

7.12 Analiza i ocena efektów optycznych wywoływanych przez elektrownie wiatrowe

Niniejszy rozdział został opracowany w szczególności na podstawie danych i informacji zwartych w opracowaniu: Wpływ elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa, 2006, wykonanym przez mgr inż. Katarzynę Michałowską-Knap (Główny Specjalista Do Spraw Energetyki Wiatrowej) [rozdz.2.3, poz.32].

Elektrownia wiatrowa jako duża konstrukcja ruchoma wprowadza w okresie jej funkcjonowania specyficzne efekty optyczne, do których należą: efekt błyskania oraz efekt migotania, czy też przemieszczającego się cienia (tzw. shadow flicker).

7.12.1 Efekt błyskania

Efekt błyskania powodowany jest odbijaniem się światła od poruszających się skrzydeł, co powoduje powstawanie krótkich błysków, które mogą być obserwowane z różnych miejsc w otoczeniu farmy wiatrowej. Analizy tego problemu prowadzone od lat 90-tych wykazały jednak, że potencjalny czas występowania takiego efektu w danym miejscu nie przekracza kilku minut 2 razy na dobę. Dodatkowo czynniki meteorologiczne (zwłaszcza zachmurzenie) ograniczają ten efekt tak, że może on dotyczyć najwyżej 10% dni w roku. Obecnie efekt powstawania błysków w żadnym kraju nie jest uznawany za problem. Został on bowiem praktycznie wyeliminowany poprzez zastosowanie przez producentów elektrowni matowych powłok i farb, które zapobiegają odbiciom światła. Tak więc obecnie, przy lokalizacji instalacji fabrycznie nowych uznaje się, że oddziaływanie praktycznie nie istnieje. Zaznaczyć również należy, że nawet w przeszłości efekt ten nie powodował zaburzeń zdrowia u ludzi.

W przypadku przedmiotowej elektrowni wiatrowej zastosowane będą nowoczesne, całkowicie nowe turbiny, o matowej powłoce, nie powodujące odbijania się światła od powierzchni konstrukcji.

7.12.2 Efekt migotania cienia – identyfikacja oddziaływania oraz założenia do oceny

Drugim rozpatrywanym efektem jest zacienienie terenów otaczających elektrownię wiatrową przez wieżę elektrowni oraz poruszające się śmigło. Obracające się łopaty wirnika turbiny wiatrowej rzucają na otaczające je tereny cień, powodując tzw. efekt migotania nazywany również niesłusznie efektem stroboskopowym. Z efektem migotania cieni mamy do czynienia głównie w krótkich okresach dnia, tj. w godzinach porannych i popołudniowych, gdy nisko położone na niebie słońce świeci zza turbiny, a cienie rzucane przez łopaty wirnika są mocno wydłużone. Efekt jest szczególnie zauważalny w okresie zimowym, kiedy to kąt padania promieni słonecznych jest stosunkowo mały.

Naukowcy są zgodni, że migotanie o częstotliwości powyżej 2,5 Hz, zwane efektem stroboskopowym, może być dla człowieka uciążliwe. Ale tylko u 5% osób chorych na epilepsję, które poddano badaniu wpływu migotania światła na samopoczucie, częstotliwości w zakresie 2,5 - 3 Hz wywołały negatywne efekty. U większości osób reakcja ze strony organizmu pojawia się przy wielokrotnie wyższych częstotliwościach, rzędu 16 - 25 Hz. Wg British Epilepsy Association (Brytyjskiego Stowarzyszenia Epilepsji) nie ma żadnych dowodów na to, że zjawisko migotania cieni, którego źródłem jest farma wiatrowa, może wywoływać ataki epilepsji. Maksymalne częstotliwości migotania wywołanego przez współczesne turbiny wiatrowe nie przekraczają bowiem 1 Hz, czyli znajdują się dużo poniżej progowej wartości 2,5Hz, i nie powinny być odbierane jako szkodliwe (British Epilepsy Association, 2009).

Aby efekt migotania cieni wywoływany przez elektrownie wiatrowe mógł osiągnąć częstotliwość efektu stroboskopowego, a więc przekroczyć wartość 2,5 Hz, rotor wiatraka

musiałyby wykonywać 50 obrotów wirnika na minutę, tymczasem nowoczesne wolnoobrotowe turbiny obracają się z prędkością nie większą niż 12-20 obrotów na minutę.

Zgodnie z danymi dotyczącymi projektowanej elektrowni wiatrowej, zastosowana zostanie elektrownia, której prędkość obrotowa śmigieł będzie mieścić się w granicach 4 - 12.8 obrotów na minutę. Tym samym w żadnym wypadku prędkości śmigła nie mogą powodować efektu szkodliwego dla ludzi. Przede wszystkim nie zostanie uzyskany efekt stroboskopowy.

Intensywność zjawiska zacielenia, czy też zjawiska migotania cieni jako takiego, a tym samym jego odbiór przez człowieka, uzależnione są od kilku czynników: wysokości wieży i średnicy wirnika, odległości „obserwatora” od farmy wiatrowej, pory roku, zachmurzenia, obecności przeszkód przesłaniających pomiędzy turbiną wiatrową a „obserwatorem”, orientacji okien w budynkach, oświetlenia w pomieszczeniu – jeśli dane pomieszczenie doświetlenie jest przez oświetlenie sztuczne bądź przez okno, które nie znajduje się w strefie oddziaływania cieni, intensywność zjawiska migotania cieni w danym pomieszczeniu będzie znacznie ograniczona.

W żadnym kraju nie ma przepisów prawnych, ani obligatoryjnych wartości normatywnych regulujących kwestie związane z migotaniem cieni. Na przykład w Niemczech, w wybranych landach, migotanie jest uznawane za uciążliwe, gdy czas trwania jest dłuższy niż 30 minut w ciągu dnia oraz dłuższy niż 30 godzin w ciągu roku, przy założeniu najbardziej pesymistycznego scenariusza - bezchmurnego nieba przez cały rok. Na świecie stosowane są także inne kryteria oceny, a ich źródłem są np. zapisy zawarte w planach zagospodarowania przestrzennego. Zgodnie z opracowaniem „Shadow Flicker Monitoring and Mitigation Information” dla Lake Winds Energy Park, MI, USA dopuszczalna długość czasu trwania migotania w skali roku wynosi 10 godzin, nie natomiast ograniczeń w skali jednego dnia. Pułap 10 godzin jest tutaj określony dla lokalnych warunków środowiskowych, tj. uwzględnia np. częstość zachmurzenia, kierunki i prędkości wiatrów, itp.

Badania przeprowadzone w Danii, na wysokości geograficznej odpowiadającej w przybliżeniu polskiemu wybrzeżu Morza Bałtyckiego wykazują, że przekroczenia wymienionych wartości nie występują w odległościach większych niż 2-3 krotna wysokość elektrowni wiatrowych. Jednocześnie rozpatrywany efekt występuje bardzo nierównomiernie w ciągu roku. Dla przykładu w Niemczech przeprowadzono analizę dla punktu oddalonego o 500m od elektrowni wiatrowej o wysokości 110m. Efekt zacielenia w tym punkcie wystąpił tylko w czasie pomiędzy 12 stycznia a 6 lutego oraz od 7 listopada do 2 grudnia. W sumie zanotowano w tym okresie 10.86 godzin migotania. Efekty te notowano w godzinach popołudniowych (15:00 – 16:00) i nigdy nie trwały dłużej niż 30 minut w ciągu dnia.

Zgodnie ze *Studium wpływu turbin wiatrowych na zdrowie - Sprawozdanie panelu niezależnych specjalistów, styczeń, 2012r.* (opracowanie dla: Departamentu Zdrowia Publicznego Stanu Massachusetts), migotanie cieni może być widoczne w odległości do 1400 m od turbiny, ale najsilniejsze jest w odległości do 400 m od turbiny (NEWEEP, 2011).

Zgodnie z powyższymi przyjmuje się, że efekt migotania cienia może być najbardziej odczuwalny w odległości do ok. 400 - 500m, średnio w odległości równej 10-krotnej długości łopaty wirnika lub 3-krotnej wysokości całej elektrowni. Wprawdzie w odległości większej może on wystąpić (w zależności od wysokości elektrowni), jednakże nie powinien przekroczyć kilku godzin w ciągu roku oraz 30 minut w ciągu jednego dnia. Poza tym w takiej odległości, a zwłaszcza jeszcze większej, dochodzi do naturalnego rozmycia się cienia, co powoduje, że oddziaływanie to może pozostać nieodczuwalne przez ludzi.

7.12.3 Efekt migotania cieni – ocena potencjalnego oddziaływania

Analiza potencjalnych uciążliwości związanych z zjawiskiem migotania cienia przeprowadzona została dla przedmiotowej inwestycji dla wskaźników rzeczywistych (uwzględniających uwarunkowania środowiskowe lokalizacji). Wskaźniki rzeczywiste opierają się o

założenia wynikające z analizy warunków środowiskowych, oraz z praktyki funkcjonowania elektrowni wiatrowych. Obliczenia wskaźników dla warunków rzeczywistych zakładają, iż czas migotania ograniczony jest: czasem usłonecznienia, czasem w jakim występują wiatry pozwalające na prace farmy wiatrowej, oraz czasem występowania wiatrów na poszczególnych kierunkach świata. **Biorąc pod uwagę wnioski z opracowań przedstawionych we wcześniejszych rozdziałach, wskaźniki rzeczywiste należy traktować jako najbardziej reprezentatywne dla oceny uciążliwości migotania cieni farmy wiatrowej.**

W przypadku obliczeń wskaźników rzeczywistych przyjęto założenia oparte o dane charakteryzujące warunki lokalne:

- Na farmie wiatrowej zostaną zainstalowane turbiny o parametrach nie większych niż: wysokość turbiny – 80m, średnica rotora – 93 m (wariant III)
- farma wiatrowa pracować będzie przez około 40% czasu w okresie pomiędzy wschodami a zachodami słońca
- przyjęto iż czas usłonecznienia dla terenów północno - wschodniej Polski wynosi 35%
- przyjęto wpływ występowania wiatrów o różnych kierunkach, na możliwość występowania zjawiska migotania (róża wiatrów przedstawiona została na załącznikach graficznych)
- rzeźba terenu, istotniejsze skupiska roślinności drzewiastej

Obliczenia częstości migotania cieni farmy wiatrowej przeprowadzono zarówno dla samej farmy „Malesowizna”, jak też dla możliwych oddziaływań skumulowanych tj. wzięto pod uwagę farmy jakie znajdują się bądź będą znajdować się w otoczeniu farmy „Malesowizna”

Oddziaływanie skumulowane

W sąsiedztwie planowanego zespołu turbin wiatrowych „Malesowizna” znajdują się lokalizacje turbin planowanych do realizacji w ramach odrębnych postępowań. W szczególności należy tutaj wymienić turbiny zespołów „Stara Pawłówka”, „Morgi” oraz „Zarzecze Jeleniewskie” położonych w promieniu kilkuset metrów od turbin planowanych do realizacji w ramach przedmiotowego przedsięwzięcia.

Ze względu na powyższe dla przedmiotowego przedsięwzięcia istotne jest przeanalizowanie oddziaływania skumulowanego. W przypadku zjawiska migotania, kumulowanie się oddziaływania wiąże się głównie ze zwiększeniem się czasu, w jakim poszczególne lokalizacje mogą być narażone na to zjawisko.

Turbiny mogące generować oddziaływanie skumulowane planowane do realizacji w ramach farm wiatrowych „Stara Pawłówka”, „Morgi” oraz „Zarzecze Jeleniewskie”

W ramach farm wiatrowych „Zarzecze Jeleniewskie” oraz „Stara Pawłówka”, planuje się maksymalnie łącznie 15 lokalizacji turbin wiatrowych..

Wymienione powyżej turbiny zostały uwzględnione w obliczeniach rozkładu częstości występowania zjawiska migotania, których wyniki przedstawiono zarówno na mapie 7.12-1, jak i na kartach poszczególnych punktów kontrolnych.

Wyniki analizy

W oparciu o przeprowadzone obliczenia opracowana została mapa rzeczywistego czasu migotania cienia w skali roku [patrz: załącznik graficzny nr **7.12-1**] oraz karty punktów kontrolnych - receptorów zawierające wyniki analiz dla najbardziej eksponowanych lokaliza-

cji. Podsumowanie danych z kart receptorów przedstawiono w tabeli [patrz: Tabela 7.12-1]. Karty receptorów załączono do opracowania [patrz: **Aneks 3**].

Tabela 7.12-1 Wyniki obliczeń wskaźników migotania cienia dla lokalizacji receptorów kontrolnych.

Receptor	Współrzędne w układzie geodezyjnym 1992		Czasy rzeczywiste	
	X[m]	Y[m]	Roczne [h]	Dzienne [min]
R11	747856,4	710206,5	39	18
R12	748281,0	710139,1	46	14
R13	748287,6	710203,9	38	14
R14	748381,6	710229,0	43	13
R16	748876,5	710322,8	54	16
R22	749326,9	711034,8	7	5
R23	747874,0	710385,2	38	14
R24	747745,4	711090,6	12	6
R25	748002,5	711205,9	15	8
R26	747504,8	710881,1	14	8
R27	748375,3	711221,0	12	6
R28	746980,3	711809,7	18	9
R43	746967,9	712472,8	36	14
R44	747856,2	711900,5	23	12
R45	747761,0	712049,7	20	11
R47	748412,1	711983,3	28	11
R48	748995,8	711663,9	5	7
R49	747379,6	711275,5	4	2
R50	747504,6	711344,9	5	3
R51	747746,7	711201,4	10	4

Na mapie przedstawiono lokalizację turbin wiatrowych, oraz

- zasięgi migotania skumulowanego wyrażone wskaźnikiem rocznym rzeczywistym (izolinie 30 i 60h/a).
- zasięgi migotania od turbin planowanych do realizacji wyłącznie w ramach przedmiotowego przedsięwzięcia (klasyfikacja 0-7,5h, 7,5-15h, 15-30, 30-60 oraz 60-120h)

Zasięgi migotania przedstawiono na tle przebiegu granic administracyjnych, terenów zabudowanych lub planowanych pod zabudowę, oraz obiektów ograniczających zasięg migotania (np. lasów). W dalszym opisie skupiono się na omówieniu oddziaływań skumulowanych.

Jak wynika z przeprowadzonej symulacji zasięg występowania obszarów, gdzie roczny rzeczywisty czas migotania przekraczać będzie 30h, tworzy po północnej stronie turbiny strefę o wymiarach do 360 x 160m [patrz: załącznik graficzny nr **7.12-1**]. Ze względu na nakładanie się stref migotania od poszczególnych turbin, zasięg tej strefy jest zmienny, co jest widoczne na mapie.

Niektóra zidentyfikowana istniejąca zabudowa mieszkaniowa znajdować się będzie w obszarach, gdzie rzeczywista częstość zjawiska migotania kształtować się będzie w przedziale od kilku do kilkudziesięciu godzin w skali roku. Dotyczy to głównie pierwszej linii zabudo-

wy, ponieważ zabudowa wewnątrz terenów zainwestowanych jest najczęściej przesłonięta pierwszymi zabudowaniami. W przypadku pierwszej linii zabudowy, pomimo tego że wyliczono rzeczywiste czasy migotania, w wielu przypadkach migotanie nie będzie występować z racji znajdującej się w otoczeniu budynków zieleni wysokiej w postaci np. sadów czy przydomowych ogrodów.

7.12.4 Podsumowanie i wnioski

- W polskim prawie nie ma stosownych przepisów odnośnie dopuszczalnych wielkości efektu zacienienia. Z tego też względu w rozdziale nie odnoszono się do aktów normatywnych, przedstawiono jedynie skalę możliwego oddziaływania.
- Migotanie cienia powyżej 30 godzin w ciągu roku, może dotyczyć kilku lokalizacji w sąsiedztwie okolicznych pojedynczych budynków mieszkalnych. W praktyce czas migotania ograniczony będzie także ze względu na występującą w sąsiedztwie budynków roślinność wysoką, przez co rzeczywiste czasy migotania cienia w skali roku powinny być jeszcze niższe.
- Na obecnym etapie postępowania nie ma podstaw do stwierdzenia konieczności stosowania automatycznych systemów zapobiegania migotaniu cieni w rejonie zabudowy mieszkaniowej.
- Zjawisko migotania cienia jest oddziaływaniem które może zostać wyeliminowane w prosty sposób poprzez odpowiednie oprogramowanie elektrowni wiatrowej, która może zatrzymywać pracę na kilka minut w sytuacji kiedy stwierdzi się iż migotanie może powodować uciążliwość dla pobliskich zabudowań mieszkalnych.