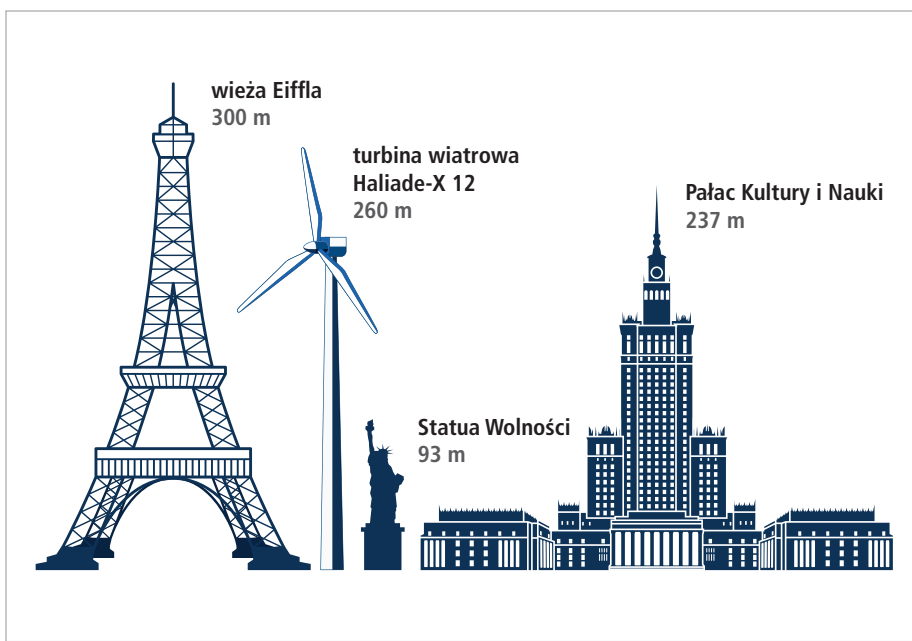


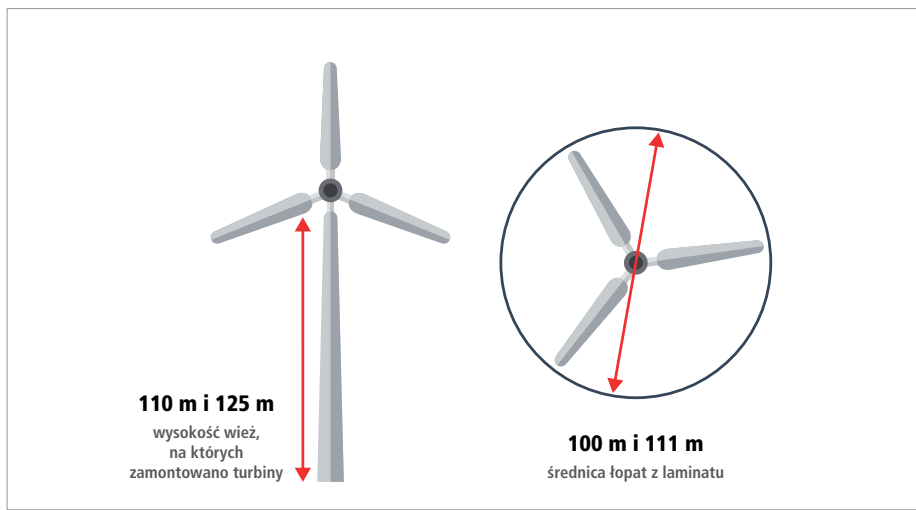
Stosowanie systemów pomiaru wyładowań atmosferycznych do ochrony turbin wiatrowych

Transformacja energetyczna i odchodzenie od paliw kopalnych wymusza stosowanie alternatywnych źródeł energii. Jednym z nich są turbiny wiatrowe tworzące farmy energetyczne zlokalizowane na lądzie lub na morzu. Jednak wysokość tych obiektów oraz ich lokalizacja sprawiają, że są one nadzwyczaj podatne na zagrożenia związane z uderzeniami piorunów. Systemy pomiaru wyładowań atmosferycznych pomagają ograniczyć potencjalne szkody i czas przestoju elektrowni wiatrowych.

Obecnie w Polsce turbiny wiatrowe są największym źródłem OZE pod względem mocy zainstalowanej. Uwolnienie inwestycji w energię wiatrową pozwoliło na zainstalowane do 2050 roku elektrownie wiatrowych o łącznej mocy ok. 28 GW dla farm zlokalizowanych na morzu. Postęp technologiczny w zakresie budowy generatorów i turbin wiatrowych pozwala na budowę jednostek o coraz większych mocach zlokalizowanych na coraz wyższych wieżach. Przykładowo w roku 2018 amerykańska firma General Electric wyprodukowała turbinę wiatrową Haliade-X o mocy 12 MW, którą określono mianem „coal-killing monster” – potwornego pogromcy węgla. Jak widać na **rysunku 1.** wielkość turbiny jest naprawdę imponująca. Oddane do użytku w roku 2020 dwie farmy wiatrowe PGE bazują na wiatrach o mocy 2 i 2,2 MW, a ich wysokość wynosi ok. 180 m (**rys. 2.**).

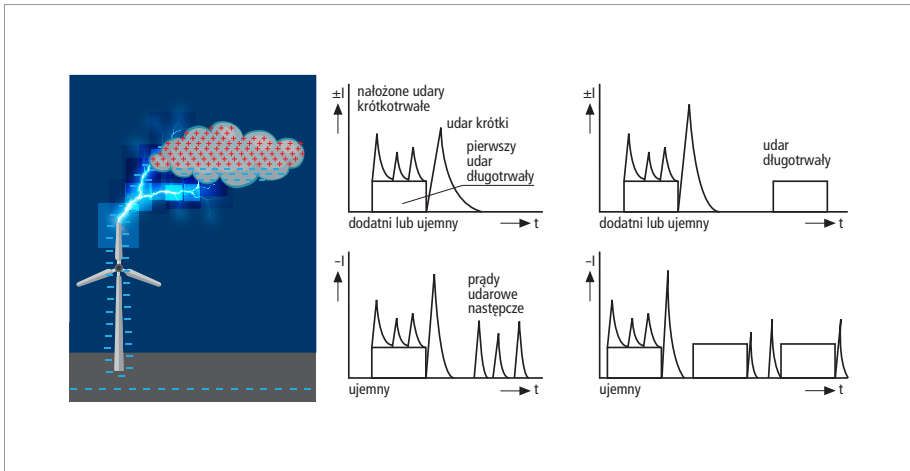


Rys. 1. Zestawienie jednej z największych turbin wiatrowych ze znanymi obiektami budowlanymi

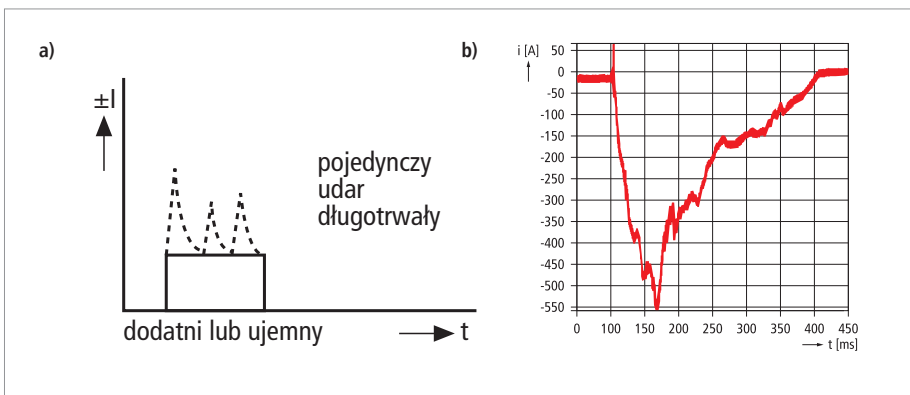


Rys. 2. Wymiary turbin wiatrowych stosowanych na farmach PGE

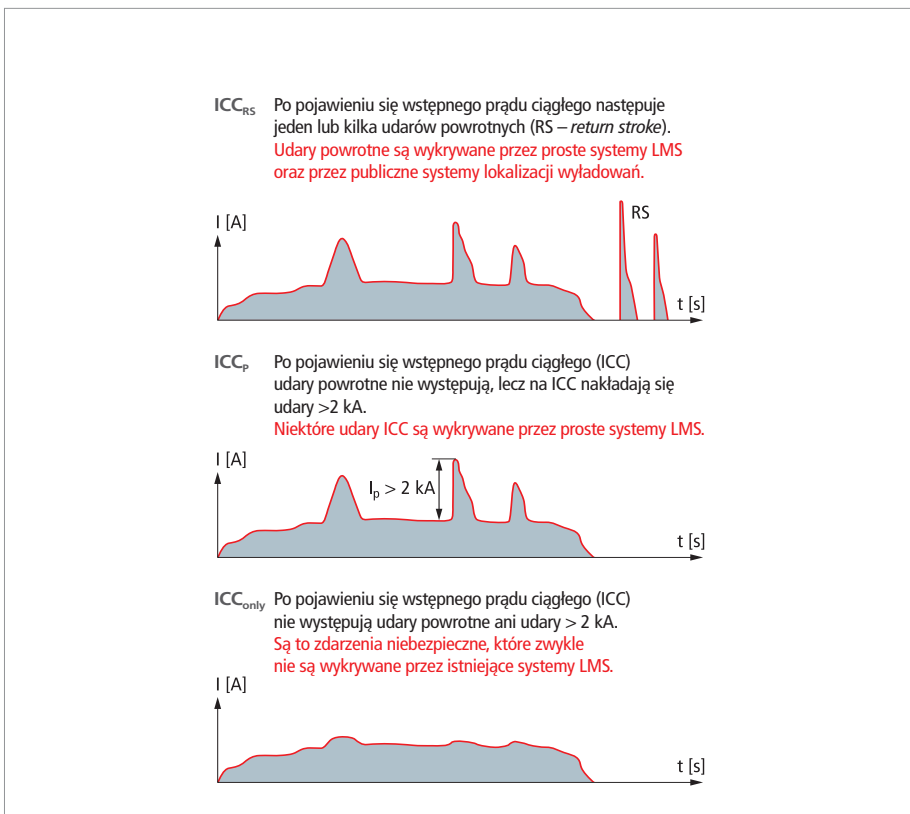
W przypadku wysokich, wyeksponowanych obiektów, takich jak turbiny wiatrowe, zagrożenie stanowią wyładowania oddolne (wyładowania typu „ziemia-chmura”). Ich cechą charakterystyczną są skierowane do góry rozgałęzienia wyładowania (**rys. 3.**). Wyładowania tego typu stanowią około kilkanaście procent wszystkich zdarzeń piorunowych i są one istotne z punktu widzenia ochrony odgromowej turbin wiatrowych z uwagi na stosunkowo duży ładunek. Norma dotycząca ochrony odgromowej obiektów budowlanych PN-EN 62305-1 prezentuje możliwe składowe wyładowania oddolnych. Należy zwrócić uwagę na możliwość wystąpienia wyładowania w postaci pojedynczego uderzenia długotrwałego (ICC).



Rys. 3. Rozwój wyładowania oddolnego turbina wiatrowa – chmura oraz możliwe składowe wyładowań oddolnych wg normy PN-EN 62305-1



Rys. 4. Wyładowanie oddolne w postaci pojedynczego udaru długotrwałego: a) możliwa składowa wg PN-EN 62305-1, b) wyładowanie zarejestrowane w roku 2017 na wieży telekomunikacyjnej (góra Geisberg, Austria)



Rys. 5. Rodzaje wyładowań oddolnych



Rys. 6. Wytopienia receptora spowodowane przepływem ładunku 3Q w czasie 500 ms

Z punktu widzenia operatora farmy wiatrowej ważne jest posiadanie informacji o możliwych wyładowaniach bezpośrednich w elementy turbiny wiatrowej. Lokalne systemy rejestracji wyładowań piorunowych nie zawsze mogą być w stanie zarejestrować udary z uwagi na zbyt niską amplitudę wyładowania (proste systemy LMS – *Lightning Monitoring Systems*). Dlatego nowa norma dotycząca ochrony odgromowej turbin wiatrowych (PN-EN IEC 61400-24) zaleca, aby stosowane na farmach wiatrowych systemy rejestracji wyładowań były tak zaprojektowane, aby móc zmierzyć także pojawiające się udary długotrwałe (dotyczy to także wyładowań typu ICC_{only}).



Rys. 7. Nadajnik na górze Gaisberg koło Salzburga w Austrii, gdzie prowadzone są pomiary wyładowań atmosferycznych

Prądy długotrwałe – pomimo stosunkowo małej amplitudy – są główną przyczyną wytopienia materiału w miejscu uderzenia, np. wskutek trafienia w receptory odgromowe łopat wirnika. Dlatego wykonano testy laboratoryjne pokazujące szkody powodowane przez łuk elektryczny przy wyładowaniu w receptor (udar typu ICC_{ONLY}). **Rysunek 6.** pokazuje stopione obszary receptora wywołane jednorazowym udarem długotrwałym o ładunku 300 kulombów i czasie przepływu 0,5 sekundy. Ze względu na znacznie dłuższy czas działania łuku w porównaniu z oddziaływaniem „standardowego” udaru piorunowego o kształcie 10/350 $\mu\text{s}/\mu\text{s}$, łuk może w pewnych okolicznościach się przemieszczać i dlatego wypalenia mogą się pojawić w kilku miejscach (małe czerwone koła na fotografii).

Rejestracje przeprowadzone na górze Gaisberg dla wieży telekomunikacyjnej o wysokości 73 m (**rys. 7.**) pokazały, że 47% wszystkich zarejestrowanych wyładowań atmosferycznych stanowią wyładowania typu ICC. Nie można pomijać tego typu zagrożeń, szczególnie podczas zimowych burz z wyładowaniami, gdy wyładowania typu ICC mogą posiadać ładunek przekraczający 300 kulombów. Przykładowo podczas pojedynczej burzy w lutym 2005 r. w ciągu 5 godzin zarejestrowano 20 uderzeń piorunów, a całkowity ładunek wyładowań wyniósł 1800 kulombów. Dlatego systemy pomiaru wyładowań atmosferycznych, które są stosowane w wysokich obiektach takich jak turbiny wiatrowe, powinny rejestrować wyładowania ICC z maksymalną możliwą dokładnością.

W następnym numerze elektro.info zaprezentowany zostanie sposób działania systemu rejestracji wyładowań piorunowych na przykładzie systemu DEHNdetect.

DEHN Polska Sp. z o.o.
02-675 Warszawa
ul. Wołoska 16
tel. 22 299 60 40 do 41
info@dehn.pl
www.dehn.pl