

Życie w pobliżu turbin wiatrowych, ich wpływ na zdrowie – przegląd piśmiennictwa

Life in wind turbines vicinity, effects on health – a review

Krystyna Pawlas^{1, 3}, Natalia Pawlas², Marta Boroń¹

¹ Pracownia Hałasu i Audiologii, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu.
Dyrektor Instytutu dr n. med. P.Z. Brewczyński

² Pracownia Toksykologii Genetycznej, Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego w Sosnowcu.
Dyrektor Instytutu dr n. med. P.Z. Brewczyński

³ Katedra i Zakład Higieny, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu. Kierownik dr hab. K. Pawlas

STRESZCZENIE

W artykule dokonano przeglądu doniesień literaturo-
wych dotyczących zmian zdrowotnych u osób mieszkają-
cych w sąsiedztwie farm wiatrowych związanych z ekspozycją na hałas, infradźwięki, pola elektromagnetyczne, migotanie cienia i ryzyko urazów mechanicznych.

Słowa kluczowe: turbiny wiatrowe, wpływ na zdrowie, uciążliwość, hałas, efekty wizualne

ABSTRACT

The paper presents a short review of scientific papers, and other sources concerning health effects of exposure to noise, infrasounds, electromagnetic radiation and mechanical hazards induced in dwellers living in vicinity of wind farm.

Key words: wind turbine, health effects, annoyance, noise, visual effects

WPROWADZENIE

Zastąpienie tradycyjnych źródeł energii przez źródła odnawialne jest koniecznością wynikającą z potrzeby ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. Jednym z możliwych rozwiązań jest wykorzystanie do tego celu wiatru. Historia wykorzystania wiatru przez człowieka jest długa, gdyż sięga starożytnego Egiptu i Chin licząc ponad 3000 lat. W Europie pierwsze wiatraki pojawiły się w VIII wieku, a w Polsce w XIV wieku. [1]

Gwałtowny rozwój farm wiatrowych rozpoczął się w latach dziewięćdziesiątych XX wieku. Najlepiej rozwiniętą energetykę wiatrową mają Niemcy, kraje skandynawskie oraz Holandia. W Polsce pierwszą turbinę wiatrową postawiono w 1991 roku przy elektrowni wodnej w Żarnowcu, a pierwszą przemysłową farmę wiatrową uruchomiono w 2001 roku w Barzowicach w województwie zachodniopomorskim. Obecnie można je spotkać w każdym województwie. Według Urzędu Regulacji Energetyki pod koniec sierpnia 2012 na terenie całego już kraju znajdowało się 619 instalacji wiatrowych (zarówno pojedyncze turbiny, jak i duże farmy) [2]. Liczba osób mieszka-

jących w zasięgu ich oddziaływania rośnie lawinowo wraz z gwałtownym przyrostem nowych farm wiatrowych.

Farmy wiatrowe oprócz tego, że korzystają z energii niewyczerpalnej, bo odnawialnej, są energią ekologicznie czystą, gdyż mają tę zaletę, że nie emitują szkodliwych substancji do środowiska. Trzeba jednak pamiętać, że energię produkują tylko wtedy, gdy wieje wiatr z odpowiednią prędkością (ani zbyt małą, ani zbyt dużą).

Niestety ich budowa wiąże się z pojawieniem się w krajobrazie, najczęściej wiejskim lub na tzw. „łonie natury”, technicznych elementów, jakim są same wiatraki; oraz emisją hałasu. Te „stare” wiatraki, których historia w Europie liczy znacznie ponad tysiąc lat, różnią się optycznie od tych obecnie budowanych turbin wiatrowych rozmiarami i charakterem. Podczas, gdy „stare” były 1–3-piętrowymi budynkami, to obecne „wiatraki” są typowo technicznymi konstrukcjami-słupami ze śmigłami przypominającymi śmigła samolotów, o wysokości od kilkunastu do znacznie ponad 100 metrów (najwyższa turbina wiatrowa w Polsce mierzy 210 m – 150 m wieża plus 60 m śmigło).

Budowa farm wiatrowych – zarówno w Polsce, jak i na świecie – wywołuje silne emocje przeobrażające się w spory i konflikty. Po wprowadzeniu do wyszukiwarek internetowych słów kluczowych: hałas turbiny (farmy) wiatrowej i wpływ na zdrowie wyświetlają się miliony stron tworzone przez przeciwników i zwolenników farm wiatrowych. Istnieją nie tylko krajowe, ale i międzynarodowe stowarzyszenia zwolenników, a zwłaszcza przeciwników tych konstrukcji. I tak po wprowadzeniu w wyszukiwarkę internetową hasła „farmy wiatrowe wpływ na zdrowie” pojawi się stron 85.400, a w przypadku użycia języka angielskiego i sformułowania „wind farm and health effects” nawet 2.530.000 stron www (wejście 25 listopada 2012). Inne konfiguracje słów kluczowych dają podobne wyniki. Część z tych stron powtarza różne opracowania wielokrotnie. Jednakże z powodu relatywnie krótkiej historii współczesnych farm wiatrowych w porównaniu do innych źródeł hałasu, nie ma jeszcze zbyt obszernej literatury przedstawiającej wpływ życia w sąsiedztwie elektrowni wiatrowych na zdrowie, w szczególności literatury o wartościach naukowych, czyli opublikowanych w czasopiśmie recenzowanych. Autorom niniejszego opracowania udało się ich znaleźć około 20 takich pozycji. Znacznie więcej jest różnych doniesień konferencyjnych a jeszcze więcej różnych opracowań i raportów z obu stron „barykady”. Natomiast publikacje poruszające zagadnienia wpływu farm wiatrowych na środowisko są liczne, ale ze względu na zakres i obszerność poruszanych problemów znacznie przekraczają możliwości jednej publikacji.

W niniejszym opracowaniu autorzy ograniczyli się tylko do zagadnień związanych z oddziaływaniem turbin wiatrowych na zdrowie okolicznych mieszkańców.

Badania nad wpływem ferm wiatrowych na zdrowie dotyczą przede wszystkim efektów: akustycznych i wzrokowych. W raportach i opracowaniach pojawiają ponadto problemy zagrożeń mechanicznych związanych ze zrzutami złodowaceń i lub wynikających z uszkodzenia i awarii turbin.

HAŁAS TURBIN WIATROWYCH I INNE EFEKTY

Turbiny wiatrowe mają różnorodne konstrukcje. Ich oś obrotu może być pionowa lub pozioma, różnią się liczbą i wielkością śmigieł, wysokością wież oraz położeniem śmigieł względem wiatru. W stosunku do kierunku wiania wiatru można je podzielić na turbiny ze śmigłami przed masztem (up-wind) albo za masztem (down-wind) [3]. Farmy wiatrowe liczą

od kilku do tysięcy turbin. Parametry hałasu przez nie wytwarzanego oraz jego propagacja zależą przede wszystkim od liczby turbin tworzących farmę, ich rodzaju, prędkości wiatru i innych warunków meteorologicznych, ukształtowania i pokrycia terenu na którym stoją i innych, ale mniej istotnych.

Hałas z farm wiatrowych jest bardzo specyficzny. Charakteryzuje się dużą zawartością hałasu niskoczęstotliwościowego, w tym infradźwięków, oraz tym, że przy funkcjonowaniu wielu wiatraków w jednym miejscu, dźwięki generowane przez poszczególne turbiny interferują ze sobą. Jacobsen [4] przedstawił, że hałas generowany przez turbiny wiatrowe zawiera infra-

dźwięki o poziomach znacznie niższych od położenia progu słuchu w tym zakresie, oraz że w zależności od typu turbin („downwind” i „upwind”) hałas generowany przez turbiny może się różnić nawet o 30 dB A. Poziomy hałasu pochodzącego od farm wiatrowych w infradźwiękowym paśmie częstotliwości mieszczą się w zakresie 50–70 dB. W tym paśmie częstotliwości próg słuchu człowieka leży powyżej 80 dB, a więc znacznie wyżej. Biorąc pod uwagę, że zmiany zdrowotne u człowieka, pojawiają się wtedy, gdy sygnał jest słyszalny, to ten zakres częstotliwości nie stanowi problemu zdrowotnego wbrew opiniom przeciwników wiatraków. Natomiast problem stanowią składowe niskoczęstotliwościowe hałasu turbin wiatrowych z przedziału 100–500 Hz. Poziom dźwięku generowanego przez turbiny w tym przedziale częstotliwości przekracza progi słuchu. Jest więc już wyraźnie słyszalny. Na dodatek hałas ten ma specyficzny charakter, gdyż jego amplituda jest modulowana. Polega to na regularnej zmienności przebiegu hałasu w czasie, co odbiorcy opisują jako „klapanie”, „świs”, czy „pulsowanie”. W badaniach Bassner [5] został opisany przez jednego z eksponowanych mieszkańców, jako hałas przypominający dźwięk przejeżdżającego nieskończenie długiego pociągu. Ten specyficzny okresowy szelest/świsanie powstaje w momencie mijania wieży przez łopatę śmigła (wirnika) o częstotliwości zależnej od częstotliwości przechodzenia łopat. Leventhall [6] uważa że to okresowe pulsowanie hałasu w zakresie pasma słyszalnego jest błędnie oceniane jako infradźwięki. Na dodatek, w pewnych warunkach, hałas turbin wiatrowych może zawierać też komponentę tonalną. W efekcie osoby narażone na hałas o takich cechach oceniają go jako zdecydowanie bardziej uciążliwy niż hałas od innych źródeł (przemysłowy czy od środków transportu) o takich samych poziomach dźwięku.

Rozchodzenie się hałasu od farm wiatrowych zależy nie tylko od zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego, wielkości i liczby turbin, ale także od kie-

runku wiatru, jego prędkości i charakteru (spokojny czy z turbulencjami), gradientu wiatru, gradientu temperatur, ukształtowania terenu, możliwości odbić i przeszkód na drodze rozchodzenia oraz poszycia terenu. Z uwagi na specyficzną zmienność dobową zjawisk atmosferycznych poziom hałasu jak i natężenie pulsowania są znacznie większe w nocy, powodowane tym, że stabilna atmosfera ma większy gradient wiatru w nocy, a dźwięk często ze względu na rozkład temperatury jest załamany w dół. Ponadto zamierzająca aktywność ludzka w nocy obniża poziom tła akustycznego. Badania wykazały też, że o ile w dzień latem, nawet przy silnym wietrze hałas ten jest słyszalny co najwyżej z odległości kilkuset metrów, to w nocy jest on słyszalny nawet z odległości kilku kilometrów. Efektem jest wzrost uciążliwości hałasu o takim charakterze a szczególnie w nocy [7, 8].

Jak pisze Leventhall specyfika hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe będące wynikiem turbulencji wiatrowych wymagać będzie ustalenia odpowiednich kryteriów oceny [6].

Estetyka turbin wiatrowych, które z uwagi na to że są lokalizowane na terenach wiejskich, w morzu lub na innych terenach o różnego stopnia walorach przyrodniczych, oceniana jest jako „zaśmiecanie” krajobrazu. Niezależnie od takich cech estetycznych ważniejszym jest fakt, że pracy wiatraków w niektórych warunkach towarzyszą zjawiska optyczne nazywane migotaniem światła, wynik ruchomego cienia rzucanego na obserwatora lub budynek leżący w zasięgu tego zjawiska przez obracające się turbiny, gdy słońce jest nisko za turbiną, a śmigła obracając się przerywają regularnie światło słoneczne. Migotanie cienia może pojawiać się przez krótki czas, szczególnie rano i pod wieczór najefektowniej w porze zimowej zwłaszcza na szerokości geograficznej, takiej jak Europa w części w której leży Polska czy kraje skandynawskie. Zjawiska tego można doświadczyć nawet w odległości równej dziesięciokrotnej średnicy rotora turbiny plus wysokość wieży. Częstotliwość tego zjawiska dla współczesnych turbin wiatrowych mieści się w przedziale od 0,3 Hz do 1 Hz. Większą częstotliwość tego zjawiska generują małe turbiny przydomowe [9].

W przypadku wysokiej wilgotności powietrza podczas mroźnych dni na śmigłach może osadzać się lód i wokół turbiny mogą gromadzić się lodowe spady ze skrzydeł wiatraków.

W końcu turbiny wiatrowe muszą też mieć odpowiednią infrastrukturę do przesyłania wytworzonego prądu, wokół której jest wytwarzane pole elektromagnetyczne, podobnie jak to ma miejsce w przypadku każdych linii przesyłowych prądu niezależnie od sposobu jego wytwarzania.

ODDZIAŁYWANIA TURBIN WIATROWYCH NA ZDROWIE OKOLICZNYCH MIESZKAŃCÓW

Prace poświęcone efektom zdrowotnym osób mieszkających w zasięgu oddziaływania turbin wiatrowych można podzielić na prace:

(1) opublikowane w czasopiśmie recenzowanych całkowicie niezależnych od energetyki wiatrowej (do tej grupy należy tylko 15 opublikowanych do tej pory prac oryginalnych badań nad wpływem turbin wiatrowych na zdrowie plus – najwięcej z udziałem Elia Pedersen i van der Berg, oraz 4 prace przeglądowe omawiające to zagadnienie). Są to prace, które musiały być wykonane zgodnie z regułami badań naukowych (co jest przedmiotem oceny przez recenzentów) i ich wyniki nie budzą żadnych wątpliwości;

(2) prace opublikowane w materiałach konferencyjnych zarówno przez autorów niezwiązanych z energetyką wiatrową, jak i specjalistów z tej branży zwolenników i przeciwników energetyki wiatrowej - zwykle nierecenzowane, w wielu wypadkach, budzą wiele wątpliwości, co do poprawności uzyskanych wyników;

(3) raporty finansowane przez sektor energetyki wiatrowej lub instytucje rządowe;

(4) raporty i publikacje nierecenzowane opublikowane na stronach internetowych, w tej grupie jest najczęściej cytowana praca dotycząca tzw. syndromu turbiny wiatrowej [10].

Prace z grupy (2), (3) i (4) liczone są w tysiącach. Prace z pozycji (3) na ogół nie budzą zastrzeżeń choć nie zawsze spełniają wymogi braku bezstronności i braku konfliktu interesów ze względu na ich źródło finansowania i często w znacznym procencie są wtórne do prac publikowanych w czasopiśmie naukowych, natomiast prace z pozycji (4) są często bardzo tendencyjne.

Publikacje naukowe są proporcjonalne do doświadczeń, a zatem najwięcej ich opublikowali Skandynawowie, Holendrzy, Kanadyjczycy i Australijczycy. W Polsce do tej pory nie były prowadzone badania nad wpływem farm wiatrowych na zdrowie okolicznych mieszkańców. Prowadzono jedynie badania z zakresu psychologii społecznej i socjologii, takie jak badania Mroczek [11] dotyczące jakości życia mieszkańców wokół turbin wiatrowych, oraz badania Polskiego Towarzystwa Socjologicznego oceniające jakość konsultacji społecznych, przeprowadzanych w związku z realizacją inwestycji w zakresie energetyki wiatrowej [12].

Badania nad wpływem hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe jak do tej pory były skoncentrowane na uciążliwości hałasu wytwarzanego przez nie.

Pedersen [13] dokonując obszernego przeglądu piśmiennictwa dla Szwedzkiej Agencji Środowiska doszedł do wniosku, że turbiny wiatrowe nie wywołują żadnych innych zmian zdrowotnych poza powodowaniem uciążliwości i stwierdził, że dla osób goszczących na terenach rekreacyjnych turbiny wiatrowe, jako elementy intruzyjne, już samym swym widokiem mogą męczyć. W tym miejscu należy podkreślić, że żadne dotychczasowe badania nad wpływem czynników środowiskowych na zdrowie nie wykazały, aby skutki zdrowotne ekspozycji na hałas czy inne czynniki były związane z ich pochodzeniem, a nie naturą, parametrami i charakterem określonego czynnika, w tym zjawiska akustycznego (hałasu) jako takiego. Nie ma więc, ani racjonalnych przesłanek, ani wyników badań, które by pokazały że hałas od farm wiatrowych powoduje inne fizjologiczne skutki zdrowotne niż środowiskowy hałas pochodzący od innych źródeł.

Badania dotyczące wpływu hałasu na człowieka wykazały, że szkodliwość hałasu zależy przede wszystkim od jego poziomu natężenia i jest modyfikowana przez takie czynniki jak: skład częstotliwościowy (bardziej szkodliwy jest hałas o wyższych częstotliwościach, ale bardziej uciążliwy o częstotliwościach niższych), zmienność w czasie (receptory z czasem tracą wrażliwość na stałe bodźce, natomiast reagują na zmiany parametrów bodźca) charakter (hałas modulowany, hałas ze składowymi tonalnymi i hałas impulsowy są bardziej uciążliwe, niż hałas bez takich elementów) i czasu trwania ekspozycji [14].

W środowisku bytowania czas ekspozycji jest wydłużony często do 24 godzin na dobę. W przypadku hałasu, efekty zdrowotne są także modyfikowane porą doby. Wieczorem i w nocy na hałas reagujemy ostrzej, w dzień reakcje są słabsze, jest większa tolerancja dla hałasu. Na efekt wpływ ma także informacja jaką zawiera bodziec akustyczny. Skutki zdrowotne ponadto są modyfikowane przez cechy osobnicze i rodzaj aktywności. Na dodatek, w warunkach środowiskowych funkcjonują nie tylko dorośli i zdrowe osoby, ale populację tworzą też dzieci w różnym wieku, osoby starsze i osoby chore, o różnego rodzaju schorzeniach i różnym stopniu i rodzaju niepełnosprawności. Jak do tej pory, badania dotyczące wpływu hałasu na takie populacje o ile są, to są tylko incydentalne, a brak ich w ogóle w odniesieniu do hałasu od farm wiatrowych. I w tym zakresie należałoby wiedzę uzupełnić.

Wszystkie opublikowane wyniki oryginalnych badań naukowych w oparciu o naukowe metody dotyczące hałasu od farm wiatrowych są zbieżne w tym, że odczuwalność hałasu pochodzącego od farm wiatrowych jest bardziej uciążliwa i w zależności

od okoliczności pogodowych może swoim istnieniem powodować zaburzenia snu. Pedersen i Person Waye w swoich pracach epidemiologicznych objęli badaniami w sumie 1830 osób, w populacjach liczących 351, 725 i 754 osób i wykazali, że uciążliwość hałasu od turbin wiatrowych pojawia się już przy poziomie 32,5 dB A.

W ich badaniach właściwy cel prowadzenia badania był zamaskowany, uczestników pytano o ogólne warunki życia i tylko niektóre pytania dotyczyły turbin wiatrowych. Autorzy uzyskali ok. 60% odpowiedzi zwrotnych. Nie można jednak wykluczyć, że osoby wysoce rozdrażnione były bardziej zdyscyplinowane od mniej wrażliwych.

Zaburzenia snu pojawiły się u pewnego tylko odsetka ludzi w dwóch z trzech badanych przez zespół Pedersena populacjach. Osoby ekspozowane zgłaszały obniżenie jakości snu i wywoływanie negatywnych emocji przez sąsiedztwo turbin. Zmiany były większe w populacji zamieszkującej tereny wiejskie w porównaniu do populacji z obszarów podmiejskich, a dodatkowo na dokuczliwość wpływ miał także profil terenu, a turbiny będące w zasięgu widzenia jeszcze zwiększały te efekty [15–18]. Należy jednak zauważyć, że zaburzenia snu spowodowane hałasem, nie są tylko charakterystyczne dla hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe, ale przez hałas w ogóle. Jednak z przytoczonych wyżej badań grupy Pedersena wynika, że poziom 40 dBA w nocy zalecany przez WHO w „Night noise guidelines for Europe” (NNGL for Europe) nie daje dostatecznej ochrony w przypadku turbin wiatrowych, o czym świadczy większy odsetek ludzi doświadczających zaburzeń snu w porównaniu do wyników prac prezentowanych w pracy Berglund czy w NNGL for Europe [19, 20]. Wyniki prac Pedersena [18] i van der Berga [21] pokazują, że przy poziomie 40 dB A w przypadku hałasu turbin wiatrowych prawie 30 % osób już sygnalizuje zaburzenia snu, zatem poziom hałasu, zalecany przez NNGL for Europe jako zabezpieczający sen, jest zbyt wysoki w przypadku turbin wiatrowych.

Uciążliwość hałasu od turbin wiatrowych rośnie wraz poziomem dźwięku. Słyszenie specyficznego odgłosu szumu od turbin, ich istnienie w zasięgu wzroku, migające światło oraz wiecznie kręcące się skrzydła rotoru stale przyciągając uwagę mieszkańców nie pozwalają na zapomnienie o ich istnieniu co pogłębia uciążliwość. Hałas najbardziej dokuczliwy jest w nocy [17]. Uciążliwość turbin jest bardziej odczuwalna na terenach wiejskich, a mniej przemysłowych, wojskowych czy w pobliżu ruchliwych dróg. W przypadku, gdy poziom hałasu mieści się w przedziale 35–40 dB A, odpowiednio głośniejszy ruch drogowy (nie może być zbyt cichy, ani zbyt głośny),

ale o co najmniej 20 dB wyższy, maskuje hałas turbin wiatrowych, wobec czego autorzy konkludują, iż lokalizacja farm wiatrowych powinna uwzględniać istniejące już źródła hałasu jak i charakter terenu. Stwierdzili także, że uciążliwe oddziaływanie hałasu turbin wiatrowych w specyficznych warunkach pogodowych może być odczuwane nawet znacznie poza odległość 2 km od takich farm [22]. Mocną stroną prac grupy Pedersena jest określenie poziomów ekspozycji na hałas badanych osób. W innych pracach zamiast zależności od poziomów hałasu pokazywana jest zależność od odległości od farmy wiatrowej, jak np. w badaniach Shepherd i wsp., czy Nissenbaum i wsp. [23, 24] Autorzy grupy Shepherd badali ankietowo jakość życia osób mieszkających w promieniu 8 km od farm wiatrowych (39 osób w promieniu do 2 km i 158 osób w oddaleniu powyżej 2 km) i podobnie jak w pracach grupy Pedersena stwierdzili, że pierwotnym skutkiem efektu farm wiatrowych na zdrowie jest ich uciążliwość i pogorszenie jakości snu (aż 20% badanych osób zgłaszało pojawienie się takiego problemu raz na miesiąc), dodatkowym czynnikiem zwiększającym odczucie uciążliwości takiego hałasu jest indywidualna wrażliwość na hałas. Wtórnie do tego pojawia się pogorszenie samopoczucia związane ze stresem jakim jest taki hałas, natomiast badania nie wykazały pogorszenia stanu zdrowia w samoocenie badanych osób. Shepherd podobnie jak Pedersen stwierdził, że oddziaływanie hałasu turbin wiatrowych w specyficznych warunkach pogodowych może być odczuwane nawet znacznie poza odległość 2 km od takich farm. Autorzy stwierdzili też, że wyniki te nie różnią się od wyników jakie uzyskano w badaniach populacji ekspozowanych na hałas drogowy czy lotniczy [23]. Takich wątpliwości już nie podziela zespół Nissenbauma, który badał 39 osób mieszkających przy wiatrakach i 41 osób kontrolnych (żyjących w odległości większej niż 3,3 km) dobieranych do badań na zasadzie zgłaszalności spontanicznej, a jedynym kryterium doboru była by liczba badanych w grupie kontrolnej była podobna jak liczba z grupy ekspozowanych. W przypadku tej pracy autorzy stwierdzili występowanie zaburzeń snu, senności i sprawności umysłowej w ciągu dnia i w odległości do 1,4 km od farmy wiatrowej [24].

Pedersen i Person Wayne nie stwierdzili, na podstawie badań ankietowych, by w populacji mieszkających w sąsiedztwie turbin wiatrowych podawano zwiększoną zapadalność na choroby przewlekłe takie jak nadciśnienie tętnicze, choroby układu krążenia, cukrzyca czy uszkodzenie słuchu [18], podobnie jak Shepherd [23].

Kolejne badania Pedersena i wsp. przeprowadzone na terenie Holandii na 725 osobach, wykazały

ponadto, że uciążliwość jest większa u osób negatywnie nastawionych do takich inwestycji, a maleje nawet przy tych samych poziomach u osób, które czerpią korzyści materialne z funkcjonowania farm wiatrowych. Badania wykazują większą tolerancję dla takiego hałasu u osób, które doznają korzyści ekonomicznych z powodu funkcjonowania takich farm w porównaniu do pozostałych osób [25, 26].

Polskie badania Mroczek i wsp. [11, 27] wykazały, że subiektywna ocena jakości życia osób ekspozowanych na hałas farm wiatrowych zależy od osobowości i nie jest oceniana jako pogarszająca stan zdrowia, a takie zjawiska zdrowotne jak zaburzenia snu, zmęczenie, przygnębienie czy bóle głowy pojawiają się z taką samą częstością jak w populacji mieszkającej z dala od takich farm. Były zbieżne też z wynikami badań Pedersena, że osoby czerpiące korzyści ekonomicznych z istnienia farm wiatrowych nie oceniają ich sąsiedztwa jako uciążliwość. Podobne wyniki opublikowały i inne zespoły na podstawie analizy piśmiennictwa naukowego, bądź prac własnych [15, 18, 25–28].

Syndrom turbin wiatrowych (STW)

Syndrom turbin wiatrowych jest sztandarowym orężem przeciwników energetyki wiatrowej. W 2006 dr Nina Pierpont [10] opublikowała swoje opracowanie, w którym zdefiniowała pojęcie syndrom turbin wiatrowej jako skutek ekspozycji na hałas generowany przez te urządzenia, które wydała, własnym sumptem, w postaci książki w 2009 roku. Pierpont rozesłała ogólny apel do wszystkich, którzy uważają, że turbiny wiatrowe postawione w pobliżu ich domów miały negatywny wpływ na ich zdrowie by się do niej zgłosili. Jej raport był oparty o ankiety zebrane telefonicznie od 38 osób w wieku od poniżej 1 roku do ponad 70 lat, członków 10 rodzin, które zamieszkiwały w pobliżu farm wiatrowych, przy czym w imieniu młodszych dzieci i niemowląt wypowiedzieli się rodzice. Długość trwania ekspozycji tych osób wynosiła ok. 2 lata. Zebrane objawy podawane w wywiadzie przez respondentów Pierpont nazwała syndromem turbin wiatrowych, na który składają się: zaburzenie snu, ból głowy, szum w uszach (dzwonienie lub szum w uszach), ciśnienie w uszach, zawroty głowy (termin ogólny, który obejmuje zawroty głowy, wrażenie omdlewania itp. klinicznie, zawroty głowy odnoszą się do odczucia wirowania lub bycia w poruszającym się pokoju), nudności, pogorszenia ostrości widzenia, tachykardia (szybkie bicie serca), rozdrażnienie, problemy z koncentracją i pamięcią, epizody paniki związane z doznaniem wewnętrznego pulsowania lub drżenia, obecne podczas snu oraz na jawie. Wprawdzie nie wszystkie oso-

by mieszkające w pobliżu odczuwały takie dolegliwości, ale to jest wynikiem zróżnicowanej wrażliwości, określonej przez autorkę jako czynniki ryzyka. Praca ta nie ukazała się w żadnym czasopiśmie recenzowanym, jest jedynie dostępna w Internecie (Pierpont N. 2009) oraz była prezentowana na kilku konferencjach poświęconych wpływowi farm wiatrowych na zdrowie. Od czasu jej pierwszego opublikowania, autorka nie przedstawiła żadnych innych badań ani na tej, ani na innej populacji. Jak do tej pory nie pojawiły się żadne prace innych autorów prezentujące podobne wyniki. Natomiast spotkała się z powszechną krytyką środowiska naukowego. Podstawowymi zarzutami jest specyficzne wyselekcjonowanie osób do badań (czyli brak losowego doboru do grupy badanej), brak grupy kontrolnej, brak związków między pewnymi symptomami a ekspozycją, brak oceny środowiska akustycznego tylko oparcie jej o założenia że określone dźwięki występują mimo, że nie są słyszalne oraz stosowanie zbyt prymitywnego testu do oceny zależności (tylko test Chi-kwadrat). W końcu, że symptomy STW są objawami stresu, które przejawiają także osoby ekspozowane na wszystkie inne typy hałasu, o charakterze intruzyjnym [29–33].

Choroba wibroakustyczna (VAD)

Podobną wartość naukową posiadają tezy grupy badaczy portugalskich kierowanych przez Castelo Branco i Alves Pereira [34] o możliwości wywoływania przez hałas generowany przez turbiny wiatrowe tzw. choroby wibroakustycznej (VAD). Schorzenie VAD wg grupy Castelo Branco i Alves Pereira (1999) to polegające na przerostowych zmianach w naczyniach krwionośnych ma jakoby być powodowane przez hałas o częstotliwościach poniżej 500 Hz i wysokich poziomach. Na 35 opublikowanych prac dotyczących tego „schorzenia”, 34 jest z udziałem co najmniej jednego z tej dwójki autorów. Podobnie jak w przypadku pracy Niny Pierpont autorom Castelo Branco i Alves-Pereira zarzuca się brak związku między VAD a ekspozycją na turbiny wiatrowe oraz tendencyjność w wyborze osób do badania [31–33].

Zarówno N. Pierpont jak i grupa Castelo Branco-Alves Pereira twierdzą, że utworzone przez nich pojęcia są odrębnymi jednostkami chorobowymi, z uwagi na to że STW ma podłoże neurologiczne a VAD patologiczne zmiany w ścianach naczyń. Według niektórych syndrom turbin wiatrowych jest wywoływany przez dźwięki o częstotliwościach 0–15 Hz, a VAD o częstotliwościach ok. 300 Hz [32].

Co więcej, jak do tej pory żaden ośrodek badawczy, ani nikt oprócz N. Pierpont w przypadku STW i Castelo Branco-Alves Pereira w przypadku VAD nie

opublikował podobnych wyników nawet na konferencjach, nie wspominając już o czasopismach recenzowanych.

Powołany w 2009 roku międzynarodowy interdyscyplinarny panel naukowy, w którego skład weszli niezależni eksperci z dziedziny akustyki, audiologii, medycyny i zdrowia publicznego dokonał analizy piśmiennictwa dotyczącego potencjalnego negatywnego oddziaływania hałasu emitowanego przez elektrownie wiatrowe na zdrowie człowieka jakie się ukazało do tamtej pory i stwierdził, że hałas emitowany przez elektrownie wiatrowe nie jest wyjątkowy i zatem nie stwarza ryzyka pogorszenia ani utraty słuchu z uwagi na poziom dźwięku przez nie emitowany (znacznie poniżej 85dBA) oraz że infradźwięki przez nie wytwarzane ze względu na poziom nie mogą wywoływać negatywnych skutków zdrowotnych. Biorąc pod uwagę poziom hałasu emitowanego przez elektrownie wiatrowe, nie ma możliwości wywołania rezonansowych wibracji ciała.

„Wind turbine syndrome” opiera się na niewłaściwej interpretacji danych fizjologicznych osób potencjalnie cierpiących na tę jednostkę chorobową. Jego zidentyfikowane objawy w rzeczywistości składają się na tzw. zespół rozdrażnienia, który może być wywołany przez wiele czynników i którego nie można wiązać tylko i wyłącznie z obecnością elektrowni wiatrowych. Ocenili jako ekstremalnie wątpliwe dowody na to, by elektrownie wiatrowe wywoływały tzw. chorobę wibroakustyczną (Vibroacoustic Disease, VAD) – jednostkę chorobową powodującą zaburzenia w całym organizmie człowieka (stany zapalne tkanek i rozrost tkanki łącznej). Negatywne oddziaływanie elektrowni wiatrowych na zdrowie i samopoczucie człowieka w wielu przypadkach wywołane jest przez tzw. efekt nocebo (przeciwieństwo efektu placebo). Uczucie niepokoju, depresja, bezsenność, bóle głowy, mdłości czy kłopoty z koncentracją to objawy powszechnie występujące u każdego człowieka i nie ma żadnych dowodów na to, że częstotliwość ich występowania wyraźnie wzrasta wśród osób mieszkających w sąsiedztwie farm wiatrowych (powodującą tzw. „wind turbine syndrome”). Efekt nocebo łączy występowanie tego typu objawów nie z potencjalnym źródłem poczucia takiego dyskomfortu (w tym przypadku farmą wiatrową), ale z negatywnym nastawieniem do niego i brakiem akceptacji jego obecności. Z uwagi na specyficzność hałasu wytwarzanego przez turbiny wiatrowe pewna grupa ludzi może być znużona uciążliwością takiego hałasu [29].

Słabością zarówno prac drukowanych nawet w czasopismach recenzowanych jak różnych raportów jest fakt, że są one oparte o pomiary hałasu z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej

A, podczas gdy dla niskich częstotliwości i infradźwięków odpowiednie byłyby wykonywanie pomiarów z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej C lub G. Charakterystyka A powszechnie stosowana w pracach, niedoszacowuje ekspozycje na hałas niskoczęstotliwościowy a zakresu infradźwięków w ogóle nie obejmuje. Dla ustanowienia dopuszczalnych wartości dla hałasu emitowanego przez turbiny wiatrowe z uwagi na zawartość, czy wręcz dominację składowych niskoczęstotliwościowych i infradźwięków w widmie tego hałasu odpowiednie byłyby pomiary i wartości dopuszczalne z zastosowaniem charakterystyki częstotliwościowej C lub G.

Jeśli chodzi o wpływ innych czynników związanych z turbinami wiatrowymi, to życie w ich sąsiedztwie się z ekspozycją na tzw. migotanie cienia. Ekspozycja związana z tym zjawiskiem, sama przez się jest niewątpliwie męcząca i uciążliwa, a przez fakt, że przypomina efekt stroboskopowy, wywołuje obawy przed wywołaniem ataków epileptycznych u osób chorych na epilepsję, a w szczególności wrażliwych na migotania światła, tzw. światło-wrażliwych. Epilepsja światłoczuła występuje u ok. 5% chorych. Najczęściej stosowana częstotliwość w badaniach stymulacją światłem napadów foto-epileptycznych wynosi 3–30 Hz błysków światła lub migotania światła. U większości osób reakcja ze strony organizmu pojawia się przy częstotliwościach rzędu 16–25 Hz, ale ryzyko takich incydentów pojawia się powyżej częstotliwości migotania cienia przekraczającej już 3 Hz. Zatem częstotliwość migotania cienia – poniżej 2 Hz (od 0,5 do 1,1, Hz) powodowana przez duże turbiny wynosząca leży znacznie poniżej granicy ryzyka wywołania takich napadów u osób chorych na epilepsję światłoczułą [36, 37].

Ponadto w obecnie budowanych turbinach wiatrowych nie występuje zjawisko migotania światła powodowanego przez odbicia światła od powierzchni obracających się śmigieł turbin, co mogłoby powodować efekt stroboskopowy, gdyż zjawisko to zostało wyeliminowane poprzez pokrywanie powierzchni śmigieł powłoką nieodbijającą światło.

Pola elektromagnetyczne są emitowane przez wszystkie urządzenia przez które przepływa prąd. Pola elektromagnetyczne są generowane przez elementy elektrowni i infrastrukturę związaną z przesyłem prądu przez nie wytwarzaną. Urządzenia generujące fale elektromagnetyczne (zarówno generator jak i transformator) znajdują się wewnątrz gondoli i są zamknięte w przestrzeni otoczonej metalowym przewodnikiem o właściwościach ekranujących, co w konsekwencji powoduje brak efektywnego wpływu

elektrowni wiatrowej na kształt klimatu elektromagnetycznego środowiska i zdrowie ludzi. Badania pokazały, że w poziomie terenu (na wysokości 1,8 m) natężenie pola elektromagnetycznego od tych urządzeń jest tak niskie że w praktyce pomijalne [29, 38, 39].

Innym problemem, który także musi być brany pod uwagę przy lokalizacji turbin wiatrowych względem miejsc pobytu ludzi jest możliwość zrzutów lodu osadzającego się na śmigłach w czasie mroźnych dni. Siła powodująca rozrzut jest duża, gdyż prędkość liniowa końców śmigieł w zależności od ich rozmiarów i prędkości obrotowej znacznie przekracza 100 km/godz. Zrzuty te mogą powodować urazy, a nawet być niebezpieczne dla życia osób, użytkowników dróg komunikacyjnych czy linii przesyłowych znajdujących się w zasięgu zrzutu. Badania wykonane w ramach programu Wind Energy in Cold Climate (WECO) pokazują, że promień rozrzutu wokół turbiny wynosi 1,5* (wysokość wieży turbiny + długość śmigła) i zależy od prędkości obrotowej śmigła, długości śmigła oraz prędkości wiatru, a także rozmiarów i kształtu samych kawałków lodu. W praktyce większości przypadków odległość zrzutu lodu nie przekracza odległości równej wysokości wieży turbiny, bardzo rzadko podwójnej wysokości (wg [39] nie przekracza odległości 125 m). Niemniej dla bezpieczeństwa obecnie turbiny są wyposażone w sensory, których zadaniem jest zatrzymanie turbiny w sytuacji oblodzenia, tak że ryzyko związane ze zrzutami lodu obecnie jest pomijane. Natomiast biorąc pod uwagę, że turbiny są lokalizowane w stosunku do domostw w znacznie większej odległości niż określona powyższymi badaniami ryzyko uszkodzenia domów nie istnieje [38, 39].

PODSUMOWANIE

W podsumowaniu należy stwierdzić, że aktualna wiedza o ryzyku dla zdrowia związanym z życiem w sąsiedztwie turbin wiatrowych oparta jest nadal na fragmentarycznych nielicznych badaniach epidemiologicznych. W wielu wypadkach poziom tych badań nie spełnia wymogów dobrej praktyki epidemiologicznej, a stosowane metody pomiaru i oceny hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe są nieadekwatne do zjawiska akustycznego. W większości badań metodą oceny jest odległość od farmy wiatrowej, co nie odzwierciedla warunków ekspozycji na hałas.

Dotychczasowe wyniki są zbieżne w tym, że hałas generowanego przez farmy wiatrowe jest bardziej uciążliwy niż hałas innych źródeł o takim samym poziomie natężenia. Jak do tej pory brak jest jakich-

kolwiek wyników badań, które by pokazały że hałas od ferm wiatrowych powoduje inne skutki zdrowotne niż środowiskowy hałas pochodzący od innych źródeł. Wyniki badań dotyczących wpływu na sen są niejednoznaczne.

Uwzględniając uzyskane wyniki wydaje się koniecznym opracowanie odrębnych procedur pomiaru i oceny hałasu generowanego przez turbiny wiatrowe stosownych do tego typu hałasu.

Biorąc pod uwagę konieczność rozwijania energetyki ze źródeł odnawialnych w tym w szczególności energetyki wiatrowej z jednej strony, a z drugiej obawy społeczeństwa o zdrowie związane z oddziaływaniem farm wiatrowych jest powszechnym oczekiwaniem przeprowadzenie takich badań nad wpływem farm wiatrowych na zdrowie przez bezstronne ośrodki badawcze, celem ustalenia odpowiednich przepisów dotyczących lokalizacji takich inwestycji.

Badania takie byłyby także realizacją potrzeb społeczności, które obawiają się o swoje zdrowie z powodu sąsiedztwa turbin wiatrowych, a opracowanie metod oceny hałasu adekwatnych do specyfiki hałasu wytwarzanego przez turbiny wiatrowe nie tylko zapewniłyby odpowiedni poziom bezpieczeństwa zdrowia publicznego, ale byłyby też mocnym argumentem w przełamywaniu oporów lokalnych społeczności przed takimi inwestycjami i ułatwiłyby realizację takich inwestycji.

PIŚMIENNICTWO

- Kaldelis J.K. Zafarakis D.: The wind energy (r)evolution: a short review of a long history Renewable Energy 2011; 36; 1887-1901.
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Elektrownie_wiatrowe_w_Polsce (dostęp 10 listopada 2012),
- <http://wind-power.pl/turbiny-wiatrowe/rodzaje-turbin-wiatrowych/>
- Jacobsen J., Infrasound emission from wind turbines J. of Low Freq. Noise, Vibr Active control. 2005; 24(3); 145-155,
- Basner M., Muller U. and Elmenhorst E.: Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. Sleep. 2011; 34:11-23.
- Leventhall G.: Infrasound from wind turbine – fact, fiction or deception. Canadian Acoustics 2006; 34 (2); 29-36.
- Leventhall G.: Low frequency noise. what we know, what we do not know, and what we would like to know Journal Of Low Frequency Noise, Vibration And Active Control, 2009;28(2), 79-104.
- Van der Berg GP.: Effects of the wind profile at night on wind turbine sound. Journal of Sound and Vibration 277 (2004) 955-970.
- UK Departmen of Energy and Climeete Change Update uk shadow flicker evidence base; London 2011.
- Nina Pierpont Wind turbine system. Testimony before the New York State Legislature Energy Committee. <http://www.ninapierpont.com/?s=wind>; 2006 <http://www.windturbinesyn-drome.com/wind-turbine-syndrome/> (oraz Wind turbine system – a natural experiment ed Pierpont N Santa Fe 2009).
- Mroczek B.: The influence of distances between places of residence and wind farms on the quality of life in the nearby areas wysłane do druku w Annals of Agricultural and Environmental Medicine.
- Raport końcowy z badań Polskiego Towarzystwa Socjologicznego ewaluacja konsultacji społecznych realizowanych przy budowie elektrowni wiatrowej 2011. Pobór ze strony http://www.mrr.gov.pl/aktualnosci/fundusze_europejskie_2007_2013/Documents/raport_koncowy_PTS_pazdziernik_2011.pdf
- Pedersen E.: Noise annoyance from wind turbines – a review Swedish Environmental Protection Agency Report 5308; 2003
- Kryter K., The effects of noise on man ed. New York: Academic Press; 1970; 207-265, 487-582
- Pedersen E., Persson Wayne K Wind turbine noise, annoyance, and self-reported health and well-being in different living environments, Occup Environ. Med.2007; 64; 480-486
- Pedersen E, Persson Wayne K: Perception and annoyance due to wind turbine noise – a dose – response relationship. J Acoust Soc Am 2004, 116:3460-3470.
- Pedersen E, Larsman P., the impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbine J. Environ. Psychol 2008, 28, 379-38.
- Pedersen E.: Health aspects associated with wind turbine noise – Results from three field studies. Noise Control Eng J, 2011; 59 (1); 47-53
- Berglund B., Lindvall T., Schwela D.: Guidelines For Community Noise WHO Geneve 2000.
- Night noise guidelines for Europe WHO Bonn 2007 http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf
- Van den Berg F, Pedersen E, Bouma J, Bakker R.: WINDFARM perception Visual and aocutic impact of wind turbine farms on residents. Final report FP-6, project no 044628, 2008 <http://docs.wind-watch.org/wfp-final-1.pdf>
- Pedersen DE, van den Berg F, Bakker R, Bouma J.: Can road traffic mask sound from wind turbines? Response to wind turbine sound at different levels of road traffic sound. Energy policy 2010, 38, 2520-2527.
- Shepard D, McBride D, Welch D, Dirks K, Hill E.: Wind turbine noise and health – related quality of life of nearby residents: a cross-sectional study in New Zeland. Noise and Health 2011, 13.54, 333-339.
- Nissenbaum M., Aramini J, Hanning C.: Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health Noise and Health, 2012, 14.60, 237-243.
- Pedersen E., van den Berg F., Bakker R, Bouma J.: Response to noise from modern wind farms in the Netherlands j. Acoust. Soc. Am. 2009, 126.2, 634-643.
- Pedersen E.: The impact of wind turbine noise on health. (2010) http://www.okokratt.ee/myra2010/Pedersen_paper.pdf
- Mroczek B., Karakiewicz B, Brodowski J, Rotter I., Żułtak-Bączkowska K.: Zdrowie subiektywne i zachowania zdrowotne dorosłych mieszkańców miejscowości położonych w pobliżu fam wiatrowych w Polsce, Medycyna Środowiskowa/Environmental Medicine 2010; 13(2); 32-40.
- Pawlaczyk-Łuszczynska M., Dudarewicz A., Zaborowski K., Zamojska M., Waszkowska M., Śliwińska-Kowalska M.: Annoyance related to noise from wind turbines in subjective assessment of people living in their vicinity.. Conference Papers of Inter-Noise 2012.
- Colby D.W, Dobie R, Leventhall G, Lipscomb D.M., McCun-

- ney, R.J., Seilo, M.T., Sondergaard B.: Wind Turbine Sound and Health Effects. An Expert Panel Review American Wind Energy Assoc. and Canadian Wind Energy Assoc. 2009 http://www.awea.org/learnabout/publications/upload/awea_and_canwea_sound_white_paper.pdf
30. Chapman S, St. George A, A disease in search of a cause: a study of self-citation and press release pronouncement in the factoid of wind farms causing “vibroacoustic disease” 2012 <http://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/8362/2/VAD%20review%20FINAL%20eSchol.pdf>
31. Renewable UK 2010. Wind Turbine Syndrome (WTS) An independent review of the state of knowledge about the alleged health condition Health and Safety Briefing <http://www.bwea.com/ref/reports-and-studies.html>
32. Knopper L.D., Ollson C.: Health aspect of wind turbines: a review for Renewable Energy Approval (REA) Application submitted under Ontario Regulation 359/09, Stantec 2011.
33. Bowdler D.: Wind Turbine Syndrome – an alternative view *Acoustica Australia*, 2012;40(1) 67-7.
34. Alves-Pereira Mariana, Castelo Branco Wind Turbine Noise, In-Home Wind Turbine Noise Is Conducive to Vibroacoustic Disease, Second international Meeting on wind turbine Noise, Lyon, France September 2007.
35. Hayes, Malcolm: “Low Frequency and Infrasound Noise Immission from Wind Farms and the potential for Vibro-Acoustic disease”, presented at Wind Turbine Noise Conference, Lyon, France, 2007.
36. Smedley ARD, Webb AR., Wilkins A Potential of wind turbines to elicit seizures under various meteorological conditions *Epilepsia* 2010, 51(7), 1146-1151.
37. Harding G, Harding P., Wilkins A.: Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them *Epilepsia* 2008 49,6,1095-1098.
38. National Health and Medical Research Council Wind turbine and health: A rapid review of evidence 2010 http://www.nhmrc.gov.au/_files_nhmrc/publications/attachments/new0048_evidence_review_wind_turbines_and_health.pdf
39. Final report of the Cordis project Wind Energy in Cold Climate (WECO); 1998 pobór ze strony <http://cordis.europa.eu/documents/documentlibrary/47698271EN6.pdf>

Adres do korespondencji:

Krystyna Pawlas
 Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego
 41-200 Sosnowiec, Kościelna 13
 tel. 32 634 12 94
 e-mail krystyna.pawlas@wp.pl