



Biuro Usług Inwestycyjnych Sp. z o.o.

Biuro w Poznaniu

Materiały edukacyjne – etap I

Element kampanii proinformacyjnej na rzecz projektów farm wiatrowych oraz innych typów inwestycji w odnawialne źródła energii w postaci konkursu dla młodzieży szkół podstawowych i gimnazjów

Autor: Katarzyna Jabłońska

Spis treści

1. Odnawialne źródła energii – informacje ogólne	3
1.1 Energia wiatrowa	3
1.2 Energia słoneczna.....	4
1.3 Energia wodna.....	4
1.4 Energia geotermalna	5
1.5 Energia z biomasy oraz biogazu	6
2. Energetyka odnawialna – stan i perspektywy.....	7
2.1 Energetyka odnawialna w Polsce	7
2.2 Energetyka odnawialna w Europie.....	10
3. Energetyka wiatrowa – fakty i ciekawostki	12
3.1 Budowa elektrowni wiatrowej	12
3.2 Skąd się bierze wiatr?	13
3.3 Dlaczego warto inwestować w energetykę wiatrową?.....	14
3.4 Energetyka wiatrowa w Polsce	15
3.5 Energetyka wiatrowa w Unii Europejskiej	16
4. Energetyka wiatrowa – najczęstsze pytania i wątpliwości	17
4.1 Ptaki i nietoperze.....	17
4.2 Infradźwięki	18
4.3 Hałas	20
4.4 Efekt migotania (tzw. efekt stroboskopowy)	22
4.5 Zakłócanie krajobrazu	23
4.6 Ceny gruntów	23
5. Bibliografia	24
6. Źródła internetowe.....	24

1. Odnawialne źródła energii – informacje ogólne

„Odnawialne źródło energii to źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzenia lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowych szczątków roślinnych i zwierzęcych.¹”

1.1 Energia wiatrowa

Energia wiatrowa jest energią wytwarzaną za pomocą wykorzystania ruchów powietrza². Jest to bez wątpienia najpopularniejsze odnawialne źródło energii, coraz częściej wykorzystywane ze względu na powszechny charakter występowania wiatru oraz minimalny wpływ na otaczające środowisko, nieporównywalny do metod stosowanych w konwencjonalnej energetyce.

Wiatr niesie ze sobą energię kinetyczną, która jest przetwarzana w turbinach wiatrowych na prąd elektryczny. Najbardziej korzystne wiatry to te o prędkości od 15 do 25 m/s, wiejące na wysokości od 70 do 150 m. Niestety najczęściej prędkość wiatru plasuje się pomiędzy 4, a 15 m/s. Takie warunki umożliwiają od 1000 do 2000 godzin rocznej eksploatacji elektrowni wiatrowej.



Światowe zasoby energii wiatru, które nadają się do wykorzystania z technicznego punktu widzenia, to 53 tys. TWh³/rok. Ta ilość energii jest 4 razy większa niż globalne zużycie energii elektrycznej w 1998 roku. Na dzień dzisiejszy energia wietrzna zaspakaja jedynie 2%⁴ zapotrzebowania energetycznego świata, a mogłaby pokryć 20%. Szczęśliwie, wciąż udział energii wiatru rośnie.

Szacuje się, że na 1/3 powierzchni Polski istnieją odpowiednie warunki dla wykorzystania energii wiatru, a produkcja energii elektrycznej z wiatru może osiągnąć nawet 20 % bilansu energetycznego kraju.

Ciekawostka: Aby zastąpić jedną platformę dostarczającą 12 tysięcy barek ropy dziennie, musielibyśmy wybudować elektrownię wiatrową z dziesięcioma tysiącami wiatraków z łopatomy wirnika o długości 30,5 metra⁵.

¹ ustawa Prawo Energetyczne z dnia 11 marca 2010r.

² J. Norwicz, T. Musielak, B. Boryczko : Odnawialne źródła energii - Polskie definicje i standardy, „Rynek Energii” – nr 1/2006,

³ TWh - **terawatogodzina** , gdzie 1 TWh = 1 000 GWh= 1 000 000 MWh= 1000 000 000 kWh. Dla przypomnienia:

1 GWh = 1 000 MWh, a 1 MWh = 1 000 kWh

⁴ źródło: World Wind Energy Report 2009

⁵ www.peakoil.pl/p/wiatr

1.2 Energia słoneczna

Słońce jest największym i najbardziej wydajnym dostępnym źródłem energii. Z ogromnej odległości wynoszącej 150 milionów kilometrów dostarcza nam niezliczone i niekończące się ilości energii.

Okolo 40% promieniowania słonecznego dochodzącego do naszej planety jest odbijane przez atmosferę, 20% jest przez nią pochłaniane, a tylko 40% energii dociera do powierzchni Ziemi. Oświetlenie powierzchni Ziemi nie jest równomierne. Zależy od

szerokości geograficznej, pory roku i pory dnia. Obliczono, że jednemu

metrowi kwadratowemu powierzchni Ziemi Słońce dostarcza w ciągu dnia na naszej szerokości geograficznej średnio 2,7kWh energii. Jest to wartość równa energii, jaką uzyskujemy ze spalania jednej trzeciej litra benzyny.



Energia słoneczna użytkowana może być na dwa sposoby:

- o bezpośredni - czyli energia jest pozyskiwana za pomocą odpowiedniego urządzenia np. ogniwa słonecznego, kolektory słoneczne, suszarki słoneczne, kuchenki i piekarniki słoneczne,
- o pośredni – czyli wykorzystywana przede wszystkim w budowie dobrze termoregulowanych domów.



Ciekawostka: Gdyby na Saharze powstała elektrownia słoneczna o wymiarach 700 km x 700 km, to byłaby w stanie całkowicie zaspokoić globalne zapotrzebowanie na energię.

1.3 Energia wodna

Energetyka wodna (hydroenergetyka) zajmuje się pozyskiwaniem energii wód i jej przetwarzaniem na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu turbin wodnych i hydrogeneratorów w elektrowniach wodnych. Energetyka wodna opiera się przede wszystkim na wykorzystaniu energii wód śródlądowych, rzadziej mórz w elektrowniach pływowych, o dużym natężeniu przepływu i dużym spadzie mierzonym różnicą poziomów wody górnej i dolnej⁶.

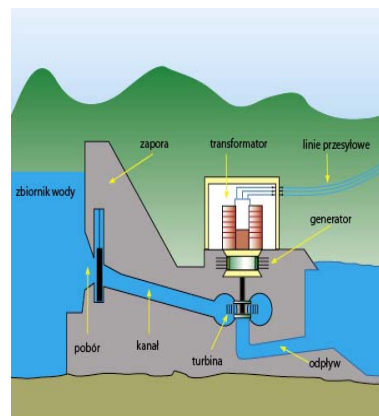


⁶ <http://acce.apsl.edu.pl>

Rozwój hydroenergetyki jest uzależniony od zasobów energii wód, tzw. zasobów hydroenergetycznych. Dla Polski dominujące znaczenie hydroenergetyczne mają dolna Wisła oraz Dunajec. Ostatnio coraz większą uwagę poświęca się wykorzystaniu niewielkich cieków wodnych przez budowę tzw. małych elektrowni wodnych; w pierwszej kolejności dotyczy to tych cieków, na których istnieją już urządzenia piętrzące wykorzystywane do innych celów⁷.

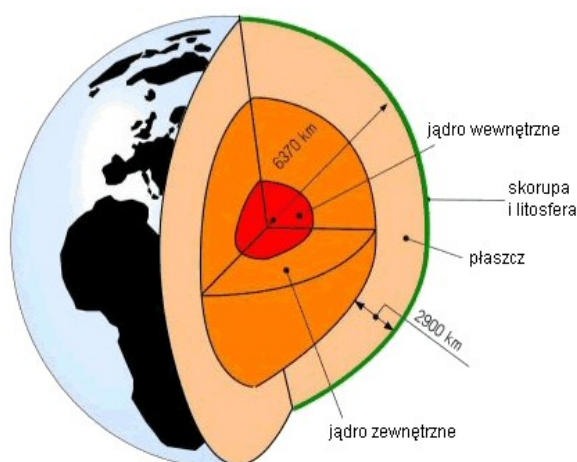
Użytkowanie energii wodnej jest bardzo korzystne zarówno ze względu na ekologiczny, jak i ekonomiczny charakter, bowiem dostarcza ona ekologicznie czystej energii i reguluje stosunki wodne zwiększając retencję wód powierzchniowych, co polepsza warunki uprawy roślin oraz warunki zaopatrzenia ludności i przemysłu w wodę.

Działanie elektrowni wodnych jest dość proste. Woda z rzek spływa z wyżej położonych terenów takich jak np. góry, czy wyżyny do zbiorników wodnych (mórz lub jezior) położonych np. na nizinach. Przepływ wody w rzece spowodowany jest różnicą energii potencjalnej wód rzeki w górnym i dolnym biegu. Energia potencjalna zamienia się w energię kinetyczną płynącej wody. Fakt ten wykorzystuje się właśnie w elektrowni wodnej przepuszczając przez turbiny wodne płynącą rzeką wodę⁸.



1.4 Energia geotermalna

Energia geotermalna jest energią związaną bezpośrednio z wewnętrznym ciepłem Ziemi nagromadzonym w skałach oraz w wodach wypełniających pory i szczeliny skalne. Patrząc na rysunek poniżej, największa ilość nagromadzonego ciepła znajduje się w jądrze oraz w skorupie ziemskiej.



Rys. Przekrój Ziemi z zaznaczonymi powłokami⁹

⁷ <http://energiaodnawialna.net>

⁸ <http://www.agroenergetyka.pl>

⁹ źródło: Polska Geotermalna Asocjacja

W jądrze Ziemi zachodzi rozpad pierwiastków promieniotwórczych, którego efektem jest wysoka temperatura dochodząca do ok. 4500°C. Temperatura ta maleje w miarę zbliżania się do powierzchni Ziemi o 15-80°C na jeden kilometr, w zależności od rodzaju skał i warunków geologicznych.

Temperatura pod skorupą ziemską osiąga wartość do 1000°C. Zachodzi w niej nieustający przepływ ciepła od wnętrza Ziemi do górnych warstw skorupy i na powierzchnię Ziemi.

Istnieją dwa rodzaje zasobów energii geotermalnej:

- hydrotermiczne - odnoszą się do wody, pary lub mieszaniny parowo-wodnej, które to czynniki występują w szczelinach skalnych, żyłach wodnych lub w warstwach wodonośnych i są wykorzystywane obecnie,
- petrotermiczne - to energia cieplna zgromadzona w suchych, ogrzanych i porowatych skałach, ma ona znaczenie perspektywiczne. Istnieje bowiem możliwość wykonania odwiertów i wykorzystania energii petrotermicznej zgromadzonej na głębokości 5000 m, jednak praktycznie opłacalne jest dokonywanie odwiertów jedynie do głębokości 2000 metrów.

Głębokość zalegania złóż wody geotermalnej jest mocno zróżnicowana w poszczególnych miejscach globu, ale najczęściej zawiera się w granicach 1000-4500 metrów. Wody te wydobywa się na powierzchnię ziemi przy pomocy specjalnych odwiertów. Wody geotermalne najszerze zastosowanie znajdują w energetyce cieplnej, ale duże możliwości jej wykorzystania istnieją również w innych gałęziach przemysłu. Natomiast wody geotermalne osiągające temperaturę rzędu 120°C i wyższą opłaca się wykorzystać do produkcji energii elektrycznej. Jednostkowy koszt geotermalnej energii cieplnej jest szacunkowo ok. 20% niższy od kosztu energii cieplnej wytwarzanej w ciepłowni konwencjonalnej.¹⁰

1.5 Energia z biomasy oraz biogazu

Biopaliwa, ze względu na stan skupienia podzielić można na stałe, płynne oraz biogaz występujący w postaci gazowej. Biopaliwa stałe używane mogą być na cele energetyczne w procesach bezpośredniego spalania, gazyfikacji oraz pyrolizy w postaci:

- drewna i odpadów drzewnych (w tym zrębków z szybko - rosnących gatunków drzewiastych tj.: wierzba, topola),
- słomy jak i ziarna (zbóż, rzepaku) ,
- słomy upraw specjalnych roślin energetycznych z rodziny miscanthus, topinambur itp.,

¹⁰ Polska Geotermalna Asocjacja im. Prof. J. Sokołowskiego

- osadów ściekowych,
- makulatury,
- szeregu innych odpadów roślinnych powstających na etapach uprawy i pozyskania jak też przetwarzania przemysłowego produktów (siana, ostatek kukurydzy, trzciny cukrowej i bagiennej, łusek oliwek, korzeni, pozostałości przerobu owoców itp.).



Różnorodność materiału wyjściowego i konieczność dostosowania technologii oraz mocy powoduje, iż biopaliwa wykorzystywane są w różnej postaci. Drewno w postaci kawałkowej, rozdrobnionej (zrębków, ścinków, wiórów, trocin, pyłu drzewnego) oraz skompaktowanej (brykietów, peletów). Słoma i pozostałe biopaliwa z roślin nie-zdrewniałych są wykorzystywane w postaci sprasowanych kostek i balotów, sieczki jak też brykietów i peletów¹¹

Niekwestionowaną zaletą biomasy jest jej niska szkodliwość dla środowiska - ilość dwutlenku węgla emitowana do atmosfery podczas jego spalania równoważona jest ilością CO₂ pochłanianego przez rośliny, które odtwarzają biomasę w procesie fotosyntezy. Ogrzewanie biomasą staje się opłacalne - ceny biomasy są konkurencyjne na rynku paliw. Wykorzystanie biomasy pozwala wreszcie zagospodarować nieużytki i spożytkować odpady.

¹¹ źródło: www.cire.pl

2. Energetyka odnawialna – stan i perspektywy

2.1 Energetyka odnawialna w Polsce

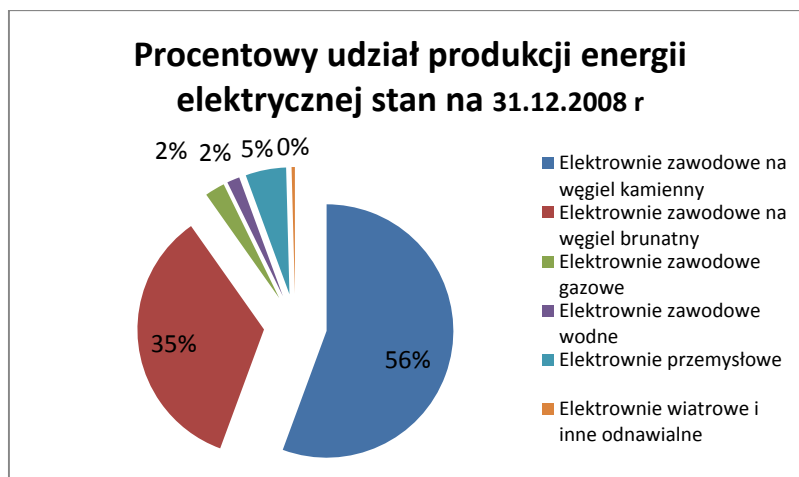
Polska jako członek Unii Europejskiej musi się stosować do jej nakazów i zakazów wydawanych w postaci Rozporządzeń, Ustaw i Dyrektyw. Jedną z nich jest Dyrektywa 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych. Ustanawia ona cele obligatoryjne odnośnie udziału energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii w całkowitym zużyciu. W Polsce limity te wynoszą odpowiednio:

- o 7,5% do 2010 roku,
- o 15% do 2020 roku,
- o 20% do 2030 roku.

Ustanowienie takich „kroków milowych” dla każdego z państw członkowskich na celu zmobilizowanie ich do inwestowania w odnawialne źródła energii oraz do zmiany struktury pochodzenia energii. Energia produkowana w Polsce w dalszym ciągu opiera się na tradycyjnych zasobach energii takich jak węgiel kamienny czy brunatny. Jednakże nasze członkostwo w Unii Europejskiej stworzyło dodatkowy impuls do restrukturyzacji polskiego sektora energetycznego.

Obecnie najwięcej energii produkuje się w Polsce z paliw pierwotnych, stanowiących nieodnawialne źródła energii. Są to: węgiel kamienny i brunatny, ropa naftowa, gazu ziemnego. Zasoby te są teraz znaczne, ale w kolejnych latach, w związku ze wzrostem zapotrzebowania na energię będą ulegać wyczerpaniu. Spalanie paliw pierwotnych ma negatywne oddziaływanie na środowisko. Podczas tego procesu do atmosfery przedostają się znaczne ilości tlenków węgla, siarki i azotu. Na wykresie poniżej zaprezentowano procentowy układ źródeł pochodzenia energii elektrycznej na koniec 2008 roku. Struktura ta zmienia się powoli dzięki inwestycjom w odnawialne źródła energii oraz ograniczanie wydobycia tych źródeł energii, które mają zbyt duży negatywny wpływ na środowisko naturalne.





Wykres: Produkcja energii elektrycznej i moc zainstalowana w zależności od źródeł¹²

W trosce o dalsze pokolenia i przyszły stan klimatu i środowiska naturalnego rozpoczęto inwestycje w czyste, odnawialne źródła energii. W tabeli poniżej została przedstawiona struktura produkcji energii elektrycznej (w MWh) przez poszczególne technologie odnawialnych źródeł energii w latach 2005 - 2009¹³

Rodzaj OZE	Rok 2005	Rok 2006	Rok 2007	Rok 2008	Rok 2009
	Procent [%]	Procent [%]	Procent [%]	Procent [%]	Procent [%]
Elektrownie na biogaz	2,78%	2,76%	3,09%	3,52%	3,83%
Elektrownie na biomasę	12,45%	11,94%	10,44%	8,95%	6,78%
Elektrownie wiatrowe	3,60%	6,09%	9,03%	12,86%	13,13%
Elektrownie wodne	57,86%	48,08%	43,08%	34,34%	32,23%
Współspalanie	23,32%	31,13%	34,37%	43,90%	44,03%
Łącznie	100%	100%	100%	100%	100%

Tabela: Struktura pochodzenia energii przez poszczególne technologie OZE

¹² Dane na 31.XII.2008; źródło: PSE-Operator SA

¹³ stan na 14.01.2010

Ciekawostka: zestawienie województwami pochodzenia odnawialnych źródeł energii. Czy już wiesz które województwo jest najbardziej ekologiczne? ☺



Rysunek: procentowe rozmieszczenie mocy technologii OZE w poszczególnych województwach Polski¹⁴

2.2 Energetyka odnawialna w Unii Europejskiej

Cały świat, z Europą na czele stoi w obliczu dużego wyzwania energetycznego i ekologicznego. Konwencjonalne źródła energii ulegają stopniowemu wyczerpaniu a pogarszający stan środowiska naturalnego wymusza przedsięwzięcie środków aby poprawić jego stan. Dlatego też Unia Europejska ustanowiła nową politykę energetyką swoich państw członkowskich, którą najlepiej określają trzy zadania:

- walka ze zmianami klimatycznymi,
- potęgowanie wzrostu gospodarczego i rozwoju rynku pracy,
- ograniczanie zależności UE od zewnętrznych dostaw gazu i ropy.

Te trzy działania skompilowane ze sobą mają zapewnić państwom członkowskim większe bezpieczeństwo energetyczne oraz lepszą efektywność wykorzystywania energii.



Jak na razie cele nowej polityki określają jasno konieczność zmniejszenia o 20% emisji gazów cieplarnianych do 2020 roku oraz zwiększanie udziału odnawialnych źródeł energii w strukturze pochodzenia energii.

W tabeli poniżej została przedstawiona zestawienie zbiorcze opisujące rozwój odnawialnych źródeł energii q latach 2002 – 2006, z prognozą na kolejne lata do roku 2020 włącznie.

¹⁴ Źródło: Opracowanie PSEW na podstawie danych URE. Procentowe rozmieszczenie mocy technologii OZE w poszczególnych województwach Polski. Stan na 31.12.2009

Rodzaj źródła	2002 Eurostat	2006 Eurostat	roczny wzrost 2002 - 2006	Przewidywanie 2010	roczny wzrost 2006 - 2010	Przewidywanie 2020
Wiatr	23,1 GW	47,7 GW	19,90 %	80 GW	13,80 %	180 GW
Woda	105,5 GW	106,1 GW	0,20 %	111 GW	1,10 %	120 GW
Fotowoltaika	0,35 GWp	3,2 GWp	73,90 %	18 GWp	54 %	150 GWp
Biomasa	10,1 GWe	22,3 GWe	21,90 %	30 GWe	7,70 %	50 GWe
Geotermia	0,68 GW	0,7 GW	0,70 %	1 GW	0,30 %	4 GW
Energia z kolektorów słonecznych	-	-	-	1 GW	-	15 GW
Morskie	-	-	-	0,5 GW	-	2,5 GW

Tabela: Odnawialne źródła energii w perspektywie 2002 - 2020¹⁵

¹⁵ www.erec.or

3. Energetyka wiatrowa

3.1 Budowa elektrowni wiatrowej

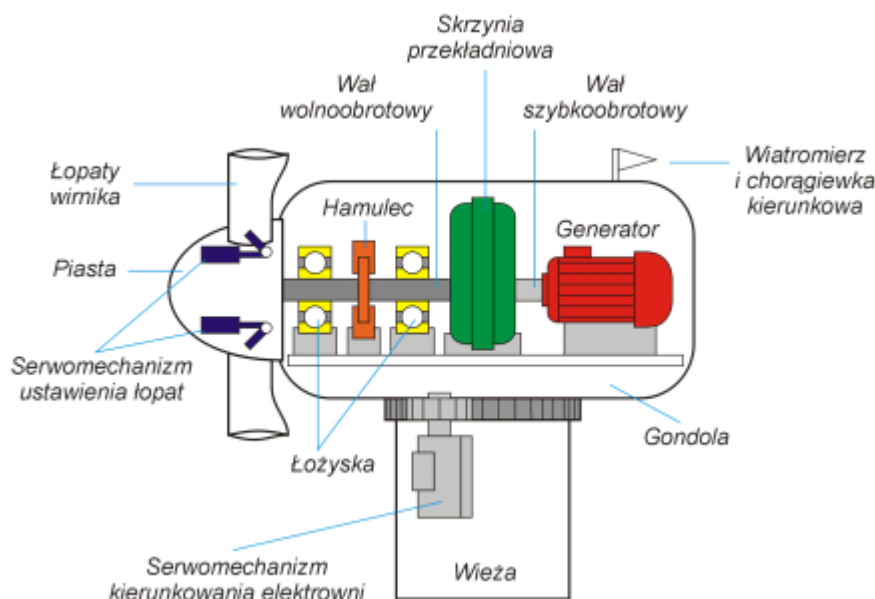


Rysunek: Części elektrowni wiatrowej¹⁶

Elektrownia wiatrowa składa się z fundamentu, wieży, wirnika i gondoli umieszczonych na wieży. Najważniejszą częścią elektrowni wiatrowej jest wirnik, w którym dokonuje się zamiana energii wiatru na energię mechaniczną. Osadzony jest on na wieży, poprzez który napędzany jest generator. Wirnik obraca się najczęściej z prędkością 15-20 obr/min.

Najczęściej spotyka się wirniki trójłopatowe (trzy śmigła) zbudowane z włókna szklanego wzmocnionego poliestrem. W piaście wirnika umieszczony jest serwomechanizm pozwalający na ustawienie kąta nachylenia łopat. Gondola musi mieć możliwość obracania się o 360 stopni, aby zawsze można ustawić ją pod wiatr. W związku z tym na szczycie wieży zainstalowany jest silnik, który poprzez przekładnię zębatą może ją obracać.

¹⁶ www.windtalk.pl



Rysunek: Uproszczony schemat budowy typowej siłowni wiatrowej¹⁷

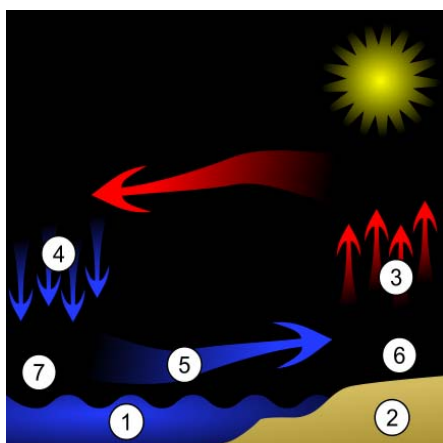
W elektrowniach małej mocy, gdzie masa gondoli jest stosunkowo mała, jej ustawienie pod wiatr zapewnia ster kierunkowy zintegrowany z gondolą. Pracą mechanizmu ustawienia łopat, i kierunkowania elektrowni zarządza układ mikroprocesorowy na podstawie danych wejściowych (np. prędkości i kierunku wiatru). Ponadto w gondoli znajdują się: transformator, łożyska, układy smarowania oraz hamulec zapewniający zatrzymanie wirnika w sytuacjach awaryjnych.

3.2 Skąd się bierze wiatr?

Zasadniczo wiatr można nazwać formą energii słonecznej. Wskutek nierównomiernego nagrzewania się powierzchni ziemi dochodzi do powstania nierównych ciśnień w atmosferze. W meteorologii określa się je mianem obszarów wysokiego i niskiego ciśnienia. To właśnie poziome ruchu wiatru wyrównują te ciśnienia, przy czym masy powietrza poruszają się zawsze ze strefy wysokiego ciśnienia do niskiego.

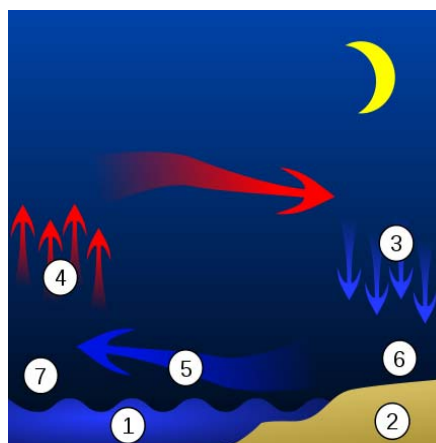
Przykład: powietrze nad lądem nagrzewa się szybciej i mocniej niż nad powierzchnią wody. Ciepłe powietrze rozprzestrzenia się i unosi do góry. W tę pustą przestrzeń dostaje się chłodniejsze i cięższe powietrze znad wody. Z nadejściem nocy proces ten przebiega w odwrotną stronę, ponieważ powierzchnia lądu szybciej się oziębia niż nagrzana woda. Masy powietrza nad lądem zagęszczają się i zostają przemieszczone w kierunku wody.

¹⁷ www.postcarbon.pl



Rysunek: Bryza dzienna

1. Chłodna woda
2. Ciepły ląd
3. Ciepłe powietrze
4. Chłodne powietrze
5. Wilgotne, chłodne powietrze
6. Niż
7. Wyż



Rysunek: Bryza nocna¹⁸

1. Ciepła woda
2. Chłodny ląd
3. Chłodne powietrze
4. Ciepłe powietrze
5. Suche, zimne powietrze
6. Wyż
7. Niż

3.3 Dlaczego warto inwestować w energetykę wiatrową?

Korzyści wynikające z powstawania parków wiatrowych:

- ✓ wiatr stanowi niewyczerpalne, odnawialne źródło energii, przez co jego wykorzystanie,
- ✓ pozwala na ograniczanie zużycia zasobów paliw kopalnych,
- ✓ niskie koszty eksploatacyjne pozyskiwania energii wiatru, w porównaniu z konwencjonalnymi źródłami energii,
- ✓ stosowanie technologii bez emisyjnej: brak emisji SO_2 , NO_x , CO_2 oraz pyłów, dzięki czemu znacznie poprawia się jakość powietrza i czystość klimatu,
- ✓ brak powstawania odpadów gazowych i stałych, odorów czy ścieków, co oznacza, że gleby nie są zanieczyszczone, nie obniża się poziom wód gruntowych oraz ekosystem wokół pozostaje praktycznie niezmieniony,
- ✓ zwiększenie dywersyfikacji źródeł pochodzenia energii – wpływa to na uniezależnienie się państwa od globalnych tendencji na rynku paliwowo – energetycznym tzn. szoków cenowych lub redukcji sprzedaży,
- ✓ aktywizacja i rozwój regionów typowo rolniczych i turystycznych,
- ✓ przyciągnięcie nowych inwestorów spowodowane faktem posiadania własnego, czystego źródła produkcji energii,
- ✓ zwiększenie miejsc pracy związane z zaangażowaniem przedsiębiorców oraz podwykonawców lokalnych w proces inwestycyjny,



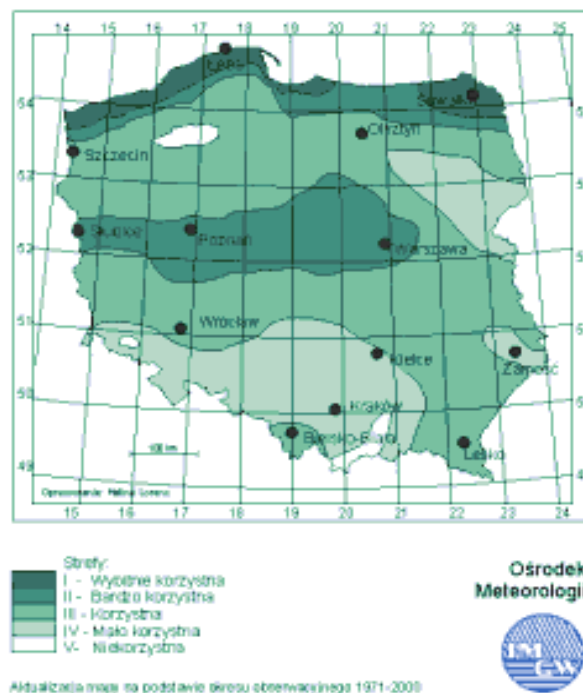
¹⁸ Bryza nocna http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Plik:Bryza_nocna.svg&filetimestamp=20061003102348

- ✓ polepszenie wizerunku gmin jako ekologicznych, rozwijających się oraz przyszłościowych,
- ✓ polepszenie bilansu finansowego w postaci przychodów gmin w postaci podatku od nieruchomości, dla dzierżawców ziemi w postaci czynszów.¹⁹

3.4 Energetyka wiatrowa w Polsce

Polska jako kraj posiada bardzo korzystne wiatrowe co bez wątpliwości tworzy korzystne warunki do rozwijania inwestycji w parki wiatrowe. Wynika to bezpośrednio z licznych badań przeprowadzonych przez instytucje prywatne i państwowe stworzone do tego celu. Jednakże warunki wiatrowe są różne dla różnych regionów Polski, co tworzy odrębne strefy energetyczne. Zostały one przedstawione na mapie poniżej.

Strefy energetyczne wiatru w Polsce
Mezoskala



Wnioskując z mapy możemy stwierdzić, że w Polsce występują wszystkie strefy wiatrowe – od wybitnie korzystnych do niekorzystnych. Co więcej, łatwo można zauważyć, że przeważająca część kraju posiada dobre warunki do wykorzystania wiatru jako czystego źródła energii. Szczególne uwagi są tutaj regiony:

- środkowe, najbardziej wysunięte na północ części wybrzeża od Koszalina po Hel,
- rejon wyspy Wolin,
- Suwalszczyzna,
- środkowa Wielkopolska i Mazowsze,

¹⁹ zestawienie zbiorcze na podstawie danych zaczerpniętych ze stron internetowych Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej, American Wind Energy Association oraz Polska Izba Gospodarcza Energii Odnawialnej

- Beskid Śląski i Żywiecki,
- Bieszczady i Pogórze Dynowskie.

Jak dotychczas, w Polsce zainstalowano około **724 MW**²⁰. Wśród inwestycji wyróżnić można 13 profesjonalnych projektów²¹:

Lokalizacja	Województwo	Moc
Barzowice	zachodniopomorskie	5,1 MW
Cisowo	zachodniopomorskie	18 MW
Zagórze	zachodniopomorskie	30 MW
Lisewo	pomorskie	10,8 MW
Tymień	zachodniopomorskie	50 MW
Puck	pomorskie	22 MW
Kisielice	warmińsko-mazurskie	40,5 MW
Kamieńsk	łódzkie	30 MW
Jagniątkowo	zachodniopomorskie	30,6 MW
Gnieźdzewo	pomorskie	22 MW
Karścino	zachodniopomorskie	69 MW
Łebcz	pomorskie	8 MW
Suwałki	podlaskie	41,4 MW

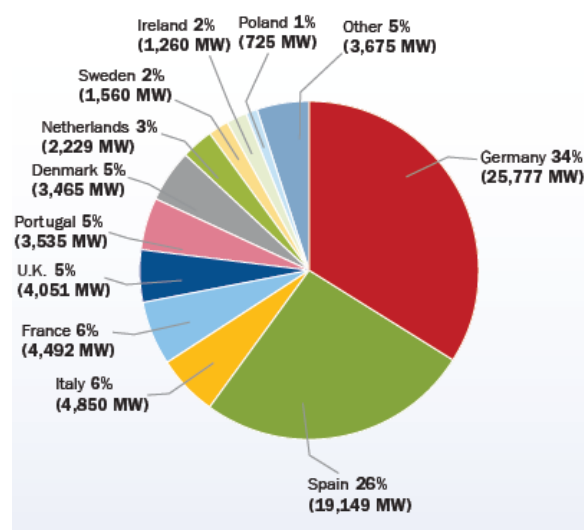
Tabela nr : Spis profesjonalnych parków wiatrowych na terenie Polski w ostatnim kwartale 2009 roku

3.5 Energetyka wiatrowa w Unii Europejskiej

Energetyka wiatrowa jest przykładem inteligentnej inwestycji, która pozwala na wykorzystanie pieniędzy obywateli Unii Europejskiej w ich własnych gospodarkach w przeciwieństwie do kupowania surowców u eksporterów paliw. Inwestycje w energetykę wiatrową wspierają rozwój technologiczny, ochronę klimatu, niezależność energetyczną, rozwój biznesu i miejsc pracy „ocenia Chrystian Kjaer, dyrektor wykonawczy Europejskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej.

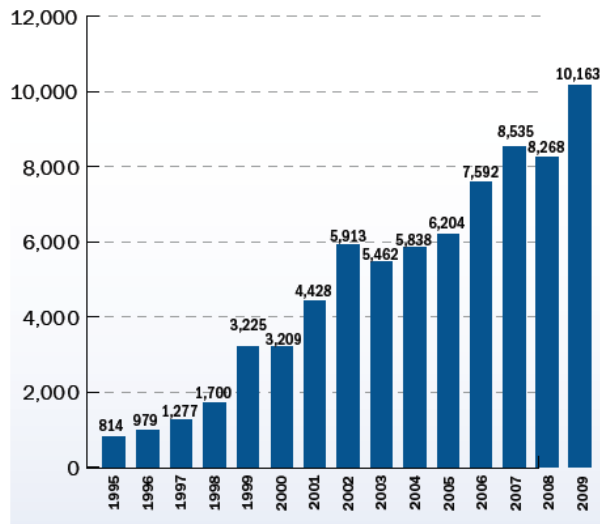
Kraje Unii Europejskiej posiadają duże doświadczenie w branży elektrowni wiatrowych. Wynika ono z wieloletniej tradycji budowania wiatraków. Kraje takie jak Hiszpania i Niemcy ewoluowały tak jak zmieniała się technologia – od małych elektrowni wiatrowych o niewielkich mocach, po te największe o wysokości 100 metrów!

Co roku, w krajach Unii Europejskiej odnotowuje się nowe przyłączenia do sieci energetycznych parków wiatrowych. Na wykresie poniżej przedstawione są wartości na przestrzeni lat 1995 – 2009, gdzie doskonale widać wieloletnią tendencję wzrostową.



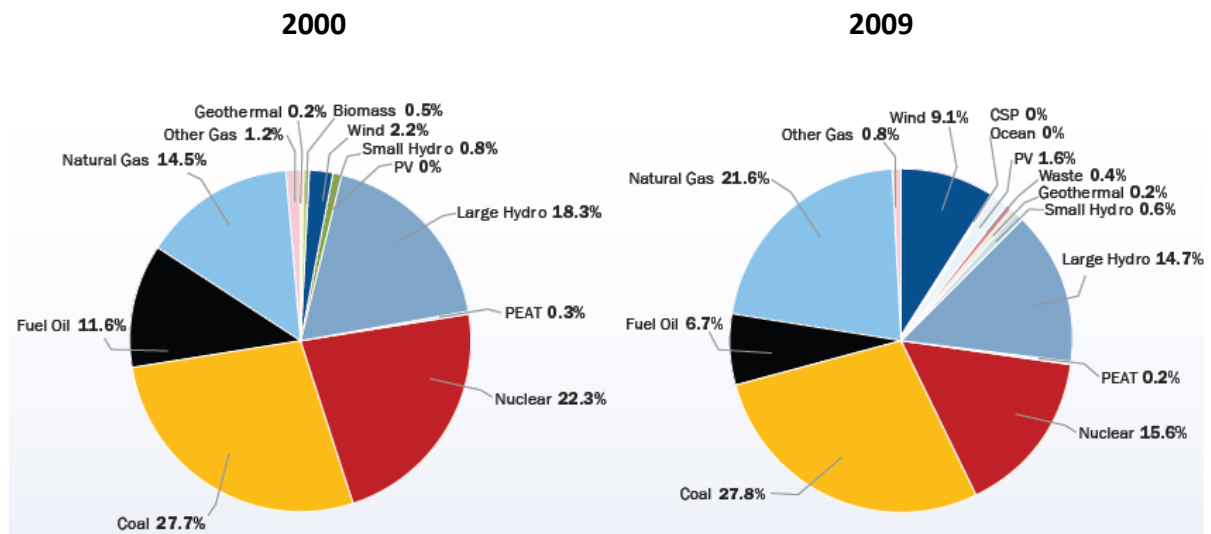
²⁰ Stan na 31.12.2009, źródło URE

²¹ Źródło Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej



Wykres: Coroczne przyłączenia do sieci parków wiatrowych w MW²²

Natomiast na wykresach kołowych poniżej możemy zaobserwować jak zmieniała się struktura pochodzenia energii elektrycznej w latach 2000 i 2009 w Unii Europejskiej.



Gdzie widzisz największe zmiany? ☺

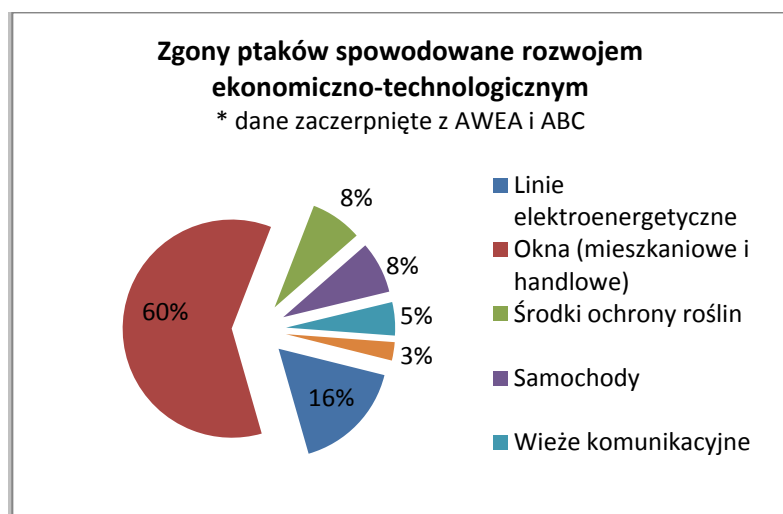
²² EWEA- General statistics 2009

4. Energetyka wiatrowa – najczęstsze pytania i wątpliwości

4.1 Ptaki i nietoperze

Zasadniczo nie ma sprzeczności pomiędzy wykorzystywaniem energii wiatrowej a ochroną ptaków. Decydujący jest tu wybór lokalizacji, który to musi być poprzedzony dokładnie przeprowadzonym monitoringiem ornitologicznym. Jeżeli jego wyniki wskażą, że na terenie przeznaczonym na lokalizację parku wiatrowego przelatują, gniazdują lub żerują ptaki lub nietoperze, to oznacza to, że trzeba zmienić lokalizację parku.

Inna kwestią jest fakt, że zdarzają zderzenia ptaków z elektrowniami wiatrowymi tak jak zdarzają się kolizje z samochodami, liniami wysokiego napięcia, wieżowcami itp.



Wykres: Zgony ptaków spowodowane rozwojem ekonomicznym²³

W kwestii samych zwierząt, to one dość szybko się przyzwyczajają do nowych przeszkód i omijają je bez problemu. Znane są nawet przypadki, gdy ptaki założyły swoje gniazdo na gondoli wiatraka. W przypadku zwierząt hodowlanych poddawanych codziennie wielu innym najróżniejszym bodźcom nie zaobserwowano w ogóle zmian w zachowaniu spowodowanych oddziaływaniami elektrowni wiatrowych. Zwierzęta dzikie natomiast przyzwyczajają się bardzo szybko do elektrowni wiatrowych, co potwierdzają między innymi myśliwi.

4.2 Infradźwięki

Infradźwięki są to fale dźwiękowe niesłyszalne dla człowieka, których częstotliwość jest za niska, aby odebrało je nasze ucho. Pojęcie infradźwięków Według polskiej normy infradźwiękami nazywamy dźwięki lub hałas, którego widmo częstotliwościowe zawarte jest w zakresie od 2 Hz do 16 Hz, według innych źródeł infradźwiękami nazywamy dźwięki lub hałas, którego widmo częstotliwościowe zawarte jest w zakresie od 1 Hz do 20 Hz. Typowe dla infradźwięków jest to, że nie można dokładnie

²³ opracowanie własne na podstawie danych zaczerpniętych z AWEA i ABC

zlokalizować ich źródła. Infradźwięki rozprzestrzeniają się tuż nad ziemią. Nie przeszkadza im ukształtowanie terenu, wiatr czy burza. Pokonują duże odległości, praktycznie bez utraty swej mocy, gdyż atmosfera podtrzymuje ich drgania, przez co mogą pojawiać się daleko od miejsca, w którym powstały

Źródła infradźwięków można podzielić na naturalne i sztuczne:

- naturalne: wulkany, grzmoty, wiatry, trzęsienia Ziemi (fale sejsmiczne), duże wodospady, solarne rozbłyski, zorze polarne,
- sztuczne: pojazdy samochodowe, pociągi, motocykle, przemysł (sprężarki tłokowe, pompy próżniowe i gazowe, wieże wiertnicze, turbodmuchawy), eksplozje, drgania mostów, urządzenia chłodzące i ogrzewające powietrze, wieże chłodnicze, rurociągi, wentylatory kuchenne, elektrownie wiatrowe.



Istnieje pomówienie, że infradźwięki są bardzo szkodliwe dla ludzi. To właśnie stwierdzenie wykorzystuje się w kampaniach przeciwko powstawaniu parków wiatrowych. W celu zweryfikowania tej tezy przeprowadzono liczne badania nad wykazaniem wpływu jaki mają na ludzi. Jednym z nich było badanie wykonane na zlecenie Urzędu d.s. Ochrony Środowiska niemieckiego Landu Nadrenia - Westfalia, które przy pomocy pomiarów technicznych miało udowodnić, że elektrownie wiatrowe emitują infradźwięki. I rzeczywiście, okazało się, że elektrownie wiatrowe emitują infradźwięki, jednakże ich poziom leżał dużo poniżej progu percepcji człowieka, co wykazywało całkowitą nieszkodliwość infradźwięków²⁴.

Inne badanie - narodowy niemiecki urząd zdrowia prowadził na początku lat 80 obszerne badania nad oddziaływaniem infradźwięków. Ponad 100 osób poddanych eksperymentowi poddawano 8 godzin dziennie przez kolejno pięć dni oddziaływaniu infradźwiękami. Reakcje tych osób zbadano przy pomocy metod naukowo-socjologicznych jak również biochemicznych. Hipoteza narodowego urzędu zdrowia zakładała, że infradźwięk jest „niesłyszalnym zagrożeniem”. Wyniki badań opublikowano w 1982 roku. We wstępie tego opracowania autorzy podsumowują wyniki swoich badań następująco:

„... jednak infradźwięki okazały się całkowicie nieszkodliwe. Wynik ten był dla nas na początku trochę rozczarowujący. Ale szybko mogliśmy dowieść, że nasze badania mogły mieć wkład w zmniejszenie obaw przed infradźwiękami u opinii publicznej.”

²⁴ publikacja Urzędu d.s. Ochrony Środowiska Landu Nadrenia-Westfalia - W. Fronz, D. Piorr i R. Kindel, Essen 2002

Ciekawostka: Za pomocą infradźwięków porozumiewają się również niektóre zwierzęta. Badania wykazały, że słonie komunikują się ze sobą na duże odległości używając dźwięków niesłyszalnych dla ludzkiego ucha. Umożliwiają one męskim osobnikom odnalezienie samic, przekazywanie informacji o pożywieniu i niebezpieczeństwie. Infradźwiękami „rozmawiają” także nosorożce i hipopotamy. Śpiew wielorybów, który rozchodzi się na setki kilometrów, też jest pełen infradźwięków.



W medycynie infradźwięki znalazły zastosowanie, w niektórych specjalistycznych przyrządach terapeutycznych oraz przy operacjach chirurgicznych.



Również nauka coraz częściej posługuje się infradźwiękami stosując je do celów badawczych. Wykorzystuje się je do wyznaczania miejsc wybuchów, w badania atmosfery, hydrosfery i skorupy ziemskiej.

4.3 Hałas

Hałasem powszechnie nazywamy zbyt głośne dźwięki w danym miejscu i czasie, odbierane jako bezcelowe, uciążliwe przykre i dokuczliwe²⁵. Do hałasu nie można się przyzwyczaić, irytuje on nas w swojej postaci co powoduje zużywanie ogromnej ilości energii przez nasz organizm. Faktem jest, że w hałasie nie da się żyć.

²⁵ Encyklopedia PWN

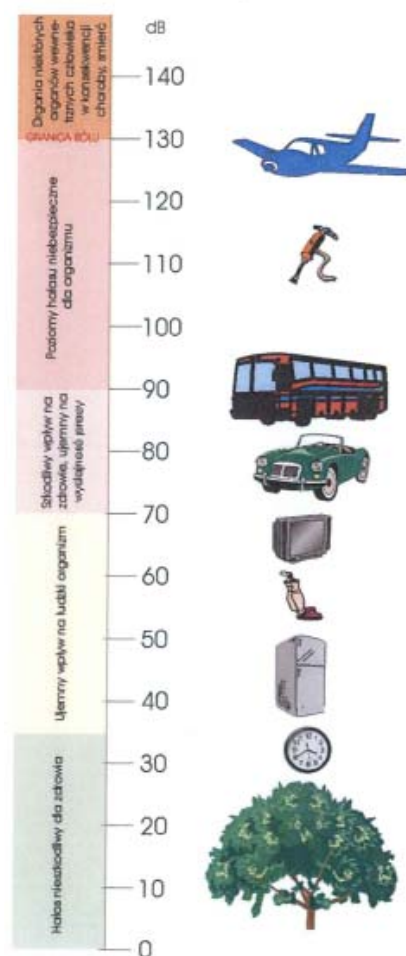
Istnieje pomówienie, że parki wiatrowe wytwarzają tak duży hałas, że nie można normalnie funkcjonować w ich otoczeniu. Nie jest to prawdą, chociażby ze względu na prawo, które dokładnie reguluje jakie może być maksymalne natężenie hałasu w dzień i w nocy, na terenach zabudowanych oraz typowo rolniczych. Inną kwestią jest fakt, że gdyby turbiny wiatrowe byłyby za głośne, to żadna instytucja państwowa nie wydałaby pozwolenia na budowę – bo odstraszałoby to zwierzęta niszcząc całe ekosystemy oraz było uciążliwe dla ludzi. Dlatego też przedsiębiorcy, ubiegający się o prawo wybudowania parku wiatrowego muszą przeprowadzać różne symulacje, analizy hałasu, aby poznać jego wysokość w danej lokalizacji. Jeżeli okaże się on zbyt wysoki, to lokalizacja parku wiatrowego jest modyfikowana.

Trochę faktów: Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 (Dz.U. nr 120 poz. 826) dopuszczalny poziom hałasu w ciągu dnia wynosi od 50 – 60 dB, natomiast w ciągu nocy 40dB – 45dB. Hałas w odległości 350 m od elektrowni wiatrowej wynosi 40dB. Czy to dużo?

Chyba nie, skoro poziom szumu, z którym codziennie się stykamy w domu, pracy, to ok. 40-50dB.

Nowoczesne turbiny wiatrowe są tak ciche, że można stać tuż pod nimi i prowadzić swobodną rozmowę bez podnoszenia głosu. Choć pierwsze wiatraki mocno hałasowały, dziś ciężko je usłyszeć nawet z niewielkiej odległości. Wynika to z coraz to nowszych ulepszeń technologicznych – zoptymalizowanego kształtu wirnika zapewniającego lepszą izolację oraz niższą prędkość obrotową.

Przykładowe wartości poziomów hałasu



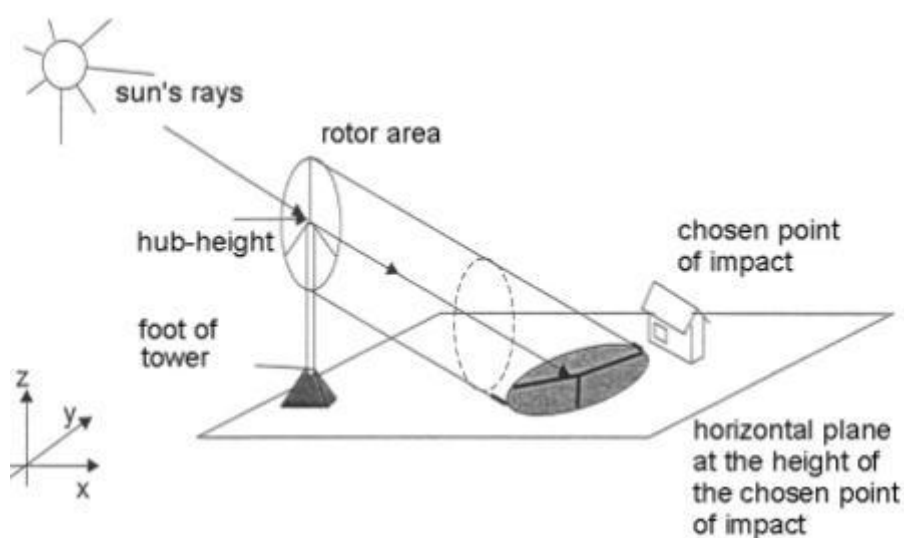
Źródło: Profon²⁶

²⁶ www.profon.xq.pl

4.4 Efekt migotania (tzw. efekt stroboskopowy)

Efekt migotania możemy nazwać moment przemieszczania się cienia. W przypadku elektrowni wiatrowych jest to moment przecinania promieni słonecznych przez obracające się łopaty wirnika elektrowni wiatrowej. Efekt ten wywołuje krótkotrwałe okresy zacielenia dla obiektów znajdujących się za elektrownią. W celu zminimalizowania tego jakże naturalnego efektu należy tak lokalizować parki wiatrowe aby przemieszczający się cień nie obejmował swoim zasięgiem domów, obór itp. Wymaganą odległością jest w tym przypadku 400 – 500 metrów, która to i tak są wymagana przez normy związane z hałasem²⁷.

Inną sprawą jest wykonanie stosownych analiz, które uwzględniają przebieg pór roku – długości cienia, jaki wytwarzają elektrownie wiatrowe oraz dobowy przebieg.



Rysunek: Cień poruszających się łopat wirnika elektrowni wiatrowej

Powyższy rysunek przedstawia sposób w jaki powstaje cień elektrowni wiatrowej. Poruszający się cień jest właśnie efektem migotania.

²⁷ www.windandpower.com

4.5 Zakłócanie krajobrazu

Akceptacja pozyskiwania energii z wiatru zależy od tego, jak ocenia się estetykę turbin w kontekście krajobrazowym. Wyobrażenia na ten temat są subiektywne i bardzo często zmienne. Jedno jest jednak pewne: znaczna większość społeczeństwa ma pozytywne nastawienie wobec elektrowni wiatrowych i odbiera je jako ładne i sensowne. Aby jednak zmniejszyć wpływ na krajobraz bierze się pod uwagę mnóstwo czynników, które mają wpływ na miejsce lokalizacji turbiny. Są to na przykład:

- trzymanie się standardów neutralnej kolorystyki elektrowni wiatrowych, tak aby nie ingerowały one zbyt mocno w otoczenie,
- wybieranie elektrowni wiatrowych o 3 łopatach wirnika (śmigłach), gdyż według opinii publicznej są one najładniejsze oraz najbardziej harmonijne z otoczeniem,
- ustawienie takiego samego kierunku obrotu wszystkich elektrowni w obrębie farmy wiatrowej,
- lokalizacja parku wiatrowego, który nie będzie przystaniał pomników przyrody, zabytków itp.,
- wybór tego samego modelu maszyn pochodzących od tego samego producenta, aby zniwelować różnice wyglądu,
- zmniejszenie ilości wiatraków dzięki zastosowaniu elektrowni o większych mocach,
- organizacja tymczasowych dojazdów i placów montażowo-składowych, żeby nie
- rozbudowywać niepotrzebnie infrastruktury drogowej,
- umiejscowienie kabli pod ziemią, tak aby były one niewidoczne.



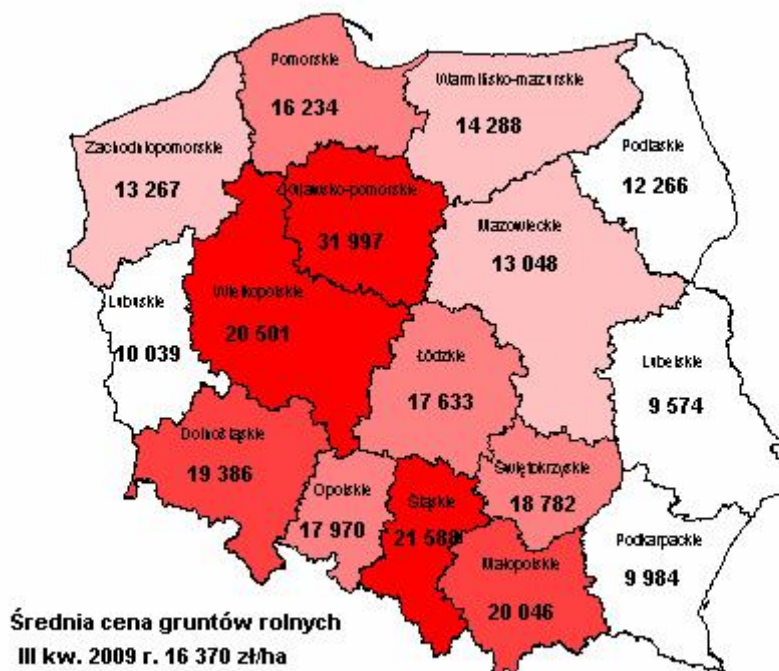
Inną sprawą jest fakt, iż elektrownie wiatrowe wpływają pozytywnie na turystykę - przyciągają co roku sporą liczbę odwiedzających, zainteresowanych obejrzeniem z bliska majestatycznych wiatraków.

4.6 Ceny gruntów

Wpływ parków wiatrowych na ceny gruntów jest nieznaczny. Parki wiatrowe powstają najczęściej na terenach rolniczych, rzadziej na łąkach i nieużytkach, które to mają określone swoje przeznaczenie w Miejscowym Planie Zagospodarowania Przestrzennego. To właśnie w tym dokumencie każda działka ma określone swoje przeznaczenie np. rolnicze, budowlane, nieużytki. Aby zmienić przeznaczenie działki należy wnioskować do odpowiedniego urzędu do wydanie pozwolenia

na tą zmianę oraz uiścić stosowną opłatę. Jest to proces na tyle skomplikowany i drogi, że w praktyce rzadko kto się na niego decyduje.

Postawienie parku wiatrowego w sensownej odległości około 400 – 500 metrów od miejsc zabudowań jest odległością na tyle dużą, że w żaden sposób nie ingerują one w plany społeczności lokalnych. Natomiast ceny gruntów zależą wyłącznie od klasy ziemi, a nie od obiektów, które znajdują się w jego bliskim sąsiedztwie.



Rysunek: średnie ceny gruntów rolnych w III kwartale 2009 roku²⁸

²⁸ www.bankier.pl

5. Bibliografia

„Energia w czasach kryzysu”, red. nauk. K. Kuziński, Diffin, W-wa 2006,

„Zarządzanie w energetyce”, red. nauk. A. Chochowski, F. Krawiec, Diffin, W-wa 2008,

„Inżynieria wiatrowa – podstawy i zastosowania”, A. Flaga, Arkady, W-wa 2008,

„Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym”, Z. Lubośny, WNT, W-wa 2009,

Ustawa Prawo energetyczne,

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku,

Encyklopedia PWN

6. Źródła internetowe

www.pga.org.pl

www.psew.pl

www.bankier.pl

www.pl.wikipedia.org

www.windpower.com

www.profon.xq.pl

www.ewea.org

www.abcbirds.org

www.psew.pl

www.ure.gov.pl

www.pigeo.pl

www.postcarbon.pl

www.windtalk.pl

www.energiaodnawialna.net

www.agroenergetyka.pl

www.pse-operator.pl

www.pga.org.pl

www.cire.pl

<http://acce.apsl.edu.pl>

www.peakoil.pl/p/wiatr