



Politechnika Łódzka

Instytut Elektroenergetyki

501-2-22-12-875/2020

POLITECHNIKA ŁÓDZKA
Instytut Elektroenergetyki
90-537 Łódź, ul. B. Stefanowskiego Nr 18/22
tel. 42 631-25-96 tel. 42 631-25-65
e-mail: w2i22@adm.p.lodz.pl
NIP 727-002-18-95

**Analiza funkcjonowania
prosumenckich instalacji fotowoltaicznych
zamontowanych u Mieszkańców Gminy Rząśnia**

Zamawiający:

**Urząd Gminy w Rząśni
ul. Kościuszki 16
98-332 Rząśnia**

Autorzy opracowania:

**dr inż. Michał Małaczek
dr inż. Ryszard Pawelek**

**DYREKTOR
Instytutu Elektroenergetyki
POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ**

dr hab. inż. Andrzej Wędzik

Łódź, grudzień 2020



Instytut Elektroenergetyki
90-924 Łódź, ul. Stefanowskiego 18/22, budynek A11
tel. (+48) 42 631 25 90, 631 25 65, e-mail: w2i22@adm.p.lodz.pl



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Spis treści

1. Podstawa opracowania.....	4
2. Cel i zakres pracy	4
3. Problemy integracji instalacji PV z siecią elektroenergetyczną niskiego napięcia	5
4. Stan nasycenia sieci niskiego napięcia instalacjami PV na terenie Gminy Rząśnia.....	9
4.1. Dane sieci i instalacji PV.....	9
4.2. Analiza stanu istniejącego	16
5. Szczegółowa analiza pracy stacji transformatorowej Biała VII 8-0270	21
5.1. Uwagi ogólne.....	21
5.2. Dane pomiarowe.....	24
5.3. Opracowanie i analiza danych pomiarowych - instalacje z falownikami Wolta.....	29
5.4. Opracowanie i analiza danych pomiarowych - instalacje z falownikami QY4080S...	43
6. Podsumowanie, wnioski oraz rekomendacje	58

1. Podstawa opracowania

Podstawą wykonania opracowania jest umowa z dnia 16 listopada 2020 r. zawarta pomiędzy Instytutem Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej, ul. Stefanowskiego 18/22, 90-924 Łódź, a Gminą Rząśnia z siedzibą, ul. Kościuszki 16, 98-332 Rząśnia, na wykonanie pracy nt.: Analiza funkcjonowania prosumenckich instalacji fotowoltaicznych zamontowanych u Mieszkańców Gminy Rząśnia.

Praca została zarejestrowana w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej pod numerem: 501-2-22-12-875/2020.

2. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest przeprowadzenie analizy i wydanie opinii na temat funkcjonowania instalacji fotowoltaicznych zamontowanych u Mieszkańców Gminy Rząśnia w ramach dotacji proekologicznych, przy uwzględnieniu warunków znacznego nasycenia sieci elektroenergetycznej źródłami energii oraz stanu pracy lokalnej sieci elektroenergetycznej. W oparciu o wyniki przeprowadzonej ekspertyzy wskazane zostaną potencjalne, możliwe kierunki rozwiązań mogące złagodzić lub w znacznym stopniu zniwelować zidentyfikowane problemy.

Zakres niniejszej pracy obejmuje:

- przeprowadzenie analizy dostarczonej przez Zleceniodawcę dokumentacji technicznej dotyczącej analizowanych instalacji fotowoltaicznych i stacji transformatorowych SN/nN znajdujących się na terenie Gminy Rząśnia oraz archiwalnych danych pomiarowych pozyskanych z tych instalacji,
- zidentyfikowanie problemów występujących w lokalnej sieci elektroenergetycznej wpływających na stabilną i efektywną pracę źródeł fotowoltaicznych zainstalowanych na terenie Gminy Rząśnia,
- zaproponowanie potencjalnych rozwiązań mogących poprawić warunki pracy instalacji fotowoltaicznych oraz lokalnej sieci elektroenergetycznej na terenie Gminy Rząśnia.

3. Problemy integracji instalacji PV z siecią elektroenergetyczną niskiego napięcia

Obserwowany na przestrzeni ostatnich kilku lat szybki rozwój urządzeń generacji rozproszonej spowodował znaczny wzrost liczby rozproszonych źródeł energii (RZE) przyłączanych do sieci dystrybucyjnych oraz znaczące zmiany w ich strukturze i funkcjonowaniu. Szczególnie widoczne jest to w sieciach dystrybucyjnych na poziomie niskiego napięcia (nN). Najczęściej instalowanymi źródłami energii elektrycznej w sieciach dystrybucyjnych nN są odnawialne źródła energii (OZE) o mocach rzędu kilku kW, do których można zaliczyć np. ogniwa fotowoltaiczne (PV) oraz mikroturbiny wiatrowe (mTW). W ogólnym przypadku, źródła te wprowadzają moc do sieci w węzle przyłączenia, a produkowana przez nie energia elektryczna jest wykorzystywana na potrzeby lokalnych odbiorców w celu pokrycia ich zapotrzebowania.

Wartość generowanej mocy w przypadku OZE jest stochastycznie zmienna i zależy od aktualnie dostępnej energii pierwotnej, tj. energii słońca (PV) lub wiatru (mTW). W związku z powyższym, wartość generacji OZE może znacznie odbiegać od aktualnego zapotrzebowania w lokalnej sieci elektroenergetycznej. To z kolei prowadzi do zmiany charakteru zjawisk towarzyszących przesyłowi energii elektrycznej. Energia elektryczna w sieciach dystrybucyjnych o dużym nasyceniu źródłami generacji rozproszonej może przepływać zarówno w dół, tj. w kierunku odbiorów energii, jak i w górę, tj. w kierunku sieci nadrzędnej. Przekłada się to na stabilną pracę sieci dystrybucyjnych i może przyczynić się m.in. do pogorszenia parametrów jakości energii elektrycznej dostarczanej odbiorcom końcowym.

W konwencjonalnych sieciach dystrybucyjnych o konfiguracji promieniowej, normalnym zjawiskiem towarzyszącym przesyłowi energii elektrycznej jest występowanie dodatnich spadków napięcia na drodze przepływu prądu do odbiorów energii. Prowadzi to do obniżenia wartości skutecznej napięcia w węzłach odbiorczych względem wartości napięcia w węzle zasilania. W sieciach z rozproszonymi źródłami energii możliwe jest występowanie również ujemnych spadków napięcia, w wyniku których obserwuje się wzrost wartości skutecznej napięcia w węzłach sieci. Występowanie ujemnych spadków napięcia związane jest ze zmianą kierunku przesyłu energii elektrycznej, gdy generacja z lokalnych źródeł jest większa niż zapotrzebowanie. Z taką sytuacją można spotkać się w szczególności w sieciach o dużym nasyceniu OZE, w okresach zwiększonej produkcji w lokalnych źródłach.

W celu zobrazowania opisanego powyżej zjawiska, na rysunku 1 przedstawiono schemat zastępczy oraz wykres wskazowy dla linii elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej pracującej w dwóch wariantach:

- wariant a – praca linii z przyłączonym na jej końcu (węzeł 2) odbiorem energii elektrycznej,
- wariant b – praca linii z przyłączonym na jej końcu źródłem wytwórczym.

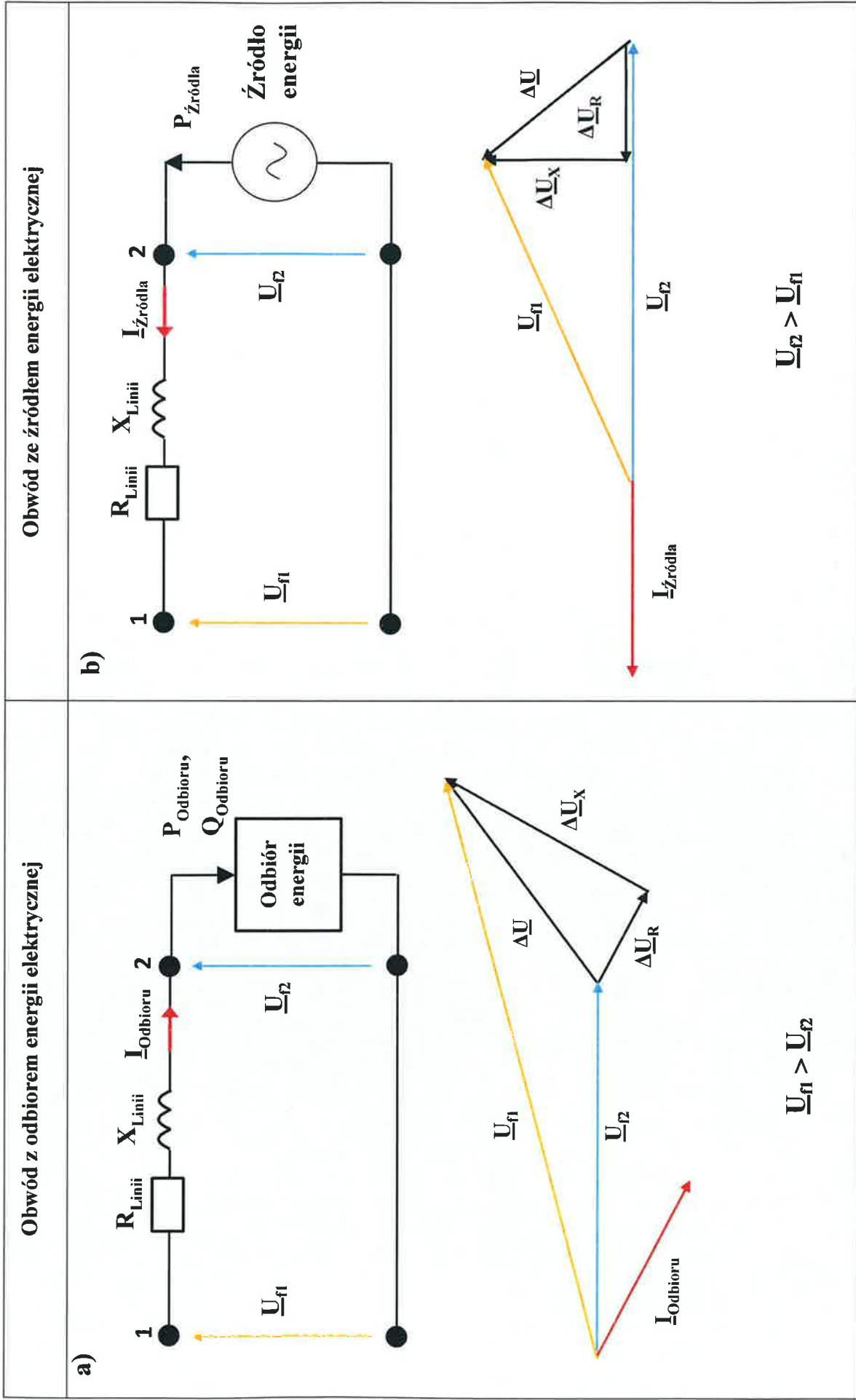
W pierwszym przypadku (rysunek 1a) widoczne jest obniżenie wartości napięcia na końcu linii, tzn. $U_{f1} > U_{f2}$. Z kolei, w drugim przypadku, gdy na końcu linii zainstalowane jest źródło energii (rysunek 1b), na skutek zmiany kierunku przesyłu energii elektrycznej można zaobserwować wzrost wartości napięcia w węźle 2, tzn. $U_{f2} > U_{f1}$.

W związku z powyższym, można zauważyć, iż utrzymanie wymaganego poziomu napięcia w poszczególnych węzłach sieci o dużym stopniu nasycenia rozproszonymi źródłami energii może więc stanowić dla operatora duży problem, tym bardziej, że liczba RZE instalowanych w sieciach elektroenergetycznych stale rośnie.

Oddziaływanie OZE na wartość napięcia zasilającego jest porównywalne do charakteru oddziaływania odbiorników zaburzających. Obecność OZE w sieci może prowadzić do wystąpienia takich zaburzeń elektromagnetycznych jak krótkotrwałe zmiany wartości skutecznej napięcia, zniekształcenie krzywej napięcia oraz asymetria napięć fazowych. Krótkotrwałe zmiany wartości skutecznej napięcia są efektem pracy m.in. mTW oraz źródeł PV. W obu przypadkach, wahania napięcia związane są ze zmianami aktualnie generowanej mocy, co jest efektem zmian dostępnej ilości energii pierwotnej, tj. energii słońca lub wiatru.

Wpływ na parametry napięcia zasilającego ma również sposób przyłączenia źródła energii do sieci zasilającej. Ze względu na rodzaj przemian energetycznych zachodzących w źródle energii oraz parametry generowanego napięcia OZE nie mogą zostać włączone bezpośrednio do sieci elektroenergetycznej. Wymusza to więc konieczność stosowania odpowiedniego interfejsu przyłączeniowego, tj. energoelektronicznego układu przekształtnikowego DC/DC - DC/AC. Obecność w sieci przekształtników energoelektronicznych prowadzi do zwiększenia poziomu wyższych harmonicznych prądu w trakcie pracy źródeł. To z kolei, przekłada się na zniekształcenia przebiegu napięcia w węźle przyłączenia źródła oraz w innych węzłach sieci. Stopień zniekształcenia napięcia uzależniony jest od liczby i wartości generowanych wyższych harmonicznych prądu oraz od sztywności sieci. Rozległe i słabe sieci dystrybucyjne nN o dużej wartości impedancji zwarciowej są bardziej podatne na tego rodzaju zakłócenia, przez co stopień zniekształcenia napięcia będzie w nich odpowiednio większy.

Znaczna większość OZE instalowana w sieciach dystrybucyjnych nN ze względu na stosunkowo niewielkie moce przyłączana jest do jednej fazy sieci. Najczęściej można spotkać się z 1-fazowymi instalacjami PV małych mocy. W większości przypadków decyzja o włączeniu źródła energii w wybraną fazę sieci elektroenergetycznej jest podejmowana indywidualnie przez właściciela instalacji i nie jest uzgadniana z operatorem sieci dystrybucyjnej. Brak odpowiednich wytycznych co do sposobu przyłączenia źródeł energii do sieci nN może prowadzić do sytuacji, gdzie większość źródeł zostanie włączona w jedną wybraną fazę sieci, powodując asymetrię obciążenia i może doprowadzić do jej przeciążenia. Taka praca OZE może dodatkowo pogłębiać asymetrię napięć w sieci, która na ogół wywołana jest pracą jednofazowych odbiorników energii.



Rysunek 1. Schemat zastępczy oraz wykres wskazowy dla linii elektroenergetycznej z zainstalowanym na końcu linii (węzeł 2) odbiorem energii elektrycznej (a), źródłem energii elektrycznej (b)

4. Stan nasycenia sieci niskiego napięcia instalacjami PV na terenie Gminy Rząśnia

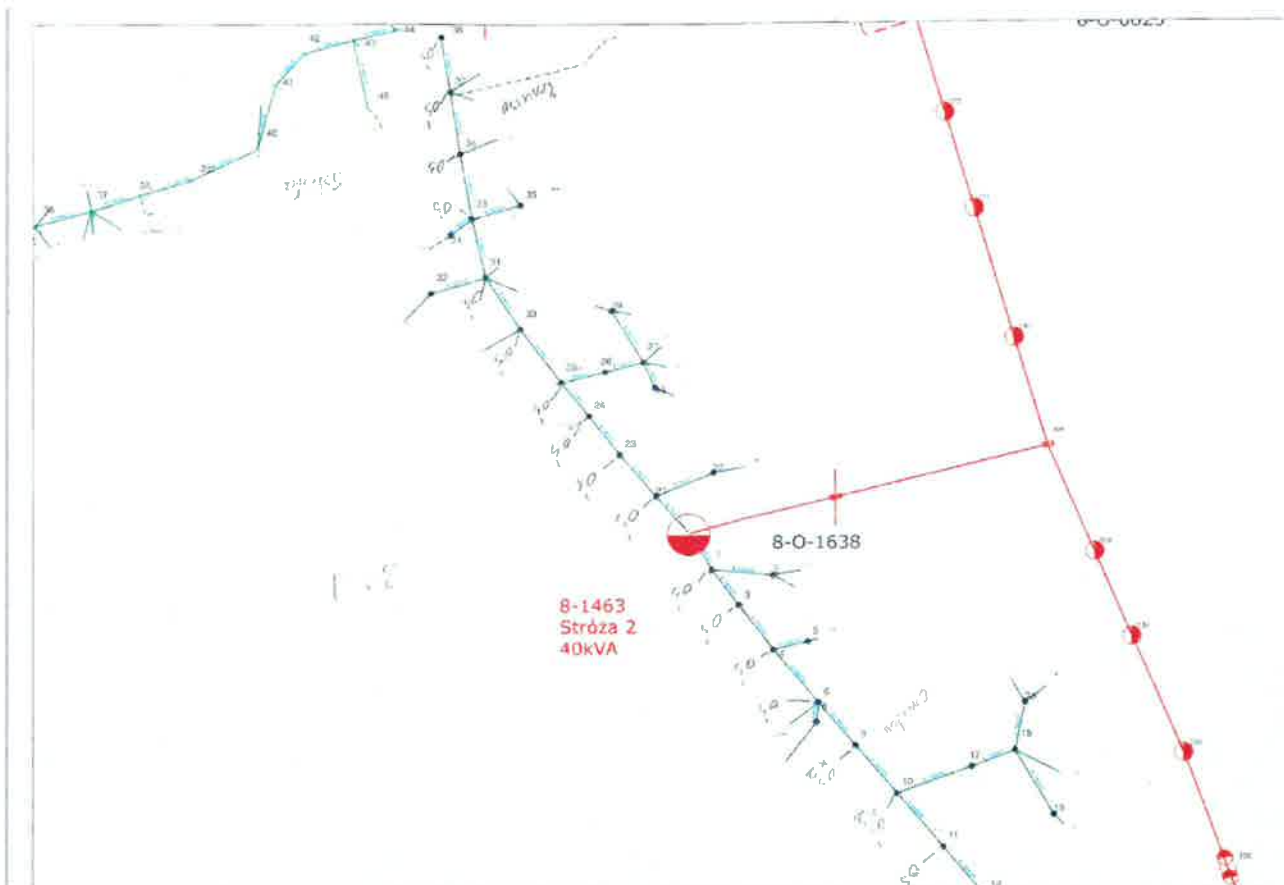
4.1. Dane sieci i instalacji PV

Podstawą do wykonania niniejszej analizy była dokumentacja techniczna dostarczona przez Zleceniodawcę. Swoim zakresem dokumentacja obejmowała wykaz stacji transformatorowych SN/nN znajdujących się na terenie Gminy Rząśnia wraz z numerami stacji oraz mocami znamionowymi zainstalowanych transformatorów (tabela 1), skany map prezentujących położenie stacji transformatorowych oraz słupów oświetleniowych przyłączonych do obwodów nN stacji (rysunek 2, 3 oraz 4), a także wykaz instalacji PV zainstalowanych w obrębie poszczególnych stacji SN/nN z uwzględnieniem typu zastosowanych w instalacjach prosumenckich falowników (tabela 2).

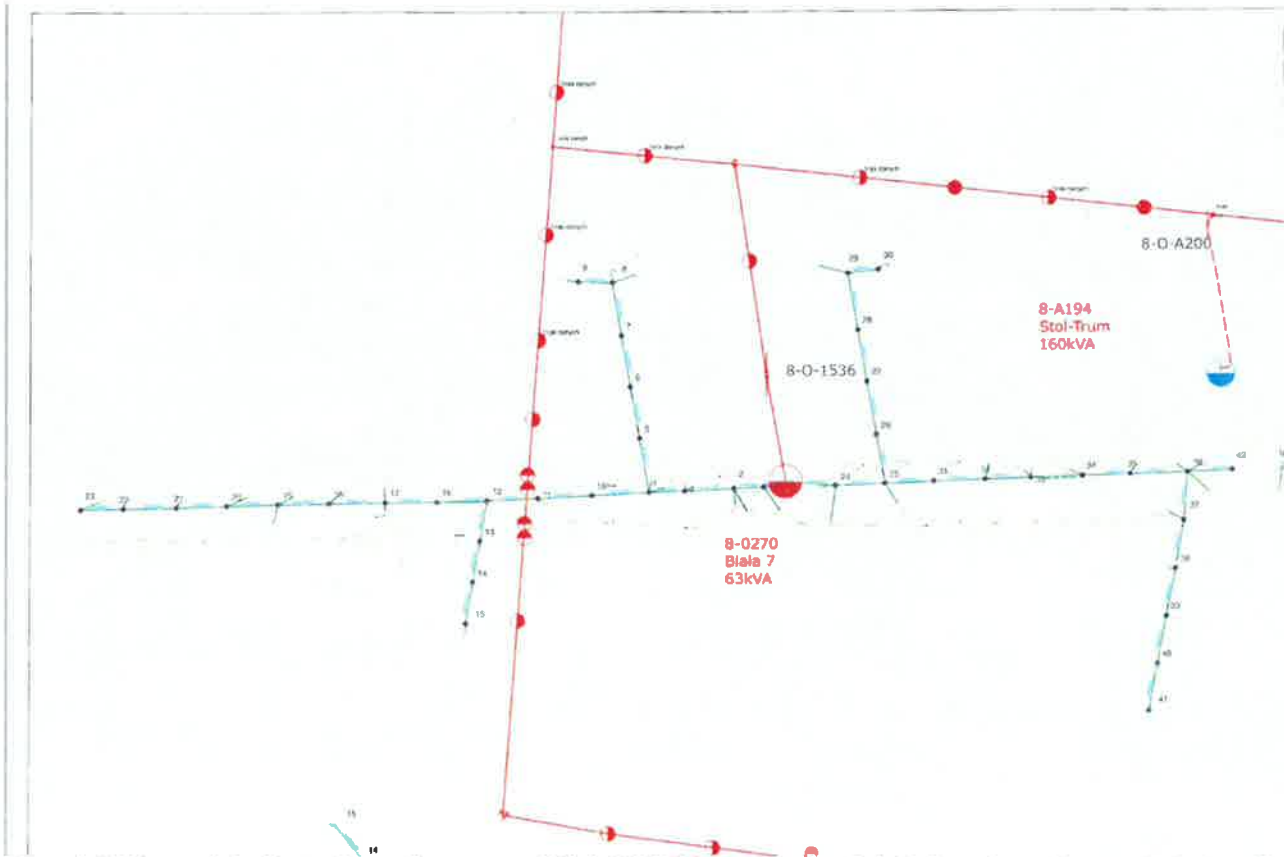
Tabela 1. Wykaz stacji transformatorowych SN/nN znajdujących się na terenie Gminy Rząśnia

Numer stacji	Nazwa stacji	Moc transformatora
8-0713	Rząśnia Ogrodowa	160kVA
8-1456	Rząśnia 1	160kVA
8-0521	Rząśnia Osiedle	100kVA
8-1467	Wykno-Trzcinica	40kVA
8-1454	Rekle	40kVA
8-2013	ZK SN Zielęcin	Brak danych
8-1438	Rekle Kolonia	40kVA
8-0243	Zielęcin 2	100kVA
8-1440	Zielęcin Kolonia	30kVA
8-1469	Zielęcin 1	63kVA
8-1455	Rychłowiec	63kVA
8-1439	Stróża Kolonia	63kVA
8-1463	Stróża 2	40kVA
8-1477	Ściągna	63kVA
8-1462	Stróża 1	50kVA
8-1403	Augustów	40kVA
8-1436	Broszęcin Kolonia 2	50kVA
8-1435	Broszęcin Kolonia 1	63kVA
8-1473	Broszęcin	63kVA
8-1443	Kopy	40kVA
8-1442	Kodrań	40kVA
8-1443	Kopy	40kVA
8-1450	Marcelin	50kVA
8-1404	Będków 1	100kVA
8-0166	Będków 3	63kVA
8-1405	Będków 2	30kVA
8-1470	Żary	40kVA
8-1651	Suchowola 1	40kVA

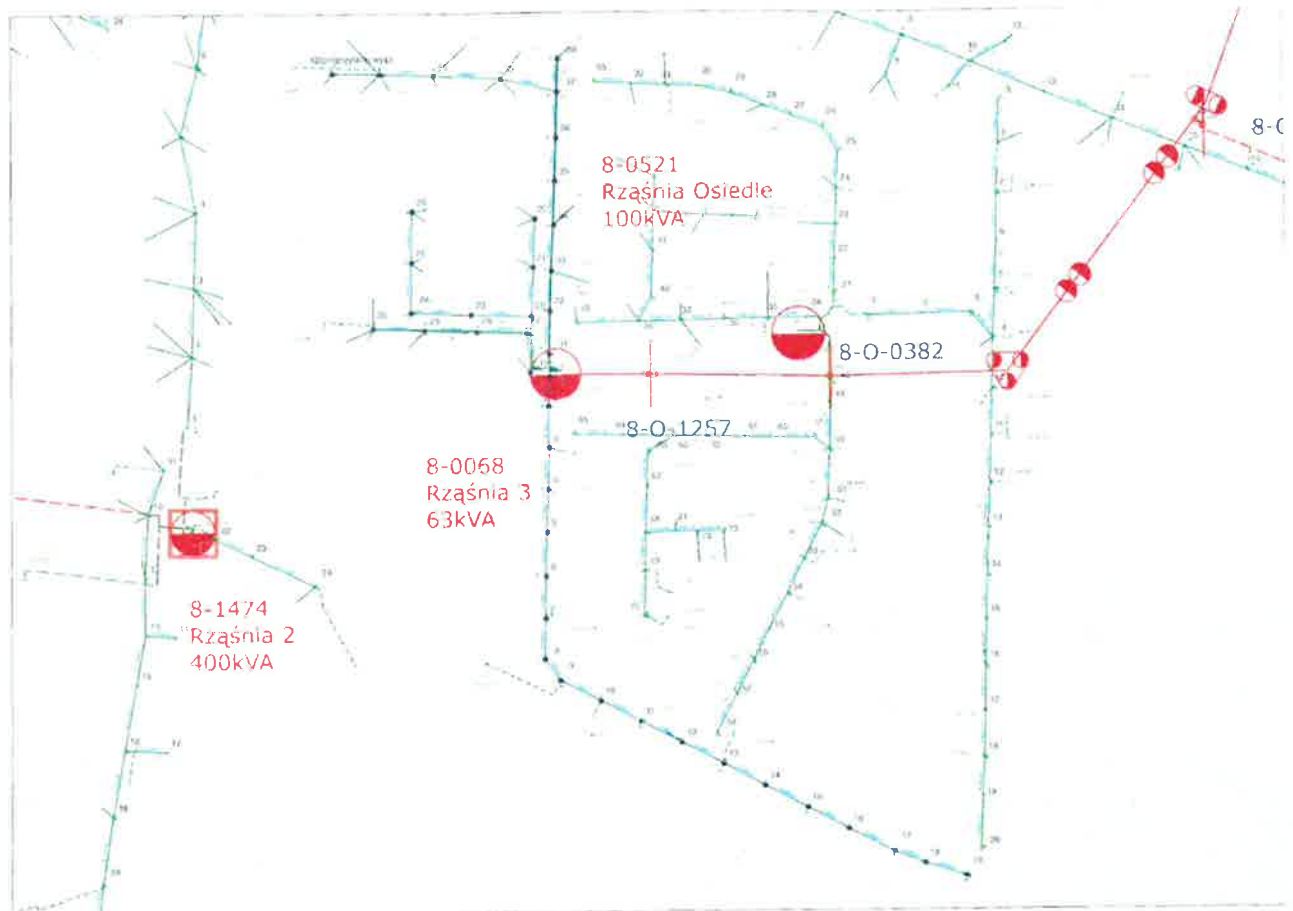
Numer stacji	Nazwa stacji	Moc transformatora
8-1472	Suchowola 2	100kVA
8-1433	Grabowiec Suchowola	100kVA
8-1426	Gawłów 1	40kVA
8-1427	Gawłów 2	40kVA
8-1428	Gawłów 3	40kVA
8-1429	Gawłów 4	75kVA
8-1428	Gawłów 3	40kVA
8-1430	Gawłów 5	20kVA
8-1431	Gawłów 6	63kVA
8-0405	Barany	100kVA
8-A148	Gawłów Ubojnia Drobiu	100kVA
8-1432	Gawłów 7	40kVA
8-0529	Biała GS	30kVA
8-1406	Biała 1	160kVA
8-0275	Biała 10	126kVA
8-0708	Biała 11	100kVA
8-1407	Biała 2	250kVA
8-1408	Biała 3	50kVA
8-1409	Biała 4	63kVA
8-0268	Biała 5	63kVA
8-0270	Biała 7	63kVA
8-A194	Stol-Trum	160kVA
8-0273	Biała 8	100kVA
8-0274	Biała 9	50kVA
8-0708	Biała 11	100kVA
8-0255	Rząśnia 4	40kVA
8-1474	Rząśnia 2	400kVA
8-0068	Rząśnia 3	63kVA
8-0521	Rząśnia Osiedle	100kVA
8-1474	Rząśnia 2	400kVA
8-0068	Rząśnia 3	63kVA
8-0521	Rząśnia Osiedle	100kVA
8-0713	Rząśnia Ogrodowa	160kVA
8-1456	Rząśnia 1	160kVA
8-0521	Rząśnia Osiedle	100kVA
8-0068	Rząśnia 3	63kVA
8-1458	Rząśnia Sucha	63kVA
8-0068	Rząśnia 3	63kVA
8-0521	Rząśnia Osiedle	100kVA
8-0713	Rząśnia Ogrodowa	160kVA
8-1456	Rząśnia 1	160kVA
8-1457	Rząśnia Jasień	100kVA
8-0637	Rząśnia Hydrofornia	800kVA
8-0365	Rząśnia 5	40kVA



Rysunek 2. Mapa położenia stacji transformatorowej Stróża 2 8-1463 oraz słupów oświetleniowych przyłączonych do obwodów nN stacji



Rysunek 3. Mapa położenia stacji transformatorowej Biała 7 8-0270 oraz słupów oświetleniowych przyłączonych do obwodów nN stacji



Rysunek 4. Mapa położenia stacji transformatorowej Rząśnia Osiedle 8-0521 oraz stłpów oświetleniowych przyłączonych do obwodów nN stacji

Tabela 2. Wykaz instalacji PV zainstalowanych w obrębie stacji transformatorowych SN/nN na terenie Gminy Rzaśnia

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	AUGUSTOW 8-1403	BEDKOW I 8-0166	BEDKOW II 8-1404	BEDKOW III 8-1405	BIALA I 8-0268	BIALA II 8-0269	BIALA III 8-0270	BIALA IV 8-0273	BIALA V 8-0274	BIALA VI 8-0275	BIALA VII 8-0525	BIALA VIII 8-0708	BIALA IX 8-1406	BIALA X 8-1407	BIALA XI 8-1408	BIALA XII 8-1409	BROSZECIN I 8-0803	BROSZECIN II 8-1473	BROSZECIN III 8-1435	GAWLOW I 8-1426	
MOC STACJI (kVA)	40	63	100	30	63	b.d.	63	100	50	126	30	100	160	250	50	63	b.d.	63	63	40	
1	SID Augustow 1A	2018 SID Bedkow 10A	BED Bedkow 51	BED Bedkow 34	PAB Biala 166	GOP Biala 111	SID Biala 82	SID Biala 15	PAB Biala 252	BED Biala 205a	PAB Biala 128	Biala 251E	2018 FPG Biala 125	EEX Biala 57/1	SID Biala 199	PAB Biala 237	BED Broszecin kolonia 13	PAB Broszecin 10	2018 SID Broszecin 35	SID Gawlow 43	
2	2018 SID Augustow 22	2018 SID Bedkow 10	2018 SID Bedkow 66	PAB Bedkow 28	PAB Biala 167	2018 SID Biala Ameryka 107	2018 SID Biala 74	SID Biala 22	PAB Biala 255	2018 SID Biala 211	Biala 126	Biala 251C	2018 PAB Biala 136	SID Biala 45	2018 SID Biala 184	SID Biala 234	SID Broszecin 35B	PAB Broszecin 7	2018 SID Broszecin Kolonia 8A	SID Gawlow 47	
3	2018 SID Augustow 180	2018 SID Bedkow 2	2018 SID Bedkow 45	SID Bedkow 29	PAB Biala 171	2018 FPG Biala Ameryka 103	2018 SID Biala 77	2018 SID Biala 9	SID Biala 264	Biala 208	Biala 126B		2018 PAB Biala 138	SID Biala 50	2018 BED Biala 182	2018 SID Biala 229	2018 SID Broszecin 42	SID Broszecin 15	2018 SID Broszecin Kolonia 8A	SID Gawlow 57	
4	2018 BED Augustow 6	2019 SID Bedkow 9	2018 SID Bedkow 36	2018 SID Bedkow 27	PAB Biala 157	2018 FPG Biala Ameryka 109	2018 SID Biala 97A	2018 SID Biala 19A	2018 SID Biala 202B	Biala 209A	Biala 127		2018 BED Biala 134a	SID Biala 53	2018 PAB Biala 190	2018 SID Biala 230	2018 SID Broszecin 34	SID Broszecin 24D		SID Gawlow 58	
5	2019 SID Augustow 4	2019 SID Bedkow 13	2018 FPG Bedkow 62	2018 SID Bedkow 23	2018 SID Biala 170	Biala 112	2018 SID Biala 98	2018 PAB Biala 25a	2018 BED Biala 244	Biala 209			2018 BED Biala 134b	2018 SID Biala 67A	2018 PAB Biala 201	2018 SID Biala 213	2018 SID Broszecin Kolonia 33	SID Broszecin 32		2018 SID Gawlow 50	
6	Augustow 16A	2019 BED Bedkow 4	2018 FPG Bedkow 65	2018 PAB Bedkow 28a	2018 SID Biala 147	Biala 105	2018 SID Biala 69A	2018 ORI Biala 22B	2018 FPG Biala 255A	Biala 206			2018 BED Biala 133	2018 SID Biala 51	2019 BED Biala 183	2018 FPG Biala 240A	2018 SID Broszecin 37	2018 SID Broszecin 27		2018 SID Gawlow 60	
7	Augustow 16E	Bedkow 16	2018 PAB Bedkow 37	2019 SID Bedkow 23A	2018 PAB Biala 143	Biala 113	2018 SID Biala 75	2018 FPG Biala 6A	2019 SID Biala 251B				2018 BED Biala 132	2018 PAB Biala 49	Biala 195	2018 FPG Biala 214A	2018 SID Broszecin 43A	2018 SID Broszecin 24B		2018 SID Gawlow 39	
8	Augustow 15	Bedkow 12	2018 FPG Bedkow 52	Bedkow 25	2018 PAB Biala 157A	Biala 104	2018 SID Biala 72	2018 PAB Biala 21c	2019 SID Biala 251A				2019 CHE Biala 124E	2018 FPG Biala 37	Biala 188A	2018 FPG Biala 218A	2018 SID Broszecin 34A	2018 SID Broszecin 21		2018 SID Gawlow 41	
9		Bedkow 3	2018 BED Bedkow 57	Bedkow 22A	2018 PAB Biala 159A	Biala 108	2018 SID Biala 71A	2018 PAB Biala 27A	Biala 244 A				Biala 122	2018 PAB Biala 34	Biala 197	2018 FPG Biala 214	2018 SID Broszecin 35A	2018 BED Broszecin 26		2018 SID Gawlow 34A	
10			2018 BED Bedkow 40	Bedkow 32	2018 PAB Biala 157B	Biala 110	2018 SID Biala 90A	2019 SID Biala 14	Biala 250				Biala 141	2018 PAB Biala 48	Biala 189A	2018 FPG Biala 224	2018 SID Broszecin Kolonia 5	2019 SID Broszecin 24A		2018 SID Gawlow 30	
11			2018 FPG Bedkow 64	Bedkow 33	2018 PAB Biala 144		2018 PAB Biala 83B	2019 SID Biala 14A	Biala 246				Biala 124	2018 PAB Biala 57/4	Biala 194	2019 SID Biala 221	2019 BED Broszecin 40	2019 SID Broszecin 14		2018 SID Gawlow 40	
12			2018 PAB Bedkow 47a	Bedkow 22	2019 SID Biala 145		2018 PAB Biala 87	2019 SID Biala 18	Biala 262				Biala 140	2019 BED Biala 42		Biala 226	2019 FKO Broszecin 4A	2019 SID Broszecin 24		2019 SID Gawlow 48	
13			2019 SID Bedkow 47		2019 BED Biala 168		2019 SID Biala 75A	2019 SID Biala 15A	Biala 251				Biala 132A	2019 BED Biala 69		Biala 216	Broszecin 39	2019 SID Broszecin 19		Gawlow 34	
14			2019 SID Bedkow 49		Biala 149		2019 SID Biala 80	2019 BED Biala 20	Biala 254				Biala 124 D	Biala 36		Biala 225	Broszecin 43	2019 BED Broszecin 11		Gawlow 31	
15			2019 SID Bedkow 69		Biala 158		2019 SID Biala 71	2019 BED Biala 16B	Biala 257				Biala 142	Biala 39		Biala 217A	Kol. Broszecin 11	2019 BED Broszecin 8		Gawlow 49	
16			2019 SID Bedkow 65A		Biala 163		2019 BED Biala 70	2019 TEM Biala 10A	Biala 256				Biala 123	Biala 22A		Biala 239	Kolonia Broszecin 1	Broszecin 16A		Gawlow 51	
17			2019 BED Bedkow 38		Biala 169		2019 BED Biala 85a	Biala 21					Biala 114	Biala 29		Biala 217B	Broszecin 40A	Broszecin 16		Gawlow 55	
18			2019 BED Bedkow 40a		Biala 155		2019 BED Biala 89	Biala 16						Biala 26		Biala 233	Broszecin 43B	Broszecin 20A		Gawlow 45	
19			2019 BED Bedkow 55		Biala 161A		Biala 92	Biala 9A						Biala 65				Broszecin 18			
20			Bedkow 43		Biala 164A		Biala 87A	Biala 5						Biala 48A				Broszecin 21A			
21			Bedkow 58				Biala 86							Biala 48B				Broszecin 6			
22			Bedkow 54				Biala 86 A							Biala 33				Broszecin 9			
23			Bedkow 34A				Biala 78							Biala 35				Broszecin 3			
24			Bedkow 50A				Biala 89A							Biala 51R				Broszecin 24E			
25			Bedkow 50				Biala 89B							Biala 51A				Broszecin 13			
26			Bedkow 42				Biala 91							Biala 72				Broszecin 31			
27							Biala 90											Broszecin 12			
28							Biala 81														
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					
51																					
52		1		1	3	4	1	1	2	3	1	1		4	1	2		2	5		4
53		3	11	3	7	7	3	11	7	3	1		7	7	4	8		8	4		7
54		1	7	1	2	6	7	6	7	2			1	2	1	1		2	6		1
55		2	2	4	1	4	1	7	2	3			1	7	9	2	4	3	9		3
56		1	3	4	3	3	5	2	2	3	1	2	1	1	3	3	3	3	2		3
57																					
Liczba źródeł PV w obrębie stacji transformatorowej SN/nN	8	9	26	12	20	10	28	20	16	6	4	2	17	26	11	18	18	27	2	18	
Sumaryczna moc PV na stacji [kW]	32	36	104	48	80	40	112	80	64	24	16	8	68	104	44	72	72	108	8	72	

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	GAWLOW II 8-1427	GAWLOW III 8-1428	GAWLOW IV 8-1429	GAWLOW V 8-1430	GAWLOW VI 8-1431	GAWLOW VII 8-1432	GORKA 8-0255	GRABOWIEC 8-1433	KODRAN 8-1442	KOPY 8-1443	MARCELIN 8-1450	REKLE I 8-1438	REKLE II 8-1454	Rekle III 8-0831	BOGUMILOWICE 8-1652	RYCHLOWIEC 8-1455	RZASNIA I 8-0068	RZASNIA II 8-0365	RZASNIA III 8-0521	RZASNIA IV 8-0637	
MOC STACJI (kVA)	40	40	75	20	63	40	40	100	40	40	50	40	40	b.d.	b.d.	63	63	40	100	800	
1	SID Gawlow 11	BED Gawlow 85	SID Gawlow 106	SID Gawlow 36	GOP Gawlow 74	2018 SID Gawlow 79	BED Rzasnia 1	SID Suchowola 94	BED Kodran 39	GOP Kopy 5	GOP Marcellin 2	SID Rekle 61	SID Rekle 28	2019 EEX Rekle 69A	2018 SID Rekle 56	BED Rychlowiec2	BED 30-lecia 13	BED Strazacka 12	BED Mickiewicza 34	SID Rzasnia 73C	
2	SID Gawlow 19	EEX Gawlow 98A	PAB Biata 180	2018 SID Gawlow 38	SID Gawlow 63	Gawlow 78	BED Rzasnia 7	SID Suchowola 95	SID Kodran 6	2018 BED Kopy 11	SID Marcellin 10	SID Rekle 62	SID Rekle 32		2018 SID Rekle 57	2018 SID Rychlowiec 3	BED Bielskiego 14	BED Strazacka 14	BED Reymonta 7	SID Rzasnia 73F	
3	SID Gawlow 20	PAB Gawlow 99	2018 FPG Biata 179A	2019 SID Gawlow 36A	SID Gawlow 64		BED Rzasnia Gorka 12	2018 BED Suchowola 95a	SID Kodran 8A	2018 BED Kopy 6a	SID Marcellin 11	2018 SID Rekle 72A	SID Rekle 6		2019 SID Rekle 53A	2018 SID Rekle 81	SID 30-lecia 20	BED Strazacka 3	FPG Reymonta 18	Rzasnica 73E	
4	SID Gawlow 23	2018 SID Gawlow 84	2018 FPG Biata 177	Gawlow 37	SID Gawlow 71A		SID Rzasnia 2A	2018 BED Suchowola 92	2018 SID Kodran 15	2018 BED Kopy 9a	2018 SID Marcellin 1	2018 SID Rekle 70A	2018 SID Rekle 68		2019 SID Rekle 52A	2018 SID Rekle 81	SID 30-lecia 16/17	SID Konopnickiej 4	SID Dabrowskiej 2		
5	SID Gawlow 27	2018 BED Gawlow 82	Gawlow 8		2018 SID Gawlow 66		2019 SID Rzasnia 09	2019 SID Suchowola 102A	2018 SID Kodran 20	2018 PAB Kopy 8	2018 BED Marcellin 9	2018 SID Rekle 70	2018 SID Rekle 18		Rekle 53		2018 SID Nowa 2	SID Konopnickiej 7A	SID Mickiewicza 10/12		
6	2018 SID Gawlow 29	2019 BED Gawlow 89	Biata 179		2018 SID Gawlow 62		Rzasnica 14A	Suchowola 91	2018 SID Kodran 9	2019 SID Kopy 15	Marcellin 18	2019 SID Rekle 70	2018 SID Rekle 44		Rekle 52		2018 SID Nowa 7	2018 SID Rzasnia 50	SID Mickiewicza 28		
7	2018 SID Gawlow 99A	Gawlow 87	Biata 180A		2019 SID Gawlow 73		Rzasnica 18	Suchowola 88	2018 SID Kodran 34	2019 SID Kopy 13	Marcellin 3	2019 SID Rekle 66	2018 SID Rekle 31				2018 SID Nowa 6	2018 SID Konopnickiej 1	SID Mickiewicza 41		
8	2018 SID Gawlow 14	Biata 173	Biata 175		Gawlow 65		Rzasnica 6A	Suchowola 104	2018 BED Kodran 32	2019 BED Kopy 7a	Marcellin 13	Rekle 60	2018 PAB Rekle 51				2018 SID Wysockiego 1	2018 SID Strazacka 11A	SID Norwida 17		
9	2019 SID Gawlow 22	Gawlow 96	Biata 178						2019 SID Kodran 2	Kopy 4	Marcellin 8	Rekle 64	2018 PAB Rekle 51				2018 SID Wysockiego 8	2018 BED Konopnickiej 18	SID Prusa 2		
10	2019 SID Gawlow 17	Gawlow 100	Gawlow 107						2018 BED Kodran 13	Kopy 14	Marcellin 6	Rekle 64	2019 SID Rekle 67				2018 SID Wysockiego 3	2018 PAB Konopnickiej 2	SID Sienkiewicza 10/11		
11	2019 SID Gawlow 25	Gawlow 94	Gawlow 103						2019 SID Kodran 21	Kopy 12	Marcellin 4		Rekle 2				2018 SID Wysockiego 1A	2018 PAB Konopnickiej 2	SID Asnyka 12/13		
12	2019 SID Gawlow 10	Gawlow 102	Gawlow 105						Kodran 16B	Kopy 6			Rekle 21				2018 SID Wysockiego 3	2018 SID Konopnickiej 21	2018 SID Sienkiewicza 10/11		
13	Gawlow 9								Kodran 20A	Kopy 7			Rekle 29				2018 BED Rzasnia 3	2018 SID Konopnickiej 21	2018 SID Sienkiewicza 10/11		
14	Gawlow 13								Kodran 11				Rekle 36				2018 BED Rzasnia 6	2019 SID Konopnickiej 8	2018 SID Reymonta 6		
15	Gawlow 15								Kodran 4				Rekle 36A				2018 EEX 30-lecia 10	2019 SID Konopnickiej 196	2018 SID Reymonta 21		
16	Gawlow 21								Kodran 1				Rekle 40				2018 FPG 30-lecia 21	2019 BED Konopnickiej 11	2018 SID Słowackiego 16		
17	Gawlow 42								Kodran 7				Rekle 11				2018 BED Rzasnia 4	2019 BED Strazacka 19	2018 SID Prusa 5		
18	Gawlow 16								Kodran 2A				Rekle 28A				2019 SID Nowa 3	2019 BED Strazacka 4	2018 SID Słowackiego 3		
19	Gawlow 28								Kodran 22				Rekle 16				2019 SID Wysockiego 19	ul. Strazacka 6	2018 FPG Mickiewicza 26		
20													Rekle 26				2019 BED Wysockiego 5a	Rzasnica 49A	2018 FPG Słowackiego 6		
21													Rekle 22A				2019 BED Wysockiego 4	Rzasnica 1A	2018 BED Rzasnia 13		
22													Rekle 42				2019 EEX Wysockiego 1	Rzasnica 1B	2018 FPG Prusa 3A		
23													Rekle 20				ul. Wysockiego 5	ul. Konopnickiej 7B	2018 FPG Reymonta 13		
24													Rekle 9				ul. Wysockiego 6	ul. Konopnickiej 5	2019 SID Mickiewicza 11		
25													Rekle 33				ul. 30-lecia 4	ul. Strazacka 10	2019 SID Asnyka 15		
26																	ul. 30-lecia 2	ul. Strazacka 7	2019 SID Reymonta 29		
27																	ul. 30-lecia 6	Rzasnica 49E	2019 SID Norwida 13		
28																	ul. Nowa 1A		2019 SID Reymonta 11		
29																	ul. Nowa 4		2019 SID Sienkiewicza 7		
30																	ul. 30-lecia 11		2019 BED Reymonta 8		
31																	ul. Nowa 8		ul. Reymonta 4		
32																	ul. Wysockiego 4		ul. Dabrowskiej 6/8		
33																	ul. Wysockiego 3		ul. Reymonta 22		
34																	ul. Bielskiego 15		ul. Reymonta 10		
35																	ul. Bielskiego 4		ul. Reymonta 3		
36																	ul. Bielskiego 9		ul. Mickiewicza 16		
37																	ul. 30-lecia 8/9		ul. Mickiewicza 2/4		
38																	ul. 30-lecia 14		ul. Mickiewicza 19		
39																	ul. Bielskiego 10/12		ul. Mickiewicza 13/15		
40																	ul. Waryńskiego 2		ul. Mickiewicza 39A		
41																	ul. Prusa 3		ul. Prusa 3		
42																	ul. Asnyka 9		ul. Asnyka 9		
43																	ul. Asnyka 10		ul. Asnyka 10		
44																	ul. Dabrowskiej 6/8		ul. Dabrowskiej 6/8		
45																	ul. Mickiewicza 8		ul. Mickiewicza 8		
46																	ul. Mickiewicza 30		ul. Mickiewicza 30		
47																	ul. Prusa 1		ul. Prusa 1		
48																	ul. Mickiewicza 46		ul. Mickiewicza 46		
49																	ul. Reymonta 5		ul. Reymonta 5		
50																	ul. Reymonta 9		ul. Reymonta 9		
51																	ul. Słowackiego 4		ul. Słowackiego 4		
52																	1	4	5	12	2
53																	2	11	8	11	
54																	3	5	3	7	
55																	7	4	4	13	1
56																	11	5	8	8	
57																					
Liczba źródeł PV w obszarze stacji transformatorowej SN/nN	19	12	12	4	8	2	8	8	19	13	11	10	25	1	6	4	41	27	51	3	
Sumaryczna moc PV na stacji [kW]	76	48	48	16	32	8	32	32	76	52	44	40	100	4	24	16	164	108	204	12	

4.2. Analiza stanu istniejącego

W oparciu o dane zawarte w dostarczonej dokumentacji wykonana została analiza obecnego stanu pracy sieci elektroenergetycznej nN oraz stacji transformatorowych SN/nN znajdujących się na terenie Gminy Rzaśnia. Szczegółowe dane dotyczące parametrów stacji transformatorowych z uwzględnieniem liczby źródeł PV przyłączonych do poszczególnych obwodów każdej ze stacji prezentuje tabela 3. W odpowiednich kolumnach tabeli wskazane zostały informacje dotyczące m.in. mocy znamionowych transformatorów w stacji SN/nN, liczby obwodów nN zasilanych ze stacji, liczby oraz sumarycznej mocy źródeł PV przyłączonych do poszczególnych obwodów nN, a także występujących przekroczeń lub dostępnej rezerwy mocy transformatora dystrybucyjnego.

Liczba oraz sumaryczna moc źródeł PV przyłączonych do poszczególnych obwodów nN stacji transformatorowych została wyznaczona w oparciu o wykonaną analizę map prezentujących położenie stacji oraz słupów oświetleniowych przyłączonych do obwodów nN stacji. Wartość przekroczenia/rezerwy mocy dla każdej stacji SN/nN oszacowana została na podstawie mocy znamionowej transformatora S_{nTr} oraz sumarycznej mocy przyłączonych po stronie niskiego napięcia źródeł fotowoltaicznych.

Zbiorcze zestawienie wyników wykonanej analizy dla stacji transformatorowych na terenie Gminy Rzaśnia prezentuje tabela 4. Zgodnie z otrzymanymi wynikami przekroczenia znamionowej mocy transformatora zidentyfikowano na następujących stacjach:

- | | |
|--|--|
| 1. Będków I 8-1404 – 4 % S_{nTr} | 14. Rzaśnia III 8-0068 – 160 % S_{nTr} |
| 2. Będków II 8-1405 – 60 % S_{nTr} | 15. Rzaśnia V 8-0365 – 170 % S_{nTr} |
| 3. Biała V 8-0268 – 27 % S_{nTr} | 16. Rzaśnia Osiedle 8-0521 – 104 % S_{nTr} |
| 4. Biała VII 8-0270 – 78 % S_{nTr} | 17. Stróża Kolonia 8-1439 – 2 % S_{nTr} |
| 5. Biała IX 8-0274 – 28 % S_{nTr} | 18. Stróża I 8-1462 – 132 % S_{nTr} |
| 6. Biała IV 8-1409 – 14 % S_{nTr} | 19. Stróża II 8-1463 – 50 % S_{nTr} |
| 7. Broszęcin 8-1473 – 71 % S_{nTr} | 20. Suchowola II 8-1472 – 88 % S_{nTr} |
| 8. Gawłów I 8-1426 – 80 % S_{nTr} | 21. Suchowola I 8-1651 – 140 % S_{nTr} |
| 9. Gawłów II 8-1427 – 90 % S_{nTr} | 22. Trzcinica 8-1467 – 30 % S_{nTr} |
| 10. Gawłów III 8-1428 – 20 % S_{nTr} | 23. Zielęcín II 8-0243 – 52 % S_{nTr} |
| 11. Kodrań 8-1442 – 90 % S_{nTr} | 24. Zielęcín I 8-1469 – 217 % S_{nTr} |
| 12. Kopy 8-1443 – 30 % S_{nTr} | 25. Żary 8-1470 – 160% S_{nTr} |
| 13. Rekle 8-1454 – 150 % S_{nTr} | |

Największa liczba (a co za tym idzie sumaryczna moc) źródeł PV i wynikające z niej przekroczenie znamionowej mocy transformatora występuje na stacji Zielęcín I 8-1469. Moc przyłączonych do stacji źródeł fotowoltaicznych ponad dwukrotnie przewyższa moc znamionową transformatora dystrybucyjnego (217 % $S_{n Tr}$). Podobną sytuację zidentyfikowano na stacji Rzaśnia V 8-0365 (170 % $S_{n Tr}$), Rzaśnia III 8-0068 (160 % $S_{n Tr}$), Żary 8-1470 (160 % $S_{n Tr}$), Rekle 8-1454 (150 % $S_{n Tr}$), Suchowola I 8-1651 (140 % $S_{n Tr}$), Stróża I 8-1462 (132 % $S_{n Tr}$) oraz Rzaśnia Osiedle 8-0521 (104 % $S_{n Tr}$). W pozostałych stacjach sumaryczna moc przyłączonych instalacji PV mieści się w zakresie mocy znamionowej transformatorów dystrybucyjnych.

Na podstawie uzyskanych wyników, należy spodziewać się, że przy tak wysokim stopniu nasycenia źródłami fotowoltaicznymi sieci elektroenergetycznej znajdującej się na terenie Gminy Rzaśnia, mogą w niej występować znaczne problemy z utrzymaniem wymaganej jakości napięcia zasilającego.

W uzgodnieniu z Zamawiającym w dalszej części opracowania przeprowadzona została szczegółowa analiza pracy stacji transformatorowej Biała VII 8-0270 oraz przyłączonych do niej po stronie nN instalacji PV.

Tabela 3. Szczegółowa analiza obecnego stanu pracy stacji transformatorowych SN/nN na terenie Gminy Rząśnia

Lp.	Oznaczenie stacji transformatorowej SN/nN Dane wejściowe	Oznaczenie stacji transformatorowej SN/nN Weryfikacja z mapkami PGE	Moc pozorna transformatora [kVA]	Liczba obwodów wychodzących ze stacji transformatorowej [szt.]	Numer obwodu (Oznaczenie PGE)	Liczba prosumentów przyłączonych do obwodu [szt.]	Sumaryczna moc instalacji PV na obwodzie [kW]	Najbardziej obciążony obwód stacji transformatorowej	Zweryfikowana sumaryczna moc źródeł PV na stacji transformatorowej [kW]	Sumaryczna moc źródeł PV na stacji transformatorowej - Dane Gmina Rząśnia [kW]	Istnieje przekroczenie / rezerwa mocy transformatora	Wartość przekroczenia mocy (znak "-") / rezerwy mocy transformatora [kVA]	Procentowa wartość przekroczenia / rezerwy mocy trafo [%]	Potencjalne problemy z jakością energii elektrycznej
1	AUGUSTOW 8-1403	AUGUSTOW 8-1403	40	2	Obwód 1 (02)	3	12	Obwód 2	32	32	Istnieje rezerwa mocy	8	20	Nie
					Obwód 2 (04)	5	20							
2	BEDKOW I 8-0166	BĘDKÓW III 8-0166	63	2	Obwód 1 (02)	6	24	Obwód 1	36	36	Istnieje rezerwa mocy	27	43	Nie
					Obwód 2 (04)	3	12							
3	BEDKOW II 8-1404	BĘDKÓW I 8-1404	100	2	Obwód 1 (02)	20	80	Obwód 1	104	104	Przekroczenie mocy	-4	4	Tak
					Obwód 2 (04)	6	24							
4	BEDKOW III 8-1405	BĘDKÓW II 8-1405	30	2	Obwód 1 (02)	8	32	Obwód 1	48	48	Przekroczenie mocy	-18	60	Tak
					Obwód 2 (04)	4	16							
5	BIAŁA I 8-0268	BIAŁA V 8-0268	63	2	Obwód 1 (01)	11	44	Obwód 1	80	80	Przekroczenie mocy	-17	27	Tak
					Obwód 2 (03)	9	36							
6	BIAŁA II 8-0269	BRAK w wykazie map PGE	Brak danych	Brak danych	BRAK w wykazie map PGE	BRAK w wykazie map PGE	BRAK w wykazie map PGE	Brak danych	0	40	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
7	BIAŁA III 8-0270	BIAŁA VII 8-0270	63	2	Obwód 1 (01)	12	48	Obwód 2	112	112	Przekroczenie mocy	-49	78	Tak
					Obwód 2 (03)	16	64							
8	BIAŁA IV 8-0273	BIAŁA VIII 8-0273	100	1	Obwód 1 (03)	20	80	Obwód 1	80	80	Istnieje rezerwa	20	20	Nie
9	BIAŁA V 8-0274	BIAŁA IX 8-0274	50	2	Obwód 1 (02)	8	32	Obwody obciążone równomiernie	64	64	Przekroczenie mocy	-14	28	Tak
					Obwód 2 (03)	8	32							
10	BIAŁA VI 8-0275	BIAŁA X 8-0275	126	2	Obwód 1 (01)	3	12	Obwody obciążone równomiernie	24	24	Istnieje rezerwa mocy	102	81	Nie
					Obwód 2 (03)	3	12							
11	BIAŁA VII 8-0529	BIAŁA GS 8-0529	30	1	Obwód 2 (02)	4	16	Obwód 2	16	16	Istnieje rezerwa	14	47	Nie
12	BIAŁA VIII 8-0708	BIAŁA XI Czy adresy Biała 251E i 251C nie należą do Stacji Biała IX 0274 ?	100	Brak danych	BRAK w wykazie map PGE	BRAK w wykazie map PGE	BRAK w wykazie map PGE	Brak danych	0	8	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
13	BIAŁA IX 8-1406	BIAŁA I 8-1406	160	3	Obwód 1 (01)	5	20	Obwód 2	68	68	Istnieje rezerwa mocy	92	58	Nie
					Obwód 2 (02)	11	44							
					Obwód 3 (03)	1	4							
14	BIAŁA X 8-1407	BIAŁA II 8-1407	250	3	Obwód 1 (01)	6	24	Obwód 3	104	104	Istnieje rezerwa mocy	146	58	Nie
					Obwód 2 (02)	5	20							
					Obwód 3 (04)	15	60							
15	BIAŁA XI 8-1408	BIAŁA III 8-1408	50	2	Obwód 1 (01)	5	20	Obwód 2	44	44	Istnieje rezerwa mocy	6	12	Nie
					Obwód 2 (03)	6	24							
16	BIAŁA XII 8-1409	BIAŁA IV 8-1409	63	2	Obwód 1 (01)	10	40	Obwód 2	72	72	Przekroczenie mocy	-9	14	Tak
					Obwód 2 (03)	8	32							
17	BROSZECIN I 8-0803	BRAK w wykazie map PGE	Brak danych	Brak danych	BRAK w wykazie map PGE	BRAK w wykazie map PGE	BRAK w wykazie map PGE	Brak danych	0	72	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
18	BROSZECIN II 8-1473	BROSZĘCIN 8-1473	63	2	Obwód 1 (01)	15	60	Obwód 1	108	108	Przekroczenie mocy	-45	71	Tak
					Obwód 2 (02)	12	48							
19	BROSZECIN III 8-1435	BROSZĘCIN KOL. I 8-1435	63	1	Obwód 1 (02)	2	8	Obwód 1	8	8	Istnieje rezerwa mocy	55	87	Nie
20	GAWLOW I 8-1426	GAWLOW I 8-1426	40	2	Obwód 1 (01)	10	40	Obwód 1	72	72	Przekroczenie mocy	-32	80	Tak
					Obwód 2 (02)	8	32							
21	GAWLOW II 8-1427	GAWLOW II 8-1427	40	2	Obwód 1 (01)	12	48	Obwód 1	76	76	Przekroczenie mocy	-36	90	Tak
					Obwód 2 (02)	7	28							
22	GAWLOW III 8-1428	GAWLOW III 8-1428	40	2	Obwód 1 (01)	6	24	Obwody obciążone równomiernie	48	48	Przekroczenie mocy	-8	20	Tak
					Obwód 2 (02)	6	24							
23	GAWLOW IV 8-1429	GAWLOW IV 8-1429	75	3	Obwód 1 (01)	7	28	Obwód 1	48	48	Istnieje rezerwa mocy	27	36	Nie
					Obwód 2 (02)	4	16							
					Obwód 3 (03)	1	4							
24	GAWLOW V 8-1430	GAWLOW V 8-1430 (nie zgadza się mapka PGE)	20	1	Obwód 1 (01)	4	16	Obwód 1	16	16	Istnieje rezerwa mocy	4	20	Nie
25	GAWLOW VI 8-1431	GAWLOW VI 8-1431	63	2	Obwód 1 (01)	4	16	Obwody obciążone równomiernie	32	32	Istnieje rezerwa mocy	31	49	Nie
					Obwód 2 (02)	4	16							
26	GAWLOW VII 8-	GAWLOW VII 8-1432	40	1	Obwód 1 (03)	2	8	Obwód 1	8	8	Istnieje rezerwa	32	80	Nie
27	GORKA 8-0255	RZAŚNIA IV 8-0255	40	2	Obwód 1 (01)	3	12	Obwód 2	32	32	Istnieje rezerwa mocy	8	20	Nie
					Obwód 2 (03)	5	20							
28	GRABOWIEC 8-1433	GRABOWIEC 8-1433	100	2	Obwód 1 (02)	6	24	Obwód 1	32	32	Istnieje rezerwa mocy	68	68	Nie
					Obwód 2 (03)	2	8							
29	KODRAN 8-1442	KODRAN 8-1442	40	2	Obwód 1 (01)	7	28	Obwód 2	76	76	Przekroczenie mocy	-36	90	Tak
					Obwód 2 (03)	12	48							
30	KOPY 8-1443	KOPY 8-1443	40	2	Obwód 1 (01)	10	40	Obwód 1	52	52	Przekroczenie mocy	-12	30	Tak
					Obwód 2 (02)	3	12							
31	MARCELIN 8-1450	MARCELIN 8-1450	50	2	Obwód 1 (01)	1	4	Obwód 2	44	44	Istnieje rezerwa mocy	6	12	Nie
					Obwód 2 (02)	10	40							

Lp.	Oznaczenie stacji transformatorowej SN/nN Dane wejściowe	Oznaczenie stacji transformatorowej SN/nN Weryfikacja z mapkami PGE	Moc pozorna transformatora [kVA]	Liczba obwodów wychodzących ze stacji transformatorowej [szt.]	Numer obwodu (Oznaczenie PGE)	Liczba prosumentów przyłączonych do obwodu [szt.]	Sumaryczna moc instalacji PV na obwodzie [kW]	Najbardziej obciążony obwód stacji transformatorowej	Zweryfikowana sumaryczna moc źródeł PV na stacji transformatorowej [kW]	Sumaryczna moc źródeł PV na stacji transformatorowej - Dane Gmina Rząśnia [kW]	Istnieje przekroczenie / rezerwa mocy transformatora	Wartość przekroczenia mocy (znak "-") / rezerwy mocy transformatora [kVA]	Procentowa wartość przekroczenia / rezerwy mocy trafo [%]	Potencjalne problemy z jakością energii elektrycznej
32	REKLE I 8-1438	REKLE KOL. I nie można odczytać danych z map PGE - sfaba jakość	40	Nie można odczytać danych z map PGE	nie można odczytać danych z map PGE	nie można odczytać danych z map PGE	Nie można odczytać danych z map PGE	Brak danych	0	40	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
33	REKLE II 8-1454	REKLE 8-1454	40	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	10 15	40 60	Obwód 2	100	100	Przekroczenie mocy	-60	150	Tak
34	Rekle III 8-0831	BRĄK w wykazie map PGE (do wyjaśnienia adres Rekle 69A)	Brak danych	Brak danych	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	Brak danych	0	4	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
35	BOGUMIŁOWICE 8-1652	BRĄK w wykazie map PGE	Brak danych	Brak danych	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	Brak danych	0	24	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
36	RYCHŁOWIEC 8-1455	RYCHŁOWIEC 8-1455 (do wyjaśnienia adres 2018 SID Rekle 81)	63	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	1 2	4 8	Obwód 2	12	16	istnieje rezerwa mocy	47	75	Nie
37	RZASŃA I 8-0068	RZASŃA III 8-0068 (do wyjaśnienia adres 2018 BED Rzasnia 3, 2018 BED Rzasnia 4, 2018 BED Rzasnia 6)	63	6	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02) Obwód 3 (03) Obwód 4 (04) Obwód 5 (05) Obwód 6 (06)	7 9 8 4 7 3	28 36 32 16 28 12	Obwód 2	152	164	Przekroczenie mocy	-101	160	Tak
38	RZASŃA II 8-0365	RZASŃA V 8-0365	40	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (03)	13 14	52 56	Obwód 2	108	108	Przekroczenie mocy	-68	170	Tak
39	RZASŃA III 8-0521	RZASŃA OSIEDLE 8-0521 (Do wyjaśnienia adres 2018 BED Rzasnia 13)	100	5	Obwód 1 (01) Obwód 2 (03) Obwód 3 (04) Obwód 4 (05) Obwód 5 (06)	15 7 11 7 10	60 28 44 28 40	Obwód 1	200	204	Przekroczenie mocy	-104	104	Tak
40	RZASŃA IV 8-0637	RZASŃA HYDROFORNIA 8-	800	1	Obwód 1 (04)	3	12	Obwód 4	12	12	Istnieje rezerwa	788	99	Nie
41	RZASŃA V 8-0713	RZASŃA OGRODOWA - Brak stacji transformatorowej	160	Brak stacji transformatorowej	Brak stacji transformatorowej	Brak stacji transformatorowej	Brak stacji transformatorowej	Brak danych	0	0	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
42	RZASŃA VI 8-1456	RZASŃA 1 8-1456 (Do wyjaśnienia adres 2018 BED Rzasnia 27, Rzasnia 28, Rzasnia 29)	160	2	Obwód 1 (02) Obwód 2 (03)	8 18	32 72	Obwód 2	104	116	Istnieje rezerwa mocy	44	28	Nie
43	RZASŃA VII 8-1457	RZASŃA JASIEŃ 8-1457	100	2	Obwód 1 (02) Obwód 2 (03)	16 1	64 4	Obwód 1	68	68	Istnieje rezerwa mocy	32	32	Nie
44	RZASŃA VIII 8-1474	RZASŃA 2 8-1474	400	3	Obwód 1 (02) Obwód 2 (03) Obwód 3 (05)	13 3 1	52 12 4	Obwód 1	68	68	Istnieje rezerwa mocy	332	83	Nie
45	SCIEGNA 8-1477	SCIEGNA 8-1477	63	1	Obwód 1 (01)	11	44	Obwód 1	44	44	Istnieje rezerwa	19	30	Nie
46	STROZA I 8-1439	STRÓŻA KOLONIA 8-1439	63	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	10 6	40 24	Obwód 1	64	64	Przekroczenie mocy	-1	2	Tak
47	STROZA II 8-1462	STRÓŻA I 8-1462	50	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	18 11	72 44	Obwód 1	116	116	Przekroczenie mocy	-66	132	Tak
48	STROZA III 8-1463	STRÓŻA II 8-1463	40	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (03)	9 6	36 24	Obwód 1	60	60	Przekroczenie mocy	-20	50	Tak
49	SUCHOWOLA I 8-1458	RZASŃA SUCHA 8-1458	63	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	7 6	28 24	Obwód 1	52	52	Istnieje rezerwa mocy	11	17	Nie
50	SUCHOWOLA II 8-1472	SUCHOWOLA II 8-1472	100	3	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02) Obwód 3 (03)	19 13 15	76 52 60	Obwód 1	188	188	Przekroczenie mocy	-88	88	Tak
51	SUCHOWOLA III 8-1651	SUCHAWOLA I 8-1651	40	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	17 7	68 28	Obwód 1	96	96	Przekroczenie mocy	-56	140	Tak
52	TRZCINICA 8-1467	TRZCINICA 8-1467	40	2	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02)	1 12	4 48	Obwód 2	52	52	Przekroczenie mocy	-12	30	Tak
53	ZIELECIN I 8-0243	ZIELECIN II 8-0243	100	3	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02) Obwód 3 (03)	23 9 6	92 36 24	Obwód 1	152	152	Przekroczenie mocy	-52	52	Tak
54	ZIELECIN I 8-1440	ZIELECIN KOLONIA BRĄK w wykazie map PGE	30	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	Brak danych	0	20	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych
55	ZIELECIN II 8-1469	ZIELECIN 1 8-1469	63	3	Obwód 1 (01) Obwód 2 (02) Obwód 3 (03)	8 34 8	32 136 32	Obwód 2	200	200	Przekroczenie mocy	-137	217	Tak
56	ZARY 8-1470	ZARY 8-1470	40	2	Obwód 1 (02) Obwód 2 (03)	21 5	84 20	Obwód 1	104	104	Przekroczenie mocy	-64	160	Tak
57	CHRUŚCIŃSKIE 7-0135	BRĄK w wykazie map PGE	b.d	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	BRĄK w wykazie map PGE	Brak danych	0	20	Brak danych	Brak danych	Brak danych	Brak danych

Tabela 4. Zbiorcze zestawienie wyników wykonanej analizy dla stacji transformatorowych SN/nN na terenie Gminy Rząśnia

Sumaryczna moc zweryfikowanych źródeł PV na terenie Gminy Rząśnia [kW]	Sumaryczna moc źródeł PV na terenie Gminy Rząśnia Dane z gminy [kW]	Niezweryfikowana moc źródeł PV (brak danych) [kW]	Niezweryfikowana liczba źródeł PV (brak danych) [szt.]	Liczba stacji transformatorowych dla których moc instalacji PV przekracza moc znamionową transformatora [szt.]
3488	3748	260	65	25

5. Szczegółowa analiza pracy stacji transformatorowej Biała VII 8-0270

5.1. Uwagi ogólne

Podstawą wykonania dalszej części analizy były dane pomiarowe dostarczone przez Zleceniodawcę pozyskane z poszczególnych instalacji PV zainstalowanych w sieci niskiego napięcia zasilanej ze stacji transformatorowej SN/nN Biała VII 8-0270. Otrzymane dane pochodzą z instalacji prosumenckich, w których zastosowano falowniki Wolta firmy Spirvent o mocy 4 kW oraz falowniki firmy Q3, tj. falowniki QY4080S również o mocy 4 kW.

Szczegółowy wykaz instalacji PV przyłączonych po stronie nN do obwodu nr 1 oraz nr 2 stacji transformatorowej Biała VII 8-0270 wraz z informacją o długości okresu zarejestrowanych danych pomiarowych dla poszczególnych instalacji zamieszczono w tabeli 5. Okres rejestracji danych dla instalacji z falownikami firmy Q3 we wszystkich przypadkach był taki sam i obejmował przedział czasu od 01.03.2021 r. do 14.03.2021 r. Dla instalacji prosumenckich SID Biała 82, 2018 SID Biała 98, 2018 PAB Biała 87, 2019 SID Biała 71, 2019 BED Biała 89 nie dostarczono żadnych danych pomiarowych. Przeważająca większość instalacji PV z falownikami firmy Q3 przyłączona jest do obwodu numer 1 (01- oznaczenie mapy PGE) stacji SN/nN. Tylko instalacje 2018 SID Biała 98, 2018 SID Biała 97A, 2018 SID Biała 90A oraz 2019 BED Biała 85a przyłączone są do obwodu numer 2.

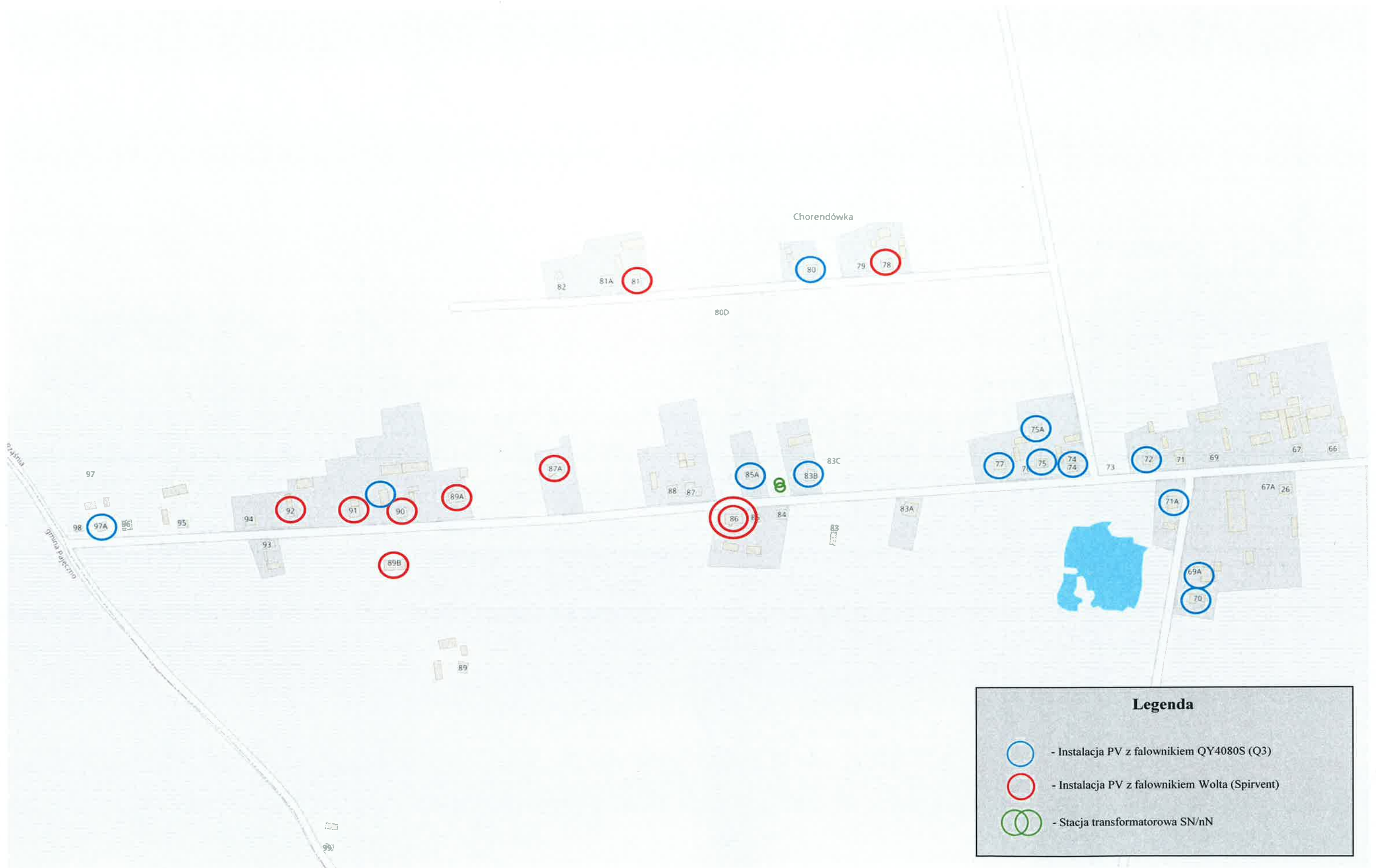
Okres zarejestrowanych danych pomiarowych w przypadku instalacji PV z falownikami firmy Spirvent dla większości instalacji obejmuje przedział czasu od 31.12.2019 r. do początku maja 2020 r. W przypadku instalacji Biała 92 okres zarejestrowanych danych jest inny i obejmuje krótszy przedział czasu, tzn. od 04.06.2020 r. do 26.11.2020 r.. Wszystkie instalacje PV z falownikami Wolta przyłączone są po stronie nN do obwodu nr 2 (03- oznaczenie mapy PGE) analizowanej stacji transformatorowej SN/nN.

Zamieszczony poniżej rysunek 5 przedstawia uproszczoną mapę rozmieszczenia poszczególnych instalacji PV (z podziałem instalacji na rodzaje zastosowanych falowników) względem stacji transformatorowej Biała VII 8-0270.

W kolejnych podpunktach niniejszego opracowania zaprezentowano oraz szczegółowo omówiono przykładowe dane pomiarowe wybranych instalacji PV z falownikami firmy Q3 oraz Spirvent. Ponadto, dla wybranych dni, zamieszczono wyniki z przeprowadzonej analizy pracy poszczególnych instalacji przyłączonych do stacji transformatorowej Biała VII 8-0270.

Tabela 5. Wykaz instalacji PV przyłączonych do stacji transformatorowej SN/nN Biała VII 8-0270

BIAŁA VII 8-0270					
Moc Transformatora			Dane pomiarowe	Okres pomiarowy	
63				Od	Do
Numer instalacji	Numer obwodu (oznaczenie obwodu - PGE)	Rodzaj falownika			
SID Biała 82	2 (3)	QY4080S	Brak danych	Brak danych	Brak danych
2018 SID Biała 74	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 77	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 97A	2 (3)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 98	2 (3)	QY4080S	Brak danych	Brak danych	Brak danych
2018 SID Biała 69A	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 75	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 72	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 71A	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 SID Biała 90A	2 (3)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 PAB Biała 83B	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2018 PAB Biała 87	2 (3)	QY4080S	Brak danych	Brak danych	Brak danych
2019 SID Biała 75A	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2019 SID Biała 80	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2019 SID Biała 71	1(1)	QY4080S	Brak danych	Brak danych	Brak danych
2019 BED Biała 70	1(1)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2019 BED biała 85a	2 (3)	QY4080S	Dostarczono dane	01 marzec 2021, 00:00:00	14 marzec 2021, 18:00
2019 BED Biała 89	2 (3)	QY4080S	Brak danych	Brak danych	Brak danych
Biała 92	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	4 czerwiec 2020, 12:39:39	26 listopad 2020, 11:09:38
Biała 87A	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:33	2 maj 2020, 01:09:43
Biała 86	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:19	6 maj 2020, 23:14:58
Biała 86 A	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:01	3 maj 2020, 06:53:34
Biała 78	1(1)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:06	14 maj 2020, 01:38:12
Biała 89A	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	21 styczeń 2020, 13:13:44	23 lipiec 2020, 11:06:14
Biała 89B	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:56	30 kwiecień 2020, 19:41:02
Biała 91	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:11	12 maj 2020, 01:42:24
Biała 90	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	1 styczeń 2020, 00:16:13	12 październik 2020, 09:01:09
Biała 81	2 (3)	Volta	Dostarczono dane	31 grudzień 2019, 23:00:18	22 maj 2020, 14:19:56



Rysunek 5. Mapa położenia instalacji prosumenckich zainstalowanych w obrębie stacji transformatorowej Biała VII 8-0270

5.2. Dane pomiarowe

Przykładowe dane pomiarowe zarejestrowane dla instalacji PV, w których wykorzystywane są falowniki Wolta, tj. instalacja Biała 78 oraz Biała 89 A prezentują tabele 6 oraz 7. Dane pomiarowe w poszczególnych kolumnach tabel dotyczące aktualnej mocy czynnej falownika, prądu oraz wartości skutecznej napięcia w fazie przyłączenia instalacji do sieci elektrycznej były rejestrowane w 30-sekundowych interwałach czasowych. Zastosowany odpowiednio mały krok pomiarowy pozwolił na uzyskanie bardzo dużej ilości dokładnych danych umożliwiających wykonanie szczegółowej analizy pracy poszczególnych instalacji PV z falownikami firmy Spirvent. Na podstawie dostarczonych przez Zamawiającego danych pomiarowych można zauważyć pewną nieścisłość związaną z formatem zapisu danych dotyczących wartości skutecznej prądu generowanego przez instalacje do sieci zasilającej. Dla przeważającej ilości danych pomiarowych konieczne było ponowne oszacowanie wartości prądu. Należy podkreślić, iż dostarczone dane pomiarowe dla instalacji PV z falownikami Wolta nie zawierają informacji o tym, do której fazy sieci instalacje zostały przyłączone.

Przekazane do analizy dane pomiarowe instalacji z falownikami firmy Q3 stanowią uśrednione w przedziałach 5-minutowych wartości rejestrowanej mocy czynnej falowników, prądu oraz wartości skutecznej napięcia w fazie przyłączenia falownika do sieci. Przykładowe dane pomiarowe pochodzące z instalacji PV z zainstalowanymi falownikami QY4080S przedstawione zostały w tabeli 8 i 9. Cechą charakterystyczną dostarczonych pomiarów dla wszystkich instalacji z falownikami Q3 jest brak rejestracji wymaganych parametrów pracy instalacji PV o pełnych godzinach doby, np. 06:00:00, 07:00:00, 08:00:00 itd.. Należy podkreślić, iż ze względu na stosunkowo długi krok pomiarowy oraz zastosowane uśrednianie wartości liczbowych rejestrowanych wielkości pomiarowych dostarczone dane pozwalają jedynie na wykonanie stosunkowo uproszczonej analizy pracy instalacji z falownikami QY4080S. Podobnie jak to miało miejsce dla instalacji z falownikami firmy Spirvent, również w przypadku pomiarów z instalacji z falownikami Q3 dane nie dostarczają szczegółowych informacji, do której fazy zostały przyłączone analizowane instalacje PV.

Ze względu na niejednorodność, pod kątem czasu rejestracji oraz częstotliwości dokonywanych pomiarów, zakres dostarczonych danych dla Prosumentów z falownikami QY4080S i Wolta, analiza pracy instalacji przyłączonych do stacji transformatorowej Biała VII 8-0270 zostanie wykonana oddzielnie dla obu rodzajów instalacji i w efekcie oddzielnie dla obu obwodów stacji. W związku z powyższym, instalacje PV z falownikami Q3 przyłączone do obwodu numer 2 stacji transformatorowej, dla których dostarczono dane pomiarowe, tj. 2018 SID Biała 97A, 2018 SID Biała 90A, 2019 BED Biała 85A nie zostały uwzględnione w analizie dla tego obwodu.

Tabela 6. Przykładowe dane pomiarowe z instalacji Biała 78 z dnia 24.03.2020 r.

Time step	Moc [W]	Napięcie [V]	Prąd [A]
1,58503E+12	611,5386	243,2531	01,02,5263
1,58503E+12	615,2916	243,4636	01,02,5396
1,58503E+12	617,3658	244,2064	01,02,5402
1,58503E+12	622,7756	244,3863	01,02,5606
1,58503E+12	627,1981	244,8937	01,02,5736
1,58503E+12	633,6478	245,0334	01,02,5981
1,58503E+12	635,4138	244,7542	01,02,6083
1,58503E+12	637,8594	244,6795	2,619
1,58503E+12	643,6817	244,5769	01,02,6439
1,58503E+12	648,8661	244,8292	01,02,6624
1,58503E+12	651,772	244,9217	2,673
1,58503E+12	660,3863	244,9504	01,02,7077
1,58503E+12	663,951	245,0588	01,02,7211
1,58503E+12	667,7147	245,0275	01,02,7366
1,58503E+12	672,621	245,1989	2,755
1,58503E+12	676,1706	245,2448	01,02,7688
1,58503E+12	680,9299	245,041	01,02,7905
1,58503E+12	682,9037	245,1195	01,02,7976
1,58503E+12	689,9075	245,136	01,02,8258
1,58503E+12	694,1092	245,2379	01,02,8418
1,58503E+12	699,0618	243,5567	01,02,8816
1,58503E+12	701,9715	243,5429	01,02,8937
1,58503E+12	708,7618	243,9068	01,02,9172
1,58503E+12	712,8165	243,7704	01,02,9355
1,58503E+12	717,2881	243,3313	01,02,9591
1,58503E+12	722,2321	244,2053	01,02,9687
1,58503E+12	727,9482	244,0258	01,02,9944
1,58503E+12	728,751	243,7909	3,0003
1,58503E+12	729,6428	243,5164	3,0073
1,58503E+12	736,2343	243,0952	3,0396
1,58503E+12	741,5288	243,4682	3,0565
1,58503E+12	745,4749	242,9386	3,0794
1,58503E+12	749,4341	242,4167	3,1026
1,58503E+12	750,5699	242,951	3,1001
1,58503E+12	757,7474	243,1362	3,1273
1,58503E+12	763,8402	243,2233	3,1513
1,58503E+12	767,6606	242,9033	3,1711
1,58503E+12	769,2377	243,0467	3,1756
1,58503E+12	776,7269	243,1722	01,03,2048
1,58503E+12	781,8261	243,2477	01,03,2247
1,58503E+12	783,4199	242,8421	01,03,2366
1,58503E+12	790,6895	243,0143	3,264
1,58503E+12	795,7629	243,6591	01,03,2761
1,58503E+12	801,5491	243,9477	3,296
1,58503E+12	804,2979	244,12	3,305
1,58503E+12	808,8471	244,1183	01,03,3234
1,58503E+12	812,6439	244,3013	01,03,3366

Tabela 7. Przykładowe dane pomiarowe z instalacji Biąta 89 A z dnia 16.04.2020 r.

Time step	Moc [W]	Napięcie [V]	Prąd [A]
1,58701E+12	301,6386	229,0071	01,01,3381
1,58701E+12	307,7317	228,9037	01,01,3654
1,58701E+12	310,6086	228,7815	01,01,3786
1,58701E+12	316,4549	229,1633	1,405
1,58701E+12	322,1286	229,662	01,01,4273
1,58701E+12	330,0565	230,1461	01,01,4586
1,58701E+12	335,6763	233,0655	01,01,4799
1,58701E+12	341,0958	233,8586	01,01,4855
1,58701E+12	347,5119	233,8835	01,01,5083
1,58701E+12	354,471	233,9974	01,01,5375
1,58701E+12	360,3418	234,0013	01,01,5619
1,58701E+12	365,5543	234,5313	01,01,5842
1,58701E+12	371,7086	233,5969	01,01,6068
1,58701E+12	379,0179	233,491	01,01,6439
1,58701E+12	386,1403	230,7985	01,01,6752
1,58701E+12	393,7332	230,7002	01,01,7275
1,58701E+12	401,985	230,2811	01,01,7638
1,58701E+12	410,1075	229,5056	1,802
1,58701E+12	417,2941	230,3044	01,01,8393
1,58701E+12	424,2697	232,3185	01,01,8634
1,58701E+12	431,552	234,9556	01,01,8781
1,58701E+12	439,6685	234,4819	01,01,8915
1,58701E+12	443,3664	234,48	01,01,9105
1,58701E+12	455,105	234,6881	01,01,9606
1,58701E+12	458,675	234,3623	01,01,9742
1,58701E+12	467,8503	234,7868	2,0159
1,58701E+12	474,3355	234,6142	2,0388
1,58701E+12	480,946	234,4357	2,0684
1,58701E+12	488,6858	234,7675	2,1029
1,58701E+12	492,2784	233,3311	2,1154
1,58701E+12	499,2699	232,7169	2,1582
1,58701E+12	507,3405	232,7845	2,198
1,58701E+12	515,3082	232,7313	01,02,2316
1,58701E+12	525,647	232,0811	01,02,2763
1,58701E+12	533,2766	234,0005	01,02,3154
1,58701E+12	540,7042	235,0087	01,02,3277
1,58701E+12	548,5774	235,129	01,02,3508
1,58701E+12	558,4542	235,6546	01,02,3906
1,58701E+12	565,0631	235,681	01,02,4132
1,58701E+12	572,4515	235,7457	2,444
1,58701E+12	580,5027	235,9658	01,02,4776
1,58701E+12	588,6031	235,5344	01,02,5096
1,58701E+12	595,2389	235,0961	01,02,5422
1,58701E+12	603,5959	234,9847	01,02,5823
1,58701E+12	611,1877	234,3967	01,02,6155
1,58701E+12	619,6077	234,4449	01,02,6579
1,58701E+12	627,7542	234,4976	2,693
1,58701E+12	636,3533	234,4427	01,02,7292
1,58701E+12	645,5093	233,8701	01,02,7695
1,58702E+12	2477,344	245,5253	10,1392

Tabela 8. Przykładowe dane pomiarowe z instalacji 2018 SID Biała 69 A z dnia 14.03.2021r.

Data	2018 SID Biała 69A	2018 SID Biała 69A	2018 SID Biała 69A
	PACO	UAC1	IAC1
	[Wh]	[V]	[A]
14.03.2021 06:05	0	231,5357208	0
14.03.2021 06:10	0,344832003	234,6551666	0,050000001
14.03.2021 06:15	3,44827199	234,8620758	0,153102994
14.03.2021 06:20	32,10713959	234,1428528	0,909642994
14.03.2021 06:25	50,6428566	232,5	0,953929007
14.03.2021 06:30	64,82143402	232,1785736	0,968571007
14.03.2021 06:35	73,2857132	232,0357208	0,976071
14.03.2021 06:40	67,21427917	231,2857208	0,970000029
14.03.2021 06:45	80,71427917	231	1
14.03.2021 06:50	104,571434	231,1428528	1,046785951
14.03.2021 06:55	125,3333282	231,9259186	1,098518968
14.03.2021 07:00	0	0	0
14.03.2021 07:05	171,4074097	232,3703766	1,230370045
14.03.2021 07:10	182,9629669	231,5555573	1,271852016
14.03.2021 07:15	211,222229	233,1071472	1,355000019
14.03.2021 07:20	250,3571472	233,3928528	1,493929029
14.03.2021 07:25	256,5714111	232,2857208	1,515714049
14.03.2021 07:30	308,25	230,2857208	1,707499981
14.03.2021 07:35	366,4285583	229,8214264	1,923928976
14.03.2021 07:40	478,75	233,1071472	2,339643002
14.03.2021 07:45	814,3103638	232,6896515	3,689655066
14.03.2021 07:50	547,9642944	228,0714264	2,651428938
14.03.2021 07:55	644,25	232,75	2,993213892
14.03.2021 08:00	0	0	0
14.03.2021 08:05	718,8965454	233,2413788	3,283571005
14.03.2021 08:10	683,7142944	229,6785736	3,186785936
14.03.2021 08:15	1496,482788	236,5862122	6,44103384
14.03.2021 08:20	1267,551758	234,620697	5,522414207
14.03.2021 08:25	1506	230,5517273	6,640345097
14.03.2021 08:30	1951,93103	237	8,313793182
14.03.2021 08:35	2013,344849	238,0689697	8,531723976
14.03.2021 08:40	2133,862061	237,7241364	9,036552429
14.03.2021 08:45	2256,034424	237,4482727	9,568965912
14.03.2021 08:50	2279,344727	236,7931061	9,683102608
14.03.2021 08:55	1945,793091	236,0689697	8,326207161
14.03.2021 09:00	0	0	0
14.03.2021 09:05	2463,321533	236,1785736	10,49357128
14.03.2021 09:10	1706,821411	235,2142792	7,343571186

Tabela 9. Przykładowe dane pomiarowe z instalacji 2018 SID Biała 75 z dnia 12.03.2021r.

Data	2018 SID Biała 75	2018 SID Biała 75	2018 SID Biała 75	2018 SID Biała 75
	PACO	UAC1	IAC1	PACO
	[Wh]	[V]	[A]	[Wh]
12.03.2021 13:10		248,4137878	10,61999989	2616
12.03.2021 13:15		241,1034546	5,023793221	1200,93103
12.03.2021 13:20	0	235,4285736	2,803570986	603,7142944
12.03.2021 13:25		234,5	2,027499914	400,75
12.03.2021 13:30	0	232,8928528	1,901429057	364,1428528
12.03.2021 13:35		232,9259186	1,985556006	386,2592773
12.03.2021 13:40	0	245,75	10,3564291	2542,535645
12.03.2021 13:45		246,0357208	8,488928795	2073,428467
12.03.2021 13:50		249,8620758	12,52206898	3119,724121
12.03.2021 13:55	0	238,7857208	3,515357018	795,9285889
12.03.2021 14:00	0	0	0	0
12.03.2021 14:05		236,6071472	2,479643106	523,4285889
12.03.2021 14:10		0	0	0
12.03.2021 14:15	0	0	0	0
12.03.2021 14:20	0	242,0344849	6,224483013	1485,310303
12.03.2021 14:25	0	248,4137878	11,95137882	2956,793213
12.03.2021 14:30		244,4137878	7,861033916	1917,241333
12.03.2021 14:35		237,1851807	2,691111088	579,1428833
12.03.2021 14:40	0	241,0714264	5,276785851	1236,535767
12.03.2021 14:45	0	238,0714264	3,877142906	878,8928223
12.03.2021 14:50	0	237,6071472	3,017143011	662,1428223
12.03.2021 14:55		236,9642792	2,689642906	577,3928223
12.03.2021 15:00	0	0	0	0
12.03.2021 15:05	0	234,1851807	1,75259304	326,2962952
12.03.2021 15:10	0	233,5185242	1,401111007	223,7407379
12.03.2021 15:15		234	1,254286051	177,4814758
12.03.2021 15:20		234,9285736	1,922142982	371,8571472
12.03.2021 15:25		235,1785736	2,07642889	415,2142944
12.03.2021 15:30	0	0	0	0
12.03.2021 15:35		236,5	2,809286118	606,6428223
12.03.2021 15:40		240,5517273	4,86206913	1132,241333
12.03.2021 15:45		236,7857208	4,52535677	1034,785767
12.03.2021 15:50	0	236,3928528	3,276071072	722,3928833
12.03.2021 15:55		240,379303	5,549654961	1300,103394
12.03.2021 16:00	0	0	0	0
12.03.2021 16:05		230,0370331	2,231481075	446,9629822
12.03.2021 16:10		233,1034546	4,125172138	921,5172119
12.03.2021 16:15	0	235,8620758	4,204137802	950,2069092
12.03.2021 16:20	0	231,9285736	2,189642906	434,8571472
12.03.2021 16:25		232,2142792	1,520714045	253,8214264
12.03.2021 16:30	0	231,7857208	1,059999943	104,9285736
12.03.2021 16:35	0	230,8214264	1,032142997	96
12.03.2021 16:40		229,777771	1,053333044	105,0370331
12.03.2021 16:45		229,5925903	1,025925994	94,8888855
12.03.2021 16:50		229,4074097	1,000370026	83,33332825
12.03.2021 16:55		229,4074097	1,013703942	88,03704071
12.03.2021 17:00	0	0	0	0

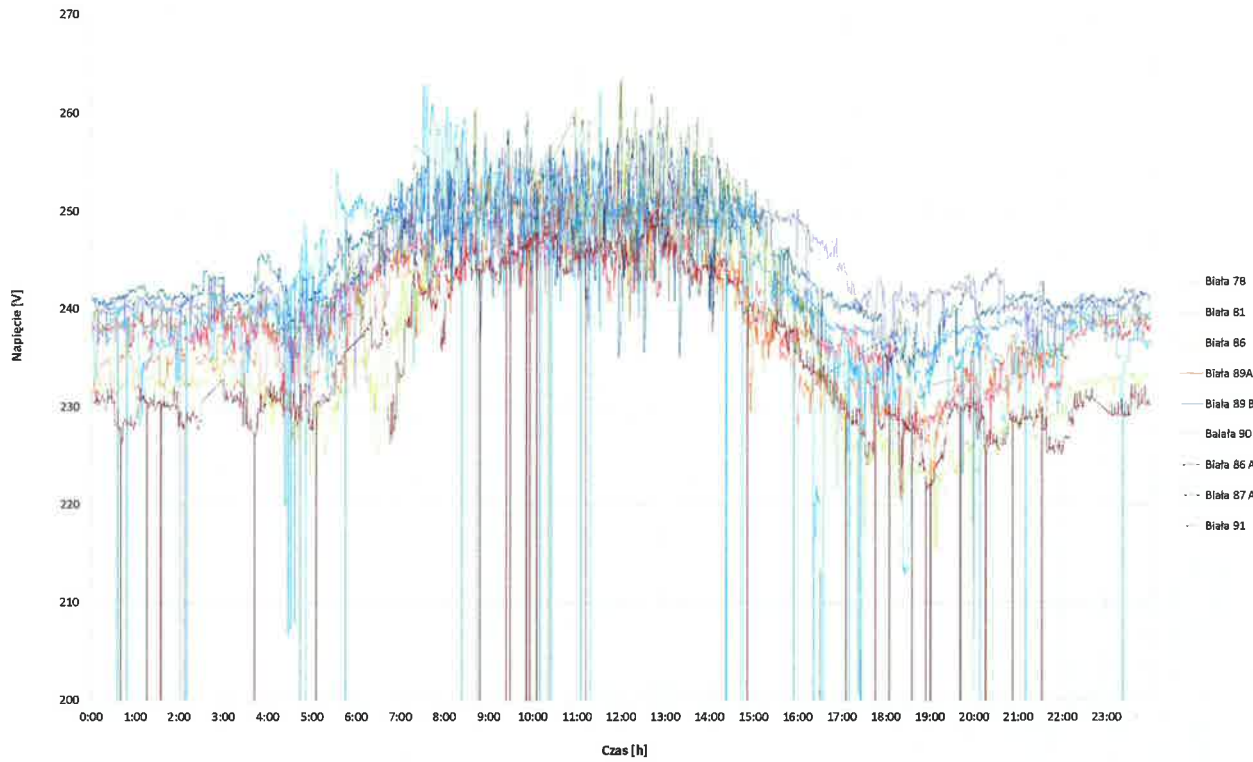
5.3. Opracowanie i analiza danych pomiarowych - instalacje z falownikami Wolta

W niniejszym punkcie zaprezentowano wyniki analizy pracy poszczególnych instalacji PV wyposażonych w falowniki Wolta przyłączone po stronie nN do stacji transformatorowej Biała VII 8-0270. Tabela 10 przedstawia opracowane przykładowe dane pomiarowe dla instalacji Biała 78 z dnia 23.03.2020 r.. Poszczególne kolumny tabeli prezentują dzień oraz czas pomiaru, moc czynną instalacji oraz generowaną wartość prądu, a także wartość skuteczną napięcia w fazie przyłączenia falownika do sieci. Rysunki 6, 8 oraz 10 przedstawiają przebiegi wartości skutecznej napięć, z kolei rysunki 7, 9 oraz 11 przebiegi mocy czynnych wszystkich analizowanych instalacji PV, odpowiednio dla trzech wybranych dni, tj. 24.03.2020 r., 16.04.2020 r. oraz 23.04.2020 r. Dodatkowo dla dnia 23.04.2020 r. osobno dla każdej instalacji zaprezentowano przebieg mocy czynnej oraz wartości skutecznej napięcia fazowego (rysunki 12 – 29).

Tabela 10. Opracowane przykładowe dane pomiarowe dla instalacji Biała 78 z dnia 23.03.2020 r.

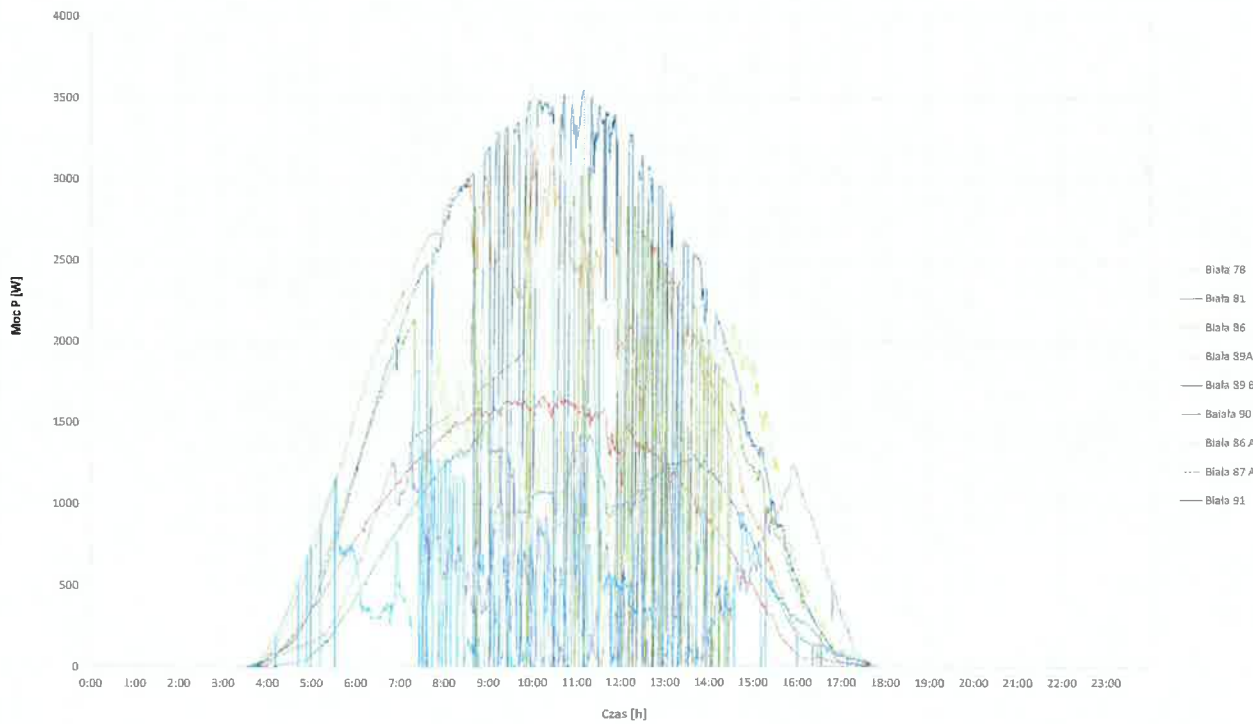
Dzień	Godzina	Moc [W]	Napięcie [V]	Prąd [A]
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:00:39	423,523	243,42	1,7542
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:01:10	427,4255	243,2546	1,7715
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:01:40	431,2886	243,2106	1,7876
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:02:07	437,2752	243,3194	1,8111
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:02:37	439,6921	243,4468	1,8204
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:03:07	444,3518	243,6189	1,8382
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:03:38	448,3319	243,5966	1,8547
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:04:08	452,8721	243,4148	1,8746
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:04:39	456,1975	243,657	1,8862
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:05:09	460,7802	244,0184	1,9022
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:05:40	465,2068	243,876	1,9213
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:06:10	469,0906	244,0607	1,9356
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:06:41	472,0311	243,7922	1,9498
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:07:07	475,5874	243,7809	1,9644
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:07:37	478,529	244,0063	1,9746
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:08:07	482,9782	243,8548	1,994
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:08:38	487,669	243,5605	2,0156
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:09:08	491,8504	243,528	2,033
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:09:39	496,1547	243,3699	2,052
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:10:09	498,7325	243,825	2,0586
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:10:40	503,0544	243,8445	2,0763
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:11:10	505,1604	243,6707	2,0862
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:11:41	510,7895	243,6286	2,1098
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:12:08	509,8244	243,7066	2,1048
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:12:38	508,4956	243,6139	2,1004
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:13:08	510,5174	243,513	2,1094
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:13:39	502,4034	243,0642	8,2021
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:14:09	514,0864	243,3422	2,1254
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:14:40	522,6408	243,677	2,1575
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:15:10	533,1301	243,723	2,1999
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:15:41	539,3445	243,7294	2,2253
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:16:11	541,4965	243,9208	2,2325
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:16:42	547,251	243,9443	2,2557
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:17:08	553,2764	243,5098	2,2848
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:17:38	555,814	243,1211	2,2985
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:18:08	559,784	243,1174	2,315
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:18:38	562,6539	243,4827	2,3234
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:19:09	567,5399	243,4615	2,3436
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:19:39	571,329	243,7873	2,356
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:20:10	575,6309	243,5002	2,3764
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:20:40	579,8261	243,556	2,393
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:21:11	583,1674	243,7971	2,4042
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:21:41	586,7939	243,875	2,4183
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:22:08	591,3892	244,1199	2,4347
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:22:38	593,9483	244,1166	2,4454
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:23:08	597,06	244,0726	2,4584
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:23:38	601,6337	244,1799	2,4761
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:24:09	605,8024	244,4147	2,4908
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:24:39	610,5309	244,2814	2,5114
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:25:10	613,3069	244,2624	2,5229
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:25:40	616,8871	244,3554	2,5368
czwartek, 23 kwiecień 2020	06:26:11	621,0443	244,2065	2,5549

24.03.2020r. - Wartość skuteczna napięcia

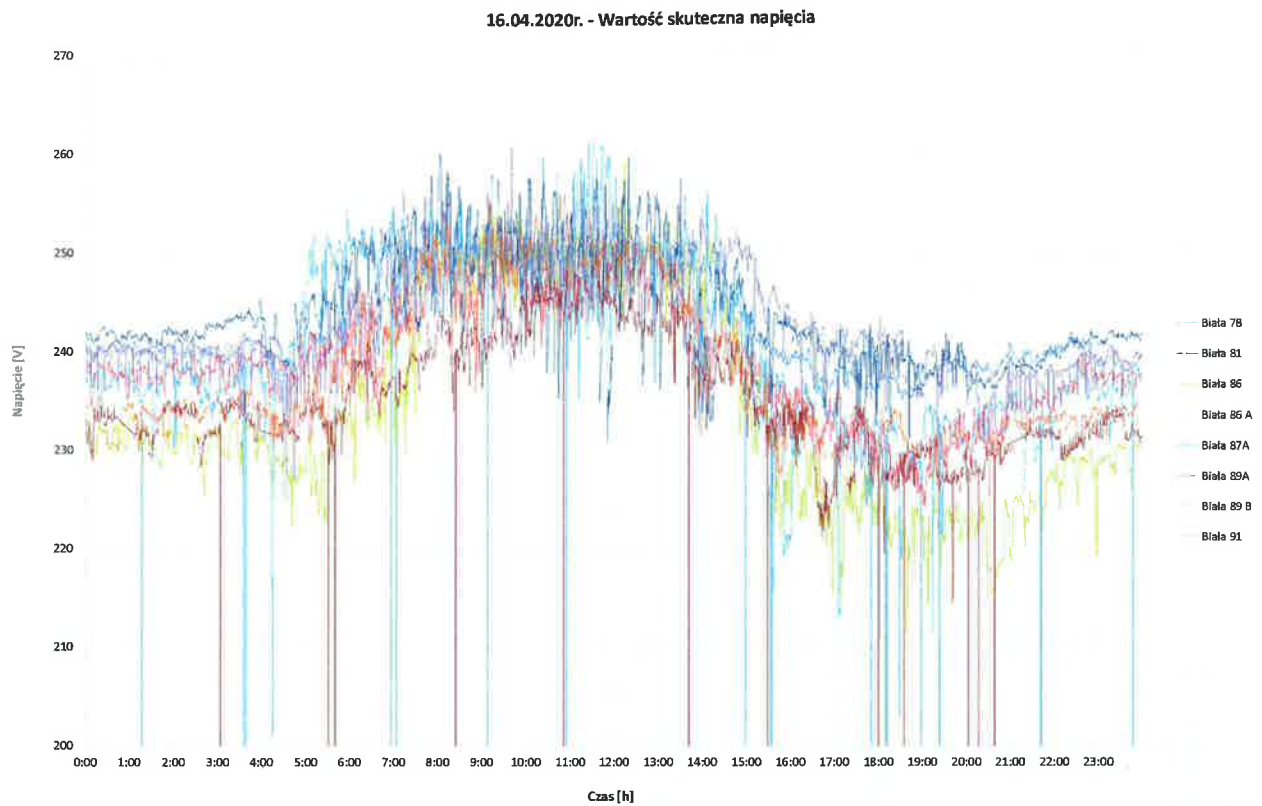


Rysunek 6. Przebiegi wartości skutecznej napięć fazowych dla poszczególnych instalacji PV z falownikiem Wolta 4 kW z dnia 24.03.2020 r.

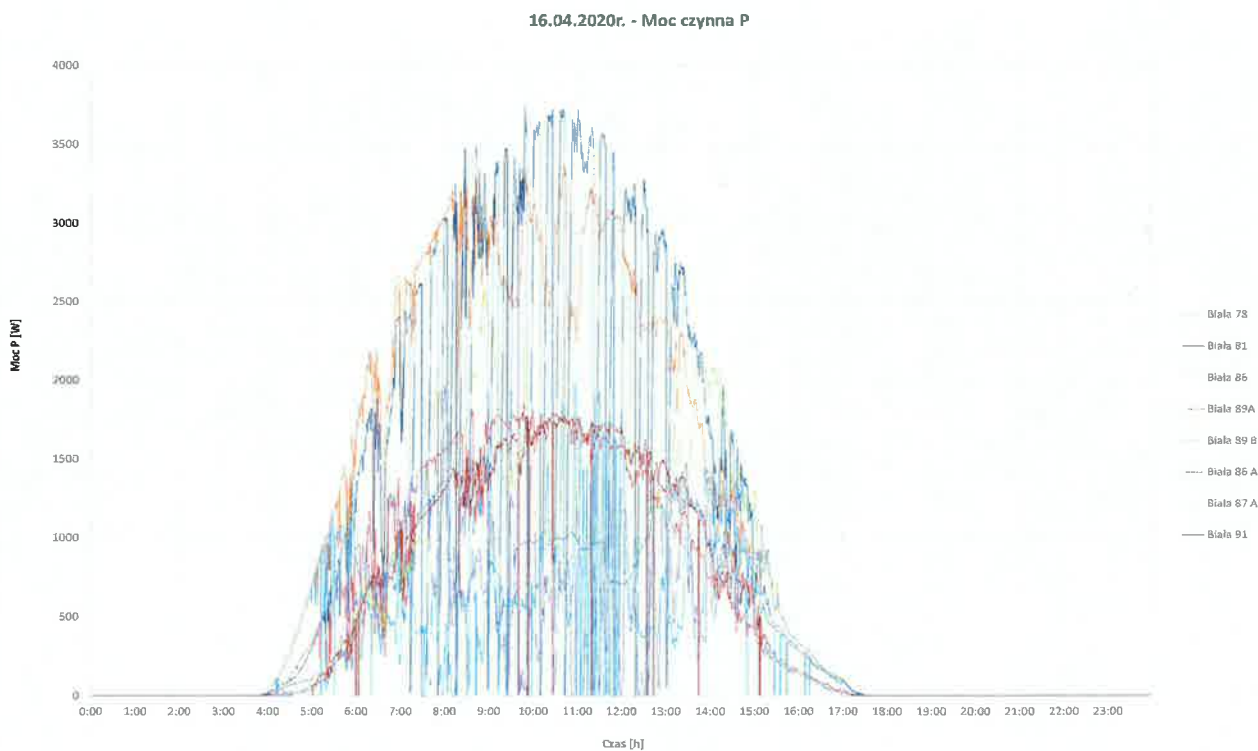
24.03.2020r. - Moc czynna P



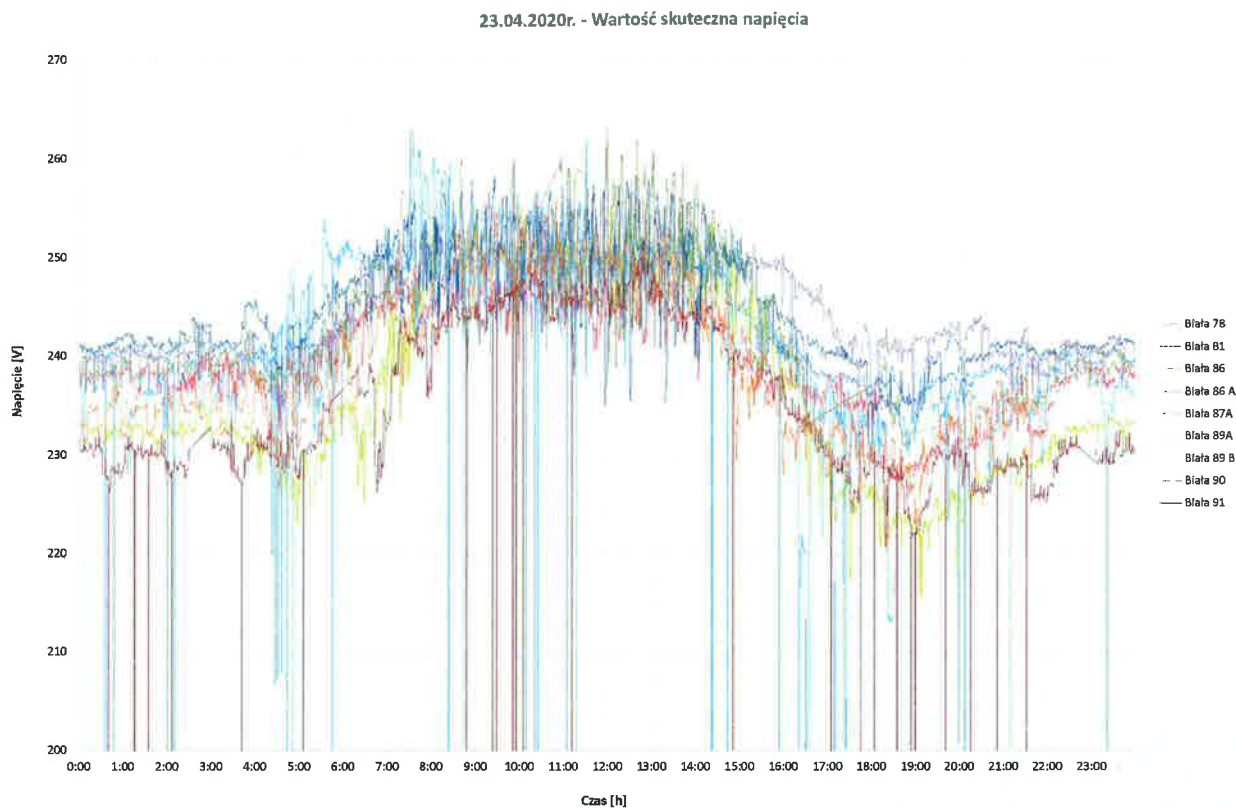
Rysunek 7. Przebiegi mocy czynnych generowanych w poszczególnych instalacjach PV z falownikiem Wolta 4 kW z dnia 24.03.2020 r.



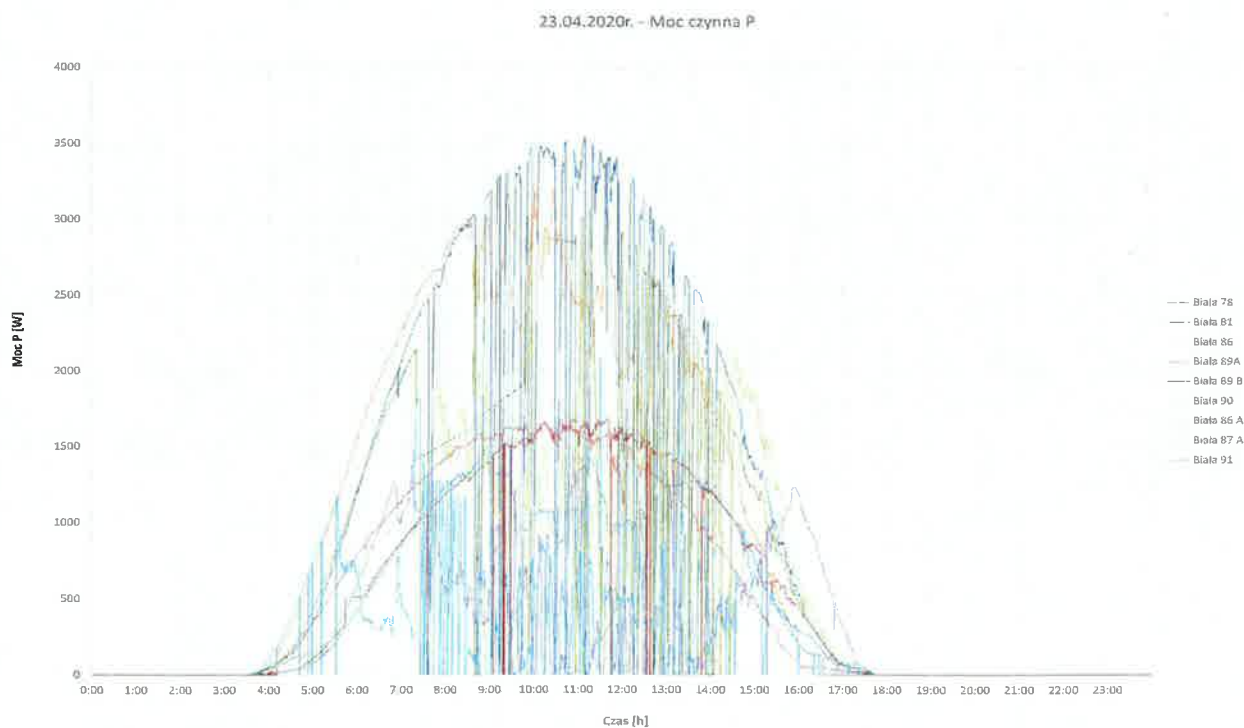
Rysunek 8. Przebiegi wartości skutecznej napięć fazowych dla poszczególnych instalacji PV z falownikiem Wolta 4 kW z dnia 16.04.2020 r.



Rysunek 9. Przebiegi mocy czynnych generowanych w poszczególnych instalacjach PV z falownikiem Wolta 4 kW z dnia 16.04.2020 r.

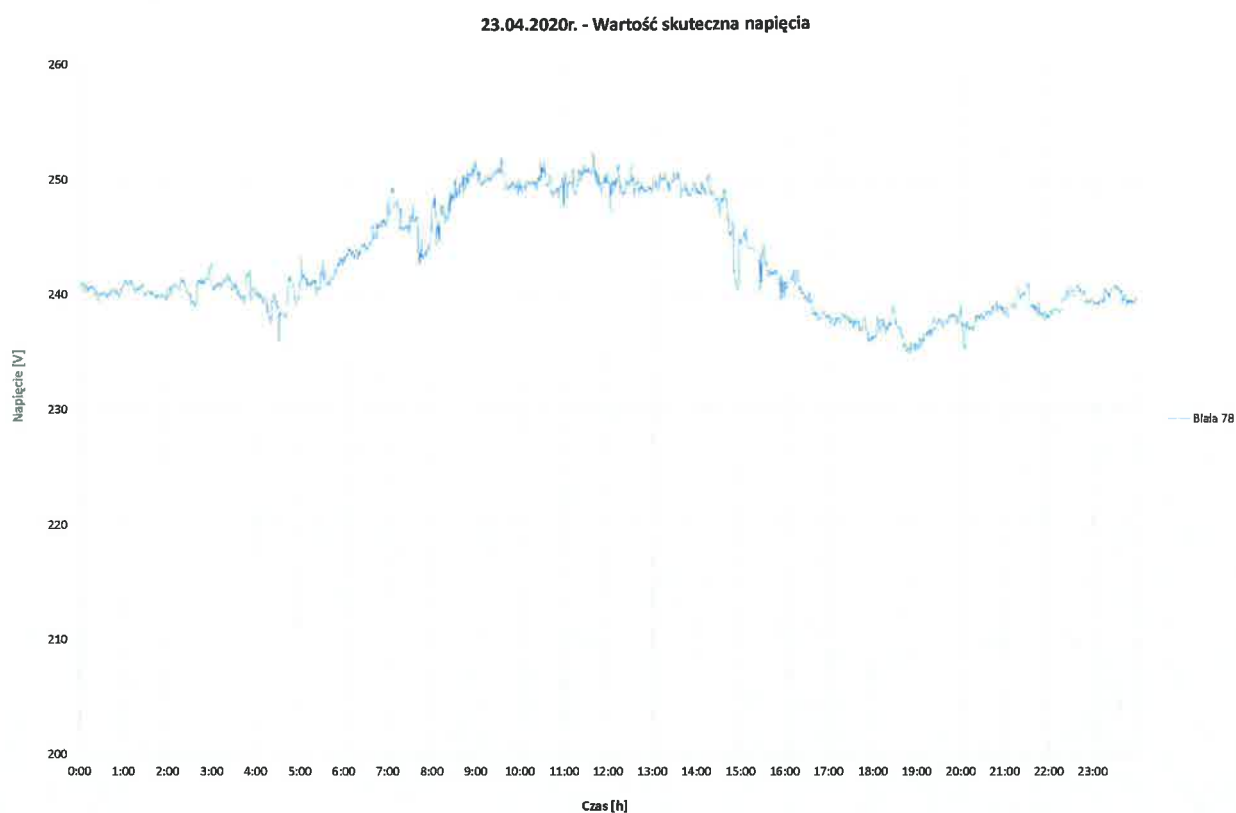


Rysunek 10. Przebiegi wartości skutecznej napięć fazowych dla poszczególnych instalacji PV z falownikiem Wolta 4 kW z dnia 23.04.2020 r.

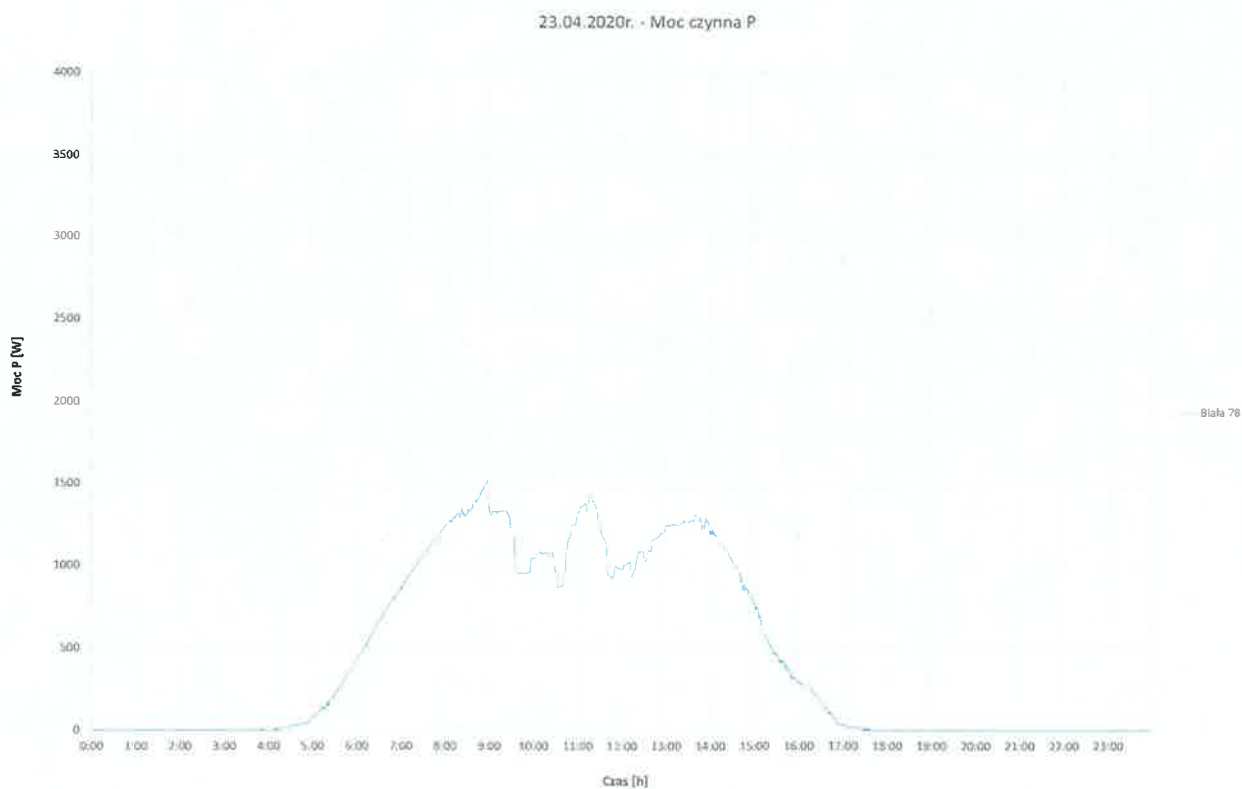


Rysunek 11. Przebiegi mocy czynnych generowanych w poszczególnych instalacjach PV z falownikiem Wolta 4 kW z dnia 23.04.2020 r.

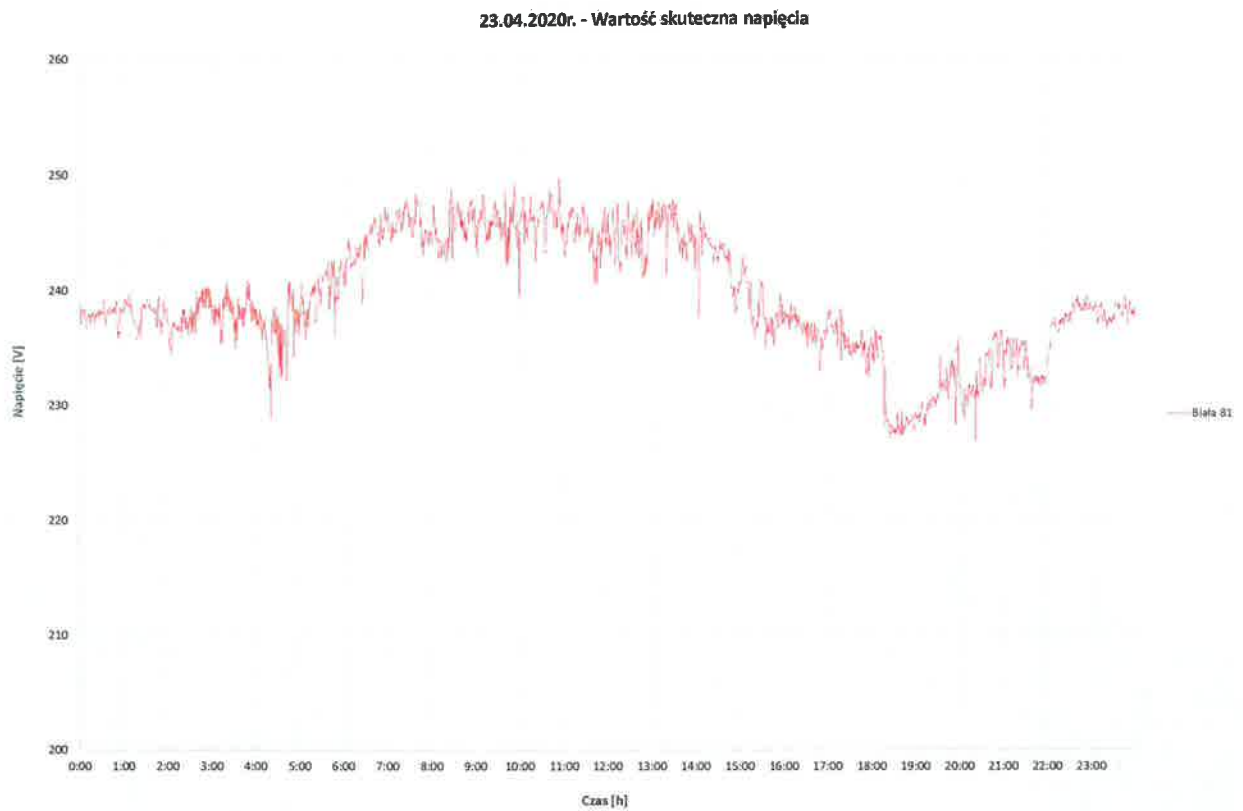
Szczegółowa analiza dla dnia 23.04.2020 r.



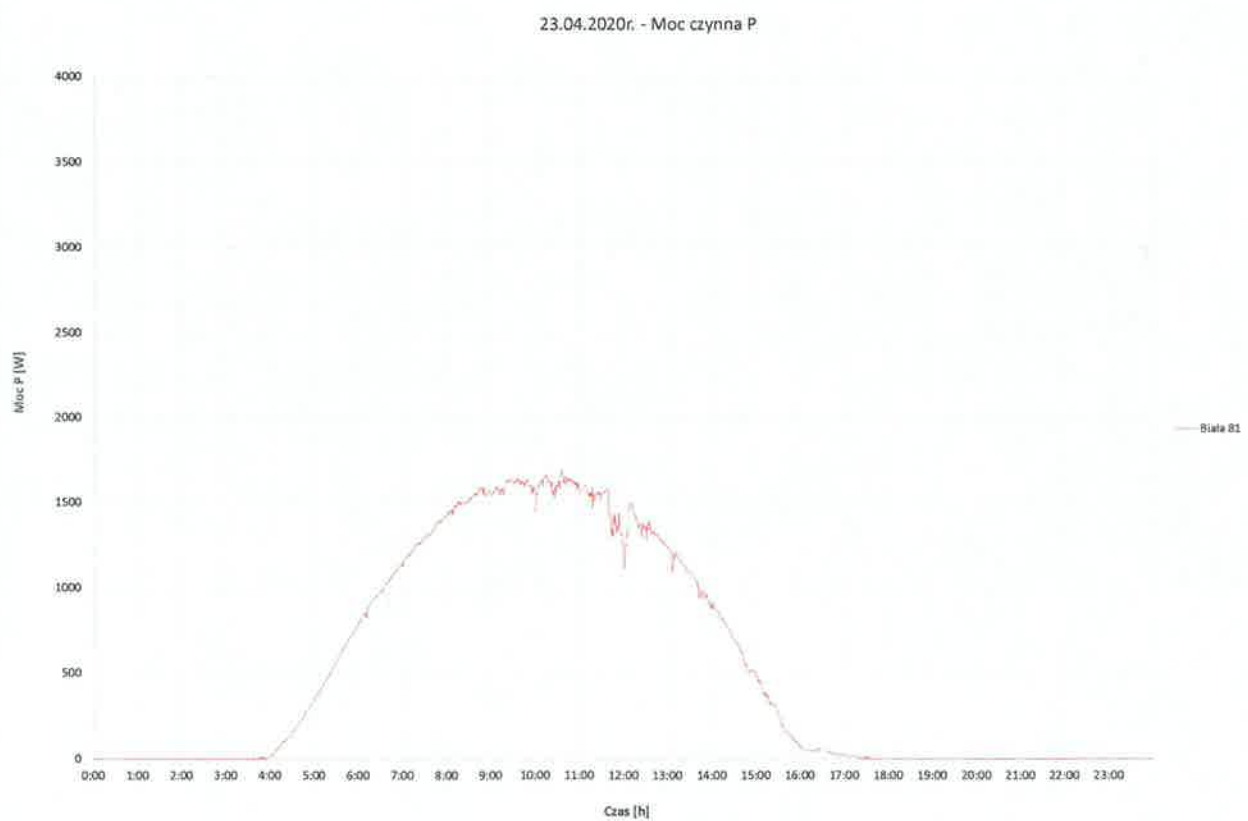
Rysunek 12. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 78 z dnia 23.04.2020 r.



Rysunek 13. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 78 z dnia 23.04.2020 r.

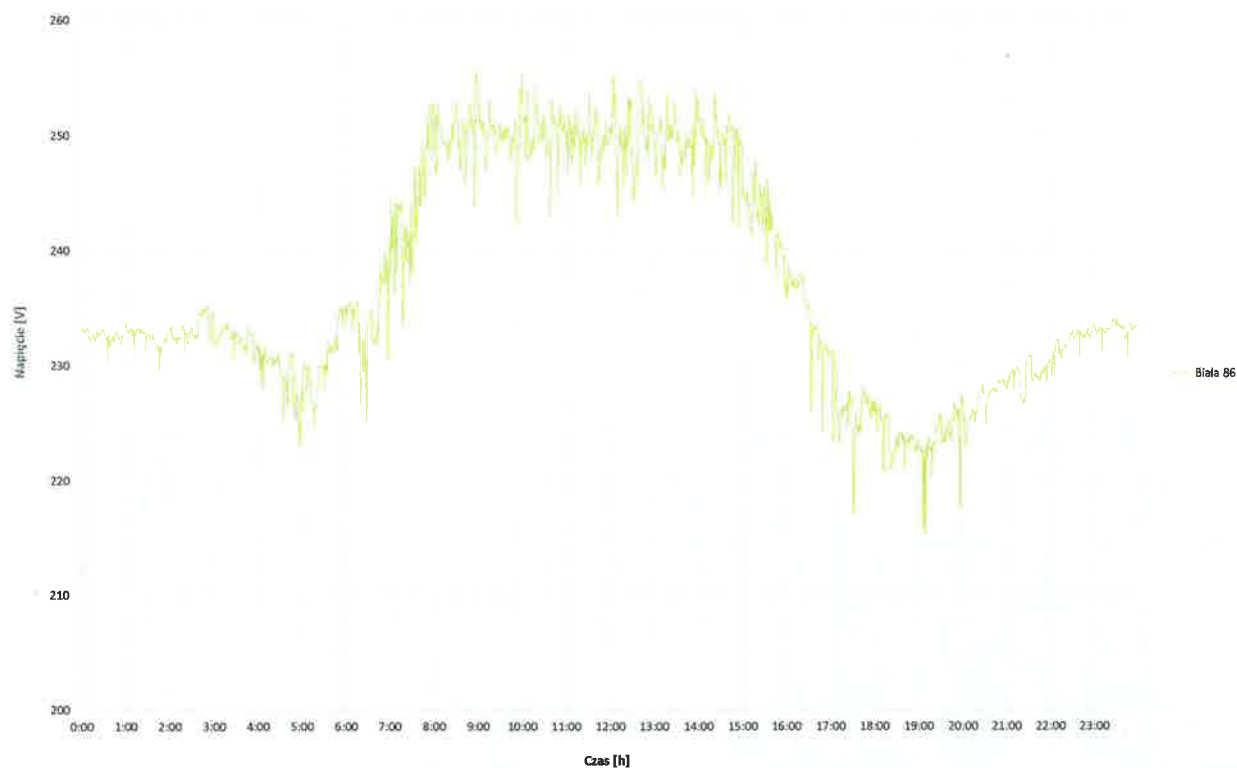


Rysunek 14. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 81 z dnia 23.04.2020 r.



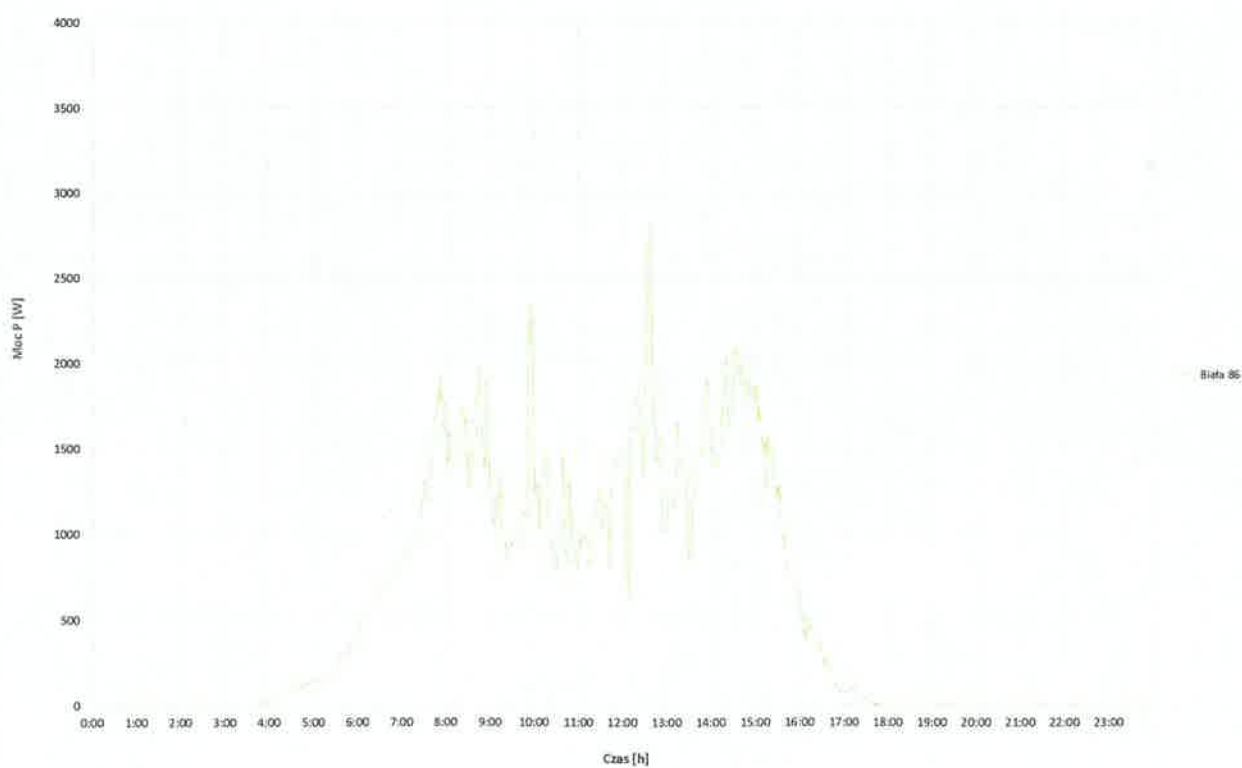
Rysunek 15. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 81 z dnia 23.04.2020 r.

23.04.2020r. - Wartość skuteczna napięcia

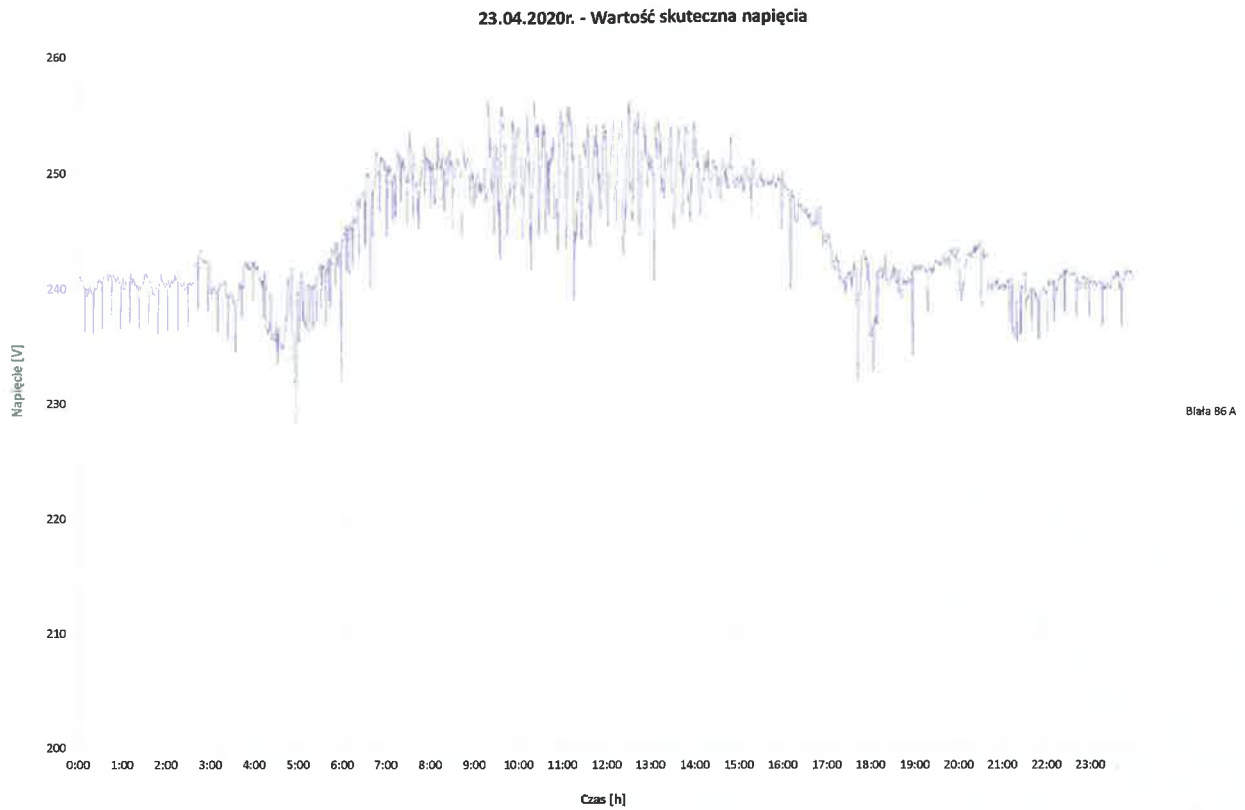


Rysunek 16. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 86 z dnia 23.04.2020 r.

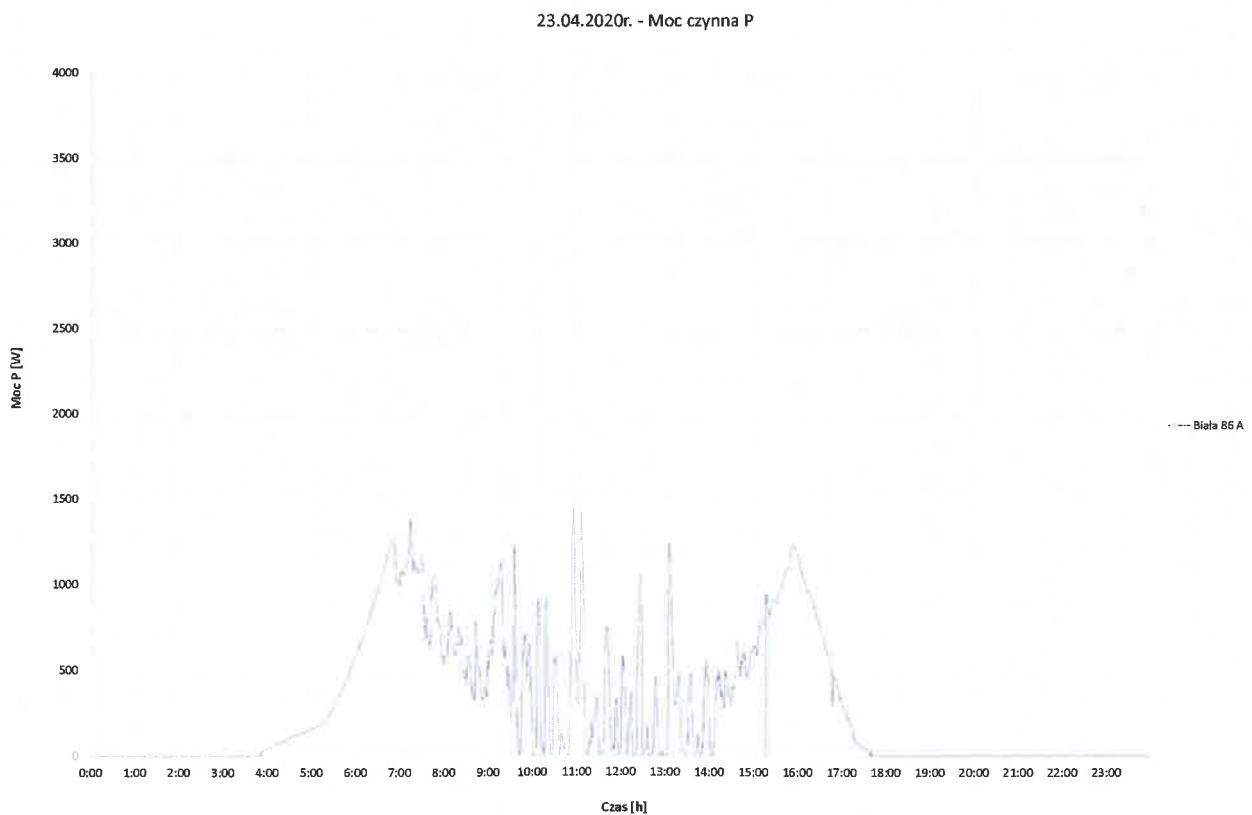
23.04.2020r. - Moc czynna P



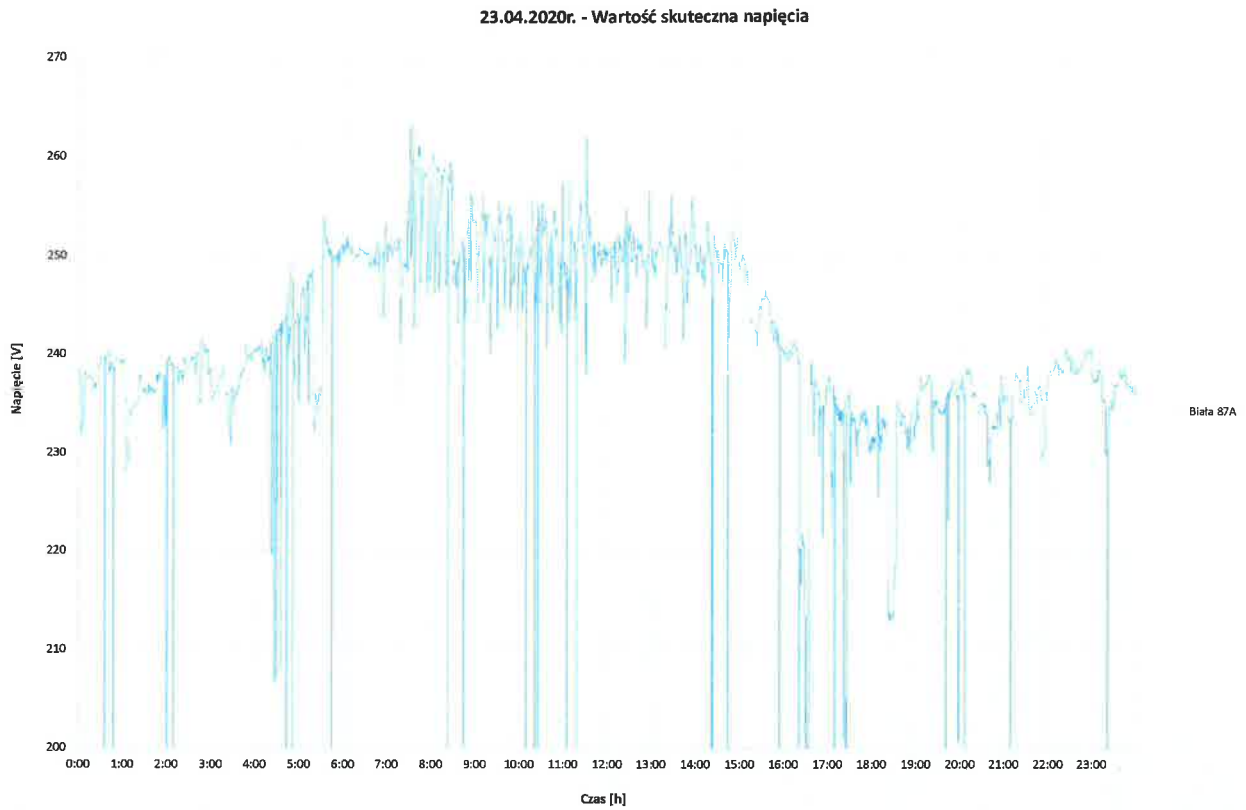
Rysunek 17. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 86 z dnia 23.04.2020 r.



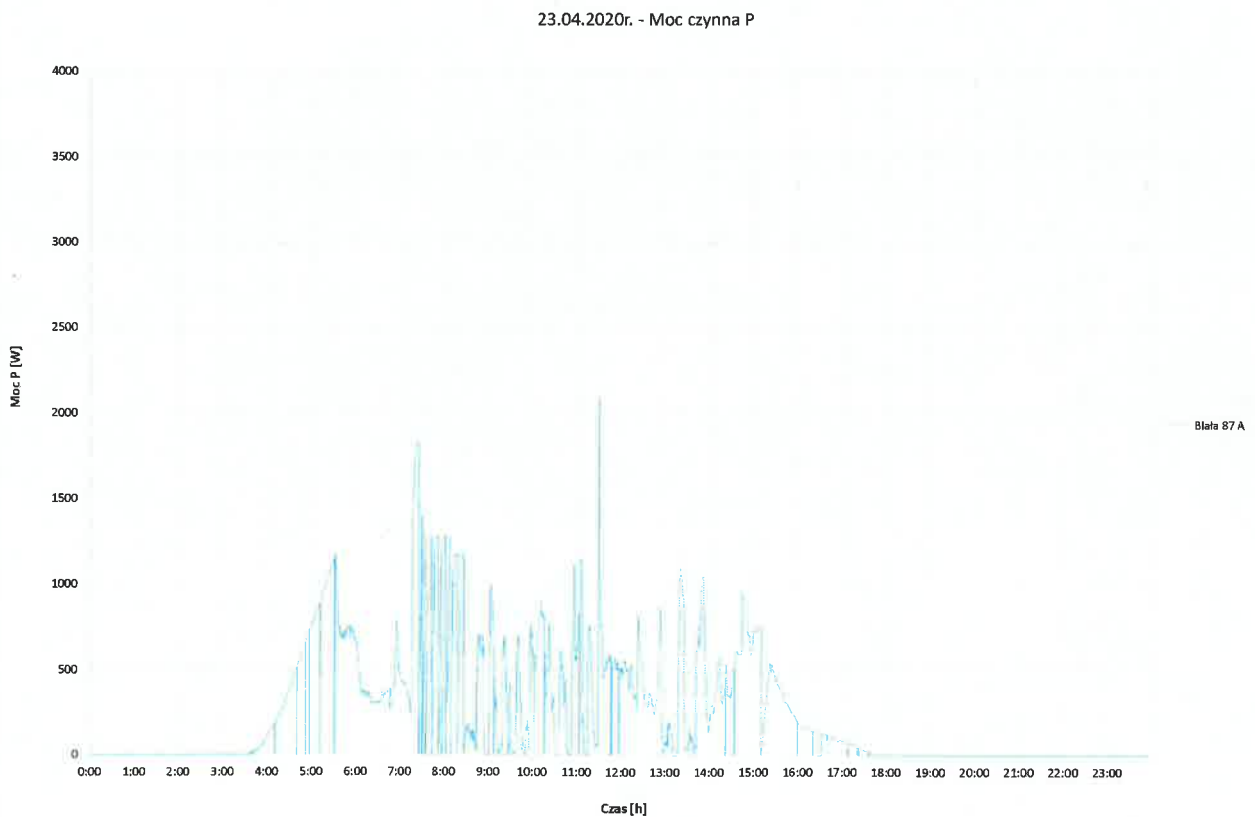
Rysunek 18. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 86A z dnia 23.04.2020 r.



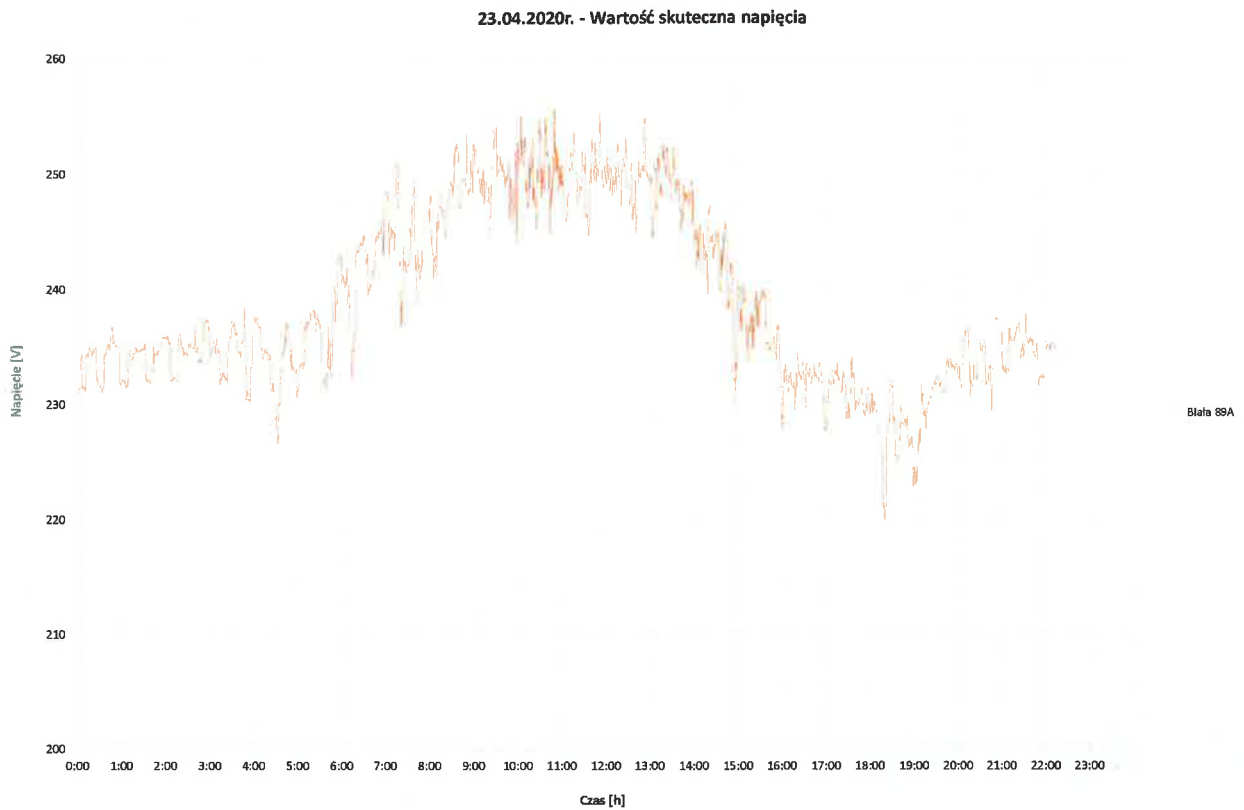
Rysunek 19. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 86A z dnia 23.04.2020 r.



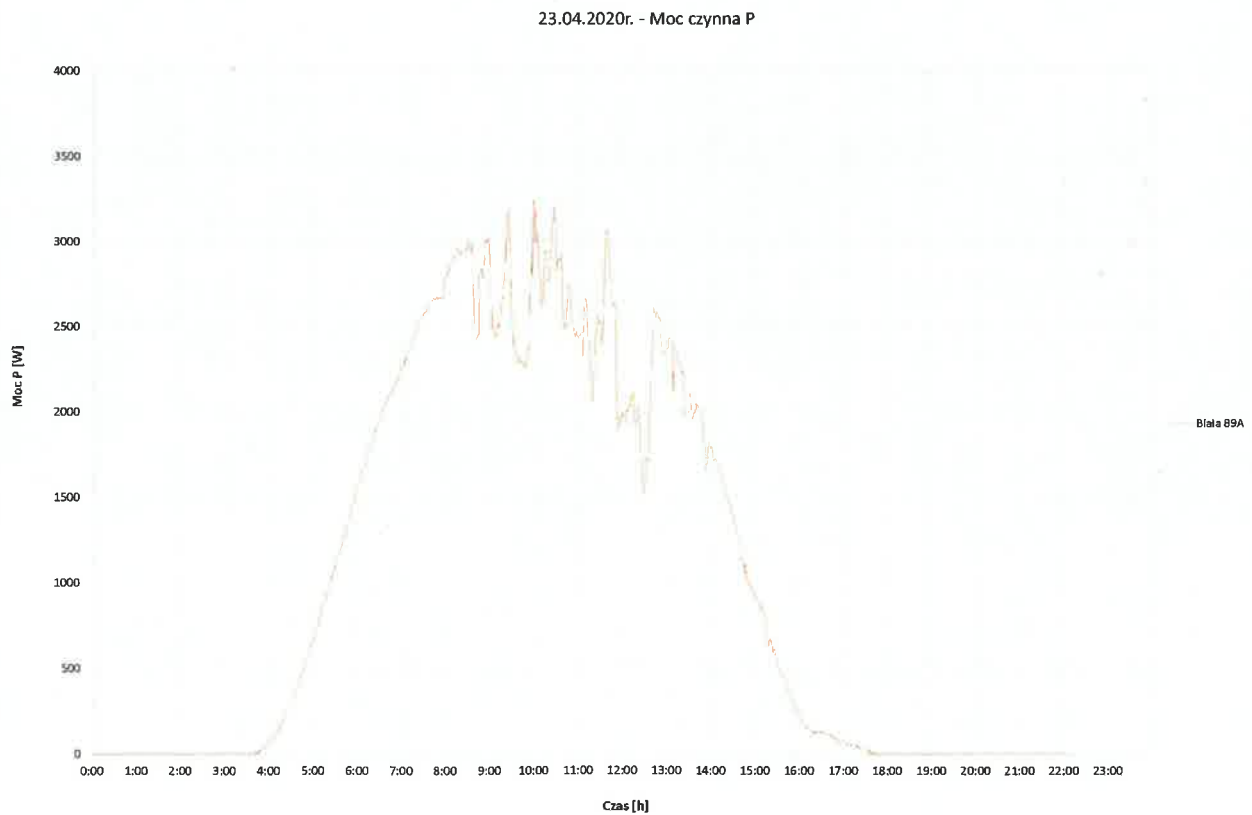
Rysunek 20. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 87A z dnia 23.04.2020 r.



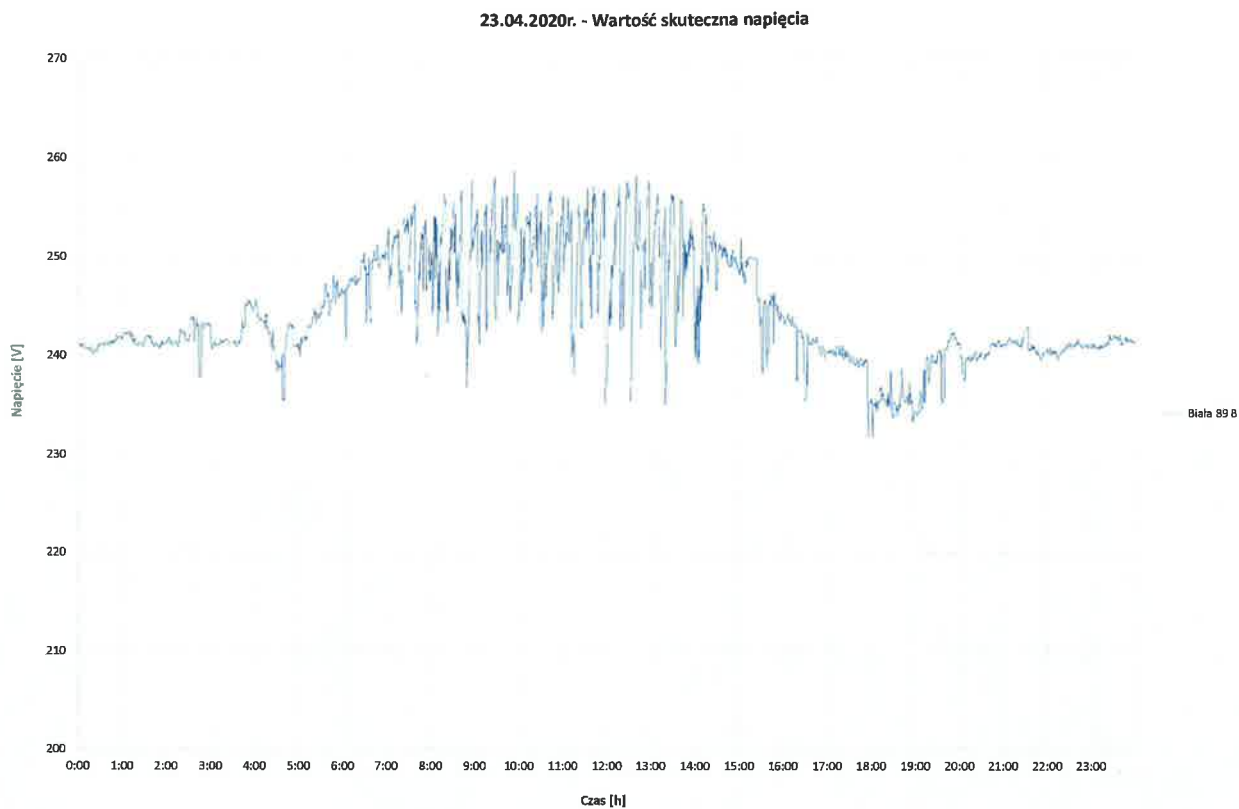
Rysunek 21. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 87A z dnia 23.04.2020 r.



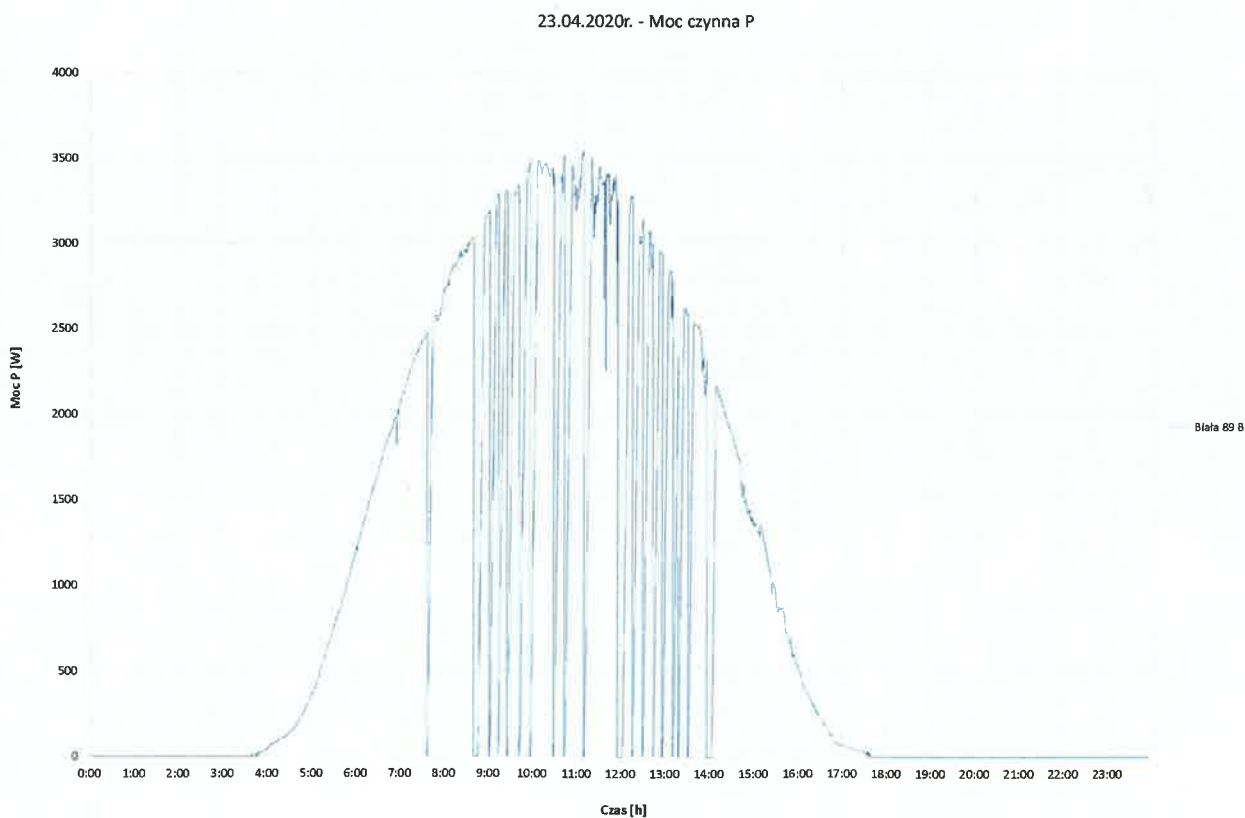
Rysunek 22. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 89A z dnia 23.04.2020 r.



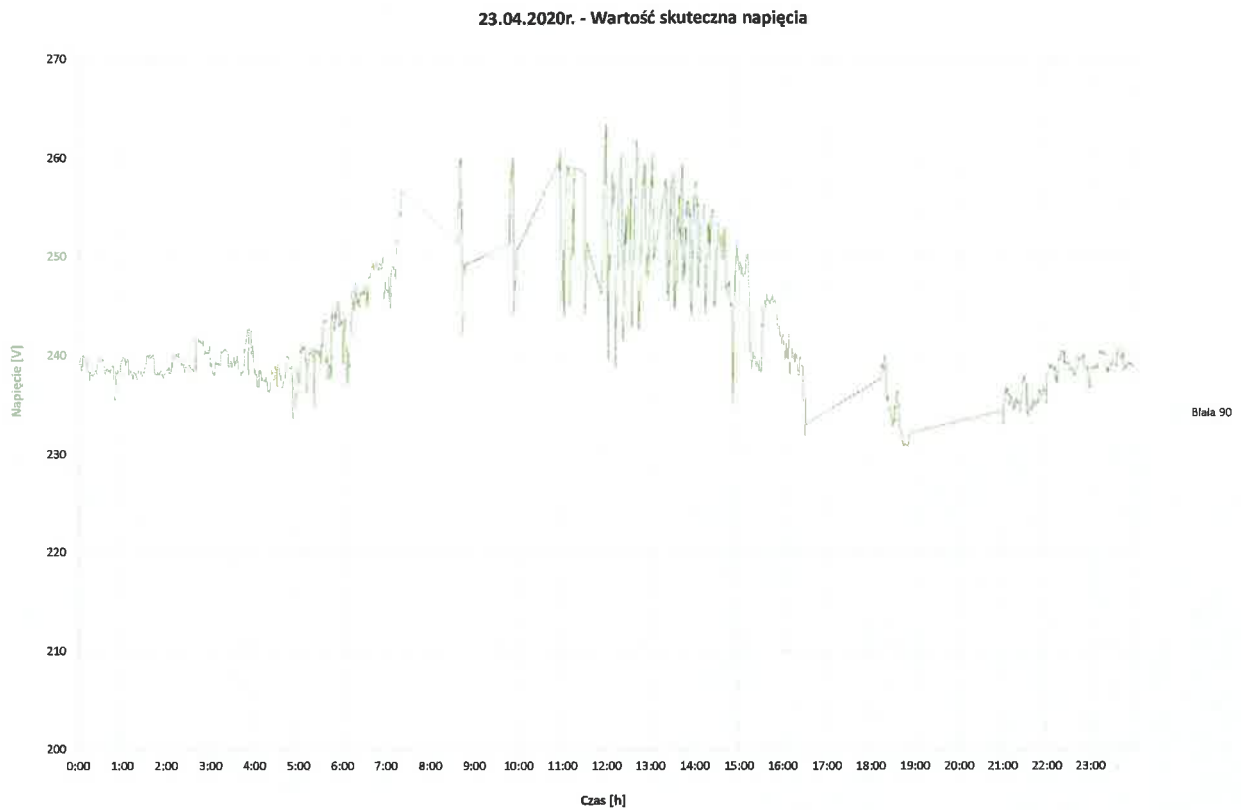
Rysunek 23. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 89A z dnia 23.04.2020 r.



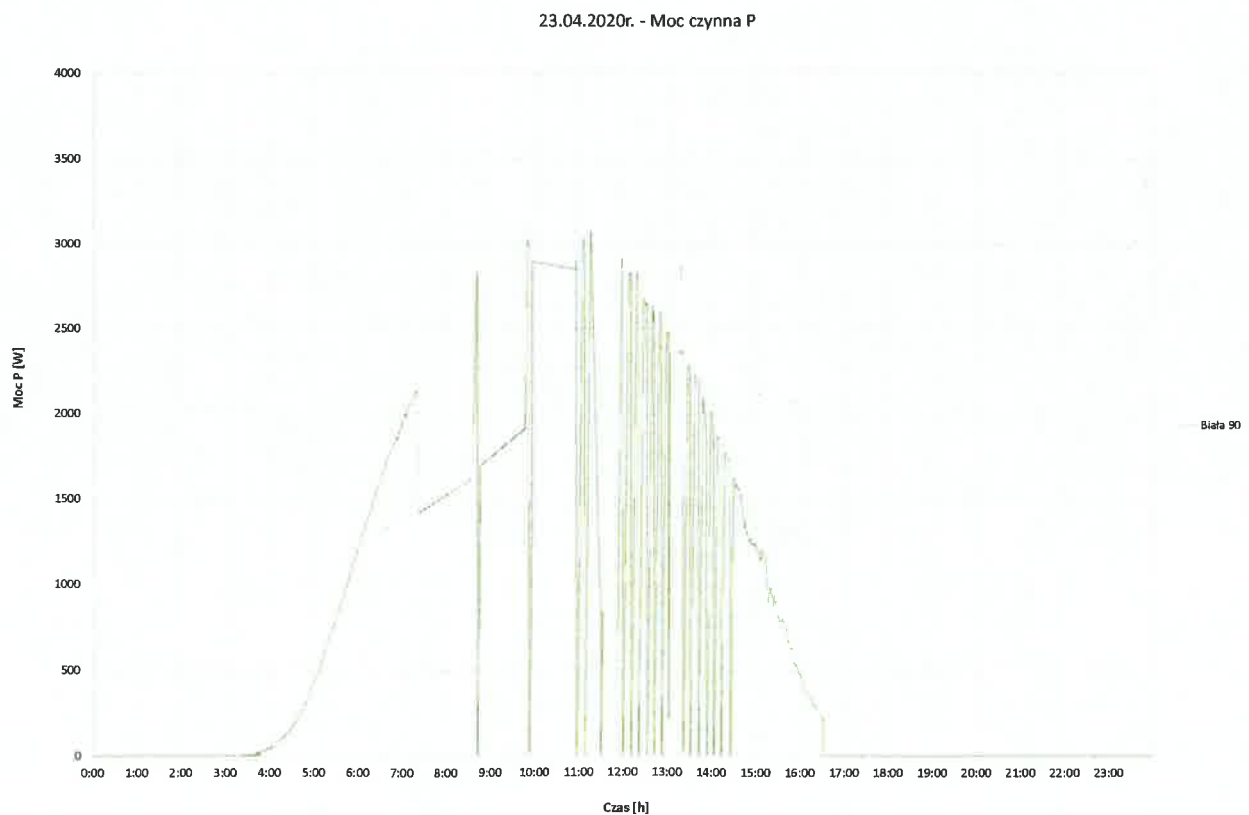
Rysunek 24. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 89B z dnia 23.04.2020 r.



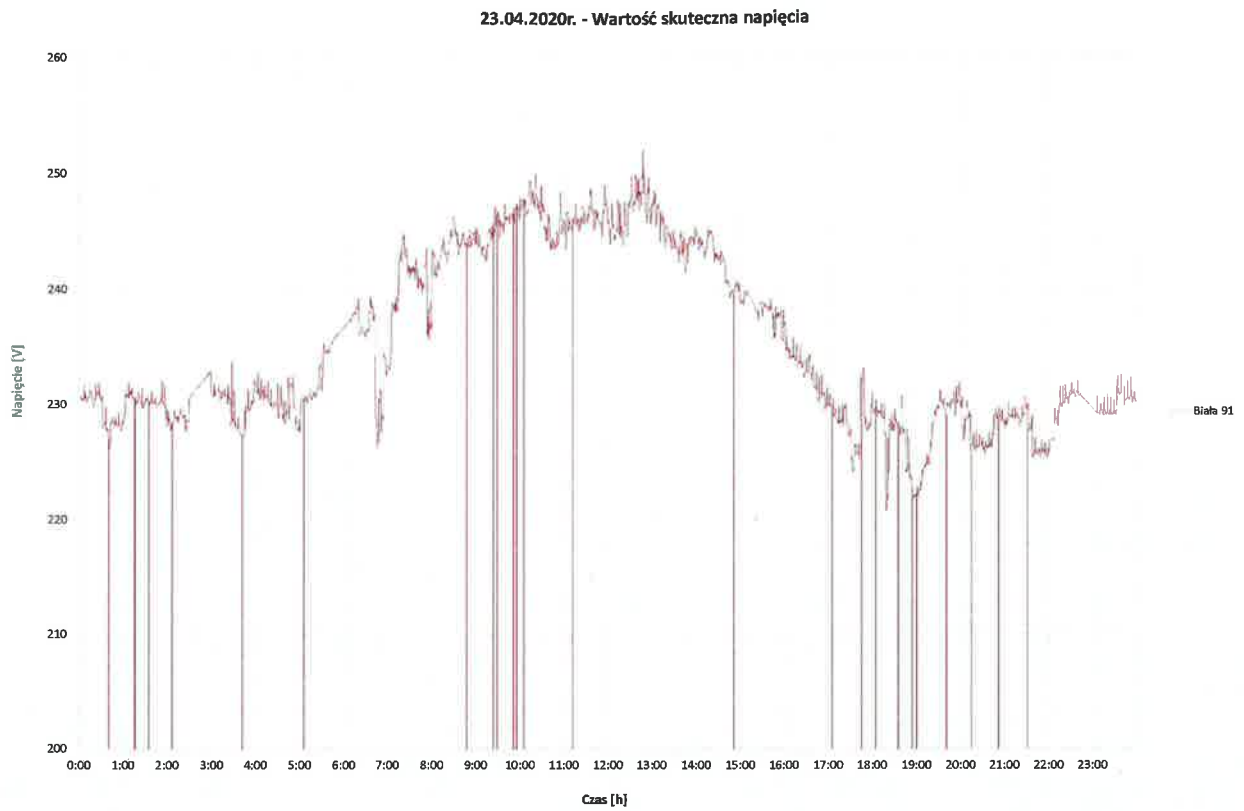
Rysunek 25. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 89B z dnia 23.04.2020 r.



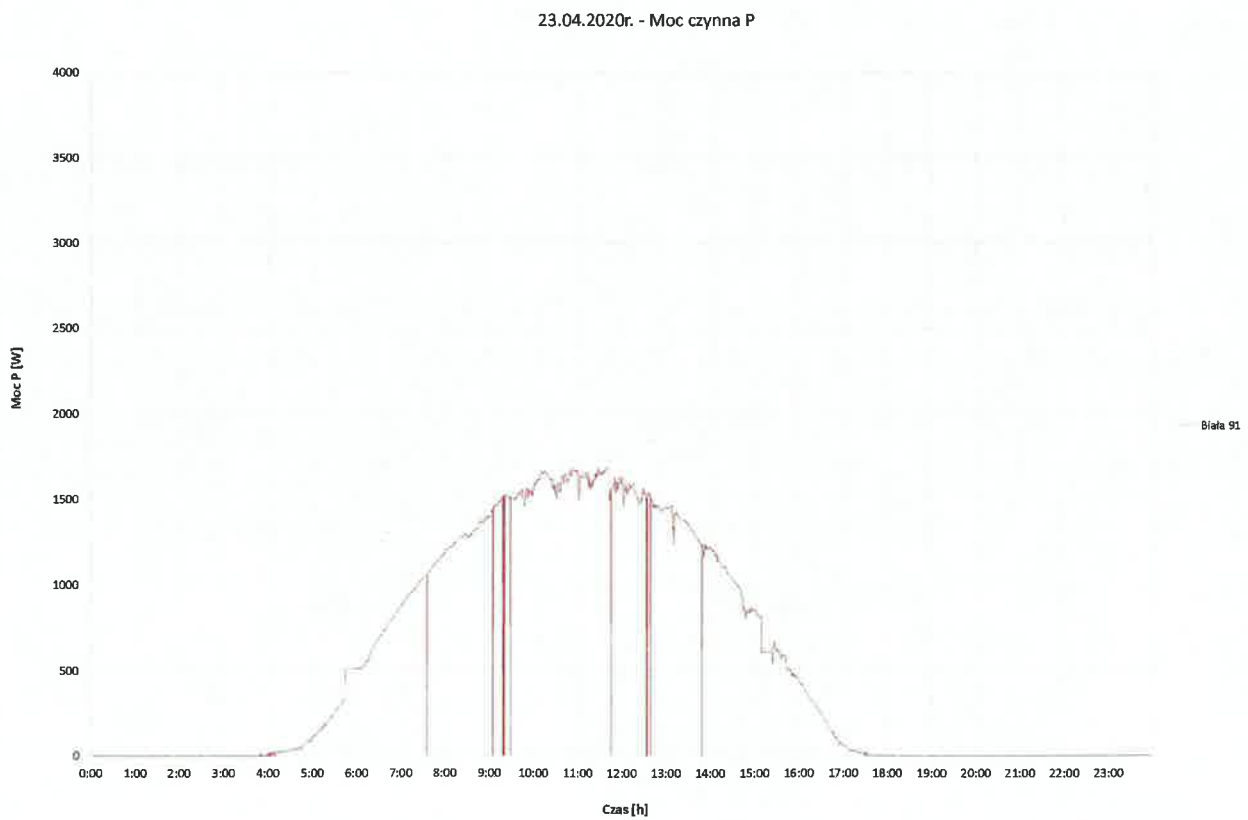
Rysunek 26. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 90 z dnia 23.04.2020 r.



Rysunek 27. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 90 z dnia 23.04.2020 r.



Rysunek 28. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 91 z dnia 23.04.2020 r.



Rysunek 29. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 91 z dnia 23.04.2020 r.

Na podstawie wykonanej analizy pracy poszczególnych instalacji PV z falownikami firmy Spirvent oraz w oparciu o zaprezentowane powyżej wyniki można stwierdzić, iż w rozpatrywanym obwodzie nr 2 stacji Biała VII 8-0270 występują duże problemy z utrzymaniem parametrów jakości napięcia zasilającego na wymaganym poziomie. Praca zainstalowanych w sieci lokalnych źródeł PV prowadzi do znacznego wzrostu wartości skutecznej napięcia (ponad dopuszczalną wartość $1,1 U_N$) praktycznie we wszystkich węzłach rozpatrywanego obwodu. Obserwowany wzrost napięcia w fazach sieci, do których przyłączone są przekształtniki PV jest tym większy im więcej instalacji włączonych jest w daną fazę sieci oraz im większa jest odległość źródła PV od rozpatrywanej stacji SN/nN. Zgodnie z dokumentacją techniczną falownika Wolta firmy Spirvent wzrost wartości skutecznej napięcia powyżej $1,1 U_N$ (253 V) prowadzi do ograniczenia aktualnie generowanej mocy czynnej przekształtnika. Taki stan pracy można zaobserwować na zamieszczonych powyżej przebiegach mocy czynnych poszczególnych instalacji. W rezultacie, źródła PV w analizowanych instalacjach przez większą część dnia (przypadającą na okres potencjalnie największej produkcji energii) nie mogą pracować z wartością mocy jaka wynika z aktualnych warunków atmosferycznych.

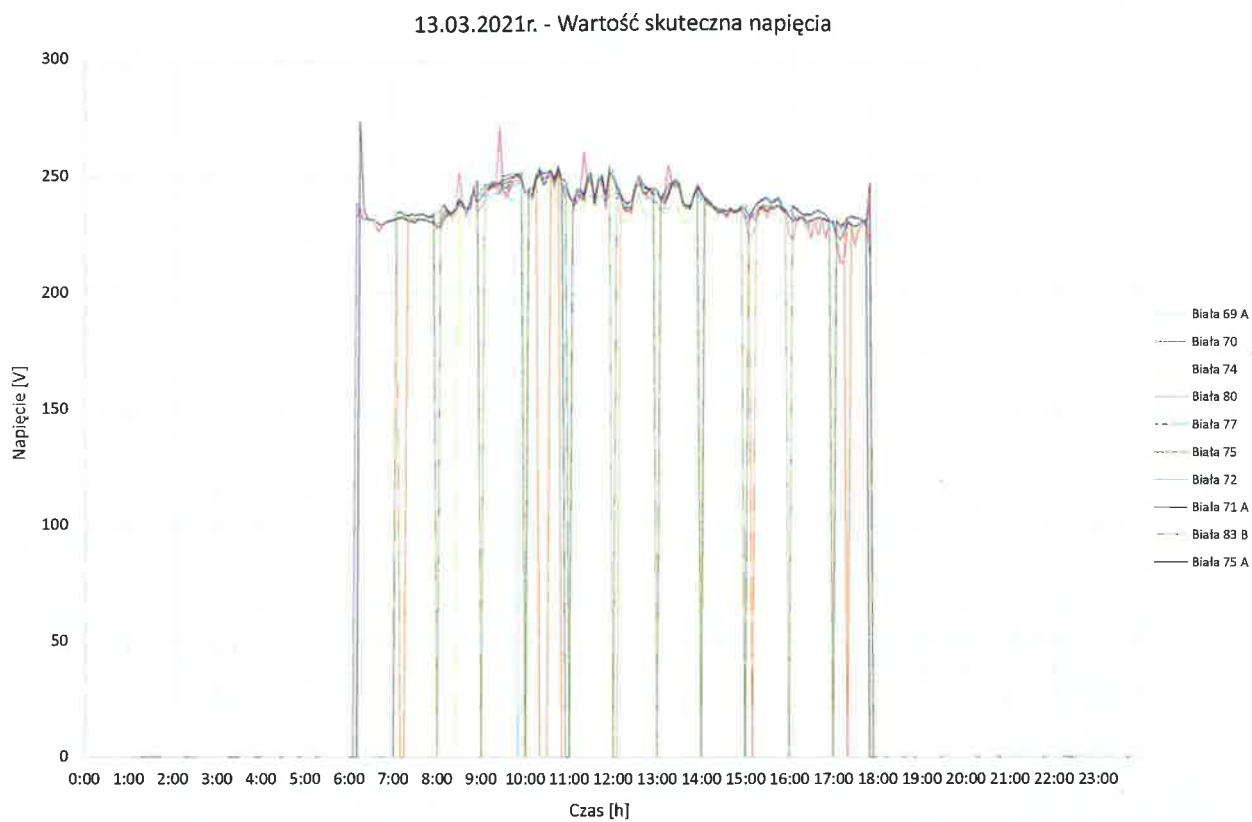
Taki stan rzeczy wpływa niekorzystnie na stabilną i bezpieczną pracę samej sieci zasilającej, ale przede wszystkim przekłada się na nieefektywne wykorzystanie lokalnych źródeł energii. Z całą pewnością zaburzenia zidentyfikowane w lokalnej sieci elektrycznej zakłócają pracę analizowanych instalacji PV, wpływając negatywnie na ich zdolność produkcji energii, zmniejszając tym samym potencjalne korzyści finansowe jakie mógłby osiągnąć właściciel instalacji, gdyby parametry napięcia mieściły się w dopuszczalnym przedziale zmian.

5.4. Opracowanie i analiza danych pomiarowych - instalacje z falownikami QY4080S

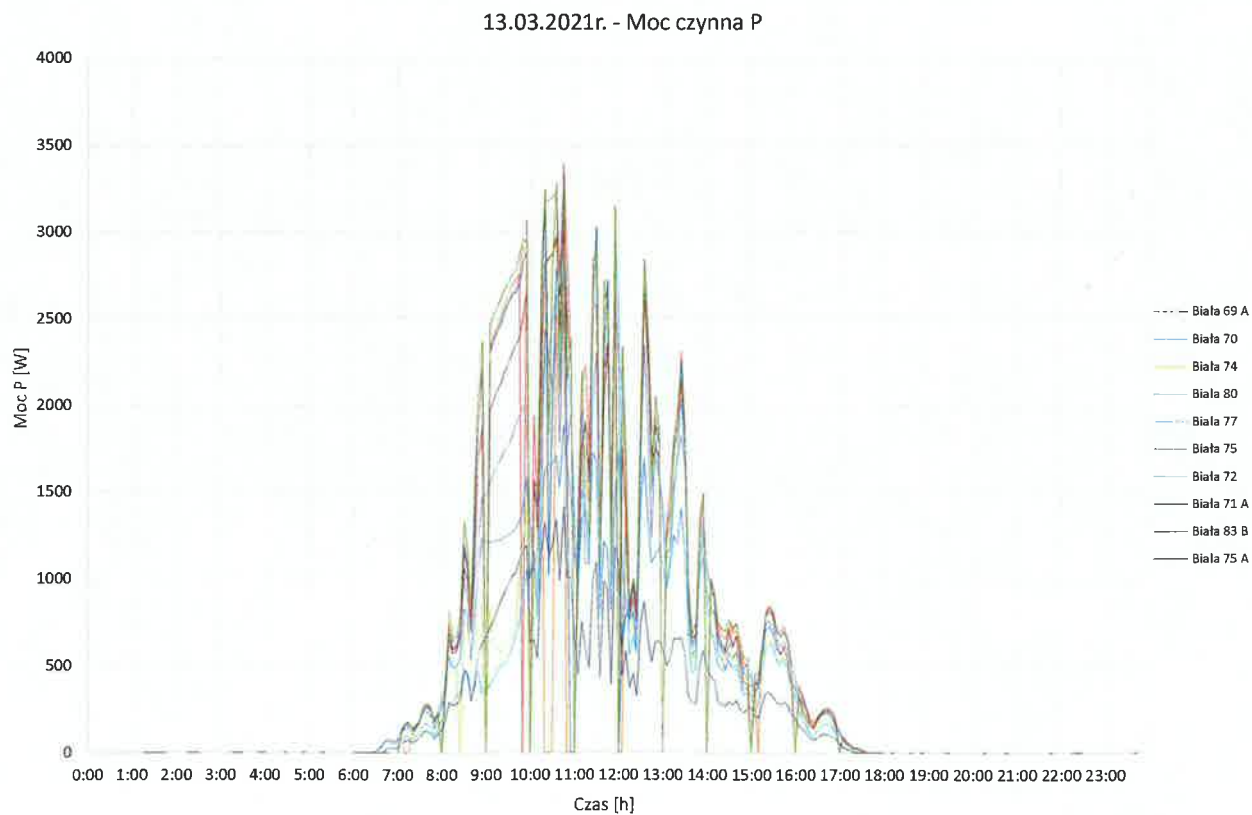
W niniejszym punkcie zaprezentowano wyniki analizy pracy instalacji PV wyposażonych w falowniki QY4080S przyłączone po stronie nN do stacji transformatorowej Biała VII 8-0270. W tabeli 11 zamieszczono wybraną część opracowanych danych pomiarowych dla instalacji Biała 83 B z dnia 14.03.2021 r.. Poszczególne kolumny tabeli prezentują dzień oraz godzinę pomiaru, moc czynną instalacji oraz generowaną wartość prądu, a także wartość skuteczną napięcia w fazie przyłączenia falownika do sieci. Rysunki 30 oraz 32 przedstawiają przebiegi wartości skutecznej napięć, z kolei rysunki 31 oraz 33 przebiegi mocy czynnych poszczególnych instalacji PV dla dwóch wybranych dni, tj. 13.03.2021 r. oraz 14.03.2021 r.. Również w przypadku instalacji z falownikami firmy Q3 wybrano jeden dzień, tj. 14.03.2021 r., dla którego zaprezentowano indywidualnie dla każdej z instalacji przebieg mocy czynnej oraz wartości skutecznej napięcia fazowego. Odpowiednie przebiegi prezentują rysunki 34 -53.

Tabela 11. Opracowane przykładowe dane pomiarowe dla instalacji Biała 83B z dnia 14.03.2021r.

Dzień	Godzina	Moc czynna P	Napięcie	Prąd
		[W]	[V]	[A]
14.03.2021r.	09:00	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	09:05	2439,54	246,00	9,98
14.03.2021r.	09:10	1707,14	241,45	7,18
14.03.2021r.	09:15	2011,07	243,76	8,34
14.03.2021r.	09:20	2711,03	246,69	11,04
14.03.2021r.	09:25	2271,52	244,52	9,39
14.03.2021r.	09:30	2306,69	245,00	9,49
14.03.2021r.	09:35	2379,31	245,59	9,76
14.03.2021r.	09:40	1998,14	245,90	8,22
14.03.2021r.	09:45	2333,69	246,59	9,54
14.03.2021r.	09:50	2502,21	248,38	10,17
14.03.2021r.	09:55	2586,59	248,52	10,45
14.03.2021r.	10:00	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	10:05	2227,75	245,07	9,08
14.03.2021r.	10:10	2733,93	246,83	11,09
14.03.2021r.	10:15	3141,93	250,21	12,59
14.03.2021r.	10:20	2569,41	248,48	10,38
14.03.2021r.	10:25	3165,69	251,31	12,65
14.03.2021r.	10:30	1476,54	242,18	6,18
14.03.2021r.	10:35	1929,68	244,36	7,90
14.03.2021r.	10:40	2595,34	249,14	10,42
14.03.2021r.	10:45	2583,83	246,55	10,57
14.03.2021r.	10:50	3252,93	250,97	13,00
14.03.2021r.	10:55	3372,36	249,57	13,54
14.03.2021r.	11:00	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	11:05	3408,71	249,46	13,70
14.03.2021r.	11:10	2180,07	243,64	8,88
14.03.2021r.	11:15	3383,72	248,79	13,62
14.03.2021r.	11:20	3244,14	248,34	13,06
14.03.2021r.	11:25	2211,55	244,00	9,02
14.03.2021r.	11:30	3709,97	251,93	14,71
14.03.2021r.	11:35	3478,62	247,79	14,02
14.03.2021r.	11:40	3513,59	249,17	14,00
14.03.2021r.	11:45	1687,97	240,52	7,08
14.03.2021r.	11:50	3528,34	251,10	14,01
14.03.2021r.	11:55	995,54	239,14	4,33
14.03.2021r.	12:00	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	12:05	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	12:10	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	12:15	520,46	233,57	2,50
14.03.2021r.	12:20	241,75	232,04	1,47
14.03.2021r.	12:25	270,64	232,21	1,57
14.03.2021r.	12:30	302,25	231,93	1,68
14.03.2021r.	12:35	292,50	232,29	1,64
14.03.2021r.	12:40	390,14	233,64	2,00
14.03.2021r.	12:45	483,04	234,41	2,34
14.03.2021r.	12:50	553,14	234,96	2,57
14.03.2021r.	12:55	630,36	236,07	2,90
14.03.2021r.	13:00	0,00	0,00	0,00
14.03.2021r.	13:05	185,46	232,26	1,28

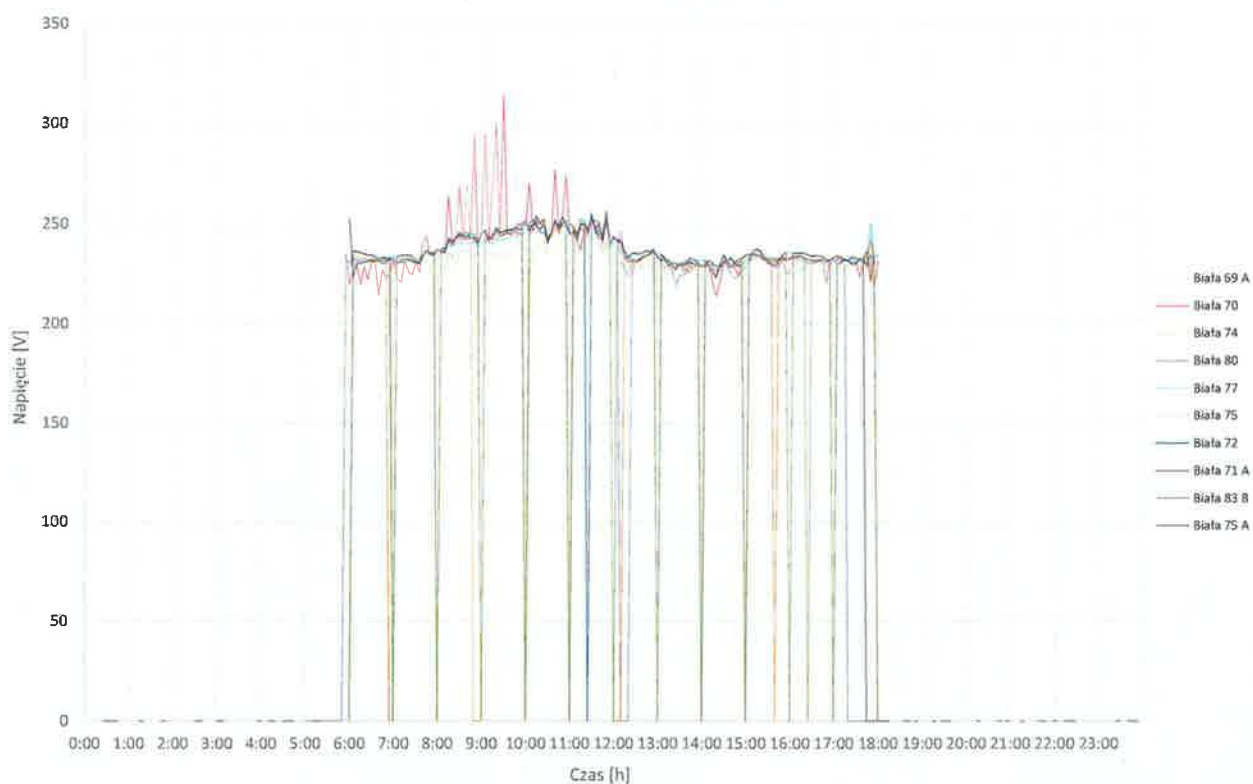


Rysunek 30. Przebiegi wartości skutecznej napięć fazowych dla poszczególnych instalacji PV z falownikiem QY4080S z dnia 13.03.2021 r.



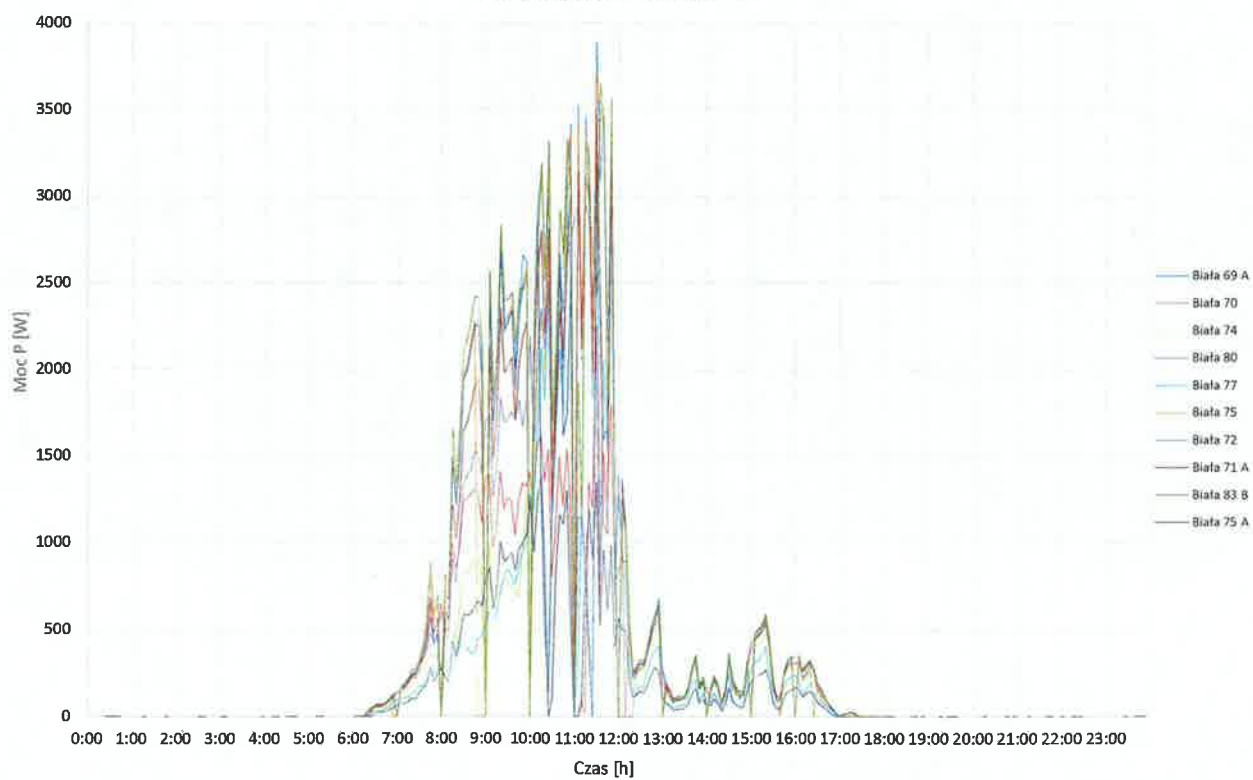
Rysunek 31. Przebiegi mocy czynnych generowanych w poszczególnych instalacjach PV z falownikiem QY4080S z dnia 13.03.2021 r.

14.03.2021r. - Wartość skuteczna napięcia



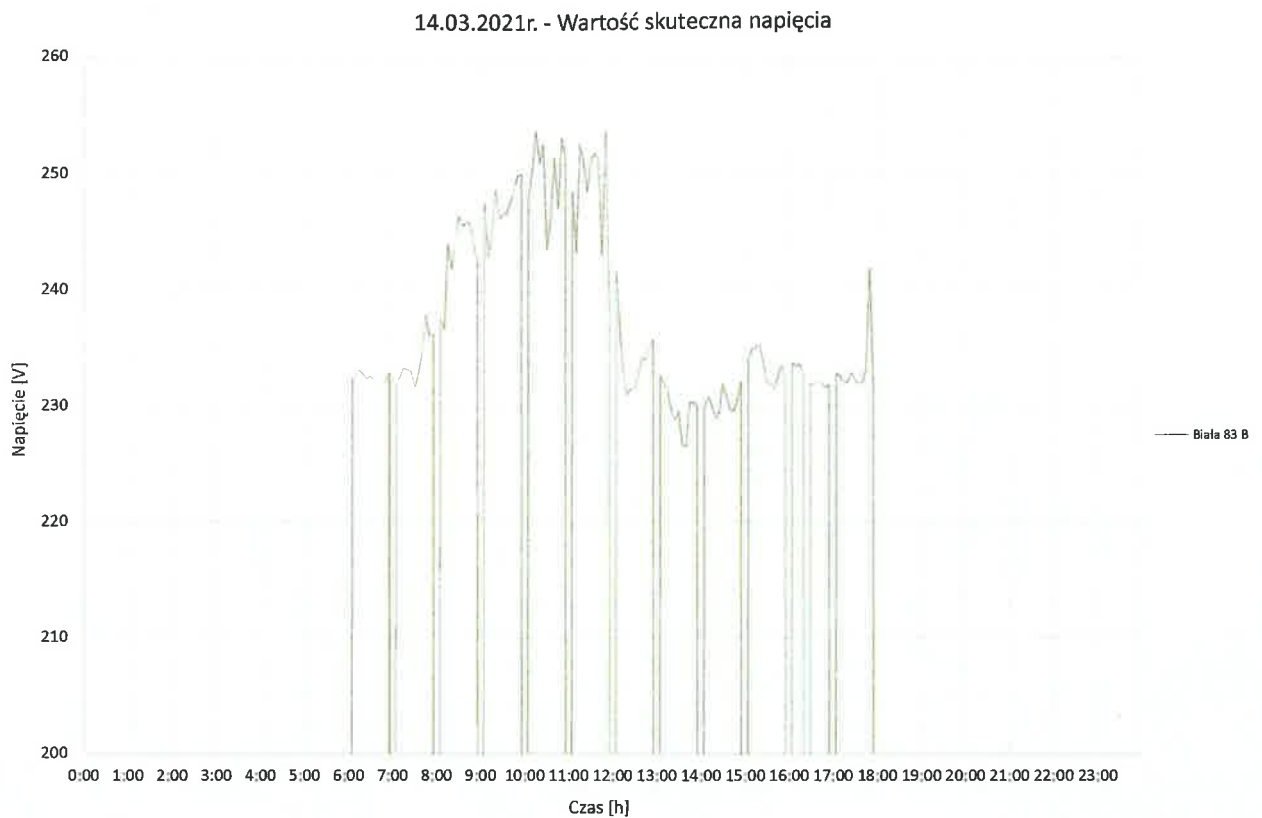
Rysunek 32. Przebiegi wartości skutecznej napięć fazowych dla poszczególnych instalacji PV z falownikiem QY4080S z dnia 14.03.2021 r.

14.03.2021r. - Moc czynna P

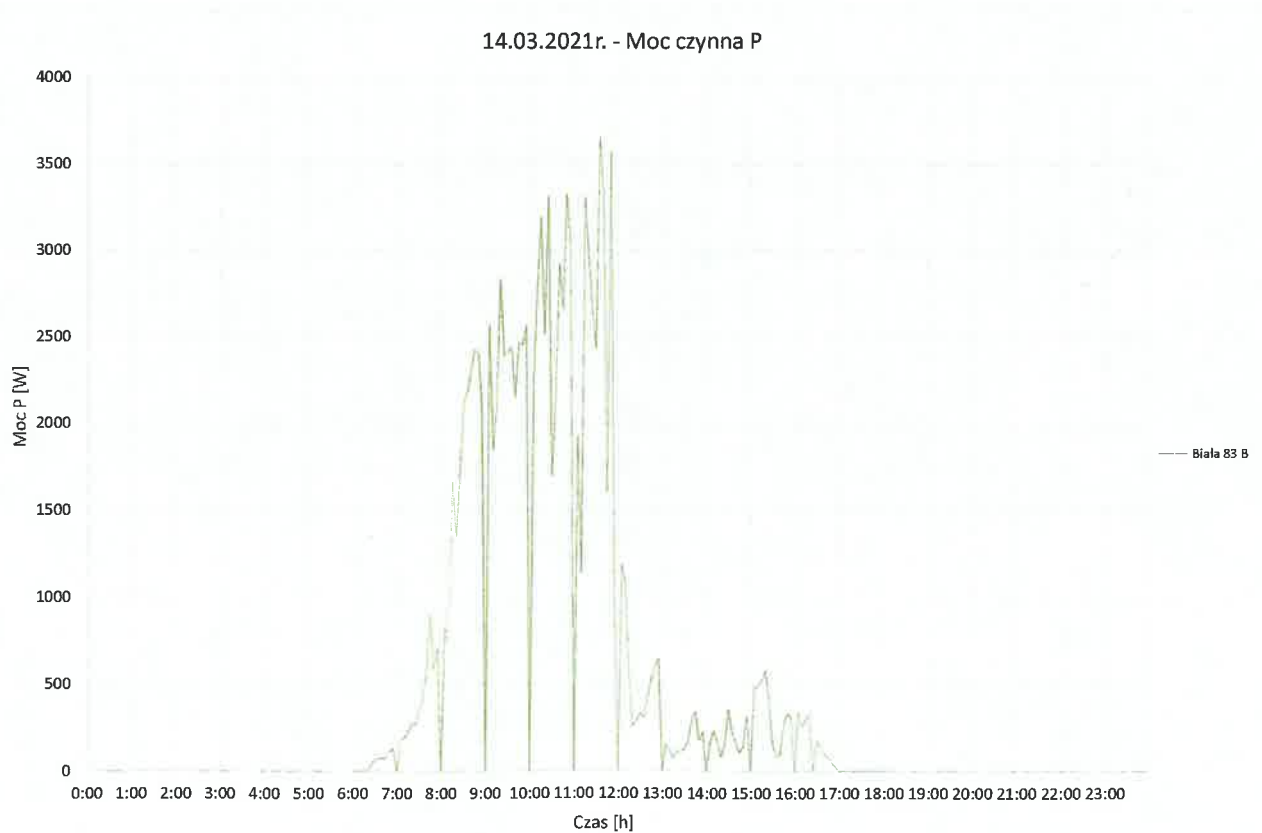


Rysunek 33. Przebiegi mocy czynnych generowanych w poszczególnych instalacjach PV z falownikiem QY4080S z dnia 14.03.2021 r.

Szczegółowa analiza dla dnia 14.03.2021 r.

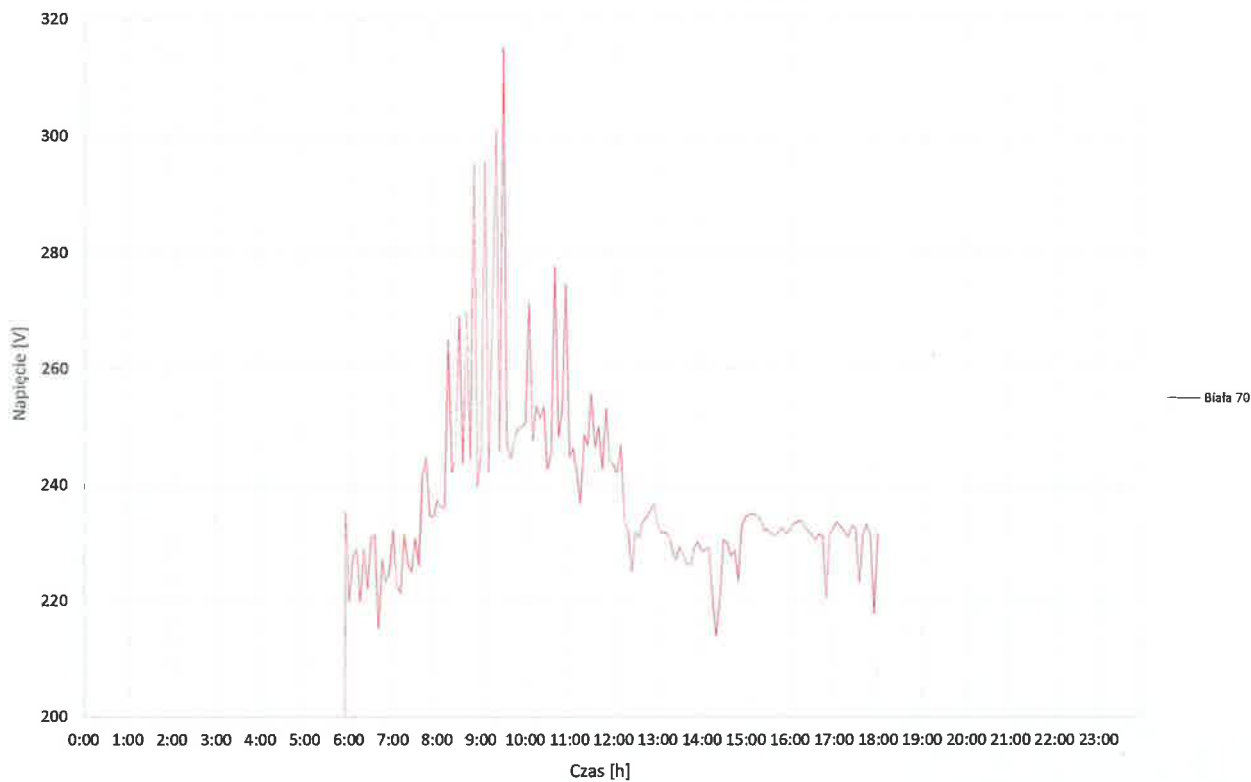


Rysunek 34. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 83 B z dnia 14.03.2021 r.



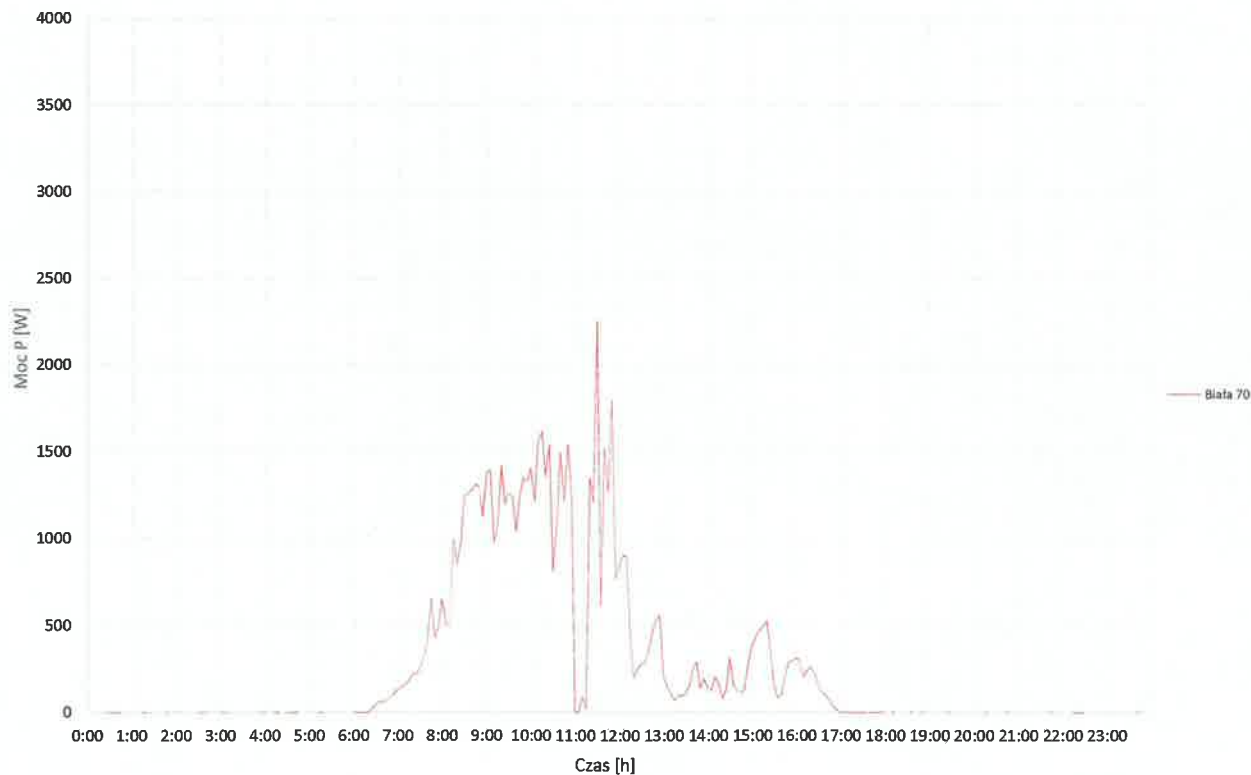
Rysunek 35. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 83 B z dnia 14.03.2021 r.

14.03.2021r. - Wartość skuteczna napięcia

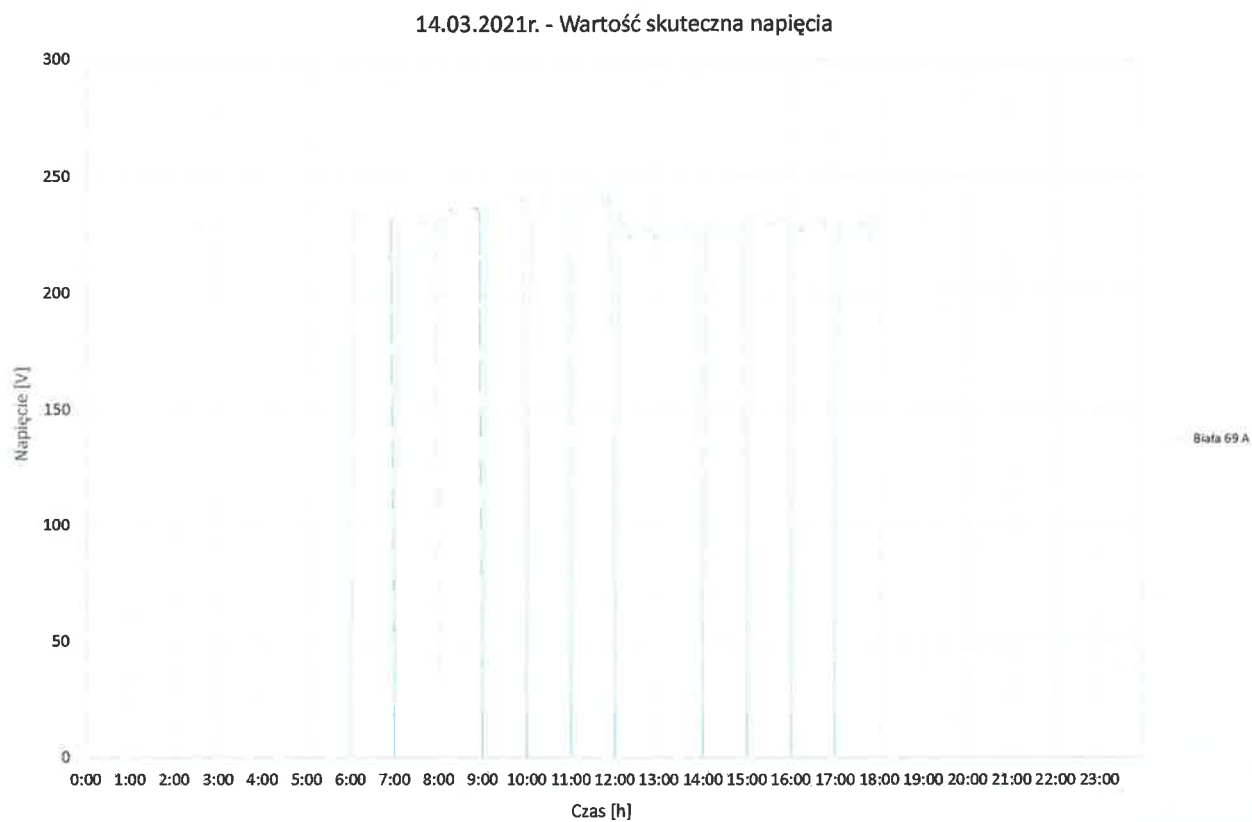


Rysunek 36. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 70 z dnia 14.03.2021 r.

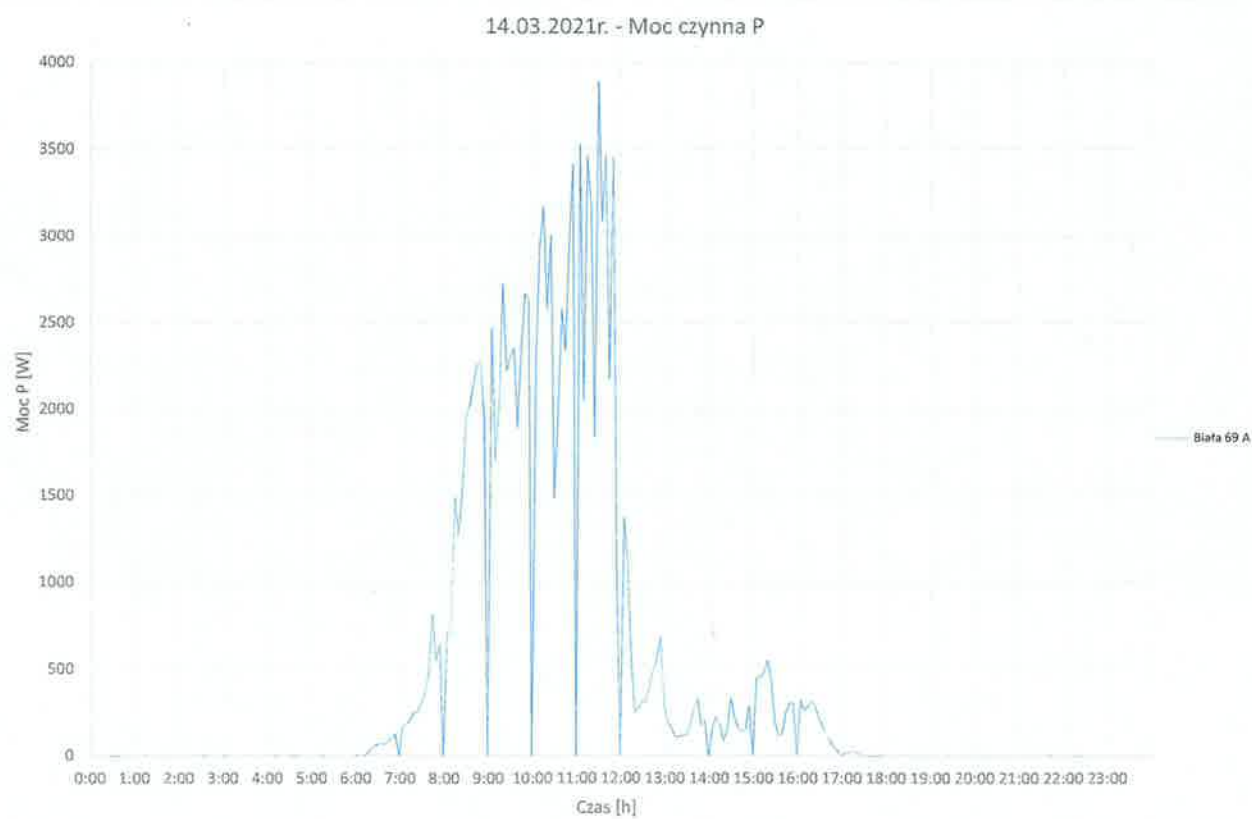
14.03.2021r. - Moc czynna P



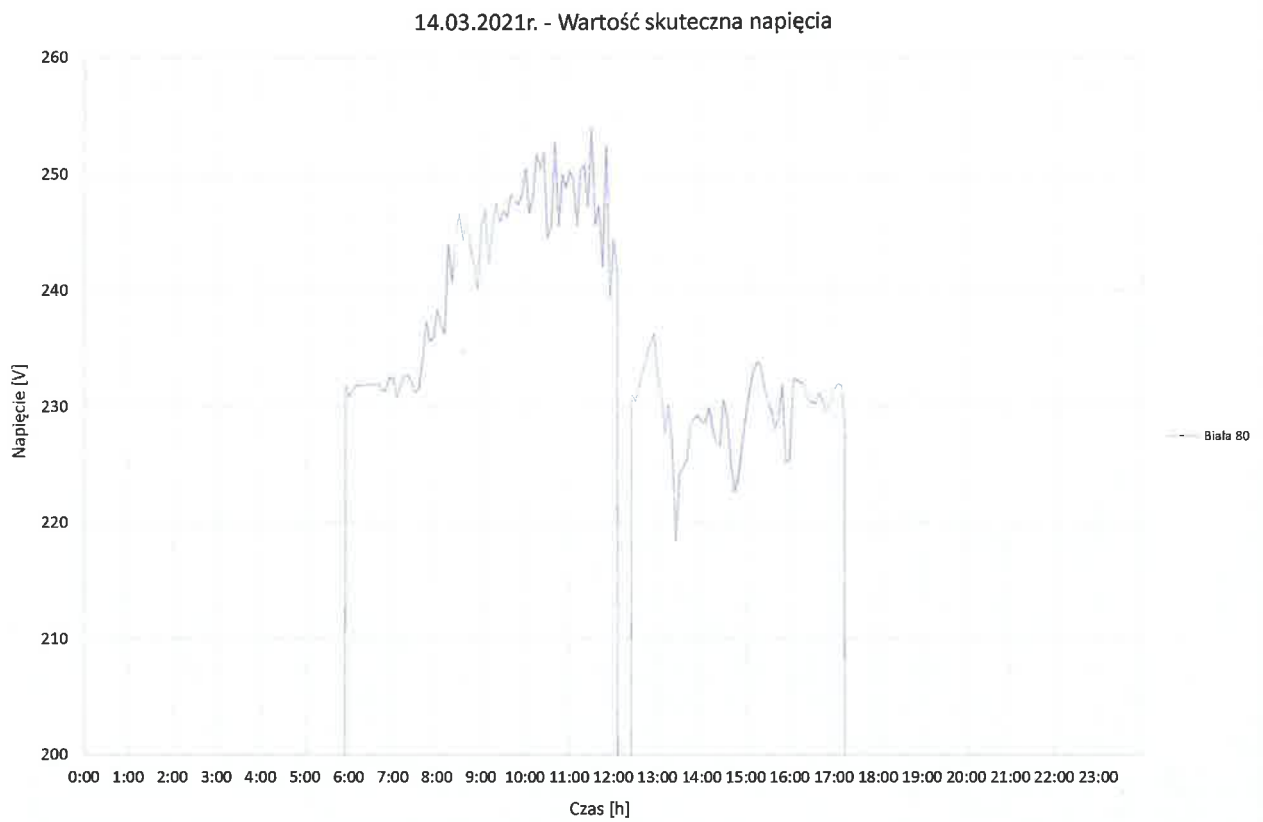
Rysunek 37. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 70 z dnia 14.03.2021 r.



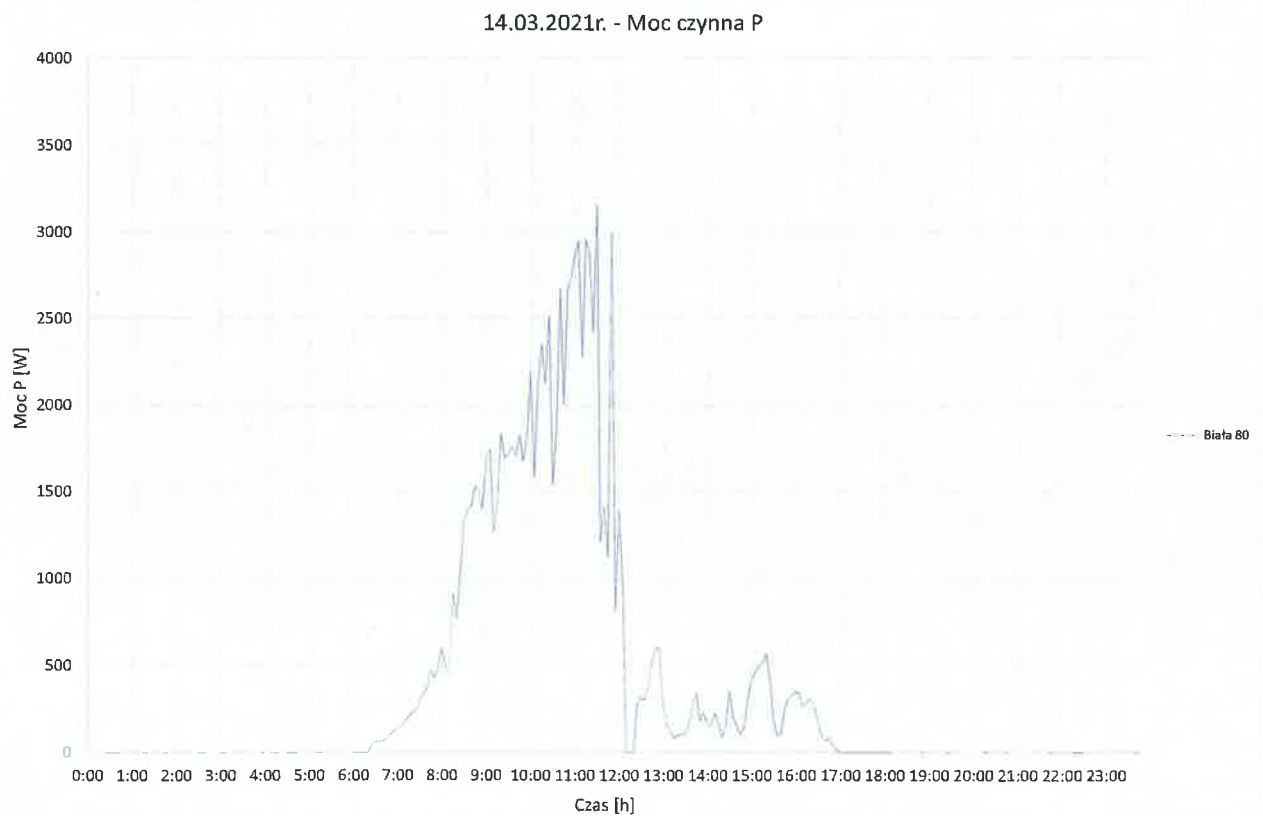
Rysunek 38. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 69A z dnia 14.03.2021 r.



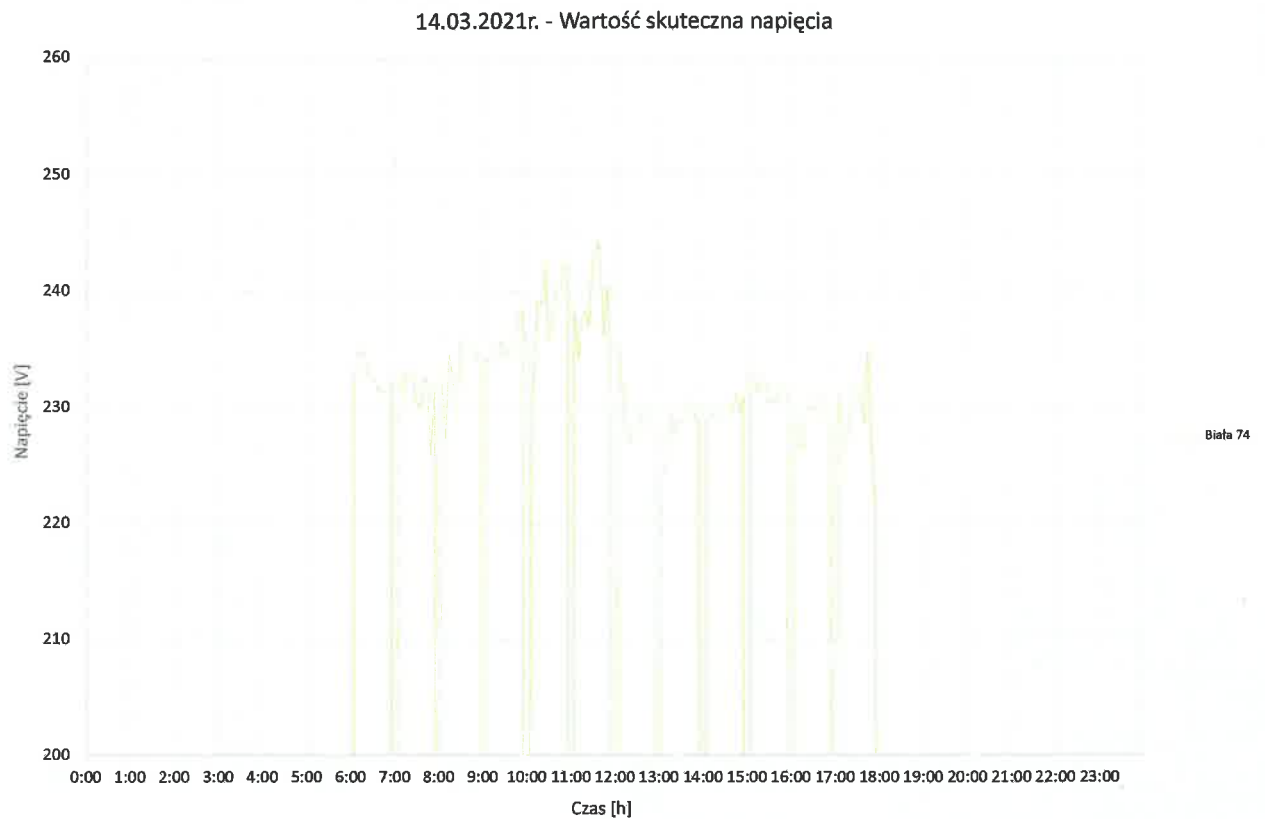
Rysunek 39. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 69A z dnia 14.03.2021 r.



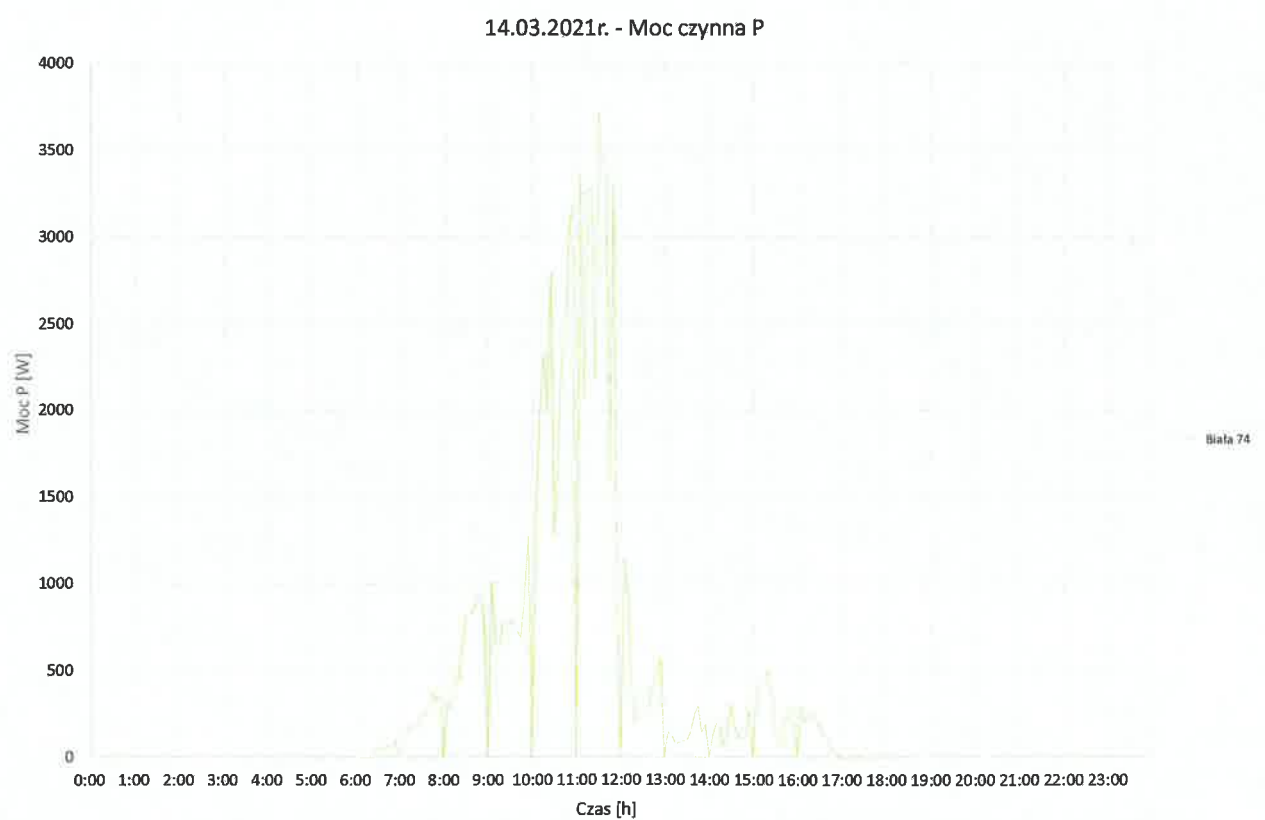
Rysunek 40. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 80 z dnia 14.03.2021 r.



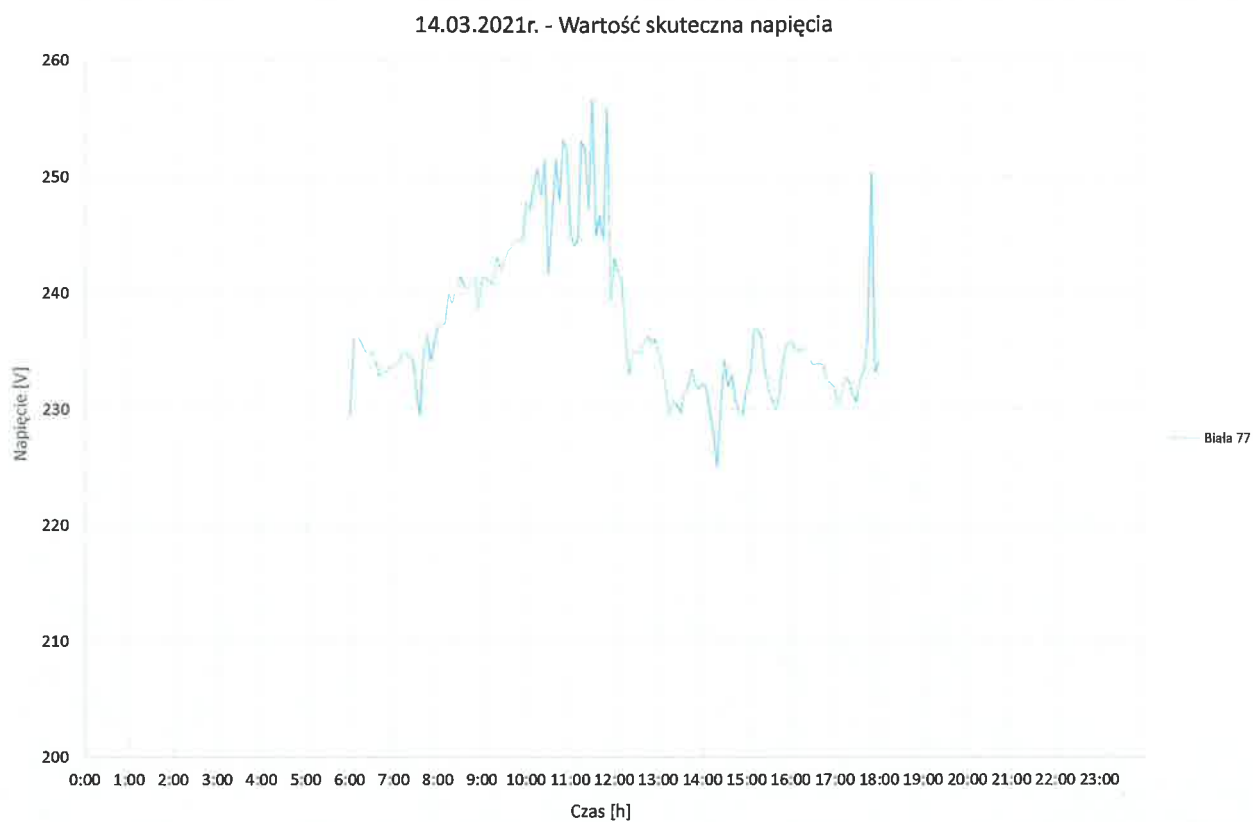
Rysunek 41. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 80 z dnia 14.03.2021 r.



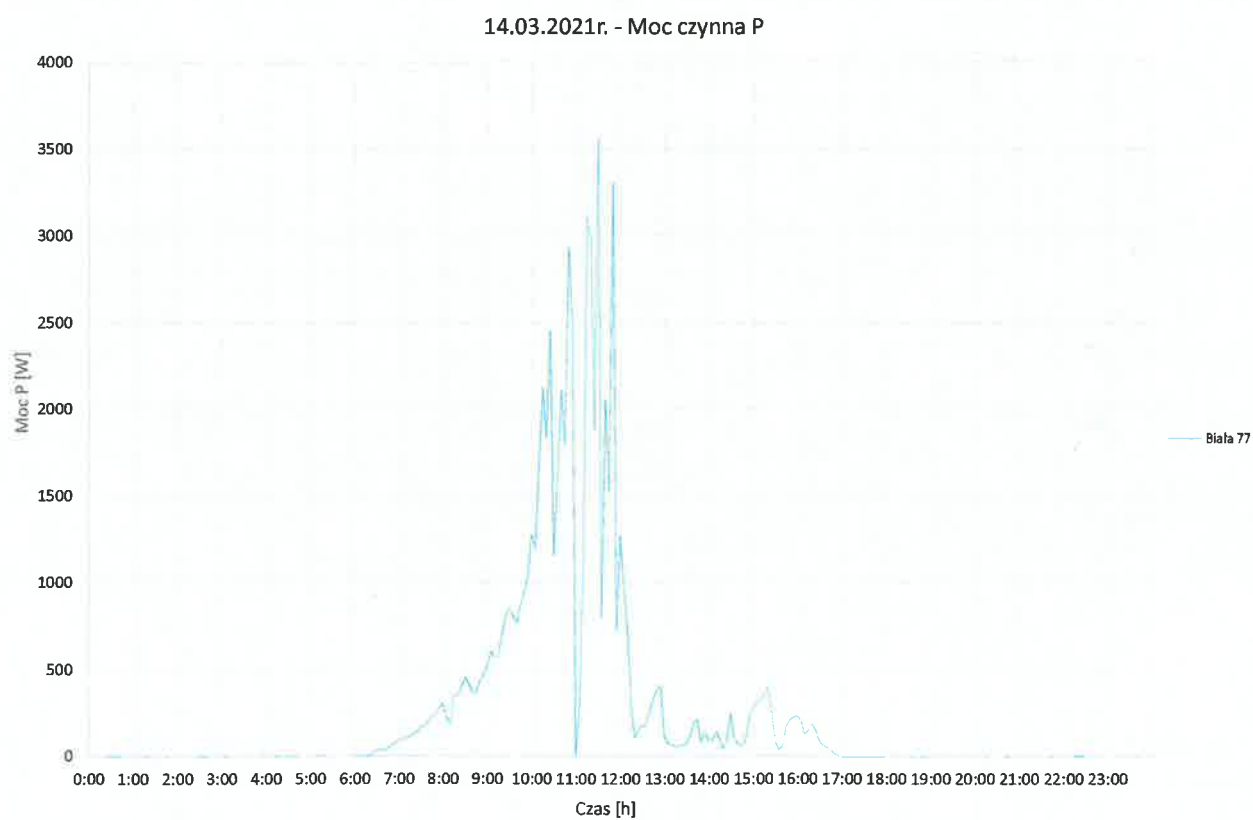
Rysunek 42. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 74 z dnia 14.03.2021 r.



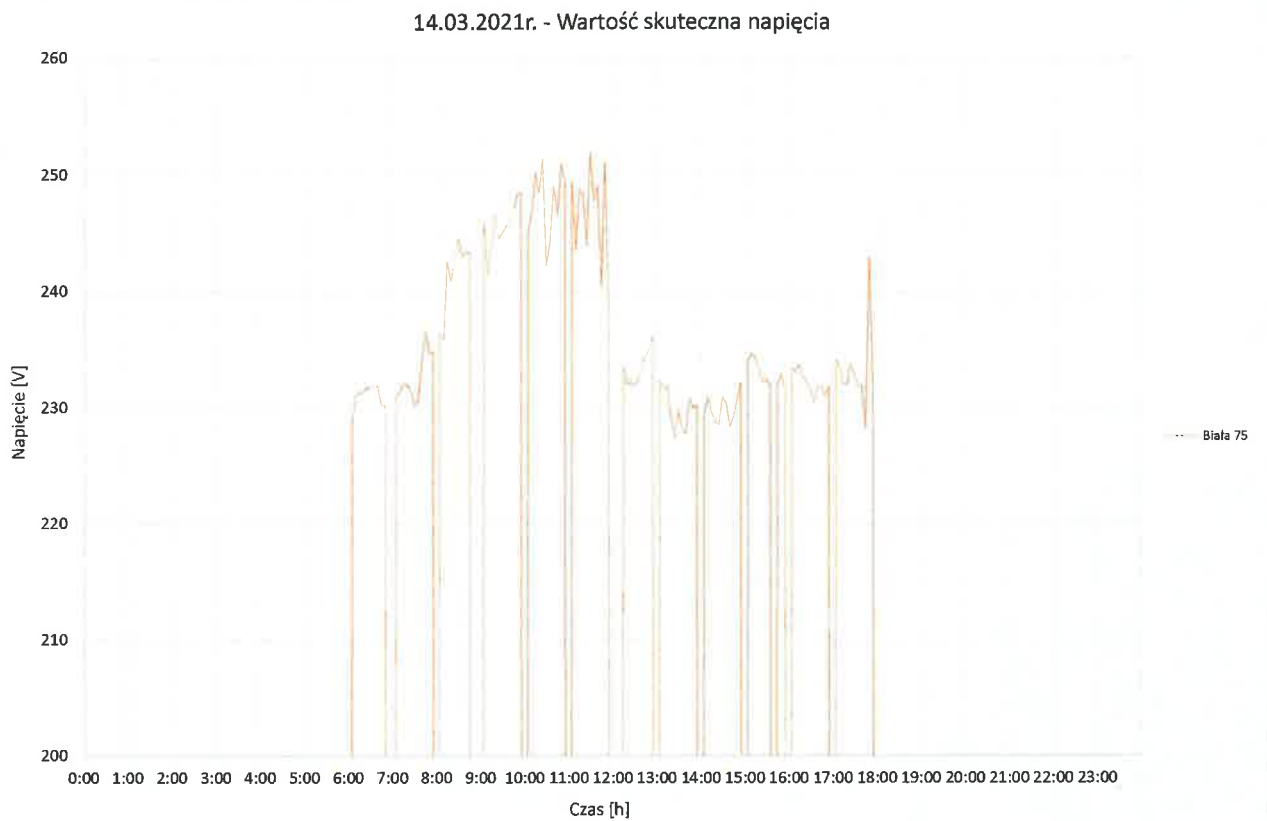
Rysunek 43. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 74 z dnia 14.03.2021 r.



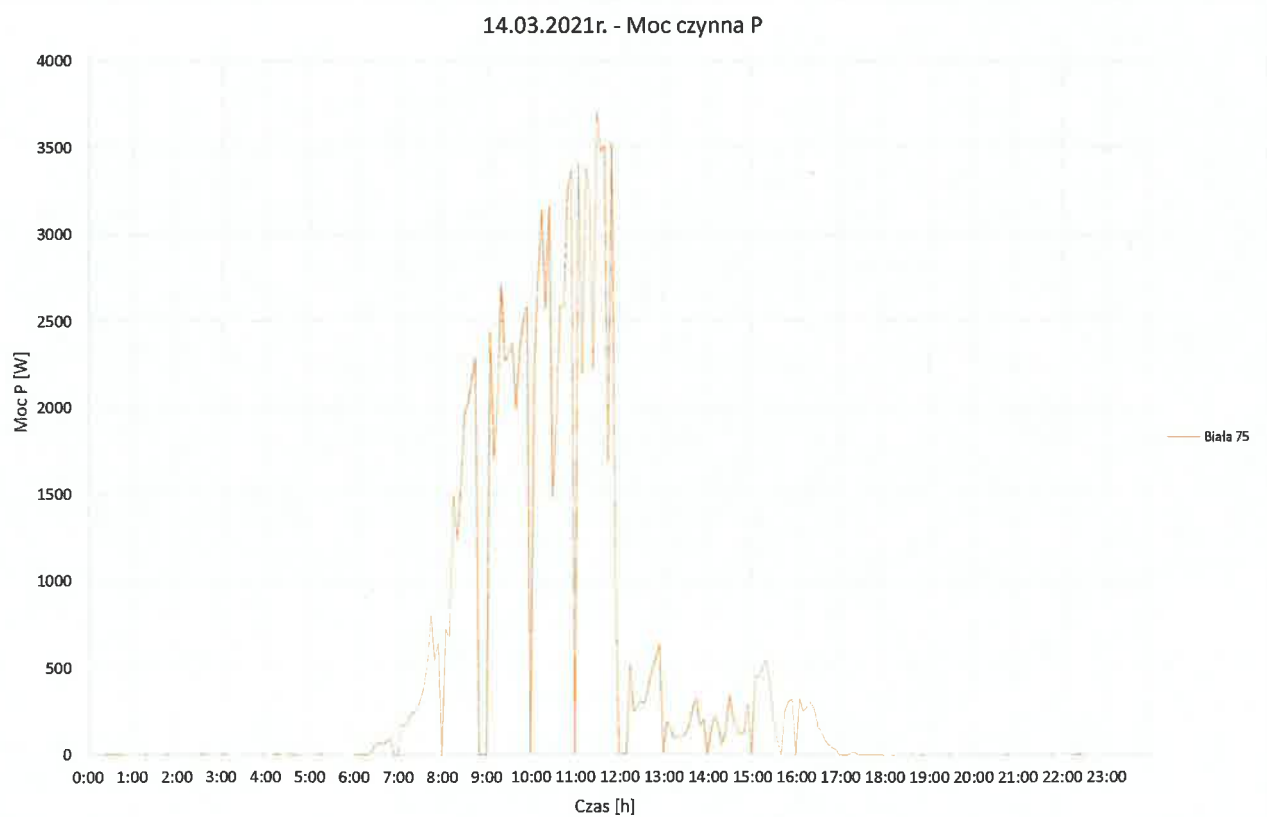
Rysunek 44. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 77 z dnia 14.03.2021 r.



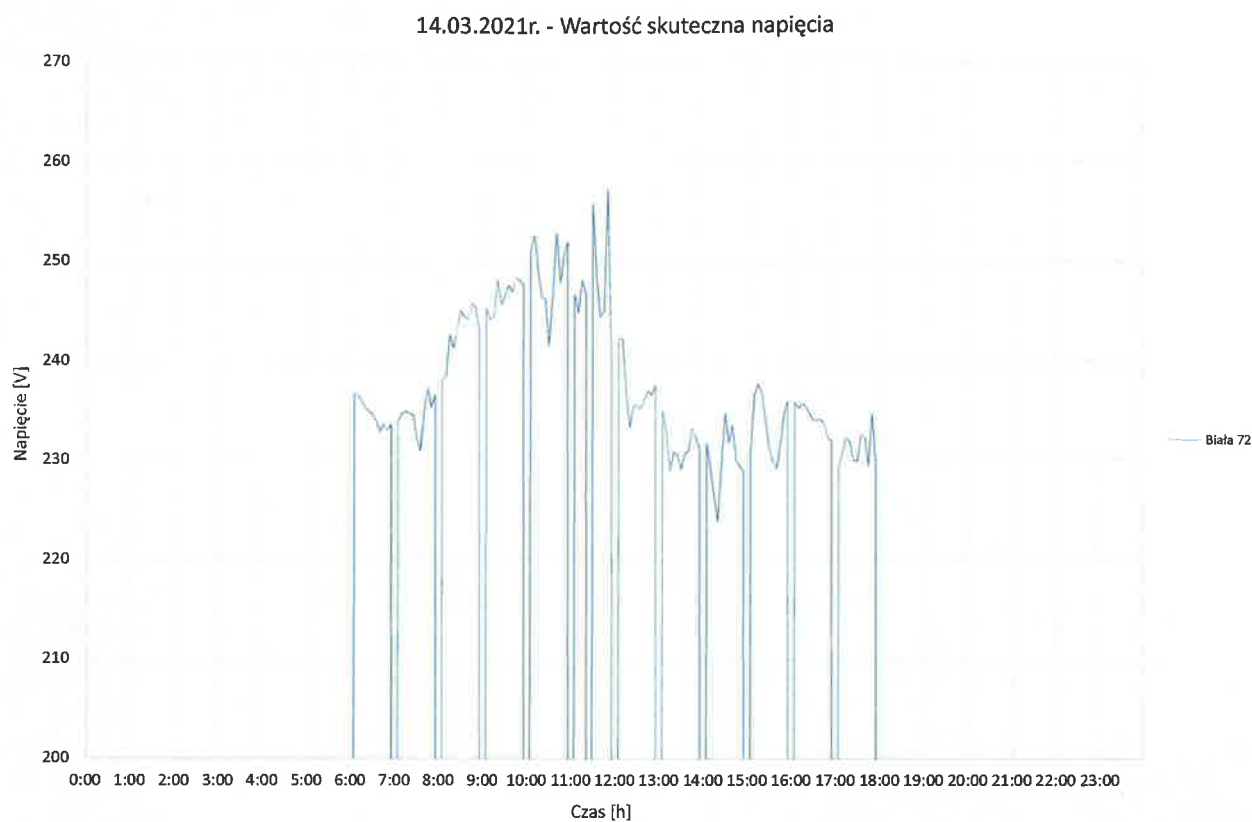
Rysunek 45. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 77 z dnia 14.03.2021 r.



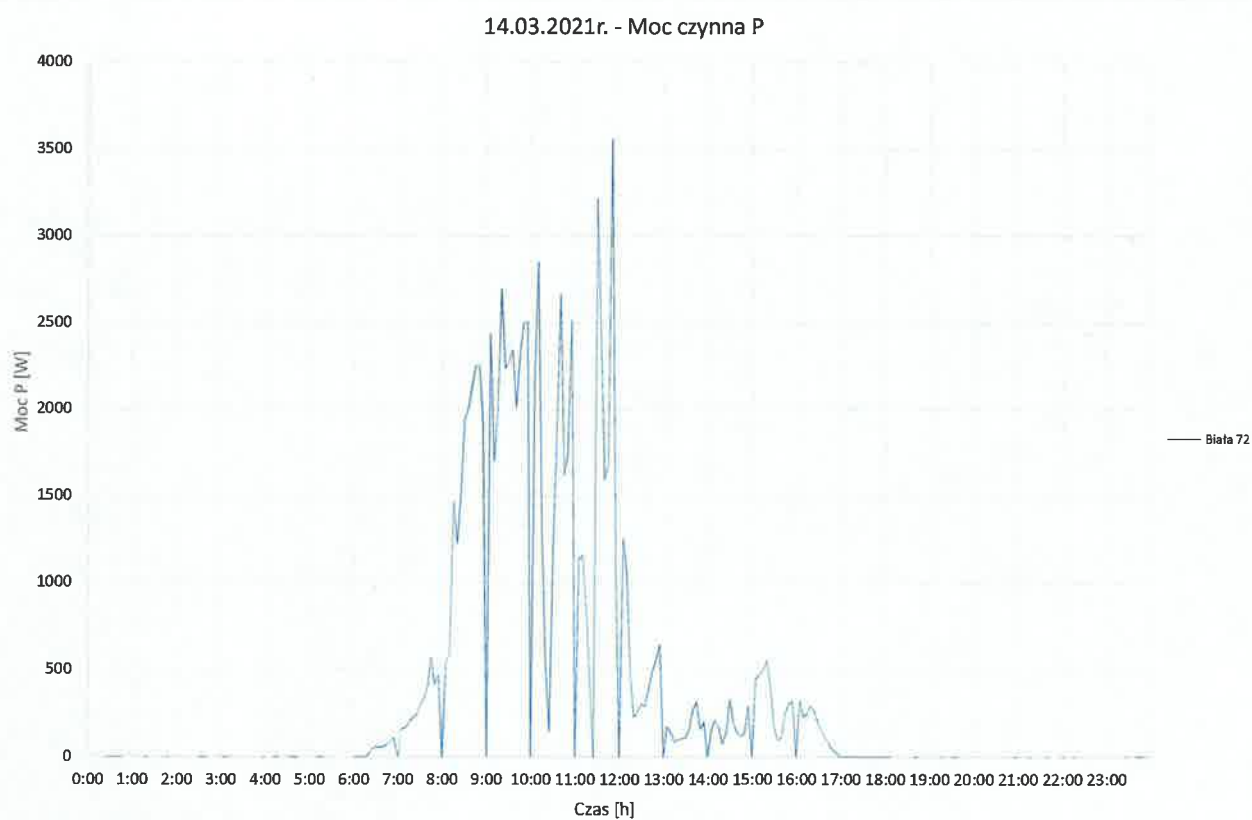
Rysunek 46. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 75 z dnia 14.03.2021 r.



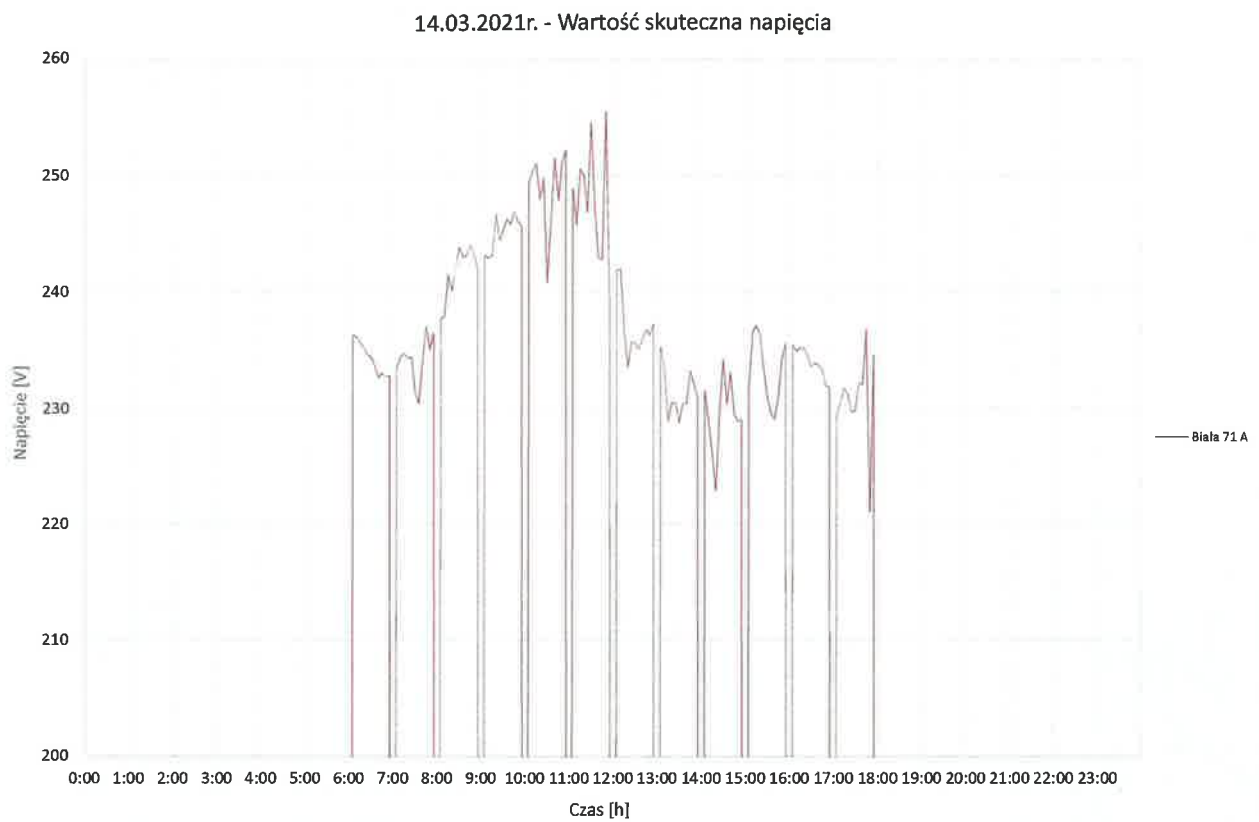
Rysunek 47. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 75 z dnia 14.03.2021 r.



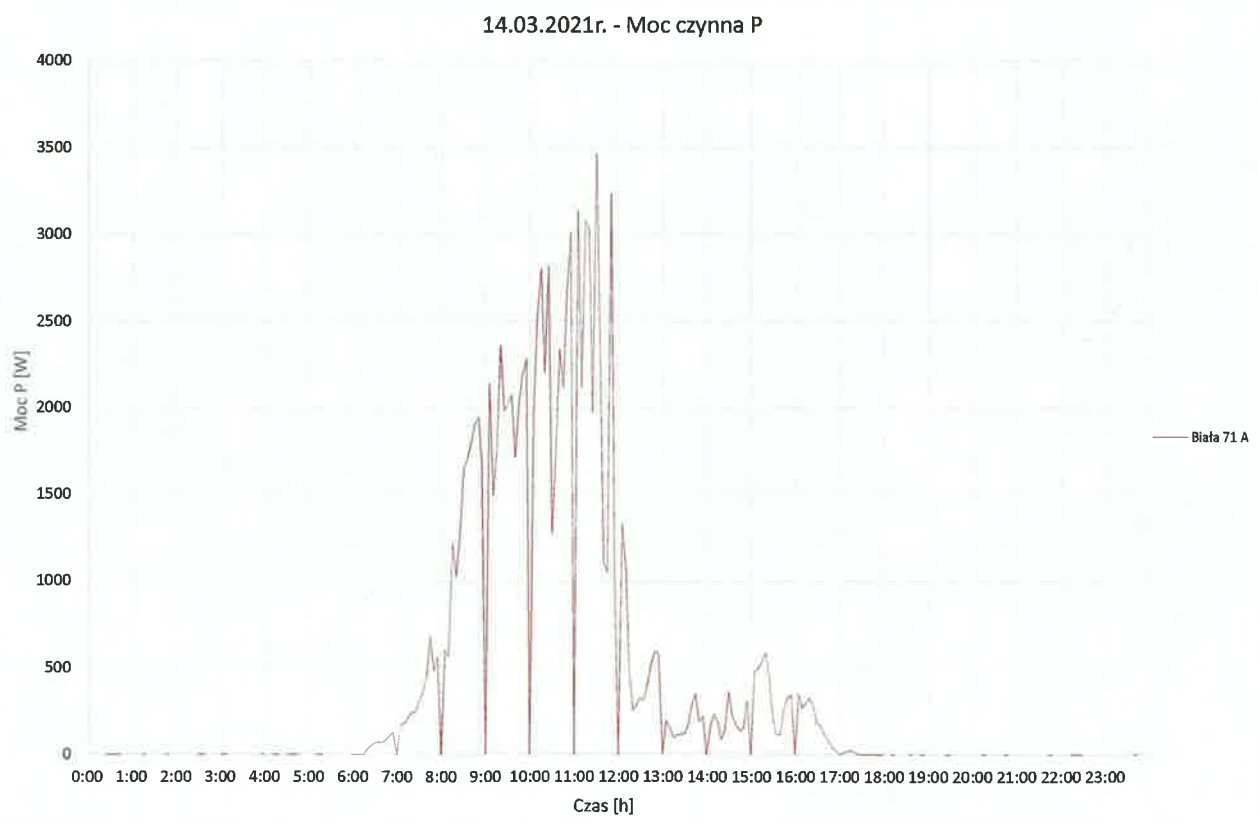
Rysunek 48. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 72 z dnia 14.03.2021 r.



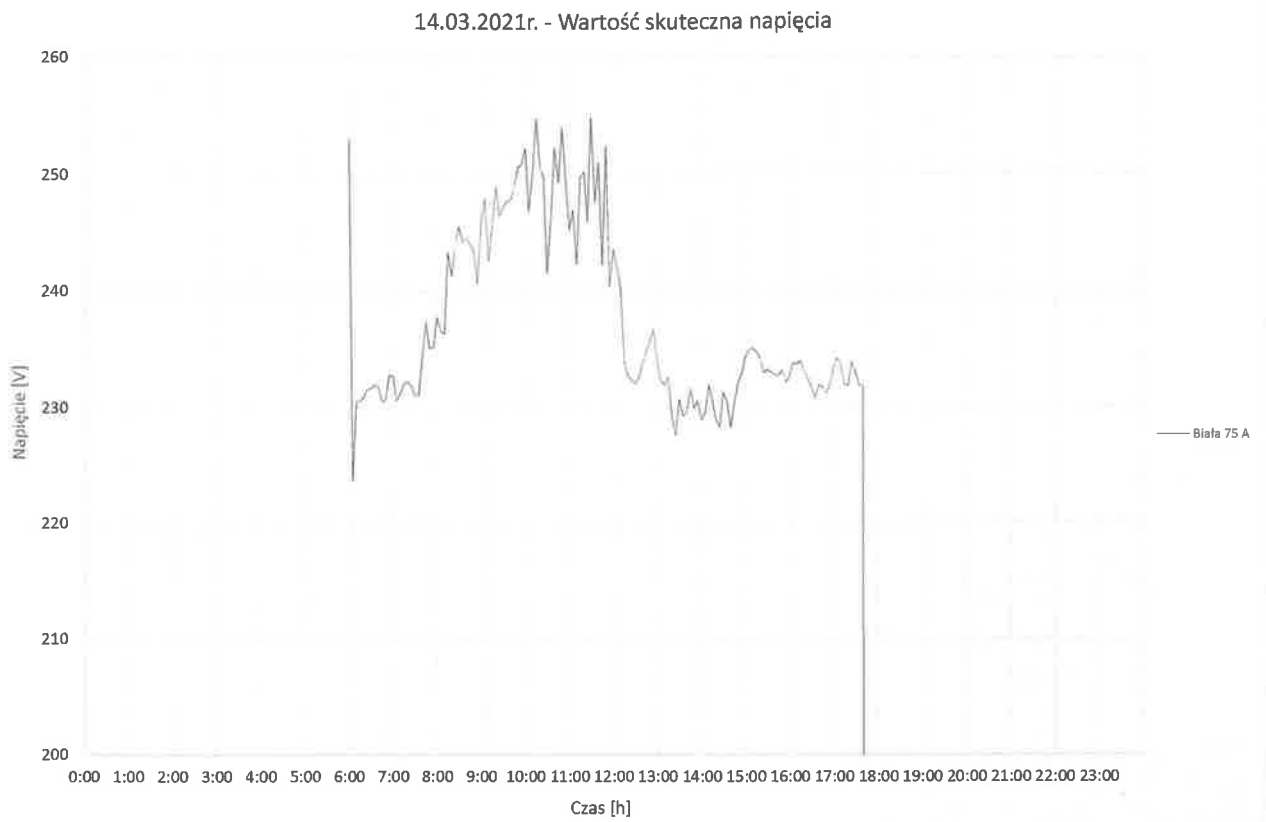
Rysunek 49. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 72 z dnia 14.03.2021 r.



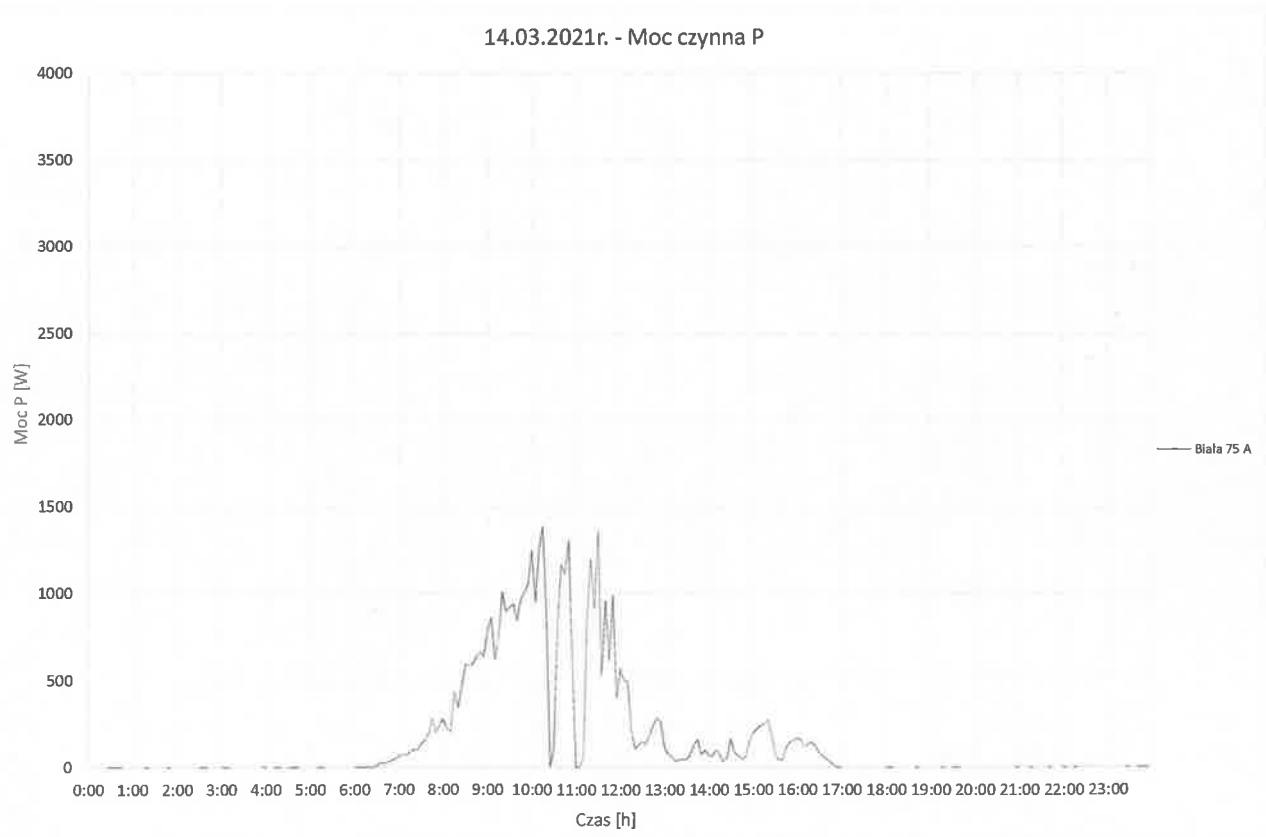
Rysunek 50. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 71 A z dnia 14.03.2021 r.



Rysunek 51. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 71 A z dnia 14.03.2021 r.



Rysunek 52. Przebieg wartości skutecznej napięcia fazowego dla instalacji PV Biała 75 A z dnia 14.03.2021 r.



Rysunek 53. Przebieg mocy czynnej generowanej w instalacji PV Biała 75 A z dnia 14.03.2021 r.

Przeprowadzona analiza pracy poszczególnych instalacji PV z falownikami firmy Q3 pozwoliła stwierdzić, iż w rozpatrywanym obwodzie nr 1 stacji Biała VII 8-0270 występują analogiczne problemy z utrzymaniem parametrów jakości napięcia zasilającego jak w obwodzie nr 2. Również w tym przypadku praca lokalnych źródeł PV prowadzi do znacznego wzrostu wartości skutecznej napięcia (powyżej 253 V) w poszczególnych węzłach obwodu.

Zgodnie z dokumentacją techniczną falownika QY4080S firmy Q3 wzrost wartości skutecznej napięcia w sieci zasilającej powyżej $1,1 U_N$ (253 V) prowadzi do całkowitego ograniczenia generowanej mocy czynnej i przejścia przekształtnika w tryb czuwania. W rezultacie, instalacje PV przyłączone do obwodu nr 1 stacji transformatorowej Biała VII 8-0270 cyklicznie ograniczają do 0 generowaną moc czynną. Niekorzystne warunki napięciowe występujące w analizowanym obwodzie stacji przekładają się oczywiście na pracę źródeł PV i prowadzą do znacznego zmniejszenia produkowanej w instalacjach prosumenckich energii elektrycznej.

6. Podsumowanie, wnioski oraz rekomendacje

Celem niniejszej pracy było wykonanie analizy oraz wydanie opinii na temat funkcjonowania instalacji fotowoltaicznych zainstalowanych u Mieszkańców Gminy Rzaśnia w ramach dotacji proekologicznych, przy uwzględnieniu warunków znacznego nasycenia sieci elektroenergetycznej źródłami energii oraz stanu pracy lokalnej sieci elektroenergetycznej.

Wyniki przeprowadzonej analizy obecnego stanu pracy sieci elektroenergetycznej jednoznacznie wskazują, że moc zainstalowanych prosumenckich instalacji PV przekracza moce znamionowe transformatorów w blisko połowie stacji SN/nN znajdujących się na terenie Gminy Rzaśnia. Największe przekroczenie zostało zidentyfikowane na stacji Zielęcín I 8-1469, gdzie moc przyłączonych do stacji po stronie niskiego napięcia źródeł PV jest ponad dwukrotnie większa od mocy znamionowej zainstalowanego transformatora dystrybucyjnego. Szczegółowe zestawienie wyników dla wszystkich stacji transformatorowych prezentuje tabela 3. Zbiorcze zestawienie wyników dla tej części analizy zamieszczono w tabeli 4.

Duże nasycenie sieci elektroenergetycznej źródłami fotowoltaicznymi prowadzi do występowania znacznych problemów z utrzymaniem wymaganej jakości napięcia zasilającego w sieci elektroenergetycznej na terenie Gminy Rzaśnia oraz może powodować przeciążenia transformatorów dystrybucyjnych. Wspomniane problemy zostały zidentyfikowane i opisane w drugiej części opracowania dotyczącej szczegółowej analizy danych pomiarowych z poszczególnych instalacji PV przyłączonych do stacji Biała VII 8-0270.

Praca instalacji PV przyłączonych do stacji Biała VII 8-0270 prowadzi do wzrostu wartości skutecznej napięcia w poszczególnych węzłach sieci elektroenergetycznej ponad graniczną dopuszczalną dla falowników źródeł PV wartość $1,1 U_N$. Obserwowany wzrost napięcia w przypadku instalacji z przekształtnikami Wolta oraz QY4080S przyczynia się do znacznego zmniejszenia mocy czynnej generowanej przez źródła energii. W rezultacie, analizowane instalacje przez większą część dnia pracują z ograniczeniem mocy czynnej lub podlegają cyklicznym wyłączeniom i włączeniom. Należy podkreślić, iż obserwowane reakcje analizowanych instalacji PV na zmiany wartości napięcia zasilającego wynikają bezpośrednio z wymagań operatorów sieci dystrybucyjnych oraz są podyktowane aktualnie obowiązującymi aktami prawnymi w celu zapewnienia bezpiecznej pracy sieci elektroenergetycznej. Taki stan rzeczy przekłada się niekorzystnie na stabilną i efektywną pracę zainstalowanych w sieci źródeł PV, zmniejszając tym samym potencjalne korzyści finansowe po stronie właścicieli instalacji prosumenckiej.

Obserwowany w sieciach dystrybucyjnych szybki wzrost liczby RZE, a w szczególności OZE przysparza operatorom sieci dystrybucyjnych coraz więcej problemów z utrzymaniem wymaganej jakości napięcia zasilającego. Należy przypuszczać, iż w ciągu kilku najbliższych lat sytuacja będzie ulegała dalszemu pogorszeniu, dlatego też konieczne staje się wdrożenie odpowiednich działań, które zapewnią bezpieczną i stabilną pracę sieci elektroenergetycznej oraz przyłączonych do niej źródeł energii, a także pozwolą na dalszy stabilny wzrost liczby instalowanych urządzeń generacji rozproszonej.

Poniżej zaproponowano potencjalne rozwiązania, które mogą poprawić warunki pracy lokalnej sieci elektroenergetycznej oraz instalacji fotowoltaicznych na terenie Gminy Rzaśnia. Zaliczyć do nich można:

- gruntowną modernizację infrastruktury sieci dystrybucyjnej na terenie Gminy Rzaśnia, w tym m.in. wymianę transformatorów na jednostki o większej mocy we wskazanych stacjach transformatorowych SN/nN oraz modernizację przestarzałych linii napowietrznych zasilających odbiorców i prosumentów,
- zainstalowanie u Prosumentów zasobników energii w celu magazynowania nadwyżki produkowanej energii elektrycznej,
- wdrożenie systemów zarządzania pracą sieci z wykorzystaniem instalacji prosumenckich.