



**TAURON**  
DYSTRYBUCJA

# Jakość dostaw energii elektrycznej a Smart Metering w TAURON Dystrybucja S.A.



- A**
- G**
- E**
- N**
- D**
- A**
1. Wprowadzenie
  2. Systemy AMI
  3. Urządzenia AMI
  4. Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) -  
dlaczego jest ważna dla wdrażanych Systemów AMI  
wykorzystujących komunikację w technologii PLC
  5. Doświadczenia własne związane z EMC
  6. Wnioski

# *Jaka jest rola Smart Metering w aspekcie Jakości Dostaw Energii Elektrycznej oraz Kompatybilności Elektromagnetycznej (EMC)*



**JEE**



**EMC**



**Licznik AMI  
instalowany  
w Projekcie  
AMiplus  
Smart City  
Wrocław**



# 1. WPROWADZENIE

# Definicja JDEE [1]



**Jakość dostawy energii elektrycznej** to zbiór parametrów opisujących właściwości procesu dostarczania energii do użytkownika w normalnych warunkach pracy, określających ciągłość zasilania (długie i krótkie przerwy w zasilaniu) oraz charakteryzujących napięcie zasilania (wartość, niesymetrię, częstotliwość, kształt przebiegu czasowego).

**UWAGA 1:** Jakość energii wyraża się stopniem zadowolenia użytkownika z warunków zasilania.

**Uwaga 2:** Jakość energii zależna jest nie tylko od warunków zasilania, lecz także od rodzaju stosowanego sprzętu (**jego odporności na zburzenia i jego emisyjności**) oraz **praktyki instalacyjnej**.

**Kompatybilność  
Elektromagnetyczna (EMC)**

**Doświadczenia  
z Projektu AMIplus SCW  
z odbiorczymi instalacjami  
energii elektrycznej odbiorców.**

**Uwaga 3:** Jakość obsługi odbiorców.

# Akt prawny



§  
Za podstawę oceny warunków zasilania przyjmuje się kryteria zawarte w Rozdziale 10 „Parametry jakościowe energii elektrycznej i standardy jakościowe obsługi odbiorców oraz sposób załatwiania reklamacji”

Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2007 r. Nr 93, poz. 623), zwane dalej Rozporządzeniem Systemowym. Ocenę jakości napięcia zasilającego dokonuje się zgodnie z poniższymi kryteriami:

1. *częstotliwość napięcia zasilającego,*
2. *wartość napięcia zasilającego,*
3. *asymetrię napięcia zasilającego,*
4. *wahania napięcia zasilającego,*
5. *odkształcenie napięcia zasilającego,*
6. *zapady i wzrosty napięcia zasilającego,*
7. *przerwy w zasilaniu,*



gdy odbiorca pobiera moc nie większą od umownej, przy współczynniku tgφ nie większym niż 0,4.

# Podstawowe normy dotyczące pomiarów parametrów JEE



Parametry zjawisk związanych z jakością dostaw energii elektrycznej oraz zasady ich pomiaru zostały znormalizowane i opisane w poniższych normach:

- 1) **PN-EN 50160:2010** – Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych,
- 2) Norma wieloarkuszowa **PN-EN 61000-x-xx: rok** – kompatybilność elektromagnetyczna:
  - PN-EN 61000-1-xx: rok – ogólne
  - **PN-EN 61000-2-xx: rok – środowisko**
  - **PN-EN 61000-3-xx: rok – limity**
  - **PN-EN 61000-4 -xx: rok– metody badań i pomiarów**
  - PN-EN 61000-5 -xx: rok– instalacja i tłumienie
  - PN-EN 61000-6 -xx: rok – wymagania ogólne
  - PN-EN 61000-9 -xx: rok – inne.



- 3) **IEEE Std. 1159.3-2003** - IEEE Recommended Practice for the Transfer of Power Quality Data (USA)





## ***2. SYSTEM AMI***



# *Minimum teorii o Systemie AMI*

## *- definicja*



**Co to jest „System AMI” ?**

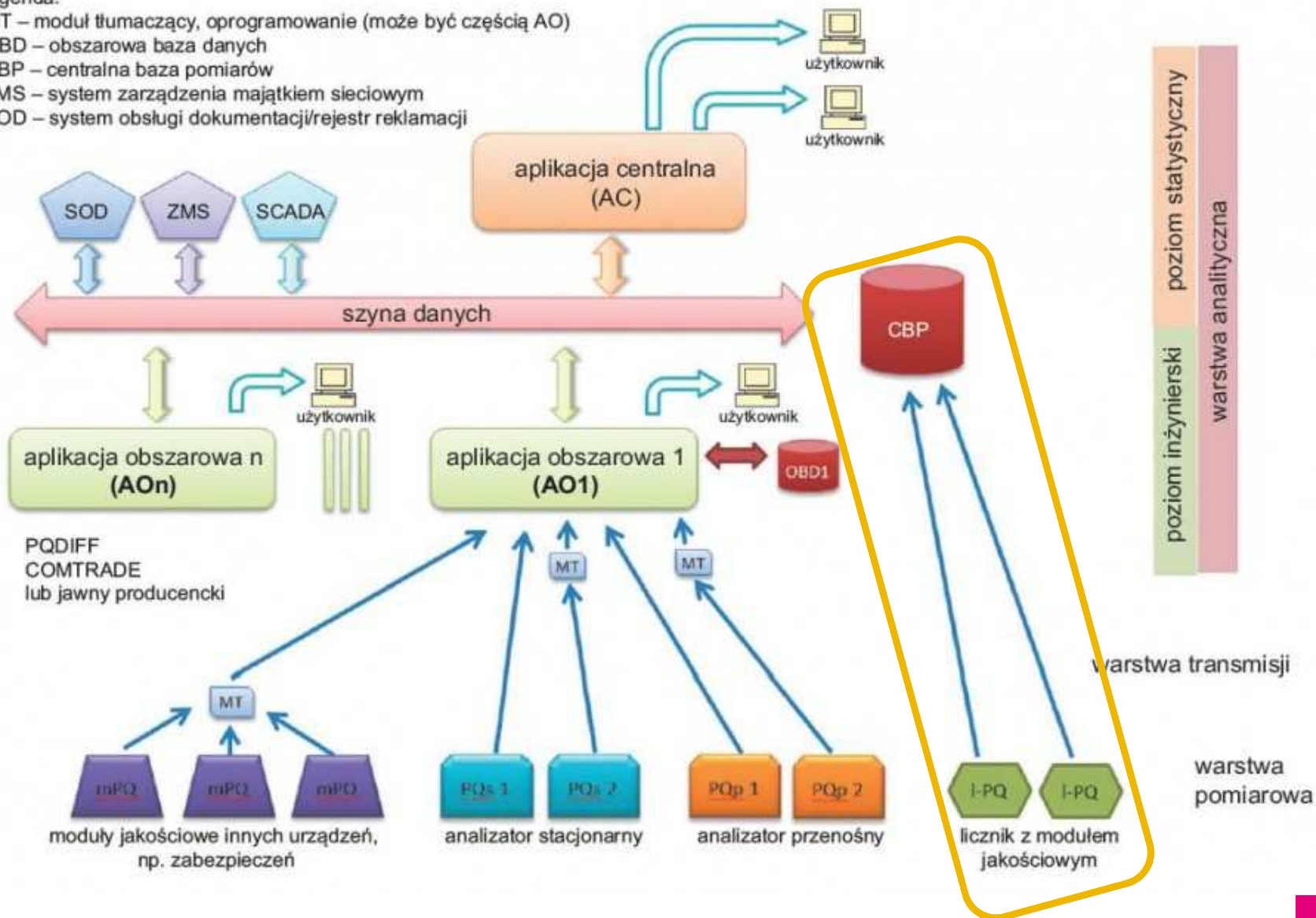
Fundamentalnym, jakkolwiek nie jedynym elementem filozofii inteligentnej sieci jest wdrożenie do praktyki powszechnego systemu automatycznych pomiarów, dwukierunkowej wymiany informacji oraz przesyłania sygnałów oraz komend do odbiorców końcowych, aktualnie występującego w literaturze tematu pod nazwą „System AMI” (ang. Advanced Metering Infrastructure) [2].

# Struktura systemu monitorowania jakości energii elektrycznej w TD S.A. [3]



legenda:

- MT – moduł tłumaczący, oprogramowanie (może być częścią AO)
- OBD – obszarowa baza danych
- CBP – centralna baza pomiarów
- ZMS – system zarządzania majątkiem sieciowym
- SOD – system obsługi dokumentacji/rejestr reklamacji



# Obecne realizowane projekty AMI w Polsce



- 356 tys. PPE  
~ 6,5% Klientów



- 800 tys. PPE  
~ 28% Klientów



~ 100 tys. PPE  
-10% Klientów



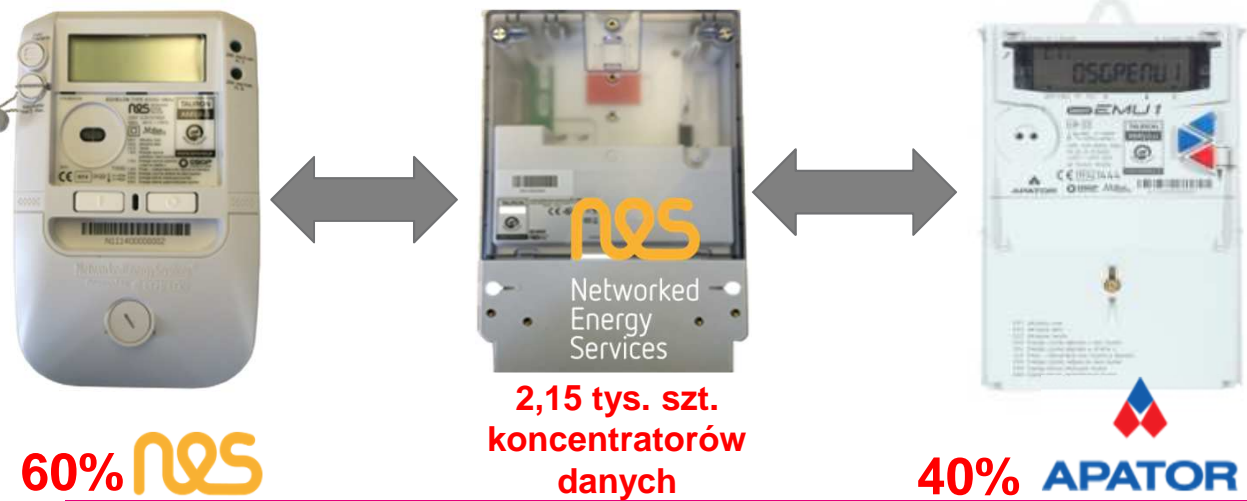
~ 51 tys. PPE  
w Oddziale Łódź  
i Białystok



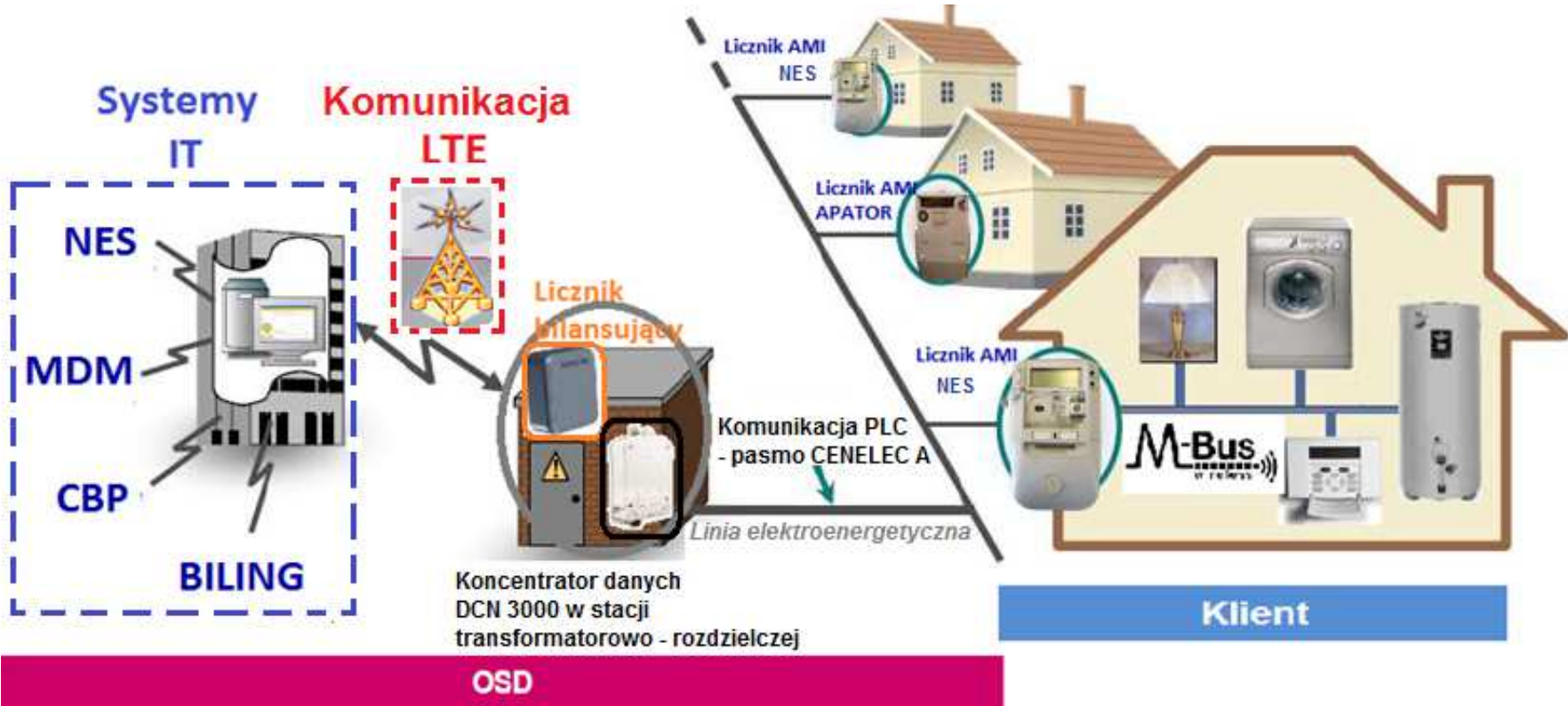
# 3. URZĄDZENIA AMI

w Projekcie AMIplus  
Smart City Wrocław 2014÷2017

# Architektura Systemu AMI-interoperacyjność

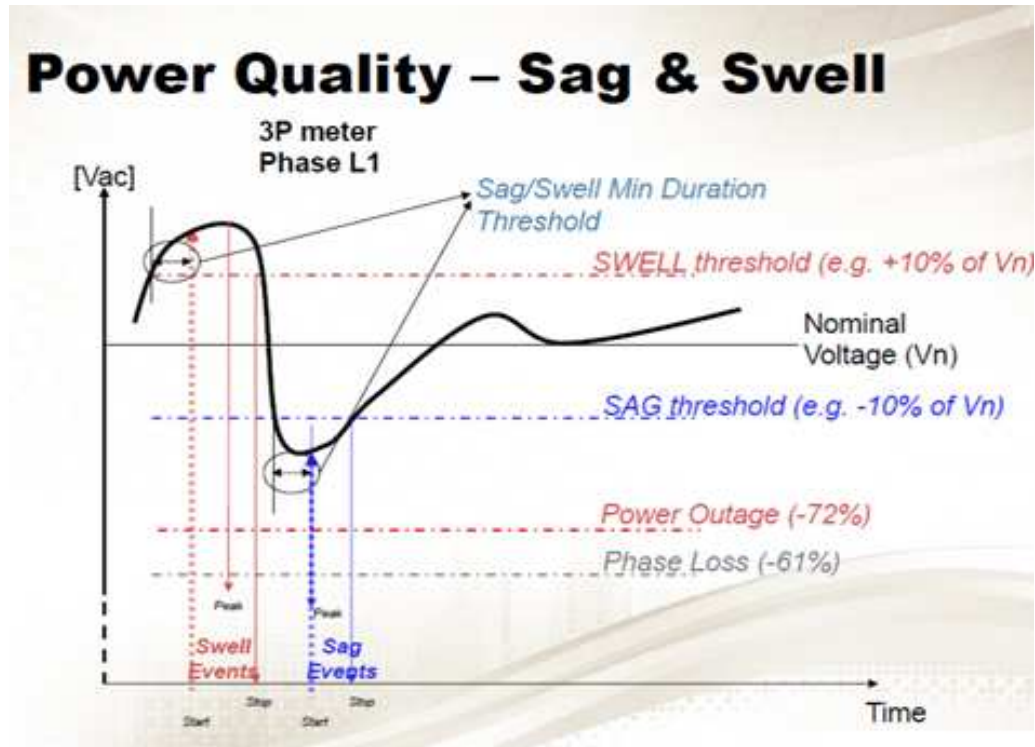


standard dla podstawowej komunikacji PLC w Projekcie AMIplus Smart City Wrocław



# Projekt AMIplus Smart City Wrocław

## Funkcjonalności liczników AMI w zakresie monitoringu jakości zasilania:



- **częstotliwość** – zapis wartości max. i min. wraz ze znacznikiem czasu,
- dla zdarzeń definiowany jest **1 próg przekroczenia i 1 próg obniżenia** napięcia jako wartość procentowa odchylenia od znamionowej wartości skutecznej napięcia -  **$\pm 10\% U_N$** ,
- **chwilowy zanik napięcia zasilania** można definiować jako wartość procentowa odchylenia od znamionowej wartości skutecznej napięcia **od  $1 \div 99\% U_N$**  (całkowity zanik napięcia) z rejestracją zdarzeń w przedziale **od 1 sekundy do 16 sekund** (z krokiem co 1 sekundę),
- przerwy w zasilaniu poniżej  $U_N=72\%$  , utrata fazy przy  $U_N=61\%$  przez okres 10 sek.



- **asymetrie napięciową**  $\pm 5\%$  z rejestracją zdarzeń w przedziale od 1 sekundy do 600 sekund
- **współczynnik zawartości harmonicznyc THD prądu i napięcia** do harmonicznyc rzędu  $n=10$  z pomiarem co 10 sekund, rejestrowane wartości **THDi** i **THDu** po przekroczeniu zadanege % proggu oraz czasu wystąpienia,
- zdarzenia rejestrowane są znacznikiem czasu i daty wystąpienia.

# Liczniki AMI zainstalowane u Klientów końcowych na obszarze OWR\R51



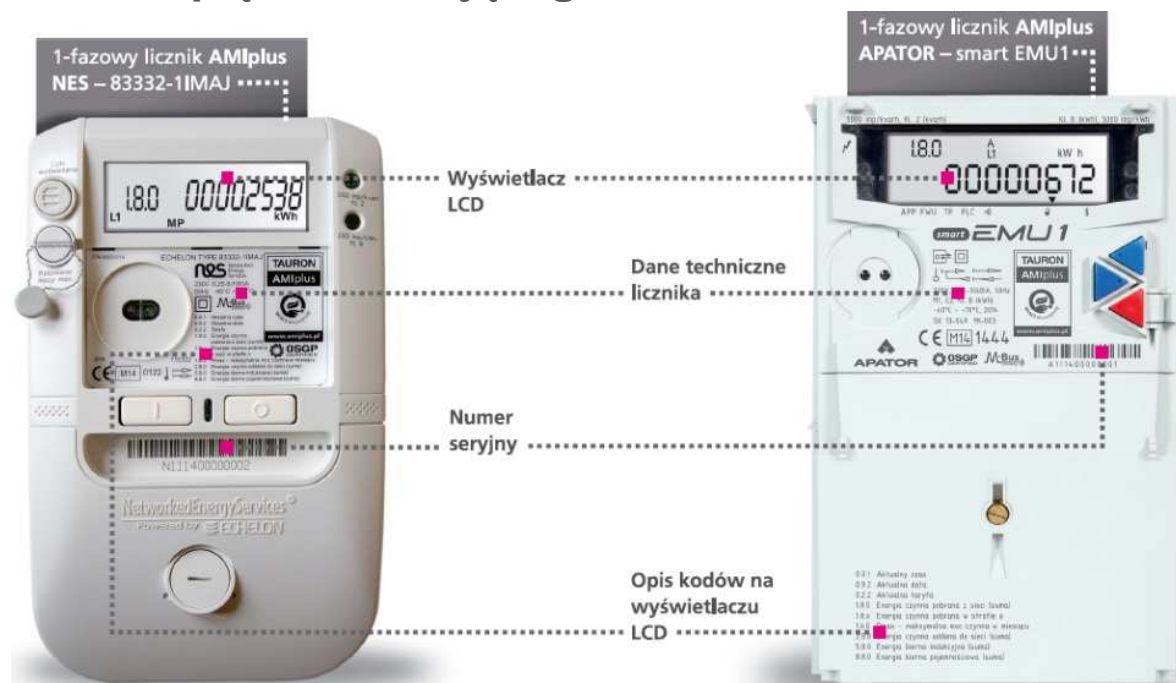
## Dodatkowe funkcjonalności:

- pomiar i rejestracja profilu wartości skutecznej napięcia zasilającego w 10- minutowym okresie uśredniania,
- wystawienie do ISD KLIENTA danych w zakresie chwilowych wartości napięcia zasilającego

TYPE 83334-1MABMA

230V 0,25-5(100)A  
50Hz - 40°C ÷ + 70°C

0.9.1 Aktualny czas  
0.9.2 Aktualna data  
0.2.2 Taryfa  
1.8.0 Energia czynna pobrana z sieci (suma)  
1.8.x Energia czynna pobrana z sieci w strefie x  
1.6.0 Pmax – maksymalna moc czynna w miesiącu  
2.8.0 Energia czynna oddana do sieci (suma)  
5.8.0 Energia bierna indukcyjna (suma)  
8.8.0 Energia bierna pojemnościowa (suma)



# HAN TAURON AMIplus

## Nowa usługa



**TAURON jako pierwszy OSD w Polsce** w ramach projektu AMIplus udostępnia dane dla Klienta wprost z licznika energii elektrycznej, wykorzystując interfejs **wireless M-Bus** zabudowany w liczniku AMI

Dane pomiarowe przesyłane z licznika AMI do sieci HAN Klienta są **zabezpieczone (szyfrowane) kluczem długości 128bit.**

Aktywacja usługi następuje poprzez **portal TAURON eLicznik**  
Klient otrzymuje:

- dedykowany numer do komunikacji
- klucz uwierzytelniający



M-Bus  
wireless



WiFi





# Projekt bilansowanie stacji SN/nN

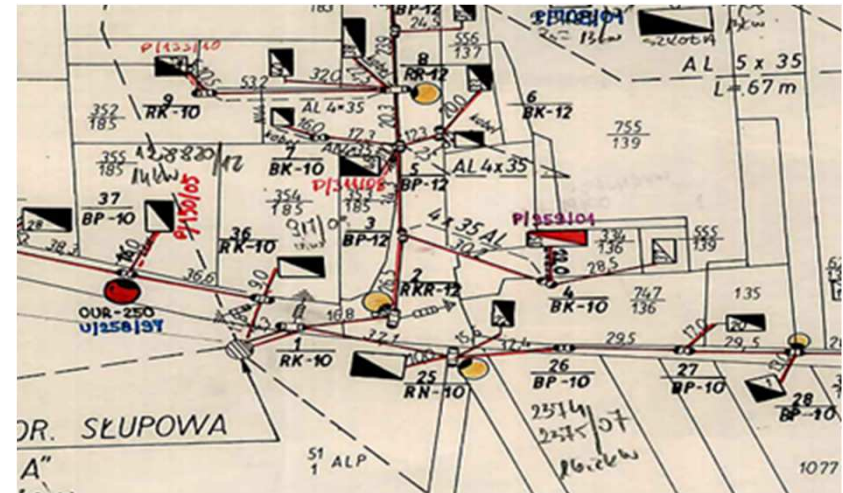


**Cel projektu na koniec roku 2018:**  
**instalacja liczników bilansujących**  
**w stacjach SN/nN obejmujących**  
**85% ogółu odbiorców przyłączonych**  
**do sieci dystrybucyjnej TD S.A.**  
**tj. ok. 4,725 mln odbiorców**



**Wykonanie na XII.2017 r. :**

- **4,716 mln PPE oraz**
- **40 336 stacji SN/nN**



**Realizacja wyznaczonego celu**  
**wymaga przygotowania do instalacji**  
**licznika bilansującego i jego**  
**montażu około 41 000 stacji SN/nN**  
**(~75% % wszystkich stacji SN/nN**  
**należących do TD S.A.)**



# Realizacja projektu bilansowanie stacji SN/nN – modernizacja stacji SN/nN pod wymogi zabudowy urządzeń AMI



**Dostosowanie układu bilansującego  
pod wymogi zabudowy urządzeń AMI**



**Zainstalowane urządzenia AMI  
w układzie bilansującym na stacji SN/nN**

# Urządzenia AMI

## - bilansujące liczniki energii elektrycznej OSD



Pomiar i rejestracja

- ❑ Pomiar i rejestracja energii czynnej, biernej i pozornej w okresie uśredniania 15 – minut,
- ❑ Pomiaru wartości chwilowych:
  - wartości skutecznych napięć i prądów fazowych (RMS);
  - kątów napięć i prądów;
  - mocy czynnej, biernej i pozornej - sumarycznej oraz dla każdej z faz;
  - współczynnik zawartości harmoniczných (TTHD) w napięciu i prądzie.

Parametry jakościowe

- ❑ Rejestracja uśrednionych rzeczywistych wartości skutecznej napięcia i prądu fazowego w 10 – minutowym profilu,
- ❑ Rejestrowanie zaniku napięcia odpowiadającego wartości granicznej pomiaru napięcia przez licznik (wartość graniczną określa producent).
- ❑ *Zaniki i powroty napięcia zasilającego dla każdej z faz*

Rejestracja zdarzeń

Każde zdarzenie zarejestrowane przez licznik bilansujący opisane jest poniższymi atrybutami:

- ❑ data i czas wystąpienia zdarzenia,
- ❑ kod zdarzenia.



Licznik bilansujący  
Landis+Gyr serii S650  
(SCW typ - SMA405CT44)



**Wdrożenie Systemu AMI  
w TAURON Dystrybucja S.A.**

# Partnerzy w Projekcie Smart City Wrocław



## Wykonawca Projektu AMIplus SCW



LG CNS Co. Ltd (Korea) – lider konsorcjum



ELTEL Networks A/S (Dania)  
ELTEL Networks Olsztyn S.A.



WorldIT System Sp. z o.o.  
(Polska)

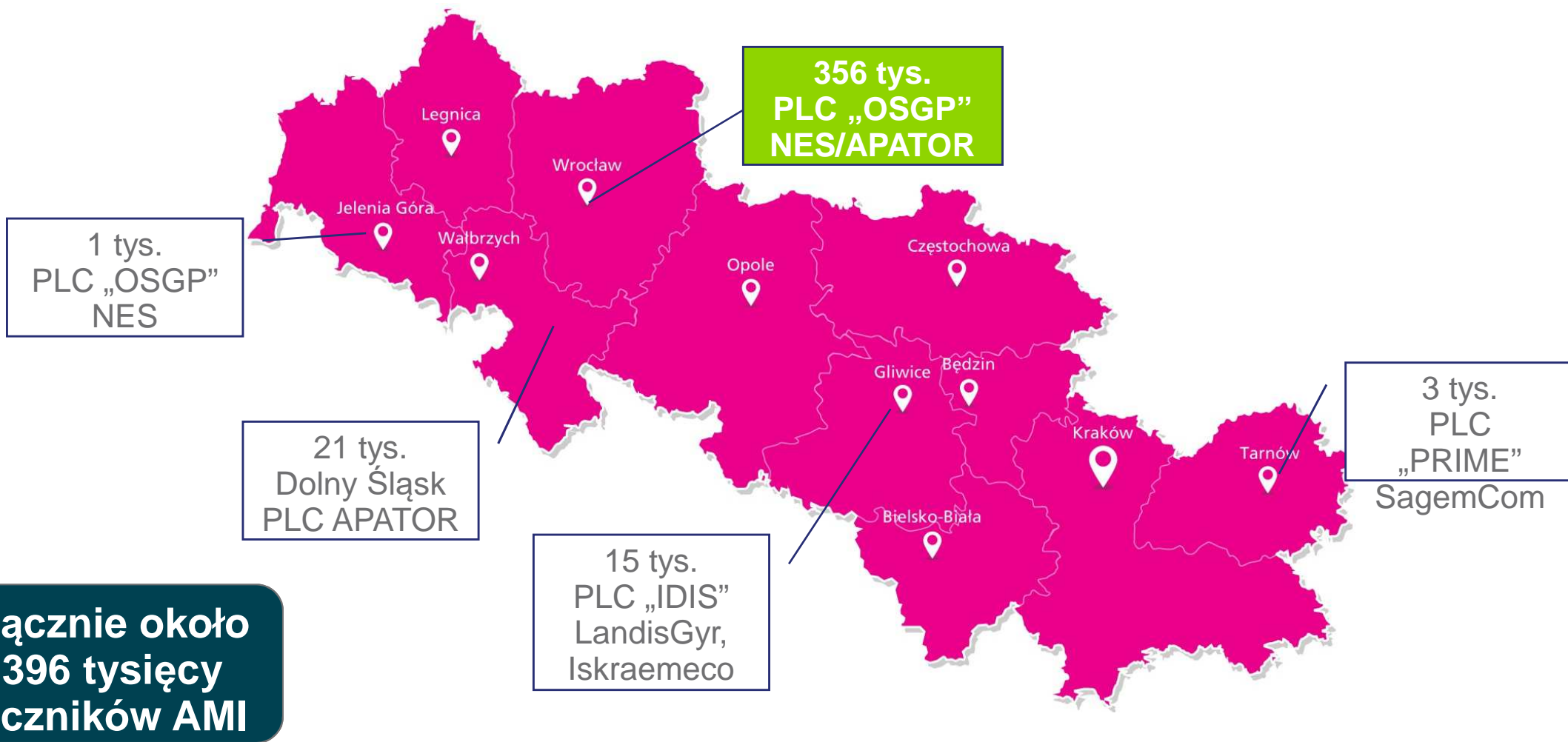
## Podwykonawcy Projektu AMIplus SCW



- Aktualnie jedyny projekt w Polsce, gdzie w sieci zastosowano liczniki AMI od dwóch producentów na masową skalę: NES (60%) i APATOR (40%) gdzie zapewniony wymóg „interoperacyjności”
- Największy tego typu projekt OSGP realizowany obecnie w Polsce i w regionie Europy Środkowo-Wschodniej (CEE)
- Technologia PLC OSGP - dedykowana Smart Grid



# AMI w TAURON Dystrybucja S.A.

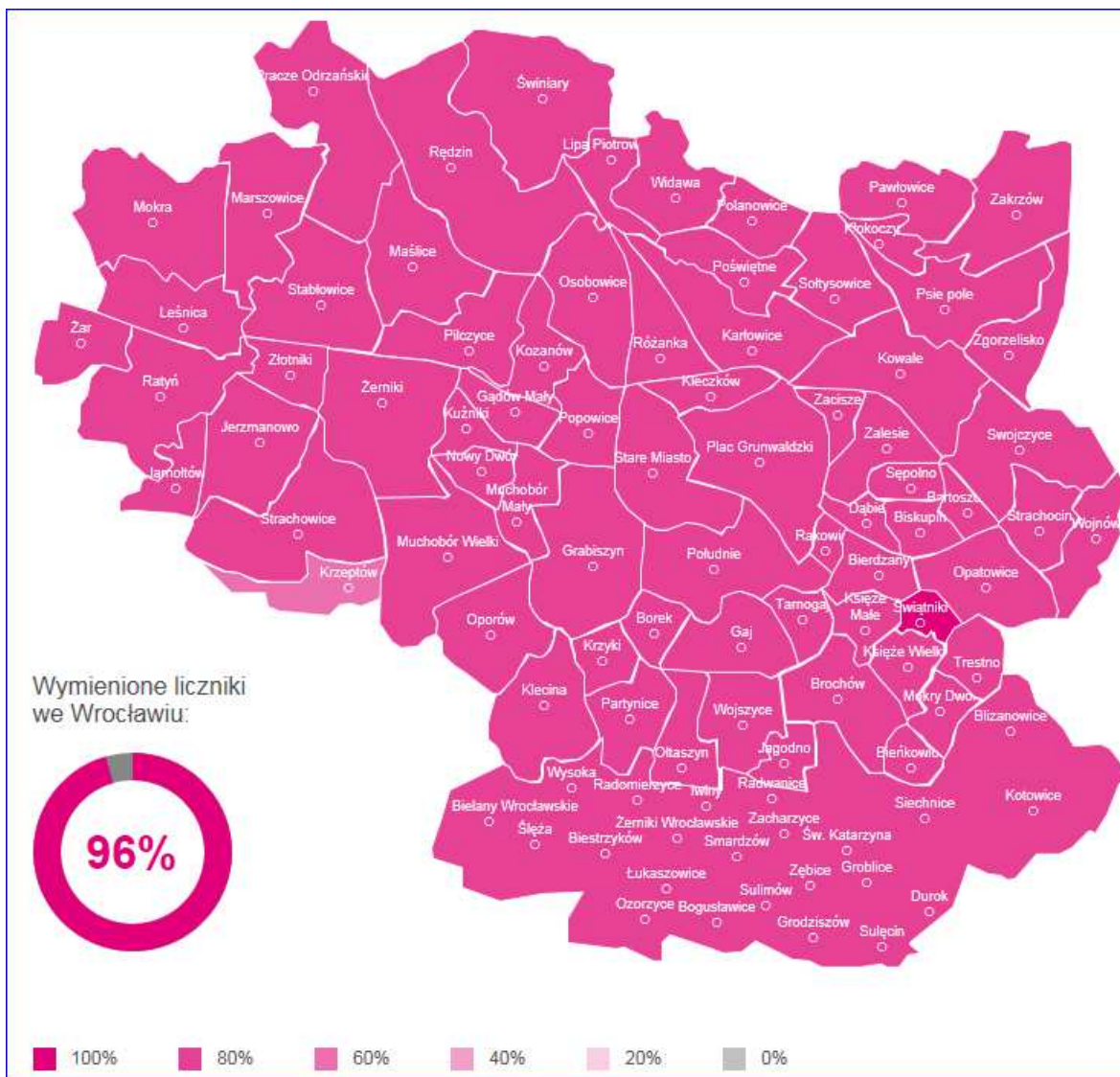


**Łącznie około  
396 tysięcy  
liczników AMI**

# Wymiana liczników na liczniki AMI – status na dzień 31.12.2017 r.



Platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej (MDM)



356 096 szt. liczników AMI  
zostanie zainstalowanych  
do grudnia 2017 roku,

w tym 356 096 szt. liczników  
AMI pracuje w trybie  
produkcyjnym,

co daje 96 % klientów  
Wrocławia posiada obecnie  
zainstalowany licznik AMI.



[www.amiplus.pl](http://www.amiplus.pl)

# Korzyści z Systemu AMI w obszarze Odbiorcy



- Rozliczenia na podstawie rzeczywistych danych,
- Informacja o profilu zużycia (strona www, telefon) – możliwość działań efektywnościowych,
- Możliwość korzystania z ofert sprzedaży produktowych opartych na zmiennej cenie energii, taryfy TOU,
- Produkty przedpłatowe,
- Możliwość funkcjonowania jako Prosument,
- Infrastruktura Sieci Domowej,
- Obsługa odbiorcy wrażliwego,
- Możliwość uzyskiwania informacji z obszaru JEE





# Korzyści z Systemu AMI w obszarze OSD



## Obszar KSE (PSE)

- Wprowadzenie programów DSM i DSR, sterowania obciążeniem angażujących czynny udział odbiorców

## Obszar sprzedaży energii

- Poprawa procesu planowania sprzedaży/ zakupu
- Wprowadzenie nowych produktów opartych na profilu zużycia

## Obszar dystrybucji

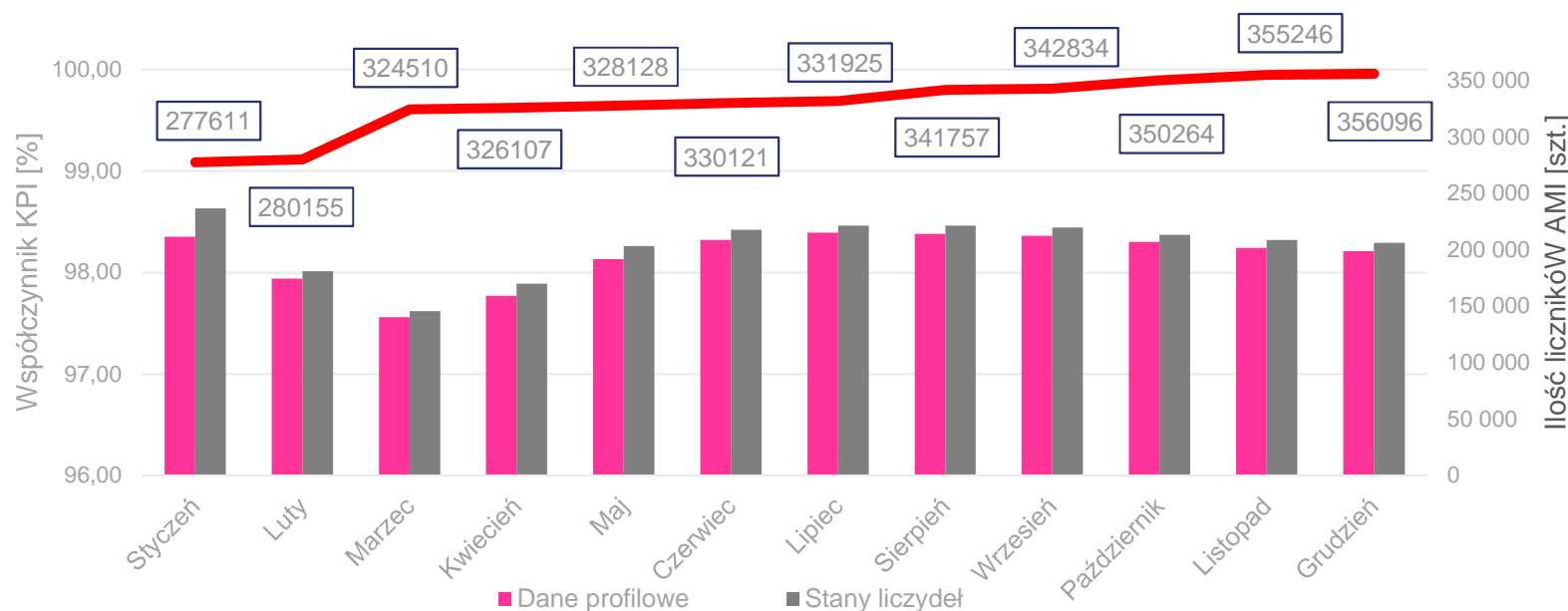
- Rozliczenia na podstawie rzeczywistych danych i skrócenie czasu ich pozyskiwania,
- Zdalne komendy do Liczników AMI,
- Bilansowanie stacji SN/nN,
- Ograniczenie nielegalnego poboru,
- Zmiana sprzedawcy, dostarczenie sprzedawcom rzeczywistych danych,
- Rynek bilansujący, skrócenie okresu korekt
- Parametry jakościowe
- Obniżenie kosztów działalności OSD,
- Obniżenie różnicy bilansowej,

# Projekt AMIplus Smart City Wrocław

Łączna skuteczność pozyskiwanych danych pomiarowych z liczników AMI zasilanych ze stacji SN/nN gdzie stwierdzono również zakłócenia przewodzone



## Współczynnik odczytowy KPI n+7 w roku 2017



- Odczytywany profil 15': moc czynna, energia czynna pobór i oddanie, energia bierna pobór i oddanie,
- Rejestry taryfowe, dziennik zdarzeń,
- Włączona enkrypcja i autentykacja, szyfrowanie kluczem AES128bit.

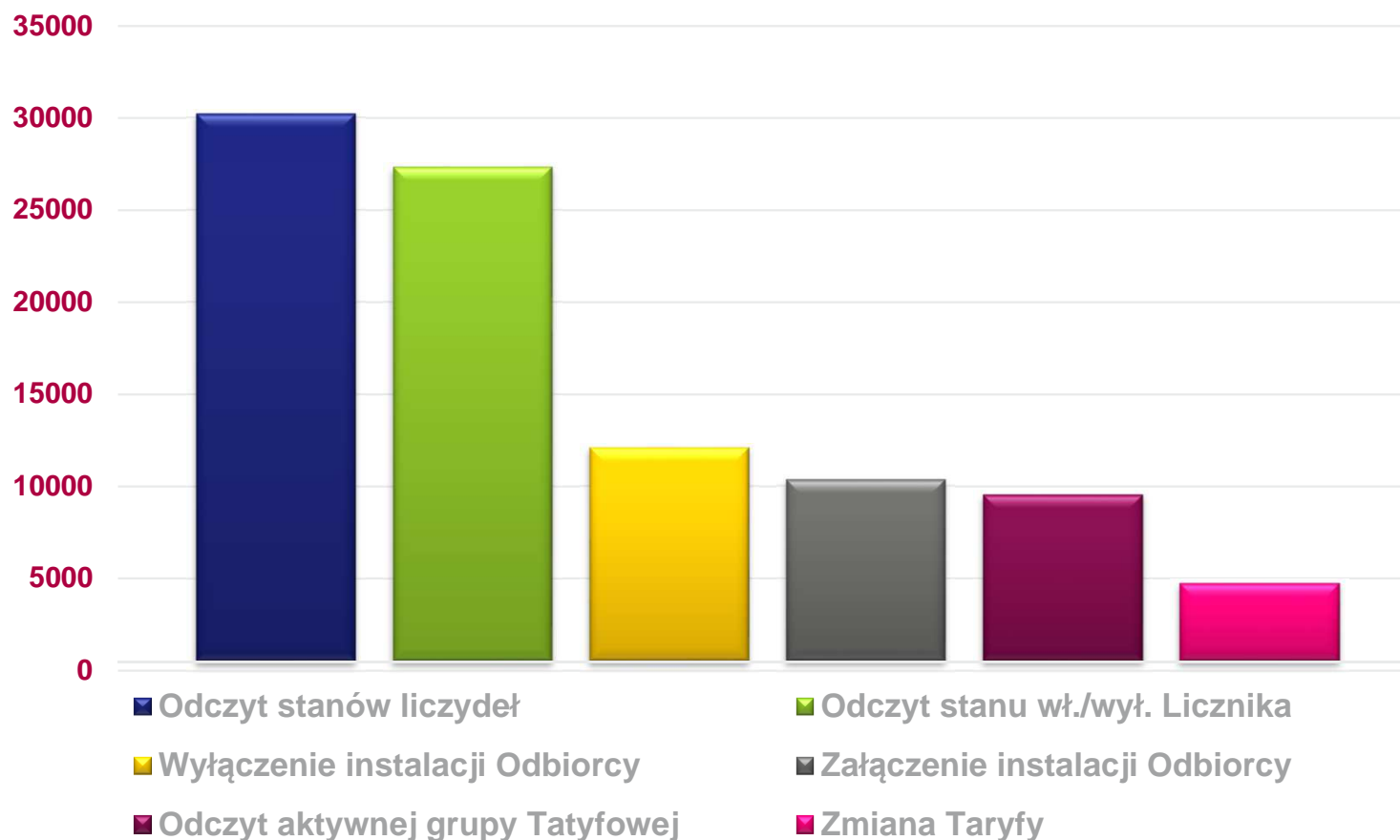
**Zadane współczynniki odczytowe KPI są spełniane na stacjach SN/nN bez zakłóceń**

Profil:	KPI n+1 = 98,0%	KPI n+2 = 99,0%	KPI n+7 = 99,5%
Rejestry:	KPI n+1 = 98,0%	KPI n+2 = 99,0%	KPI n+7 = 99,5%

# AMiplus Smart City Wrocław

## Komendy sterujące z Systemu AMI

### Komendy sterujące z CBP – podsumowanie za okres od 01.2016 r. do 12.2017 r.



**ŁĄCZNIE  
WYKONANO  
94 183 komend  
sterujących na  
licznikach AMI**

TAURON

eLicznik

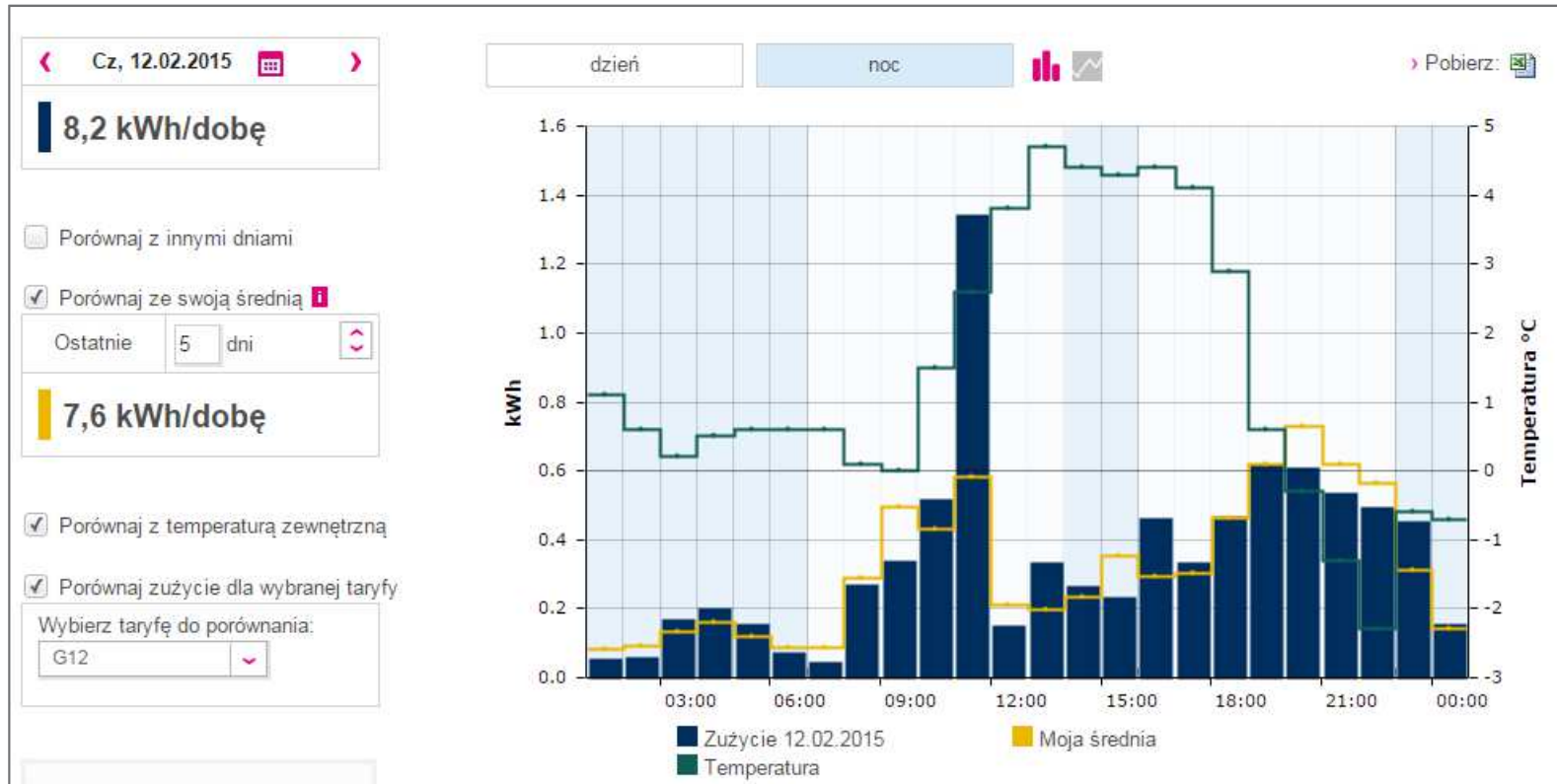
# AMIplus Smart City Wrocław

## Platforma TAURON eLicznik



Strona www

Smartphone



Obecnie **260 000** klientów posiada dostęp do darmowej platformy TAURON eLicznik  
Zarejestrowanych klientów z obszaru Wrocławia na TAURON eLicznik: **2 500** (~1%)



## 4. Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - dlaczego jest ważna dla wdrażanych Systemów AMI

# Kompatybilność elektromagnetyczna

## akt prawny

L 390/24

PL

Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej

31.12.2004



DYREKTYWA 2004/108/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY

z dnia 15 grudnia 2004 r.

w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej oraz uchylająca dyrektywę 89/336/EWG

(Tekst mający znaczenie dla EOG)

## U S T A W A

z dnia 13 kwietnia 2016 r.

**o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku<sup>1), 2)</sup>**

## U S T A W A

z dnia 13 kwietnia 2007 r.

**o kompatybilności elektromagnetycznej<sup>1), 2)</sup>**

### Rozdział 1

#### Przepisy ogólne

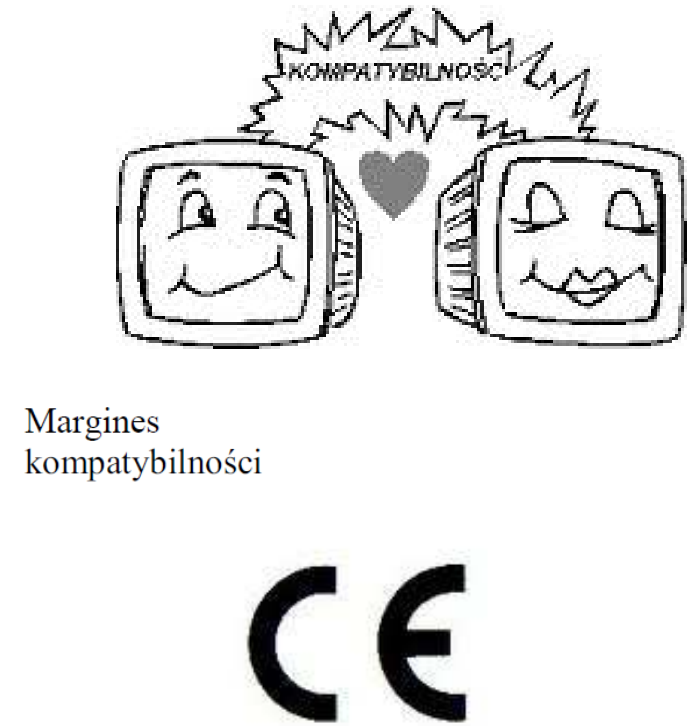
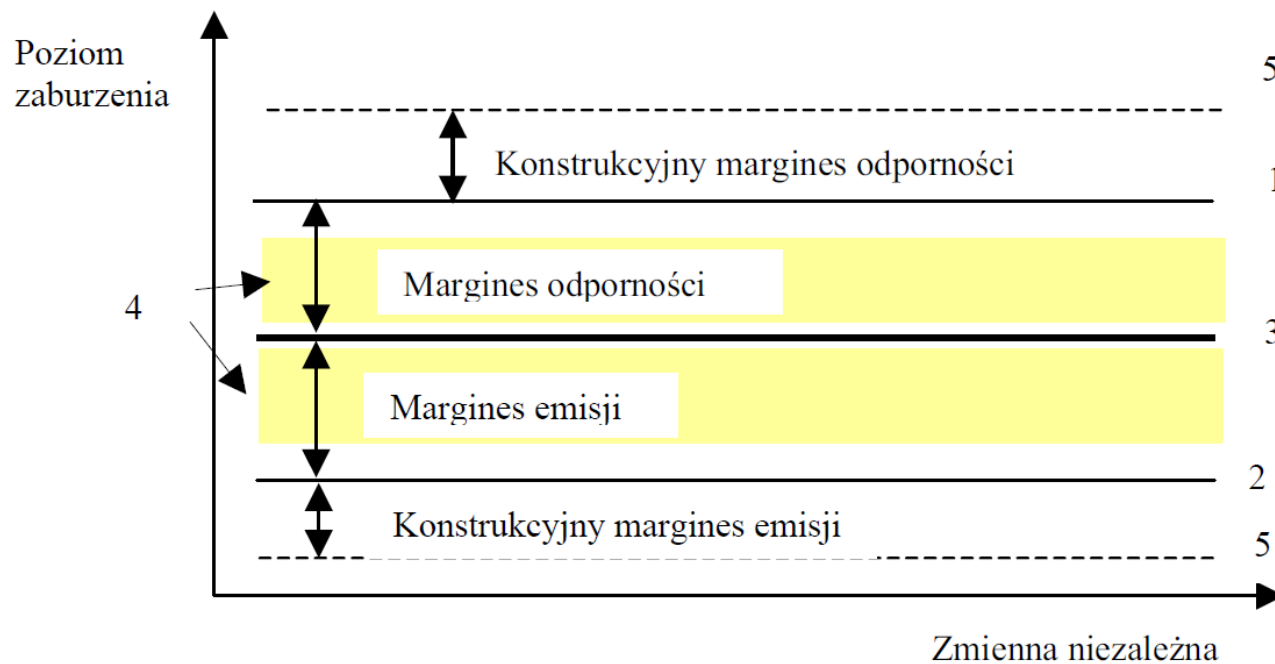
**Art. 1.** Ustawa określa warunki zachowania przez urządzenie, w tym aparaturę, instalację stacjonarną, komponent oraz instalację ruchomą, zdolności do zadowalającego działania w określonym środowisku elektromagnetycznym bez wprowadzania do tego środowiska niedopuszczalnych zaburzeń elektromagnetycznych, zwane dalej „kompatybilnością elektromagnetyczną”, oraz procedury oceny zgodności takiego urządzenia z następującymi wymaganiami dotyczącymi:

- 1) niewywoływania w swoim środowisku zaburzeń elektromagnetycznych o wartościach przekraczających odporność na te zaburzenia innego urządzenia występującego w tym środowisku oraz
- 2) posiadania wymaganej odporności na zaburzenia elektromagnetyczne – zwanymi dalej „zasadniczymi wymaganiami”.

# Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) - definicja [4]



Kompatybilność elektromagnetyczna oznacza zdolność wielu urządzeń oraz systemów elektrycznych i elektronicznych do prawidłowego działania w jednym środowisku elektromagnetycznym.



# Minimum teorii o PLC

- definicja



## Co to jest PLC ?

W międzynarodowej terminologii dotyczącej transmisji danych w sieci energetycznej niskiego napięcia stosowany jest skrót **PLC**, którego rozwinięcie ma znaczenie „Power Line Communication” (*komunikacja w linii energetycznej*) lub zamiennie „Power Line Carrier” (*fala nośna w linii energetycznej*).

Transmisja danych w sieci energetycznej polega na nadawaniu modulowanego sygnału napięciowego wysokiej częstotliwości nałożonego na napięcie 230V - 50Hz. [5]



# *Minimum teorii o PLC*

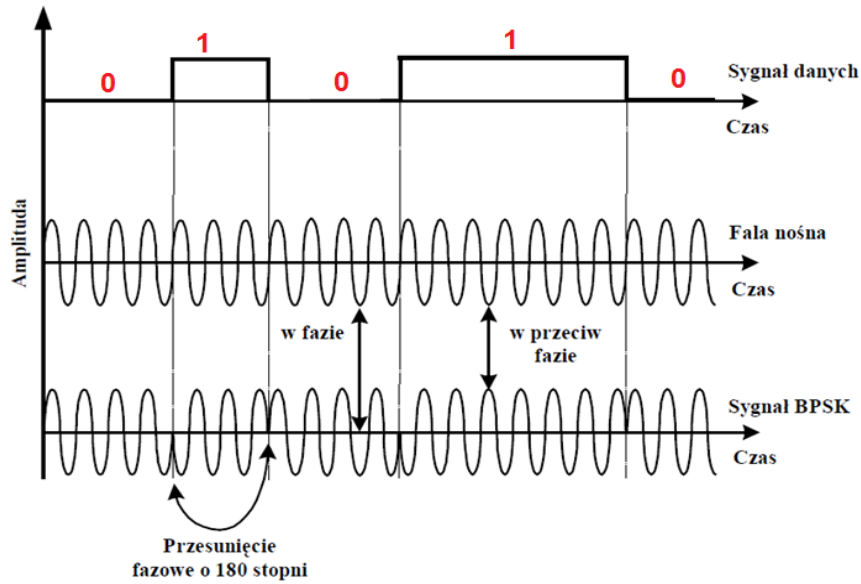
## *- jak odbywa się przesył danych ?*



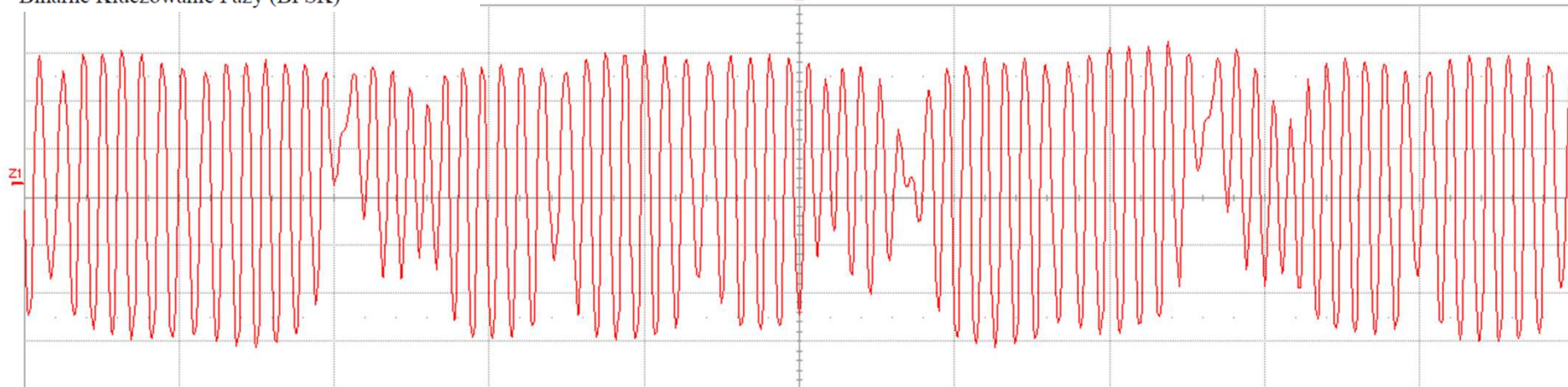
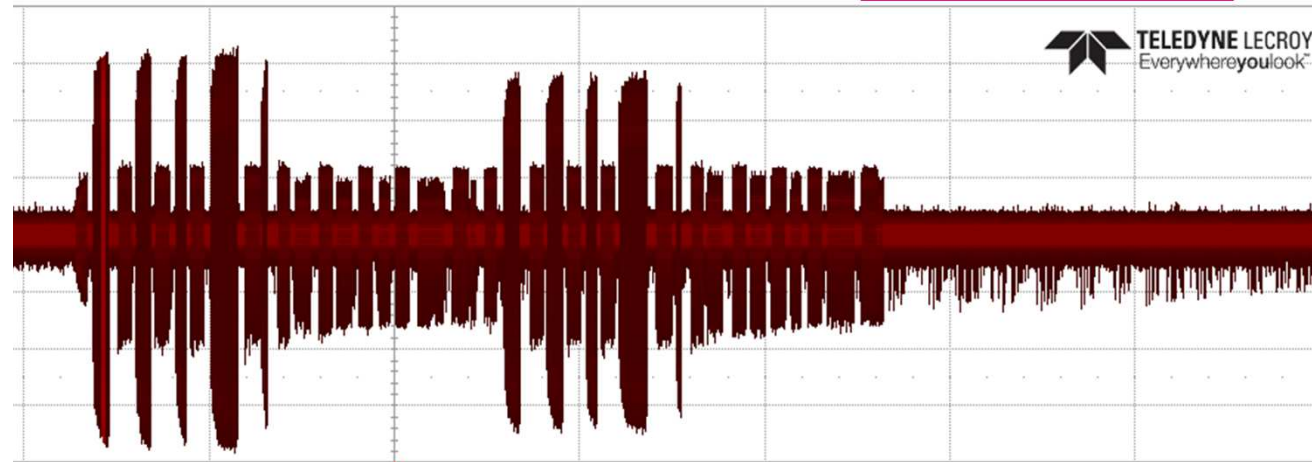
*Binarne kluczowanie fazy (BPSK) jest modulacja cyfrowa, w której faza przebiegu sinusoidalnego będącego sygnałem nośnym jest przesuwana o  $180^\circ$ , w momencie gdy sygnał danych zmienia stan. Binarne kluczowanie fazy (BPSK) jest jednym z wielu typów modulacji cyfrowej powszechnie używanych do transmisji danych. Przy BPSK transmitowany sygnał danych jest używany do modulacji fazy sinusoidalnej fali nośnej. PSK używające tylko dwóch przesunięć fazowych nazywane jest binarnym kluczowanie fazy (BPSK). Na rysunku 1 przedstawiono sygnał danych, sinusoidalna fale nośna i sygnał BPSK. Łatwo zauważyć, że sygnał BPSK jest albo w fazie albo przesunięty o  $180^\circ$  względem sygnału nośnego w zależności od transmitowanych danych. [6]*

# Minimum teorii o PLC

## - jak odbywa się przesył danych c.d.



Rysunek 1. Binarne Kluczowanie Fazy (BPSK)



Measure	P1:ampl(C1)	P2:freq(C1)	P3:---	P4:---	P5:freq(Z1)	P6:---	P7:---	P8:---	P9:---	P10:---	P11:---	P12:---
value					70.39 kHz							
status					✓							

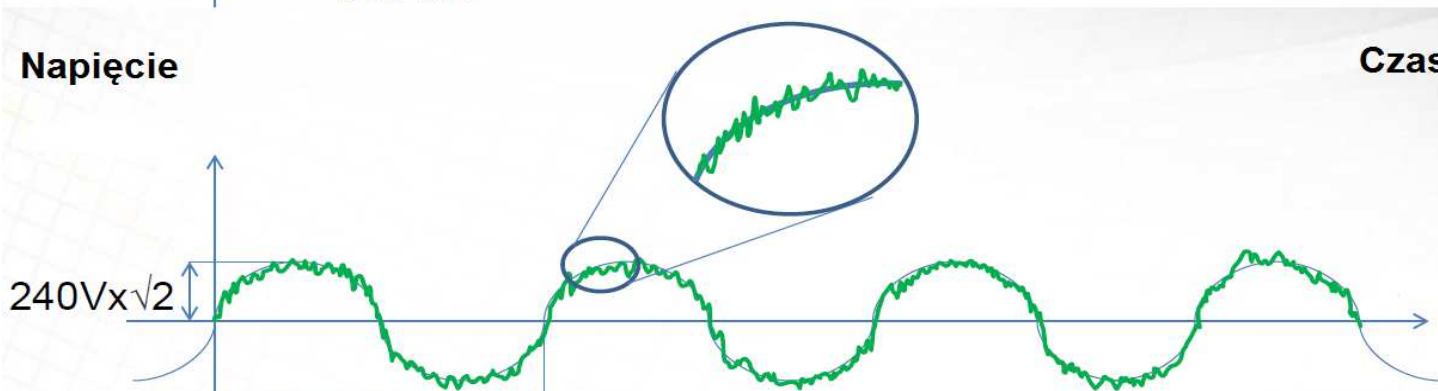
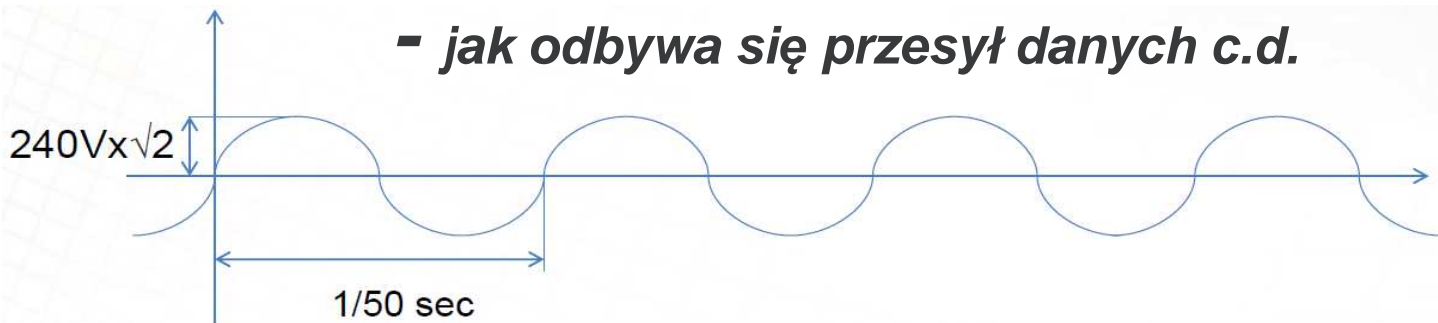
C1	ACIM	Z1	zoom(C1)
600 mV/div		600 mV/div	
0 mV offset		100 μs/div	

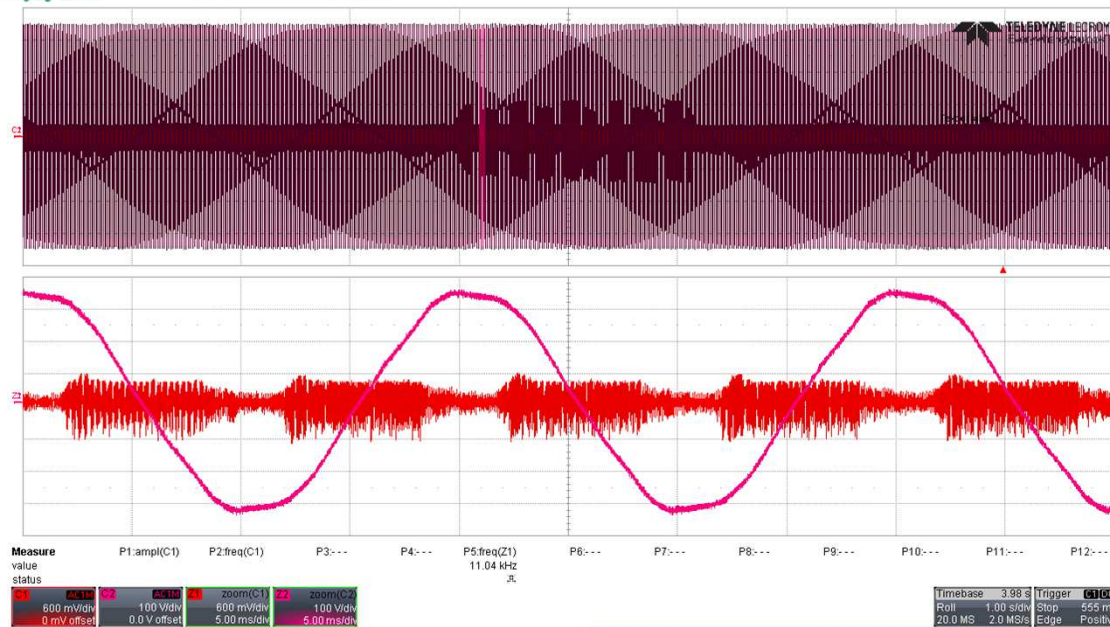
Timebase	0.00 s	Trigger	C1 DC
Roll	2.00 s/div	Stop	555 mV
20.0 MS	1.0 MS/s	Edge	Positive

# Minimum teorii o PLC

- jak odbywa się przesył danych c.d.

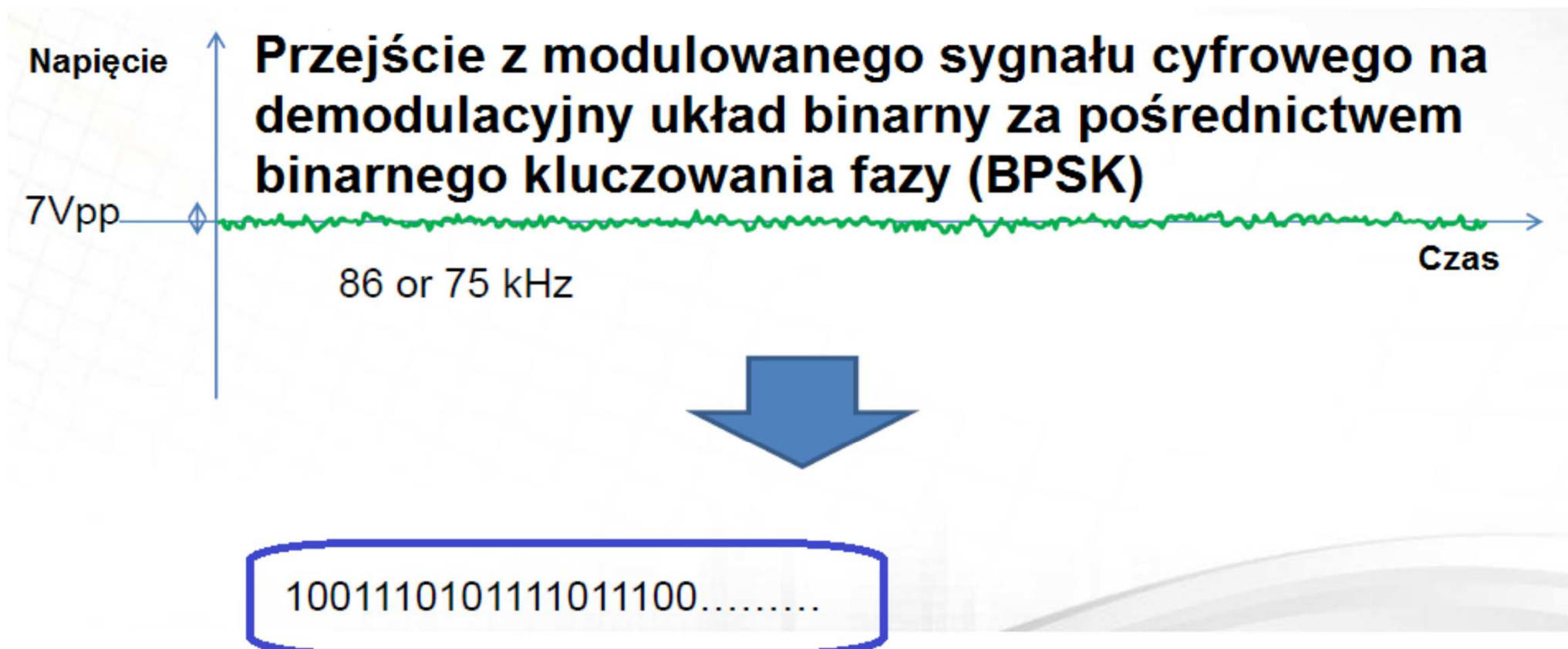


DSO-X 2014A, MY50511226, Wed Oct 05 12:18:22 2016



# Minimum teorii o PLC

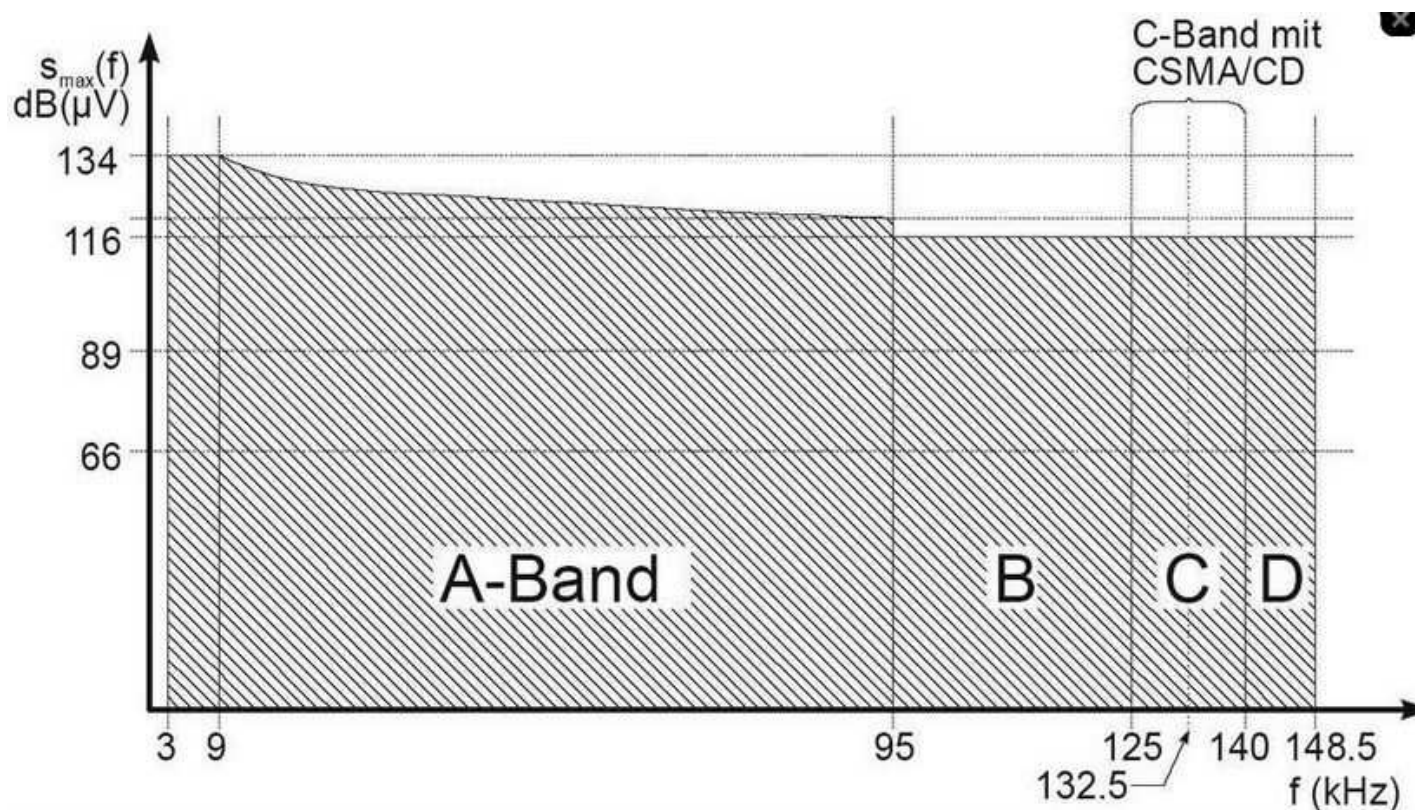
- jak odbywa się przesył danych



# Zakresie podziału częstotliwości na podpasma w zakresie od 2 do 150kHz



W Europie CENELEC poprzez normę EN 50065-1:2011 zdefiniował zakres niskich częstotliwości dla PLC



**A-band (3-95kHz) OSD**

B-band (95-125kHz) inne zastosowania

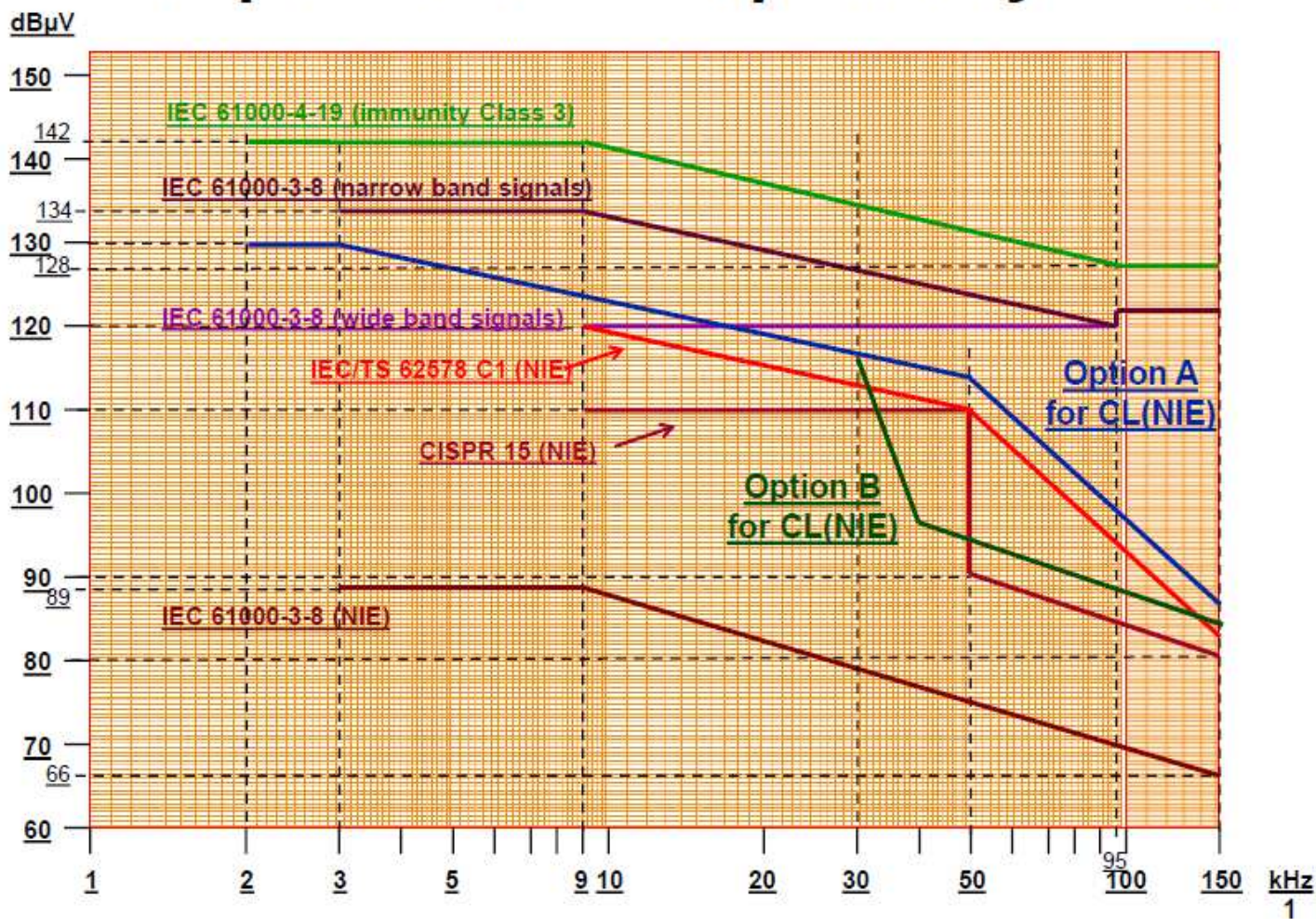
C-band (125-140kHz) HAN

D-band (140-148.5kHz) systemy bezpieczeństwa

# Zmiany w zakresie podziału częstotliwości 2-150kHz na podpasma w zakresach: 2-30kHz i 30-150kHz



## Proposals for compatibility levels

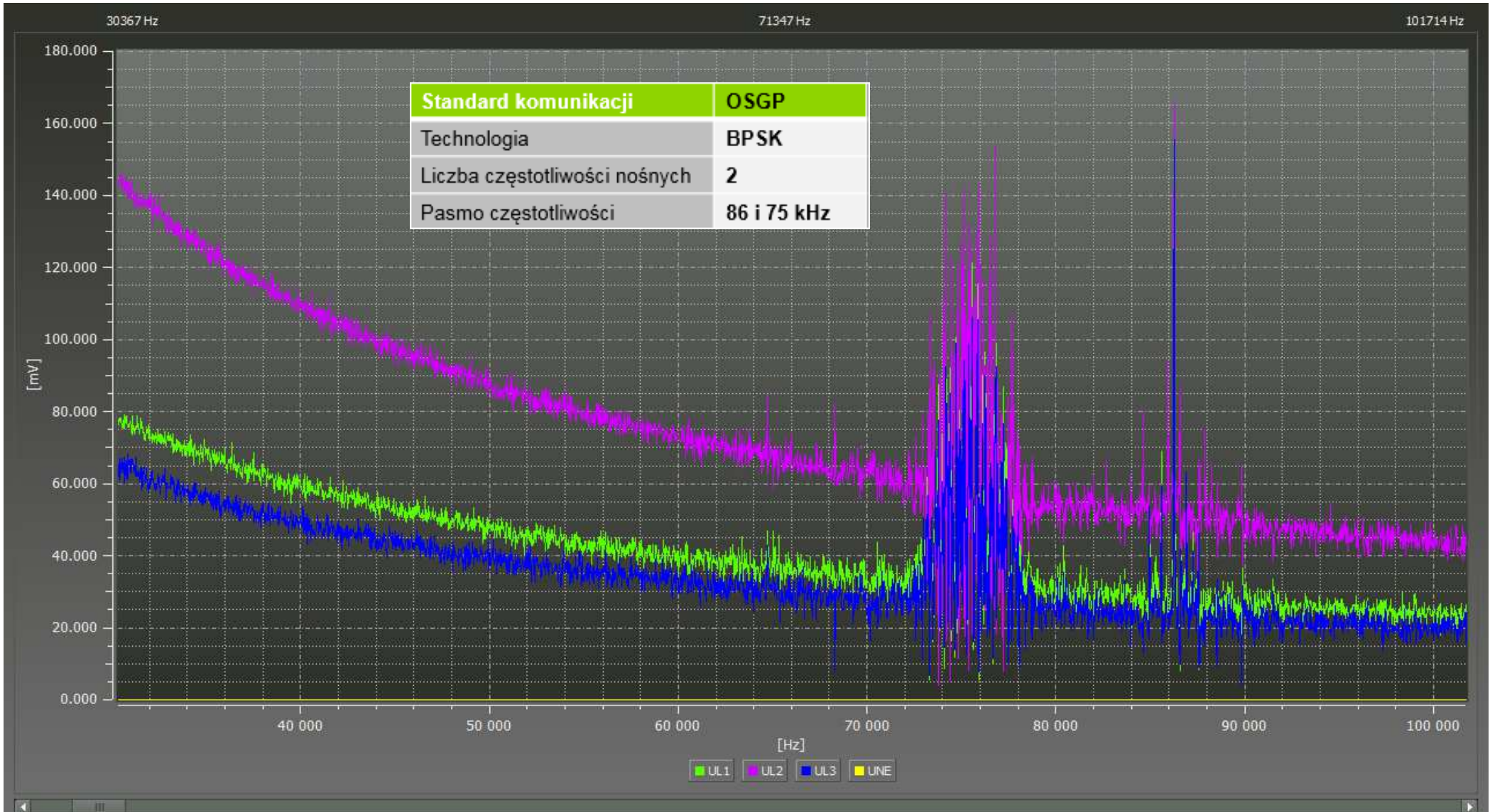


<b>Standard komunikacji</b>	<b>PRIME</b>
Technologia	OFDM
Liczba częstotliwości nośnych	96
Pasma częstotliwości	42– 89 kHz
<b>Standard komunikacji</b>	<b>OSGP</b>
Technologia	BPSK
Liczba częstotliwości nośnych	2
Pasma częstotliwości	86 i 75 kHz
<b>Standard komunikacji</b>	<b>G3</b>
Technologia	OFDM
Liczba częstotliwości nośnych	36
Pasma częstotliwości	36 – 90 kHz
<b>Standard komunikacji</b>	<b>IDIS</b>
Technologia	S-FSK
Liczba częstotliwości nośnych	2
Pasma częstotliwości	63 i 74 kHz

# Minimum teorii o PLC

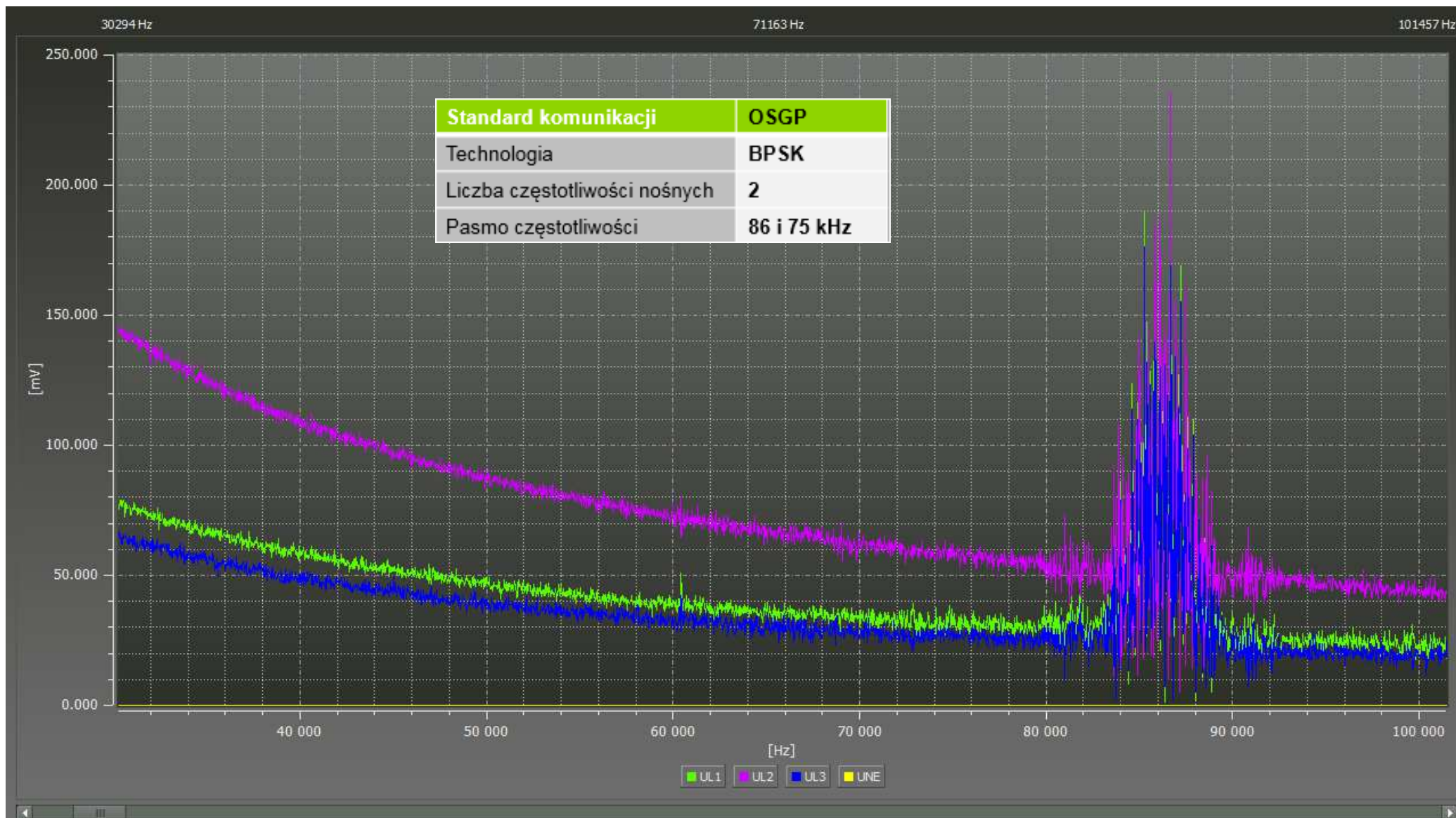


Pomiar na stacji SN\nnN – praca DCN w kanale komunikacyjnym PLC – 75,6 kHz– widmo FFT – amplituda napięcia w zakresie częstotliwości ~30–100 kHz.



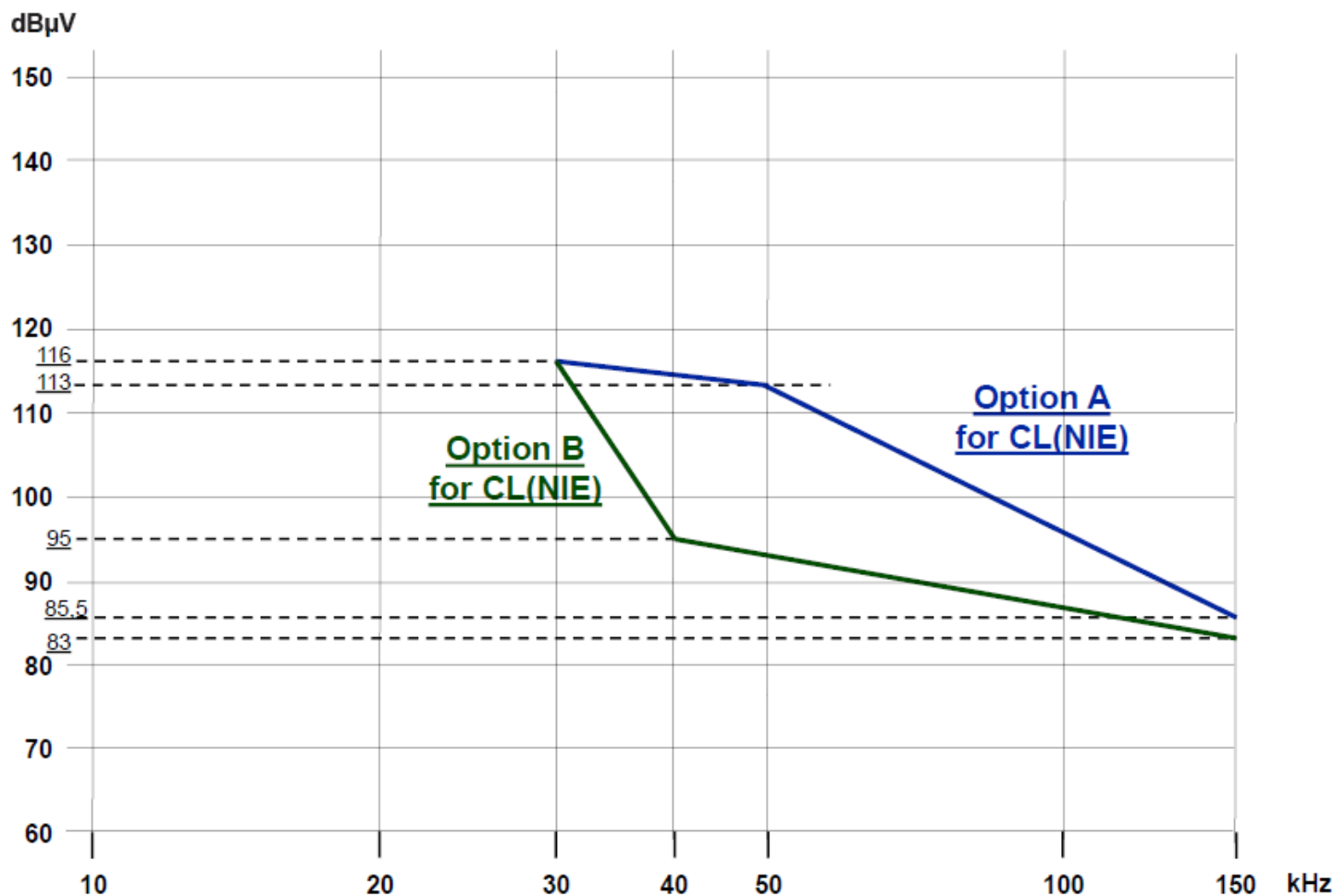
# Minimum teorii o PLC

Pomiar na stacji SN\nnN – praca DCN w kanale komunikacyjnym PLC -  
86,3 kHz – widmo FFT – amplituda napięcia w zakresie częstotliwości  
~30–100 kHz.





# Projekt zmian normatywnych w zakresie dopuszczalnego poziomu emisyjności zakłóceń przewodzonych w zakresie pasma częstotliwości 30 - 150kHz

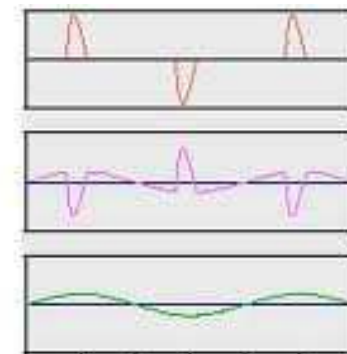
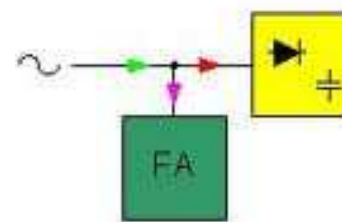


<b>Standard komunikacji</b>	<b>PRIME</b>
Technologia	OFDM
Liczba częstotliwości nośnych	96
Pasma częstotliwości	42– 89 kHz
<b>Standard komunikacji</b>	<b>OSGP</b>
Technologia	BPSK
Liczba częstotliwości nośnych	2
Pasma częstotliwości	86 i 75 kHz
<b>Standard komunikacji</b>	<b>G3</b>
Technologia	OFDM
Liczba częstotliwości nośnych	36
Pasma częstotliwości	36 – 90 kHz
<b>Standard komunikacji</b>	<b>IDIS</b>
Technologia	S-FSK
Liczba częstotliwości nośnych	2
Pasma częstotliwości	63 i 74 kHz

# Główne typy źródeł zaburzeń w EMC [4]



- **nieliniowości odbiorników** powodujące odkształcenia prądów i napięć sieci zasilającej, urządzenia energoelektroniczne, odbiorniki z obwodem magnetycznym, urządzenia łukowe;
- **gwałtowne zmiany parametrów** odbiorników podczas eksploatacji (odbiorniki „niespokojne”);
- **system elektroenergetyczny**, stany przejściowe, impedancje wewnętrzne źródeł i linii przesyłających



Główne typy urządzeń mających wpływ na poprawną komunikację PLC dla modulacji BPSK w podpasmach dla częstotliwości 75,45 kHz i 86,23 kHz [7]:

- ***Dekoder TV,***
- ***UPS,***
- ***Kamery systemu monitoringu,***
- ***Odtwarzacze DVD,***
- ***WLAN switches,***
- ***Komputery,***
- ***BTS3G/4G,***
- ***Przezienniki częstotliwości,***
- ***Źródła światła typu LED,***

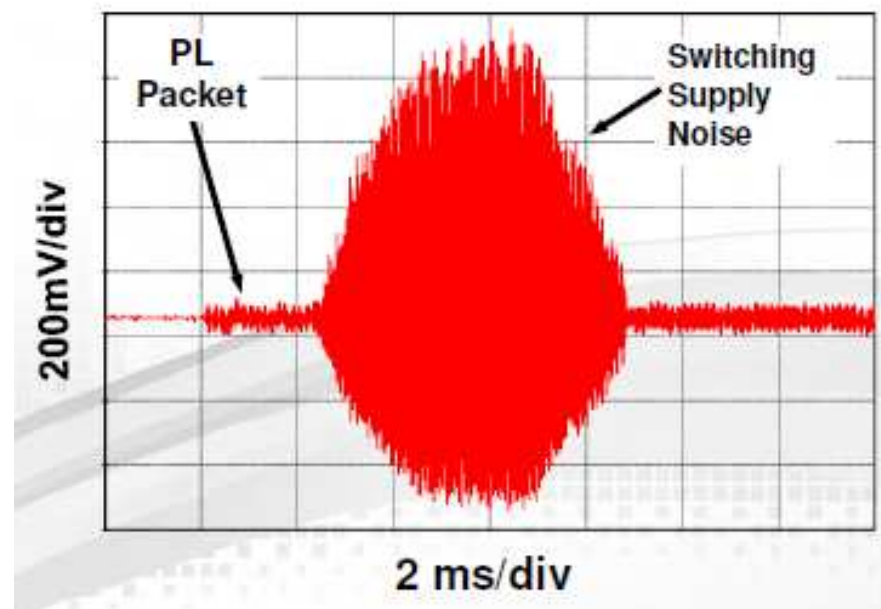
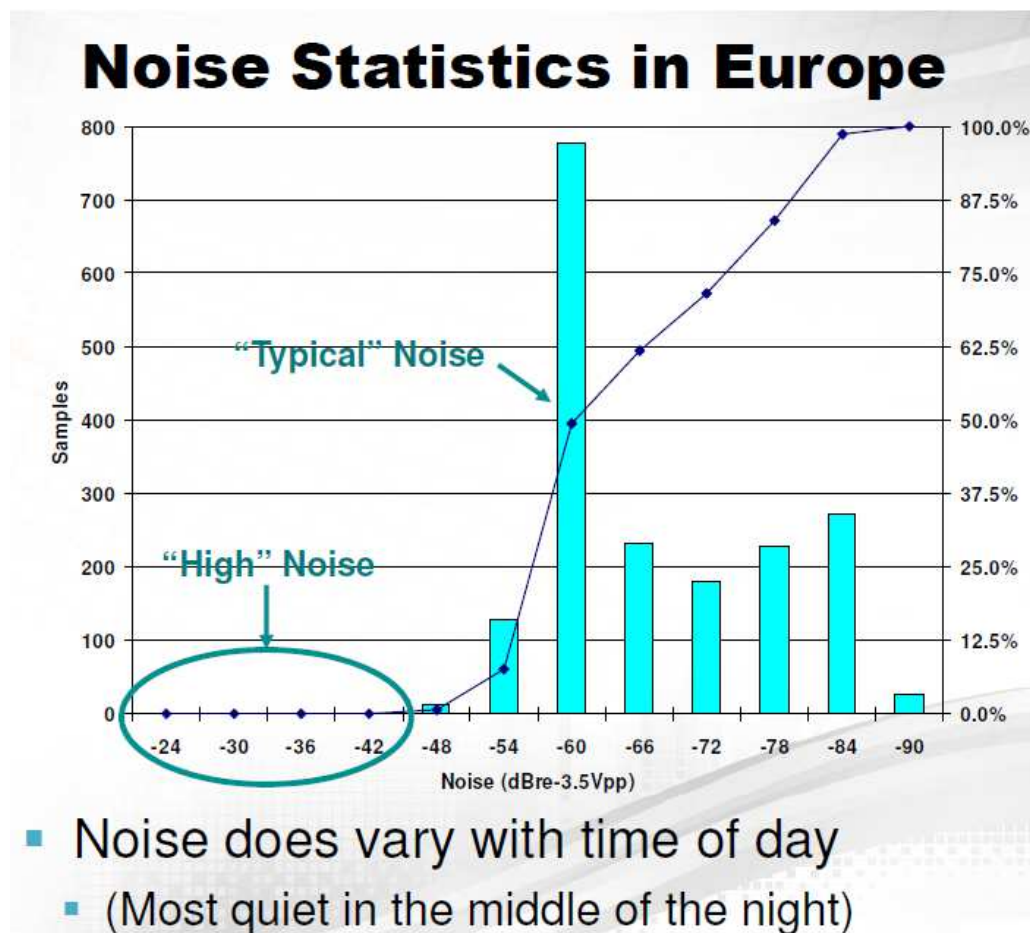
+ na podstawie własnych doświadczeń dodatkowo należy wliczyć również źródła światła typu **fluoroscencyjnego**.



# Skutki braku EMC dla komunikacji PLC



- od „synchronizacji” w czasie wystąpienia zakłócenia z prowadzoną w tym samym czasie transmisją danych w technologii komunikacyjnej PLC.

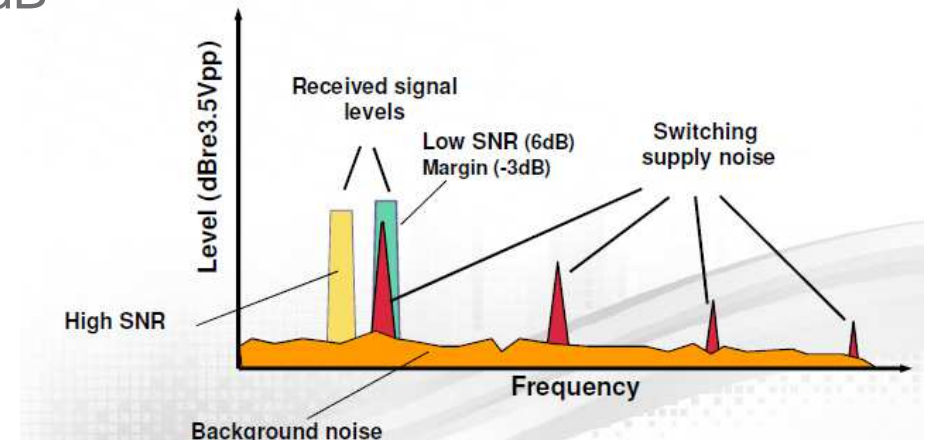
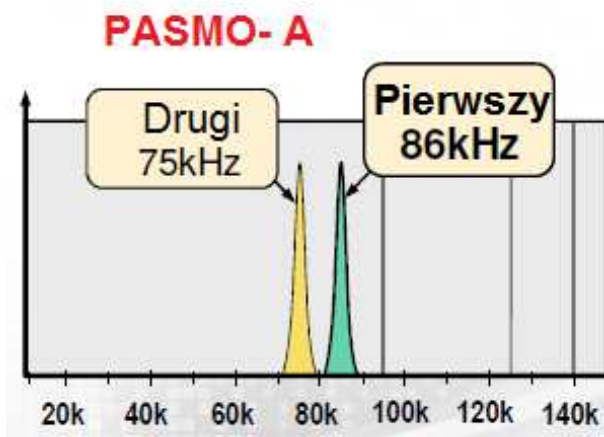


# Skutki braku EMC dla komunikacji PLC

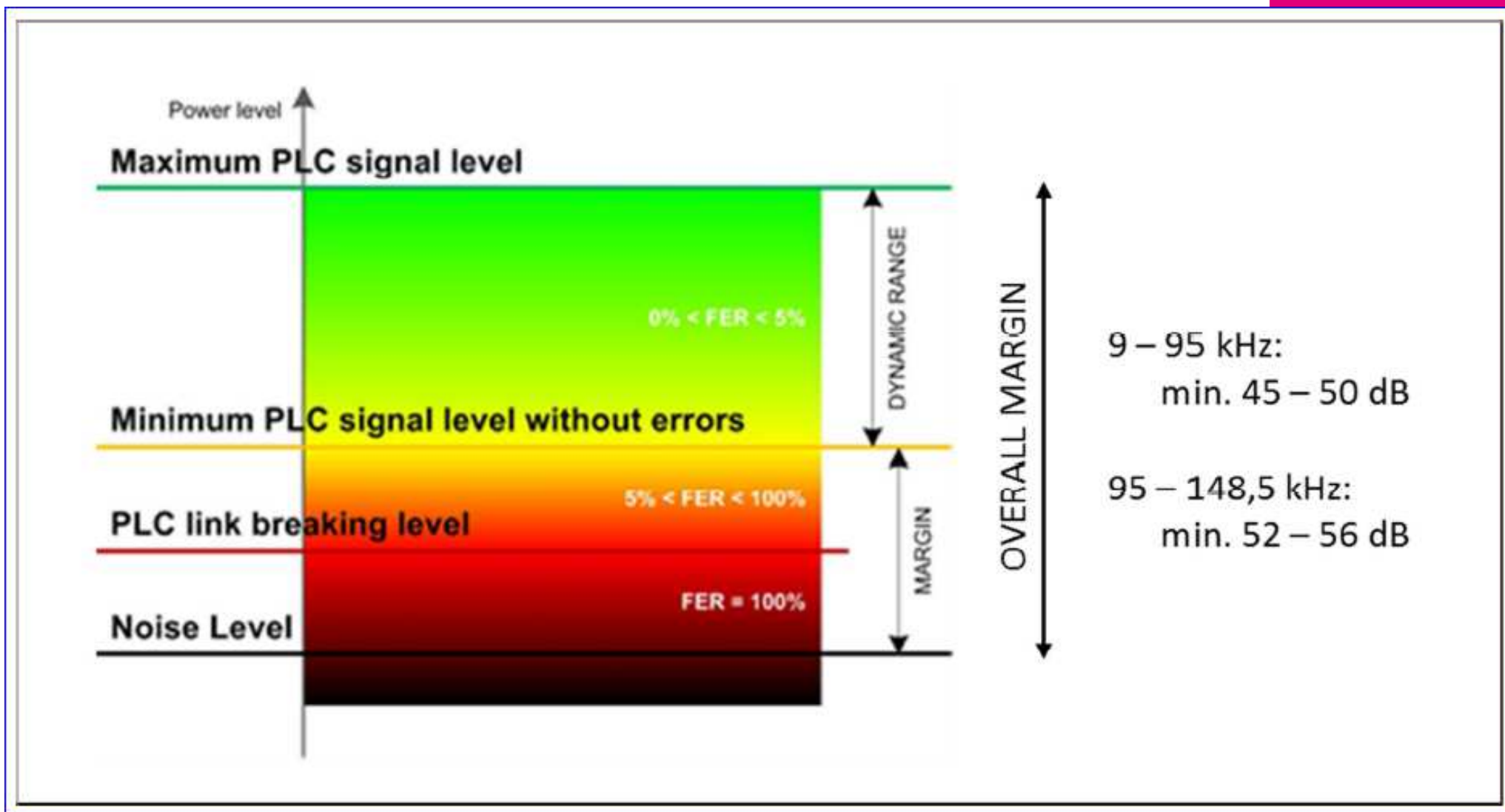
## SNR - ?



- Poziom szumu w sieci elektroenergetycznej do sygnału użytecznego tj. SNR [dB] (ang. *Signal-to-Noise Ratio* tłum. *stosunek szumu do sygnału*), który odpowiada w dużej mierze za poprawność komunikacji PLC
- **SNR (dB) = SYGNAŁ (dB 3.5Vpp) – SZUM (dB 3.5Vpp)**
- jeżeli **~9 dB SNR** to wówczas występuje niski wskaźnik błędów w przesyśle danych pakietowych (<~5%),
- gdy SNR przekracza 9dB (3,5V) mówimy o wartości "granicznej"
- Wartość „graniczna” = sygnał – szum – 9dB



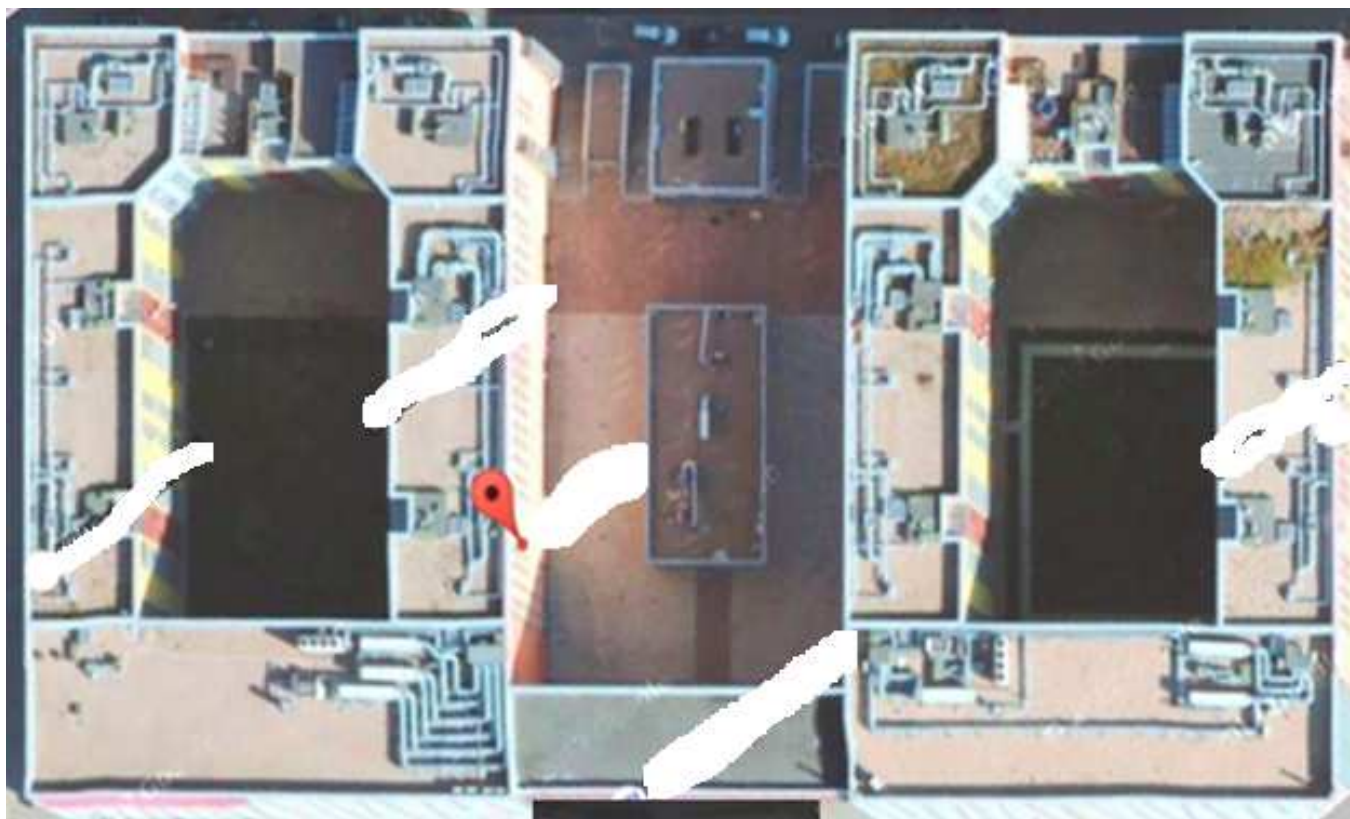
# Skutki braku EMC dla komunikacji PLC





# 5. DOŚWIADZCZENIA WŁASNE ZWIĄZANE Z EMC

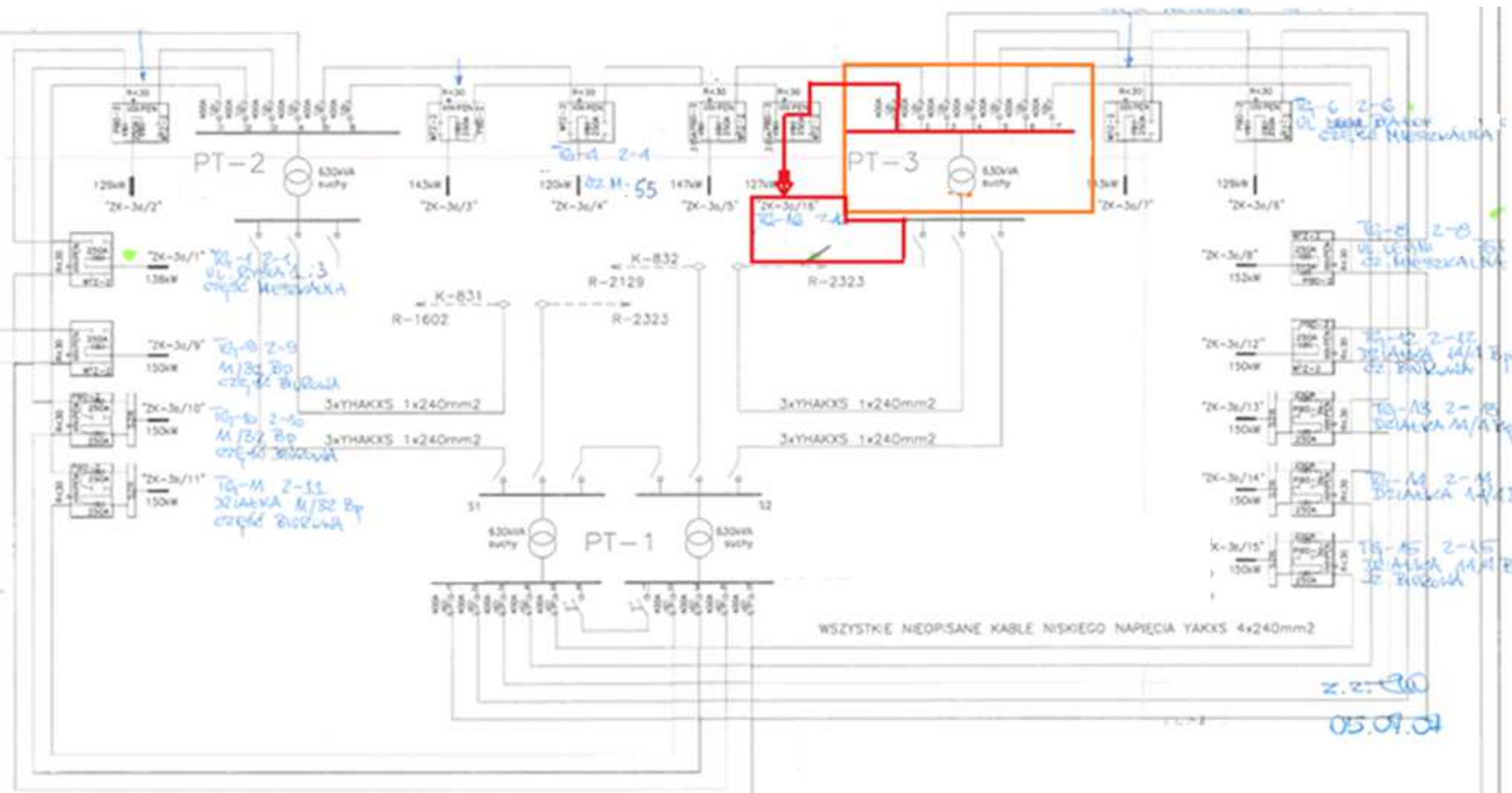
## - przypadek pierwszy



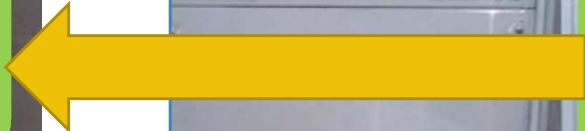
- W dniu 11 września 2015 r. nastąpiła zmiana konfiguracji podziału sieci nN dla ZK-3a „ ” – obecnie zasilane jest ze stacji (było zasilane ze stacji , która jest w odległości około 150m od ZK-3a ”),
- Potwierdzono pomiarowo wprowadzanie zakłócenia przez urządzenia wentylacji budynku zasilanych ze stacji , co uniemożliwia komunikację PLC – sporządzono raport z pomiarów z dnia **13.08.2015 r.**



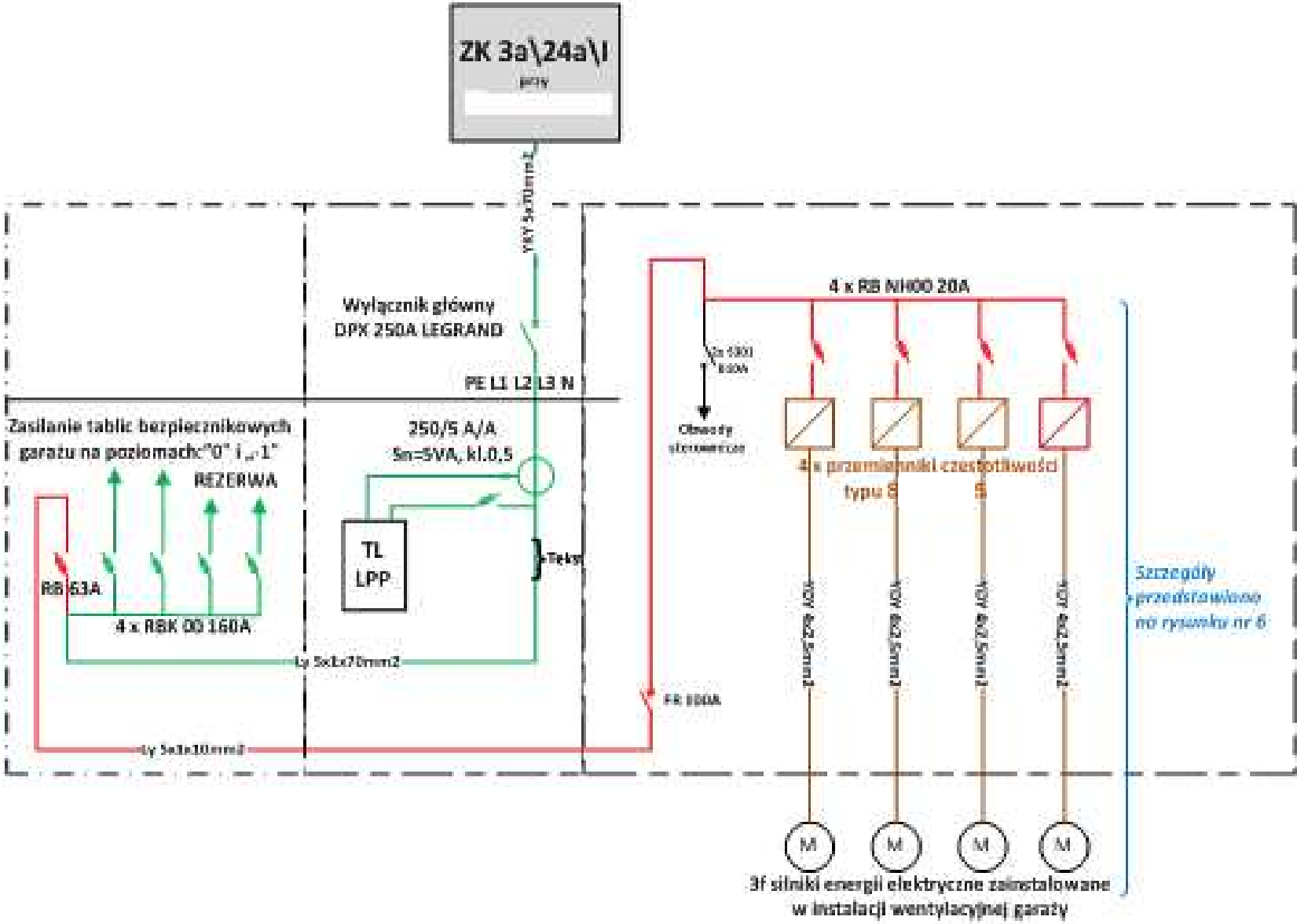
**„Schemat zasilania energetycznego nN i SN” wraz z zaznaczonym podłączonym WLZ-tem z ZK-3a/24A/I do „TG-16” (zaznaczono kolorem czerwonym)**



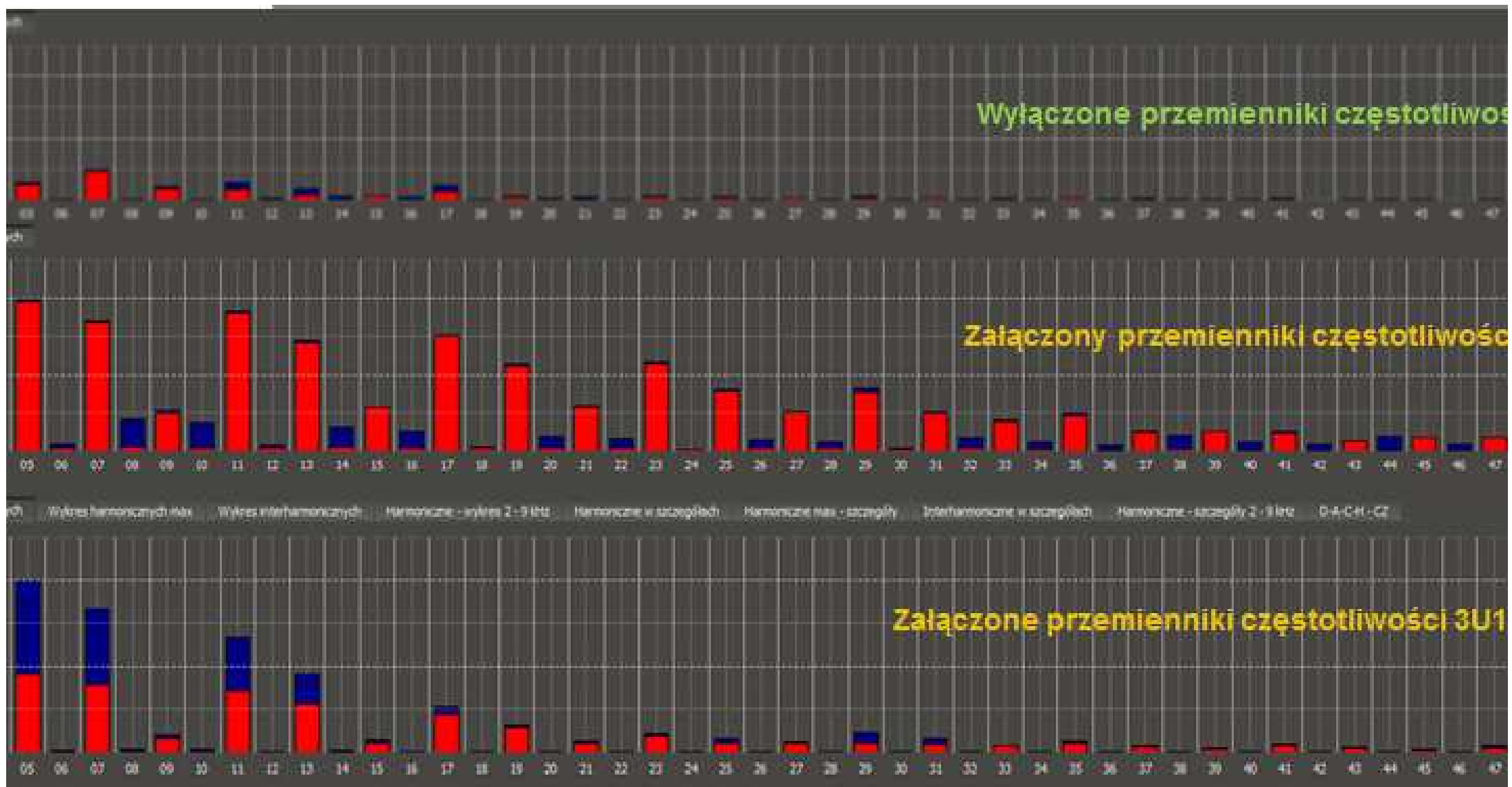
# Rozmieszczenie aparatury i urządzeń elektrycznych w rozdzielnicy nN „TG-16” wraz ze stanowiskiem pomiarowym



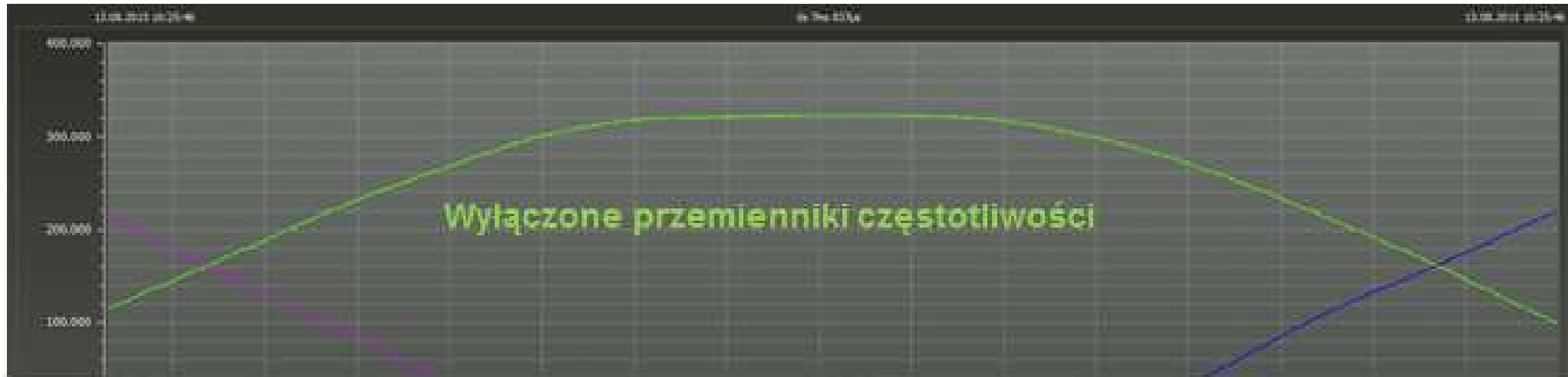
# Rozmieszczenie aparatury i urządzeń elektrycznych w rozdzielni nN „TG-16” oraz poglądowy jednokreskowy schemat elektryczny



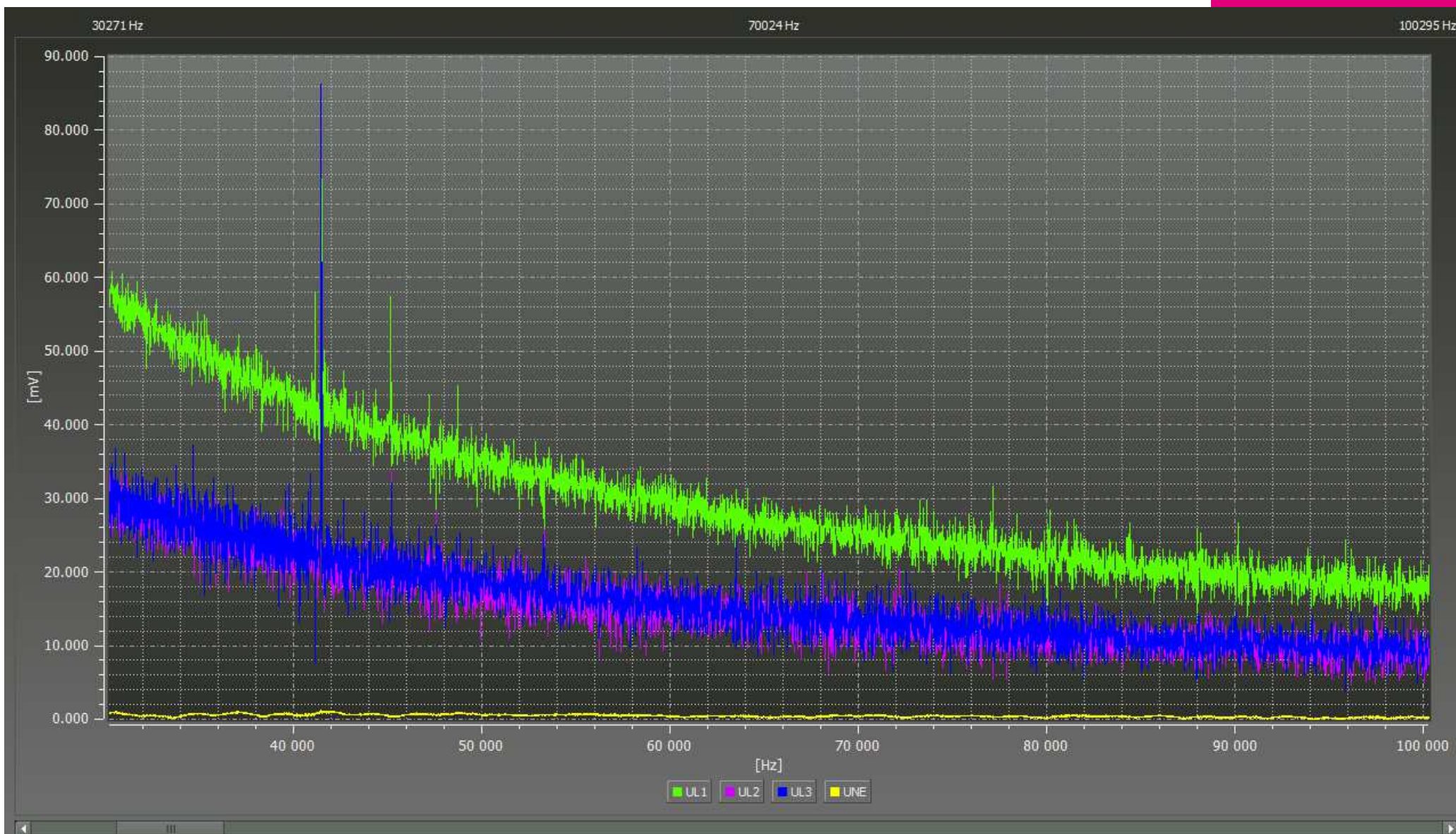
# Wyniki pomiarów: wyłączone i załączone przemienniki częstotliwości - widmo harmonicznych prądu w fazie L1



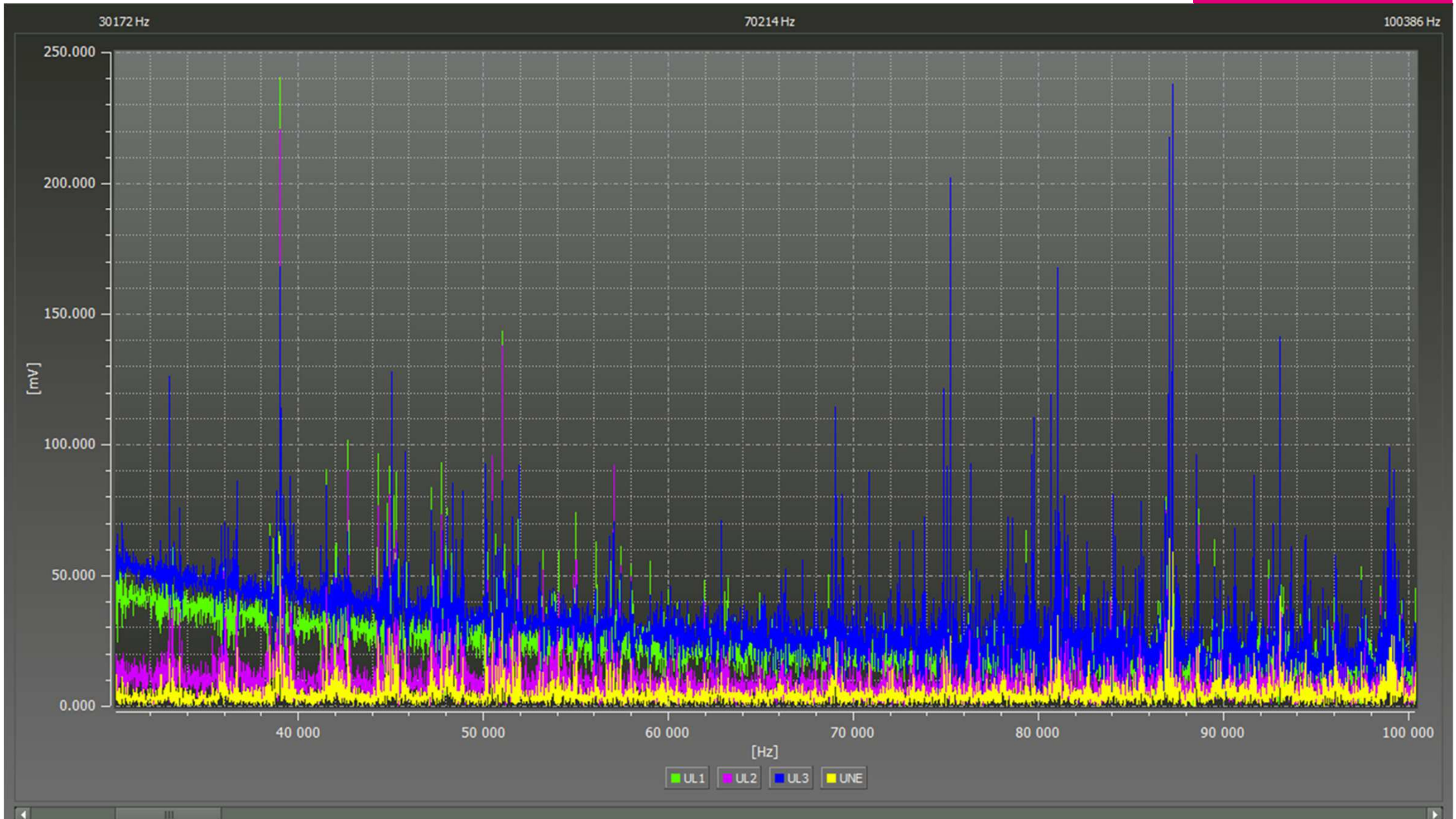
# Wyniki pomiarów: wyłączone i załączone przemienniki częstotliwości - przebieg oscyloskopowy napięć L1 - L2 - L3



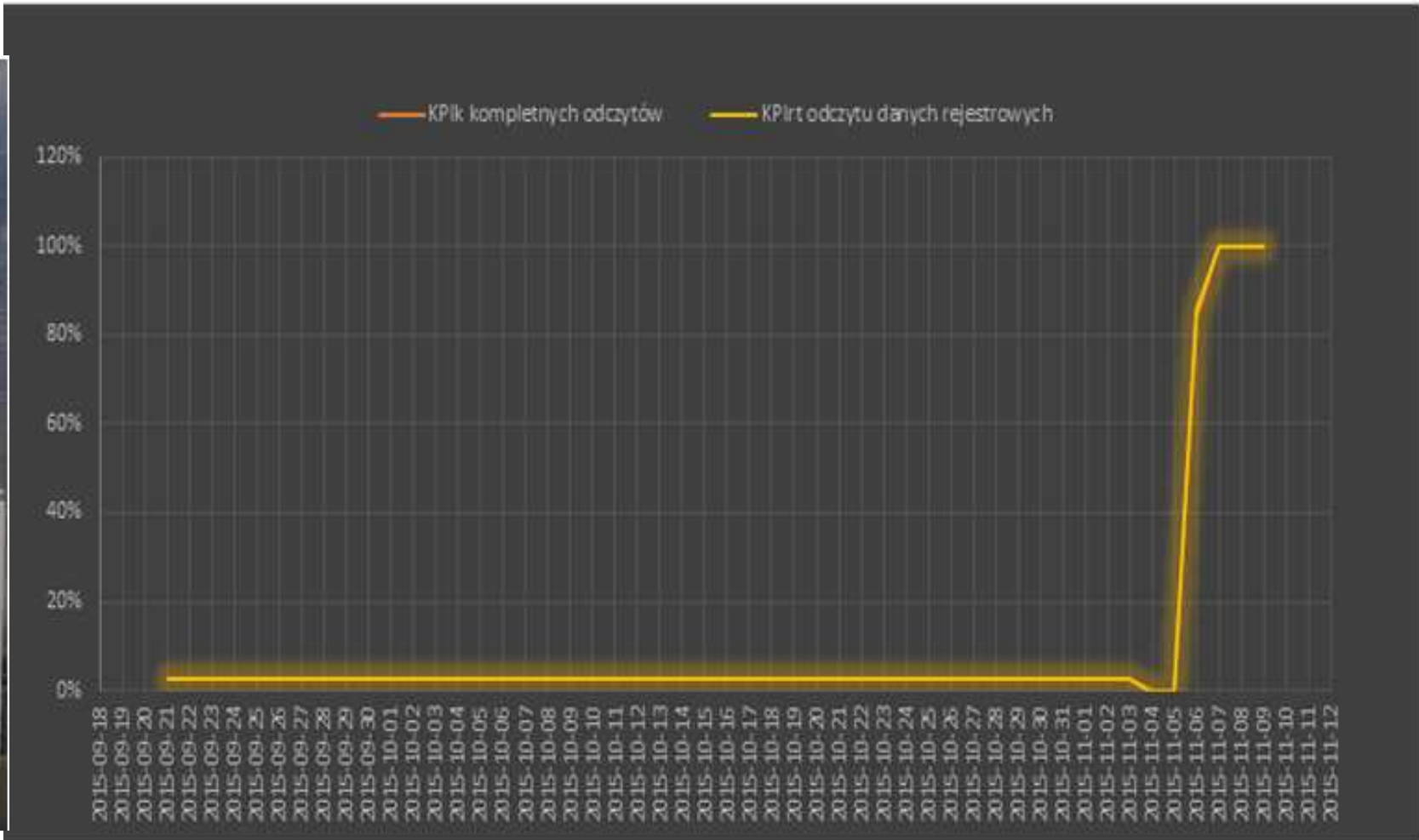
# Wyniki pomiarów: wyłączone przemienniki częstotliwości – widmo FFT – amplituda napięcia w zakresie częstotliwości ~30–100 kHz



# Wyniki pomiarów: załączone przemienniki częstotliwości – widmo FFT – amplituda napięcia w zakresie częstotliwości ~30–100 kHz

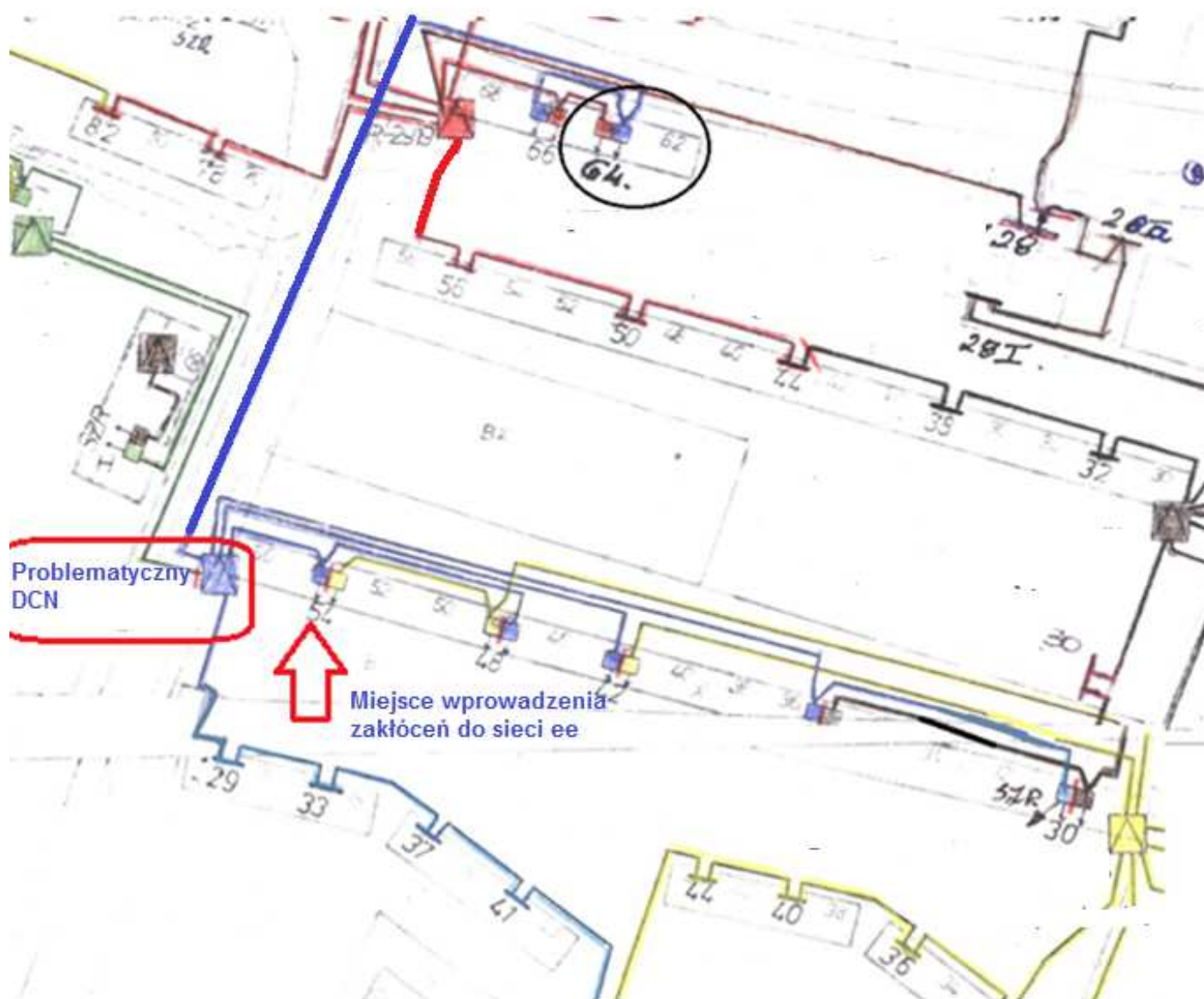


Na podstawie opracowanego raportu przez TD S.A. oraz skierowanego korespondencji do Odbiorcy w sprawie zabudowy wejściowych filtrów EMC dla zainstalowanych przemienników częstotliwości, nastąpiła ich zabudowa w dniu 05-11-2015 r. Komunikacja PLC pomiędzy licznikami AMI a DCN 3000 obecnie jest poprawna.

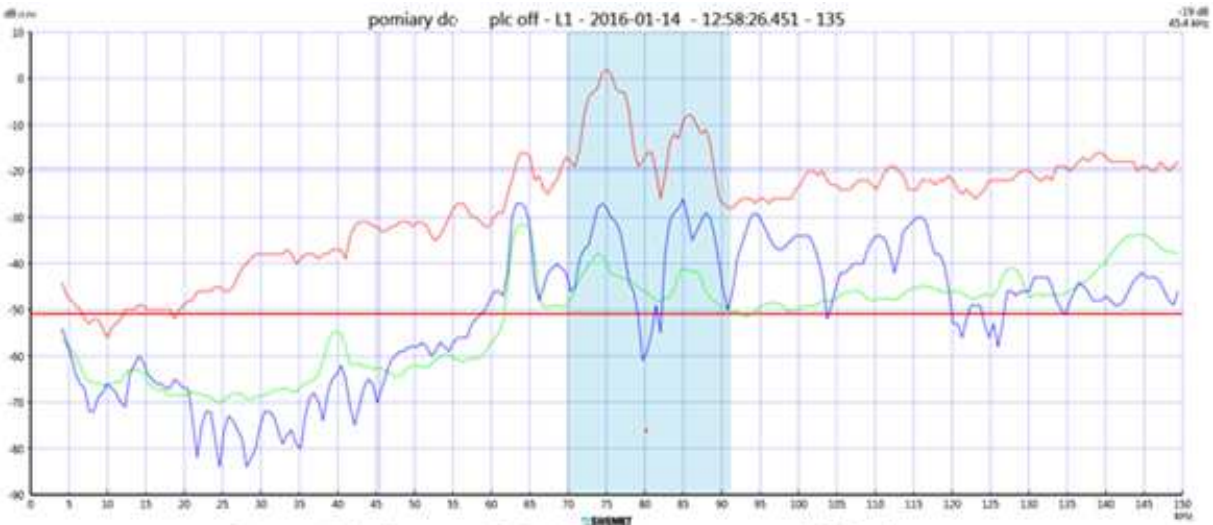




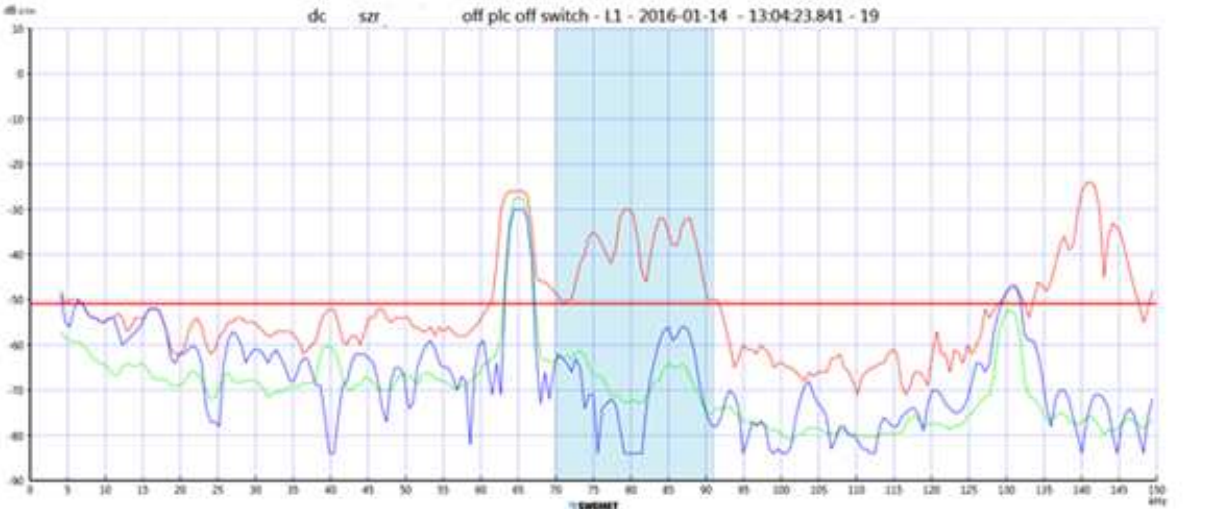
- przypadek drugi  
schemat sieci elektroenergetycznej nN



- przypadek drugi



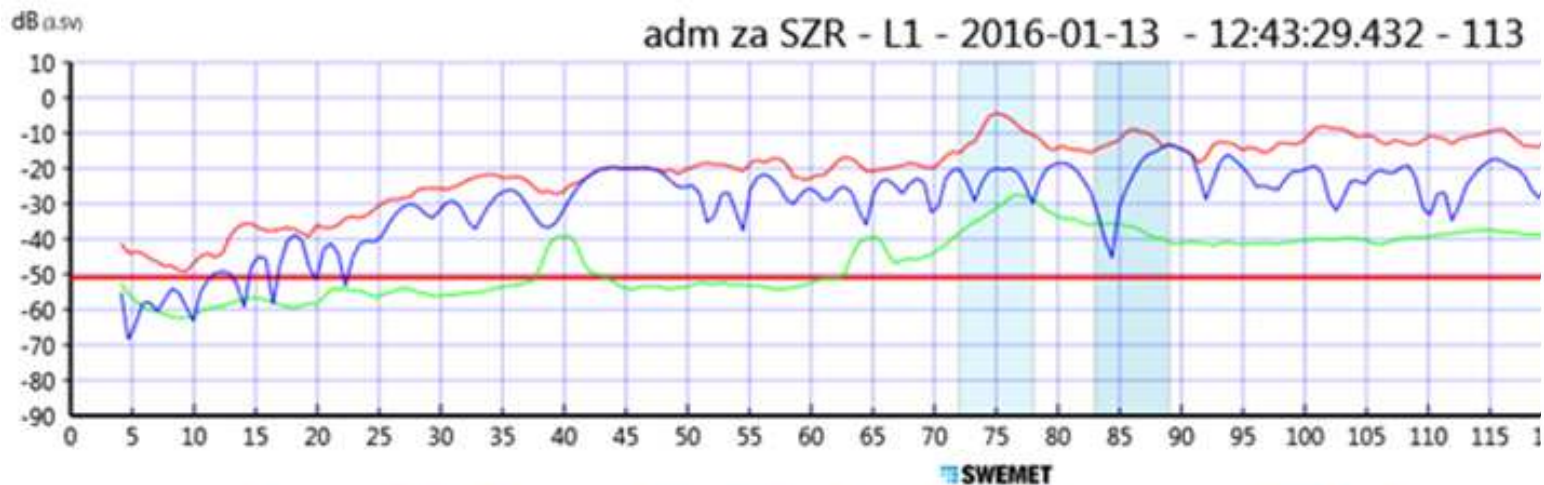
Rysunek 3. Pomiar MFA400 - stacja SZR włączony



Rysunek 4. Pomiar MFA400 - stacja SZR wyłączony, DC447 wyłączony



- przypadek drugi

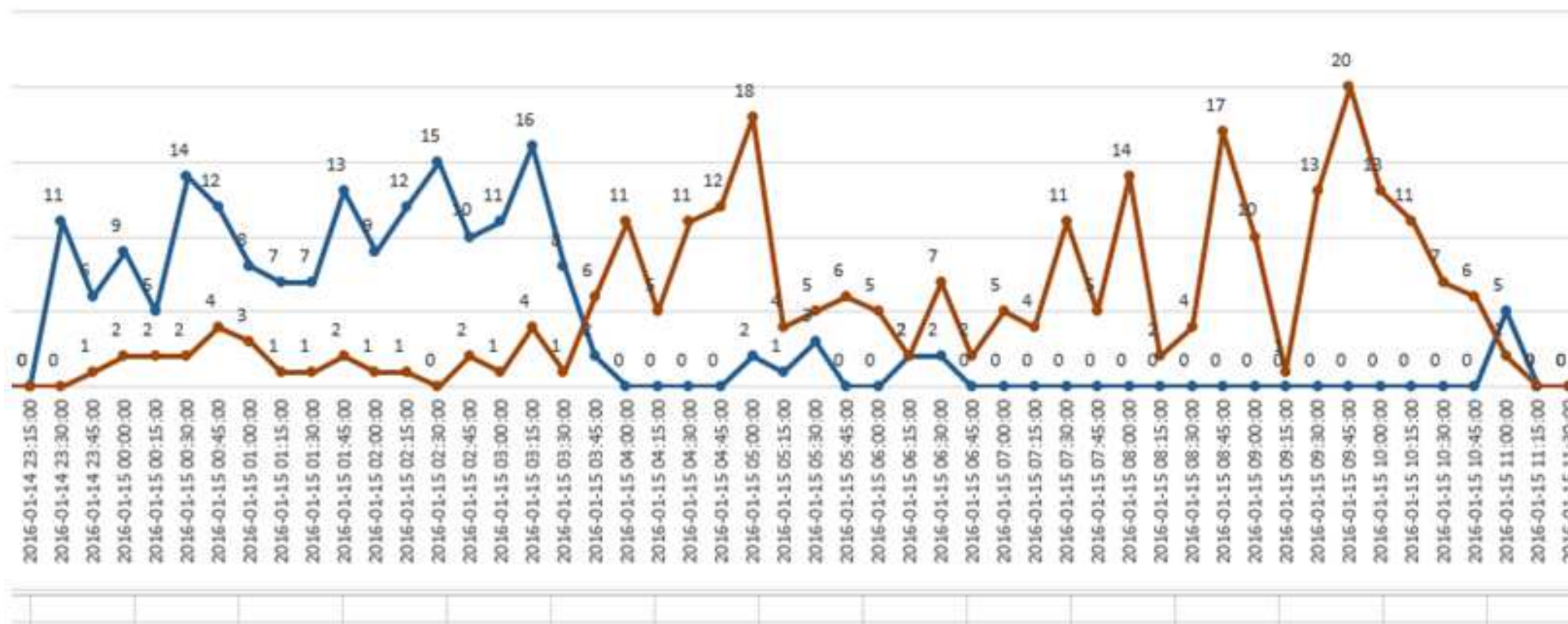


Rysunek 1. Pomiar MFA400 - licznik ADM, SZR włączony



150 kHz

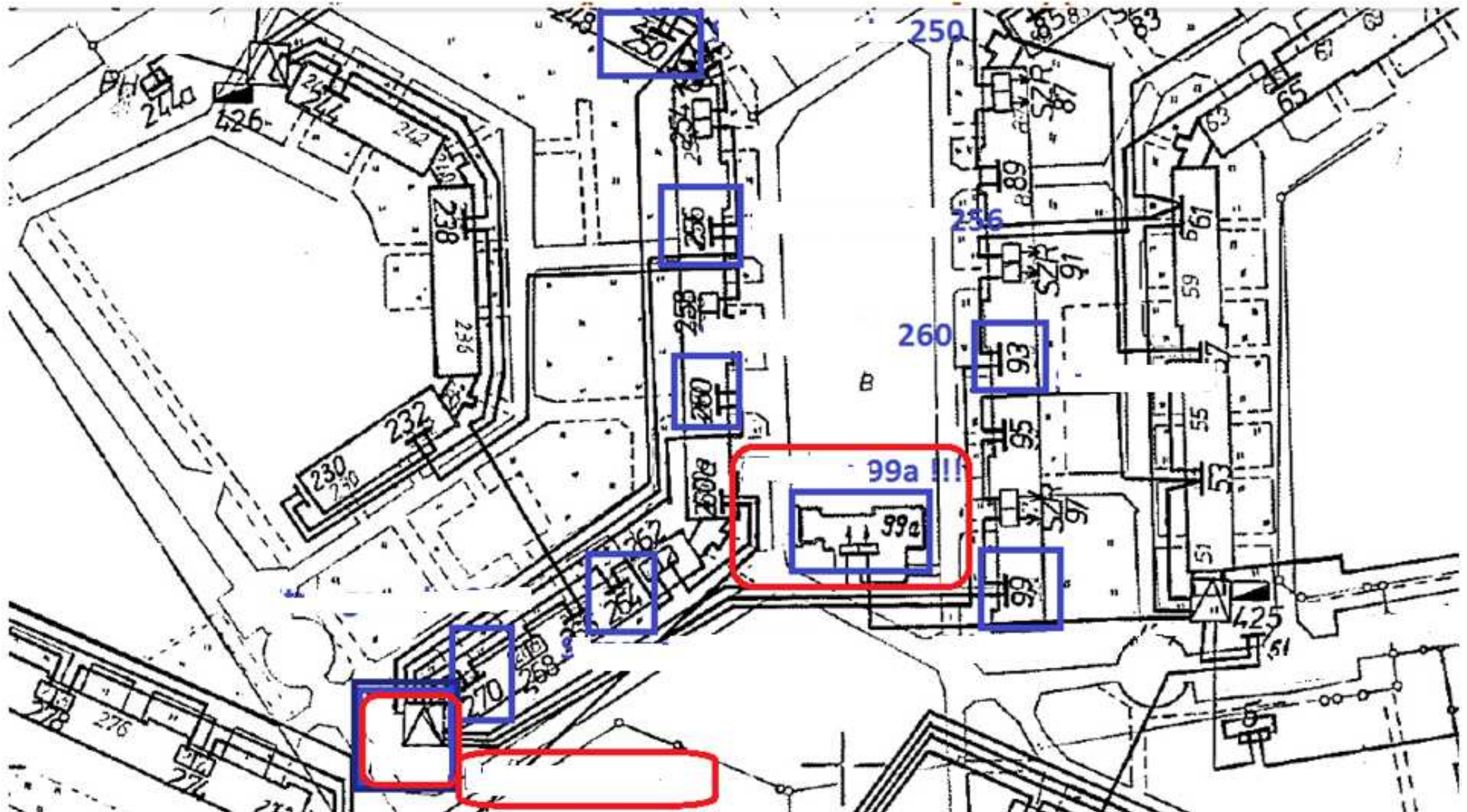
- przypadek drugi



Rysunek 1 Odczyt danych z liczników AMI - NDC447 – 15.01.2016

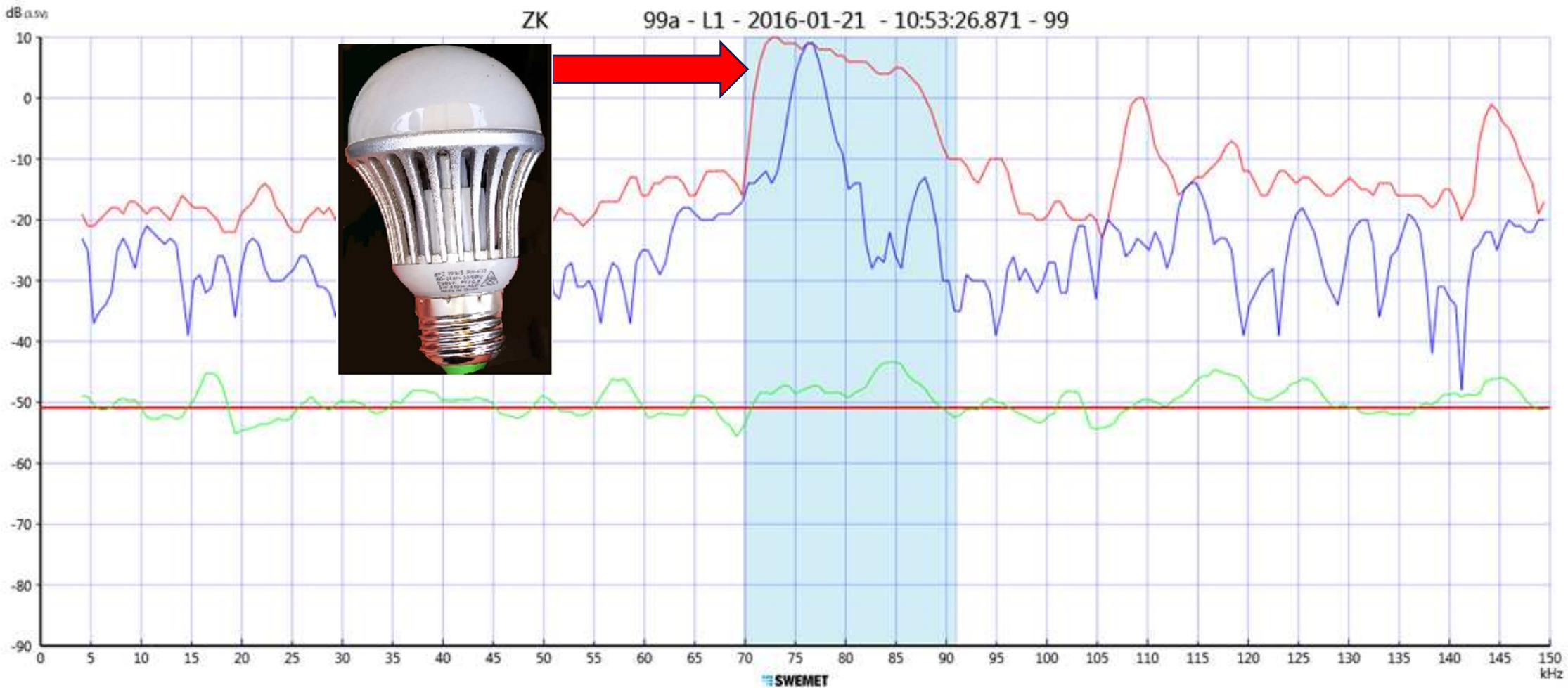
- przypadek trzeci

schemat sieci elektroenergetycznej nN



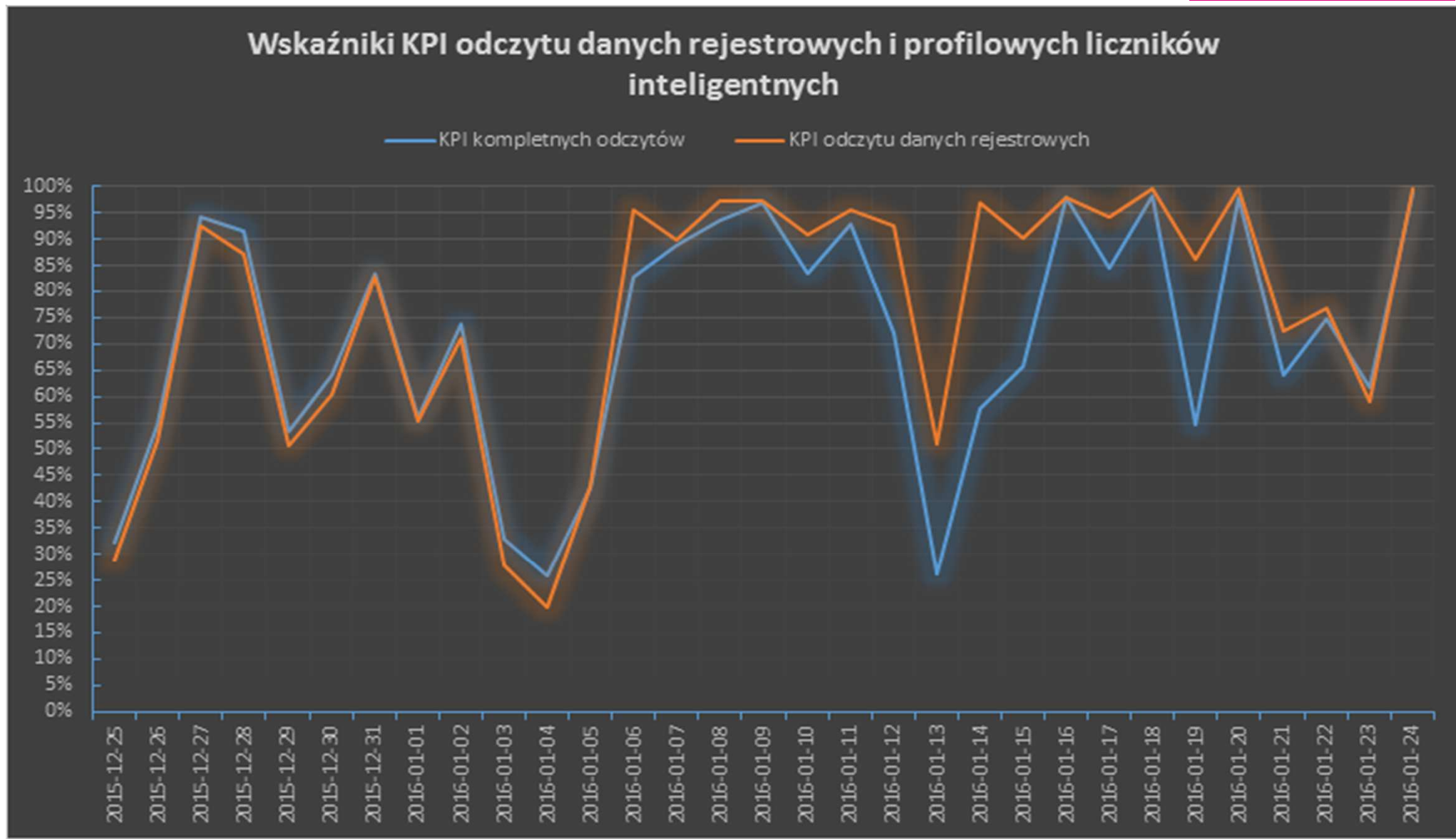
## - przypadek trzeci

zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej wprowadzała żarówka typu LED o mocy 5W,  $U_n=230V$ ,  $PF=0,8$



- przypadek trzeci

Wykres skuteczności odczytów ze stacji xxxx-T1 (NDC150000xxx)



- przypadek czwarty

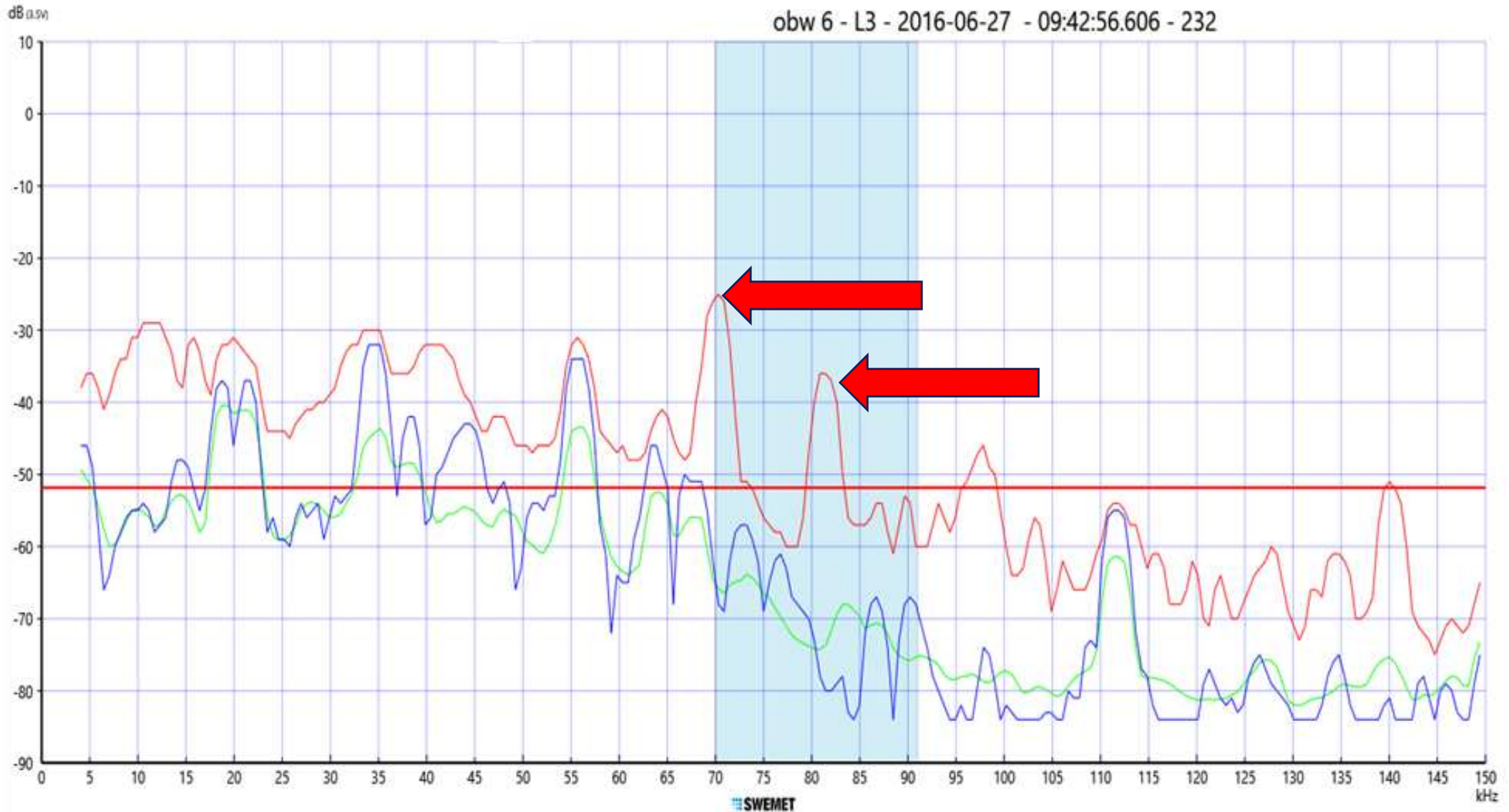
zmodernizowane źródło światła na typu LED, które wprowadza zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia





## - przypadek czwarty

zmodernizowane źródło światła na typu LED, która wprowadza zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia



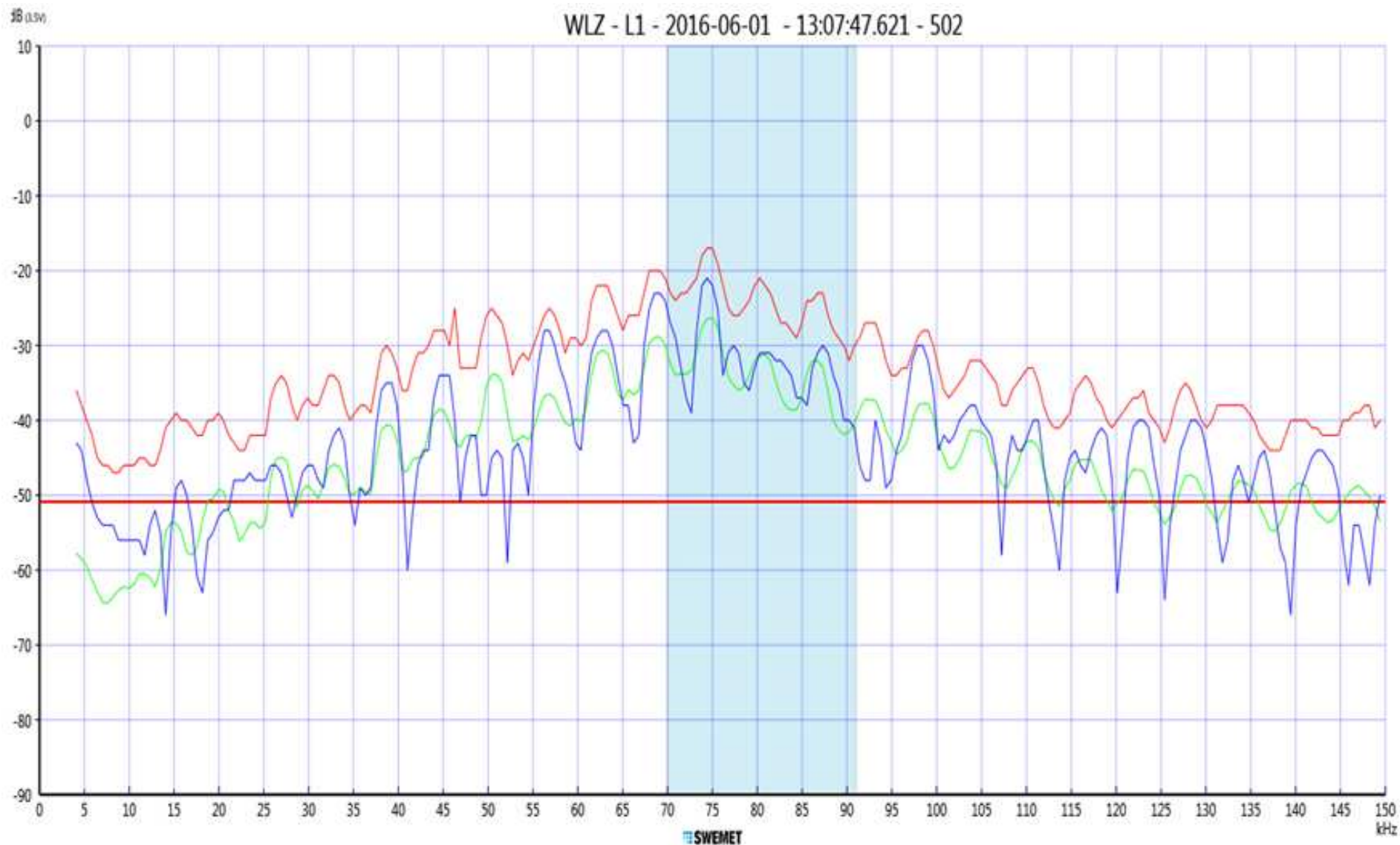
- przypadek piąty

wprowadzane zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia przez *p.cz.* + *brak prawidłowego montażu urządzeń i instalacji zgodnej z wymaganiami EMC*

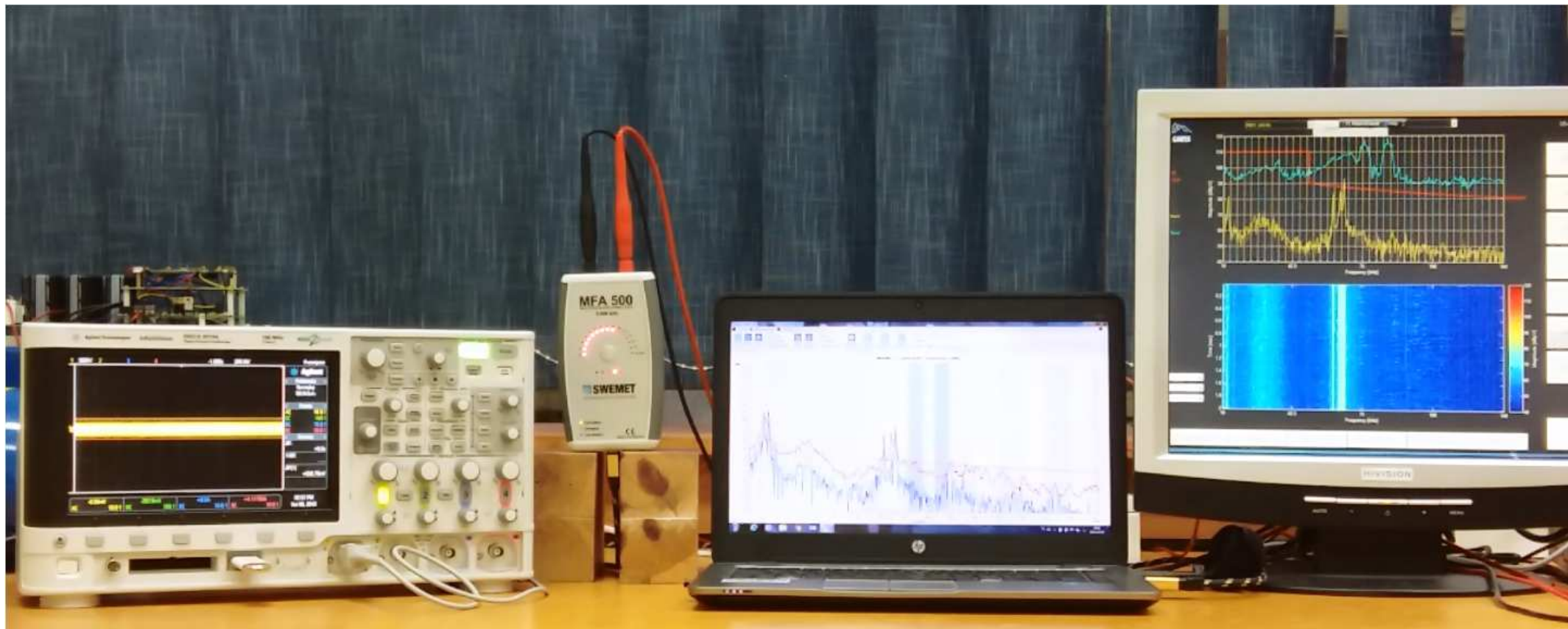


## - przypadek piąty

wprowadzane zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia przez p.cz. + brak prawidłowego montażu urządzeń i instalacji



- przygotowanie szkoleń dla elektromonterów  
wykonujących pomiary w terenie



# Jak wykonano analizę danych związanych z przypadkami wystąpienia braku EMC ?



Lp.	Numer analizy z dnia:	Obszar Wdrożeniowy	Nr stacji	S <sub>N</sub> -moc pozorna transformatora w [kVA]	Napięcie strony pierwotnej transformatora w [kV]	Stacja zlokalizowana jest przy ul. :	Numer seryjny istniejącego DCN w stacji z występującym zakłóceniom przewodzonym	Ilość PPE zasilanych ze stacji SN/nN z DCN - wszystkie I-k\ I-k AMI			Wykorzystanie DCN w stosunku do max. 1024 szt. I-k AMI	Ilość PPE pozbawionych komunikacji PLC z I-k AMI
								ist. [szt.]	AMI -[szt.]	[%]		
1.	001_083.0_2017.02.01	Partynice02		250	10		NDC16C	6	4	66,67%	0,39%	4

Długość kabla elektroenergetycznego pomiędzy ZK a stacją SN/nN	Typ kabla/przewodów elektroenergetycznej pomiędzy ZK a stacją SN/nN	Czy jest w ukt. SZR - TAK/NIE ?	Lokalizacja PPE z urządzeniem wprowadzającym zakłócenie przewodzone do sieci elektroenergetycznej nN	Opis zaistniałego przypadku - tzn. jakie urządzenia biorą udział i co zasilają - w formie haseł	Rodzaj urządzenia/odbiornika które wprowadza zakłócenie przewodowe do sieci elektr. nN	Producent urządzenia które wprowadza zakłócenie przewodowe do sieci elektr. nN	Typ urządzenia wprowadzającego zakłócenia przewodzone	Ilość urządzeń wprowadzające zakłócenie przewodowe do sieci elektr. nN	Okres trwania zaburzenia przewodowego	Czas występowania zaburzeń przewodowych
[mb]										
197	YAKXS 4x240	NIE		przeмиenniki , silniki wentylacji	Przeмиennik częstotliwości			3	CIĄGŁY	CAŁA DOBA



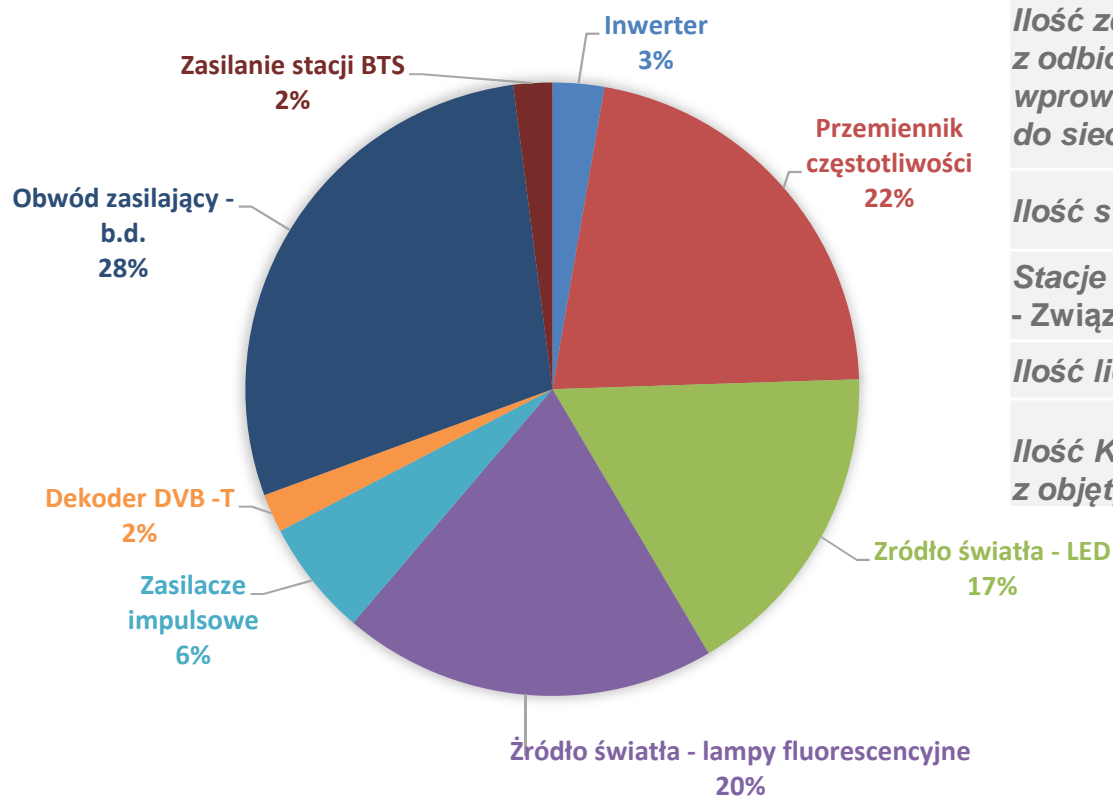
Podsumowanie analizy zagadnienia braku EMC na 104 odebranych OW w Projekcie AMIplus SCW na terenie działania TAURON Dystrybucja S.A. – Oddział we Wrocławiu – I etap.

Rekomendacje związane z rozwiązaniem problemu	Dane kontaktowe do Podmiotu, ktregο dbiorniki wprowadzają zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej nN + PPE + umowa K\D	Rodzaj kontrahenta: -indywidualny, -wspólnota, -spółdzielnia, -firma	STATUS SPRAWY
filtr wejściowy sieciowy typu lub filtr wejściowy sieciowy (klasa B)			W TRAKCIE REALIZACJI

# Podział odbiorników energii elektrycznej – wpływających na komunikacje PLC



## PROCENTOWY ROZKŁAD ODBIORNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ WPROWADZAJĄCYCH ZAKŁÓCENIA PRZEWODZONE DO SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ OSD



OPIS	[szt.]	[%]
Ilość zdiagnozowanych przypadków z odbiornikami i instalacji stacjonarnej wprowadzając zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej OSD	<b>193</b>	-----
Ilość stacji SNnN zasilających liczniki AMI	<b>2 394</b>	-----
Stacje SNnN bez poprawnej komunikacji PLC - Związek z zakłóceniami przewodzonymi	<b>103</b>	<b>4,30%</b>
Ilość liczników AMI na odebranych OW	<b>356 096</b>	-----
Ilość Klientów zasilanych ze stacji SNnN z objętych zaburzeniami EMC wg zestawiania	<b>29 736</b>	<b>8,35%</b>

# Podział odbiorników energii elektrycznej wpływających na komunikacje PLC – cd.

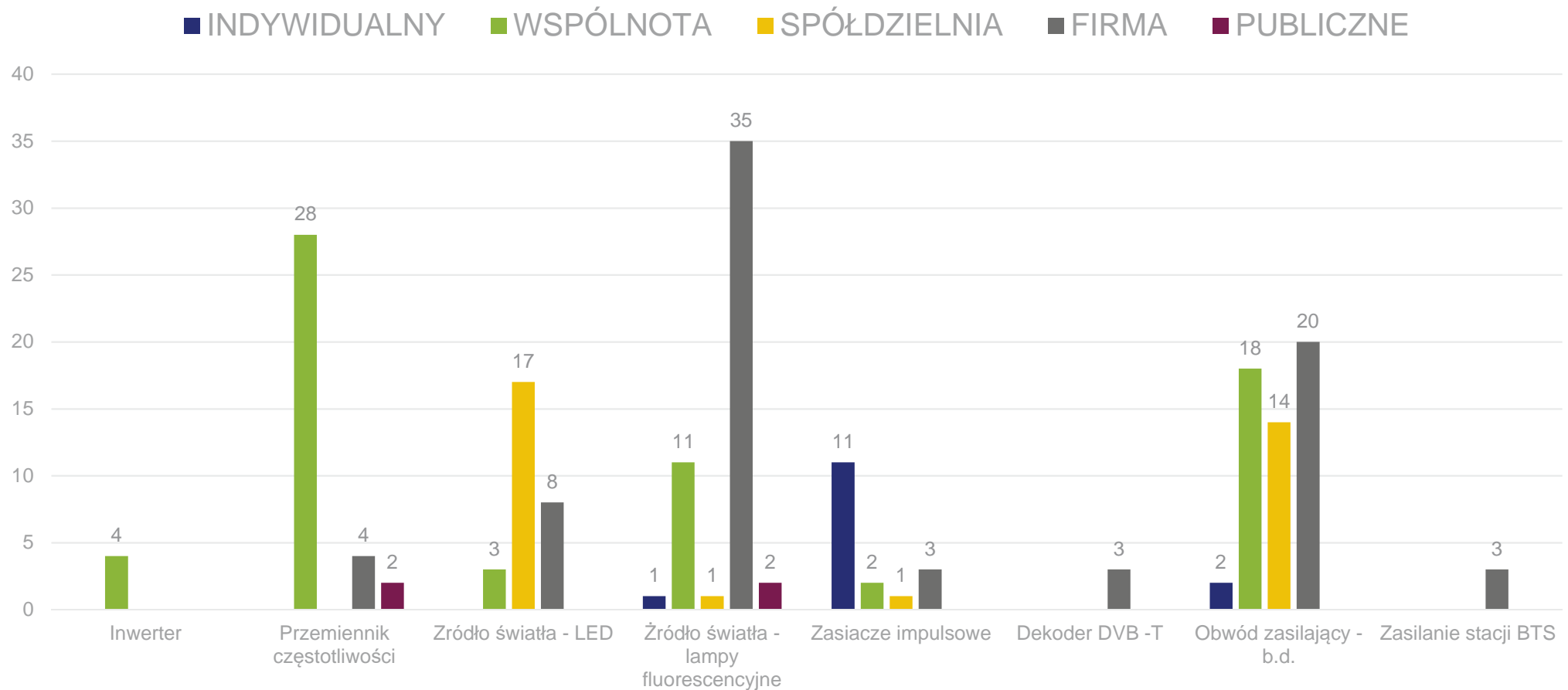


Odbiorniki	INDYWIDUALNY	WSPÓLNOTA	SPÓŁDZIELNIA	FIRMA	PUBLICZNE
<i>Inwerter</i>		4			
<i>Przeziennik częstotliwości</i>		28		4	2
<i>Źródło światła - LED</i>		3	17	8	
<i>Źródło światła - lampy fluorescencyjne</i>	1	11	1	35	2
<i>Zasilacze impulsowe</i>	11	2	1	3	
<i>Dekoder DVB -T</i>				3	
<i>Obwód zasilający - b.d.</i>	2	18	14	20	
<i>Zasilanie stacji BTS</i>				3	
<b>SUMA</b>	<b>14</b>	<b>66</b>	<b>33</b>	<b>76</b>	<b>4</b>

# Podział odbiorników energii elektrycznej wpływających na komunikacje PLC – cd.



## TYP KLIENTA vs. TYP ODBIORNIKÓW WPRWADZAJĄCYCH ZAKŁÓCENIA PRZEWODZONE DO SIECI ELEKTROENERGETYCZNEJ NISKIEGO NAPIĘCIA OSD







**TAURON**  
DYSTRYBUCJA



## 6. WNIOSKI

# WNIOSKI do dyskusji



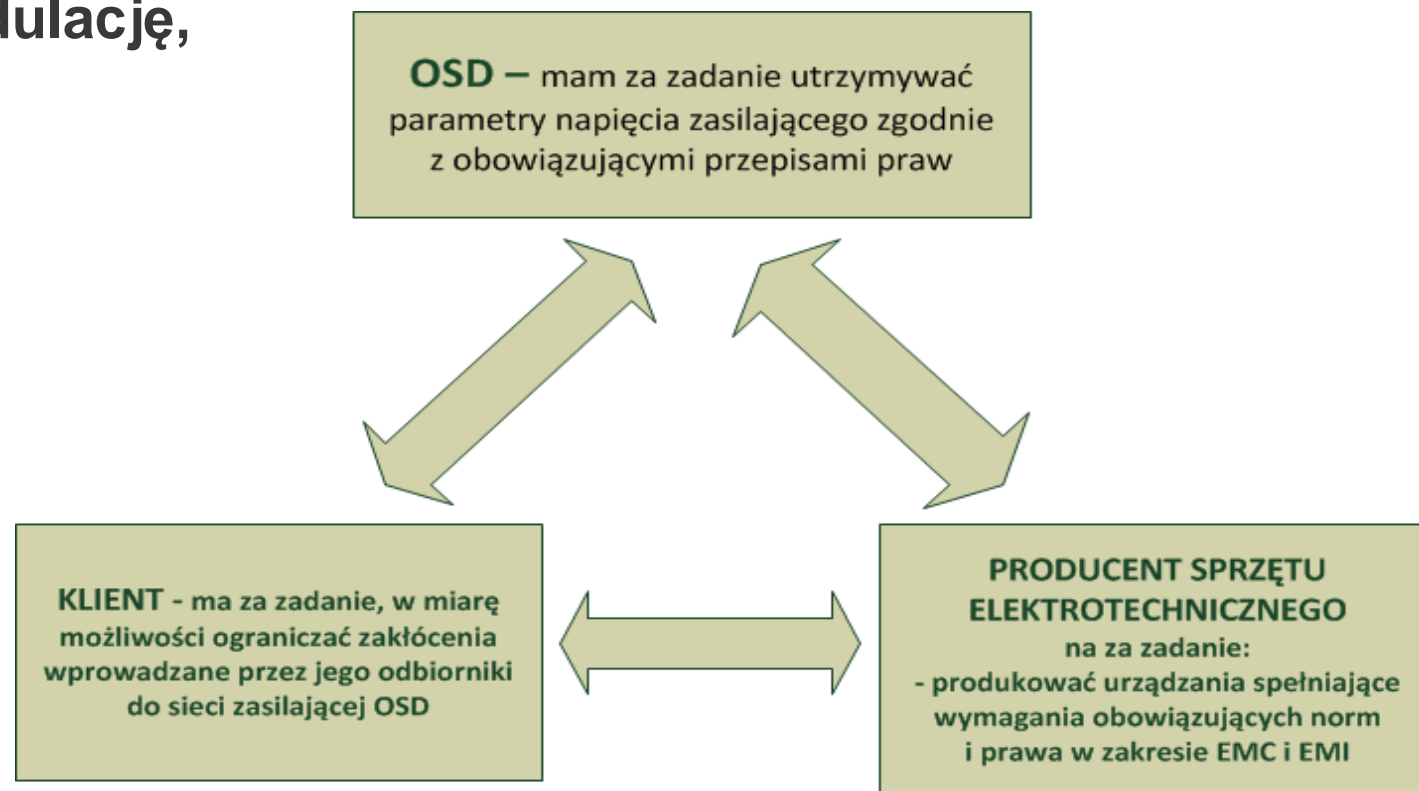
- **jakość dostaw energii elektrycznej (PQ) oraz EMC ma bezpośredni wpływ na jakość komunikacji realizowanej z wykorzystaniem technologii PLC, co w konsekwencji uniemożliwia osiągnięcie wymaganych KPI danych odczytowych (profilowych i dobowych) na zadany czas ich pozyskania (np. godzina 7:00) oraz utrudnia wykonywanie komend sterujących,**
- **w ustawodawstwie polskim brak jest jednoznacznych skutecznych narzędzi prawnych pozwalających OSD skutecznie egzekwować wymagania związane z kompatybilnością elektromagnetyczną w stosunku do Klientów, którzy wprowadzających zakłócenia przewodzone do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia,**
- **w związku z powyższym należy wypracować wspólny tryb postępowania w przypadku wprowadzania przez urządzenia Klienta zakłóceń przewodzonych do sieci elektroenergetycznej OSD,**
- **identyfikacja, lokalizacja i eliminacja wprowadzanych zakłóceń przewodzonych do sieci elektroenergetycznej OSD jest i będzie procesem czasochłonnym, żmudnym i kosztownym dla OSD,**

# WNIOSKI do dyskusji c.d.



- **podwyższony poziom emisyjności zaburzeń przewodzących w zakresie częstotliwości od 30 do 150 kHz wprowadzanych do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia będzie miał negatywny wpływ na komunikację realizowaną w technologii PLC bez względu na zastosowaną modulację,**

- ***reasumując:***



➤ *Smart Metering będzie jednym z elementów pozyskiwania danych pomiarowych, pozwalającym na prowadzenie nadzoru nad Jakością Dostaw Energii Elektrycznej przez OSD oraz jednocześnie stanie się mimowolnym „strażnikiem” Kompatybilności Elektromagnetycznej (EMC) w pasmach częstotliwości wykorzystywanych przez transmisję sygnału użytecznego PLC*

**JEE**



**TAK**





**Dziękuję za uwagę**

Bartosz Marczyński  
Kierownika Projektu AMI i MDM  
e-mail: [bartosz.marczyński@tauron-dystrybcja.pl](mailto:bartosz.marczyński@tauron-dystrybcja.pl)

**TAURON Dystrybcja S.A.**

ul. Podgórska 25A  
31-035 Kraków  
tel.: 12 261 10 00, 71 889 51 11  
[kontakt@tauron-dystrybcja.pl](mailto:kontakt@tauron-dystrybcja.pl)

## Literatura:

1. Zbigniew Hanzelka, Zbigniew Kowalski: „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) i jakość energii elektrycznej w dokumentach normalizacyjnych”, Jakość Użytkowania Energii Elektrycznej, Tom V, Zeszyt 1, 1999.
2. Stanowisko Prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań wobec wdrażanych przez OSD E inteligentnych systemów pomiarowo-rozliczeniowych z uwzględnieniem funkcji celu oraz proponowanych mechanizmów wsparcia przy postulowanym modelu rynku; Warszawa 31.05.2011.
3. Marek Rogóż, Janusz Kurpas: „Budowa systemu akwizycji danych pomiarowych z analizatorów jakości energii elektrycznej” elektro.info 11/2015.
4. Marek Rogóż, „JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ wskaźniki obowiązujące w energetyce”, TAURON Dystrybucja S.A..
5. Jacek Suchanek: Poznańskie Warsztaty Telekomunikacyjne , Poznań 11-12 grudnia 2003, - Internet
6. Politechnika Warszawska Wydział Elektryczny, Laboratorium Teletechniki, Skrypt do ćwiczenia T.18, Binarne kluczowanie fazy (BPSK) - Internet.
7. CLC/SC205A Study Report on Electromagnetic interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range below 150 kHz Edition 3, CENELEC, October 2015;

# Literatura uzupełniająca



- [1] „Measurements of Impedance and Attenuation at CENELEC Bands for Power Line Communications Systems”, Sensors 2008, 8, 8027-8036; DOI: 10.3390/s8128027;
- [2] SC 205A MAINS COMMUNICATING SYSTEMS EMI STUDY REPORT ON ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE BETWEEN ELECTRICAL EQUIPMENT / SYSTEMS IN THE FREQUENCY RANGE BELOW 150 kHz ED. 2, CENELEC, April 2013;
- [3] CLC/SC205A Study Report on Electromagnetic interference between Electrical Equipment/Systems in the Frequency Range below 150 kHz Edition 3, CENELEC, October 2015;
- [4] REPORT AND ORDER, Federal Communications Commission, May 23-30, 2002;
- [5] Study Report on Electromagnetic Interference between Electrical Equipment/ Systems in the Frequency Range Below 150 kHz, TECHNICAL REPORT CLC/TR 50627, CENELEC November 2015