

Kraków, 11.10.2017 r.

Heat
not
Lost

Wybrane aspekty techniczne budowy i eksploatacji oraz bezpieczeństwa fotowoltaicznych i wiatrowych odnawialnych źródeł energii

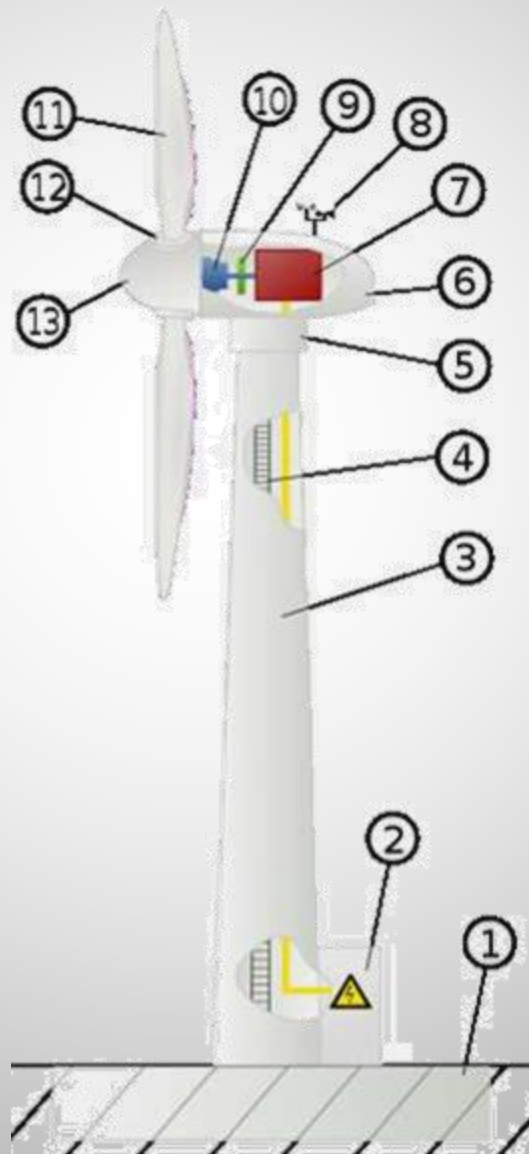
dr hab. inż. Sławomir Zator

Agenda

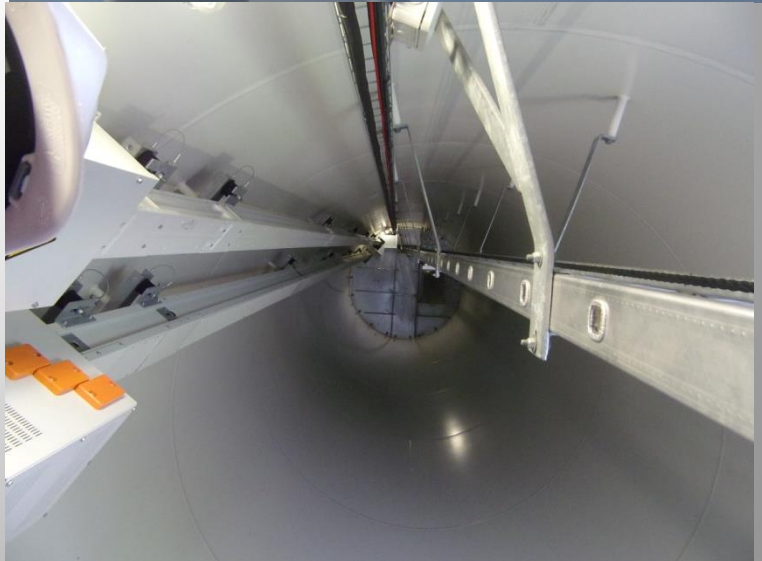
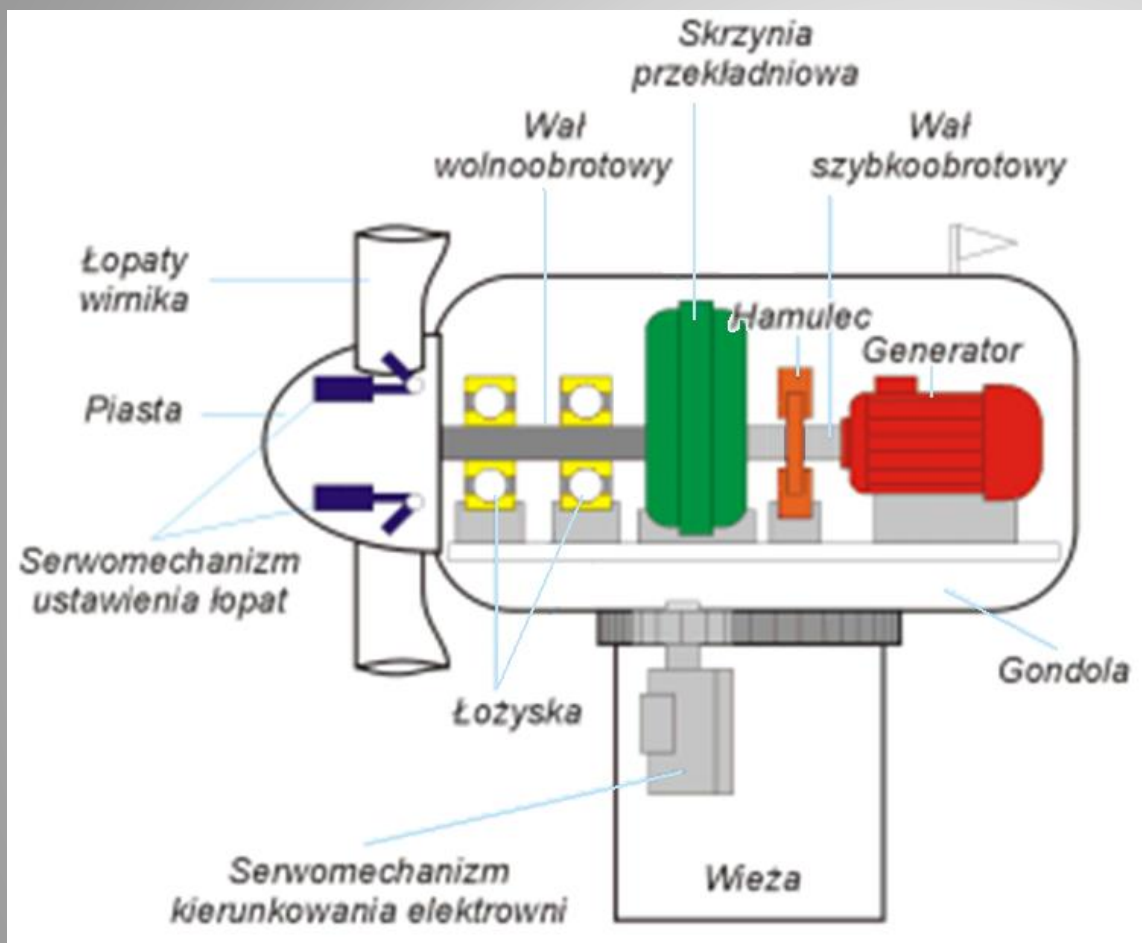
- Budowa i działanie turbiny wiatrowej
- Budowa i działanie instalacji PV
- Instalacje elektryczne w obiektach OZE
- Co może wywołać pożar?
- Dlaczego pożary OZE to problem?
- Podsumowanie

Budowa i działanie turbiny wiatrowej

1. Fundament
2. Wyjście do sieci elektroenergetycznej
3. Wieża
4. Drabinka wejściowa
5. Serwomechanizm kierunkowania elektrowni
6. Gondola
7. Generator
8. Wiatromierz
9. Hamulec postojowy
10. Skrzynia przekładniowa
11. Łopata wirnika
12. Siłownik mechanizmu przestawiania łopat
13. Piasta



Schemat budowy i działania turbiny wiatrowej



Małe turbiny wiatrowe



Z osią pionową montowane na dachach

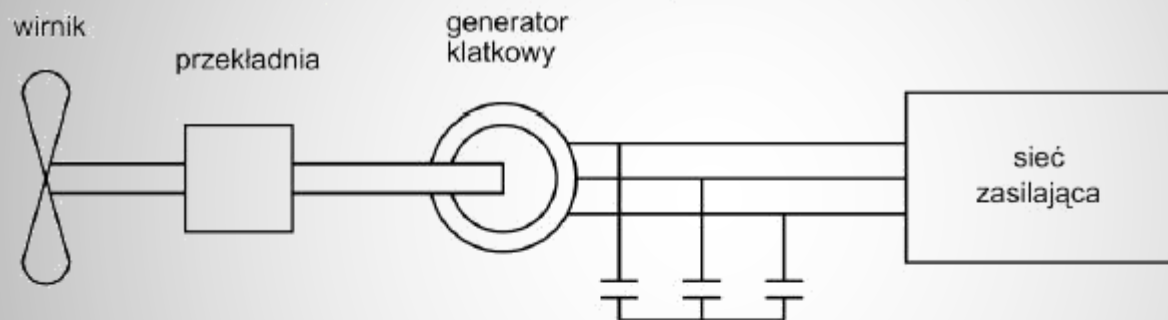


Z osią poziomą montowane na masztach

Typy generatorów



Turbina wiatrowa z generatorem synchronicznym i przemiennikiem częstotliwości



Turbina wiatrowa z asynchronicznym generatorem klatkowym



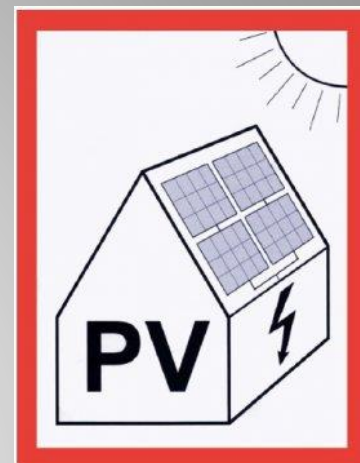
Turbina wiatrowa z maszyną indukcyjną dwustronnie zasilaną

Panele fotowoltaiczne na dachach

Panele polikrystaliczne
30 kWp



Obowiązkowe
oznakowanie w
Niemczech
DIN VDE 0100-712

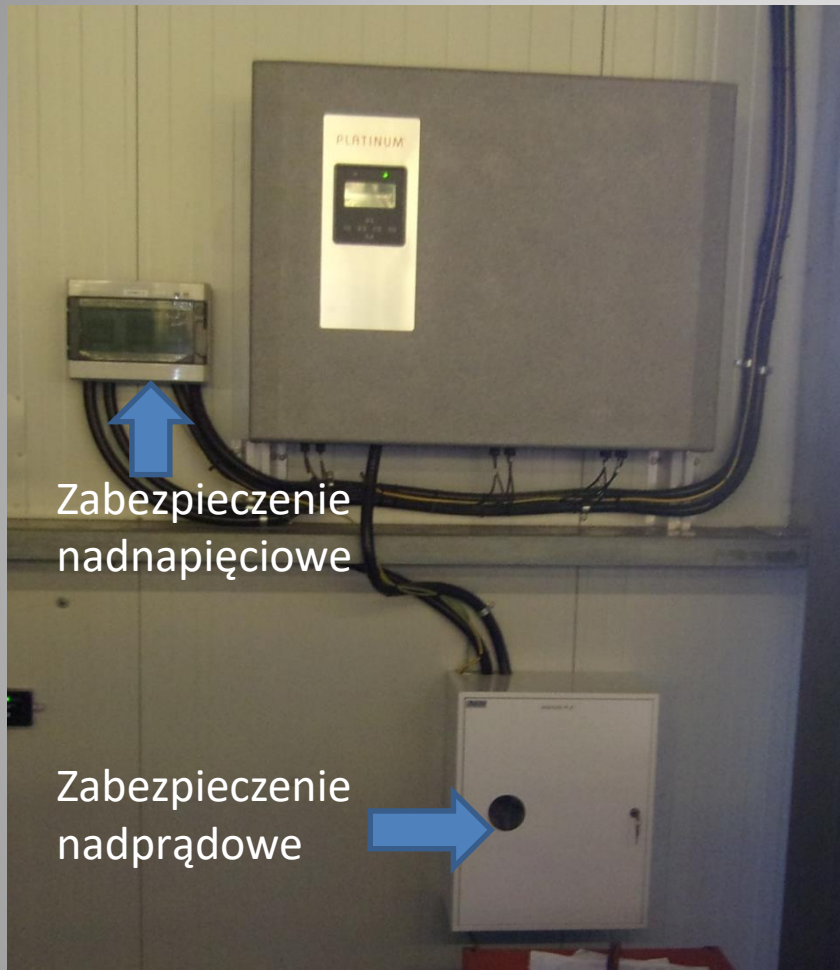


Panele amorficzne
3 kWp

Warto oznakować



Inwerter



Inwerter beztransformatorowy



Inwerter transformatorowy

Uziemienie instalacji



Uziemienie konstrukcji wsporczej

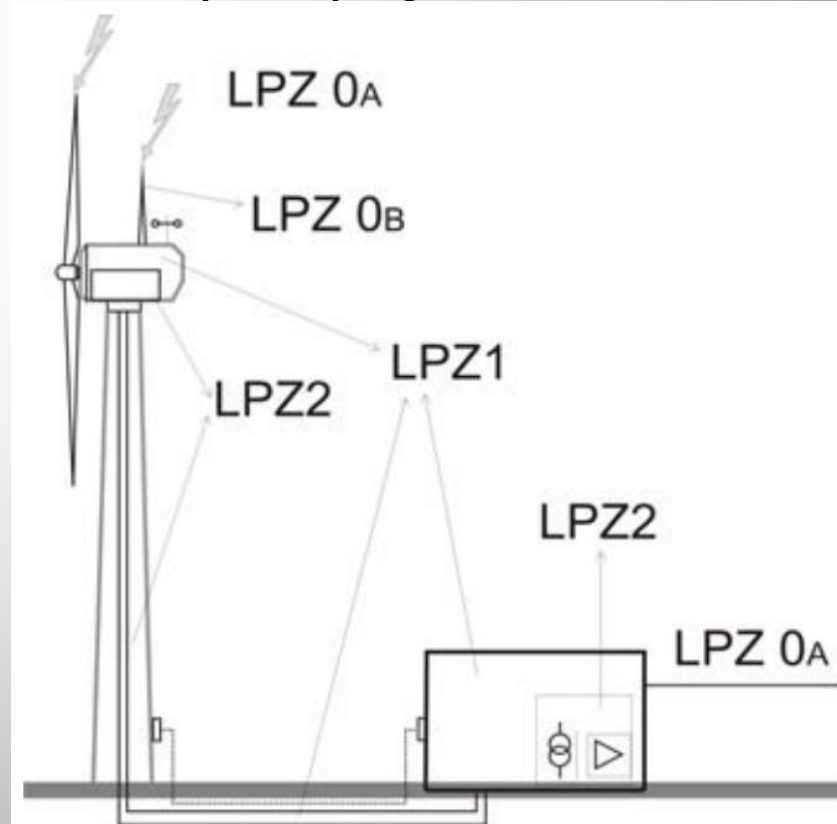


Uziemienie inwertera

Instalacje elektryczne w obiekcie typu elektrownia wiatrowa

- Instalacja zasilająca
- Instalacja generatora
 - n/n 690 V
 - śr/n 10-20 kV
- Instalacja odgromowa

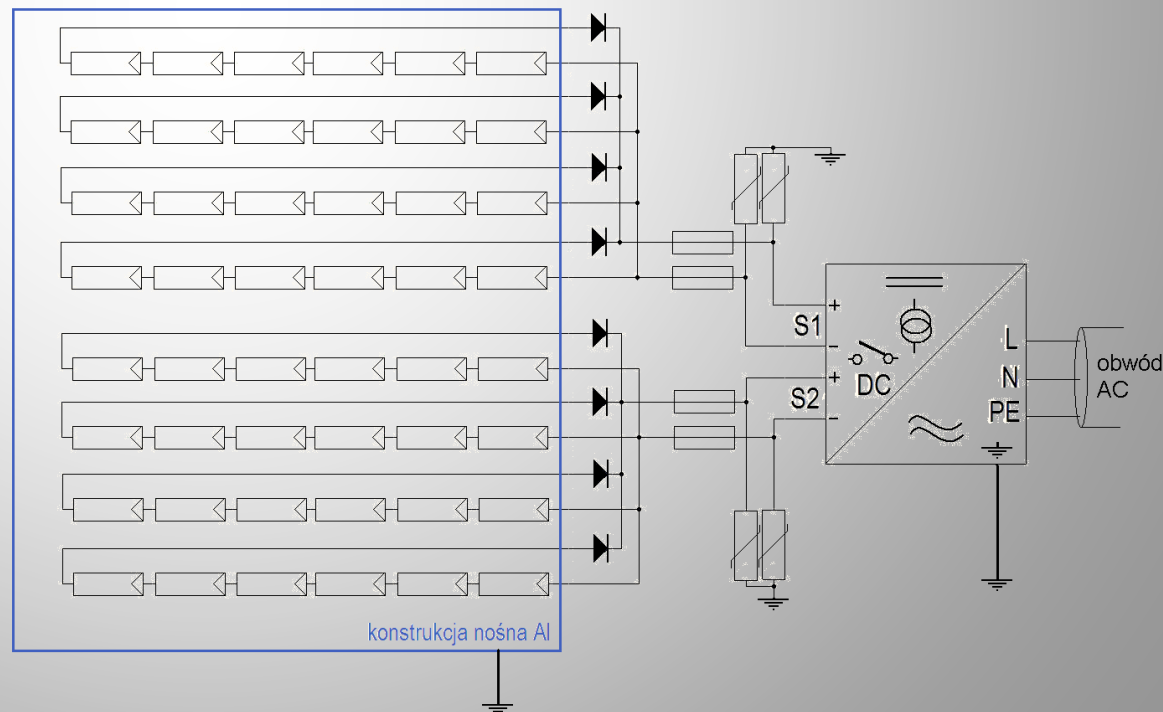
Ochrona przepięciowa



Instalacje elektryczne w instalacji PV

- Instalacja DC
- Instalacja AC nn.
- Instalacja odgromowa

} Ochrona przepięciowa



Wyłączanie napięcia w obiekcie typu elektrownia wiatrowa

**Zatrzymanie awaryjne nie oznacza, że nie jest ona
odcięta od zasilania.**

Część instalacji jest dalej pod napięciem!

Wyłączanie napięcia w obiekcie typu elektrownia wiatrowa

Stosowane są dwa rozwiązania:

1. Jeśli transformator, do którego przesyłany jest prąd z generatora lub generatorów, znajduje się na zewnątrz turbiny, to oznacza to, że w instalacjach wewnątrz turbiny płynie prąd o napięciu 690 V i odcięcie go wymaga wyłącznie wyłącznika znajdującego się przy transformatorze.



Wyłączanie napięcia w obiekcie typu elektrownia wiatrowa

Stosowane są dwa rozwiązania:

2. Gdy transformator znajduje się wewnątrz turbiny, to oprócz napięcia 690 V niezbędnego do zasilania urządzeń sterowniczych z transformatora do rozdzielni średniego napięcia płynie napięcie np. 15 kV. W tym przypadku ze względu na wymagania przepisów bezpieczeństwa napięcie może wyłączyć tylko pracownik, ponieważ po odcięciu zasilania np. z GPZ, należy uziemić instalację turbiny.



Wyłączanie napięcia w instalacji PV

Wyłączyć spod napięcia można tylko instalację AC. Obwody napięcia stałego są pod napięciem, w ciągu dnia. Także w dni pochmurne i deszczowe, nawet gdy instalacje PV nie generuje energii do sieci.

Odłącznik DC powoduje tylko brak przepływu prądu do inwertera.



Co może wywołać pożar elektrowni wiatrowej?

Najczęstszą przyczyną pożarów są:

- **bezpośrednie wyładowania atmosferyczne,**

oraz w dalszej kolejności:

- awarie instalacji elektrycznej,
- uszkodzenia mechaniczne
- błędy w utrzymaniu ruchu.

Bezpośrednie wyładowania atmosferyczne

Elektrownie wiatrowe to naturalny „cel” dla wyładowań atmosferycznych.

Szczególnie narażone są końcówki łopat, dlatego wszystkie elektrownie wiatrowe muszą być wyposażone w instalacje odgromowe.

Często wyładowanie atmosferyczne indukuje - niestety - kolejne zdarzenia prowadzące do dalszych uszkodzeń, w tym do pożaru.



Inne przyczyny pożarów

uszkodzenia mechaniczne:

- przegrzewanie okładzin hamulców mechanicznych
- nieodpowiednie smarowanie przekładni biegowych

awarie instalacji elektrycznej:

- zwarcie, łuk elektryczny lub innego typu uszkodzenie elektryczne w generatorze lub transformatorze
- powstawanie rezonansów w obwodach RC
- wady techniczne podzespołów elektrycznych i elektronicznych;
- niewłaściwe zadziaływanie wewnętrznych systemów kontrolnych;
- brak zabezpieczeń przed zakłóceniami udarowymi w transformatorach od strony średniego napięcia;
- uszkodzenia przełączników;

błędy w utrzymaniu ruchu:

- przegrzanie mechanizmów wewnętrznych (przekładni, generatora) w wyniku zbyt dużej prędkości obrotowej wirnika;
- wykonywanie prac niebezpiecznych pożarowo (spawanie, ciecie elementów metalowych, używanie palników acetylenowych w przestrzeni turbiny wiatrowej).

W czym problem z pożarami turbin wiatrowych?

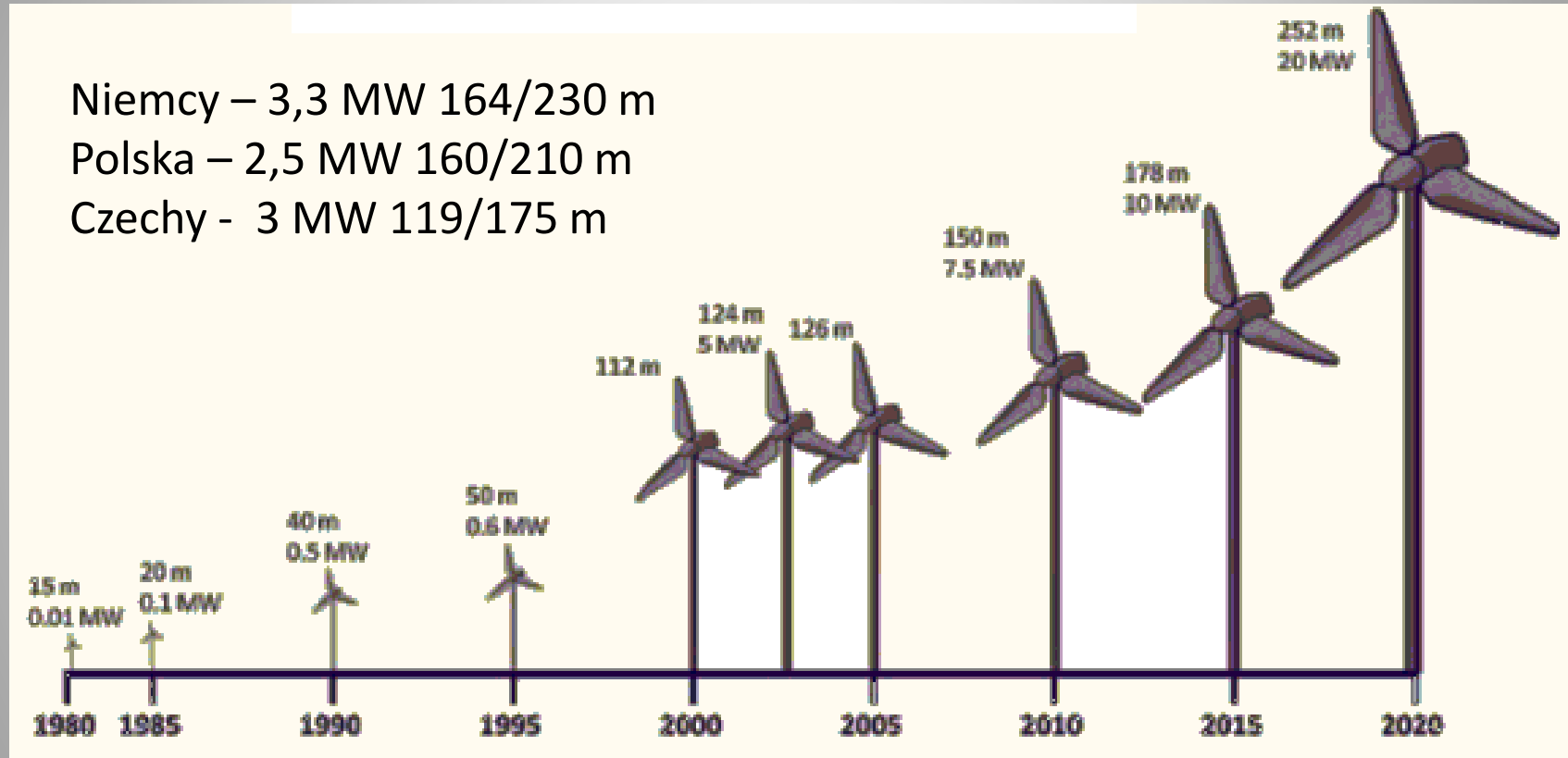


1. Skala problemu spowodowana wielkością turbin

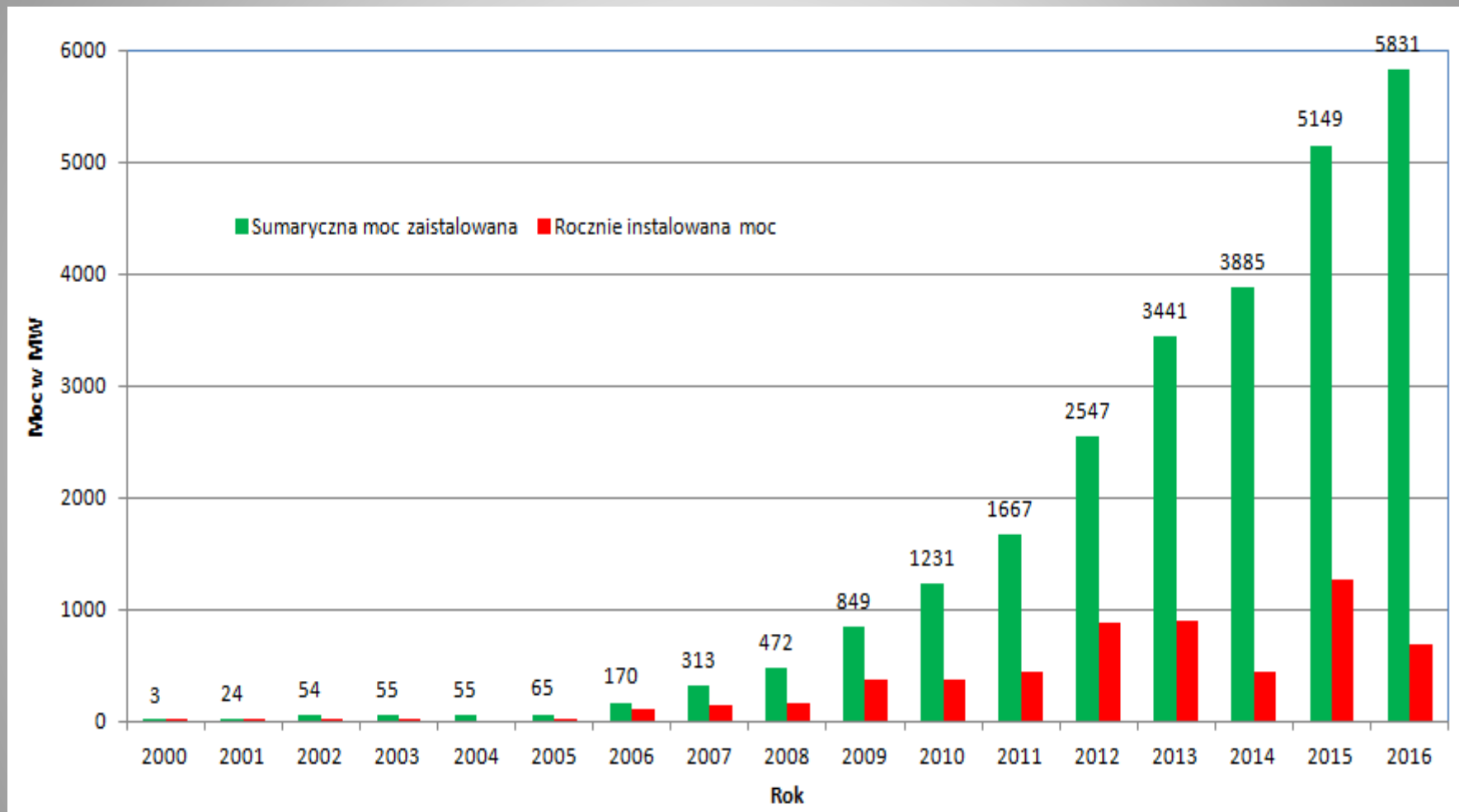
Niemcy – 3,3 MW 164/230 m

Polska – 2,5 MW 160/210 m

Czechy - 3 MW 119/175 m



2. Skala problemu - rosnąca ilość turbin



Polska, GUS, lata 2000-2016

981 instalacji wiatrowych (pojedynczych turbin i farm) w X 2015 r. – dane URE

2. Skala problemu – rosnąca liczba turbin

15% wypadków to pożary (2 miejsce po awarii łopat)

90% pożarów kończy się całkowitym zniszczeniem turbiny

Tylko około 10% pożarów jest raportowana



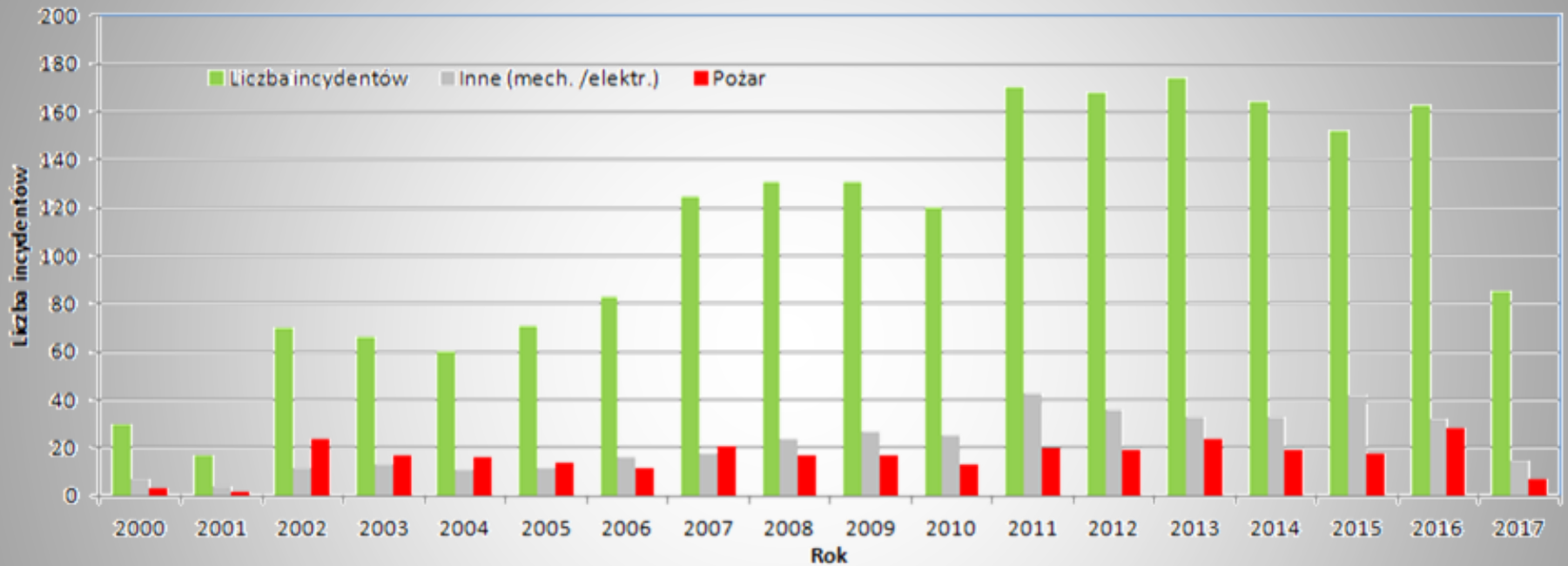
Zniszczenie wirnika, uszkodzenie wieży oraz pęknięcie fundamentu w konsekwencji nadobrotów



Pożar gondoli i uszkodzenie wirnika w konsekwencji nadobrotów



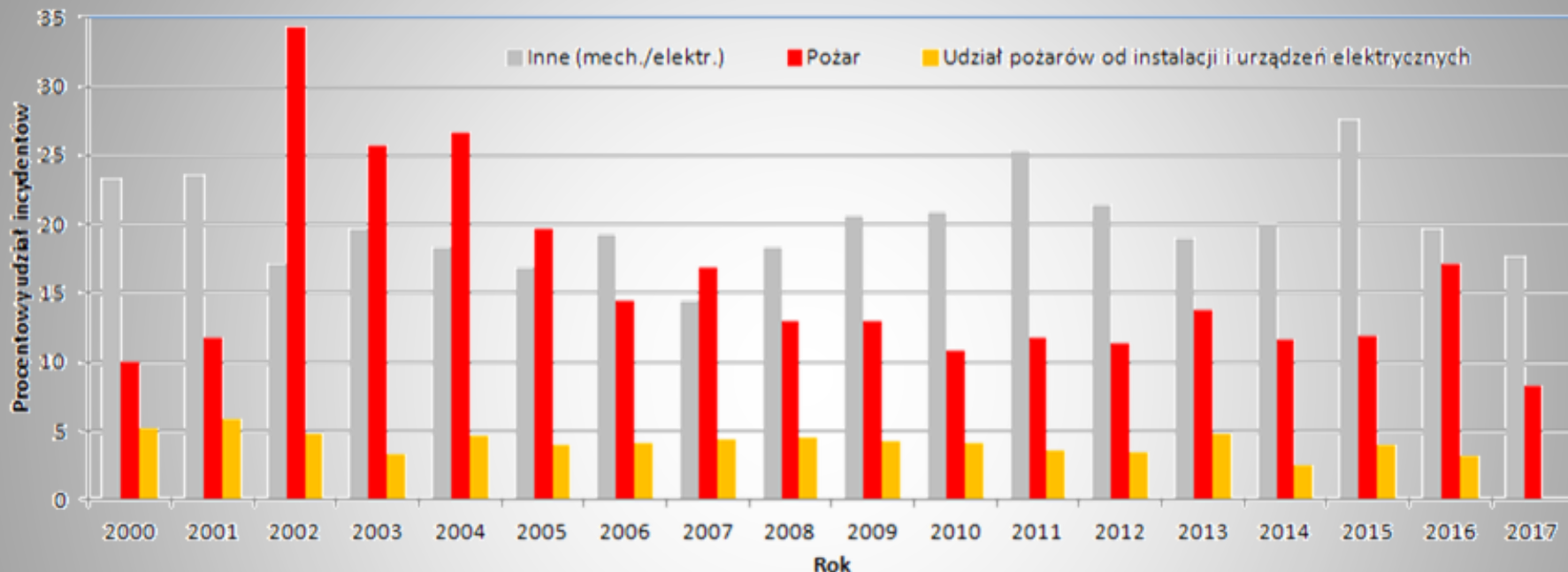
Statystyka incydentów na turbinach w świecie wg Caithness Windfarm Information Forum - CWIF



Statystyka obejmuje cały świat, w tym Polskę.

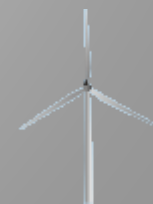
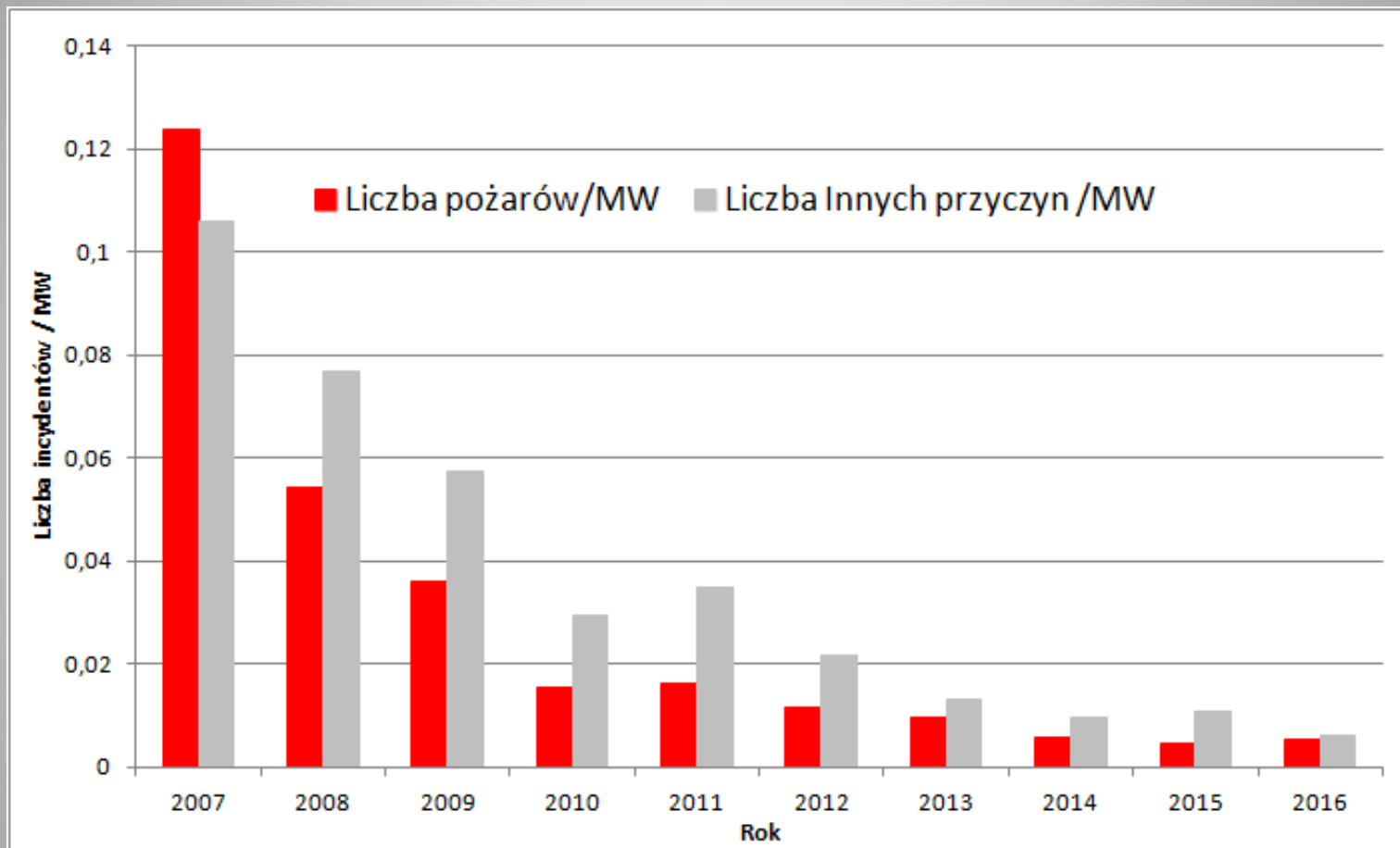
Jednak wykaz ten nie zawiera ani jednego pożaru turbin w Polsce!

Statystyka wypadków na turbinach wiatrowych wg Caithness Windfarm Information Forum - CWIF



Średnio 15% analizowanych incydentów w turbinach to pożary.
Dla porównania średni udział pożarów od instalacji i urządzeń elektrycznych to 4%.

Liczba incydentów przypadających na 1 MW mocy



3. Zagrożenie dla otoczenia wskutek pożaru

Poważne zagrożenie stanowią płonące elementy gondoli i łopat, które z wiatrem przenoszone są na duże odległości i mogą stanowić źródło pożarów wtórnych.



Znane są przypadki, w których znaleziono fragmenty turbiny wiatrowej w odległości 1400 m od miejsca, w którym ona pracowała

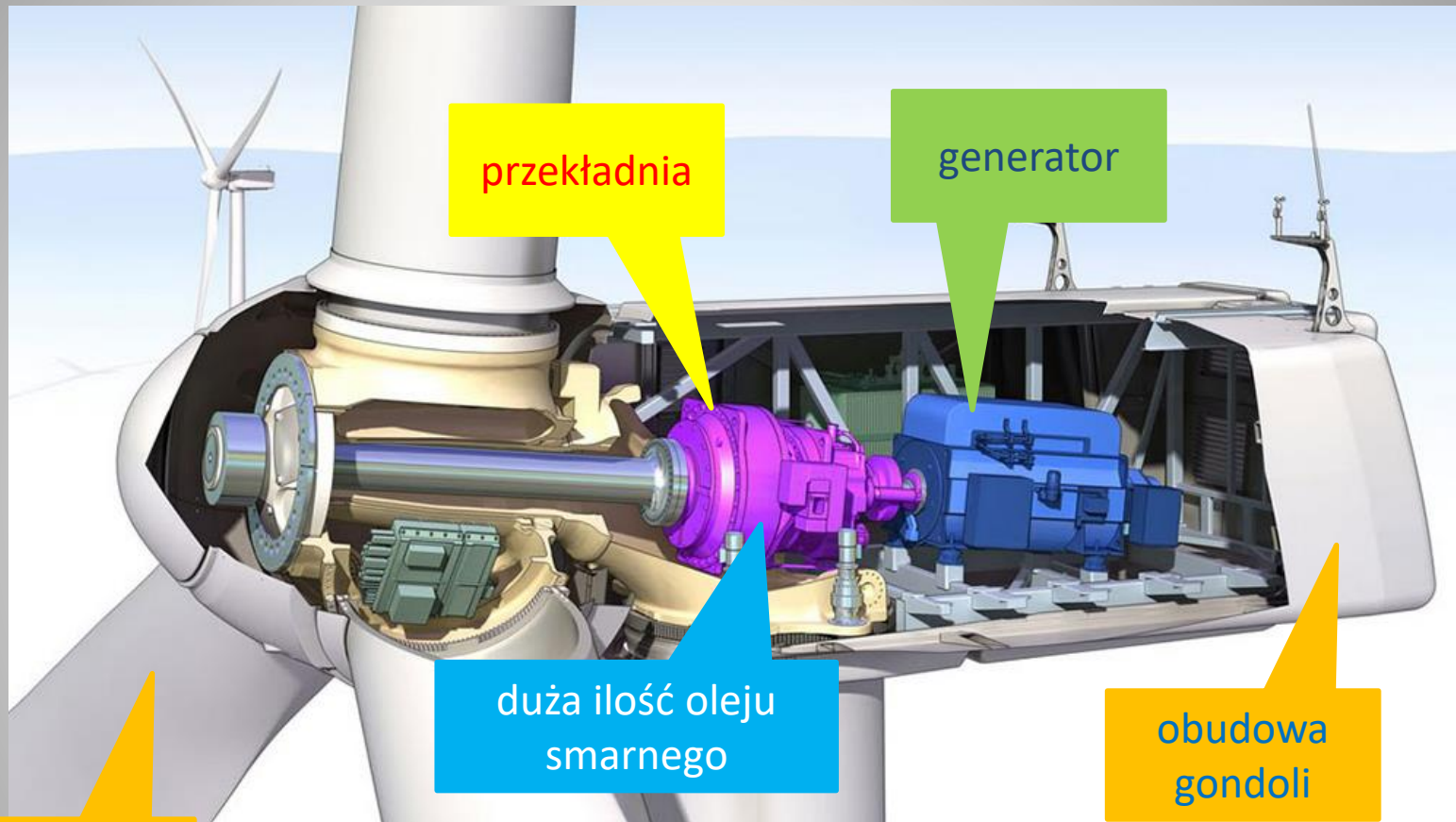
3. Zagrożenie dla otoczenia wskutek pożaru

Często z uwagi na brak możliwości gaszenia pożar powoduje całkowite zniszczenie turbiny.

Obecnie stosowane łopaty turbin wiatrowych budowane są z włókien szklanych wzmocnianych żywicami epoksydowymi lub poliestrem. Aby wzmocnić strukturę powierzchni płatów stosuje się również kevlar.



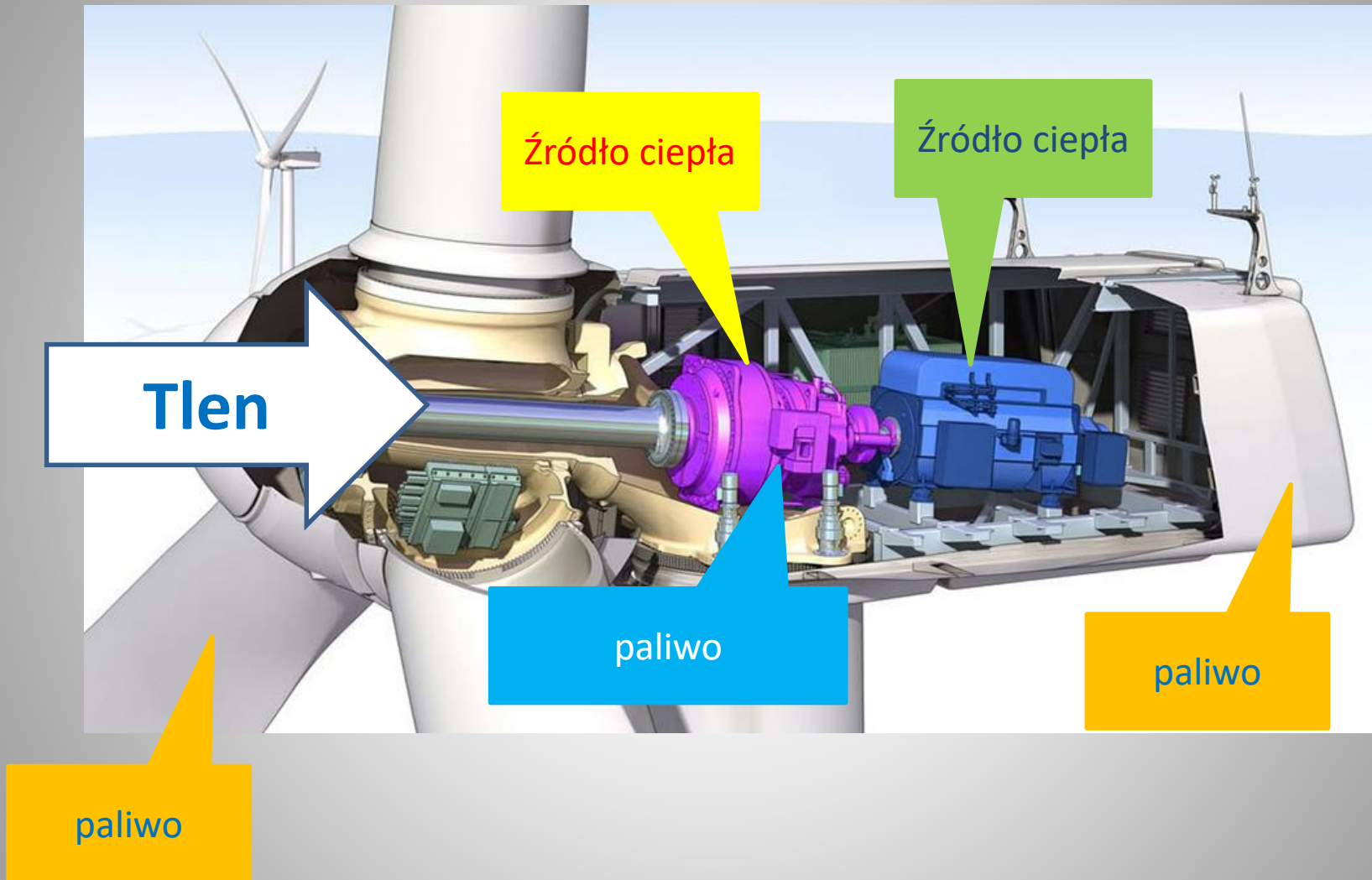
W czym problem?



łopata
wirnika

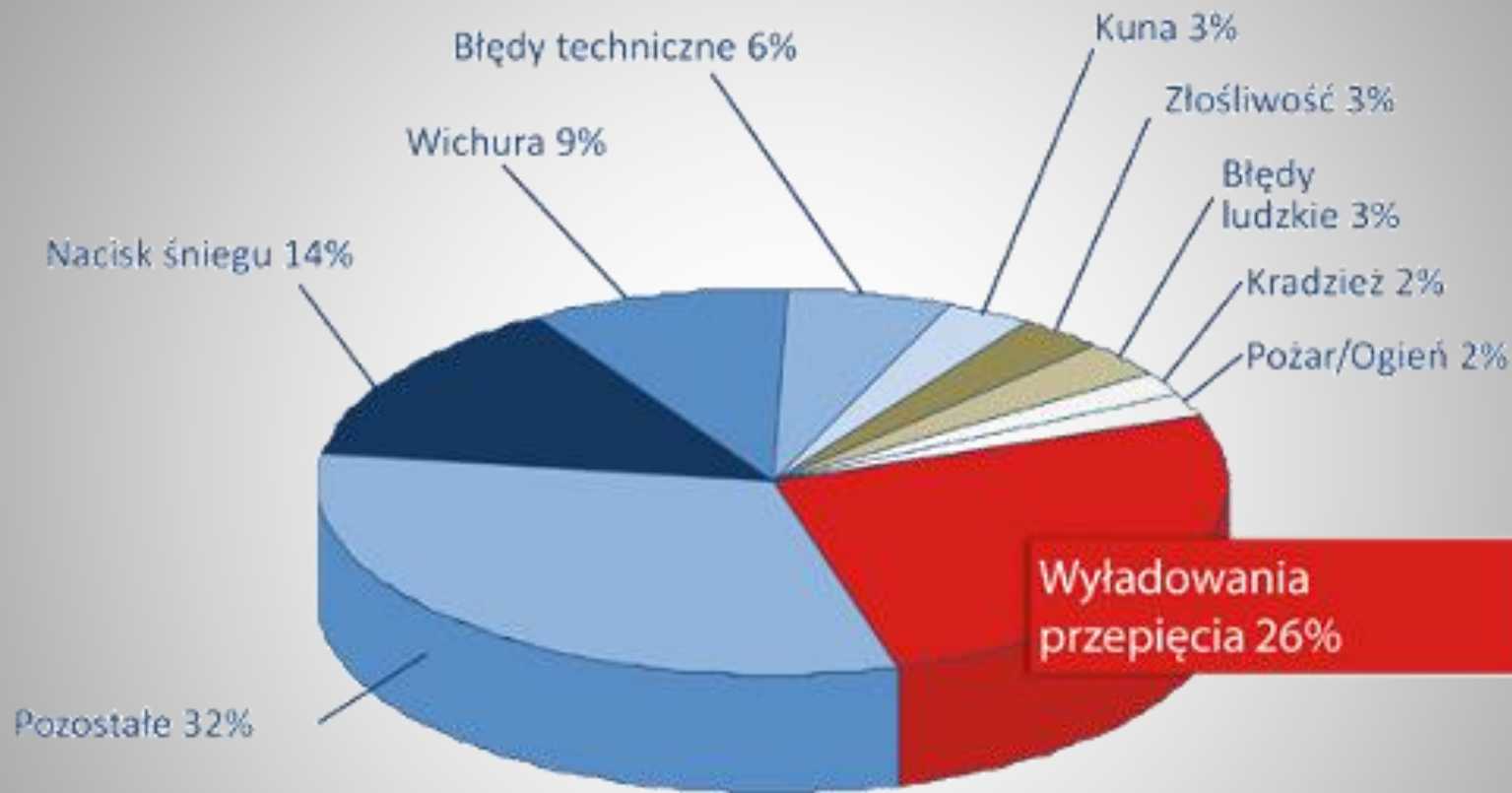
Tak widzi gondolę i jej zawartość inżynier.

W czym problem?



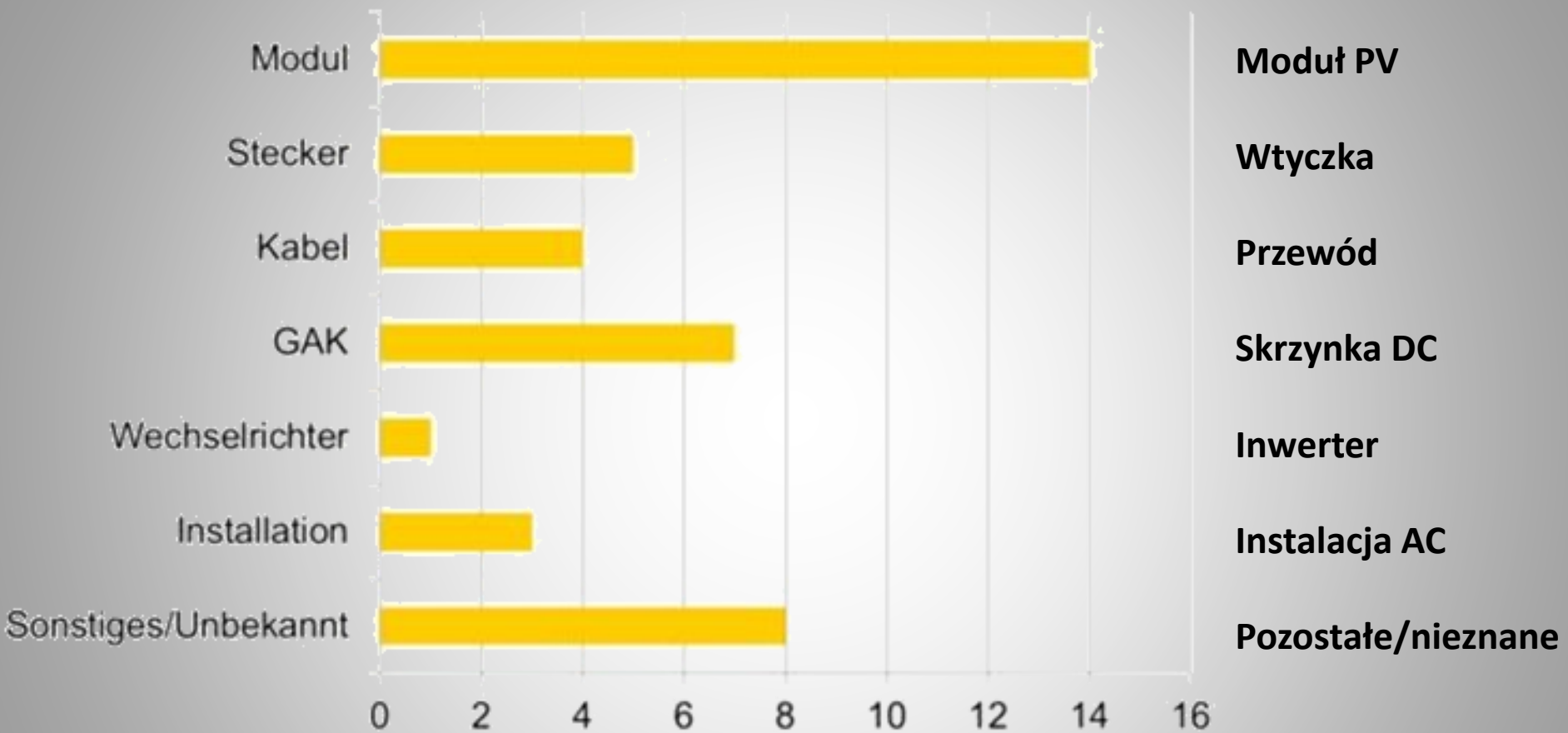
A tak zawartość gondoli ocenia strażak.

Statystyki uszkodzeń instalacji PV?



Uszkodzenia instalacji fotowoltaicznych w Niemczech wg liczby zdarzeń (2010 r.)
źródło: www.inzynierbudownictwa.pl

Co może wywołać pożar instalacji PV?



Instalacje fotowoltaicznych w Niemczech wg liczby zdarzeń (2012 r.)

źródło: www.pv-brandsicherheit.de

Uszkodzenia instalacji PV



Podsumowanie

Czy można COŚ zrobić aby poprawić bezpieczeństwo turbin wiatrowych?

- Tworzyć przedziały w gondoli
- Kontrolować „paliwo” np. opróżniać olej smarny
- Przeprojektować gondolę z materiałów niepalnych
- Wykrywanie źródeł ognia/ciepła przez detektory, czujniki
- Tłumienie lub gaszenie ognia przez autonomiczny system gaśniczy

Podsumowanie

Czy można COŚ zrobić aby poprawić bezpieczeństwo instalacji PV?

- Poprawny projekt techniczny
- Użycie atestowanych materiałów i urządzeń
- Fachowe wykonawstwo
- Konserwacja
- Przeglądy okresowe

Dziękuję za uwagę

Materiał pochodzi z Konferencji

Naukowo-Technicznej Heat Not Lost

organizowanej przez <https://hnl.pl/>