

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest wykonanie dla zadania pn: „Wykonanie kompensacji mocy biernej pojemnościowej w budynku przy Al. Niepodległości 100 – kierunek nr 1.”

Inwestor : Nadwiślański Oddział Straży Granicznej.

Użytkownik : Komenda Główna Straży Granicznej, Nadwiślański Oddział Straży Granicznej.

Blok I - Al. Niepodległości 100

Należy zamontować zgodnie z projektem kompensatory mocy biernej o mocy 100 kvar typu EK-SVG 100 lub równoważny na pierwszym kierunku przyłączy nr 1 pod nadzorem gwaranta czyli firmy Inet plus sp. z o.o. (zapewnienie nadzoru gwaranta leży po stronie wykonawcy.).

Przyjęto kompensator mocy biernej o parametrach:

- moc kompensacji ± 100 kvar.
- Maksymalny prąd (RMS) 150 A.
- Zakres napięcia 400 VAC $\pm 15\%$.
- Częstotliwość pracy 50/60Hz $\pm 5\%$.
- Zakres kompensacji -1 do 1.
- Symetryzacji obciążenia tak.
- Czas reakcji 50 μ s.
- Pełny czas reakcji < 5 ms
- Układ sieci 3 fazowy 3 przewodowy i 4 przewodowy.
- Straty mocy $\leq 2,5\%$ przy maksymalnym obciążeniu układ sieci.
- Poziom hałasu < 60 dBA
- Waga 55kg
- Stopień ochrony IP 20
- Warunki pracy $-20 \sim 55^\circ\text{C}$, $< 95\%$ HR bez kondensacji , 1500m npm
- Chłodzenie powietrze
- Zabezpieczenie przepięciowe, przeciążeniowe, częstotliwościowe, zwarciovowe , itp.
- Możliwość rozbudowy do 12 modułów
- Komunikacja porty komunikacyjne 485, protokół komunikacyjny Modbus konfigurowalny Ethernet Rj45, moduł GPRS
- Typ montażu naścienny wewnętrzny

Zakres prac do wykonania:

1. Montaż nowej trasy kablowej i ułożenie jej w istniejącym pomieszczeniu rozdzielni.
2. Montaż 1 szt. kompensatorów mocy typu EK-(a) SVG-100 lub równoważny, lokalizacja zgodnie z załączonym rysunkiem.
3. Położenie linii zasilającej do kompensatorów mocy rozdzielni z rozdzielnicą RGNN przewody prowadzone w korytach lub rurkach.
4. Montaż jednego kompletu przekładników prądowych pomiarowych (1000/5 A/A, 5VA, kl. 0,5) dla komparatorów mocy.
5. Instalacji przewodów sygnałowych z przekładników prądowych do kompensatora mocy przewodem YKXS 7x2,5 mm².
6. Połączenie wyrównawcze przewodem LgY 1x25 mm² do obudowy kompensatora mocy.
7. Montaż klimatyzatora o mocy 5 kW z jednostką wewnętrzną i zewnętrzną typu Split . pomiar po montażowy.
8. Wykonanie dokumentacji powykonawczej z pomiarami odbiorczymi.
9. Zapewnienie wsparcia technicznego przy montażu komparatorów firmy Inet plus sp. z o.o. w celu utrzymania gwarancji.

Uwaga obiekt czynny i konieczne jest oszacowanie możliwości podłączenia kompensatorów w jak najkrótszym czasie wyłączenia obiektu z prądu (lub przełączenia zasilania na drugie przyłączy). Preferowane prace podłączeniowe po godzinie 17 w tygodniu lub soboty i niedziele po wcześniejszym uzgodnieniu z odpowiednimi użytkownikami obiektu.

Dokumentacja projektowa do wglądu w załączniku.

3. OPIS TECHNICZNY.

3.1. Przedmiot opracowania.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest „Projekt doboru i montażu urządzeń do kompensacji mocy biernej w rozdzielni głównej RGNN przy al. Niepodległości 100 w Warszawie”.

Inwestorem jest:

- Nadwiślański Oddział Straży Granicznej, 02-148 Warszawa, Komitetu Obrony Robotników 23.

Projekt obejmuje:

- Dobór urządzeń do kompensacji mocy biernej
- Obliczenia techniczne

3.2. Podstawa opracowania.

Formalną podstawą opracowania jest Zamówienie Inwestora.

Opracowanie wykonano na podstawie:

- założeń architektoniczno-budowlanych
- uzgodnień z Inwestorem
- obowiązujących przepisów i norm w tym:
 - Ustawa Prawo Budowlane z 07.07.1994 Dz. U. z 1994 Nr poz. 414 z późn. zm.,
 - Dz. U. nr 75 z dn. 12 kwietnia 2002r w sprawie warunków technicznych jakimi powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
 - PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Krzywe obciążeń
- Faktury za energię elektryczną
- Zlecenie nr 67/2025 z 07.05.2025r.

3.3. Lokalizacja inwestycji.

Rozdzielnica RGNN zlokalizowana jest w budynku Komendy Głównej Straży Granicznej przy Al. Niepodległości 100, 02-585 Warszawa. Zasilana jest z dwóch przyłączy podstawowych nr 1 i nr 2.

Zostały przeprowadzone pomiary zewnętrznym analizatorem Metrel Power Master MI 2892 i Master MI 2883 w dniach 15-22.05.2025r.. Dane z analizatora zostały użyte w niniejszym projekcie jako baza obliczeniowa przy doborze urządzenia kompensującego moc bierną. Dane pomiarowe przedstawione są w osobnym załączniku do projektu.

Tabela z zarejestrowanymi danymi pomiarowymi podczas pomiaru w dn. 15-22.05.2025r:

Przyłącze 1 – główne	
Zmierzona wielkość elektryczna	Maksymalna zmierzona wartość
Moc czynna P	214,33 kW
Współczynnik mocy	0,952
Energia elektryczna	35,72 kWh
Moc bierna Q arytmetyczna	47,519 kvar
Moc bierna Q chwilowa	55,84 kvar
Przyłącze 2 - rezerwowe	
Zmierzona wielkość elektryczna	Maksymalna zmierzona wartość
Moc czynna P	3,423 kW
Współczynnik mocy	0,383
Energia elektryczna	570,54 Wh
Moc bierna Q arytmetyczna	5,216 kvar
Moc bierna Q chwilowa	0,000019 kvar

W uzgodnieniu z zamawiającym założono, że przyłącza są przystosowane do pracy rezerwowanej.

Pobieranie mocy biernej pojemnościowej jest wynikiem zainstalowania nowoczesnych energoelektronicznych odbiorów energooszczędnych nieliniowych. Jest to naturalny charakter pracy tego typu odbiorów.

3.4. Urządzenie do kompensacji mocy biernej

Na podstawie przeprowadzonej analizy danych dobrano następujące urządzenie do redukcji poboru mocy biernej:

Dobrano kompensatory mocy biernej po jednym na każde przyłącze 2x EK-(A)SVG-100 o mocy kompensacji 100kvar. Doboru dokonano na podstawie pomiarów przeprowadzonych w dn. 15-22.05.2025r. Zgodnie z tabelą maksymalne odnotowane chwilowe obciążenie mocą bierną Q to 55,84 kvar. W celu zapewnienia właściwej kompensacji dobiera się kompensator mocy biernej najbliższy z zakresu dostępnych w katalogu dla mocy obliczeniowej większej o 20% od maksymalnej zarejestrowanej.

Czyli:

$$Q = 120\% \cdot 55,84 = 67,01 \text{ kvar}$$

Dobrano kompensatory o mocy 100kvar.

3.4.1. Charakterystyka elektroenergetyczna kompensatora mocy

Model	EK-(A)SVG-10	EK-(A)SVG-30	EK-(A)SVG-50	EK-(A)SVG-100
Moc kompensacji	± 10 kvar	± 30 kvar	± 50 kvar	± 100 kvar
Maksymalny prąd (RMS)	20A	50A	75A	150A
Zakres napięcia	400 V AC +/- 15%			
Częstotliwość pracy	50/60 Hz ±5%			
Zakres kompensacji	-1 do 1			
Symetryzacja obciążenia	TAK			
Czas reakcji	50 µs			
Pełny czas reakcji	< 5 ms			
Układ sieci	3-Fazowy 3-przewodowy i 4-przewodowy			
Straty mocy	≤2,5% przy maksymalnym obciążeniu			
Poziom hałasu	<60dBA możliwe niestandardowe, ciche wykonanie			
Waga	15 kg	20 kg	26 kg	55 kg
Stopień ochrony	IP20			
Warunki pracy	- 20 ~ 55 °C , <95% RH bez kondensacji, <1500m npm			
Chłodzenie	Powietrzne			
Zabezpieczenie	przebieciowe, przeciążeniowe, częstotliwościowe, zwarciove itp.			
Możliwość rozbudowy	Do 12 modułów w układzie pracy równoległej			
Komunikacja	Porty komunikacyjne 485, protokół komunikacyjny Modbus, konfigurowalny Ethernet RJ45, moduł GPRS			
Typ montażu	Naścienny Wewnętrzny/Zewnętrzny (z dodatkową obudową)			

3.4.2. Zakres prac do wykonania

W obrębie rozdzielni głównej zakres prac Wykonawcy obejmuje wykonanie:

- Montaż nowej trasy kablowej i ułożenia jej w istniejącym pomieszczeniu rozdzielni
- Montaż kompensatorów mocy, lokalizacja zgodnie z załączonym rysunkiem
- Położenie linii zasilającej do kompensatora mocy z rozdzielnic RGNN
Przewody prowadzić w korytach lub rurkach, bądź uchwyty na ścianie
- Montaż 2 kompletów przekładników prądowych pomiarowych (1000/5 A/A, 5VA, kl. 0,5) dla kompensatorów mocy
- Instalacji przewodów sygnałowych z przekładników prądowych do kompensatora mocy przewodem YKXS 7x2,5mm²
- Połączeń wyrównawczych przewodem LgY 1x25mm² do obudowy kompensatora mocy
- Montaż klimatyzatora o mocy 5kW z jednostką wewnętrzną i zewnętrzną
- Pomiarów pomontażowych.

3.4.3. Uziemienie kompensatorów mocy biernej

Uziemienie kompensatora należy połączyć z uziemieniem rozdzielni przewodem nie mniejszym niż LgY 25mm².

3.5. Ochrona od porażeń

Układ sieci zasilającej TN-C, układ sieci odbiorczej TN-S. Ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) zapewnia izolacja kabli i urządzeń elektrycznych. Dla ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona przy uszkodzeniu), stanowić będzie samoczynne szybkie wyłączenie zasilania realizowane przez bezpieczniki oraz połączenia wyrównawcze zgodnie z normą PN-IEC-60364-4-41.

Szyny i przewody ochronne na całej długości lub ich końcówki należy oznakować poprzez pomalowanie w barwy żółto-zielone (o ile nie są oznakowane fabrycznie). Przewód neutralny oznaczyć kolorem niebieskim. Przed oddaniem instalacji do eksploatacji należy wykonać pomiary ochronne skuteczności zastosowanej ochrony. Układ kompensacji mocy biernej z wydzielonymi zaciskami „N” i „PE”.

4. OBLICZENIA.

4.1. Dobór kompensatora mocy

Dobór urządzenia dokonano na podstawie analizy wyników pomiarowych wykonanych w rozdzielni głównej niskiego napięcia analizatorem Metrel Power Master MI 2892 i Master MI 2883. Dobrano dwa identyczne kompensatory o mocy kompensacji 100kvar. Parametry zaprojektowanych kompensatorów mocy uwzględniają wyniki powyższej analizy.

Dobre zabezpieczenie	Oznaczenie typu urządzenia	Moc kompensacji	Mocowanie	Prąd znamionowy
160A	EK-(A)SVG	100kvar	Naścienne	150A

4.2. Dobór zabezpieczenia zwarcowego

Prąd znamionowy kompensatora mocy wg karty katalogowej wynosi:

$$I_{BK} = 150A$$

$$I_F > I_{BK}$$

$$I_F = 160A$$

Dla projektowanego kompensatora mocy w rozdzielni głównej dobrano wkładki o prądzie znamionowym $I_F=160A$, które należy zainstalować w rozdzielnicy RGNN na odpływach rezerwowych zgodnie ze schematem zasilania.

4.3. Dobór przekroju przewodów zasilających kompensator mocy biernej

Do obliczeń wykorzystano zapisy normy na obciążalność prądową długotrwałą przewodów nr PN-IEC 60364-5-523:2001. Przyjęto sposób ułożenia kabli w wiązce w rurkach i korytkach PCV, sposób ułożenia B1 dla 3 obciążonych przewodów. Z tabel katalogowych przyjęto obciążalność długotrwałą przewodu miedzianego w izolacji PVC. Dobrano kabel miedziany w izolacji PVC 4x YKY 1x50mm². Obciążalność długotrwałą w/w kabla $I_d=215A$, współczynnik poprawkowy $k=1$.

$$I_Z = k \cdot I_d = 215A$$

I WARUNEK

$$I_{BK} < I_F < I_Z$$

$$I_{BK} = 150A$$

$$I_F = 160A$$

$$I_Z = 215A$$

$$150A < 160A < 215A$$

II WARUNEK

$$\frac{k_2}{1,45} \cdot I_F < I_Z$$

$$k_2 = 1,6$$

$$177A < 215A$$

4.4. Sprawdzenie spadków napięcia

$$I_N = 150A$$

$$\gamma - \text{dla miedzi } 55 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$$

$$L = 10m$$

$$S = 50\text{mm}^2$$

$$R = \frac{L}{\gamma \cdot S} \quad X = X' \cdot L \quad X' = 0,08\text{m}\Omega/\text{m}$$

$$R = \frac{10}{55 \cdot 50} = 0,0364\Omega \quad X = 0,8\text{m}\Omega$$

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{BK}}{U_N} \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot 100\%$$



® ENCO Sp. z o.o. ul. Postępu 13, 02-676 Warszawa tel. (22) 543-72-00, e-mail. enco@grupaenco.pl

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot 150}{400} \cdot (0,0364 \cdot 0,97 + 0,0008 \cdot 0,37) \cdot 1000\% = 0,21\%$$

mgr inż. Jakub Wodrychowicz
projektowania bez ograniczeń
w spec. instalacji w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych
i elektroenergetycznych.
Nr ewidencyjny: MAZ/0602/POOE/13

5. ZAŁĄCZNIKI

Raport niestandardowy – krzywe obciążeń – przyłącze 1

Raport niestandardowy – krzywe obciążeń – przyłącze 2

6. RYSUNKI

Rys. E-01

- Schemat rozdzielnicy RGNN

Rys. E-02

- Rozmieszczenie urządzeń w rozdzielni elektrycznej

Raport niestandardowy

Firma

Nazwa	ENCO
Firma	ENCO Sp. z o.o.
Adres	Postępu 13
Telefon	
Email	



Klient

Nazwa	
Firma	Straż Graniczna
Adres	Al. Niepodległości 100 Przyłącze 1
Telefon	
Email	

Pomiary

Cel	
Opis obiektu	
Czas startu	22.05.2025 10:30:00
Czas zatrzymania	29.05.2025 10:30:00
Czas trwania	7 d 0 h 0 min 0 s
Interwał	10 minutowe
Typ połączeń	Trójfazowy 4-przewodowy
Napięcie znamionowe	230,00 V
Częstotliwość znamionowa	50,00 Hz

Przyrząd

Nazwa przyrządu	Energy Master
Model przyrządu	MI 2883
Producent	Metrel
Numer seryjny	24461075
Wersja oprogramowania sprzętowego	1.0.2503
Nazwa operatora	Produkcja
Cęgi prądowe	A1502 (30,00 A), Zakres pomiarowy cęgów (30,00 A), Zakres pomiarowy przyrządu (100 % z Zakres pomiarowy cęgów), Przekładnia przekładnika prądowego: 1,00 A : 1,00 A
Dodatkowe wyposażenie	

Informacje o zdarzeniach

Wzrosty

	L1	L2	L3
Licznik	0	0	0
Maks. wartość [V]	nd.	nd.	nd.
Maks. czas trwania	nd.	nd.	nd.

Zapady

	L1	L2	L3
Licznik	0	1	0
Min. wartość [V]	nd.	204,74	nd.
Maks. czas trwania	nd.	040 ms	nd.

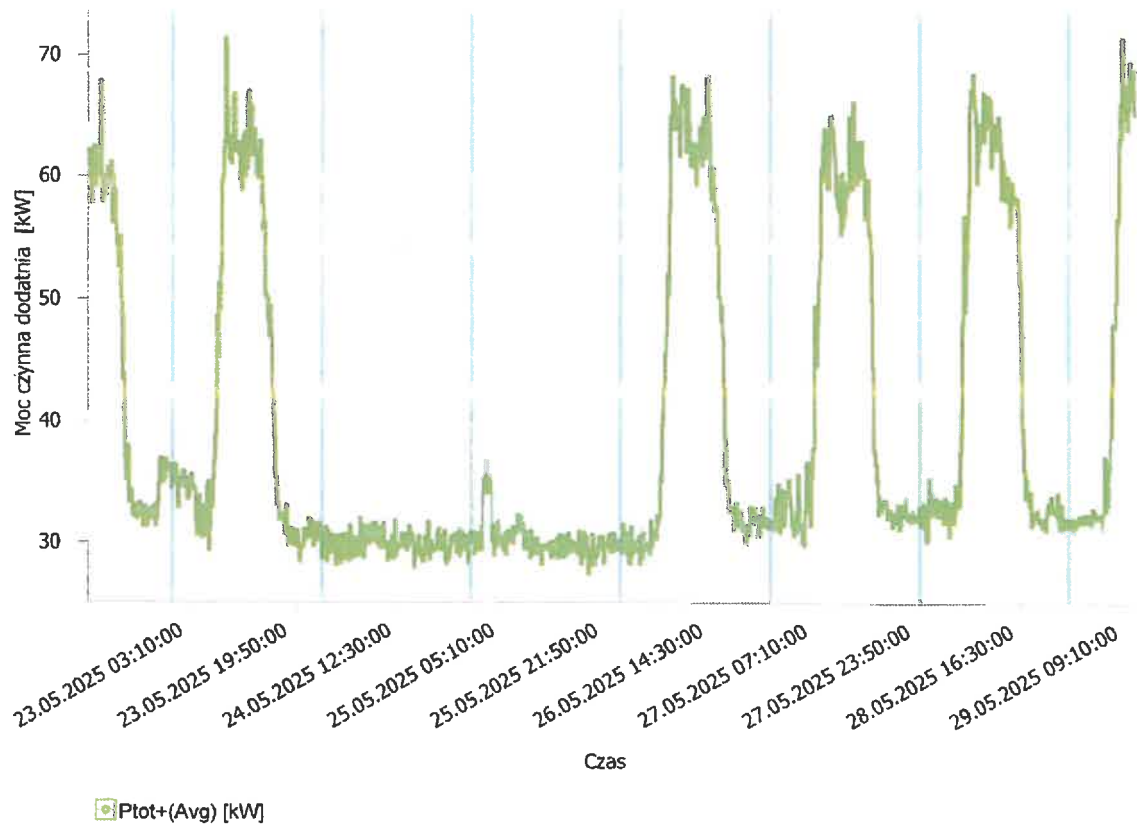
Stany nieustalone

	L1	L2	L3	LN
Licznik	0	0	0	0

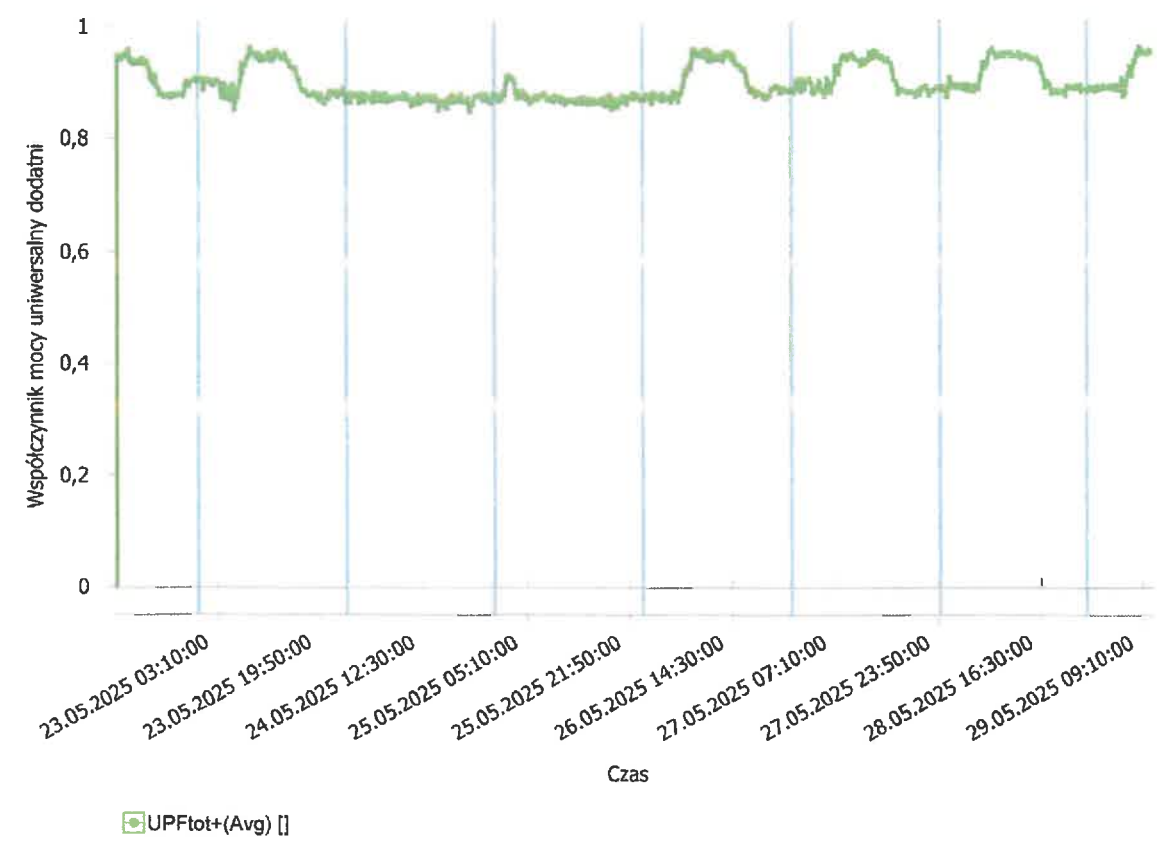
Przerwy

Licznik	0
---------	---

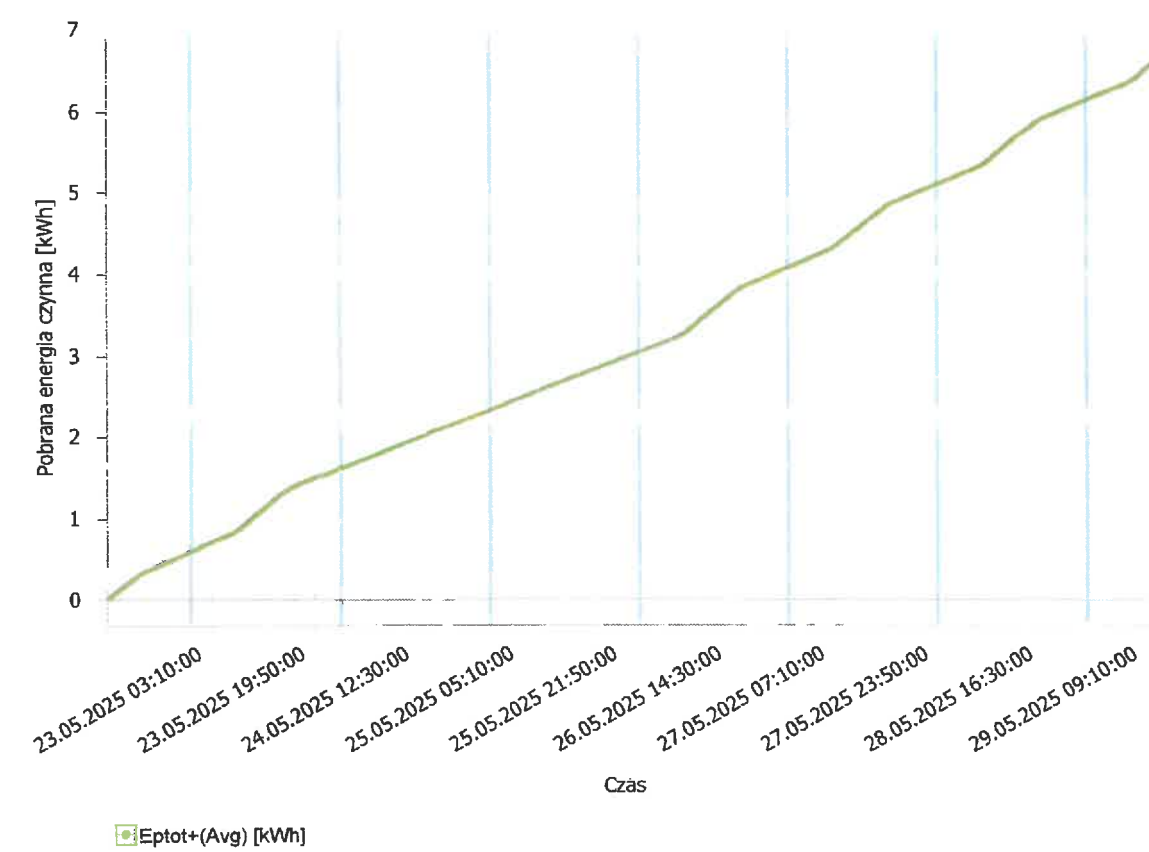
Measurement	Min	Max	Avg
Ptot+(Avg) [kW]	27,30	71,46	39,43



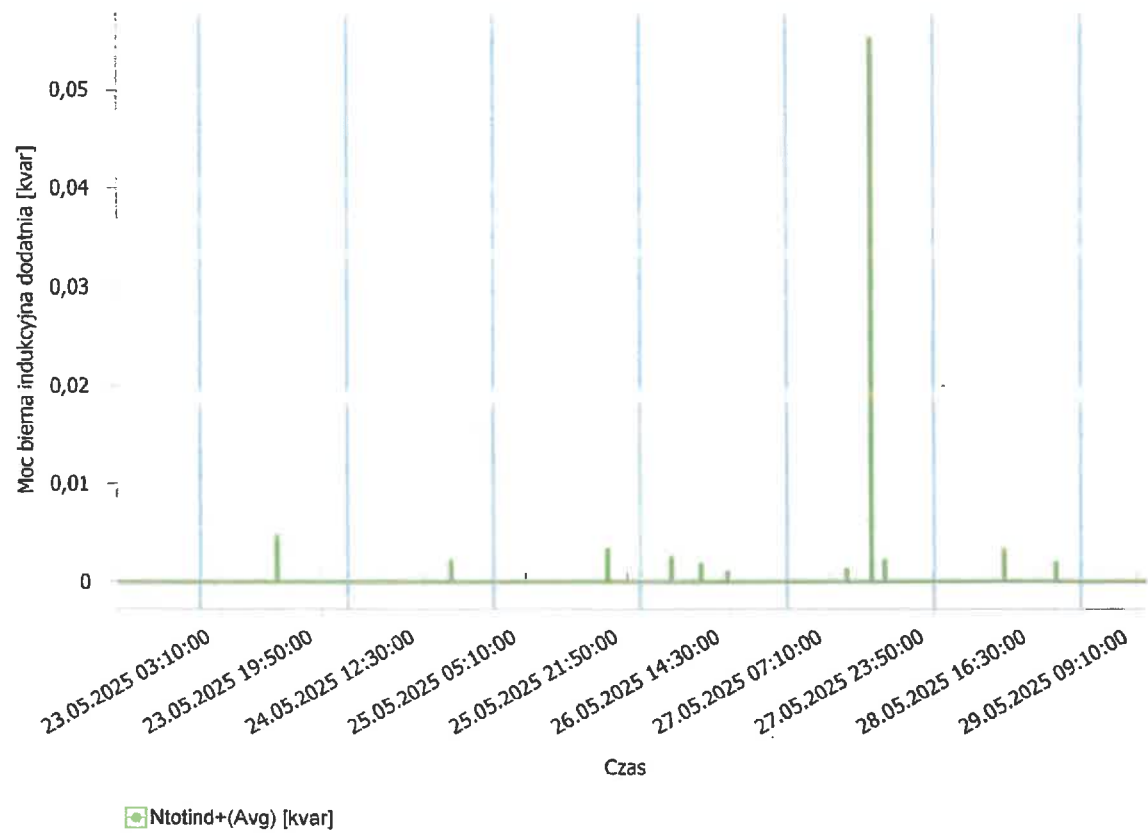
Measurement	Min	Max	Avg
UPFtot+(Avg) []	0,000	0,965	0,897



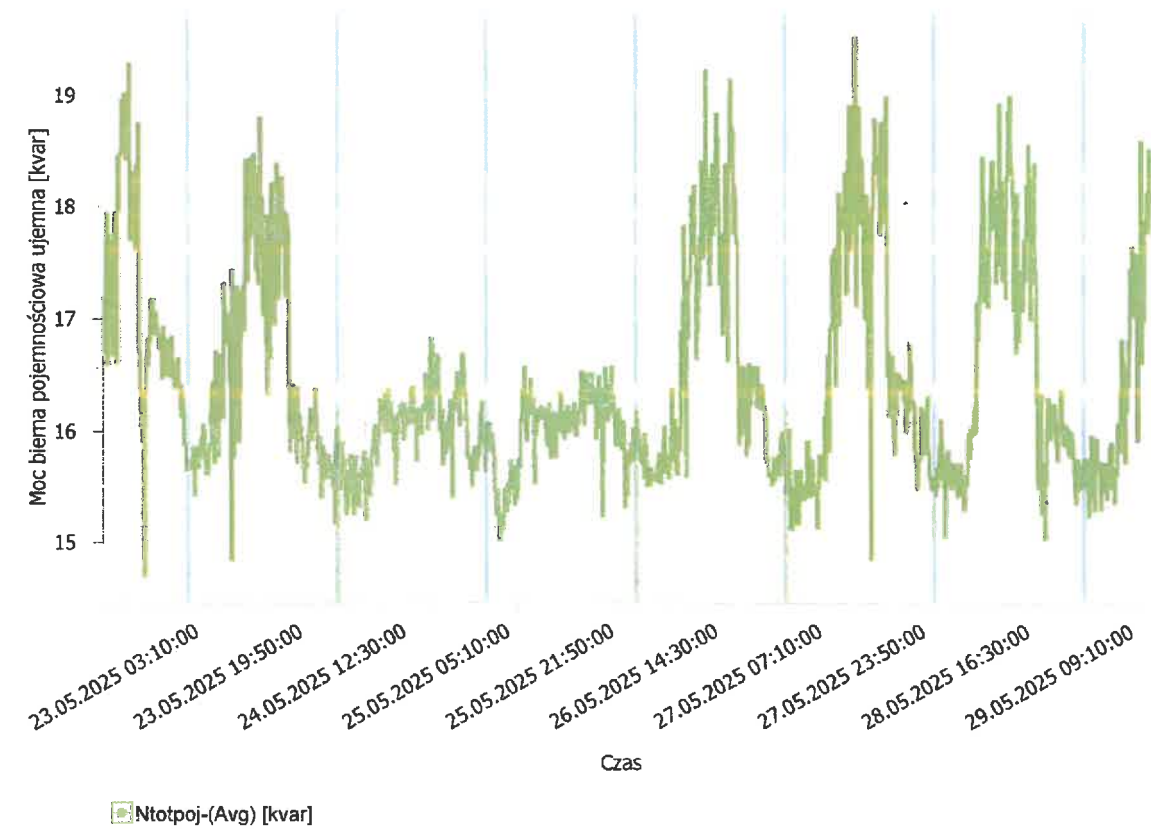
Measurement	Min	Max	Avg
Eptot+(Avg) [kWh]	4,550	11,910	6,572



Measurement	Min	Max	Avg
Ntotind+(Avg) [kvar]	0,000	0,055	0,000



Measurement	Min	Max	Avg
Ntotpoj-(Avg) [kvar]	14,692	19,513	16,441



Raport niestandardowy

Firma

Nazwa	ENCO
Firma	ENCO Sp. z o.o.
Adres	Postępu 13
Telefon	
Email	

Klient

Nazwa	
Firma	Straż Graniczna
Adres	Al. Niepodległości 100 Przyłącze 2
Telefon	
Email	

Pomiary

Cel	
Opis obiektu	
Czas startu	15.05.2025 09:40:00
Czas zatrzymania	22.05.2025 08:50:00
Czas trwania	6 d 23 h 10 min 0 s
Interwał	10 minutowe
Typ połączeń	Trójfazowy 4-przewodowy
Napięcie znamionowe	230,00 V
Częstotliwość znamionowa	50,00 Hz

Przyrząd

Nazwa przyrządu	Energy Master
Model przyrządu	MI 2883
Producent	Metrel
Numer seryjny	24461075
Wersja oprogramowania sprzętowego	1.0.2503
Nazwa operatora	Produkcja
Cęgi prądowe	A1502 (30,00 A), Zakres pomiarowy cęgów (30,00 A), Zakres pomiarowy przyrządu (100 % z Zakres pomiarowy cęgów), Przekładnia przekładnika prądowego: 1,00 A : 1,00 A
Dodatkowe wyposażenie	

Informacje o zdarzeniach

Wzrosty

	L1	L2	L3
Licznik	0	0	0
Maks. wartość [V]	nd.	nd.	nd.
Maks. czas trwania	nd.	nd.	nd.

Zapady

	L1	L2	L3
Licznik	0	1	0
Min. wartość [V]	nd.	200,28	nd.
Maks. czas trwania	nd.	070 ms	nd.

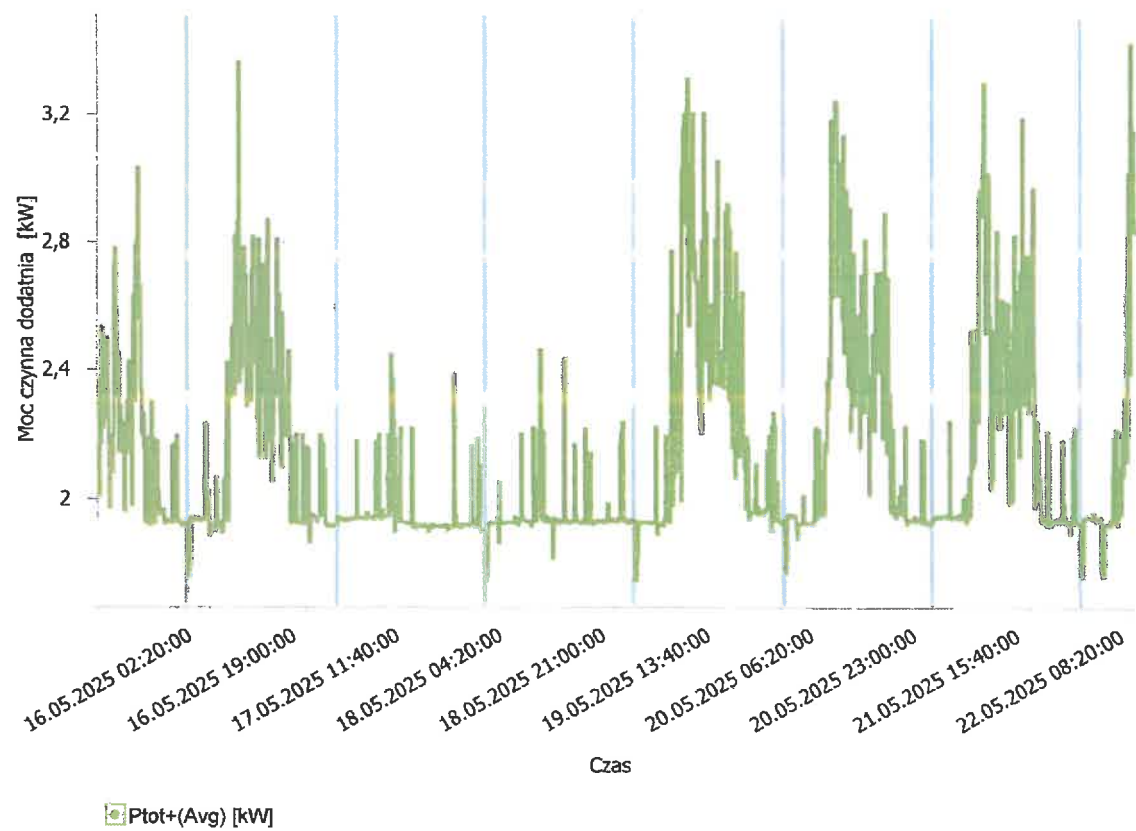
Stany nieustalone

	L1	L2	L3	LN
Licznik	0	0	0	0

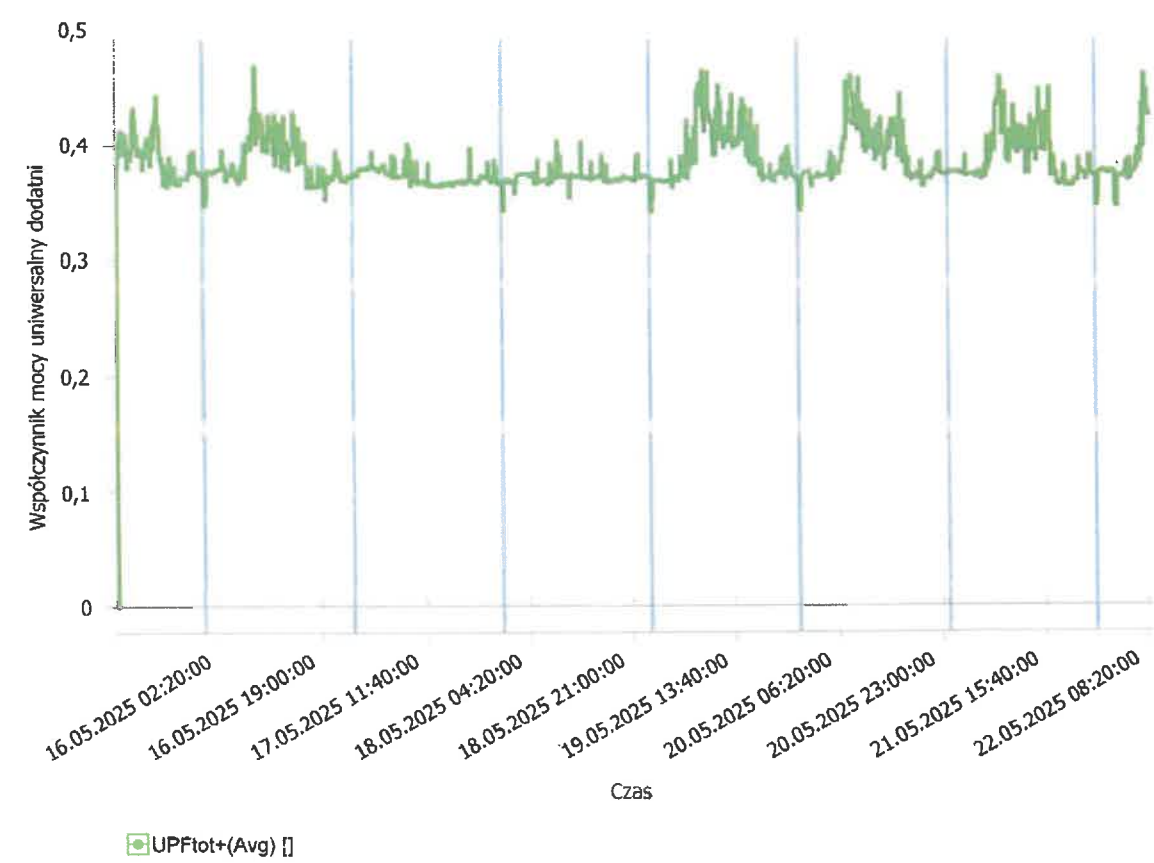
Przerwy

Licznik	0
---------	---

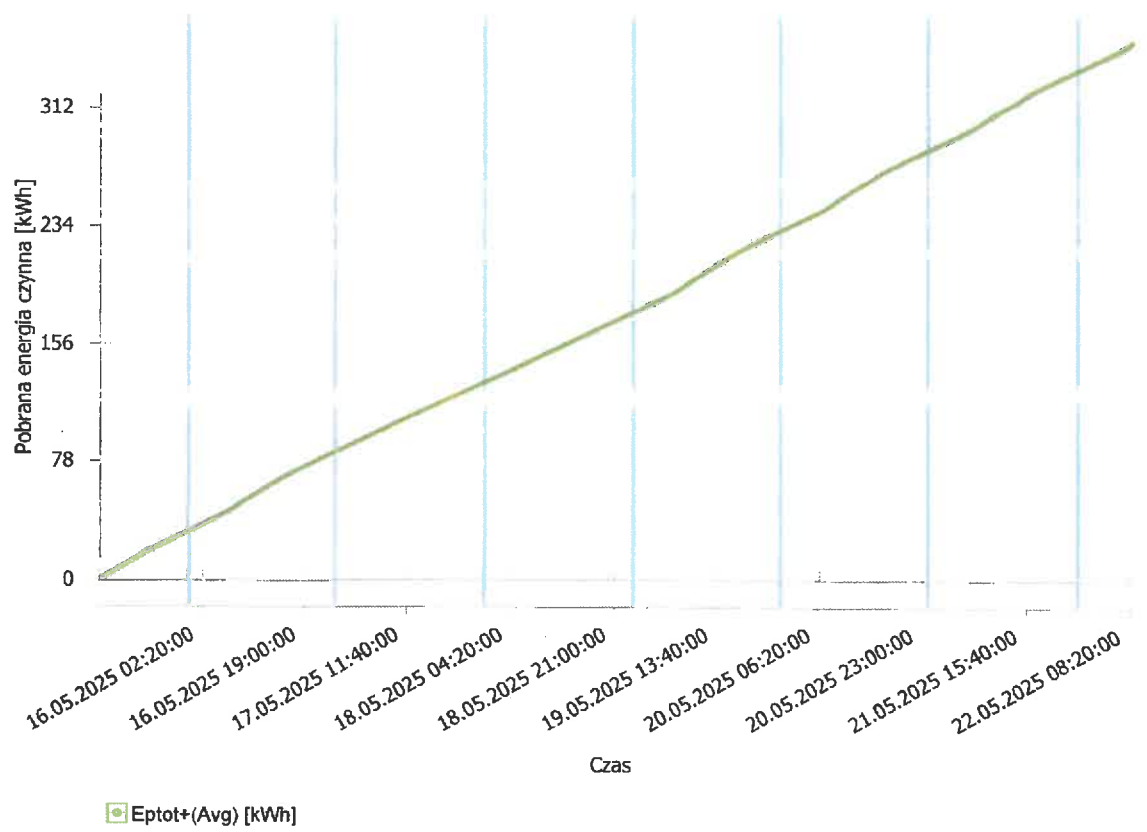
Measurement	Min	Max	Avg
Ptot+(Avg) [kW]	1,741	3,423	2,131



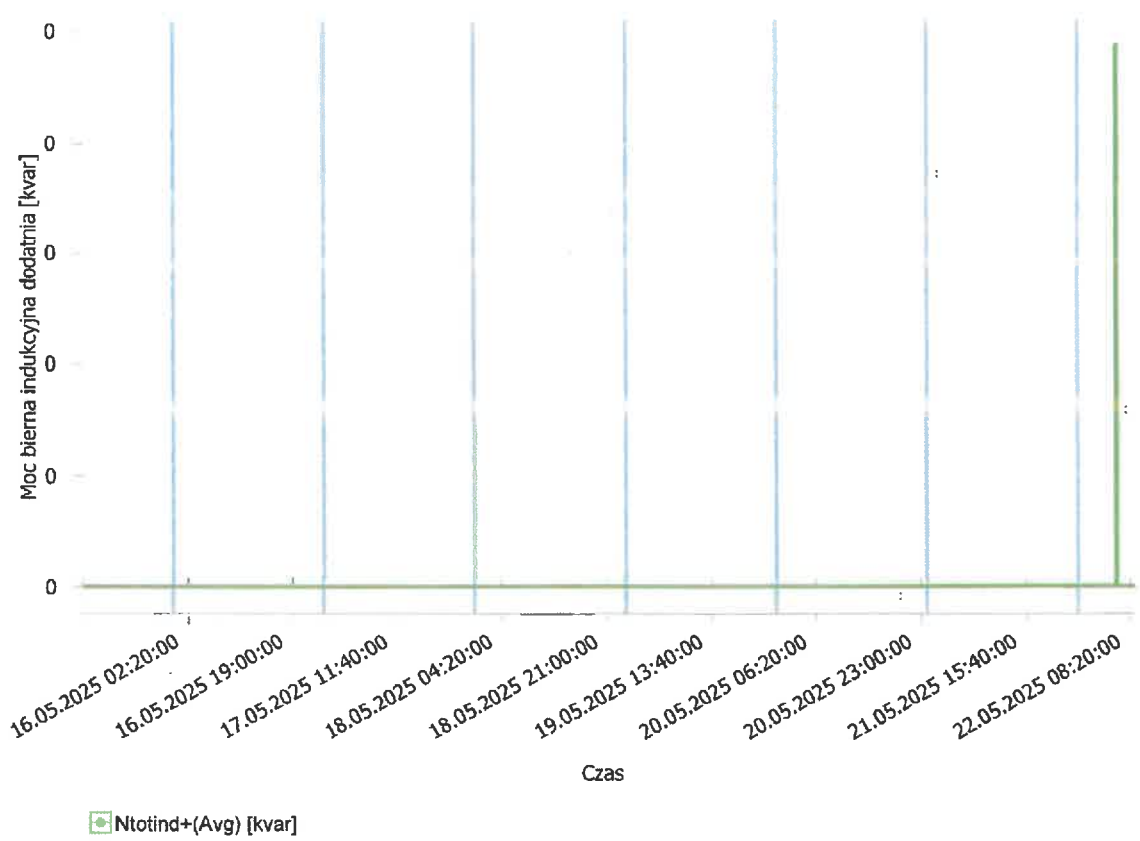
Measurement	Min	Max	Avg
UPFtot+(Avg) □	0,000	0,469	0,383



Measurement	Min	Max	Avg
Eptot+(Avg) [Wh]	290,25	570,54	355,20



Measurement	Min	Max	Avg
Ntotind+(Avg) [kvar]	0,000000	0,000019	0,000000



Measurement	Min	Max	Avg
Ntotpoj-(Avg) [kvar]	4,406	5,216	4,637

