

# Wyznaczanie długotrwałej obciążalności prądowej linii napowietrznych na podstawie długookresowych pomiarów warunków pogodowych

15-17 października 2024 r.

**Adam Babś, Tomasz Samotyjak**

**Instytut Energetyki - Państwowy Instytut Badawczy,  
Oddział Gdańsk**

**V Konferencja**

**Linie i stacje elektroenergetyczne  
Wisła**

## krótkotrwała ( $I_k$ )

1. Dotyczy czasu kilku minut
2. Zmienia się wraz z warunkami atmosferycznymi wzdłuż linii
3. Wyznaczana na bieżąco na podstawie pomiarów pogody
4. Obliczana indywidualnie dla każdej linii
5. Zapewnia dotrzymanie normatywnych odległości przewodu do ziemi
6. Wykorzystywana dla monitorowania obciążenia linii – systemy DOL (SMOL)

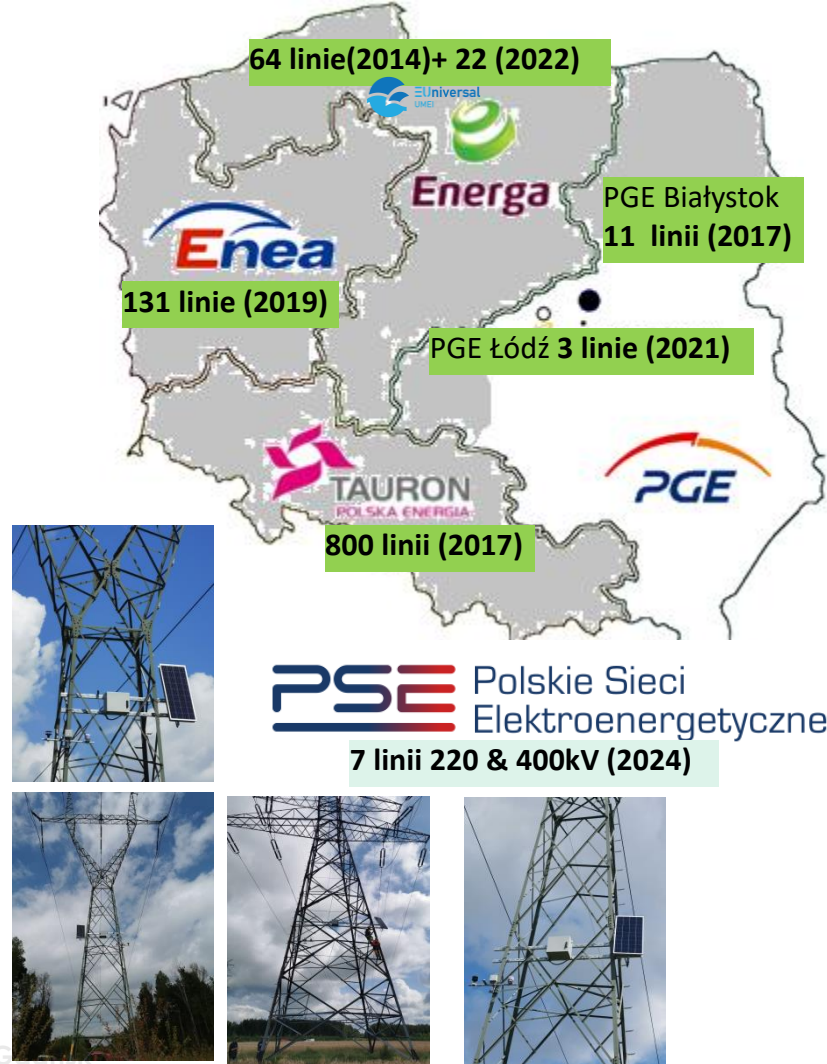
## długotrwała ( $I_d$ )

1. Dotyczy wielu lat (od lat 80-tych XX wieku)
2. Uwzględnia hipotetyczne warunki pogodowe wzdłuż linii – jednakowe dla całego kraju
3. Zróżnicowana ze względu na porę roku, przekrój przewodów i temperaturę projektową
4. Jednakowa dla linii tego samego typu
5. Nie zapewnia dotrzymania normatywnych odległości przewodu do ziemi przez cały okres.
6. Wykorzystywana jako kryterium wydawania (lub nie) pozwoleń na przyłączenie źródeł wytwórczych OZE do sieci 110 kV

**System DOL** – System do wyznaczania i bieżącego monitorowania dopuszczalnej obciążalności linii oraz krótkoterminowej prognozy tej obciążalności.

## Podstawowe cechy:

- **Pozwala zwiększyć zdolności przesyłowe** linii 110, 220 i 400 kV wyznaczając dopuszczalne obciążenie w zależności od aktualnych warunków pogodowych wzdłuż linii.
- **Wykorzystanie pomiarów warunków pogodowych** on-line ze stacji pogodowych instalowanych na słupach oraz modelu cieplnego do obliczeń dopuszczalnej obciążalności linii (**ponad 400 stacji pogodowych**).
- **Wyznaczanie krótkoterminowej prognozy** dopuszczalnej obciążalności linii na podstawie prognoz pogody dla danego obszaru lub algorytmów SI



# System DOL /SMOL



Monitorowanie obciążenia linii na podstawie bieżących pomiarów warunków pogodowych obejmuje **ponad 1000 linii 110 kV** tj. około 1/3 wszystkich linii sieci dystrybucyjnej 110 kV w Polsce.

**Dokładność obliczenia położenia przewodu względem ziemi wynosi  $\pm 20$  cm**

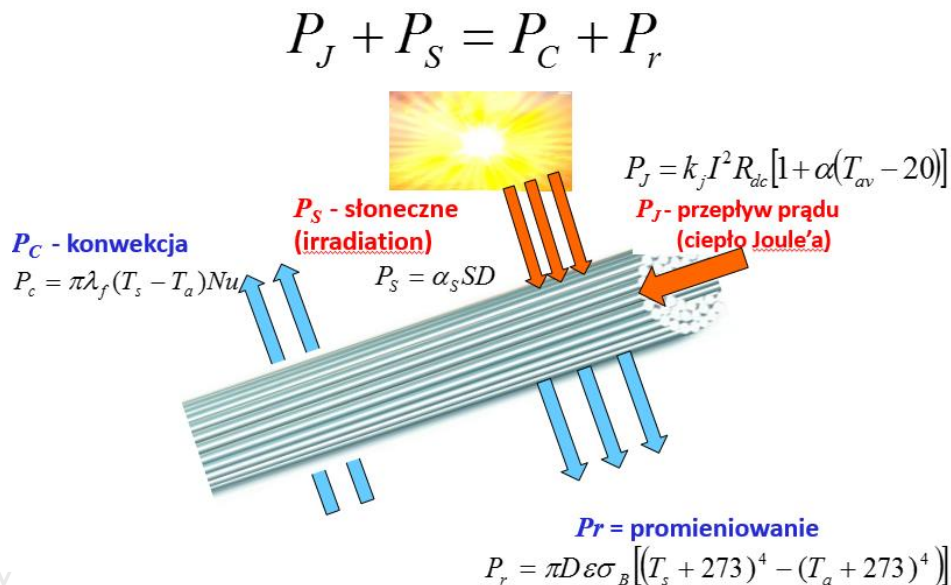
# Wyznaczanie dopuszczalnej obciążalności krótkotrwałej

Dwa sposoby w zależności od rodzaju pomiarów:

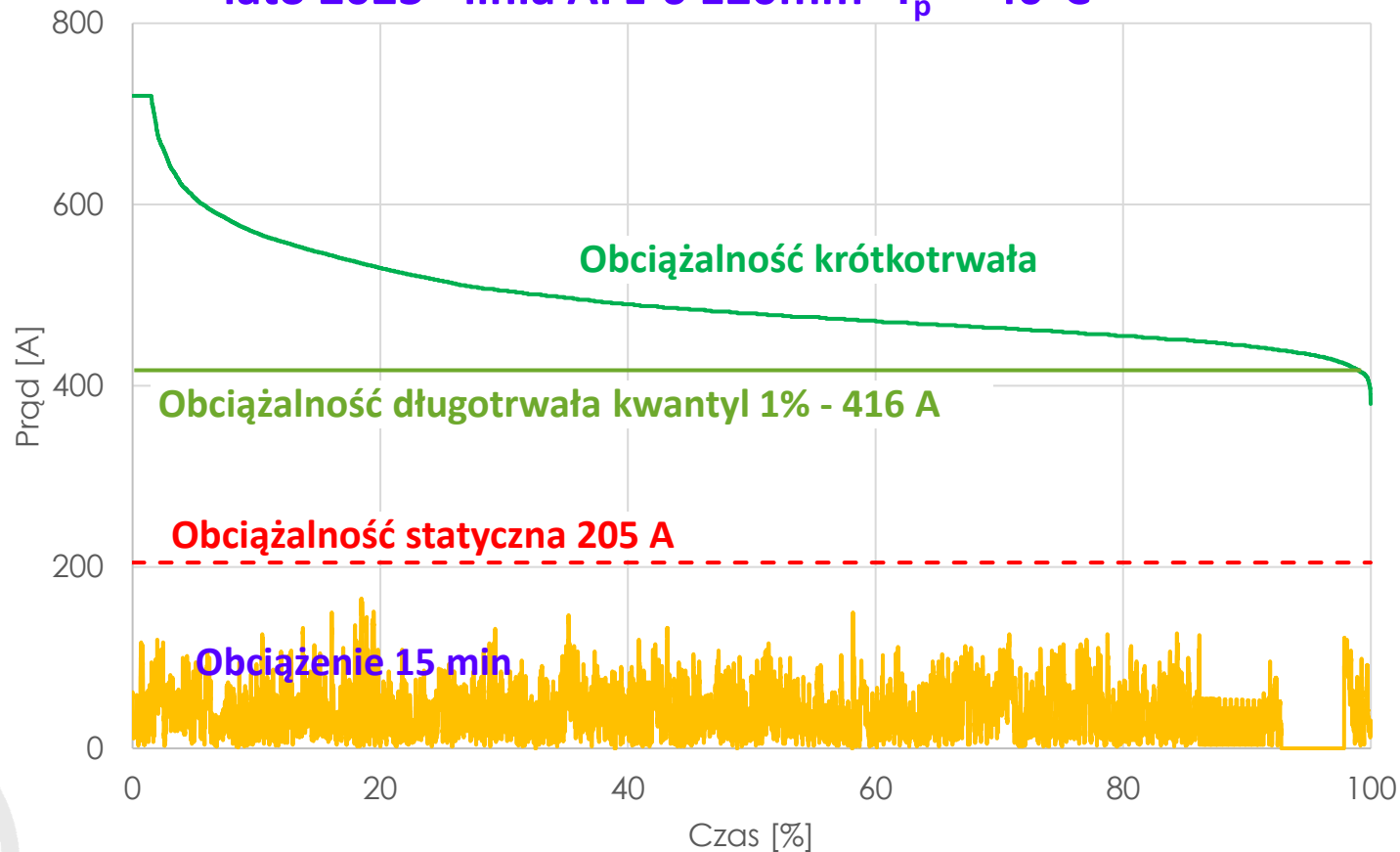
1. Na podstawie warunków pogodowych wzdłuż linii i użycia modelu cieplnego linii,
2. pomiarów płynącego prądu i pomiaru wartości co najmniej jednego z charakterystycznych parametrów przewodu: temperatura powierzchni, napięcie, kąt nachylenia względem poziomu, częstość drgań własnych itp.

Wartość liczbowa dopuszczalnej obciążalności krótkotrwałej wyznaczona na podstawie modelu cieplnego linii zależy wyłącznie od przyjętych (zmierzonych) warunków pogodowych takich jak:

- temperatura otoczenia,
- prędkość i kierunek wiatru oraz
- natężenie promieniowania słonecznego, (nie nastoniecznienie).

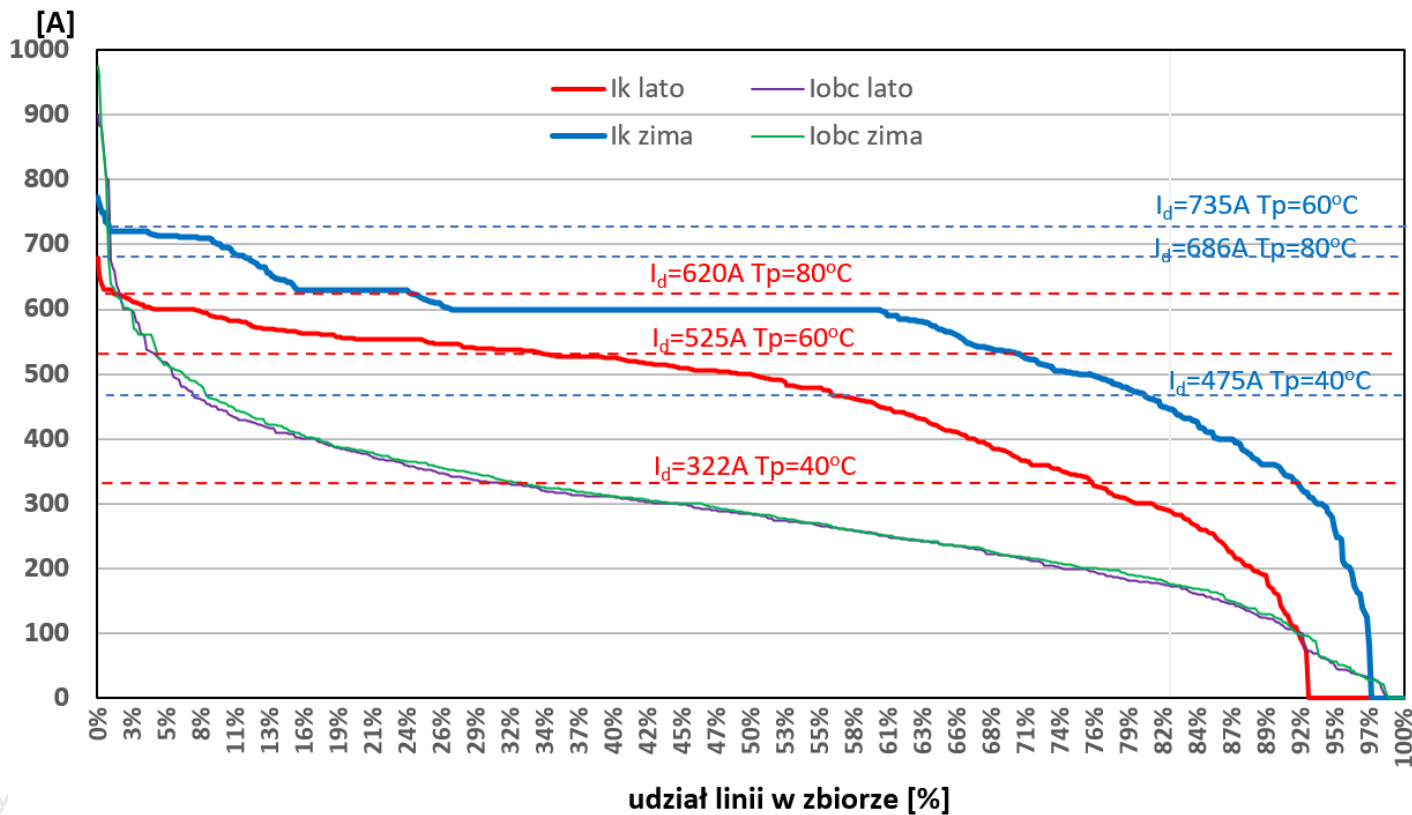


# Wykres uporządkowany krótkotrwałej obciążalności prądowej lato 2023 - linia AFL-6 120mm<sup>2</sup> T<sub>p</sub> = 40°C



# Wykres uporządkowany minimalnych wartości krótkotrwałej obciążalności linii (lato/zima)

na podstawie 30% ogólnej liczby linii 110 kV z przewodami AFL-6 240 mm<sup>2</sup>



# Warunki pogodowe dla wyznaczenia dopuszczalnej obciążalności długotrwałej

Kraj	Temp. otoczenia (lato/zima)	Wiatr		NPS (lato/zima)
		prędkość	kierunek	
	[°C]	[m/s]	[deg]	[W/m <sup>2</sup> ]
Niemcy	35	0,6	90	1000
Irlandia	9/20/9/2	1	90	
USA	37,8/10	0,914	90	1097/644
Polska	30/20	0,5	90	1000/700

W Polsce warunki pogodowe określono w latach osiemdziesiątych przy założeniu, że **czas niedotrzymania temperatury projektowej linii nie przekroczy 20 godzin w roku.**



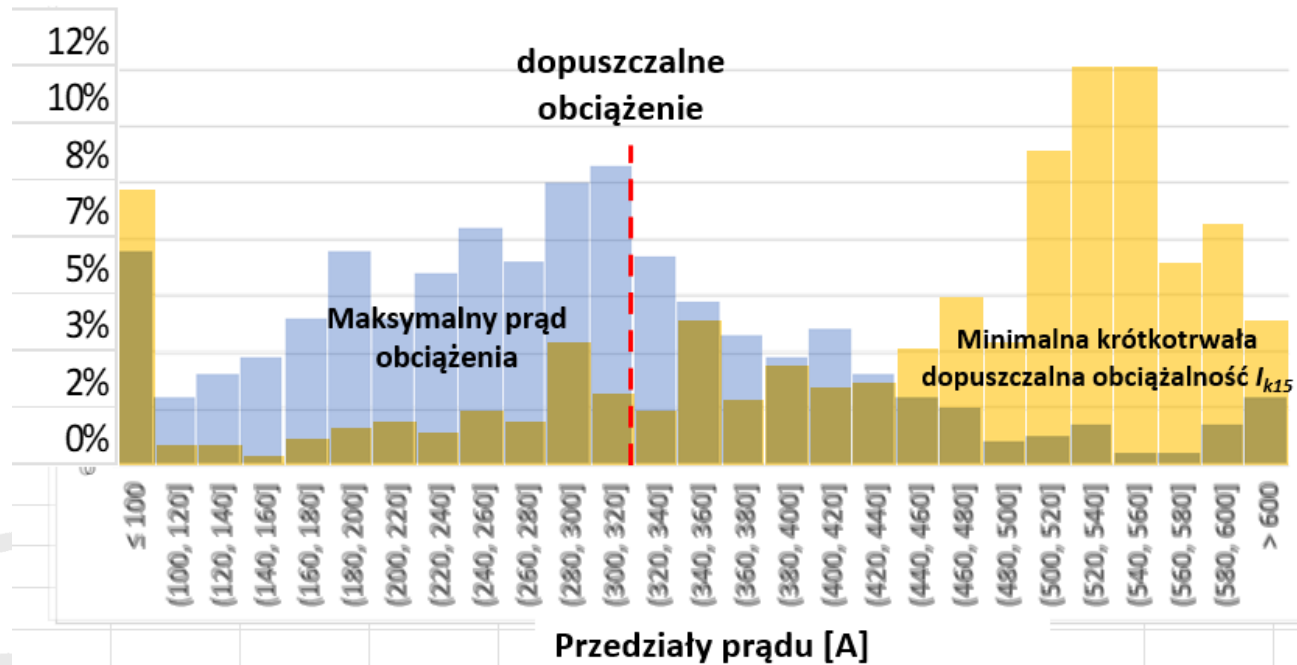
# Długotrwała obciążalność prądowa dla różnych przekrojów przewodów

przekrój znamionowy przewodu AFL-6	Długotrwała obciążalność prądowa			
	wg producenta	Temperatura projektowa (robocza graniczna)		
		80 °C	60 °C	40 °C
<b>120</b>	416/460	401/450	205/475	205/475
<b>185</b>	540/598	519/584	320/475	268/475
<b>240</b>	634/709	609/686	525/735	322/475

# Rozkład statystyczny minimalnej krótkotrwałej dopuszczalnej obciążalności linii oraz maksymalnych prądów- lato

na podstawie 30% ogólnej liczby linii 110 kV z przewodami AFL-6 240 mm<sup>2</sup>

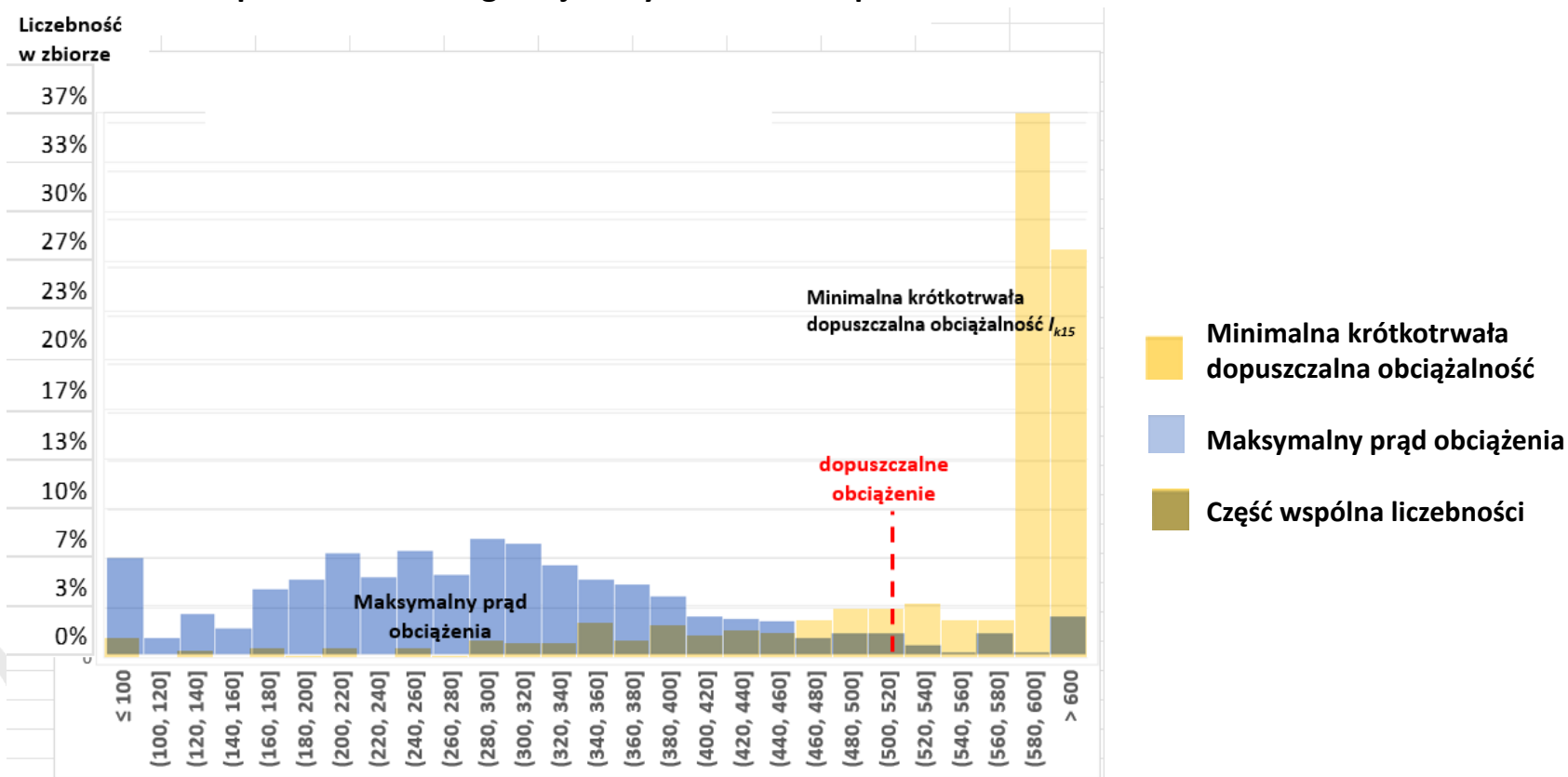
Liczebność  
w zbiorze



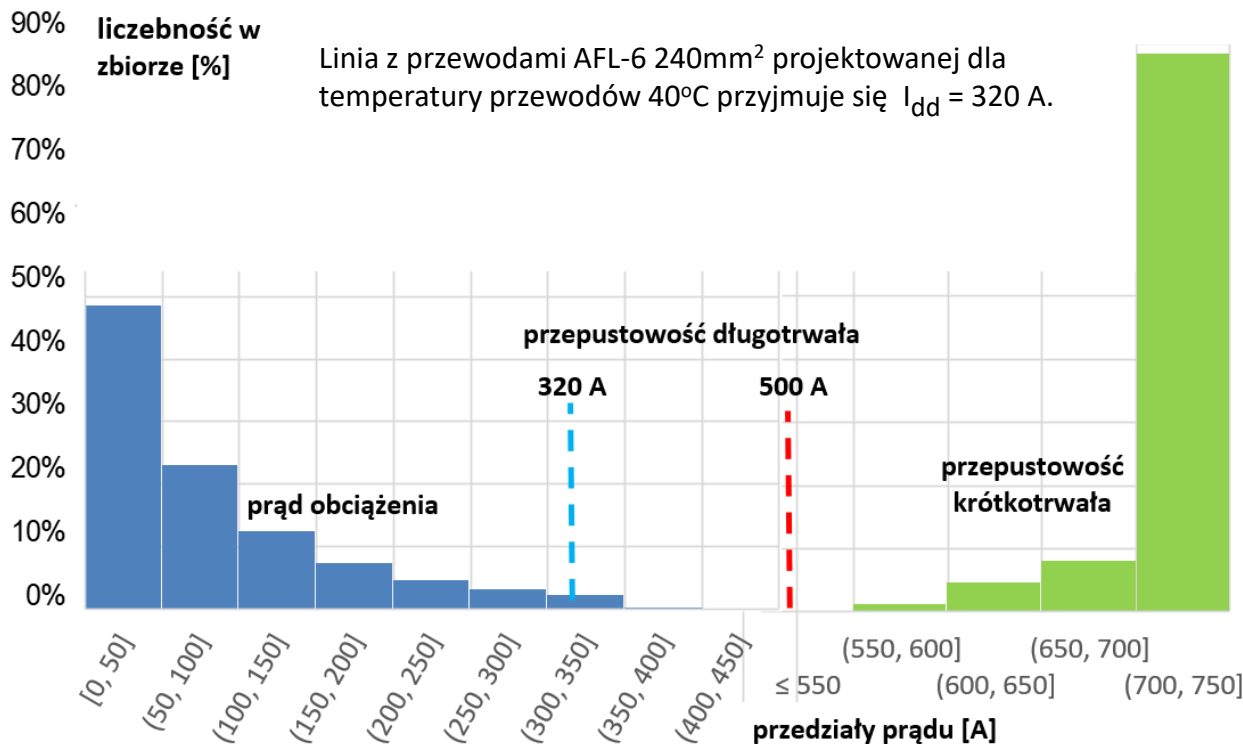
- Minimalna krótkotrwała dopuszczalna obciążalność
- Maksymalny prąd obciążenia
- Część wspólna liczebności

# Rozkład statystyczny minimalnej krótkotrwałej dopuszczalnej obciążalności linii oraz maksymalnych prądów- zima

na podstawie 30% ogólnej liczby linii 110 kV z przewodami AFL-6 240 mm<sup>2</sup>



# Przykład wyznaczenia dopuszczalnej obciążalności długotrwałej



Dopuszczalna obciążalność krótkotrwała nigdy nie była mniejsza niż 500 A, a obciążenie nie przekroczyło 350 A. Przyjmowana dotychczas wartość  $I_d$  może być zatem zwiększona do 500 A, bez ryzyka niedotrzymania normatywnych odległości

## Przyczyny odmowy wydawania pozwoleń na przyłączenie źródeł wytwórczych OZE do sieci 110 kV

- przyczyny techniczne => niewystarczająca przepustowość linii w obszarze planowanego przyłączenia
- niewystarczająca przepustowość linii => wynik ekspertyz wykonywanych na podstawie założeń i parametrów liczbowych zdefiniowanych przez OSD i zapisanych jako dokument ZIWWE (zakres i warunki wykonania ekspertyzy).
- dopuszczalne obciążenie linii (przepustowość długotrwała) => wartość przyjmowana w założeniach dla ekspertyzy na podstawie danych projektowych często nieaktualnych

# Propozycja wyznaczania dopuszczalnej obciążalności długotrwałej dla celów analiz przyłączeniowych

1. Założenie: wykorzystanie rzeczywistych historycznych danych pomiarowych warunków pogodowych i obciążenia linii za długi okres (co najmniej rok) do wyznaczenia dopuszczalnej obciążalności na przyszłość, przy zachowaniu uzgodnionego poziomu ryzyka niedotrzymania warunków odległościowych tj. dopuszczalnego czasu tego niedotrzymania.
2. Poziom ryzyka związany z przyjęciem określonej dopuszczalnej obciążalności długotrwałej dla danej linii powinien być oceniany na podstawie danych historycznych i powinien uwzględniać koincydencję maksymalnego (dużego) obciążenia i występujących w przeszłości niekorzystnych warunków pogodowych. Przy ocenie ryzyka należy uwzględnić rzeczywiste zagrożenie, jakie stwarzają przekroczenia dopuszczalnej obciążalności. Dla linii przebiegających w terenach niezamieszkałych, niekrzyżujących ważnych obiektów przyjęte ryzyko może być większe

## Podsumowanie i wnioski

1. Przyjęcie do obliczeń rozptylowych wykonywanych w ramach ekspertyz przyłączeniowych **wartości długotrwałej obciążalności prądowej wyznaczonej indywidualnie dla każdej linii**, na podstawie historycznych danych dotyczących krótkotrwałej dopuszczalnej obciążalności prądowej i obciążenia linii.
2. **Podstawą do wyznaczania  $I_d$  powinny być aktualne profile linii**, wyniki długookresowych (co najmniej rok lub więcej) pomiarów warunków pogodowych w pobliżu linii a zwłaszcza jej przęseł krytycznych, przy uwzględnieniu krótkotrwałych (15 min) obciążeń linii w analizowanym okresie.

3. Aktualny stan wiedzy i zgromadzone w systemach monitorowania obciążenia linii (systemy DOL/SMOL) dane pomiarowe i pozyskiwane na bieżąco poprzez obloty linii dane o przestrzennym położeniu przewodów linii pozwalają na **dokładne wyznaczenie długotrwałej obciążalności prądowej indywidualnie dla ponad 30% wszystkich linii 110 kV w kraju.**
4. Wskazane jest również podjęcie **działań prawnych** polegających na zmianach w zapisach standardów budowy linii WN jak również w IRiESD. Duże znaczenie w tym względzie mogłaby mieć również inicjatywa URE, który jest często arbitrem w sporach dotyczących wydawania warunków przyłączeniowych dla OZE.
5. W szczególnych przypadkach uzasadnione będzie **podjęcie działań modernizacyjnych** części takich jak: kontrola i ewentualna korekta (zwiększenie) naciągów w krytycznych przęsłach (sekcjach) linii co prowadzi do znacznego zwiększenia zarówno długotrwałej obciążalności prądowej (obciążalności statycznej), jak i krótkotrwałej obciążalności prądowej (dynamicznej obciążalności linii).





**Dziękuję  
za uwagę**

