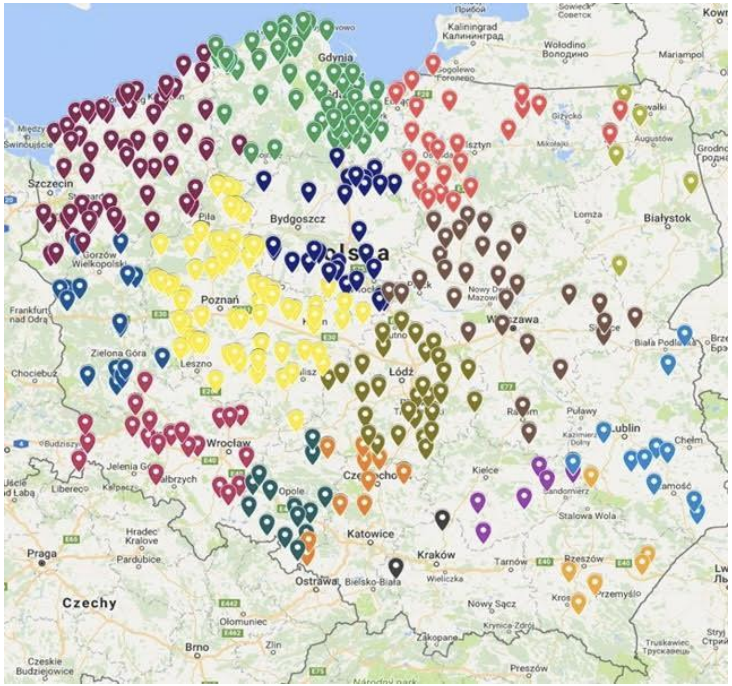
Zagrożenia pożarowe występujące na turbinach wiatrowych i ich neutralizacja

Wojciech Wiatr
Kierownik Zespołu Serwisowego na Turbinach Vestas

Skala Energetyki Wiatrowej w Polsce

1. Skala zjawiska i znaczenie bezpieczeństwa
2. Przyczyny pożarów
3. Rozwój pożaru na turbinie
4. Reakcja i przykład Ciołkowo
5. Systemy ochrony i neutralizacji
6. Procedury i szkolenia
7. Przykłady zdarzeń
8. Wnioski i podsumowanie



Skala Zjawiska

- Około 1% turbin na świecie doświadcza pożaru w czasie eksploatacji.
- Pożary odpowiadają za 10–30% wszystkich awarii skutkujących utratą turbiny.
- Główne przyczyny: instalacje elektryczne, tarcie mechaniczne, wyładowania atmosferyczne



Jak rozwija się pożar na turbinie wiatrowej?

- Pożar zwykle zaczyna się w gondoli (generator, transformator).
- Wysoka temperatura i ograniczona przestrzeń sprzyjają rozprzestrzenianiu.
- Ogień przechodzi na łopaty i wieżę.
- Materiały: kompozyty, oleje – łatwopalne, trudne do gaszenia.
- Efekt: szybka eskalacja, często całkowita utrata turbiny.



Wyładowanie Atmosferyczne



Wyładowanie Atmosferyczne





Działania w przypadku pożaru - przykład Ciołkowo

- Pożar łopaty w 2020 r. – wysokość ok. 180 m.
- Straż nie gasi turbiny – brak sprzętu o takim zasięgu.
- Działania: zabezpieczenie perymetru, obserwacja, śmigłowiec 700 l, drony termowizyjne.
- Straty ~1 mln zł.
- Typowy scenariusz: brak możliwości ugaszenia, skupienie na bezpieczeństwie ludzi.



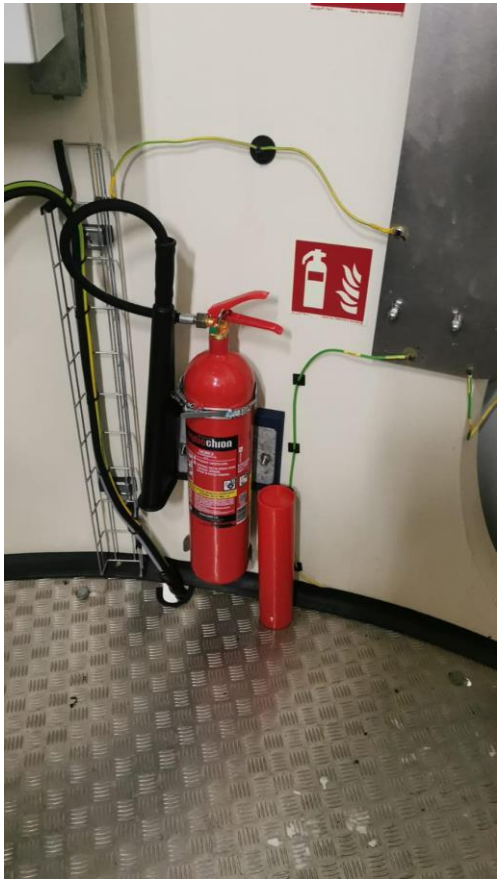
Systemy ochrony

- Ochrona aktywna i pasywna.
- Cel: zapobiec zapłonowi lub ograniczyć skutki.
- Połączenie systemów technicznych i organizacyjnych.



Gaśnice przenośne

- Dwie gaśnice śniegowe na turbinie: jedna w wieży, druga w gondoli.
- Służą wyłącznie do utorowania drogi i ewakuacji.
- Nie są przeznaczone do gaszenia turbiny.
- Poza Polską nie wszystkie turbiny mają gaśnice – zależy od konfiguracji.
- Przy każdej gaśnicy jest również koc gaśniczy



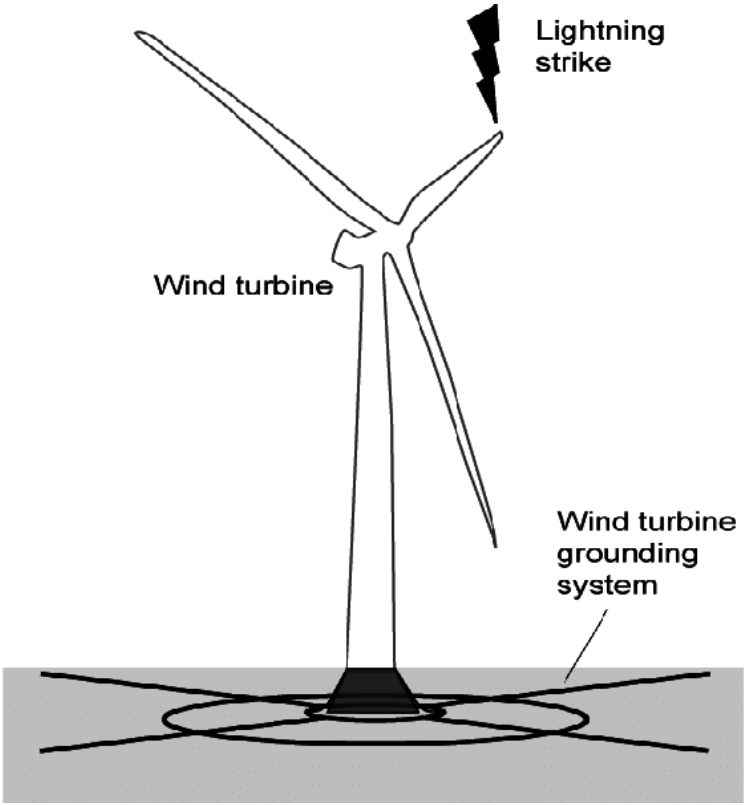
Gaśnicze systemy proszkowe

- Stosowane przy transformatorach i w gondoli w głównych szafach HV
- Proszek ABC/D (fosforany amonowe, węglany sodu).
- Działa przez odcięcie dopływu tlenu.
- System pod ciśnieniem, automatyczne uruchamianie.
- Połączony z czujnikami wykrywania łuku elektrycznego.



Ochrona przed piorunami - LPS

- Lightning Protection System– odprowadza ładunek z łopaty do ziemi.
- Chroni kompozyty przed przepaleniem.
- 60% uszkodzeń łopat to efekt błędów w systemach odgromowych.



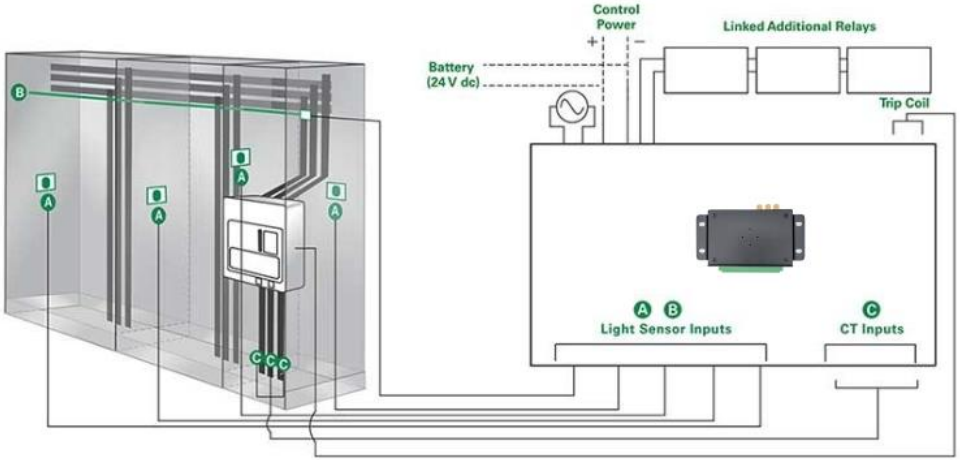
Rozdzielnia główna Switchgear i gaz SF6

- Switchgear – rozdzielnia łącząca turbinę z siecią.
- Zawiera gaz SF_6 (sześciofluorek siarki).
- SF_6: bardzo dobry izolator, gasi łuk elektryczny.
- GWP (Global Warming Potential) ~23 500 × CO_2.
- Trwają prace nad ekologicznymi zamiennikami.



Nowoczesne systemy wykrywania pożarów

- Czujniki optyczne (dym, płomień).
- Kamery IR/UV – wykrywanie przegrzewania.
- Detektory łuku elektrycznego.
- Monitoring dronami.
- Integracja z systemami SCADA – automatyczne wyłączenie turbiny.



Procedury organizacyjne i szkoleniowe

- Szkolenia GWO BST (Global Wind Organisation – Basic Safety Training):
  - praca na wysokości,
  - pierwsza pomoc,
  - gaszenie pożarów,
  - ewakuacja,
  - bezpieczeństwo elektryczne.
- Zunifikowane dla wszystkich producentów turbin.



Procedury organizacyjne i szkoleniowe

LOTO – Lock Out Tag Out – zabezpieczenie instalacji przed przypadkowym uruchomieniem.



Przykłady zdarzeń

- 2013 – Holandia (Ooltgensplaat): pożar, dwóch techników zginęło.



Przykłady zdarzeń

- 2020 – Polska, Ciołkowo - pożar łopaty - straty około 1 mln PLN.



Przykłady zdarzeń

- 2021 – Niemcy, pożar gondoli



Wnioski i rekomendacje

- Pożary są rzadkie, ale mają ogromne skutki.
- Brak jednolitych przepisów dot. wyposażenia PPOŻ.
- Zakres zabezpieczeń zależy od producenta i klienta.
- Kluczowe:
    - prewencja,
    - szybka detekcja,
    - szkolenie i ewakuacja.



Podsumowanie

Pożary turbin są trudne do ugaszenia.

- Celem jest ochrona ludzi i minimalizacja strat.
- Klucz: świadomość zagrożeń, prewencja i przygotowanie.



Wojciech Wiatr

Kierownik zespołu serwisowego wysokich napięć na elektrowniach wiatrowych