rotory mogą wywoływać okresowo refleksy świetlne, przy określonym położeniu Słońca i śmigieł w warunkach słonecznej pogody;
- konstrukcje siłowni rzucają okresowo stały i ruchomy cień, zależny od wysokości Słońca;
- elektrownie nie są widoczne w nocy (z wyjątkiem oznakowania przeszkodowego nocnego - czerwona lampa na szczycie wieży).

Oprócz parametrów samych elektrowni wiatrowych i ich zespołów podstawowy wpływ na ich ekspozycję w krajobrazie mają:

- cechy terenu, a zwłaszcza:
 - ukształtowanie terenu (równinne, faliste, pagórkowate, wzniesione, górskie, dolinne);
 - charakter brzegu morskiego (klifowy, wydmy, doliny);
 - użytkowanie terenu (przede wszystkim występowanie lasów, ale także zadrzewień, alei i szpalerów drzew oraz obiektów budowlanych);
 - występowanie zbiorników wodnych tworzących rozległe płaszczyzny ekspozycyjne;
- koncentracje ludzi jako obserwatorów elektrowni, a zwłaszcza:
 - jednostki osadnicze (miasta, wsie, zespoły rekreacyjne);
 - szlaki komunikacyjne (drogi i linie kolejowe);
 - szlaki turystyczne (lądowe i wodne).

Rekonesans terenowy w północnej Polsce, w rejonach funkcjonujących już elektrowni wiatrowych, wykazał m. in., że:

- z bliskiej odległości elektrownia wiatrowa stanowi element obcy w krajobrazie ze względu na jednoznacznie techniczny charakter i brak możliwości zamaskowania w związku z jej wysokością;
- wraz ze wzrostem odległości obserwowania elektrowni wiatrowej jej dysonans krajobrazowy maleje, co wynika przede wszystkim z tego, że konstrukcja nośna elektrowni jest wąska – istotny spadek postrzegania elektrowni w falistym krajobrazie morenowym o zróżnicowanym ukształtowaniu terenu następuje w odległości ok. 6 km;

¹² Przewoźniak M., 2007, Ochrona przyrody w planowaniu przestrzennym, czyli o tym, że przyroda jest krzywa a jej ochrona w planowaniu przestrzennym nie jest prosta, Urbanista 1 (49).

- bardzo istotną cechą wpływającą na postrzeganie elektrowni wiatrowych w krajobrazie jest ich koncentracja w zespołach – im większa liczba siłowni tym większy dysonans krajobrazowy;
- istotną cechą elektrowni wiatrowych wpływającą na ich postrzeganie w krajobrazie jest kolorystyka konstrukcji – większość obserwowanych elektrowni miała kolor biały lub jasnoszary – kolor biały jest bardziej kontrastowy we wszystkich warunkach pogodowych, a przy pomalowaniu błyszczącą farbą daje dodatkowo efekty świetlne;
- zdecydowanie niekorzystnie na postrzeganie elektrowni wpływa umieszczanie na nich reklam, które z samego założenia mają być dobrze widoczne;
- elektrownie wiatrowe uznane za przeszkody lotnicze mają zewnętrzne końce śmigieł pomalowane na czerwono¹³ - daje to zamierzony efekt lepszej widoczności i tym samym kontrastowości krajobrazowej elektrowni;
- wiodący wpływ na postrzeganie elektrowni ma ukształtowanie terenu na rozległym obszarze otaczającym oraz jego pokrycie roślinnością drzewiastą, zwłaszcza leśną;
- bardzo istotnym uwarunkowaniem postrzegania elektrowni, zmiennym w czasie, są warunki pogodowe, a przede wszystkim stan zachmurzenia, w tym kolor chmur i kierunek oświetlenia elektrowni w stosunku do obserwatora;
- na ekspozycję krajobrazową elektrowni i ich postrzeganie silnie wpływa lokalizacja w zasięgu widoczności z dróg, zwłaszcza gdy znajdują się one blisko, stanowią wówczas dominantę krajobrazową i pozostają długo w zasięgu widoczności obserwatorów jadących drogą lub koleją;
- najbardziej eksponowane krajobrazowo są lokalizacje w bliskim sąsiedztwie jednostek osadniczych, gdy elektrownie postrzegane są nich na tle zabudowy jako obiekty dominujące gabarytowo nad okolicą.

Oceny estetyczne elektrowni wiatrowych są subiektywne, zależne od osobniczych odczuć i upodobań, a w efekcie skrajnie zróżnicowane – od negatywnych, ze względu na charakter dużych konstrukcji technicznych, obcych w krajobrazie, po pozytywne, ze wskazaniem na wyrafinowany, prosty i nowoczesny kształt. W istocie rzeczy nie jest istotne czy są one brzydkie, czy ładne, lecz czy powodują znaczące przekształcenie krajobrazu. Znaczące, czyli:

- w jakiej skali terytorialnej: lokalnej, subregionalnej lub międzyregionalnej;
- jaki krajobraz jest przekształcony – przyrodniczy (naturalny), kulturowy, współczesny osadniczy, przemysłowo-infrastrukturalny i czy podlega ochronie;
- jak duża liczba ludzi będzie na stałe i okresowo (komunikacja) przebywać w zmienionym krajobrazie.

Elektrownie wiatrowe ze względu na wysokość konstrukcji są elementami technicznym widocznymi z bardzo dużej odległości.

¹³ Obecnie, elektrownie wiatrowe uznane za przeszkody lotnicze, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 14 stycznia 2006 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie sposobu zgłaszania oraz oznakowania przeszkód lotniczych (Dz. U. Nr 9, poz. 53), (...) *powinny mieć zewnętrzne końce śmigieł pomalowane w 5 pasów o jednakowej szerokości, prostopadłych do dłuższego wymiaru łopaty śmigła, pokrywających 1/3 długości łopaty śmigła (3 koloru czerwonego lub pomarańczowego i 2 białego). Pasy skrajne nie mogą być koloru białego.*

Teoretyczne obliczenia dla obiektów usytuowanych na morzu wskazują, że zgodnie z równaniem:¹⁴

$$d = 2,08 (\sqrt{a} + \sqrt{H})^{15},$$

gdzie:

d [Mm] - odległość do obserwowanego obiektu (z uwzględnieniem kulistości Ziemi);

a [m] - wzniesienie oczu obserwatora nad poziom morza;

H [m] - wysokość obserwowanego obiektu,

sylwetka obserwowanego obiektu o wysokości 100 m (przy założeniu wysokości wzniesienia wzroku na 1,75 m powyżej poziomu morza) zanika całkowicie w warunkach morskich w odległości ok. 23,5 Mm¹⁶, czyli ok. 43,62 km.

W przypadku obserwacji obiektu o wysokości 100 m z wysokiego brzegu klifowego (np. o wysokości 50 m), całkowity zanik tego obiektu wystąpi w odległości ok. 35,76 Mm, czyli 66,23 km.

Powyższe obliczenia dotyczą teoretycznych sytuacji, w których analizowane 100-metrowe obiekty będą widoczne na powierzchni morza jako punkty i nie uwzględniają parametrów falowania wód morskich i zjawisk optycznych oraz fizjologicznych możliwości oka ludzkiego. W rzeczywistości zasięgi widoczności będą mniejsze.

Na obszarach lądowych zakresy widoczności wysokich obiektów są zdecydowanie mniejsze ze względu na zróżnicowane przesłony krajobrazowe i występowanie tła krajobrazowego (np. wzniesienia terenu, lasy, zabudowy) na zapleczu obiektów.

Zespoły elektrowni wiatrowych zawsze oddziałują na krajobraz w skali lokalnej (teren lokalizacji i jego otoczenie w zasięgu kilku km), a mogą oddziaływać w skali subregionalnej i międzyregionalnej, w zasięgu kilkunastu km, a nawet kilkudziesięciu w zależności od specyfiki terenu i warunków pogodowych.

Utrata naturalnych walorów krajobrazu przyrodniczego lub kulturowego może powodować spadek atrakcyjności turystycznej i rekreacyjnej rejonu lokalizacji elektrowni.

5. Wnioski

1. Wiodące znaczenie w ocenie oddziaływania elektrowni wiatrowych na środowisko mają po stronie oddziaływań pozytywnych ograniczanie emisji zanieczyszczeń do atmosfery, a po stronie oddziaływań negatywnych oddziaływanie na warunki życia ludzi (hałas, krajobraz) i na przyrodę (przede wszystkim na ptaki).
2. Rangowanie stopnia uciążliwości oddziaływań negatywnych zależy od specyfiki poszczególnych przypadków. W generalnej ocenie, biorąc pod uwagę, że:
 - ograniczenie uciążliwości hałasu, która może sięgać do ok. 1000 m od zespołu elektrowni, możliwe jest przez lokalizację elektrowni w większych odległościach od obiektów z funkcjami chronionymi;

¹⁴ Giertowski J., Meisner T., 1969, Podstawy nawigacji morskiej, Gdańsk.
Urbański J., Kopacz Z., Posiła J., 1979, Nawigacja morska, Gdańsk.

¹⁵ Wzór uproszczony, z pominięciem m.in. zjawiska falowania.

¹⁶ Mila morska [Mm] odpowiada 1852 m.

- ptaki, dla których odstraszające oddziaływanie elektrowni sięga ok. 800 m, mają zapewne możliwości adaptacyjne do zmienionego środowiska i w większości zdolność ominięcia przeszkody, jaką stanowią dla nich elektrownie;
- uniknięcie postrzegania przekształconego krajobrazu, występujące w zasięgu kilkunastu km od zespołu elektrowni, jest dla wielu ludzi niemożliwe z racji np. miejsca zamieszkania;

wydarze się, iż skutki krajobrazowe są w istocie rzeczy najpoważniejsze – dotyczą warunków życia ludzi, mają największy zakres przestrzenny i mogą ograniczać rozwój innych niż energetyka funkcji (np. osadnictwo, turystyka i rekreacja).

3. Próby ekonomicznego bilansowania zysków środowiskowych (ograniczenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery) i strat (hałas, przyroda, krajobraz) są poznawczo i użytkowo nieefektywne, gdyż straty przyrodnicze, a zwłaszcza krajobrazowe są niemierzalne.
4. W ocenach oddziaływania elektrowni wiatrowych na środowisko podstawowe problemy stanowią:
 - brak ujednoliconej, pewnej metodyki modelowych obliczeń rozprzestrzeniania się hałasu i brak metodyki kontrolnych pomiarów jego poziomu;
 - brak ujednoliconej metodyki wiarygodnego monitoringu środowiska, zwłaszcza monitoringu ornitologicznego i niejednakowy stopień rozwoju ekologii różnych grup systematycznych zwierząt,
 - subiektywizm ocen krajobrazowych.
5. Podstawą przeprowadzania postępowań w sprawie oddziaływania elektrowni wiatrowych na środowisko, na etapie prognoz do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i raportów do wniosków o wydanie tzw. decyzji środowiskowych, powinien być co najmniej roczny monitoring środowiska terenu lokalizacji i jego otoczenia, obejmujący monitoring: ornitologiczny, chiropterologiczny (nietoperze), siedliskowo-florystyczny i krajobrazowy.

Gdańsk, luty 2007 r.