



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Zbigniew HANZELKA

Instalacje fotowoltaiczne a jakość dostawy energii elektrycznej (zagadnienia wybrane)

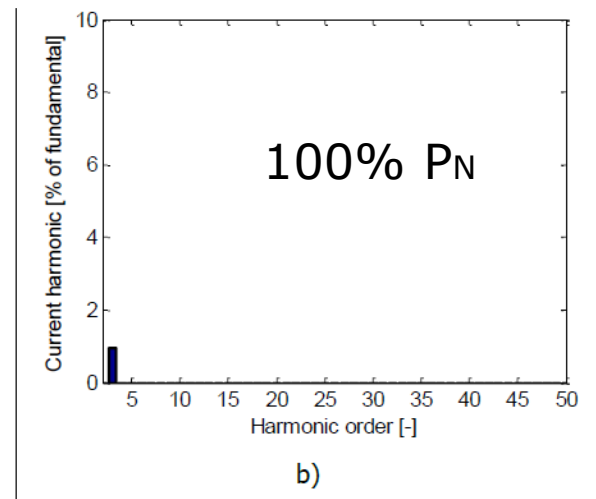
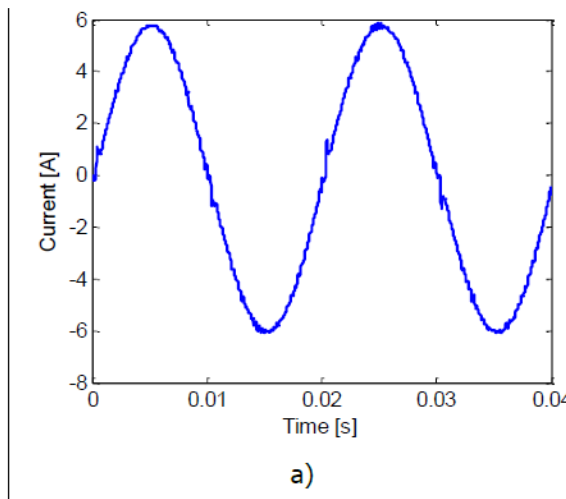
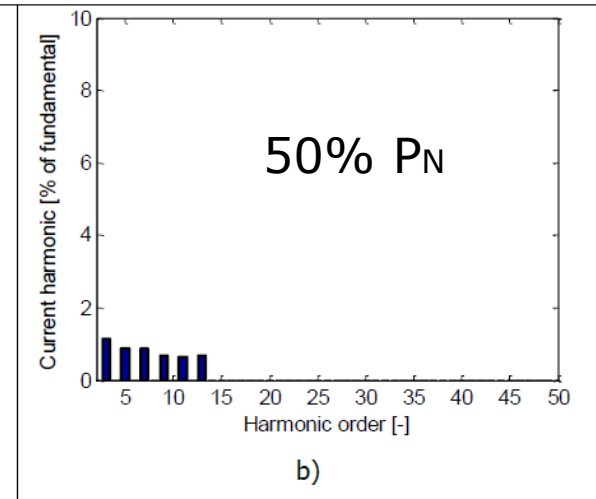
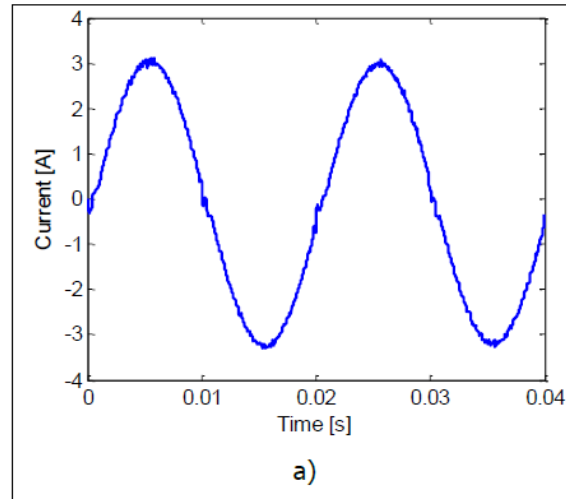
Kraków, wrzesień 2019 r.



Harmoniczne

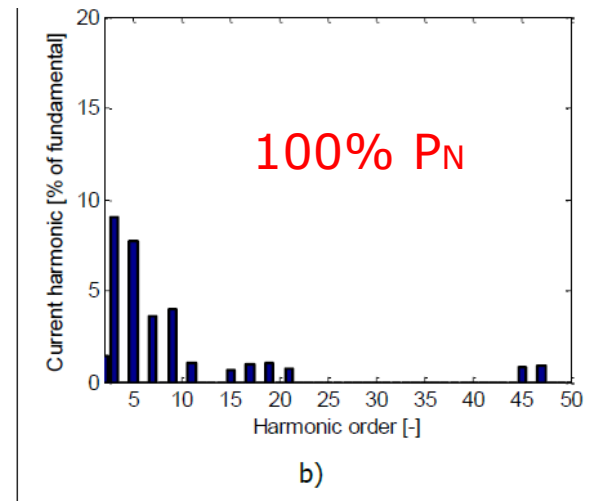
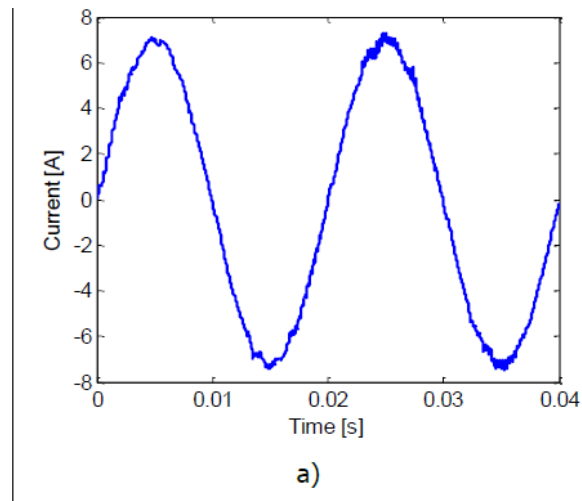
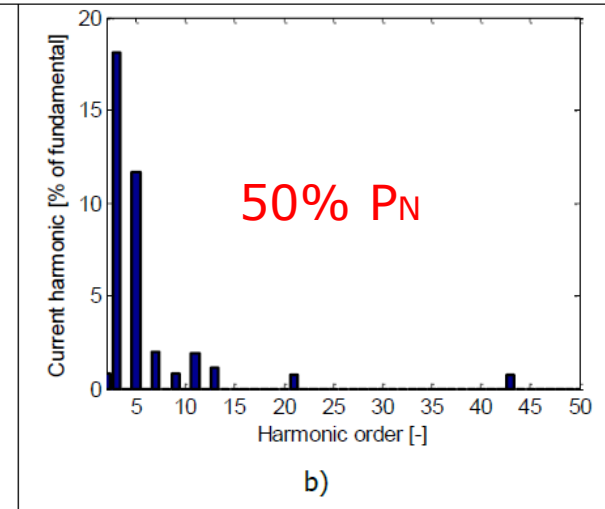
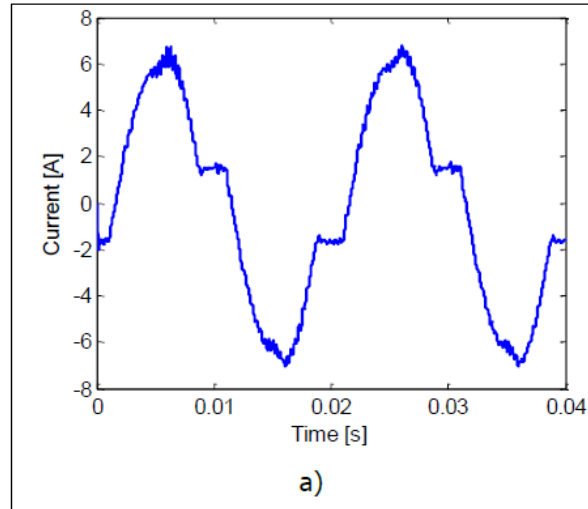
Harmoniczne napięcia

Panel A

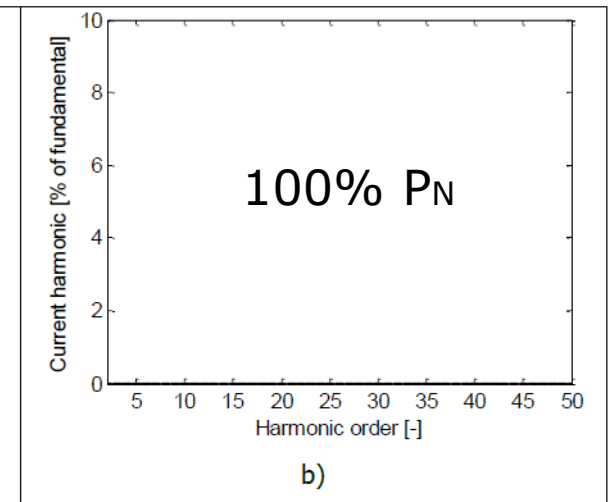
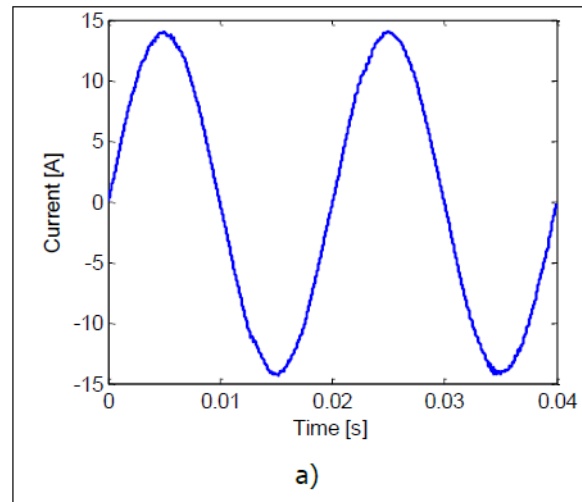
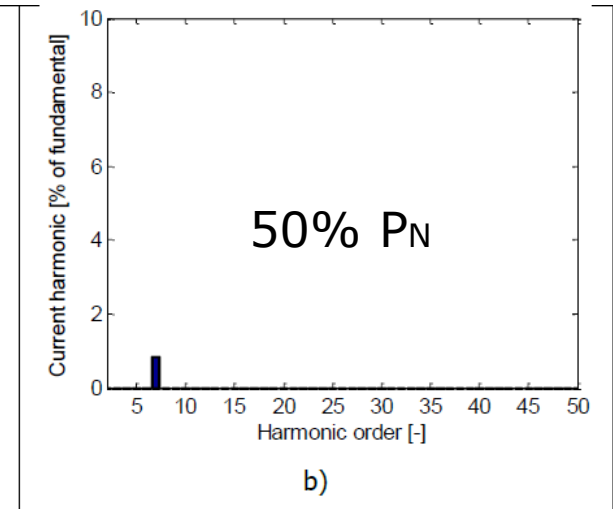
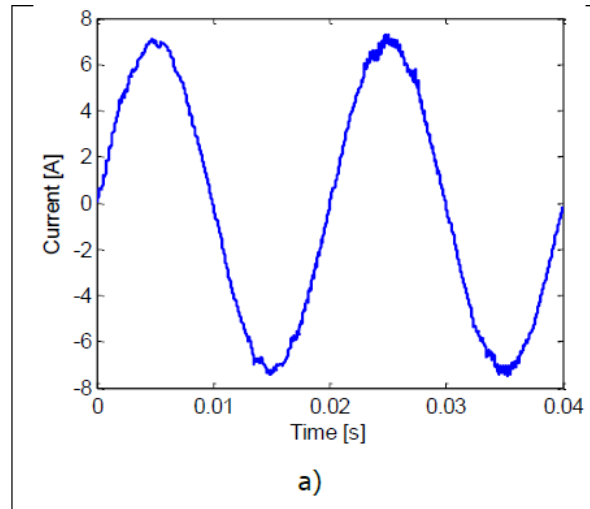


Harmoniczne napięcia

Panel B

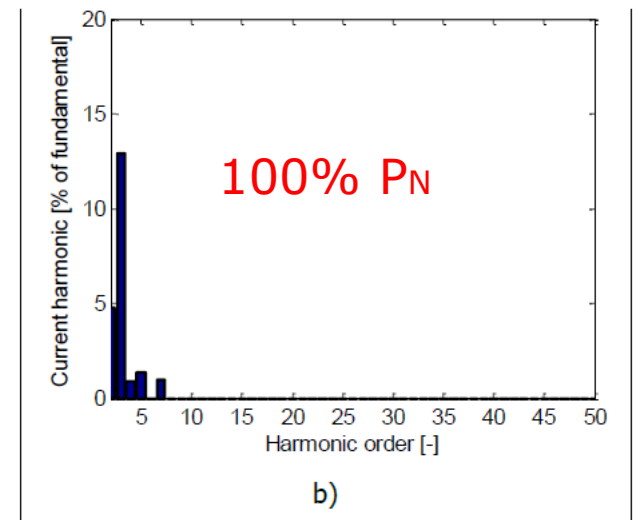
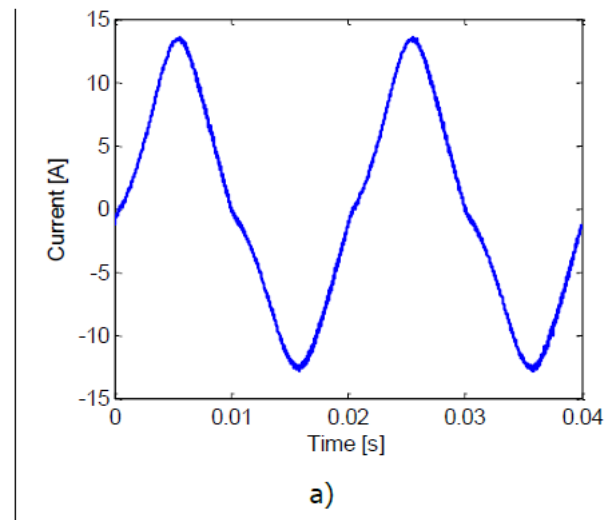
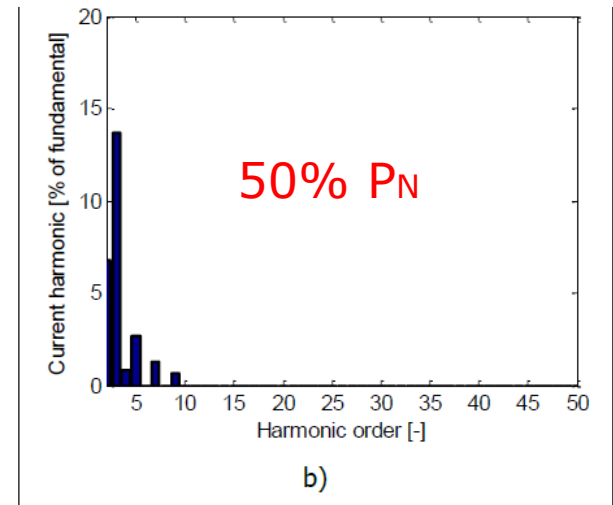
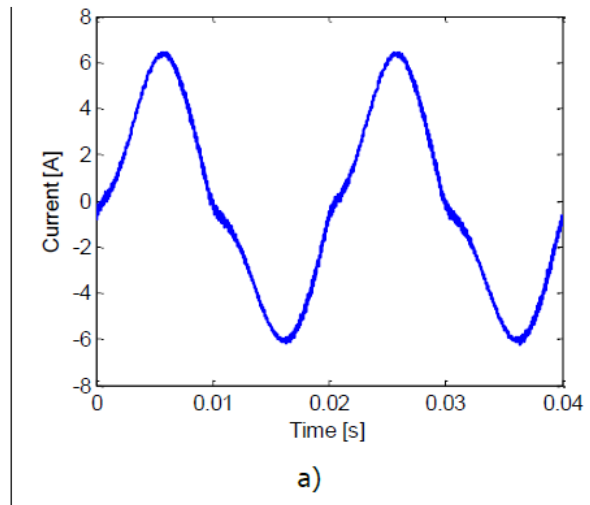


Panel C



Harmoniczne napięcia

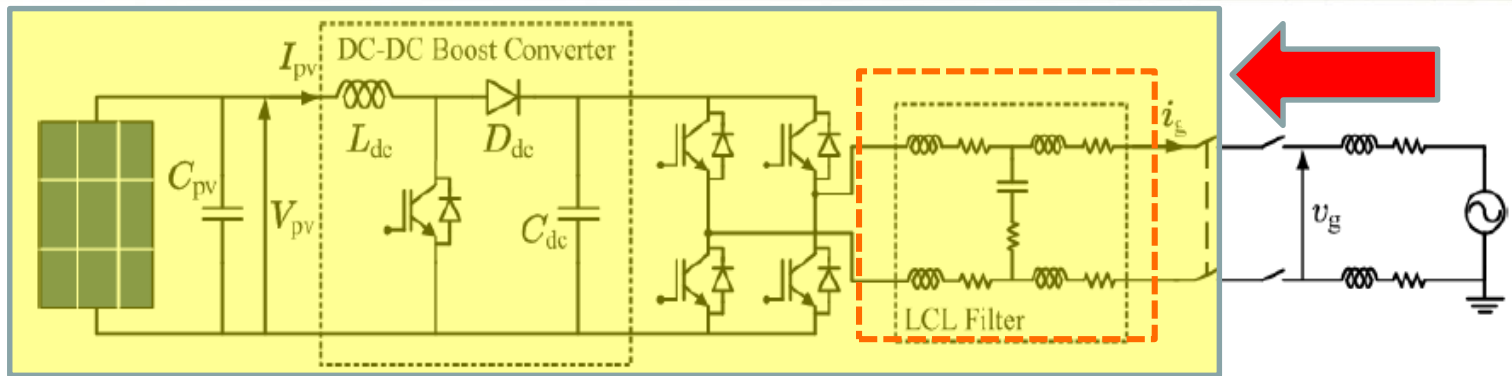
Panel D



Czynniki mające wpływ na generację harmoniczných przez pojedynczy przekształtnik:

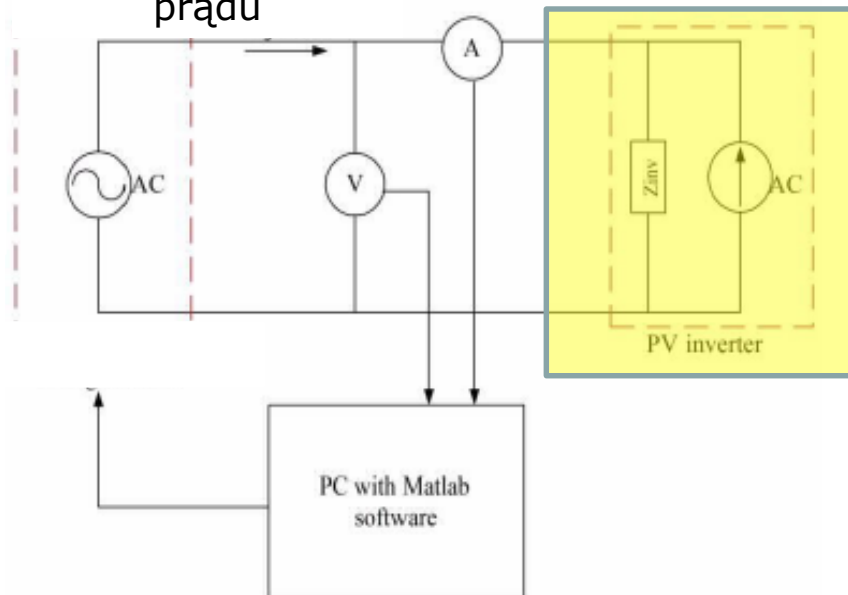
- ✓ Odkształcenie pierwotne napięcia
- ✓ Wartość napięcia
- ✓ Charakterystyka częstotliwościowa impedancyjni sieci
- ✓ Moc wyjściowa
- ✓ Niesymetria napięcia (dla 3-fazowych)
- ✓ Algorytm sterowania i jego stała czasowa
- ✓ Inne parametry sterowania (np. charakterystyka Q-V).

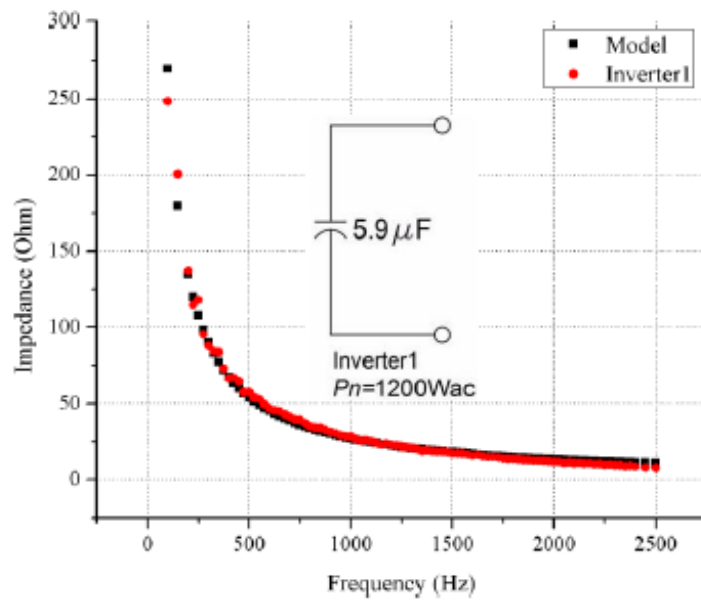
Harmoniczne napięcia



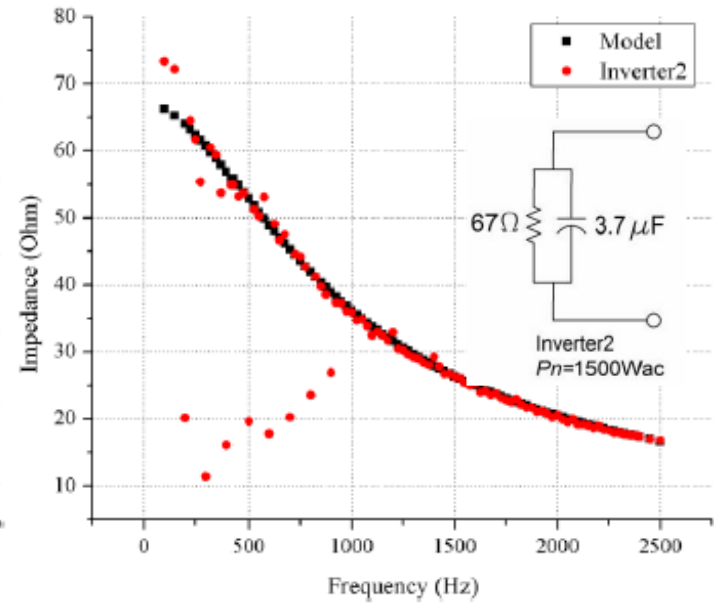
Harmoniczne prądu

Źródło harmoniczných napięcia

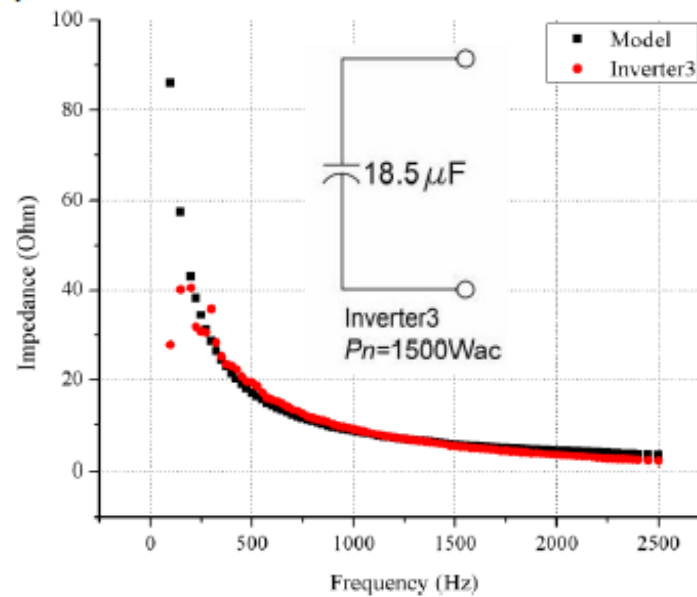




(a)

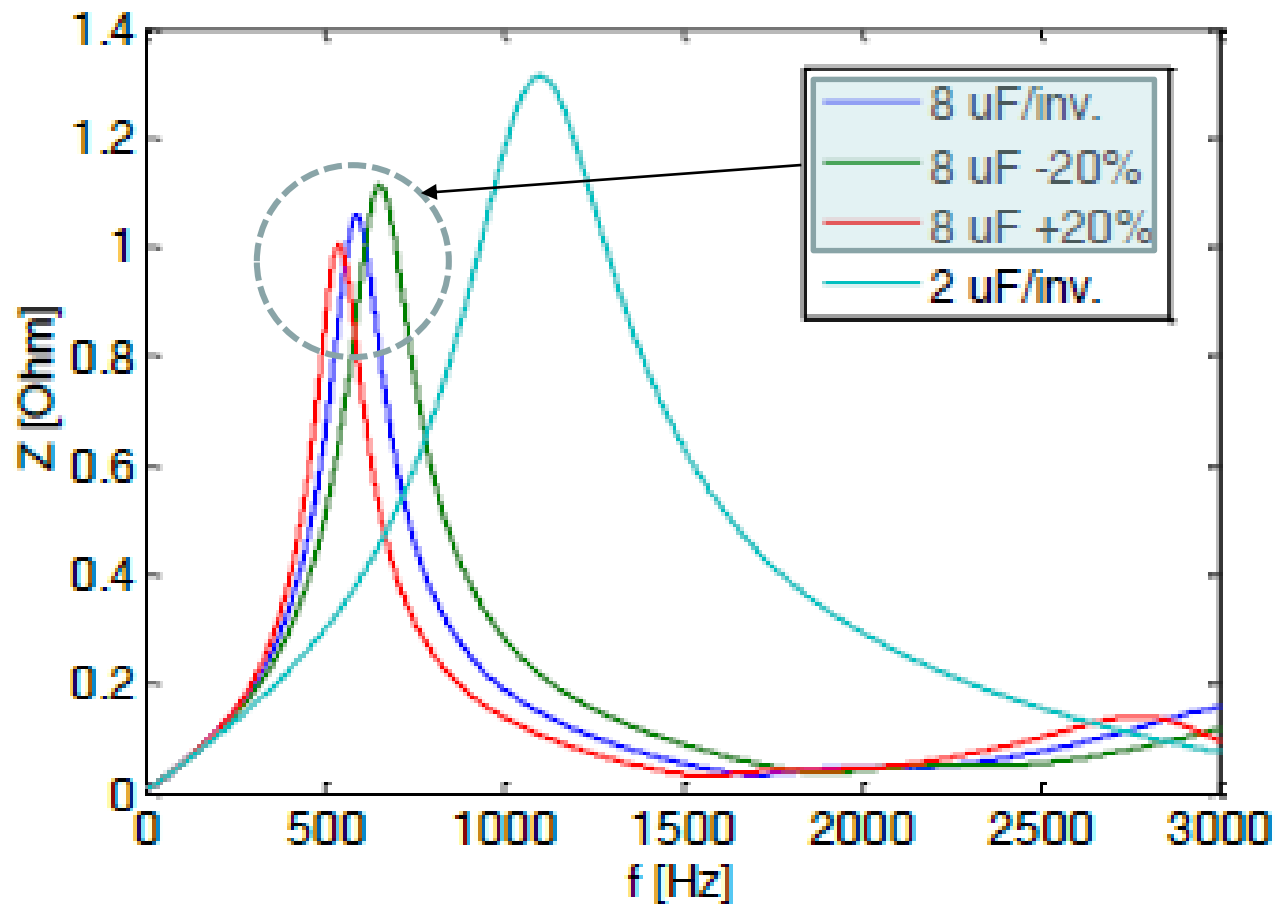


(b)



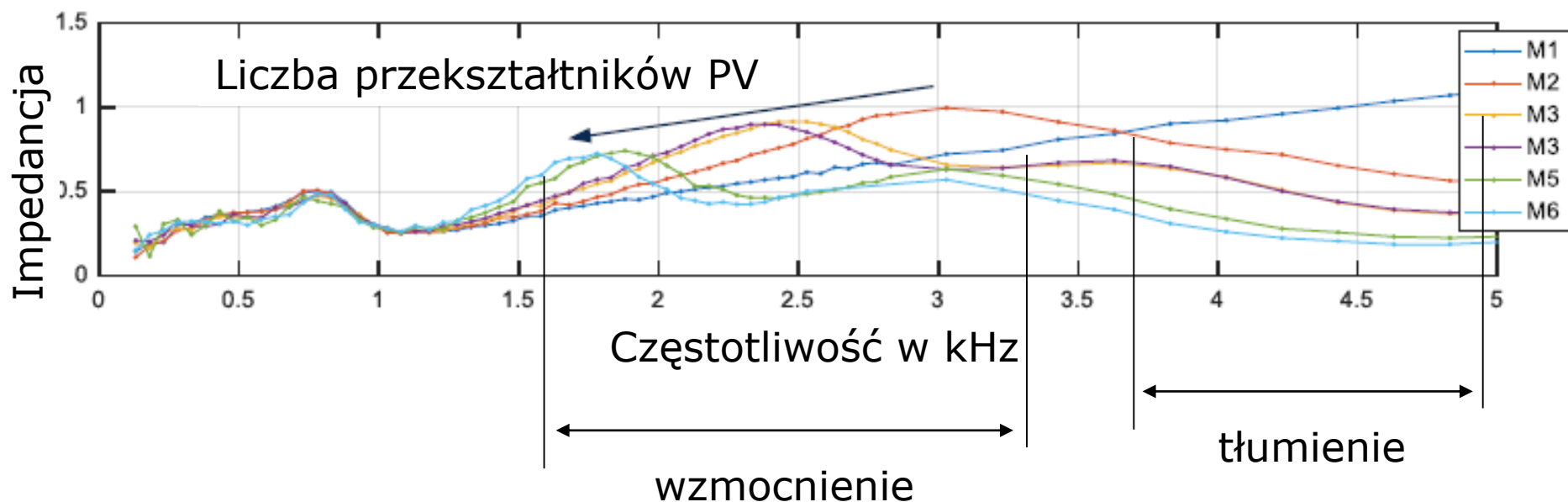
(c)

Interfejsy energoelektroniczne (PV)



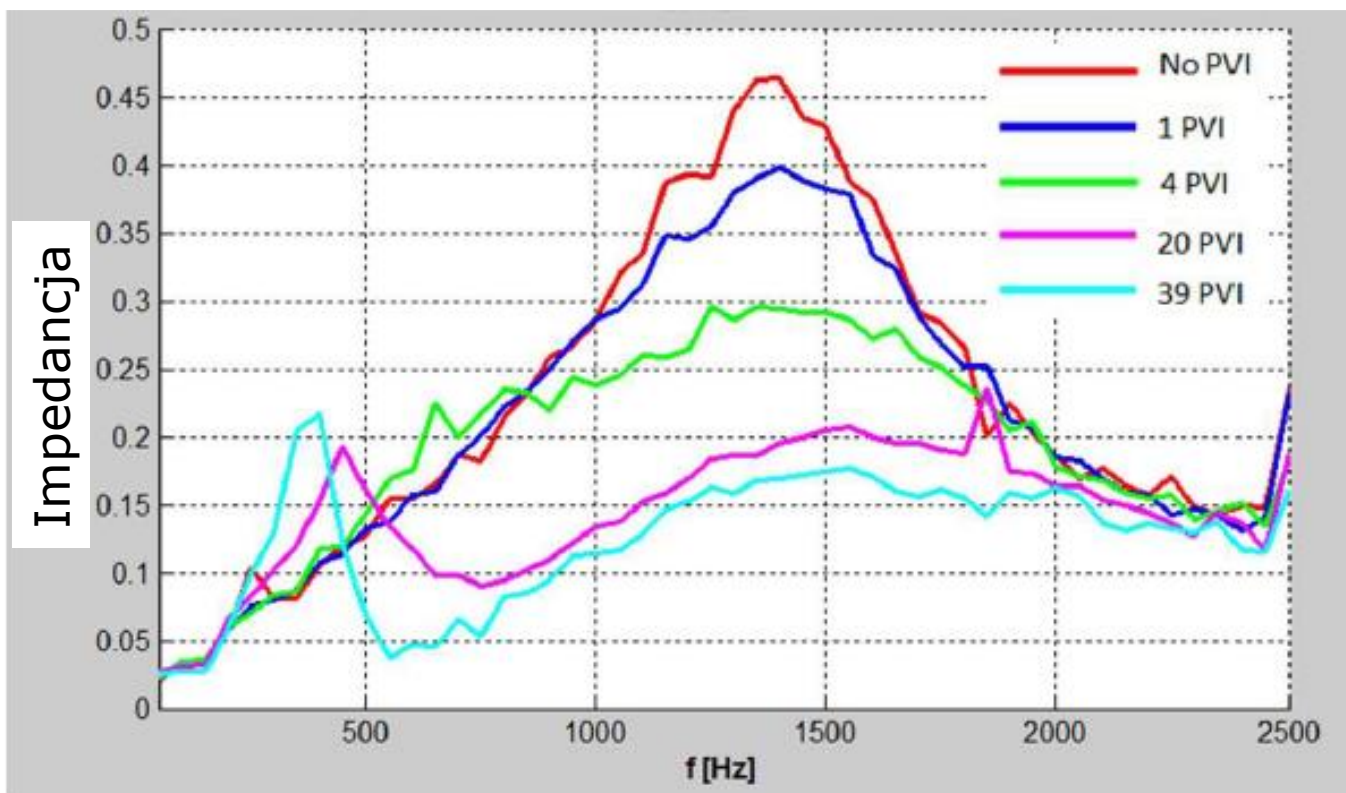
Harmoniczne napięcia

Wpływ wielu równoległe pracujących przekształtników PV (mała moc)



Harmoniczne napięcia

Wpływ wielu równoległe pracujących przekształtników PV (15 kW)



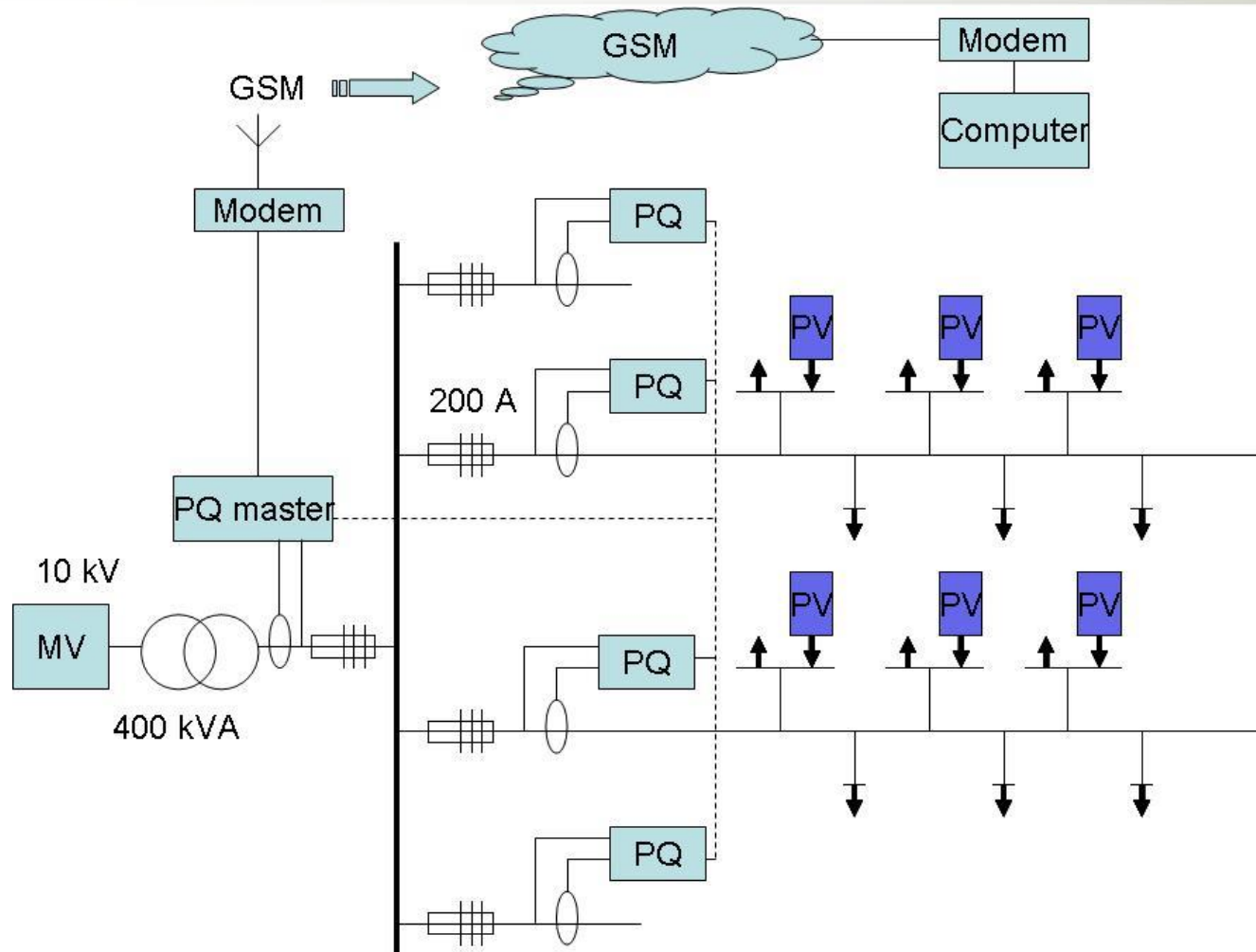
Charakterystyka impedancyjna na zaciskach instalacji PV zawierającej 39 przekształtników

Bronsbergen Holiday Park (NL)

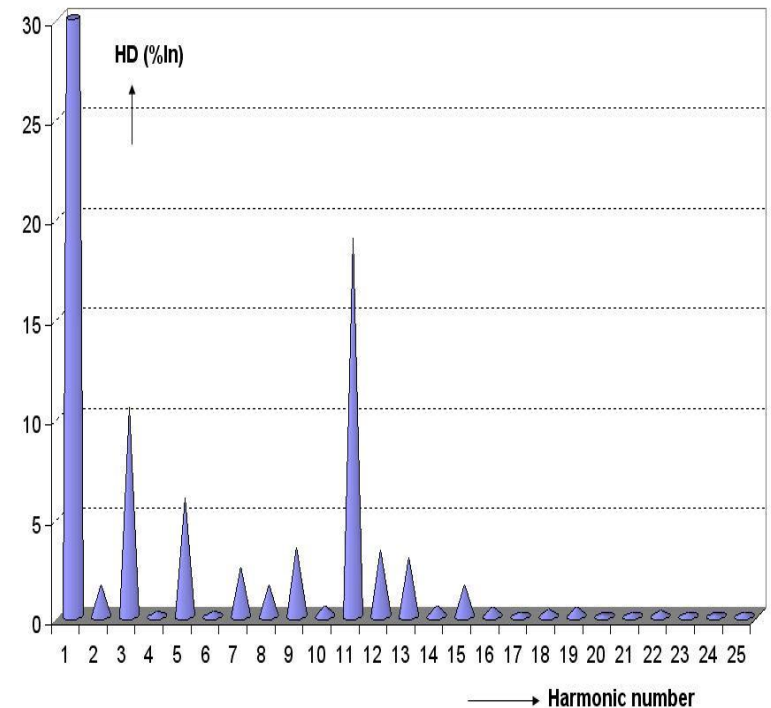
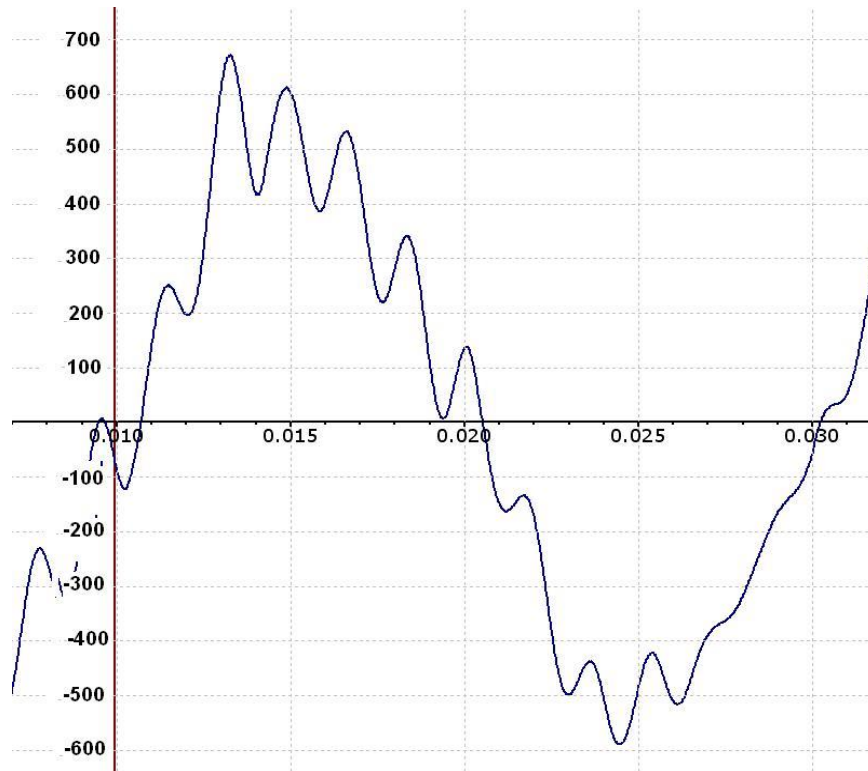


- Pierwsza mikrosieć w Holandii
- 315 kWp PV

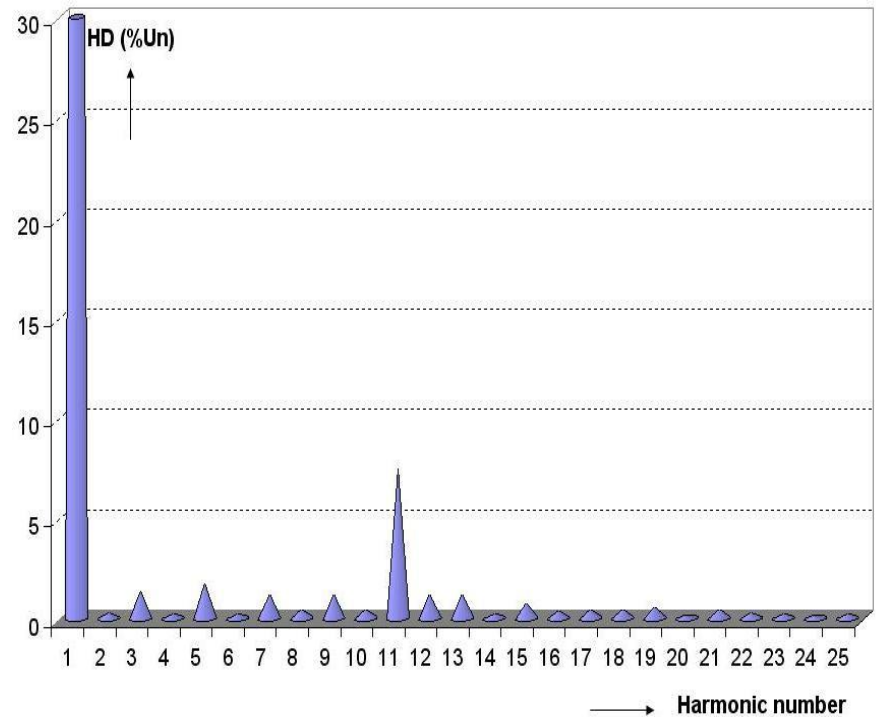
Bronsbergen Holiday Park (NL)



11th order resonance

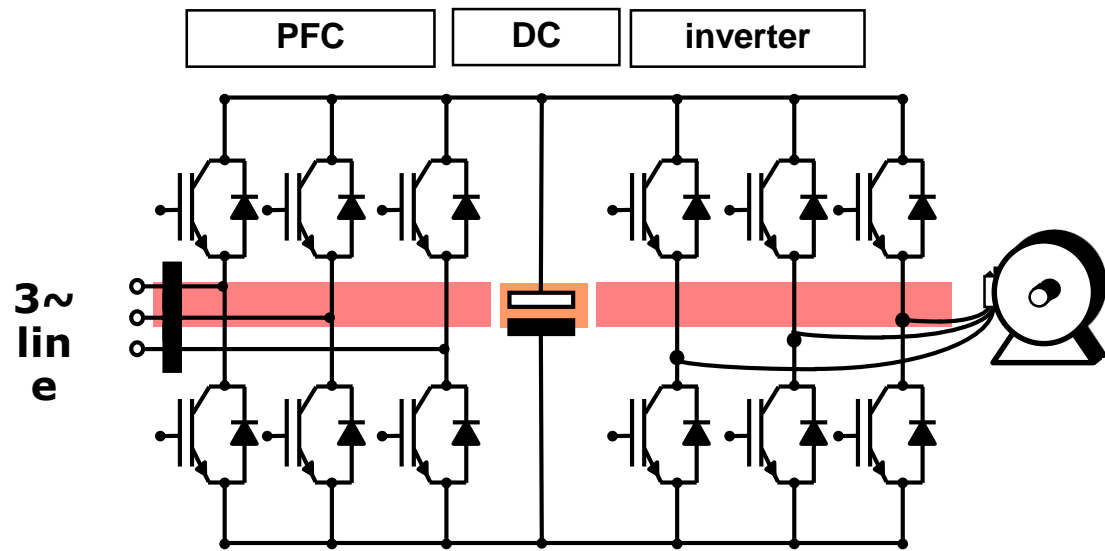
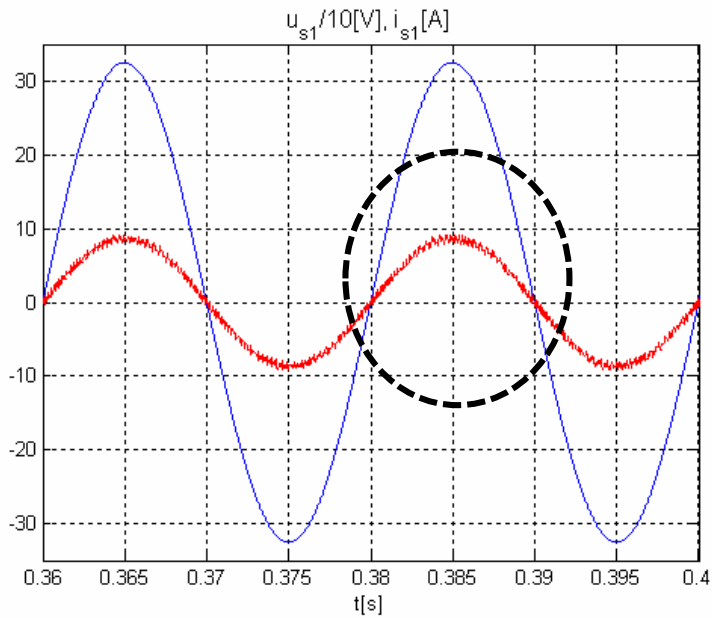


11th order resonance

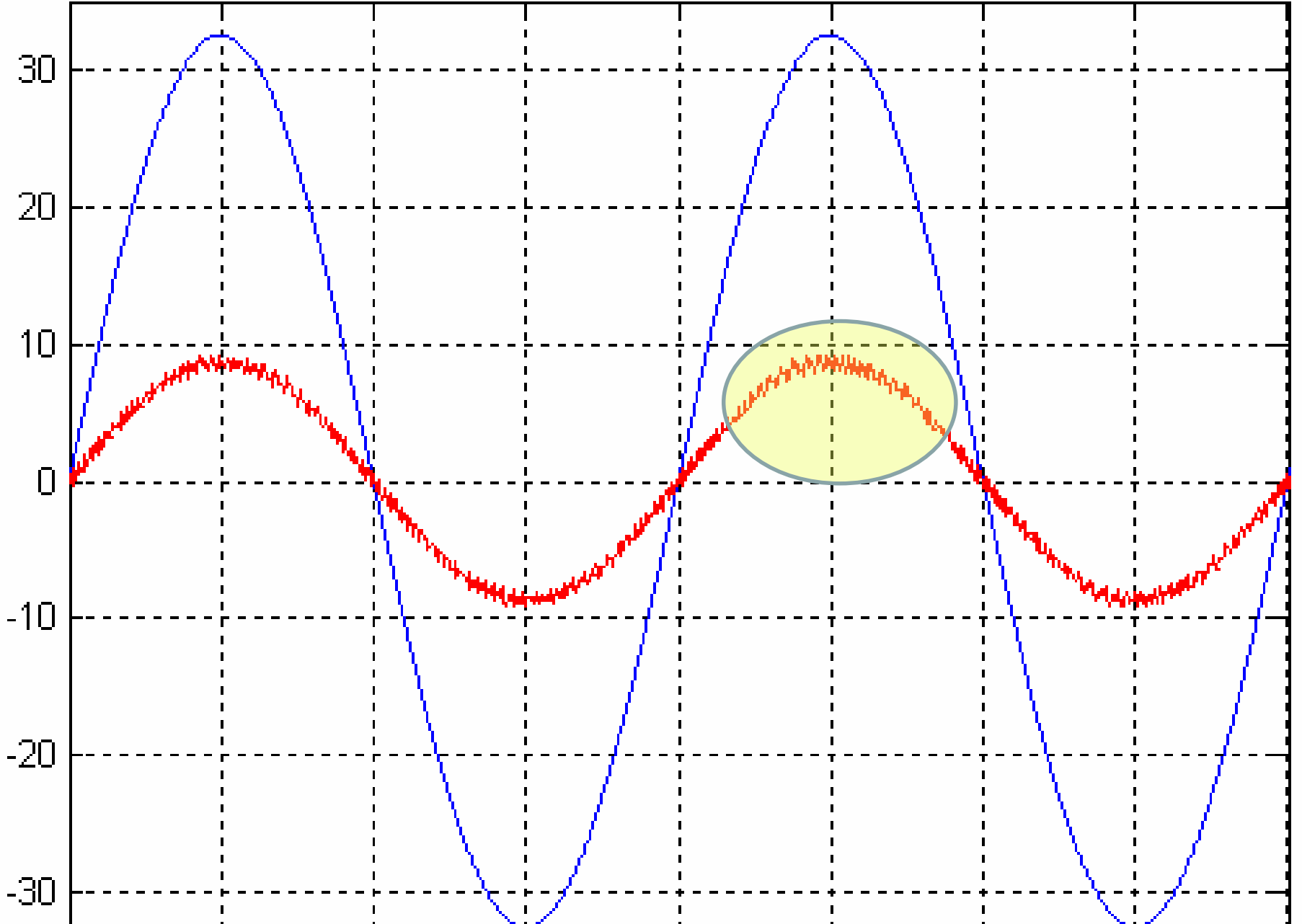


Interharmoniczne i supraharmoniczne

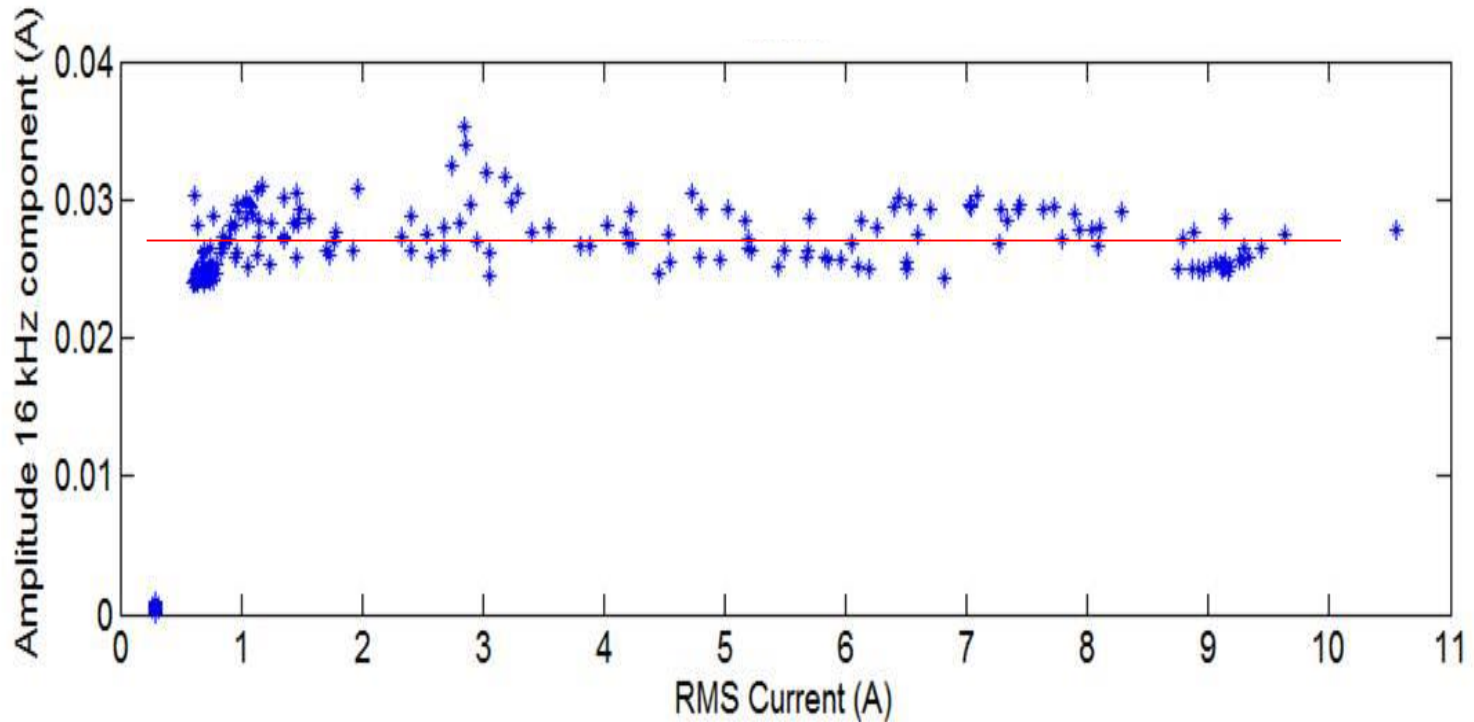
Interharmoniczne i supraharmoniczne



$u_{s1}/10[V], i_{s1}[A]$



Zaburzenia w paśmie 2-150 kHz

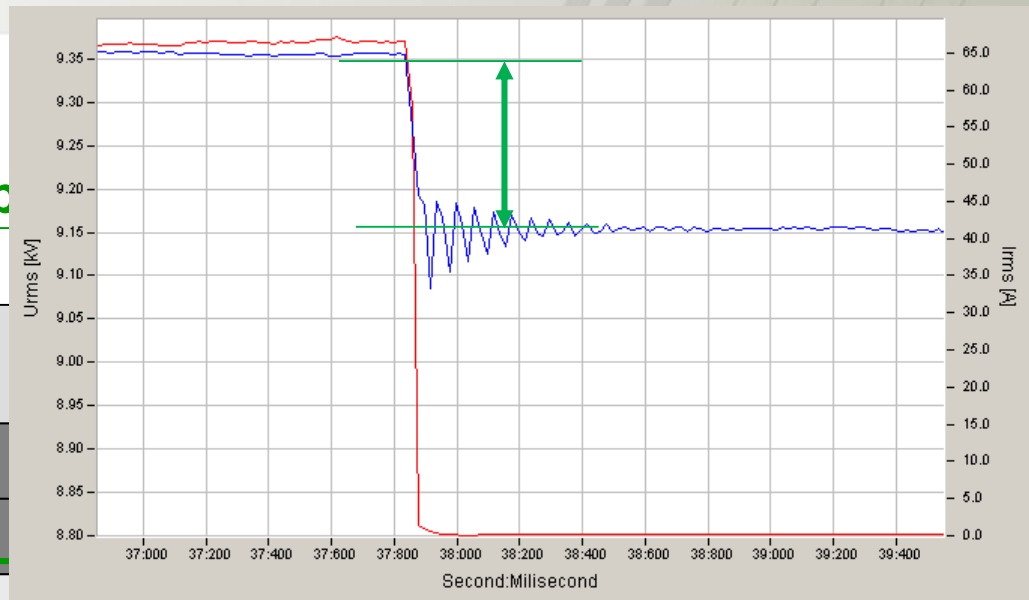
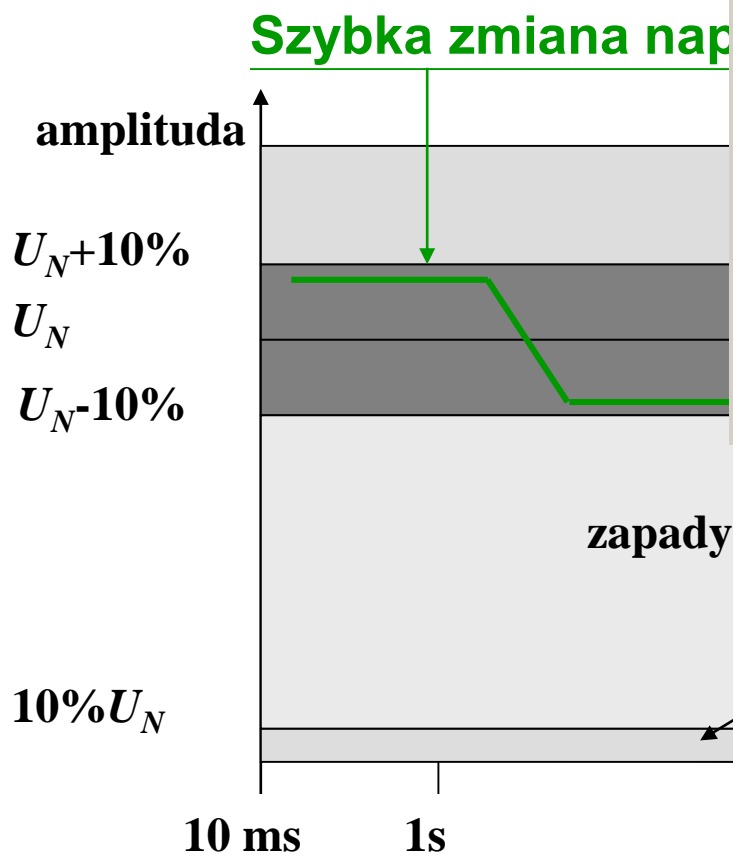


Interharmoniczne i supraharmoniczne

	Zaburzenie	Zakłócenie
I	Odkształcenie napięcia lub prądu spowodowane sprzętem odbiorcy końcowego na częstotliwościach „komunikacyjnych”	Sygnał „komunikacyjny” jest zakłócony przez zaburzenie
II	Sprzęt odbiorcy końcowego tworzy ścieżkę o niskiej impedancji dla składowej częstotliwości „komunikacyjnej”	Tylko niewielka część sygnału „komunikacyjnego” dociera do odbiornika - zakłócenia komunikacyjne
III	Sygnał „komunikacyjny” wytwarza u odbiorcy końcowego duże prądy	Redukcja czasu życia i nieprawidłowa praca sprzętu
IV	Nieliniowy odbiornik wystawiony na wpływ sygnału „komunikacyjnego” emituje prądy innych częstotliwości	Inne możliwe negatywne skutki spowodowane składowymi o nowych częstotliwościach wliczając interakcję z sygnałami „komunikacyjnymi”
V	Odkształcenie napięcia spowodowane sygnałem „komunikacyjnym”	Nieprawidłowa praca sprzętu odbiorcy końcowego

Szybkie zmiany napięcia

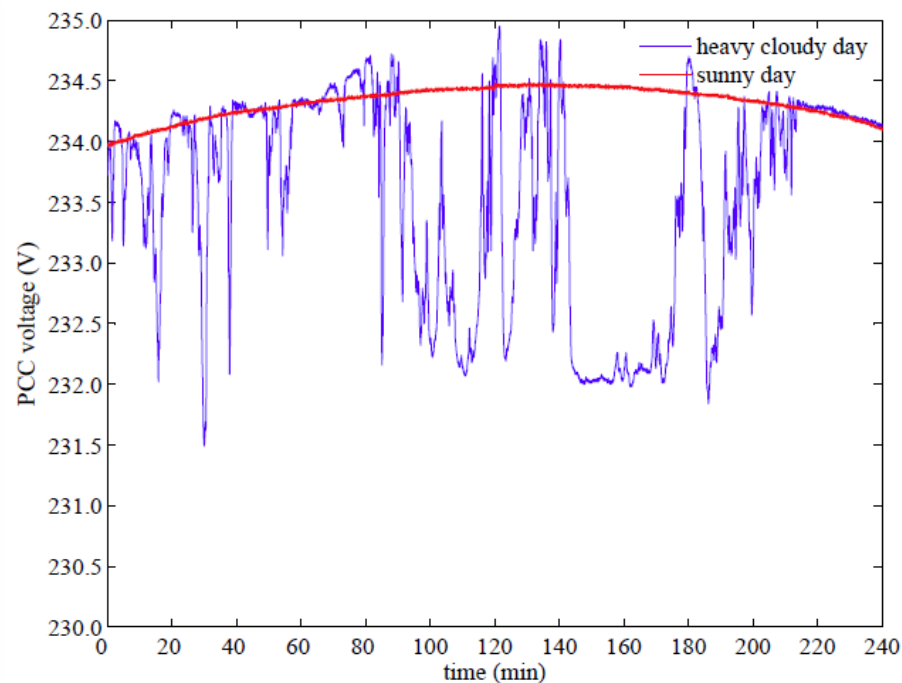
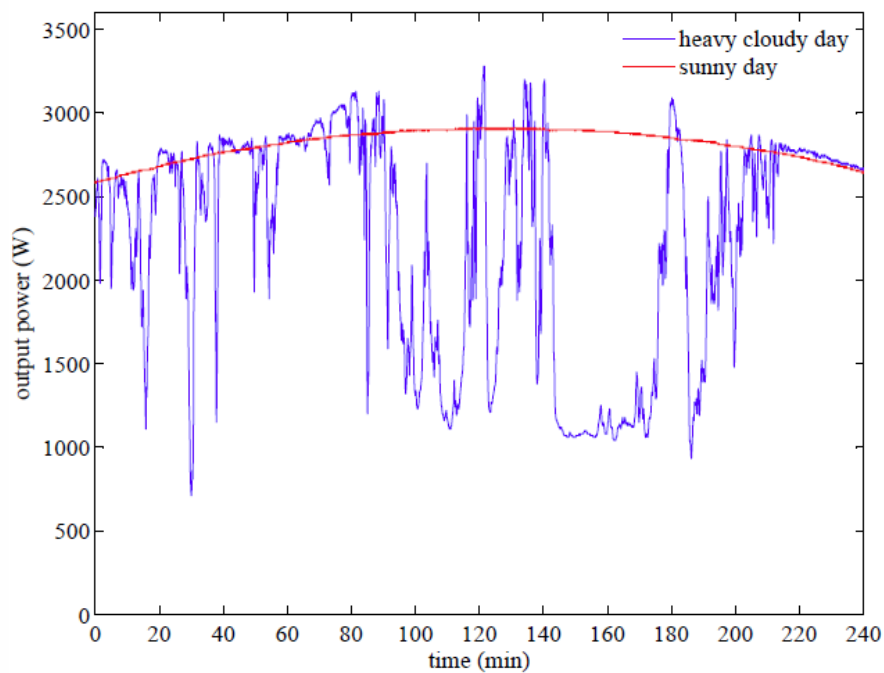
ZMIANY WARTOŚCI SKUTECZNEJ NAPIĘCIA



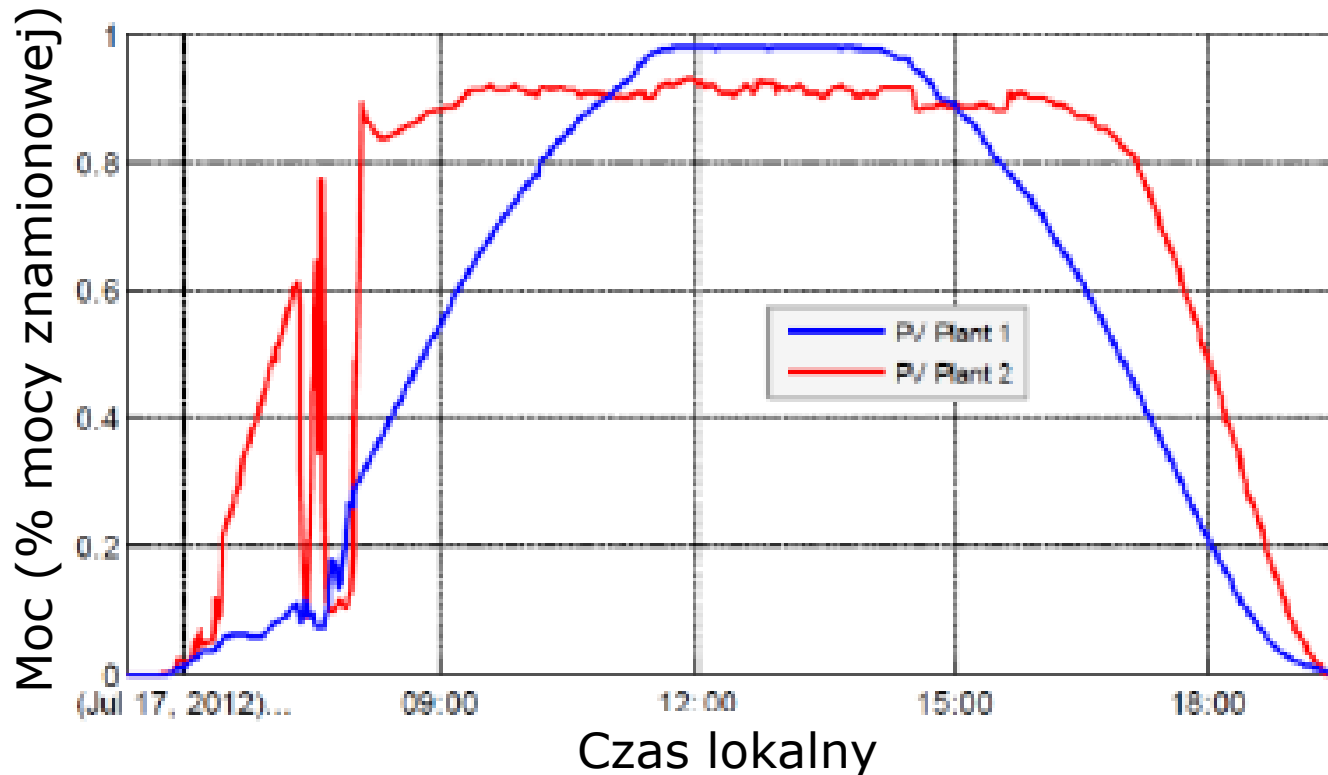
krótkie przerwy

długie przerwy

Szybkie zmiany napięcia



Szybkie zmiany napięcia



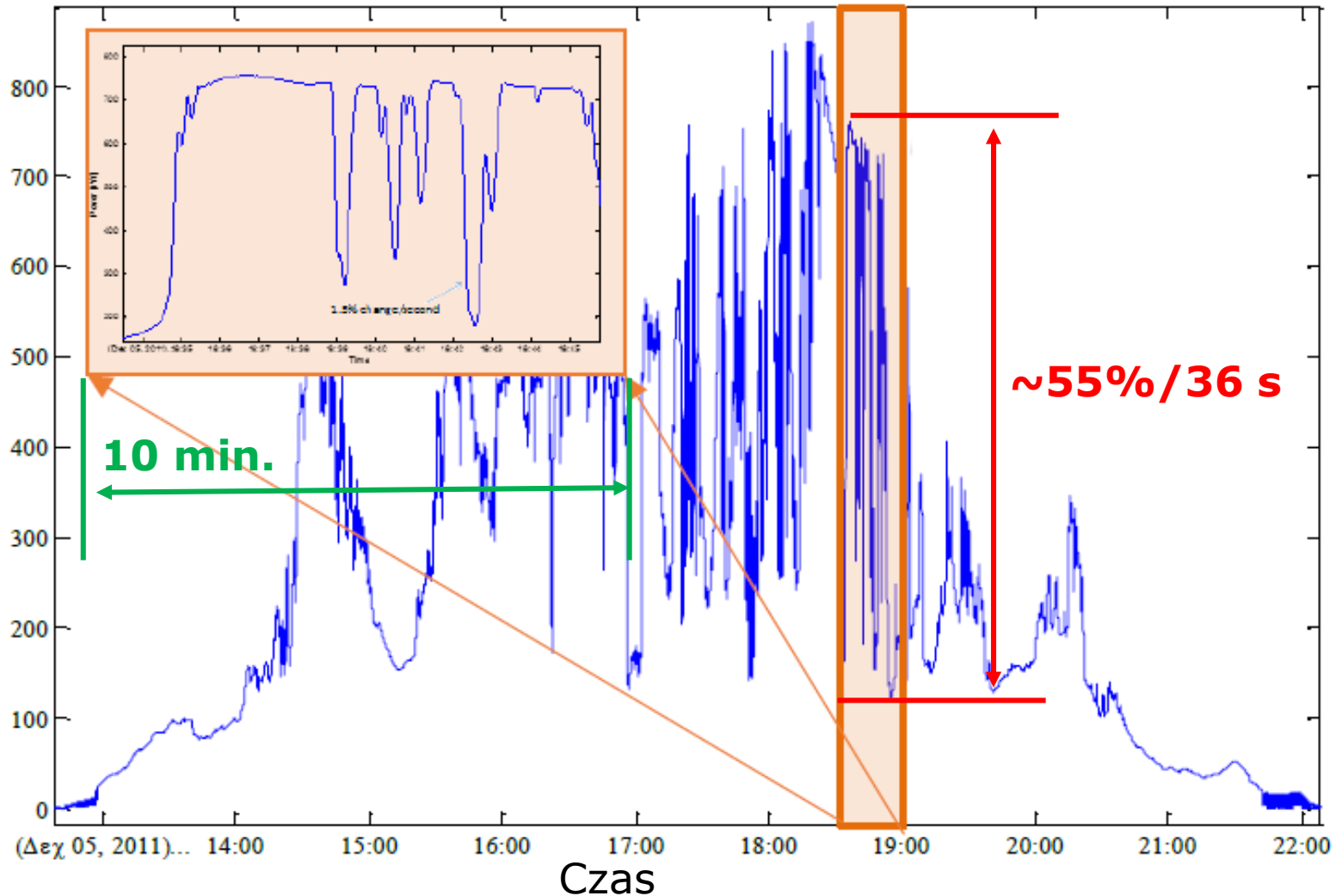
Instalacja stacjonarna (**Elektrownia 1**) i traker (**Elektrownia 2**)

Wahania napięcia

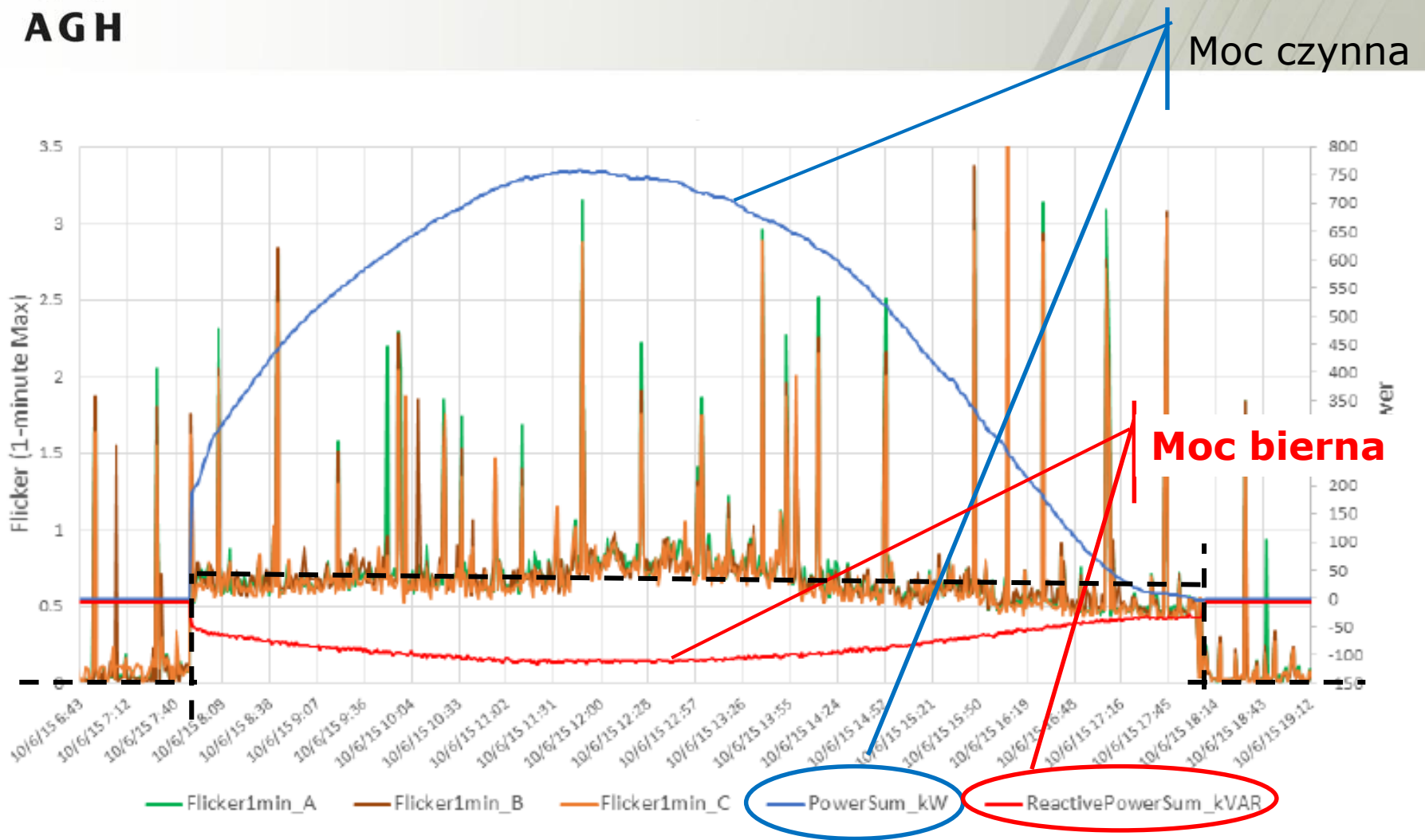
Wahania napięcia

Instalacje dużej mocy (1 MW, 13,2 kV/0,48 V, 3,2 km od stacji)

Moc
[kW]

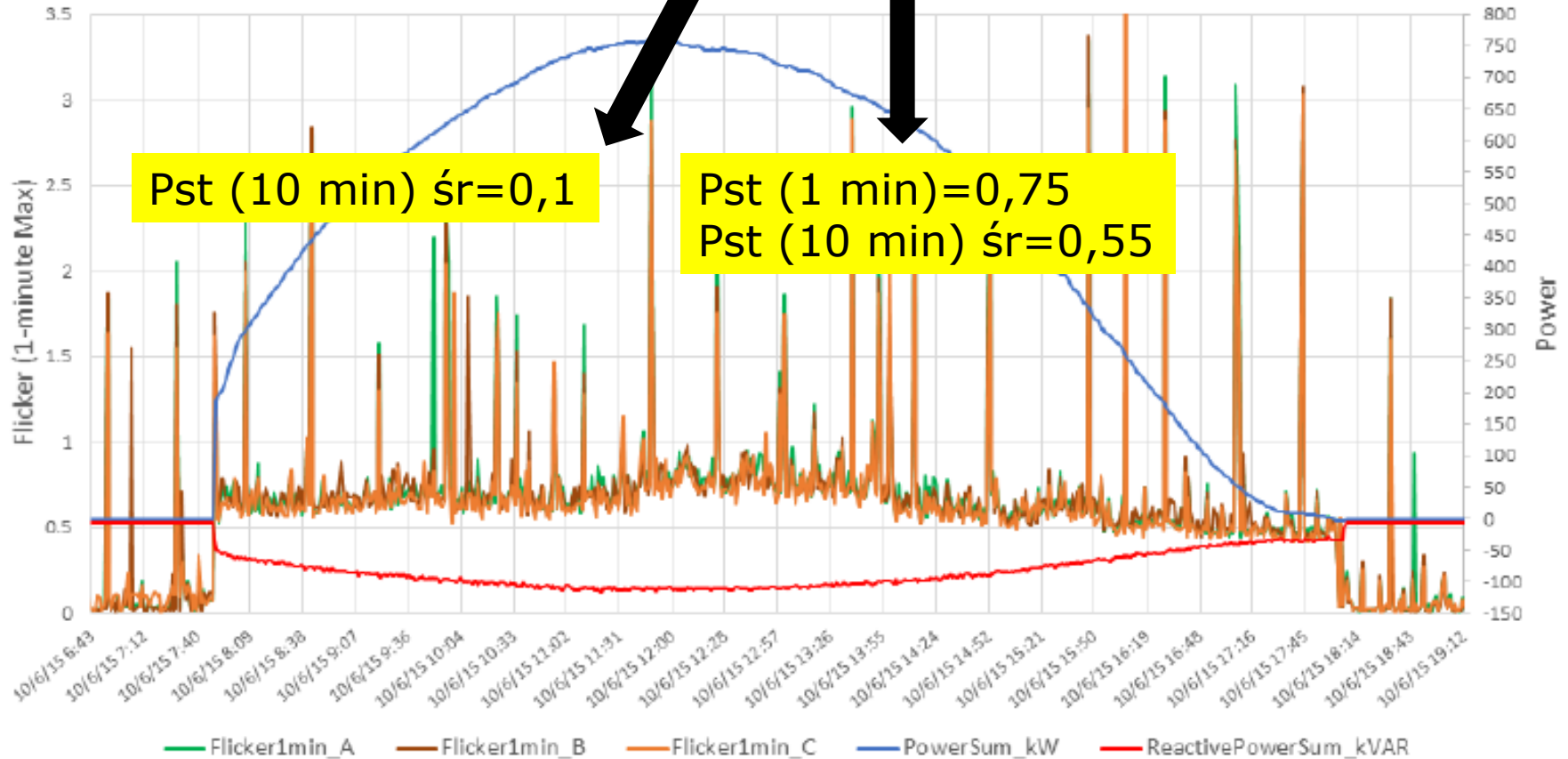


Wzrost napięcia



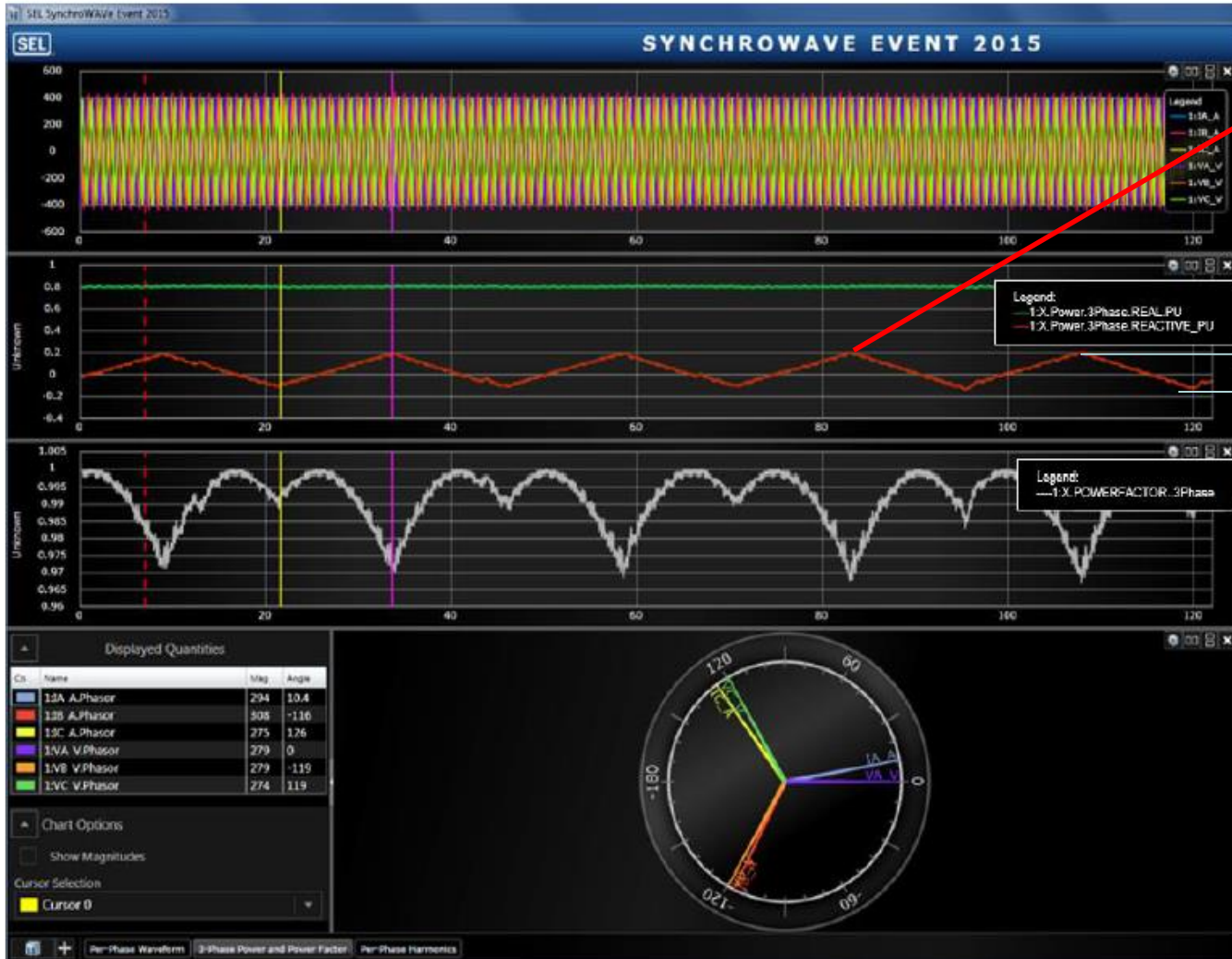
Wahania napięcia

Przypadek 1 (1 MW, 12 kV/480 V)



Wahania napięcia

Przypadek 1 (1 MW, 12 kV/480 V)

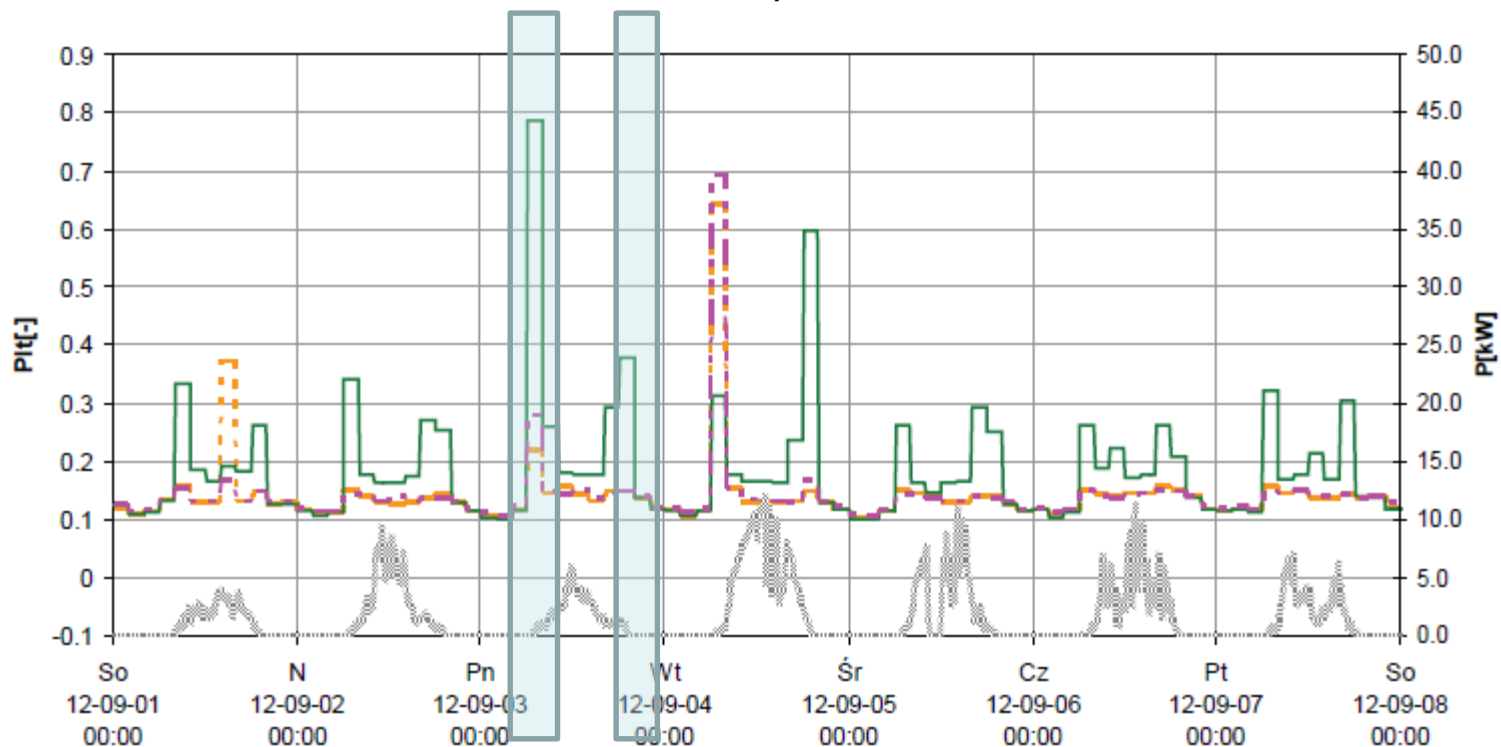
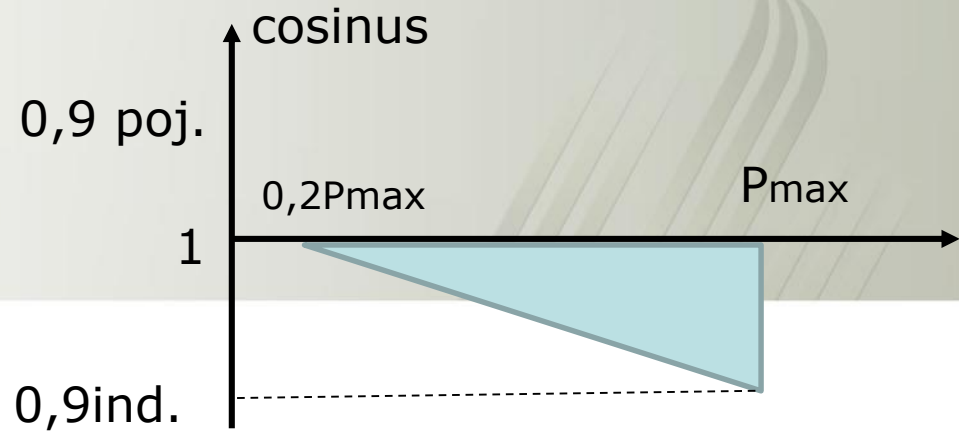


**Współczynnik
mocy**

0,2 poj.

0,2 ind.

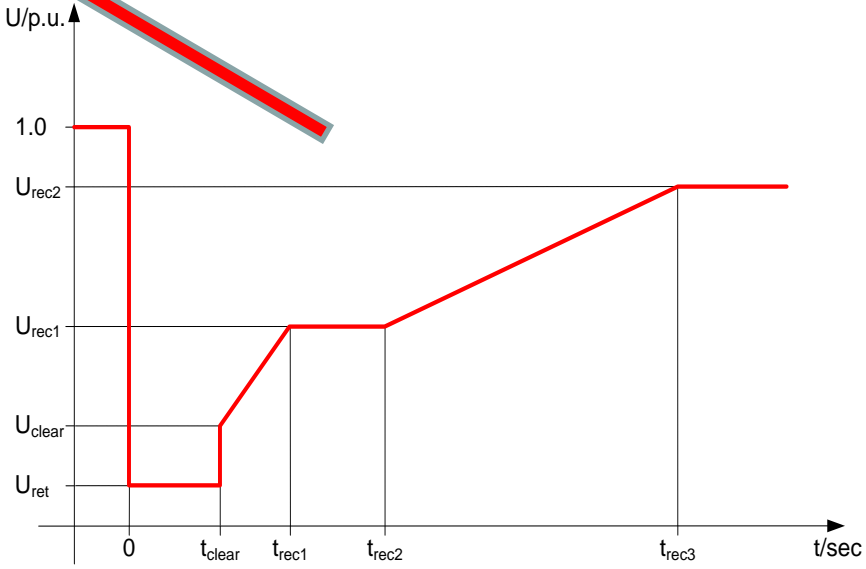
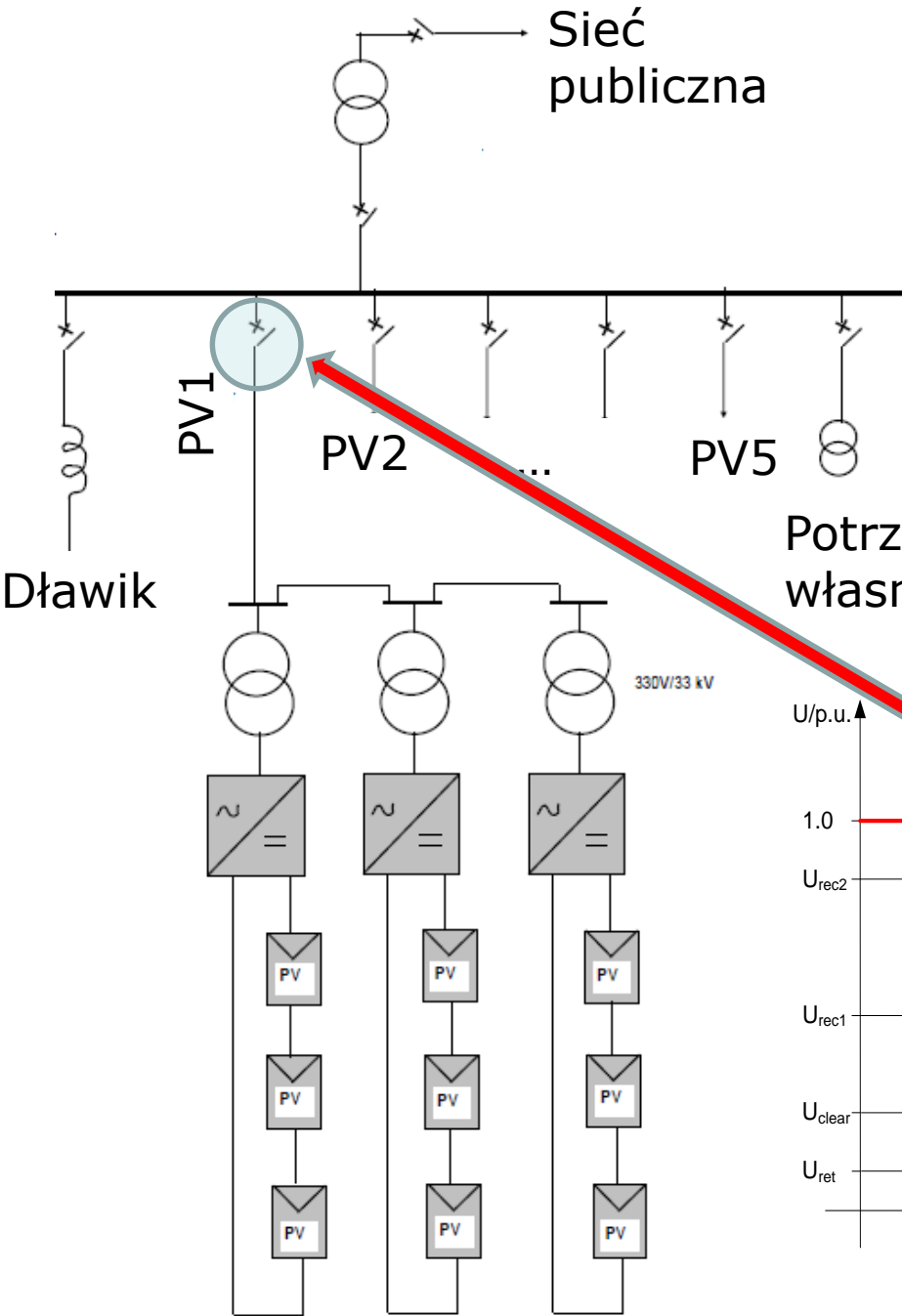
Wahania napięcia



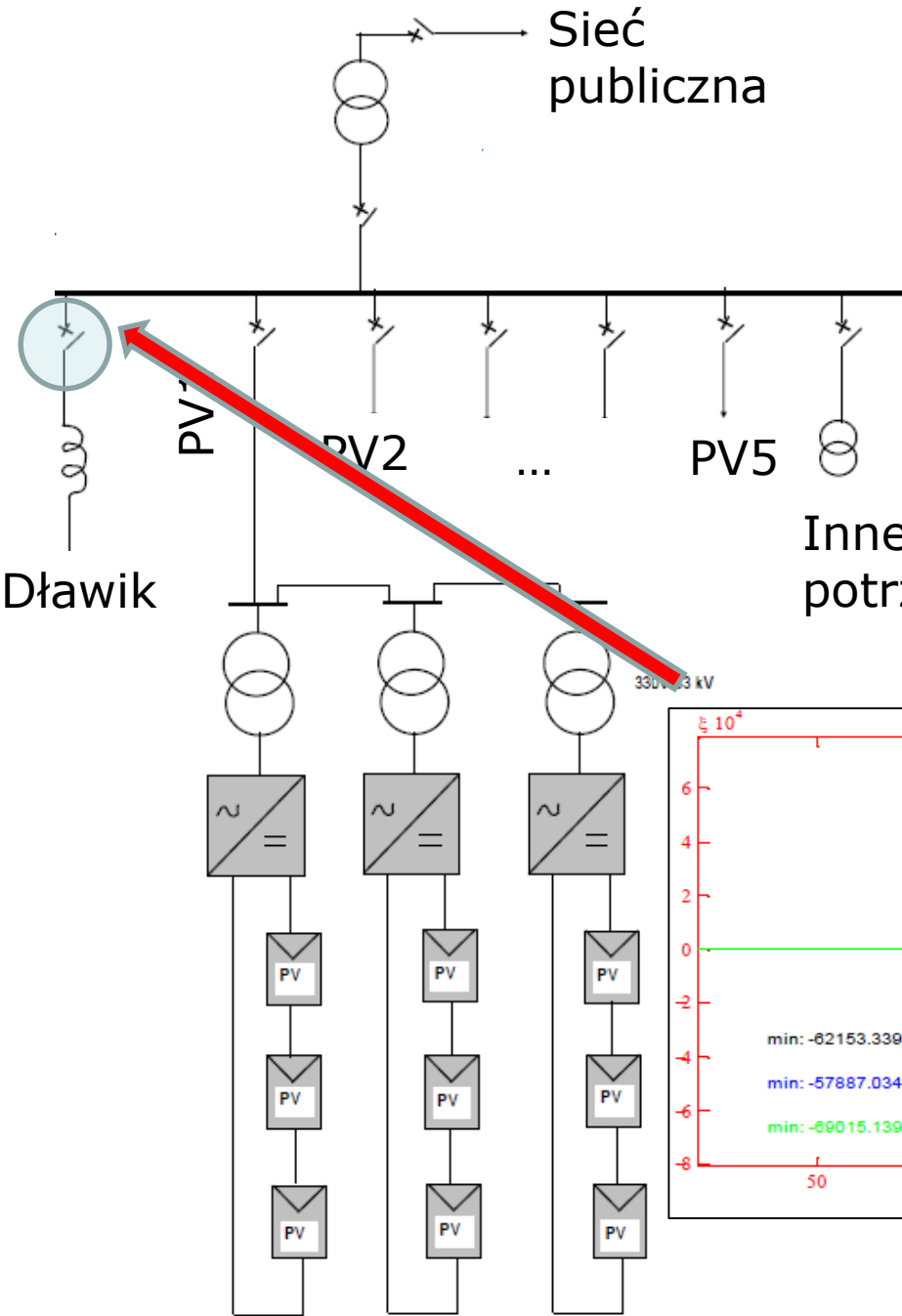


Załączenie / wyłączenie instalacji

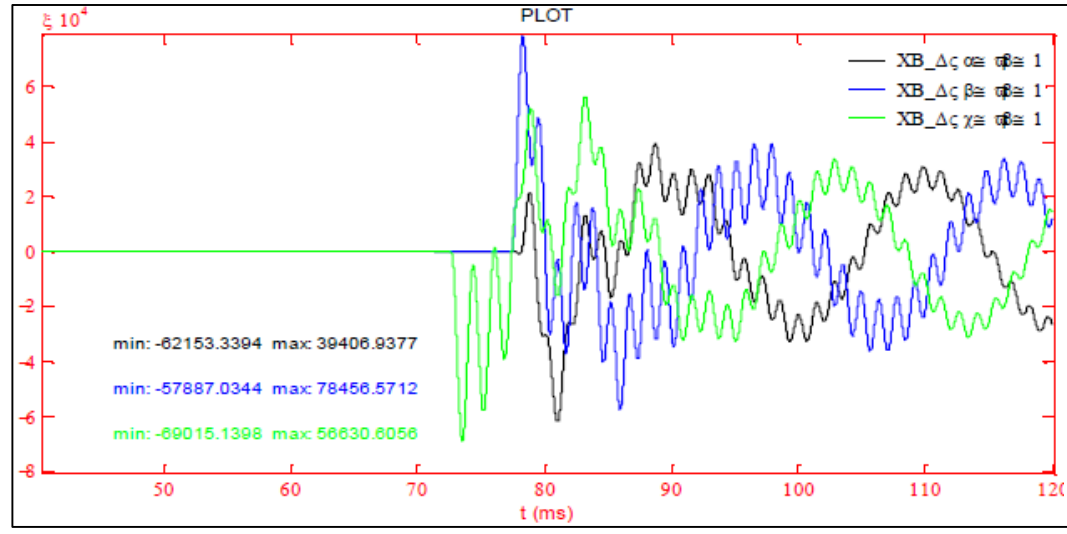
Załączenie / wyłączenie instalacji



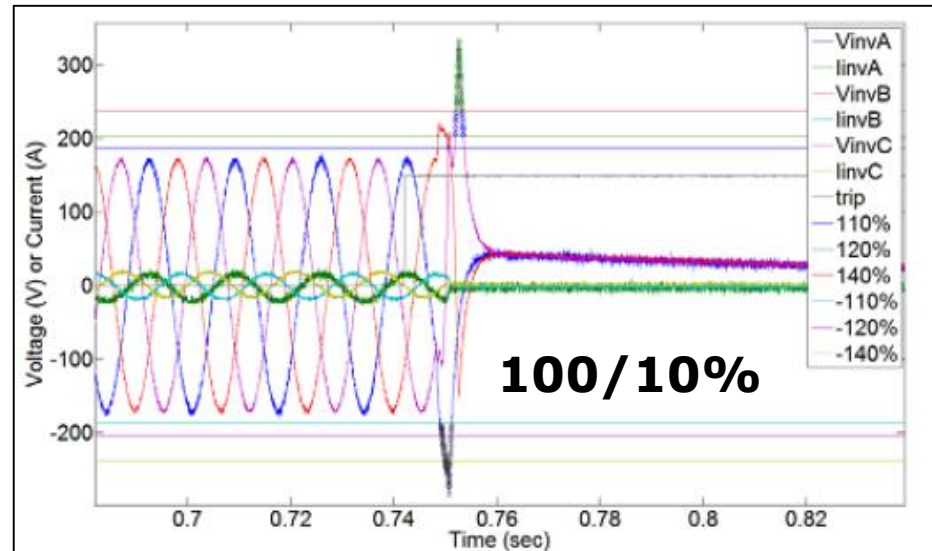
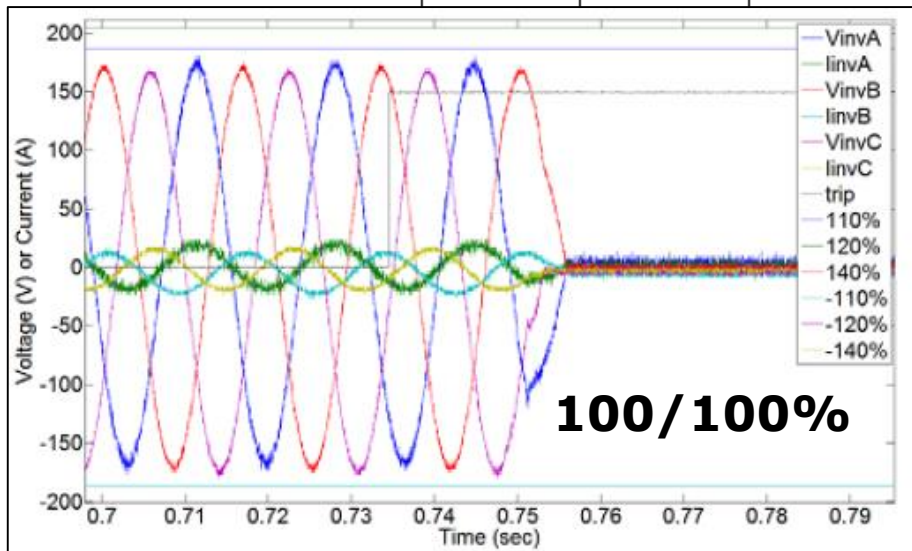
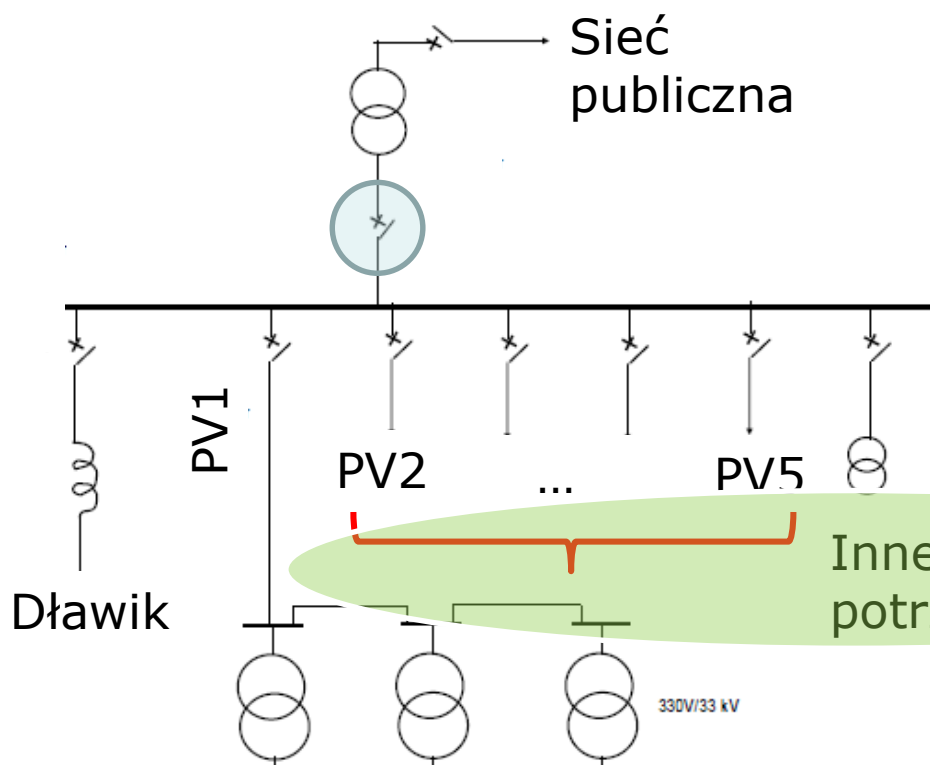
Załączenie / wyłączenie instalacji



Inne odbiory w tym
potrzeby własne



Załączenie/ wyłączenie instalacji



Instalacje PV

Kraj	Moc [MW]	Pozycja w rankingu	L. ankiet
Germany	38200	1	3
China	28199	2	1
USA	18280	5	5
Spain	5358	7	1
United Kingdom	5104	8	2
Australia	4136	9	5
Czech Republic	2134	14	1
Canada	1710	15	1
Romania	1219	17	1
Netherlands	1123	18	1
Switzerland	1076	19	1
South Africa	922	21	1
Austria	766	22	2
Mexico	176	29	1
Sweden	79	31	1
Turkey	58	32	3
Uruguay	NA*	NA*	1
Bosnia and Herzegovina	NA*	NA*	1
Total			32

Instalacje PV

% mocy	% operatorów
0-5%	52.6 %
5-10%	37.0 %
10-25%	13.0 %
25-50%	8.7 %
>50%	8.7 %

Zmiany napięcia

Wahania

Szybkie zmiany

Zapady, wzrosty, stany przejściowe

Asymetria

Odkształcenie napięcia

Do 2 kHz (harmoniczne, interharmoniczne)

Od 2 do 150 kHz (supraharmoniczne)

P	% operatorów
$P < 5kW$	52.6 %
$5kW \leq P < 30kW$	37.0 %
$30kW \leq P < 500kW$	13.0 %
$500kW \leq P < 10MW$	8.7 %
$P > 10MW$	8.7 %



Instalacje PV

Pytanie 1.

Czy uważasz, że wzrost udziału instalacji PV będzie problemem w zakresie zdefiniowanych zaburzeń?



AGH

Instalacje PV

Pytanie 2.

Czy monitorowane są poziomy jakości i/lub poziomy emisji instalacji PV?

Pytanie 3. (wpływ na poziomy jakości)

Czy widoczna jest znacząca zmiana w poziomach wyróżnionych wskaźników jakości, która może być spowodowana instalacjami PV?

Pytanie 4. (zakłócenia spowodowane przez instalacje PV)

W przypadku jakich zakłóceń stwierdzono, że ich źródłem były instalacje PV?

WNIOSKI

- ✓ **Występuje znaczący brak wiedzy dotyczącej potencjalnego wpływu instalacji PV na sieć**
- ✓ **Większość operatorów nie prowadzi pomiarów ciągłych, dlatego nie ma możliwości identyfikowania wpływu instalacji PV**
- ✓ **Liczba instalacji PV jest jeszcze relatywnie mała, dlatego operatorzy nie traktują instalacji PV jako znaczące zagrożenie dla jakości napięcia.**



DZIĘKUJE ZA UWAGĘ . . .