

# Ocena ryzyka eksploatacji lądowych elektrowni wiatrowych w Polsce dla potrzeb ich ubezpieczeń od niektórych zdarzeń losowych

Stanisław Wieteska\*

**Streszczenie:** *Cel* – Ważnym elementem rozwoju energetyki w Polsce ze źródeł odnawialnych są elektrownie wiatrowe. W artykule skoncentrowano uwagę na lądowych elektrowniach wiatrowych. Przedstawiono podstawowe pojęcia związane z energetyką wiatrową i skalę produkcji energii elektrycznej za pomocą siłowni wiatrowych. Dokonano także ogólnej charakterystyki elektrowni wiatrowej, jej zalet, możliwości zastosowania. W końcowej części przedstawiono ubezpieczeniowy punkt widzenia, tj. zakres odpowiedzialności, sumę ubezpieczenia, składkę oraz założenia do ogólnych warunków ubezpieczeń.

**Słowa kluczowe:** elektrownie wiatrowe, ubezpieczenia majątkowe

## Wprowadzenie

Ważnym elementem w rozwoju energetyki nie tylko w Polsce jest stopniowe przestawianie energetyki opartej na węglu na energetykę ze źródeł odnawialnych. Do energii odnawialnej zaliczamy energetykę wiatrową. Dyrektywa 2009/WE zakłada wytwarzanie 15% energii ze źródeł odnawialnych do 2020 roku. Pod pojęciem eksploatacji rozumiemy będziemy użytkowanie i obsługiwanie konstrukcji siłowni wiatrowych.

Jak wiadomo, elektrownie wiatrowe mogą być zlokalizowane na lądzie i na morzu. W artykule koncentrujemy uwagę na elektrowniach lądowych. Elektrownie zlokalizowane na morzu wymagają odrębnego opracowania. Pierwsza planowana energetyka wiatrowa na morzu Bałtyckim jest przewidziana około roku 2020 (Wójcik, Stryjecki, 2015). Jak każda działalność, także energetyka wiatrowa narażona jest na różne zagrożenia.

Celem artykułu jest ocena ryzyka eksploatacji elektrowni wiatrowych lądowych oraz propozycja ogólnej koncepcji ubezpieczenia siłowni wiatrowej jako konstrukcji budowlanej. Artykuł napisano w oparciu o załączoną literaturę przedmiotu. Zaprezentowano w nim założenia do nowego produktu ubezpieczeniowego, który powinien być wykorzystany przez zakłady ubezpieczeń prowadzące działalność w grupie ubezpieczeń majątkowych.

---

\* prof. zw. dr hab. Stanisław Wieteska, Uniwersytet Łódzki, Katedra Ubezpieczeń, e-mail: sekubez@uni.lodz.pl.

Treść artykułu powinna być przydatna pośrednictwu ubezpieczeniowemu, marketingowemu, aktuarialnemu, a także właścicielom elektrowni wiatrowych.

## 1. Prawne aspekty budowy elektrowni wiatrowych w Polsce

W dniu 20 maja 2016 roku weszła w życie ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych (Dz.U. 2016, poz. 961). Jej celem jest m.in. określenie:

- warunków i trybu lokalizacji i budowy elektrowni wiatrowych,
- warunków lokalizacji elektrowni wiatrowych w sąsiedztwie istniejącej albo planowanej zabudowy.

Ustawa przewiduje lokalizację wiatraków co najmniej w odległości 10-krotnej ich wysokości od osiedli mieszkaniowych i sąsiedztwie przyrodniczych obiektów, co stanowić może promień około 1,2–2 km. W myśl ustawy za elektrownię wiatrową uznaje się budowlę w rozumieniu przepisów prawa budowlanego, tzn. budowlę, która składa się z fundamentów, wieży, elementów technicznych. Przez elementy techniczne ustawodawca rozumie wirnik z zespołem łopat, zespół przeniesienia napędu, generator prądu, układ sterowania i zespół gondoli wraz z mocowaniem i mechanizmem obrotu. Ustawodawca nie sprecyzował pojęcia wieży. Elektrownia wiatrowa musi mieć moc większą niż moc mikroinstalacji w rozumieniu ustawy art. 29 o odnawialnych źródłach energii, tzn. nie większą niż 40 kW, przyłączoną do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 100 kV o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu nie większej niż 120 kW. Pod pojęciem farmy wiatrowej rozumiemy eksploatację co najmniej dwóch turbin wiatrowych.

Ustawa zabrania rozbudowy istniejących elektrowni wiatrowych, w tym przez tzw. *re-powering*, czyli podnoszenie mocy turbin przez umieszczanie ich na wyższych wieżach. Konsekwencje ustawy:

1. Przyjęta relacja między wysokością wieży a najbliższymi zabudowaniami i terenami chronionymi jest zbyt rygorystyczna, gdyż będą trudności w znalezieniu lokalizacji<sup>1</sup>. W szczególności dyskusyjny jest zapis, który mówi, że odległość, w której mogą być zlokalizowane budowle o funkcji mieszkalnej jest równa lub większa od 10-krotności wysokości elektrowni wiatrowej mierzonej od poziomu gruntu do najwyższego punktu budowli wliczając w to elementy techniczne, w szczególności wirnik wraz z łopatom.
2. Zakłóca wykonanie już istniejących oraz planowanie nowych planów przestrzennego zagospodarowania gmin i powiatów oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.
3. Każde zmiany planów przestrzennego zagospodarowania to wydłużenie okresów na lokalizację wiatrowni.

---

<sup>1</sup> Warto zauważyć, że najwyższe wiatraki to 210 m (koło Nowego Tomysła), 150–180 m. w dużych farmach wiatrowych. Również w Polsce posiadamy 1098 obszarów Natura 2000, 1418 rezerwatów przyrody, 122 parki krajobrazowe, 23 parki narodowe.

W sumie pojawienie się ustawy o porządkowaniu lokalizacji elektrowni wiatrowych wprowadza wiele kontrowersyjnych decyzji utrudniających ich rozwój<sup>2</sup>. Inwestycja w farmy wiatrowe jest procesem skomplikowanym, długotrwałym, zbiurokratyzowanym i wymagającym spełnienia wielu uwarunkowań (Szkłarska, 2011).

Praktyka dowodzi, że aby uruchomić elektrownię wiatrową, wymagane jest wiele opinii, świadectw, spełnienia wielu warunków. Wszystko to obarczone jest przepisami prawa i wyznaczonymi terminami (por. Barzyk, 2011, s. 18–20).

## 2. Skala produkcji energii odnawialnej wiatrowej w Polsce w latach 2000–2014

Największy udział w produkcji energii elektrycznej wytwarzanej za pomocą energii wiatrowej jest w Danii, Hiszpanii, Portugalii, Irlandii i Niemczech (Surma, 2012). Najwięcej elektrowni wiatrowych w Polsce powstało po 2005 roku. Na koniec 2015 roku łączna moc wiatraków wynosi około 4,6 MW, co stanowi około 6,2% całej produkcji energii, czyli około 71% całości źródeł energii ze źródeł odnawialnych. W latach 2007–2014 inwestycje w energię wiatrową wyniosły 22,4 mld zł. Z tego tytułu około 5 mln zł podatku trafiło do gmin (Krzyżanowska, 2016). Stan produkcji energii odnawialnej wiatrowej przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1**

Produkcja odnawialnej energii wiatrowej (tys. toe<sup>a</sup>)

Lata	Produkcja energii odnawialnej wiatrowej
2000	0,46
2005	12,00
2010	143,00
2013	516,00
2014 <sup>b</sup>	660,00

<sup>a</sup> toe – tona oleju ekwiwalentnego (umownego) – stosowana w bilansach międzynarodowych jednostka miary energii; oznacza ilość energii, jaka może zostać wyprodukowana ze spalania jednej metrycznej tony ropy naftowej. Jedna tona oleju umownego równa jest 41,868 GJ lub 11,63 MWh.

<sup>b</sup> – dane nieostateczne.

Źródło: Rocznik Statystyczny GUS, tabl. 3 (129), s. 220.

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że nastąpił bardzo dynamiczny wzrost produkcji energii z wykorzystaniem siłowni wiatrowej w Polsce. Biorąc pod uwagę założenia inwestycyjne na najbliższe lata w zakresie energii odnawialnej, należy przyjąć dalszy jej rozwój. Najwięcej elektrowni (stan na koniec 2012 r.) zlokalizowanych jest w województwach kujawsko-pomorskim (192), łódzkim (90), mazowieckim (28), wielkopolskim (76)

<sup>2</sup> Obszerną dyskusję na temat skutków omawianej ustawy można znaleźć: *Koniec wiatrowego eldorado...*

oraz zachodniopomorskim (28). Pod względem mocy największe są elektrownie: Margonin (wielkopolskie – 120 MW), Mieszków (wielkopolskie – 120 MW) oraz Zajczkowo i Wiedziane (90 MW).

Zgodnie z polskim dokumentem pt. „Krajowy plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych” do 2020 roku moc zainstalowanych farm wiatrowych powinna wynieść 6650 MW, z czego 500 MW w farmach zlokalizowanych na morzu (Majchrzak, 2014). Mówimy tutaj o morskich farmach wiatrowych (tzw. projekty offshore).

Coraz większą uwagę zwraca się na możliwości wykorzystania energii wiatru w obszarach miejskich. Lokalizacja przestrzenna budynków, wysokość, ich architektura stwarzają specyficzne ruchy aerodynamiczne przepływu wiatrów (Klemm, 2011). Interesujące jest zastosowanie turbin o pionowej osi obrotu, aby produkować niewielką ilość energii elektrycznej. Podejmowane są próby wykorzystania porywów wiatru jako energii silników wiatrowych (Pudlik, 2003).

### **3. Ogólna charakterystyka funkcjonowania elektrowni wiatrowych w Polsce**

Zgodnie z art. 141 Ustawy z 27.04.2001 roku Prawo środowiska (Dz.U. 2013, poz. 1232) eksploatacja instalacji lub urządzenia nie powinna powodować przekroczenia standardów emisyjnych. Z art. 144 ust. 2 tejże ustawy wynika, że eksploatacja instalacji powodująca emisję hałasu nie powinna przekraczać ustalonych norm<sup>3</sup>. Zaletą siłowni wiatrowych jest m.in.:

- bezcenna energia wiatru,
- poprawa jakości powietrza unikając: CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, pyłów,
- brak odpadów,
- brak degradacji terenu,
- wykorzystanie wiatru nie powoduje spadku poziomu wód podziemnych,
- technologia nie wymaga dużej powierzchni.

Przeprowadzone badania ankietowe wykazały, że (Bielecki, 2015):

- osoby mieszkające w pobliżu farmy wiatrowej nie dostrzegają wielu negatywnych skutków tego faktu, co może świadczyć o ich przyzwyczajeniu,
- osoby mieszkające na terenach, na których ma powstać farma wiatrowa, to w większości przeciwnicy energetyki wiatrowej,
- osoby mieszkające w miejscach pozbawionych perspektyw budowy farmy wiatrowej zajmują pozycję neutralną.

Warto wspomnieć, że elektrownie wiatrowe są źródłem konfliktów społecznych. Protesty lokalnej ludności dotyczą lokalizacji elektrowni wiatrowych, decyzji środowiskowych; protestuje też środowisko polityczne. Obawy ludności w zakresie oddziaływania siłowni wiatrowych to (Kaczorowski, 2014):

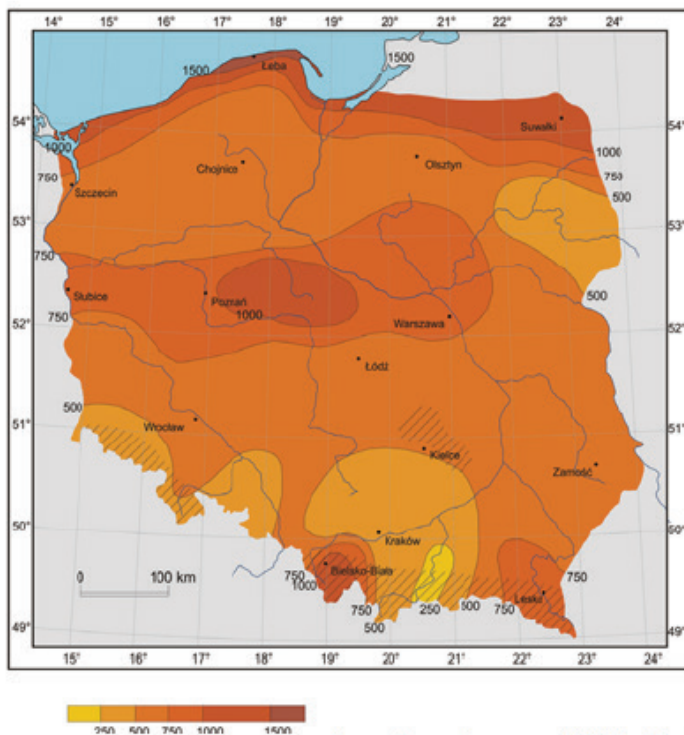
---

<sup>3</sup> Normy ustalono Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz.U. 2014, poz. 112).

- pogorszenie się komfortu życia (hałas, efekt migotania – 94%),
- obawy o spadek cen nieruchomości (76%),
- obawy o zdrowie (72%),
- dewastacja krajobrazu (56%),
- negatywny wpływ na środowisko, przyrodę (44%).

Warto także wspomnieć o oddziaływaniu elektrowni wiatrowych na zdrowie człowieka (Kasner, 2015). Zużywalność materiału, z którego zbudowane są wiatraki, powoduje zagrożenie dla chorób układu oddechowego, zmian klimatu, wytwarzanie związków ekotoksycznych, a nawet rakotwórczych. Dodatkowo turbiny wiatrowe powodują (Tompsonski, Piasecka i in., 2015, s. 153):

- generowanie hałasu ultradźwiękowego (tj. na poziomie 2–20 Hz),
- migotania cienia (efekt stroboskopowy) oddziałujący na psychikę,
- odbicia promieni słonecznych,
- wibracje (drgania o niskiej częstotliwości mogą powodować zaburzenia snu).



**Rysunek 1.** Wiatr – energia użyteczna wiatru ( $\text{kWh/m}^2/\text{rok}$ ) na wysokości 10 m n.p.g. w terenie otwartym i klasie szorstkości 0–1

Źródło: Lorenc (2005), s. 20.

Ważnym elementem jest poszukiwanie miejsc lokalizacji o największej produktywności energii wiatru. W tym celu wykorzystuje się dane IMGW, a także Międzynarodową Sieć na rzecz Ujednoliconych i Autoryzowanych Pomiarów w Energetyce Wiatrowej (MEASNET) (Synowski, Kowalski, 2009). Budowane są odpowiednie mapy topograficzne.

Granicą opłacalności wykorzystania elektrowni wiatrowych jest wiatr w przedziale 5,5 m/s – 7 m/s (Soliński, Soliński, 2004). Ważna jest lokalizacja elektrowni wiatrowych, w której występuje całoroczna jej praca. Prowadzone prace badawcze przez IMGW doprowadziły do zbudowania map zasobów energetycznych energii wiatru w Polsce (rys. 1).

Na rysunku 1 widzimy zróżnicowaną regionalnie siłę energetyczną wiatrów w Polsce. Wskazuje ona jednocześnie na najbardziej efektywne lokalizacje elektrowni wiatrowych.

#### **4. Warunki ubezpieczenia elektrowni wiatrowych**

Jak wiadomo, każdy zakład ubezpieczeń dąży do uzyskania maksymalnie dużej wiedzy o ubezpieczanym przedmiocie, zwłaszcza gdy są to ryzyka wyjątkowe, z którymi nie miał do czynienia w przeszłości. Zakłady ubezpieczeń podchodzą więc bardzo ostrożnie do ubezpieczanych obiektów. I w naszym przypadku zakłady ubezpieczeń dążą do zbierania szczegółowych informacji o funkcjonujących już elektrowniach wiatrowych. Proces ten nazywać będziemy oceną ryzyka. Ważnym elementem jest zarysowanie maksymalnej ilości obiektów elektrowni wiatrowych możliwych do ubezpieczenia. Elektrownie lądowe możemy podzielić na przydomowe i farmy (zbiory wiatraków produkujących energię elektryczną). Bierzemy pod uwagę elektrownie wiatrowe będące obecnie w eksploatacji, a także objęte planami gospodarczymi. Najwięcej w Polsce jest elektrowni wiatrowych lądowych.

Ochroną ubezpieczeniową mogą być objęte przydomowe elektrownie wiatrowe (Żabicki, 2003). Są to elektrownie wytwarzające energię elektryczną dla potrzeb gospodarstw domowych czy gospodarstw rolnych. Do innych przyszłościowych zastosowań energetyki wiatrowej należy zaliczyć:

- wspomaganie zasilania jednostek pływających,
- dla statków produkujących wodór podczas wykorzystania wiatru,
- boje nawigacyjne,
- nawodne turbiny wodne,
- w ekologicznych miastach.

Począwszy od 2011 roku następuje proces wycofywania starych turbin wiatrowych i zamiana ich na technologie nowych generacji, zjawisko to nazywa się repoweringiem (Bakoń, 2012, s. 32–36). Jak każdy obiekt budowlany, tak i elektrownie wiatrowe powinny spełniać określone warunki, aby mogły być objęte ochroną ubezpieczeniową. Do najważniejszych warunków należy zaliczyć m.in.:

- tablice informacyjne o zagrożeniach, sprzęt przeciwpożarowy i przeciw porażeniowy, sprzęt ochrony osobistej, sprzęt ewakuacyjny, dokumentacje elektrowni wiatrowych,

- okresowe, tj. co 2 lata, przeglądy stanu technicznego elektrowni wiatrowych; ten cykliczny przegląd przyczynia się do naprawienia szkód, wymiany zużytych części, konserwacji turbiny, łopat, czyli do zapewnienia bezpieczeństwa funkcjonowania elektrowni wiatrowych; szczególnie ważne są raporty napraw w całym okresie eksploatacji (Wysoczański, 2015, s. 33–34),
- podporządkowanie elektrowni wiatrowych ich zarządowi technicznemu (August, 2013, s. 24–26).

Zaletą zarządu technicznego jest m.in.:

- nadzór nad stanem technicznym wraz z całą infrastrukturą,
- stabilny rozwój elektrowni wiatrowych,
- nadzór nad spełnieniem wymogów prawa,
- nadzór nad prowadzeniem dokumentacji technicznej.

Zarząd techniczny może i powinien zbierać wszelkie informacje o szkodach powstałych w czasie eksploatacji. Jest to ważne dla zakładów ubezpieczeń z punktu widzenia oceny ryzyka ubezpieczeniowego, kalkulacji stóp składek, systemu zwyczaj i zniżek składek, a także likwidacji szkód.

Systematyczna konserwacja turbin wiatrowych powinna być przeprowadzana przez operatora serwisowego (Krampitz, Schmitz, 2014, s. 36–37). Jednym z zagrożeń jest zagrożenie pożarowe, gdyż występuje dużo źródeł pożarów (np. brak smarów, mechaniczne uszkodzenie prądnic). Ważna jest więc profesjonalnie wykonana instalacja zabezpieczenia przeciwpożarowego turbin wiatrowych (Cieślak, 2012, s. 71–81). Wiadomym jest, że elektrownia wiatrowa z technicznego punktu widzenia jest maszyną o wymaganiach przemysłowych dotyczących eksploatacji. Stąd podejmowane są próby sterowania systemem urządzeń zawartych poprzez komputer (Szczerba, 2013, s. 46–48). Takie rozwiązania są już stosowane przez tzw. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA). Dzięki takiemu rozwiązaniu posiadamy stały monitoring funkcjonowania elektrowni wiatrowej. System SCADA może m.in. na bieżąco alarmować centrum diagnostyczne o wystąpieniu w elektrowni zdarzeń niepożądanych lub wymagających interwencji operatora. Rejestracja tych zdarzeń i ich skutków jest bardzo cenna dla zakładów ubezpieczeń.

Wiatraki powinny posiadać odpowiednie oświetlenie nocą, żeby były widoczne dla statków powietrznych (Karliński, 2005, 68–69). Poza tym pomocą w realizacji farm wiatrowych jest *due diligence* (Szklarska, 2012, s. 14–15) polegające na poddaniu szczegółowej analizie kluczowych czynników wpływających na efektywność jej funkcjonowania. Są to czynniki ekonomiczne, techniczne, prawne i środowiskowe.

## 5. Zakres odpowiedzialności zakładu ubezpieczeń

Na rynku ubezpieczeń pierwsze próby ubezpieczenia farm wiatrowych podjęły towarzystwa ubezpieczeniowe Gothaer SA. Firma ta oferuje ubezpieczenie od błędów eksploatacyjnych i nagłego oddziaływania czynników atmosferycznych. Z punktu widzenia zakładu



ubezpieczeń ochroną ubezpieczeniową mogą być objęte jedynie zdarzenia losowe, jakie są związane z eksploatacją elektrowni wiatrowej.

Przedmiotem ubezpieczenia mogą być:

- pojedyncze wiatraki,
- zbiory wiatraków (farmy wiatrowe),
- małe elektrownie dla potrzeb gospodarstwa rolnego (domowego) (Mrozowski, 2015, s. 15–16),
- elektrownie wiatrowe zlokalizowane w pobliżu zakładów przemysłowych i obiektów użyteczności publicznej.

Zwróćmy obecnie uwagę na zagrożenia, na jakie narażone są elektrownie wiatrowe.

W pierwszej kolejności mówi się o awariach elektrowni wiatrowych, które mogą dotyczyć:

- turbin wiatrowych (uszkodzenia mechaniczne elementów, przekładni, płatów śmigieł),
- systemów sterowania.

Warto zwrócić uwagę, że do awarii elektrowni wiatrowych może dojść na:

- terenach osuwiskowych, w szczególności tereny południowo wschodniej Polski,
- w czasie naturalnych wstrząsów sejsmicznych i parasejsmicznych (spowodowane działalnością człowieka, np. na terenach eksploatacji górniczej).

Drugim zagrożeniem są pożary turbin. W latach 2001–2009 zarejestrowano 133 pożary (Sowa, 2011).

Trzecim zagrożeniem dla elektrowni wiatrowych mogą być oblodzenia łopatek (Bakoń, 2015, s. 22–25). Jak wiadomo, elektrownie wiatrowe mogą pracować w temperaturze do  $-40^{\circ}\text{C}$ . W przypadku nagłego spadku temperatury może dojść do oblodzenia śmigieł. Zgromadzony lód na śmigłach może powodować ich uszkodzenie, a kawałki lodu mogą być wyrzucane w czasie pracy śmigieł nawet na kilkaset metrów. W latach 1990–2005 stwierdzono 880 takich przypadków. Do innych skutków oblodzenia należy zaliczyć m.in.:

- stratę mocy, okresowe zatrzymanie siłowni,
- błędy wskazań przyrządów,
- zwiększenie masy łopat i nierównomierny rozkład lodu,
- wzrost hałasu i kosztów eksploatacji, wibracje.

W celu odlodzenia łopat mogą być zastosowane metody termiczne, chemiczne i mechaniczne.

Czwartym obszarem zagrożenia są kolizje z ptakami. Wiadomym jest, że lokalizacja farm wiatrowych stanowi zagrożenie dla ptaków. Jak się okazuje, kolizje ptaków z łopatkami rotorów są sporadyczne (Dudek, 2014, s. 30–31). O kolizji ptaków z wiatrakami decyduje wiele czynników (np. techniczne, prędkość kątowna, rodzaj ptaków). Kolizje z ptakami mogą uszkodzić łopatki wirników.

Wśród innych zagrożeń dla elektrowni wiatrowych wymienia się m.in. wyładowania atmosferyczne. Dla przykładu, obserwacje w Niemczech, Danii i Hiszpanii wykazały (Sowa, Wincencik, 2008, s. 179–180):

- 4–8 uszkodzeń na 100 elektrowni spowodowanych przez pioruny,



- około 14 uszkodzeń na 100 elektrowni w przypadku terenów górzystych i podgórskich.

Najczęściej uszkodzenia dotyczą: w 7–10% łopat wirników, w 48–51% systemu sterowania oraz w 20–23% systemu elektroenergetycznego. Może dojść również do przepięcia z sieci, a współczesnym zagrożeniem dla elektrowni wiatrowych mogą być bezzałogowe statki powietrzne zwane popularnie dronami. Awarie turbin przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2**

Liczba udokumentowanych uszkodzeń powodujących wyłączenie turbiny wiatrowej w Polsce w latach 2005–2011

Rok	Łączna liczba udokumentowanych przypadków w danym roku	Liczba przypadków, w których zostali poszkodowani ludzie
2005	70	3
2006	82	5
2007	121	4
2008	128	9
2009	127	7
2010	98	6
2011 (do 30.06)	51	5
Łącznie	677	39

Źródło: Bakoń (2011), s. 47.

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że przeciętnie rejestruje się rocznie około 98 udokumentowanych uszkodzeń turbin wiatrowych oraz około 6 przypadków poszkodowania ludzi.

## 6. Suma ubezpieczenia

Aby określić sumę ubezpieczenia, konieczna jest analiza kosztów budowy farmy wiatrowej. Badania wykazują, że około 6,6 mln zł kosztuje 1 MW (Łul, 2013, s. 35–36). Należy zauważyć, że wartości te, w zależności od zastosowanych technologii i miejsca instalacji mogą się zawierać w granicach 4,4–8 mln zł na 1 MW<sup>4</sup>.

Dla potrzeb ustalenia odszkodowań i sumy ubezpieczenia koniecznością jest znajomość struktury kosztów budowy siłowni wiatrowych. Szczegółowy podział kosztów budowy siłowni wiatrowej jest następujący (Kukuła, Falkowski, 2012, s. 37):

- gondola wraz z generatorem (56%),
- piasta i łopaty wirnika (28%),
- fundamenty z wieżą (19%),
- koszty transportu i budowy (3%) (Piernikarski, 2014, s. 21–23).

<sup>4</sup> W przypadku elektrowni morskich koszty budowy znacznie wzrastają (decydują o tym koszty budowy fundamentów na głębokościach 20 czy 50 m, systemy połączeń z lądem, a także wzmocnienie sztucznej wyspy).

Szacuje się, że dla turbiny wiatrowej na lądzie o mocy 10–3000 kW koszt zainstalowania wynosi 950–1500 euro/kW. Koszty operacyjne i obsługi wynoszą około 0,01 euro/kWh<sup>5</sup>. W przypadku zastosowania zasobników energii regulujących napięcia i moc turbin, koszty budowy znacznie wzrastają (Kłos, 2008, s. 58–62). Koszt energetyki wiatrowej lądowej wynosi 60 euro/MWh, zaś morskiej 90 euro/MWh.

Warto wspomnieć, że w PGE przeszacowuje się wartość wiatraków obniżając ich cenę (Wieczerek-Krusinska, 2016). Łączne przeszacowania mają wynieść około 0,8 mld zł. Każde przeszacowanie obniża sumę ubezpieczenia, na które mogą być ubezpieczone wiatraki. Jest to efekt zmian w otoczeniu rynkowym (spadki cen zielonych certyfikatów) i regulacyjnym.

Ponadto koszty eksploatacji obejmować mogą koszty:

- niezbędnego serwisu,
- eksploatacji dźwigu.

Zakłady ubezpieczeń nie posiadają jak dotychczas likwidatorów szkód w tego typu obiektach budowlanych. Stąd siłą rzeczy muszą korzystać z eksperckich firm po to, by ustalić prawdziwą przyczynę awarii elektrowni wiatrowej i obliczyć wysokość odszkodowań.

## 7. Częstość uszkodzeń elementów siłowni wiatrowych

Ważnym elementem dla zakładów ubezpieczeń jest obliczenie składki ubezpieczeniowej. Aby jednak ją policzyć, konieczne jest obliczenie rocznej częstości szkód, a następnie stopy składki. Analizujemy struktury szkód w czasie. Do najczęstszych uszkodzeń gondoli należy zaliczyć (Bakoń, 2011, s. 46) uszkodzenia: przekładni (21%), generatora (17%), łożysk (15%), wirnika (14%), hamulców (5%), układów hydraulicznych (4%), sterowania (3%).

Według badań T. Bakonia w latach 2001–2011 udokumentowano (Bakoń, 2011, s. 47): 169 uszkodzeń łopat wirnikowych, 150 pożarów, 92 uszkodzenia materiału, 22 oblodzenia. Poza tym powstały 72 szkody w transporcie, 88 kolizji z ptakami, 72 z winy człowieka, a także 221 – z niesklasyfikowanych przyczyn.

Struktura procentowa szkód dla turbin od 1–2,5 MW okazała się następująca: systemy CMS/SCADA (31%); elektronika (21%); przekładnia (20%); wirnik i łopaty (11%); generatory (11%); wiatr (7%); fundamenty (1%); wieża (1%).

W latach 2009–2011 średnioroczna liczba szkód wynosi: oberwanie łopat 19, pożarów 10, uszkodzeń materiałów 12, oblodzeń 1, kolizje z ptakami 14, z winy człowieka 8, niesklasyfikowane 26. W Polsce w tym czasie było eksploatowanych 859 wiatraków. Biorąc powyższe zdarzenia pod uwagę, roczną częstość szkód możemy obliczyć:

$$\text{stopa składki netto } 16,4/859 = 0,019.$$

<sup>5</sup> Jakość zasilania – poradnik *Generacja rozproszona i odnawialne źródła energii. Integracja i przyłączanie do sieci*, Polskie Centrum Promocji Miedzi COPPER, s. 14.

Zatem stopę składki z uwzględnieniem kosztów działalności zakładu ubezpieczeń można oszacować na poziomie około 2,71% sumy ubezpieczenia.

Jak łatwo zauważyć, składka powinna być uzależniona od wieku elektrowni wiatrowej, stanu technicznego. Wieloletni okres eksploatacji pozwala na wznowienie umów ubezpieczeniowych z uwzględnieniem systemów *bonus-malus*. Te elementy ubezpieczenia wymagają jednak szczegółowych empirycznych badań.

## Uwagi końcowe

Przedstawiona problematyka elektrowni wiatrowych okazuje się bardzo złożona i specyficzna pod względem przedmiotu ubezpieczenia. Z przeprowadzonych rozważań nasuwają się następujące wnioski:

1. Nie ulega wątpliwości, że należy objąć ochroną ubezpieczeniową i ten rodzaj odnawialnych źródeł energii.
2. Wiele szkód spowodowanych w czasie eksploatacji elektrowni wiatrowych ma losowy charakter. Jak pokazują dane statystyczne, obserwujemy ich coraz mniej, co można interpretować jako produkcję elektrowni wiatrowych coraz lepszej jakości.
3. Konieczne są realne ustanowienia aktów prawnych regulujących powstawanie i funkcjonowanie elektrowni wiatrowych.

Praca nie wyczerpała podjętej problematyki. Konieczne są dalsze badania, które powinny pójść w kierunku obserwacji ubezpieczonych elektrowni wiatrowych ze strony zakładów ubezpieczeń.

## Literatura

- August, M. (2013). Elektrownie wiatrowe – kompleksowy zarząd techniczny. *Czysta Energia*, 9.
- Bakoń, T. (2011). Uszkodzenia turbin wiatrowych i bezinwazyjne metody ich wczesnego wykrywania. *Elektro info*, 11.
- Bakoń, T. (2015). Zapobieganie i usuwanie oblodzenia w elektrowniach wiatrowych. *Elektro info*, 9.
- Bakoń, T., Krzemińska, A. (2012). Repowering w energetyce wiatrowej. *Elektro.info*, 12.
- Barzyk, G. (2011). Aspekty eksploatacji elektrowni wiatrowe. *Czysta Energia*, 11.
- Bielecki, S. (2015). Wpływ energetyki wiatrowej na otoczenie naturalne – opinie ludności. *Energetyka*.
- Cieślak, M. (2012). *Koncepcja ochrony przeciwpożarowej oraz certyfikacji systemów przeciwpożarowych elektrowni wiatrowych*. Józefów: CNBOP-PIB.
- Czekalski, D. (2009). Koszty budowy farm wiatrowych. *Wieś Jutra*, 7–8.
- Dudek, K. (2014). Czy naprawdę wiatraki są szkodliwe dla ptaków? *Czysta Energia*, 11.
- Dul, Ł. (2013). Ocena opłacalności farm wiatrowych. *Polska Energetyka Słoneczna*, 1–4.
- Kaczorowski, M. (2014). Konflikty społeczne w energetyce wiatrowej. *Czysta Energia*, 7–8.
- Karliński, L., Maksymiuk, M. (2005). Przeszkody lotnicze. *Elektro.info*, 6.
- Kasner, R. (2015). Analiza wpływu elektrowni wiatrowych na środowisko atmosferyczne. *Ekologia i Technika*, 6.
- Klemm, K. (2011). Przepływ wiatru w terenie miejskim i możliwości jego wykorzystania. *Polska Energetyka Słoneczna*, 1.
- Klonowski, M. (2012). Współczesne rozwiązania małych elektrowni wiatrowych. *Czysta Energia*, 7–8.
- Kłos, M., Paska, J. (2008). Elektrownia wiatrowa z zasobnikiem energii. *Przegląd Elektrotechniczny*, 2.
- Koniec wiatrowego eldorado. *Dziennik Gazeta Prawna*, 8–10.07.2016, C12–C25.

- Krampitz, I., Schmitz, L. (2014). Dłuższa eksploatacja turbiny wiatrowej. *Czysta Energia*, 10.
- Krzyżanowska, A. (2016). Wiatraki daleko od ludzi. *Dziennik Gazeta Prawna*, 23 lutego.
- Kukuła, T., Falkowski, C. (2012). Farmy wiatrowe. *Miesięcznik Ubezpieczeniowy*, maj.
- Lorenc, H. (red.) (2005). *Atlas klimatu Polski*. Warszawa: IMGW.
- Majchrzak, H. (2014). Perspektywy rozwoju morskich farm. *Czysta Energia*, 11.
- Mrozowski, M. (2015). Czy mały wiatrak może zabezpieczyć dostawy energii dla mojego domu? *Czysta Energia*, 5.
- Protesty utrudnią budowę wiatraków wartych miliardy (2010). *Rzeczpospolita*, 7 lipca.
- Pudlik, M. (2003). *Porywy wiatru jako źródło energii*. Opole.
- Salach, S. (2014). Siłownie wiatrowe o pionowej osi obrotu. *Czysta Energia*, 10.
- Soliński, B., Soliński, I. (2004). Ceny ofertowe energii elektrycznej w sektorze energetyki wiatrowej w Polsce. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 1.
- Sowa, A., Wincencik, K. (2008). Ochrona przed zagrożeniami stwarzanymi przez prądy udarowe podczas bezpośrednich wyładowań piorunowych w elektrowniach wiatrowych. *Energetyka*, marzec.
- Sowa, T. (2011). Podstawowe aspekty ochrony przepięciowej elektrowni wiatrowych. *Elektro.info*, 5.
- Surma, T. (2012). Rozwój energetyki wiatrowej w UE. *Czysta Energia*, 5.
- Synowski, R., Kowalski, P. (2009). Każdy raport wymaga indywidualnego podejścia. *Dziennik Gazeta Prawna*, 15 października.
- Szczerba, T. (2013). Elektrownie wiatrowe – systemy elektronicznego nadzoru pracy. *Czysta Energia*, 5.
- Szklarska, K. (2011). Kluczowe etapy procesu inwestycyjnego budowy farmy wiatrowej. *Czysta Energia*, 12.
- Szklarska, K., Bartosz, S. (2012). Due diligence farm wiatrowych. *Czysta Energia*, 2.
- Tomporowski, A., Piasecka, J. i in. (2015). Analiza wpływu dużej siłowni wiatrowej na zdrowie człowieka. *Ekologia i Technika*, 3.
- Wieczerek-Krusińska, A. (2016). Polskie wiatraki mocno tracą na wartości. *Rzeczpospolita*, 7 lipca.
- Wójcik, M., Stryjecki, M. (2014). Kiedy powstanie pierwsza polska farma wiatrowa na morzu? *Czysta Energia*, 5.
- Wysoczański, T. (2015). Przeglądy techniczne elektrowni wiatrowych. *Czysta Energia*, 4.
- Zwolińska-Mańczak, A. (2012). Prawne wymogi budowy przydomowej elektrowni wiatrowej. *Czysta Energia*, 2.
- Żabicki, D. (2003). Przydomowe elektrownie wiatrowe. *Czysta Energia*, 11.

#### **RISK ASSESSMENT OF OPERATION OF LAND-BASED WIND POWER PLANTS IN POLAND FOR THEIR INSURANCE FROM SOME RANDOM EVENTS**

**Abstract:** An important element of energy development in Poland from renewable sources are wind turbines. In the article we focus attention on land-based wind power plants. We introduce the basic concepts of the wind power industry and the scale of electricity production using wind turbines. Next, we make the overall characteristics of the wind power, its advantages, possibilities of application. In the final part we analyze the insurance aspects; extent of liability, the sum and the premium of insurance and general insurance conditions.

**Keywords:** wind power plants, non-life insurance

#### **Cytowanie**

- Wieteska, S. (2017). Ocena ryzyka eksploatacji lądowych elektrowni wiatrowych w Polsce dla potrzeb ich ubezpieczeń od niektórych zdarzeń. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1 (85), 519–530. DOI: 10.18276/rrfu.2017.1.85-41.