

F.H.U. Motors Michał Karczewski
ul. Prałatowska 4/29
03-510 Warszawa

Analiza Energii Czynnej i Biernej

Aparatura rejestrująca, analizator jakości energii: PQ-BOX , firmy a-eberle

Topologia pomiaru: układ gwiazdy na szynach Rnn 0,4kV

Czas rejestracji:

Pomiary: 08.12.2023-18.12.2023

Interwał zapisu 10s, dodatkowy Interwał zapisu 15min (tylko dla mocy P,Q,S)

Napięcie znamionowe 230V, Częstotliwość znamionowa 50Hz,

Pomiarów dokonano w trybie siedmiodniowym.

Wprowadzenie

Pomiary miały na celu diagnozę parametrów zasilania, pod kontem efektywności energetycznej. W szczególności analizę przepływu mocy biernej.

Dla każdego przedziału jest obliczana średnia wartość mierzonego parametru. W opracowaniu zostały zawarte te parametry które znacząco odbiegają od norm oraz te które były potrzebne do wykonania analizy parametrów odpowiadających za efektywność energetyczną. Pozostałe z nich klient może w każdej chwili uzyskać od **F.H.U.Motors Michał Karczewski** w formie oddzielnego raportu.

Do wszystkich pomiarów parametrów energii oraz rejestracji przebiegów prądów i napięć wykorzystywany był analizator jakości energii **PQ-Box 100/150** (klasa A pomiarowa) oraz cęgi Rogowskiego do pomiaru prądów. Udostępniamy raporty, ekspertyzy i wskazujemy możliwe oszczędności - wszystko zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 61000-4-30. Rejestrujemy ponad 1600 różnych parametrów: napięcia, prądy, częstotliwości, moce, energię, asymetrię, flickery, harmoniczne i interharmoniczne. Czas uśredniania może być ustawiony od jednej sekundy, a ilość rejestrowanych parametrów nie jest ograniczana



Mierzone przez nas wielkości obejmują poniższe parametry:

Statystyki standardowe EN50160 / IEC61000-2-2; -2-4

Rejestracja ciągła:

Wartości napięć: średnie, min, max
Wartości prądów, średnie, min, max
Moce: P, Q, S, PF, cos <p>, sin <p>, tg <p>
Odształcona moc bierna D
Energie: P, Q, P+, P-, Q+, Q- (15 min)
Flicker (Pst, Plt, PF5)
Asymetrie do 50
Harmoniczne w napięciu do 50
Harmoniczne w prądzie do 50
Kąty harmonicznych do 50
THDUM;PWHD U i I; PHC
Grupy interharmonicznych w napięciu i prądzie
DC do 50Hz
Ripple signal (sygnały wydzielone)
Częstotliwość
15 Min moce P, Q, S, D, cos phi, sin phi

Praca w trybie rzeczywistym:

Oscyloskopy
10ms wartości RMS
Harmoniczne w prądzie i napięciu
Grupy interharmoniczne (U, I)
Kierunek harmonicznych

Funkcje trigger (wyzwolenie) (Rec A/ Rec B):

Wyzwolenie ręczne
Wyzwolenie wartością skuteczną (U, I)
Wyzwolenie skokiem (U, I)
Wyzwolenie fazą
Wyzwolenie obwiednią
Automatyczne wyzwolenie
Opcjonalna rejestracja sygnału wydzielonego

Energia Bierna, co to jest i jak się ją rozlicza.

Problem opłat z tytułu mocy biernej pojemnościowej zaczyna obecnie dotyczyć coraz większej grupy odbiorców, nawet tych którzy do tej pory nie spotkali się z tego typu problemem. Występujący u odbiorców pojemnościowy charakter mocy biernej występuje zarówno w obiektach nowych jak i obiektach starszych, w których dokonano modernizacji. Może wystąpić również po zmianie sprzedawcy (modernizacja układu pomiarowego lub zmiana sposobu rozliczeń).

Pobór mocy pojemnościowej jest zazwyczaj dosyć kosztowny, dlatego warto zainwestować w jego eliminację. Należy jednak pamiętać, że to jak szybko zwrócą się nam poniesione nakłady i jaki będzie efekt w dużej mierze zależy od prawidłowego doboru urządzenia kompensacyjnego i prawidłowej oceny przyczyn występowania poboru mocy pojemnościowej.

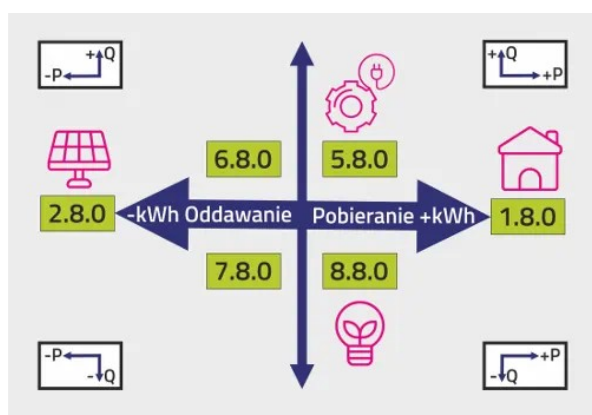
„Podstawy prawne i sposób naliczania opłat za energię bierną określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 18 sierpnia 2011r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną oraz zmieniające je Rozporządzenie z dnia 12 kwietnia 2012r.

...Rozporządzenie w § 45.1 określa ponadumowny pobór energii biernej jako:

- 1) współczynnikowi mocy $\text{tg } \varphi$ wyższemu od umownego współczynnika $\text{tg } \varphi_0$ (niedokompensowanie) i stanowiącą nadwyżkę energii biernej indukcyjnej ponad ilość odpowiadającą wartości współczynnika $\text{tg } \varphi_0$ lub
- 2) indukcyjnemu współczynnikowi mocy przy braku poboru energii elektrycznej czynnej lub pojemnościowemu współczynnikowi mocy (przekompensowanie) zarówno przy poborze energii elektrycznej czynnej, jak i braku takiego poboru”.

W praktyce rozliczenia ponad umownego poboru mocy z przypadków 1 i 2 opierają się na podstawie średnich wartości współczynnika mocy obliczanych za okres rozliczeniowy, dlatego do naliczania opłat nie są brane chwilowe przekroczenia zadanego współczynnika $\text{tg } \varphi_0$.

Jako postument nie tylko pobierasz energię elektryczną, ale także ją wytwarzasz i dostarczasz do sieci energetycznej. W zależności od kierunku przepływu energii elektrycznej czynnej (pobieranie lub oddawanie) jest ona rejestrowana przez licznik odpowiednio w różnych rejestrach oznaczonych kodami OBIS 1.8.x dla pobierania z sieci i 2.8.x dla oddawania do sieci. O tym czy energia jest pobierana czy oddawana decyduje kierunek przepływu prądu przez licznik. Energia bierna, tak jak energia czynna jest również rejestrowana przez licznik. Energia ta jest rejestrowana przez licznik w jednym z 4 rejestrów oznaczonych kodami OBIS: 5.8.x, 6.8.x, 7.8.x i 8.8.x w zależności od kierunku przepływu energii czynnej i charakteru pracy urządzeń odbiorczych. Do prezentacji rodzaju energii biernej wykorzystuje się wykres, który podzielony jest na 4 ćwiartki, tzw. kwadranty.



W każdej ćwiartce (kwadrantowi) przypisany jest inny rejestr w liczniku. Odpowiednio przy pobieraniu energii czynnej z sieci, może występować energia bierna rejestrowana w rejestrach o kodach OBIS 5.8.x lub 8.8.x. Przy oddawaniu energii czynnej do sieci, może z kolei występować energia bierna rejestrowana w rejestrach o kodach OBIS 6.8.x lub 7.8.x. Na to, w którym rejestrze zostanie zapisana energia bierna, mają wpływ urządzenia odbiorcze (np. oświetlenie, silniki).

Na podstawie przeprowadzanych pomiarów widać że na obiektach przemysłowych jak i społecznych mamy do czynienia głównie z mocą bierną o charakterze pojemnościowym. Taki stan jest spowodowany odbiornikami nieliniowymi.

Do najczęściej użytkowanych odbiorników nieliniowych należą:

Urządzenia elektroniczne z zasilaczami impulsowymi - większość nowoczesnych urządzeń elektronicznych (takich jak np.: komputery PC, kserokopiarki, telewizory, sprzęt RTV i AGD) zasilana jest poprzez zasilacze impulsowe, które pobierają z sieci prąd impulsowy, znacznie odkształcony od przebiegu sinusoidalnego.

Wyładowcze źródła światła - większość tradycyjnych układów zapłonowych lamp wyładowczych wyposażona jest w dławik, który emituje dużą wartość trzeciej harmonicznej, przy czym wartości współczynników THDI z reguły nie przekraczają 30 %. W nowoczesnych świetlówkach (w tym świetlówkach kompaktowych), układ zapłonowy z dławikiem zastąpiono układem elektronicznym, który powoduje, że wartości współczynników THDI takich układów sięgają nawet 130 %.

Oświetlenie LED – podobnie jak w większości urządzeń elektronicznych lampy LED zasilane są z sieci prądu przemiennego poprzez zasilacze impulsowe, pobierające prąd odkształcony charakteryzowany współczynnikiem THDI o wartości nawet powyżej 200 %.

Przekształtniki energoelektroniczne - głównymi elementami przekształtników są prostowniki lub prostowniki sterowane i w zależności od konfiguracji generują różne widmo harmonicznym prądu.

Źródła wytwórcze a kompensacja mocy biernej

W obiektach gdzie zainstalowano źródło wytwórcze w postaci farmy fotowoltaicznej (czy innego układu generacyjnego). W takich aplikacjach kompensacja mocy wymaga bardzo precyzyjnego kompensowania mocy biernej (niemal liniowego zakresu kompensacji). Jest to podyktowane tym, że tradycyjne układy kompensacji działają skokowo załączając brakującą moc do skompensowania o przeciwnym kierunku.

W przypadku kompensacji energii biernej oddawanej do sieci (pojemnościowej), załączana jest indukcyjność. Ustawodawca dał nam limit wprowadzania energii biernej indukcyjnej wg zależności: $0,4 < QI/P$.

Jednak przy posiadaniu źródła wytwórczego moc pobierana z sieci dąży do 0, zatem niewielkie wartości energii biernej indukcyjnej nie spełniają warunku współczynnika mocy $Tg < 0,4$.

Sposoby kompensacji mocy biernej.

Zasada ogólna, kompensacja mocy biernej polega na zidentyfikowaniu charakteru mocy biernej i wygenerowaniu mocy biernej o przeciwnym znaku w celu osiągnięcia założonego poziomu mocy biernej. Moc bierną indukcyjną kompensują się mocą bierną pojemnościową i odwrotnie.

Tradycyjne układy kompensacji są oparte na elementach pasywnych (kondensatory lub dławiki). Rozwiązania kompensacji mocy biernej indukcyjnej bez dławików ochronnych wiążą się z dużym ryzykiem wystąpienia rezonansów w układach energoenergetycznych.

Najnowszymi rozwiązaniami w dziedzinie kompensacji mocy biernej,

SVG/AHF - Kompensatory statyczne mocy biernej (SVC/AHF) są najnowszym rozwiązaniem w dziedzinie kompensacji mocy biernej. Jest to źródło prądowe generujące odpowiedni prąd bierny w celu utrzymania wymaganych parametrów zasilania.

Główne zalety układów kompensacji opartych na **SVG/AHF**:

- Kompensacja mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej w zakresie mocy urządzenia.
- Urządzenia mogą kompensować moc bierną asymetryczną,
- Dodatkową zaletą jest możliwość ograniczenia zawartości THD,
- Symetryzacja obciążenia,
- Redukcja prądu w przewodzie neutralnym.
- Układ jest odporny na rezonanse wywołane wyższymi harmonicznymi.

SVG/AHF ograniczają zawartość mocy biernej dystorsji (wysokich częstotliwości), co przekłada się na mniejsze straty ciepła w transformatorze, co czyni najbardziej uniwersalnym systemem kompensacji mocy biernej obecny na rynku.

W obiekcie zainstalowano bak zainstalowanego układu kompensacji mocy biernej. W obiekcie występuje oddawanie energii biernej do sieci energetycznej (energia bierna pojemnościowa).

W celu ograniczenia opłat z tytułu energii biernej pojemnościowej należy zainstalować układ kompensacji mocy biernej o mocy minimalnej 5kVar. Układ do kompensacji energii biernej pojemnościowej. Ze względu na charakter budynku, zaleca się aby układ miał zapas mocy oraz posiadał możliwość kompensacji w każdej fazie indywidualnie.

Należy przy montażu układu kompensacji wziąć pod uwagę, że obiekt może przez dłuższy czas pracować przy mocy jałowej, dlatego należy bardzo precyzyjnie regulować moc bierną. Na prądach jałowych, dlatego zaleca się zastosować układ kompensacji mocy biernej o mocy o precyzyjnej regulacji.

Zalecenia odnośnie kompensacji mocy biernej:

Zainstalowanie układu kompensacji mocy biernej opartym na generatorze SVG o mocy minimalnej 7,5kVar, rekomendujemy zastosowanie jednostki 15kVar
Układ kompensacji mocy biernej oparty na generatorze mocy jest najlepszym z rozwiązaniem do poprawnego zarządzania mocą bierną.

Alternatywne układy kompensacji mocy biernej:

W obiekcie dopuszcza się zastosowanie układów kompensacji mocy biernej opartych na elementach pasywnych. Wadą takich urządzeń jest zwłoka czasowa przy stanach przejściowych z charakteru pojemnościowego na indukcyjny. Zwłoka ta może w niektórych przypadkach pozwalać na minimalne oddawanie energii biernej do sieci.

Układ kompensacji mocy biernej indukcyjny (oparty na dławikach 1 fazowych)

- Moc układu kompensacji: 4,5kVar
- stopniowanie Indukcyjne: L1: 0,25+0,5+0,75 (1,5kVar na fazę)
L2: 0,25+0,5+0,75 (1,5kVar na fazę)
L13: 0,25+0,5+0,75 (1,5kVar na fazę)
- zaleca się zostawianie miejsca na rozbudowę o jeden stopień
- wentylacja wymuszona

Wnioski Końcowe

Ze względów technicznych, najbardziej korzystnym jest zastosowanie od kompensacji mocy biernej układów opartych na statycznych generatorach mocy biernej (SVG/AHF). Filtr aktywny (SVG/AHF) prócz szybkiej reakcji na zmiany charakteru mocy (<10ms) poradzi sobie z dużą zawartością harmonicznych, ograniczając ich poziom do bezpiecznych wartości. Ograniczenie wartości THD, pownosi efektywność energetyczną układu poprzez zmniejszenia strat w układach energo-elektronicznych. Rozwiązania oparte na SVG/AHF posiadają dużą sprawność 97-98%, mniejsz gabaryty, łatwość rozbudowy. Układy pracują asymetryczne (dostosowują się do każdej fazy indywidualnie), mają szereg dodatkowych funkcji w zależności od zastosowanego typu.

Zastosowanie układów AHF/SVG dodatkowo pozwoli zredukować straty ciepłne w transformatorze, które przełożą się na obniżenie kosztów energii elektrycznej.

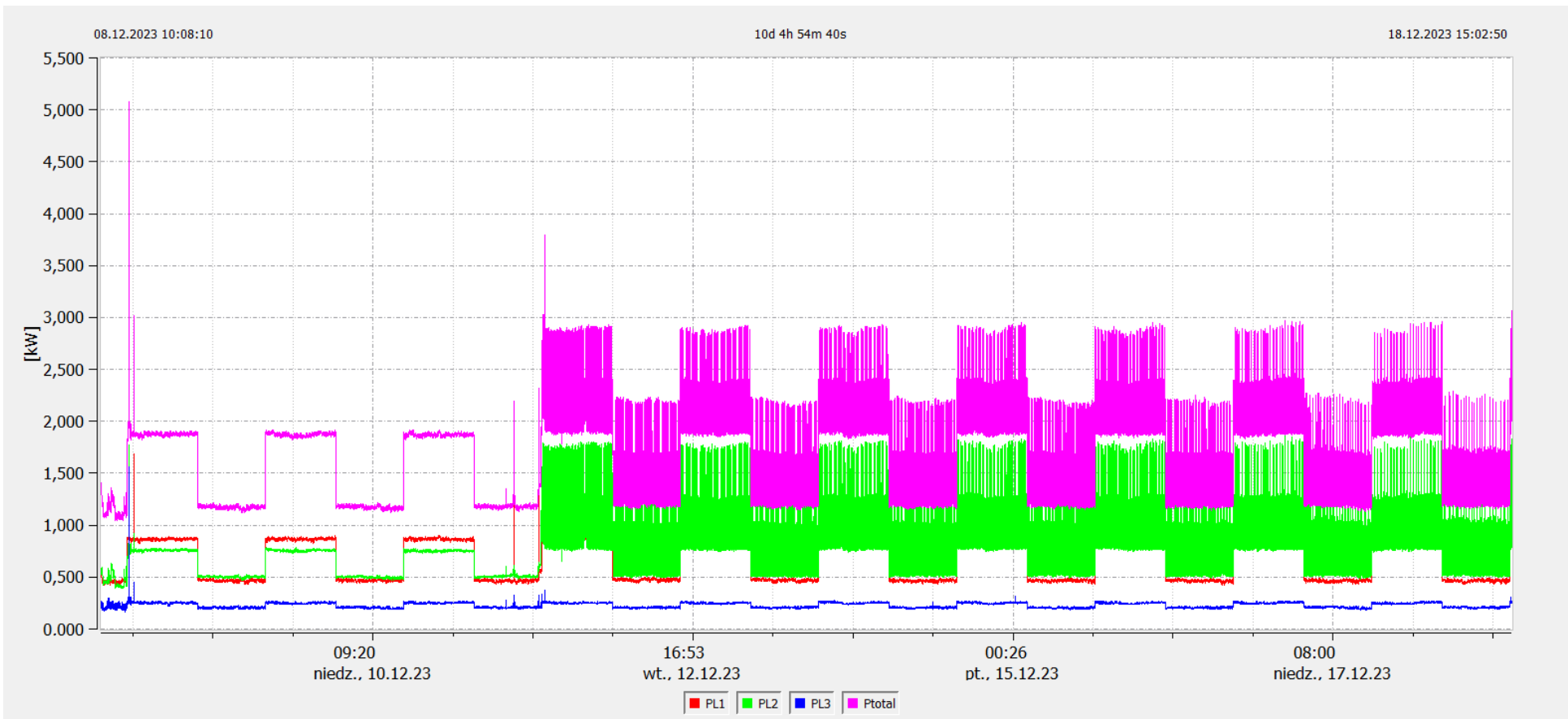
Alternatywnym ekonomicznym rozwiązaniem jest zastosowanie indukcyjnego układu kompensacji mocy biernej.

Opracował:
Michał Karczewski

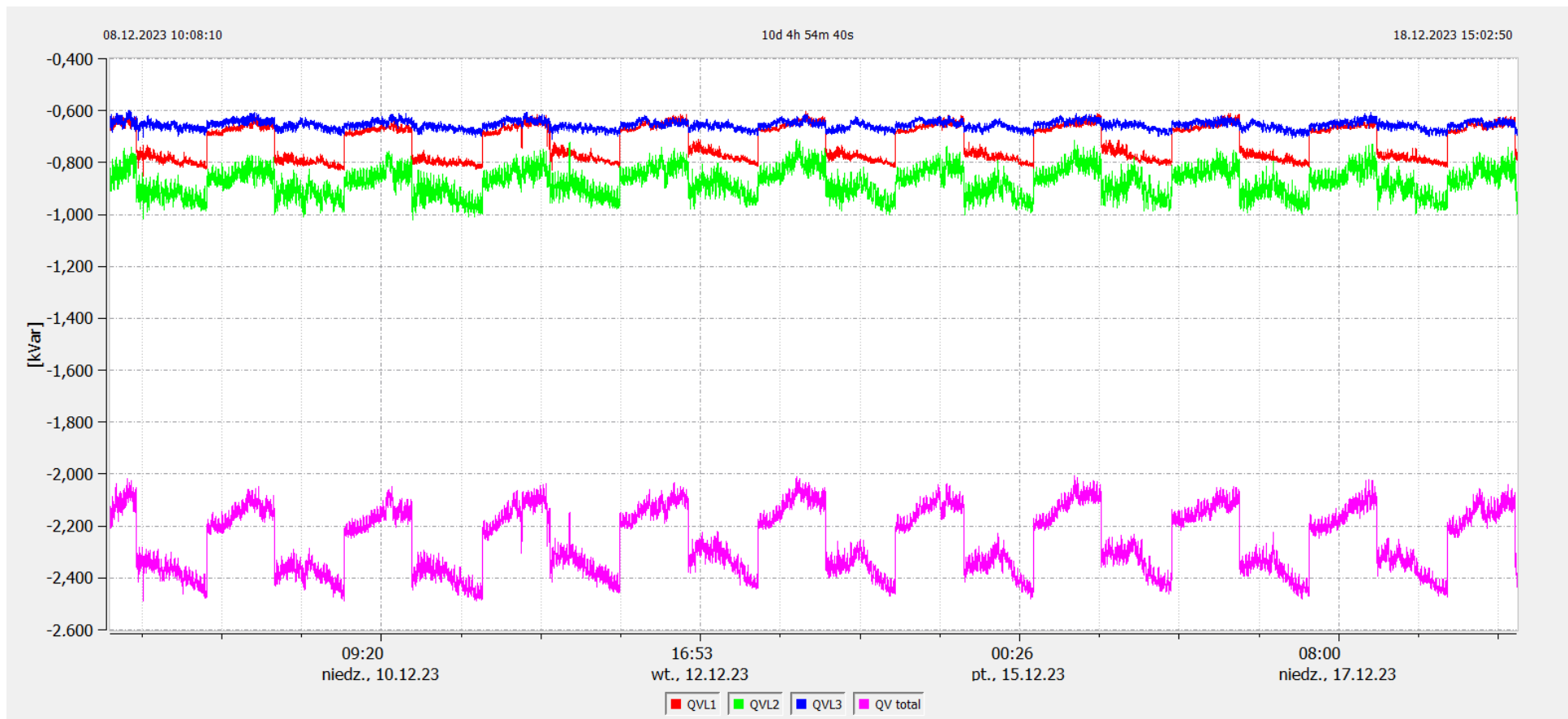
Załączniki:

Pomiary Jakości Energii

Przebiegi mocy czynnej



Przebiegi mocy Biernej



Przebieg Tg



Wykres mocy czynnej w korelacji z mocą bierną.

