JKComplex
www.jkcomplex.pl;
biuro@jkcomplex.pl;
+48504596455;
+48504596466;



JKCOMPLEX s.c.; ul. Kopernika 9 lok. 9; 15-377 Białystok
NIP: 5423193747 REGON: 200417969

USŁUGI ELEKTRYCZNE: PROJEKT – POMIARY – WYKONAWSTWO

Zamawiający:

Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego

15-099 Białystok

ul. Legionowa 18

Opinia techniczna

„Wykonanie pomiarów i analiza przepływów mocy biernej oraz zarekomendowanie rozwiązania ograniczającego opłaty z tytułu ponad umownego poboru energii biernej w Placówce Terenowej KRUS w Zambrowie "

Autorzy:

1. **Grzegorz Jarosiewicz**



Białystok, listopad 2026 r.

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWA OPRACOWANIA 3
2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA 3
3. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW 4
3.1. Amplituda napięcia zasilającego 4
3.2. Moc czynna 4
3.3. Moc bierna 6
3.4. Współczynnik tgφ 7
3.5. Dobór urządzenia do kompensacji mocy biernej 9
4. UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI 10

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Opinia techniczna pt.: „Wykonanie pomiarów i analiz przepływów mocy biernej oraz zarekomendowanie rozwiązania ograniczającego opłaty z tytułu ponad umownego poboru energii biernej" wykonano na podstawie udzielonego zlecenia przez Kasę Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego Oddział Regionalny Białystok w budynku Placówki Terenowej Kasy Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego w Zambrowie, ul. Obrońców Zambrowa 4, 18-300 Zambrów.

2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest diagnoza przepływów mocy biernej oraz rekomendacja co do zminimalizowania opłat z tytułu ponad umownego poboru energii biernej.

Badania wykonano od dnia 22 do dnia 29 października 2026 r. Pomiar wykonano w rozdzielni głównej budynku, tuż za układem pomiarowo-rozliczeniowym.

Pomiary wykonano analizatorem jakości energii elektrycznej typu MPI 540 nr fabryczny EK3031 produkcji SONEL S.A.

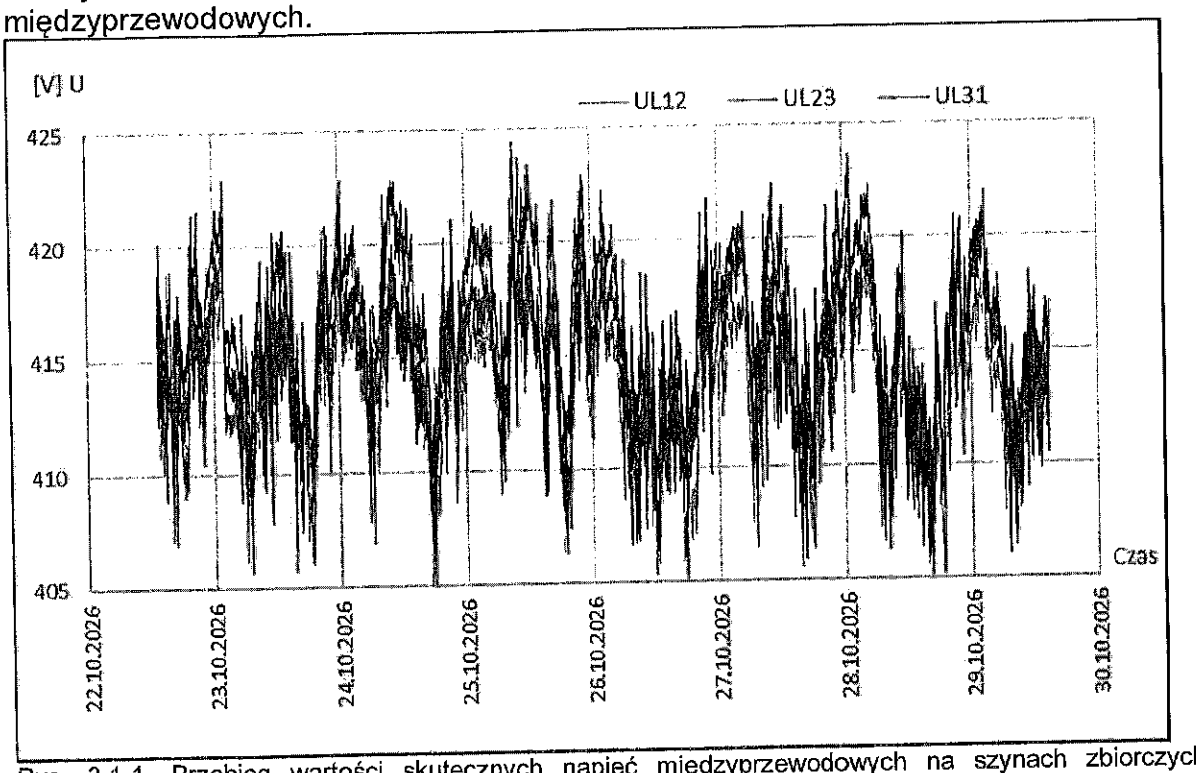
Pomiary objęły następujące wielkości elektryczne:

1) amplituda napięcia;
2) moc czynna;
3) moc bierna.

3. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW

3.1. Amplituda napięcia zasilającego

Na rys. 3.1.1 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych napięć międzyprzewodowych.

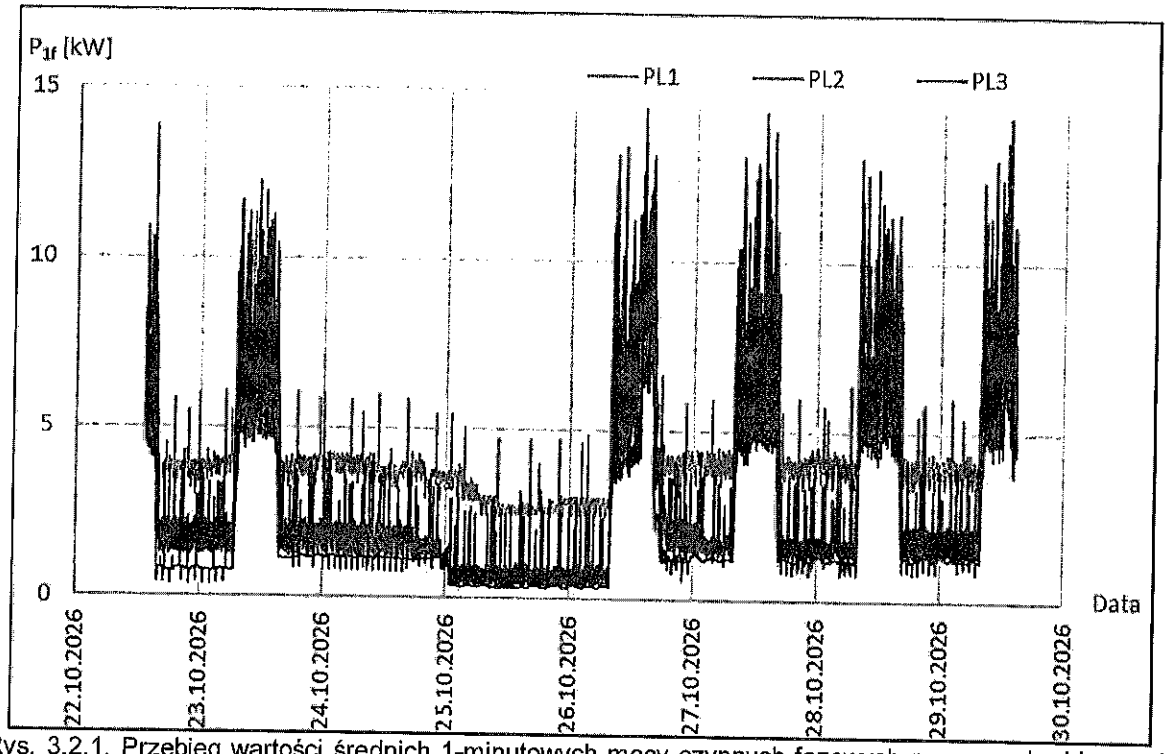


Rys. 3.1.1. Przebieg wartości skutecznych napięć międzyprzewodowych na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

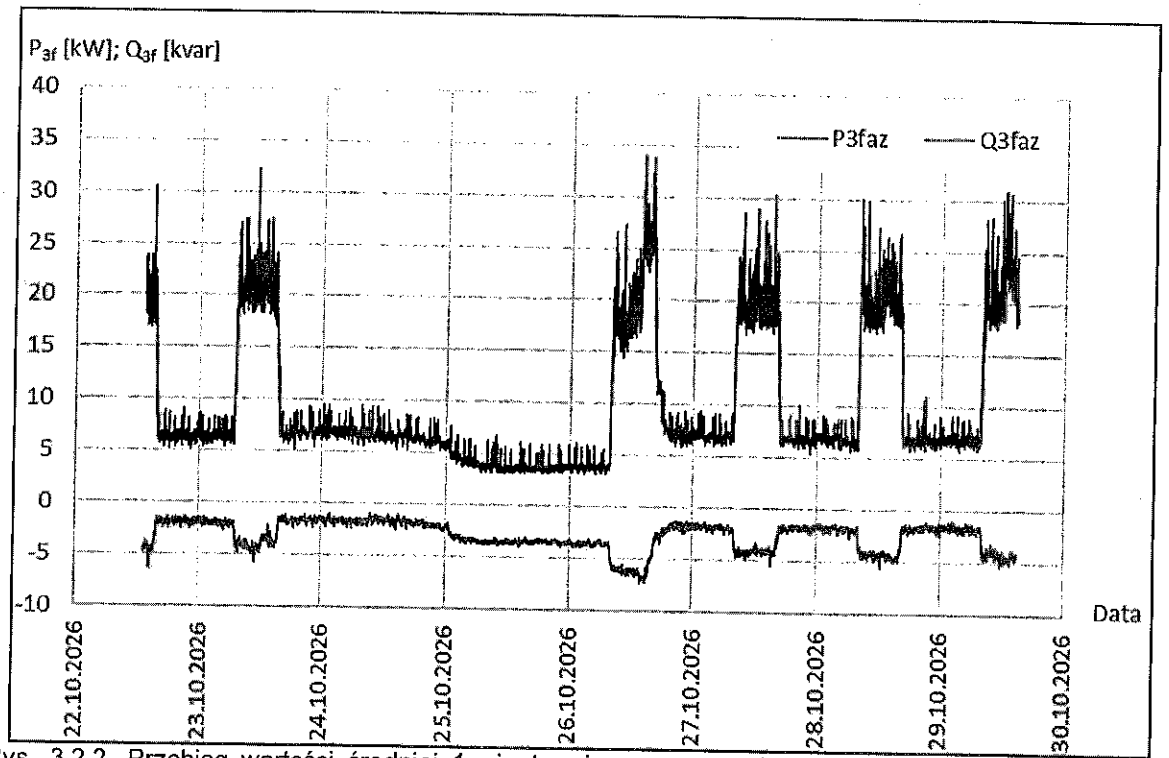
Zakres zmienności napięcia międzyfazowego w badanym okresie zawiera się w przedziale od około 405 V do około 424 V (rys. 3.1.1) i nie przekracza wartości dopuszczalnych z przedziału ±10% U_n.

3.2. Moc czynna

Na rys. 3.2.1 i 3.2.2 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy czynnych fazowych oraz 3-fazowej.



Rys. 3.2.1. Przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy czynnych fazowych na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V



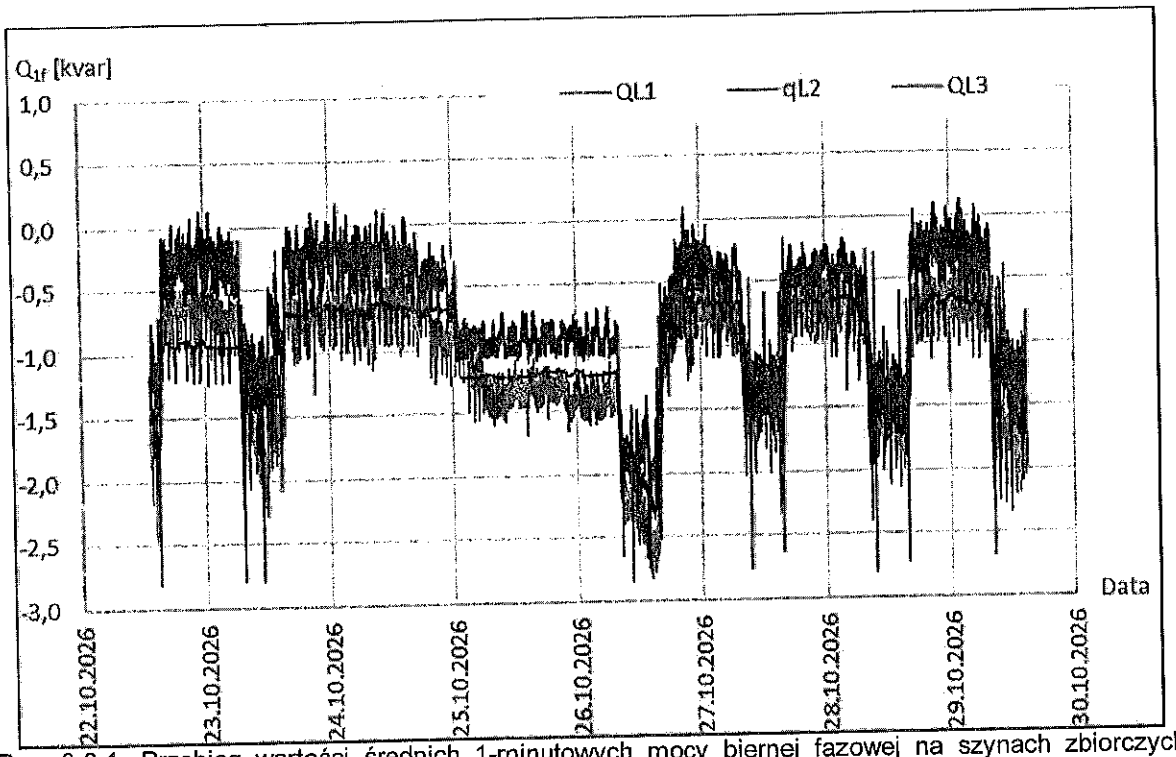
Rys. 3.2.2. Przebieg wartości średniej 1-minutowej mocy czynnej 3-fazowej na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

Moc czynna w poszczególnych fazach zawiera się w przedziale od około 1 kW do około 14 kW. Największe obciążenie odnotowane zostało w trakcie dnia, przy czym w godzinach popołudniowych i wieczornych moc czynna fazowa zawiera się w przedziale od około 1 do około 4 kW (rys. 3.2.1). W przypadku mocy czynnej 3-fazowej wartość

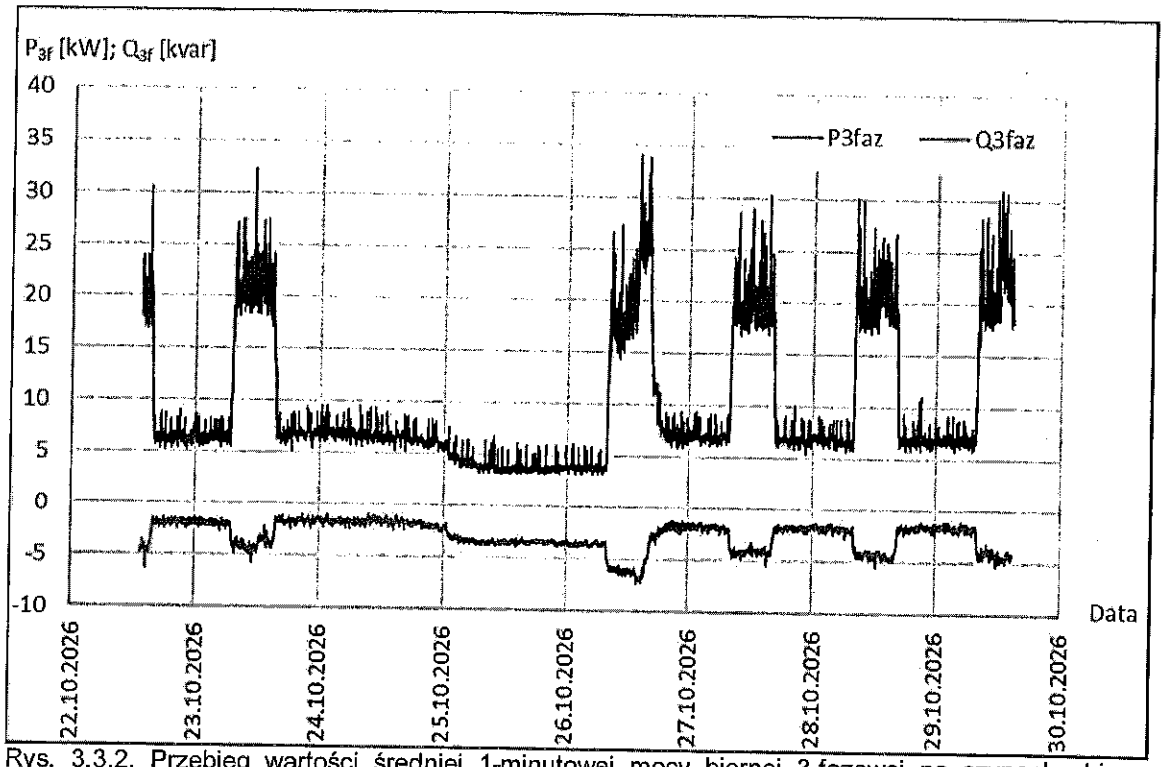
zawiera się w przedziale od około 4 kW do około 35 kW (rys. 3.2.2).

3.3. Moc bierna

Na rys. 3.3.1 i 3.3.2 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy biernych fazowych i 3-fazowych.



Rys. 3.3.1. Przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy biernej fazowej na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

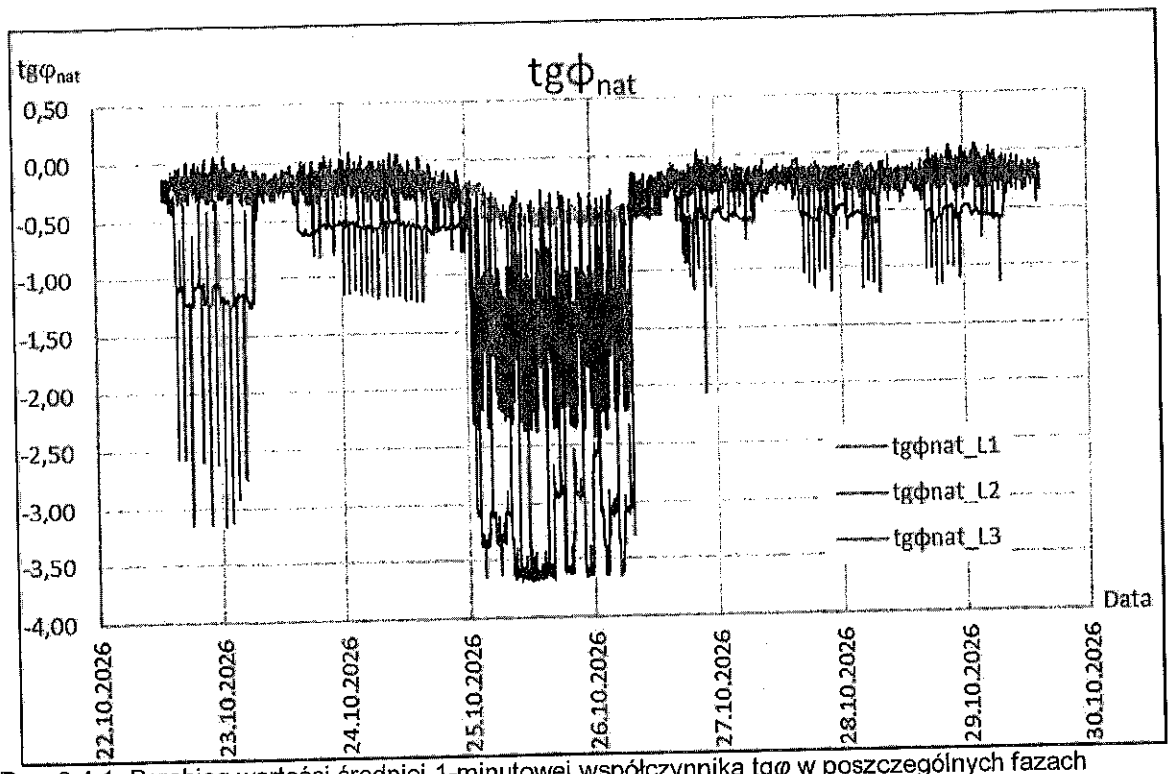


Rys. 3.3.2. Przebieg wartości średniej 1-minutowej mocy biernej 3-fazowej na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

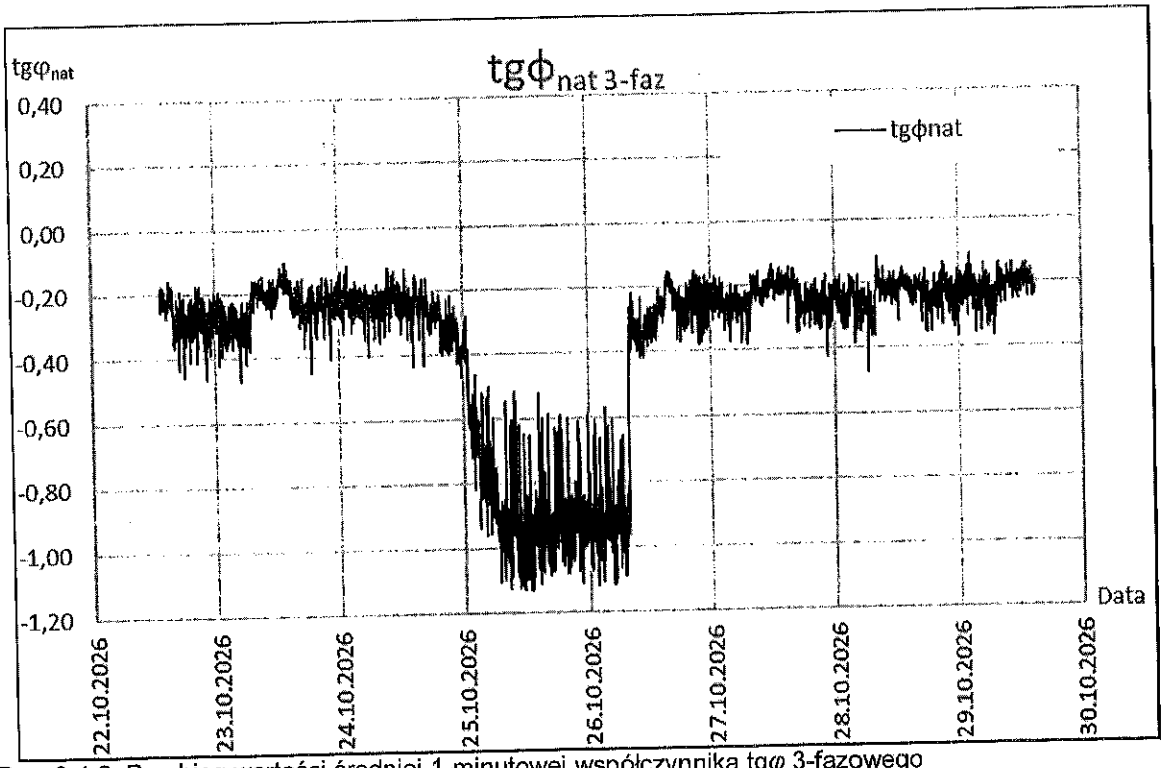
Moc bierna w poszczególnych fazach zawiera się w przedziale od około 0,1 kvar do około 2,8 kvar i ma charakter pojemnościowy. Jedynie w fazie L3 moc bierna okresowo osiąga charakter indukcyjny do wartości około 0,1 kvar. W trakcie doby moc bierna fazowa ulega dużym zmianom i ma zasadniczo charakter pojemnościowy. W godzinach w ciągu dnia moc bierna pojemnościowa osiąga największe wartości. W przypadku mocy biernej 3-fazowej wartość zawiera się w przedziale od około 1,2 do około 7 kvar przy charakterze pojemnościowym.

3.4. Współczynnik tgφ

Na rys. 3.4.1 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych współczynników fazowych tgφ. Natomiast na rys. 3.4.2 przedstawiono przebieg wartości średniej 1-minutowej współczynnika 3-fazowego tgφ.



Rys. 3.4.1. Przebieg wartości średniej 1-minutowej współczynnika tgφ w poszczególnych fazach



Rys. 3.4.2. Przebieg wartości średniej 1-minutowej współczynnika tgφ 3-fazowego

Współczynnik tgφ w poszczególnych fazach zawiera się w przedziale od około -3,5 i ma charakter pojemnościowy do około 0. Współczynnik tgφ 3-fazowy zasadniczo ma charakter pojemnościowy przy wartości od około -0,1 do około -1,15.

3.5. Przepływy energii czynnej i biernej

W tabeli 3.5.1 zestawiono wartości maksymalne mocy czynnej 15-minutowej, ilości

energii czynnej w kierunku na pobranie oraz energii biernej indukcyjnej oraz pojemnościowej za okres od stycznia 2026 r. do października 2026 r.

Tabela 3.5.1. Zestawienie wartości maksymalne mocy czynnej 15-minutowej, ilości energii czynnej w kierunku na pobranie oraz energii biernej indukcyjnej oraz pojemnościowej za okres od stycznia 2026 r. do października 2026 r.

Wartość mocy czynnej i ilości energii				
Miesiąc	P [kW]	E_cz [kWh]	E_ind [kvarh]	E_poj [kvarh]
sty.26	18	7710	915	930
lut.26	20	5504	0	2840
mar.26	6	6517	0	3089
kwi.26	15	6517	0	0
maj.26	brak danych	6083	0	6007
cze.26	brak danych	5926	0	2924
lip.26	brak danych	6667	0	3092
sie.26	brak danych	7041	0	2874
wrz.26	brak danych	6939	0	2190
paź.26	brak danych	8223	0	1976

W tabeli 3.5.2 zestawiono ilości energii czynnej w kierunku na pobranie oraz energii biernej indukcyjnej oraz pojemnościowej w okresie rejestracji.

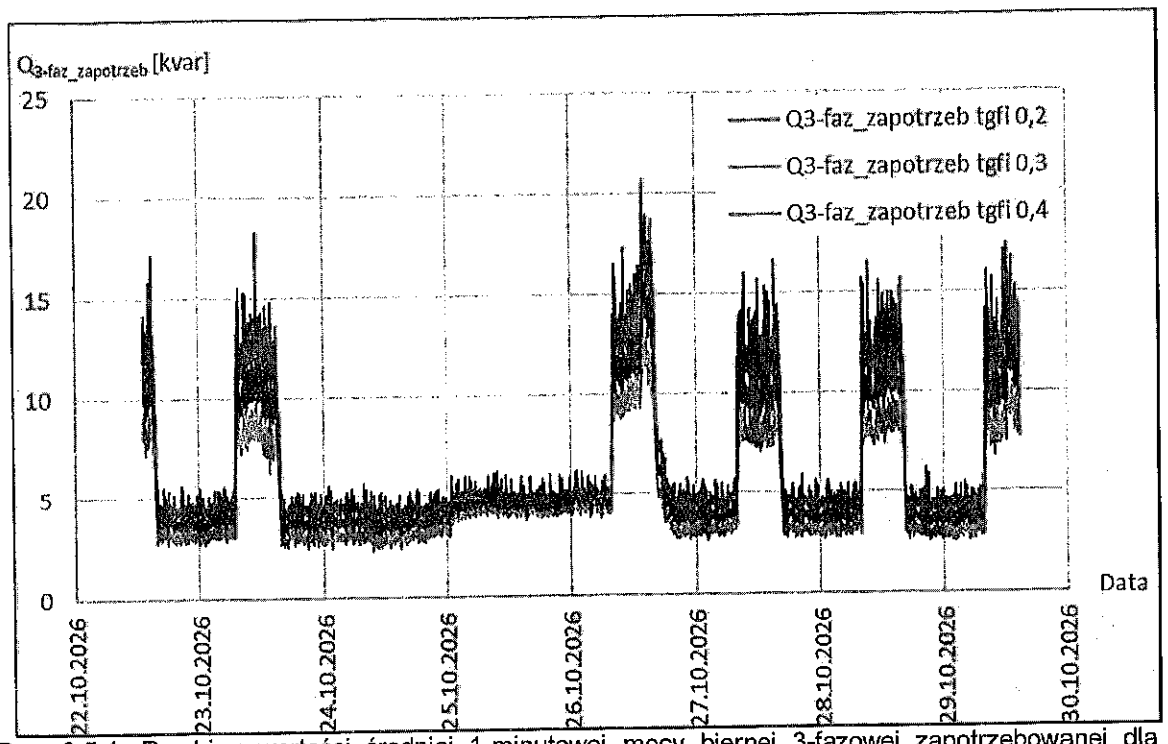
Tabela 3.5.2. Zestawienie ilości energii czynnej w kierunku na pobranie oraz energii biernej indukcyjnej oraz pojemnościowej w okresie rejestracji

Ilości energii z pomiarów			
	E_cz [kWh]	E_ind [kvarh]	E_poj [kvarh]
Za tydzień pomiarowy	1670	0	471
Średnio na dobę	239	0	67
W przeliczeniu na miesiąc	7157	0	2019

W badanym okresie ilość energii czynnej w przeliczeniu na 30 dniowy miesiąc wyniosła 7 157 kWh. W poprzednich okresach miesięcznych ilości te zawierały się w przedziale od 5 504 kWh do 8 223 kWh. W przypadku energii biernej indukcyjnej nie została zarejestrowana jakakolwiek jej ilość. Z kolei w przypadku energii biernej pojemnościowej w badanym okresie 7 dni jej ilość wyniosła 471 kvar, w przeliczeniu na 30 dniowy miesiąc jest to 2 019 kvarh. W poprzednich okresach ilość ta wynosiła od 930 kvarh (styczeń) do 6 007 kvarh (maj). Przy czym w miesiącu maju na podstawie faktury korekty została wykazana również ilość energii biernej z miesiąca kwietnia. Z badanego okresu ilość energii biernej pojemnościowej jest porównywalna z ilością z miesiąca w którym realizowana była rejestracja i miesiąca września. Natomiast w miesiącu czerwcu i lipcu ilość energii biernej pojemnościowej była o około 50% większa niż w miesiącu październiku. Stąd przy doborze mocy urządzenia kompensującego należy uwzględnić tę okoliczność.

3.6. Dobór urządzenia do kompensacji mocy biernej

Na rys. 3.5.1 przedstawiono przebieg zapotrzebowania mocy biernej w celu skompensowania mocy biernej. Zapotrzebowanie przeliczono dla trzech wartości współczynnika tgφ 3-fazowego, tj. 0,2, 0,3 i 0,4.



Rys. 3.5.1. Przebieg wartości średniej 1-minutowej mocy biernej 3-fazowej zapotrzebowanej dla 3 wartości współczynnika tgφ 3-fazowego.

Wykonane pomiary ujawniły przepływ w punkcie zasilania mocy biernej o charakterze pojemnościowym. Największe wartości współczynnika trójfazowego tgφ osiągają około -1,15 (rys. 3.4.2). Jednocześnie wartości te różnią się w poszczególnych fazach (rys. 3.4.1). Z tego powodu, należy dobrać urządzenie kompensacyjne umożliwiające dokonywanie kompensacji mocy biernej przy charakterze pojemnościowym odbioru z asymetrią w poszczególnych fazach w czasie rzeczywistym.

Kompensatory dynamiczne umożliwiają generowanie prądu kompensacyjnego zależnego od bieżącego charakteru obciążenia oraz eliminują skoki napięcia poprzez równoważenie napięcia w zakresie swojej mocy. Należy również zauważyć, że odbiorca ma niesymetryczne obciążenie faz wynikające z załączonych odbiorników 1-fazowych, a także różnych godzin ich pracy. Z uwagi na poziom wartości średniej 3-fazowej mocy biernej osiągającej wartość do około 8 kvar przy charakterze pojemnościowym i zapewnienia współczynnika tgφ o wartości nie większej niż 0,4 przy charakterze indukcyjnym w badanym okresie wystarczający powinien być kompensator o mocy 20 kvar. Jednak biorąc pod uwagę większe o około 50% większe ilości energii biernej pojemnościowej w miesiącach letnich, zaleca się montaż kompensatora dynamicznego 3-fazowy o mocy całkowitej nie mniejszej niż 35 kvar przy napięciu 400 V, np. kompensator typu LKD 35 PRO produkcji LOPI sp. z o.o. ul. Długa 3, 05-119 Legionowo.

4. UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

1. W trakcie pomiarów stwierdzono, że w obiekcie występuje oddawanie do sieci dystrybucyjnej mocy biernej pojemnościowej.
2. Wartość mocy biernej pojemnościowej 3-fazowej osiąga wartość do około 8 kvar

przy okresie uśredniania 1-minutowym.

3. Amplituda napięcia międzyfazowego zasilającego w okresie pomiarów zawiera się w przedziale od około 405 V do około 424 V, i są to wartości które odpowiadają granicom dopuszczalnych wahań ± 10% U_n napięcia dla jakości energii elektrycznej zgodnie z obowiązującymi przepisami.
4. Należy zainstalować kompensator dynamiczny trójfazowy o mocy całkowitej nie mniejszej niż 35 kvar do odbiorów niesymetrycznych z automatycznym regulatorem współczynnika mocy biernej do wymaganych wartości celem redukcji nadwyżki mocy biernej.
5. Montaż kompensatora należy wykonać natynkowo, wykorzystując elewację ściany obok istniejącej rozdzielnicy głównej, w rozdzielnicy należy wyprowadzone przewody zabezpieczyć rozłącznikiem bezpiecznikowym o wartości wkładek dobranych do prądu znamionowego mocy kompensatora, zgodnie z DTR producenta. Przekładniki prądowe zamontować zaraz za rozłącznikiem głównym, i podłączyć do kompensatora poprzez listwę kontrolną zamontowaną w rozdzielnicy natynkowej obok kompensatora umożliwiającą bezprzerwową pracę obwodów prądowych i ułatwienie podczas prac eksploatacyjnych przy kompensatorze związanych z brakiem wyłączania napięcia w całym budynku.

JKComplex
www.jkcomplex.pl;
biuro@jkcomplex.pl;
+48504596455;
+48504596466;



JKCOMPLEX s.c.; ul. Kopernika 9 lok. 9; 15-377 Białystok
NIP: 5423193747 REGON: 200417969

USŁUGI ELEKTRYCZNE: PROJEKT – POMIARY – WYKONAWSTWO

Zamawiający:

Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego

15-099 Białystok

ul. Legionowa 18

Opinia techniczna

„Wykonanie pomiarów i analiza przepływów mocy biernej oraz zarekomendowanie rozwiązania ograniczającego opłaty z tytułu ponad umownego poboru energii biernej w Placówce Terenowej KRUS w Łomży"

Autorzy:

1. **Grzegorz Jarosiewicz**



Białystok, listopad 2026 r.

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWA OPRACOWANIA 3
2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA 3
3. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW 4
   3.1. Amplituda napięcia zasilającego 4
   3.2. Moc czynna 4
   3.3. Moc bierna 6
   3.4. Współczynnik tgφ 7
   3.5. Dobór urządzenia do kompensacji mocy biernej 9
4. UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI 10

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Opinia techniczna pt.: „Wykonanie pomiarów i analiz przepływów mocy biernej oraz zarekomendowanie rozwiązania ograniczającego opłaty z tytułu ponad umownego poboru energii biernej" wykonano na podstawie udzielonego zlecenia przez Kasę Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego Oddział Regionalny Białystok w budynku Placówki Terenowej Kasy Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego w Łomży, Plac Niepodległości 1, 18-400 Łomża.

2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem opracowania jest diagnoza przepływów mocy biernej oraz rekomendacja co do zminimalizowania opłat z tytułu ponad umownego poboru energii biernej.

Badania wykonano od dnia 29 października do dnia 5 listopada 2026 r. Pomiar wykonano w rozdzielni głównej budynku, tuż za układem pomiarowo-rozliczeniowym.

Pomiary wykonano analizatorem jakości energii elektrycznej typu MPI 540 nr fabryczny EK0752 produkcji SONEL S.A.

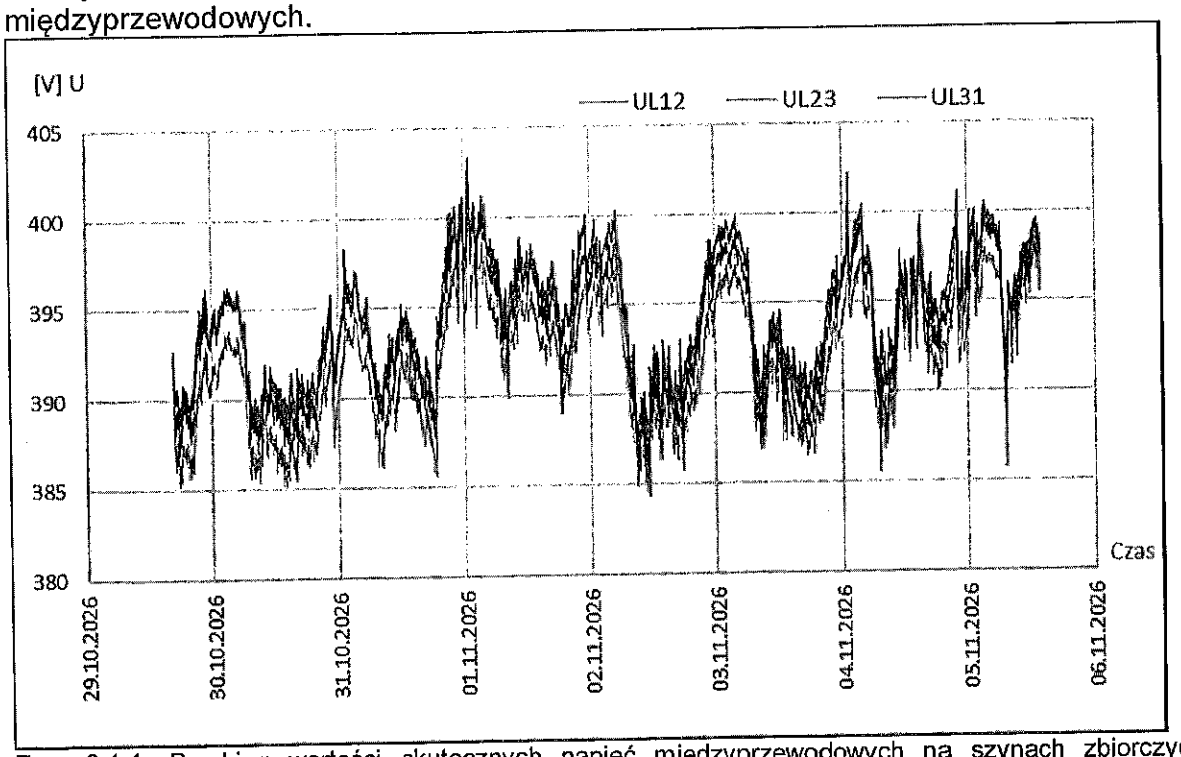
Pomiary objęły następujące wielkości elektryczne:

1) amplituda napięcia;
2) moc czynna;
3) moc bierna.

3. ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW

3.1. Amplituda napięcia zasilającego

Na rys. 3.1.1 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych napięć międzyprzewodowych.

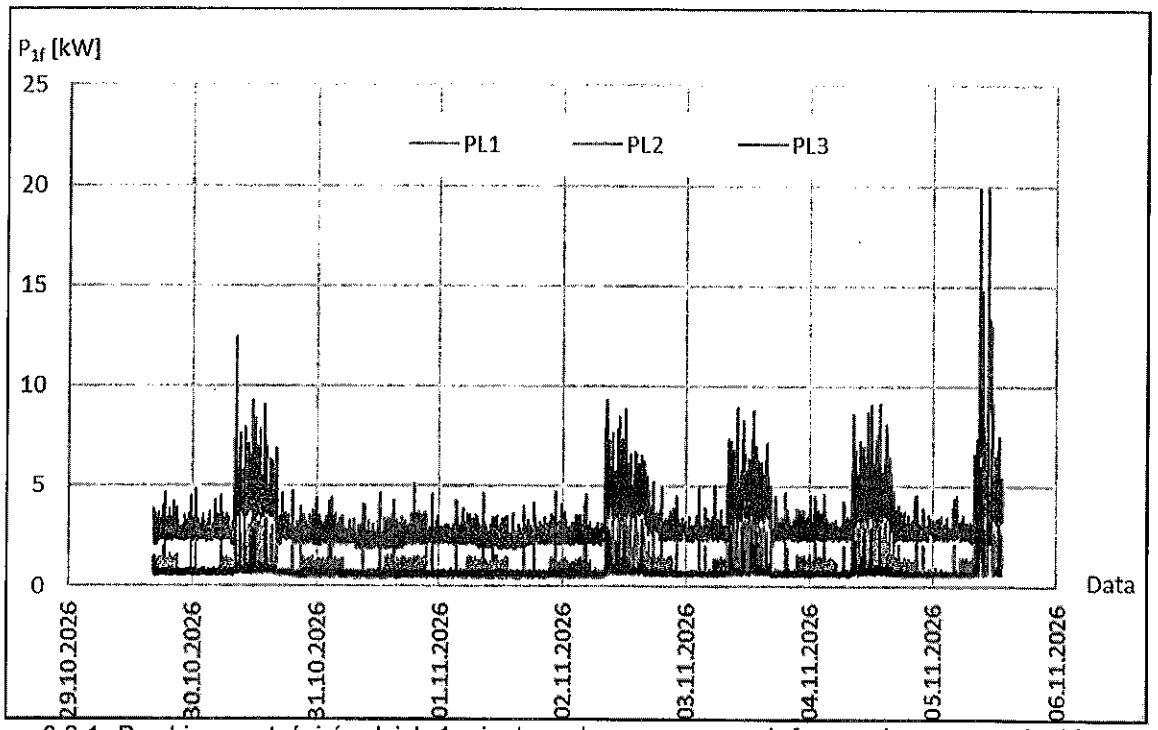


Rys. 3.1.1. Przebieg wartości skutecznych napięć międzyprzewodowych na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

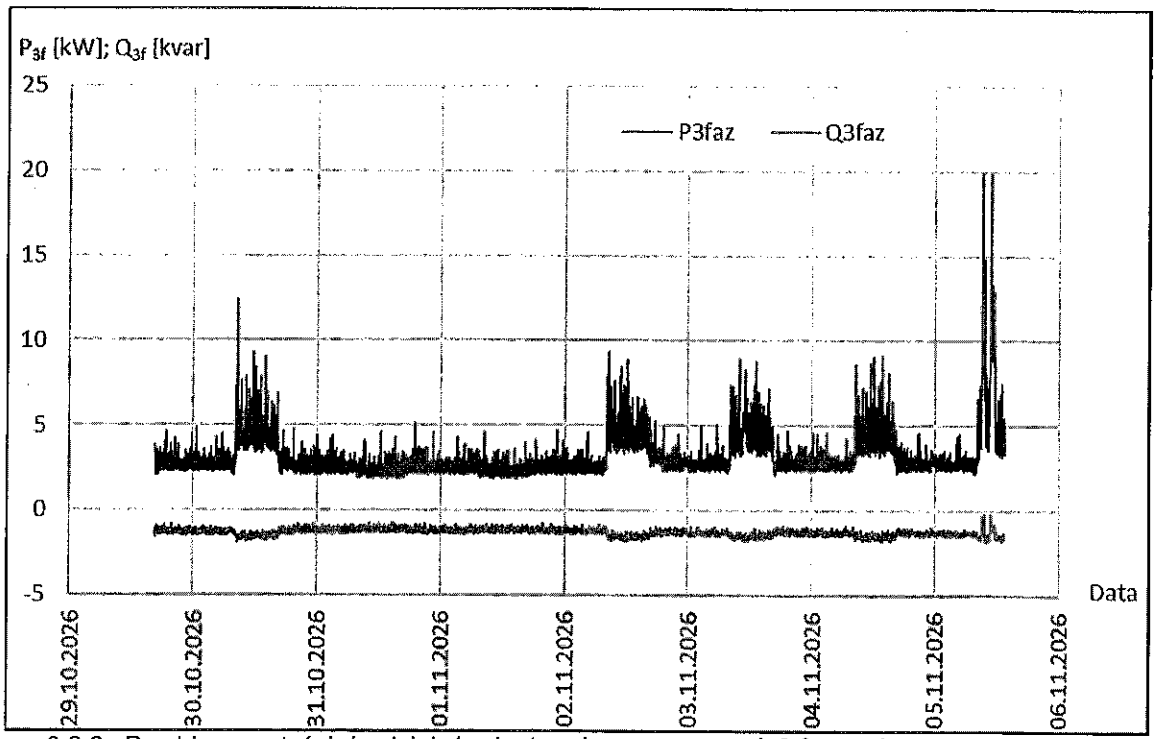
Zakres zmienności napięcia międzyfazowego w badanym okresie zawiera się w przedziale od około 384 V do około 403 V (rys. 3.1.1) i nie przekracza wartości dopuszczalnych z przedziału ±10% U_n.

3.2. Moc czynna

Na rys. 3.2.1 i 3.2.2 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy czynnych fazowych oraz 3-fazowej.



Rys. 3.2.1. Przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy czynnych fazowych na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V



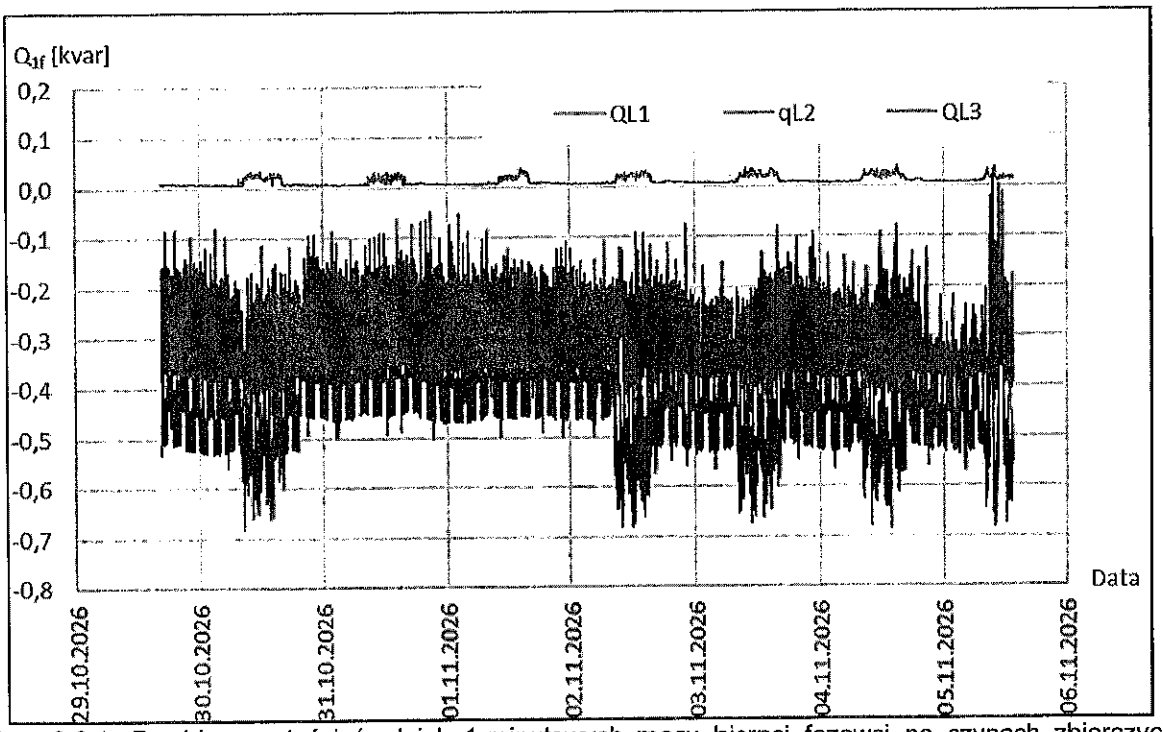
Rys. 3.2.2. Przebieg wartości średniej 1-minutowej mocy czynnej 3-fazowej na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

Moc czynna w poszczególnych fazach zawiera się w przedziale od około 1 kW do około 14 kW. Największe obciążenie odnotowane zostało w trakcie dnia, przy czym w godzinach popołudniowych i wieczornych moc czynna fazowa zawiera się w przedziale od około 0,4 kW do około 8,4 kW (rys. 3.2.1). W przypadku mocy czynnej 3-fazowej

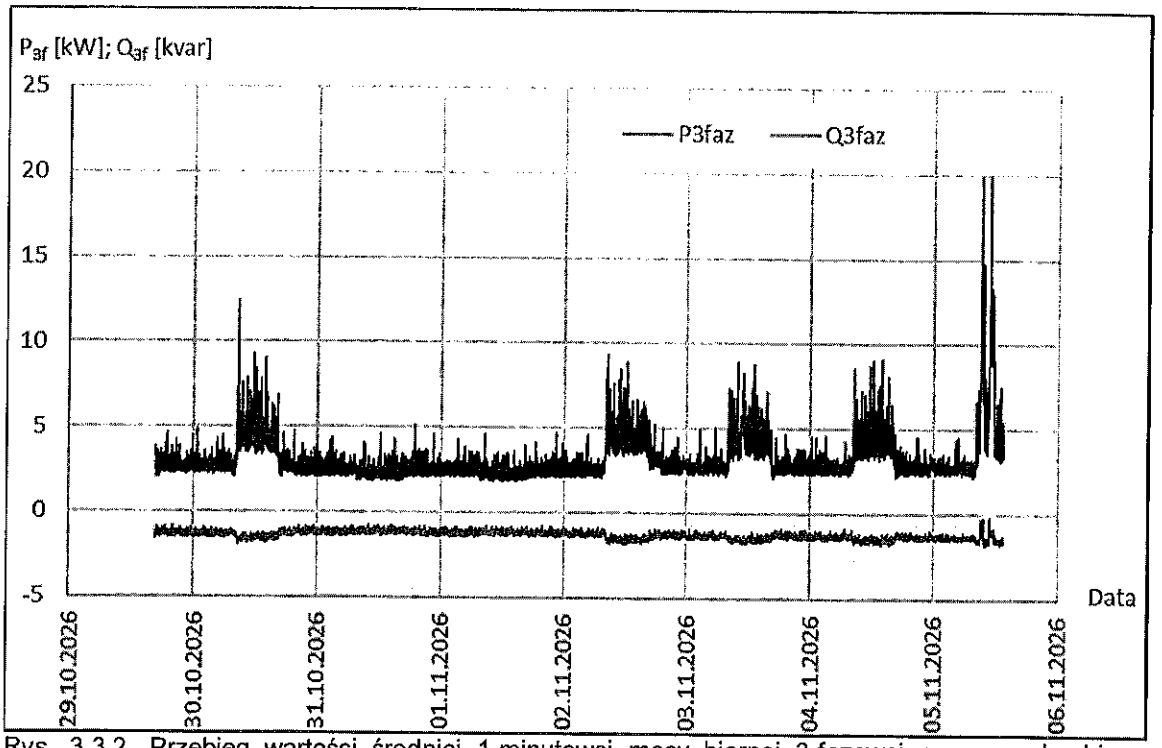
wartość zawiera się w przedziale od około 1,9 kW do około 20 kW (rys. 3.2.2).

3.3. Moc bierna

Na rys. 3.3.1 i 3.3.2 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy biernych fazowych i 3-fazowych.



Rys. 3.3.1. Przebieg wartości średnich 1-minutowych mocy biernej fazowej na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

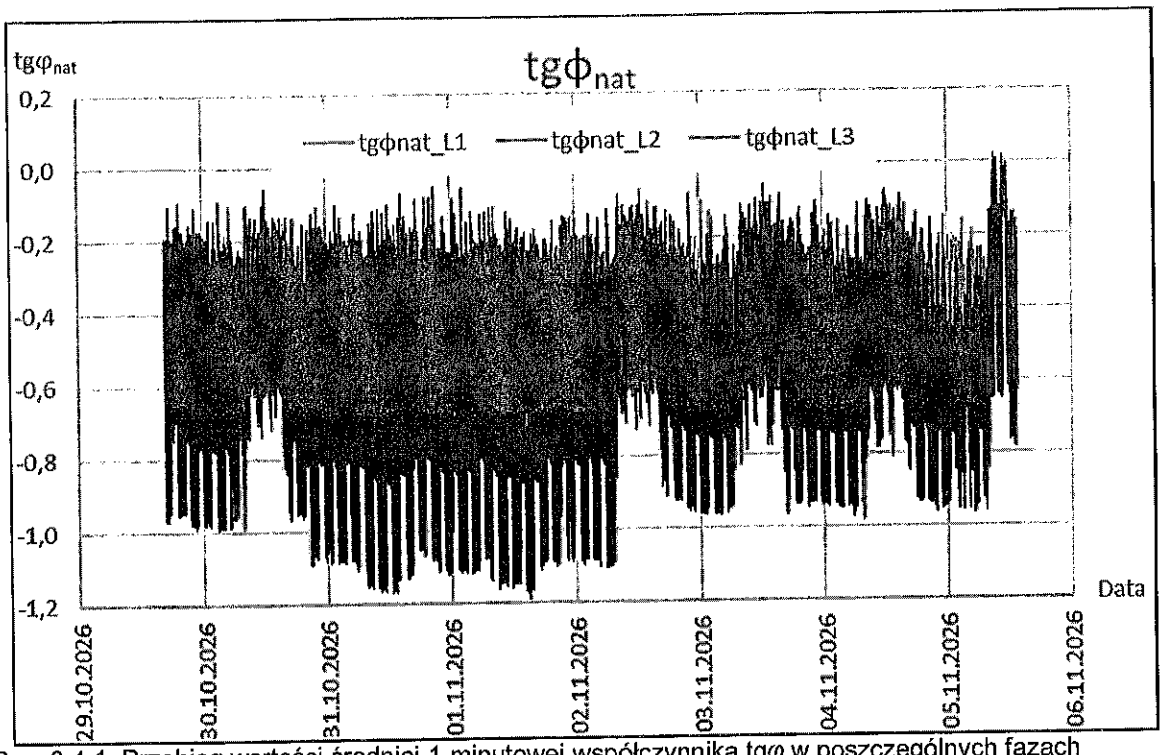


Rys. 3.3.2. Przebieg wartości średniej 1-minutowej mocy biernej 3-fazowej na szynach zbiorczych rozdzielni 230/400 V

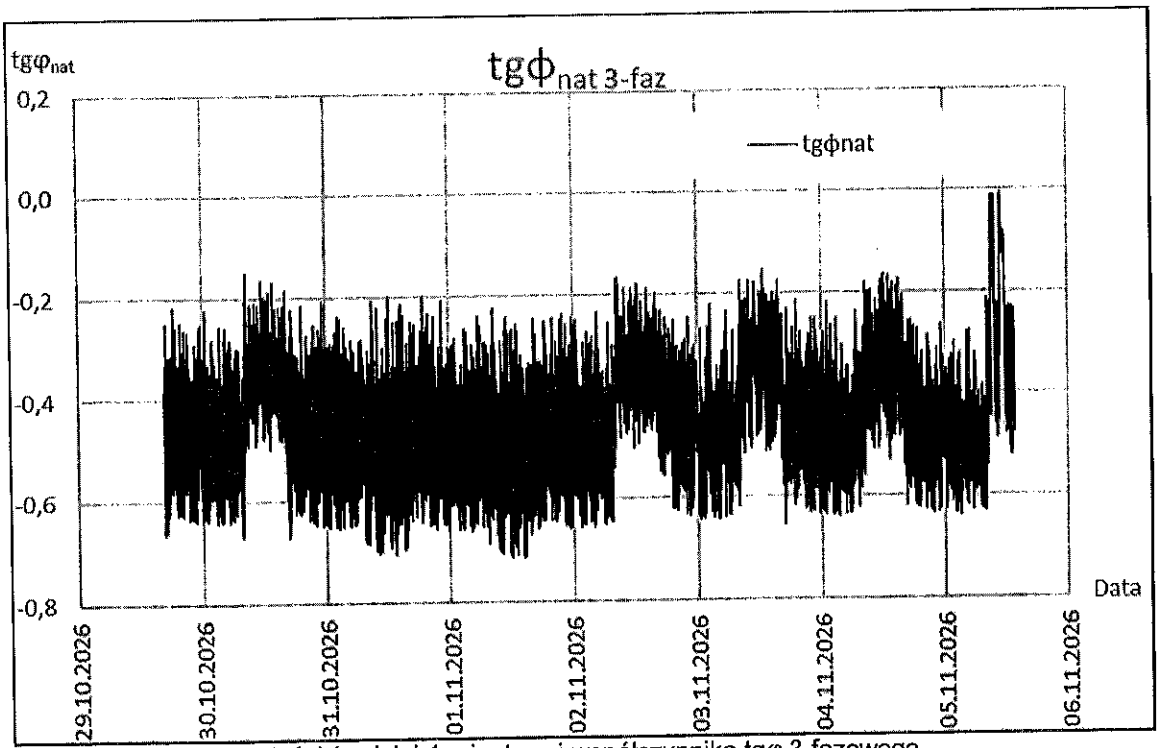
Moc bierna w poszczególnych fazach zawiera się w przedziale od około 0 kvar do około 0,8 kvar i ma charakter pojemnościowy. Jedynie w fazie L1 moc bierna okresowo osiąga charakter indukcyjny do wartości około 0,2 kvar. W trakcie doby moc bierna fazowa ulega dużym zmianom i ma zasadniczo charakter pojemnościowy. W godzinach w ciągu dnia moc bierna pojemnościowa osiąga największe wartości. W przypadku mocy biernej 3-fazowej wartość zawiera się w przedziale od około 0,16 kvar do około 1,9 kvar przy charakterze pojemnościowym.

3.4. Współczynnik tgφ

Na rys. 3.4.1 przedstawiono przebieg wartości średnich 1-minutowych współczynników fazowych tgφ. Natomiast na rys. 3.4.2 przedstawiono przebieg wartości średniej 1-minutowej współczynnika 3-fazowego tgφ.



Rys. 3.4.1. Przebieg wartości średniej 1-minutowej współczynnika tgφ w poszczególnych fazach

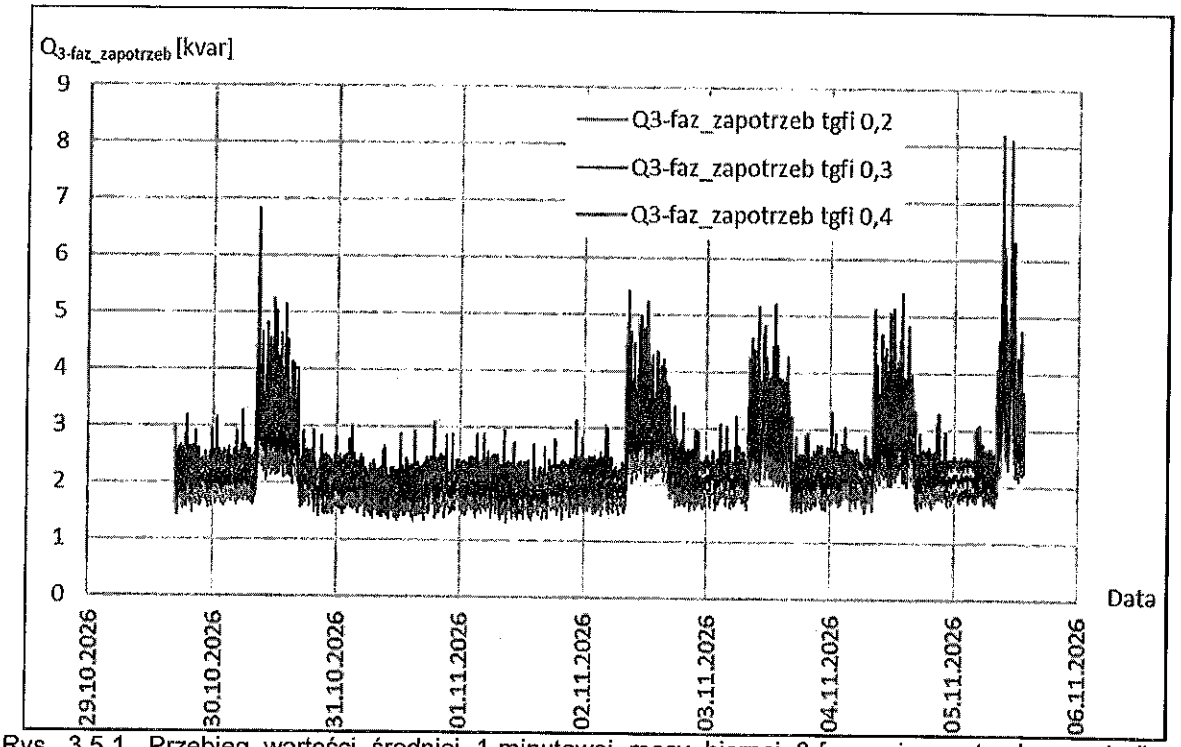


Rys. 3.4.2. Przebieg wartości średniej 1-minutowej współczynnika tgφ 3-fazowego

Współczynnik tgφ w poszczególnych fazach zawiera się w przedziale od około -1,18 i ma charakter pojemnościowy do około 0. Jedynie w fazie L1 współczynnik tgφ okresowo osiąga charakter indukcyjny nieznacznie przekraczając granicę 0 do wartości około 0,02 kvar. Współczynnik tgφ 3-fazowy zasadniczo ma charakter pojemnościowy przy wartości od około -0,01 do około -0,71.

3.5. Dobór urządzenia do kompensacji mocy biernej

Na rys. 3.5.1 przedstawiono przebieg zapotrzebowania mocy biernej w celu skompensowania mocy biernej. Zapotrzebowanie przeliczono dla trzech wartości współczynnika tgφ 3-fazowego, tj. 0,2, 0,3 i 0,4.



Rys. 3.5.1. Przebieg wartości średniej 1-minutowej mocy biernej 3-fazowej zapotrzebowanej dla 3 wartości współczynnika tgφ 3-fazowego.

Wykonane pomiary ujawniły przepływ w punkcie zasilania mocy biernej o charakterze pojemnościowym. Największe wartości współczynnika trójfazowego tgφ osiągają około -0,71 (rys. 3.4.2). Jednocześnie wartości te różnią się w poszczególnych fazach (rys. 3.4.1). Z tego powodu, należy dobrać urządzenie kompensacyjne umożliwiające dokonywanie kompensacji mocy biernej przy charakterze pojemnościowym odbioru z asymetrią w poszczególnych fazach w czasie rzeczywistym.

Kompensatory dynamiczne umożliwiają generowanie prądu kompensacyjnego zależnego od bieżącego charakteru obciążenia oraz eliminują skoki napięcia poprzez równoważenie napięcia w zakresie swojej mocy. Należy również zauważyć, że odbiorca ma niesymetryczne obciążenie faz wynikające z załączonych odbiorników 1-fazowych, a także różnych godzin ich pracy. Z uwagi na poziom wartości średniej 3-fazowej mocy biernej osiągającej wartość do około 1,9 kvar przy charakterze pojemnościowym i zapewnienia współczynnika tgφ o wartości nie większej niż 0,4 przy charakterze indukcyjnym, zaleca się montaż kompensatora dynamicznego 3-fazowy o mocy całkowitej nie mniejszej niż 10 kvar przy napięciu 400 V, np. kompensator typu LKD 10 PRO produkcji LOPI sp. z o.o. ul. Długa 3, 05-119 Legionowo.

4. UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

1. W trakcie pomiarów stwierdzono, że w obiekcie występuje oddawanie do sieci dystrybucyjnej mocy biernej pojemnościowej.
2. Wartość mocy biernej pojemnościowej 3-fazowej osiąga wartość do około 1,9 kvar przy okresie uśredniania 1-minutowym.
3. Amplituda napięcia międzyfazowego zasilającego w okresie pomiarów zawiera się w przedziale od około 384 V do około 403 V, i są to wartości które odpowiadają granicom dopuszczalnych wahań ± 10% U_n napięcia dla jakości energii elektrycznej zgodnie z obowiązującymi przepisami.
4. Należy zainstalować kompensator dynamiczny trójfazowy o mocy całkowitej nie mniejszej niż 10 kvar do odbiorów niesymetrycznych z automatycznym regulatorem współczynnika mocy biernej do wymaganych wartości celem redukcji nadwyżki mocy biernej.
5. Montaż kompensatora należy wykonać natynkowo, wykorzystując elewację ściany obok istniejącej rozdzielnicy głównej, w rozdzielnicy należy wyprowadzone przewody zabezpieczyć rozłącznikiem bezpiecznikowym o wartości wkładek dobranych do prądu znamionowego mocy kompensatora, zgodnie z DTR producenta. Przekładniki prądowe zamontować zaraz za rozłącznikiem głównym, i podłączyć do kompensatora poprzez listwę kontrolną zamontowaną w rozdzielnicy natynkowej obok kompensatora umożliwiającą bezprzerwową pracę obwodów prądowych i ułatwienie podczas prac eksploatacyjnych przy kompensatorze związanych z brakiem wyłączania napięcia w całym budynku.