

## Załącznik nr 6 do rozeznania rynku

### Analiza zużycia energii elektrycznej 2021–2024

Niniejszy załącznik ma charakter pomocniczy i służy ocenie profilu pracy obiektu, potencjału autokonsumpcji, zasadności zastosowania magazynu energii BESS, funkcji EMS, trybu zero export oraz ewentualnej funkcji peak shaving.

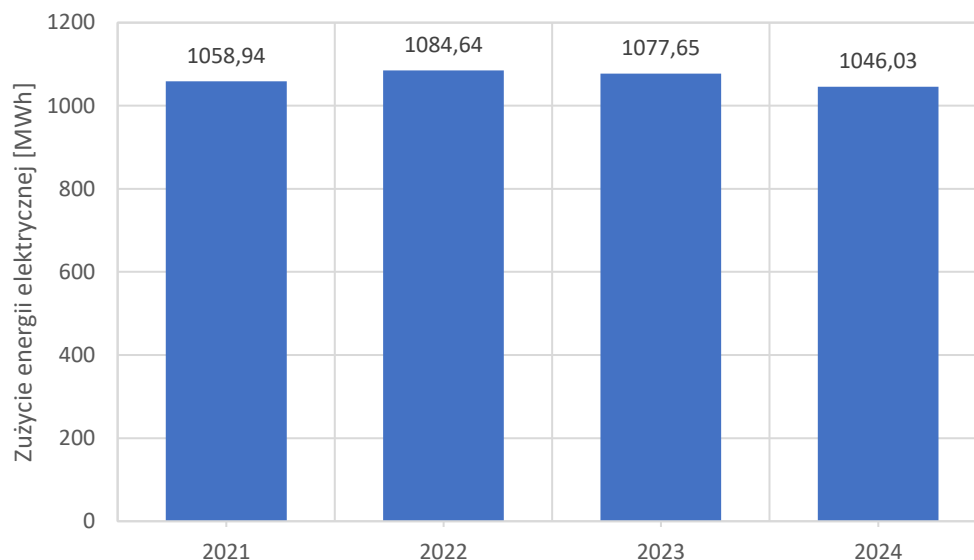
Analiza zużycia energii nie stanowi gwarantowanego profilu zużycia energii dla przyszłej instalacji. Wykonawca powinien wykorzystać ją wyłącznie jako materiał informacyjny na potrzeby przygotowania orientacyjnej kalkulacji w Etapie I. W przyszłym postępowaniu Zamawiający może doprecyzować lub zaktualizować dane wejściowe.

W przypadku rozbieżności pomiędzy niniejszym materiałem a Zaproszeniem do rozeznania rynku lub Załącznikiem nr 1, pierwszeństwo mają Zaproszenie i Załącznik nr 1.

Zakres wykorzystania	Znaczenie dla Etapu I
Profil roczny i miesięczny	Wstępna ocena autokonsumpcji i wielkości PV/BESS
Profil dobowy	Ocena pracy BESS, EMS i peak shaving
Taryfy i opłaty	Identyfikacja potencjału optymalizacji kosztów
Szczyty poboru	Ocena zasadności funkcji peak shaving

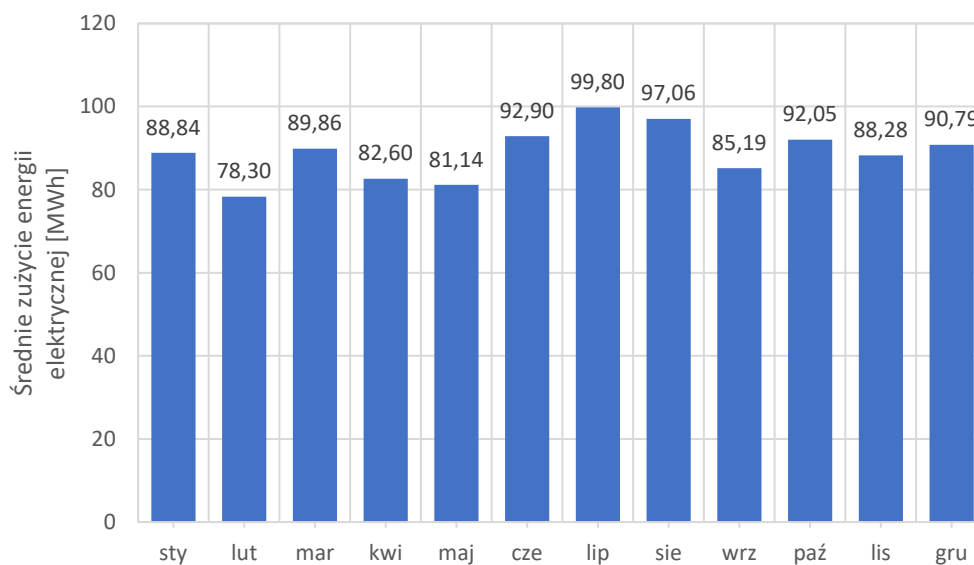
## Analiza zużycia energii

Poniższy wykres (rys. 1) przedstawia zużycie energii elektrycznej w kolejnych latach od 2021 do 2024. Analiza wykresu wskazuje na umiarkowane zmiany zużycia energii elektrycznej w analizowanym okresie, bez gwałtownych wzrostów lub spadków. Zużycie energii utrzymuje się w stosunkowo wąskim przedziale od 1046,03 MWh do 1084,64 MWh. Największe zużycie wystąpiło w roku 2022, zaś najniższe w 2024. Różnica między rokiem o najwyższym i najniższym zużyciu wynosi zaledwie 38,61 MWh, co wskazuje na względną stabilność energetyczną w skali roku.



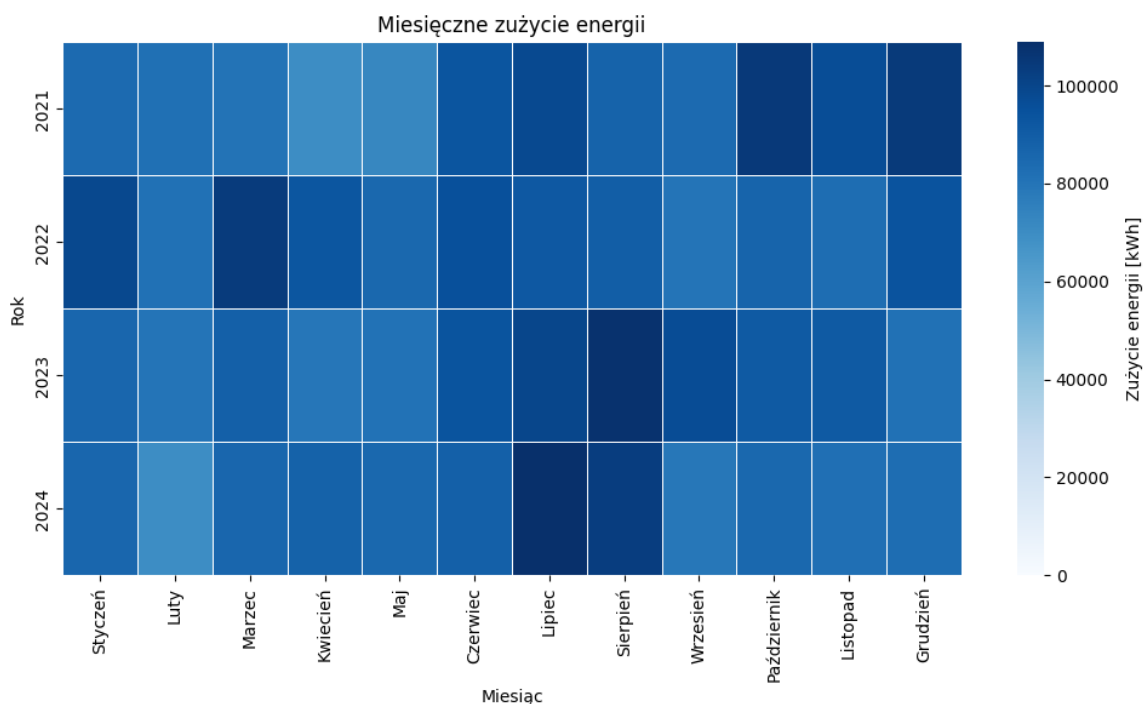
Rys. 1. Zużycie energii elektrycznej w latach 2021-2024

Wykres średnich wartości miesięcznych (rys. 2) ujawnia sezonowość w zużyciu energii (największe zużycie: lipiec (99,80 MWh), sierpień (97,06 MWh), czerwiec (92,90 MWh), a najmniejsze zużycie: luty (78,30 MWh), maj (81,14 MWh), kwiecień (82,60 MWh)).



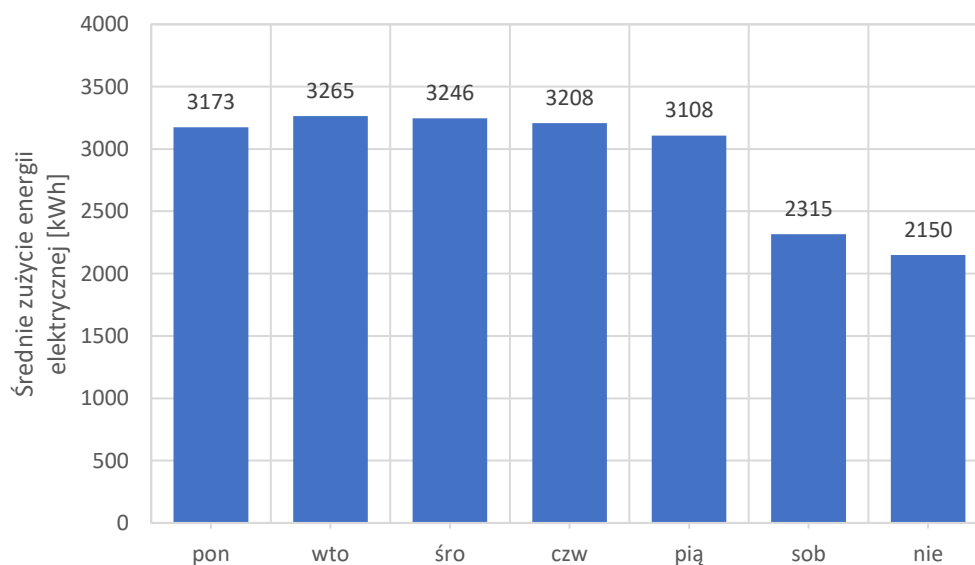
Rys. 2. Średnie zużycie energii elektrycznej w poszczególnych miesiącach w latach 2021-2024

Mapa ciepła (rys. 3) przedstawia zużycie energii elektrycznej w podziale na miesiące i lata (w kWh). Najciemniejsze pola (czyli najwyższe zużycie) regularnie występują w lipcu i sierpniu każdego roku. Luty oraz maj są miesiącami o najniższym zużyciu, co jest zgodne z wykresem średnich miesięcznych.



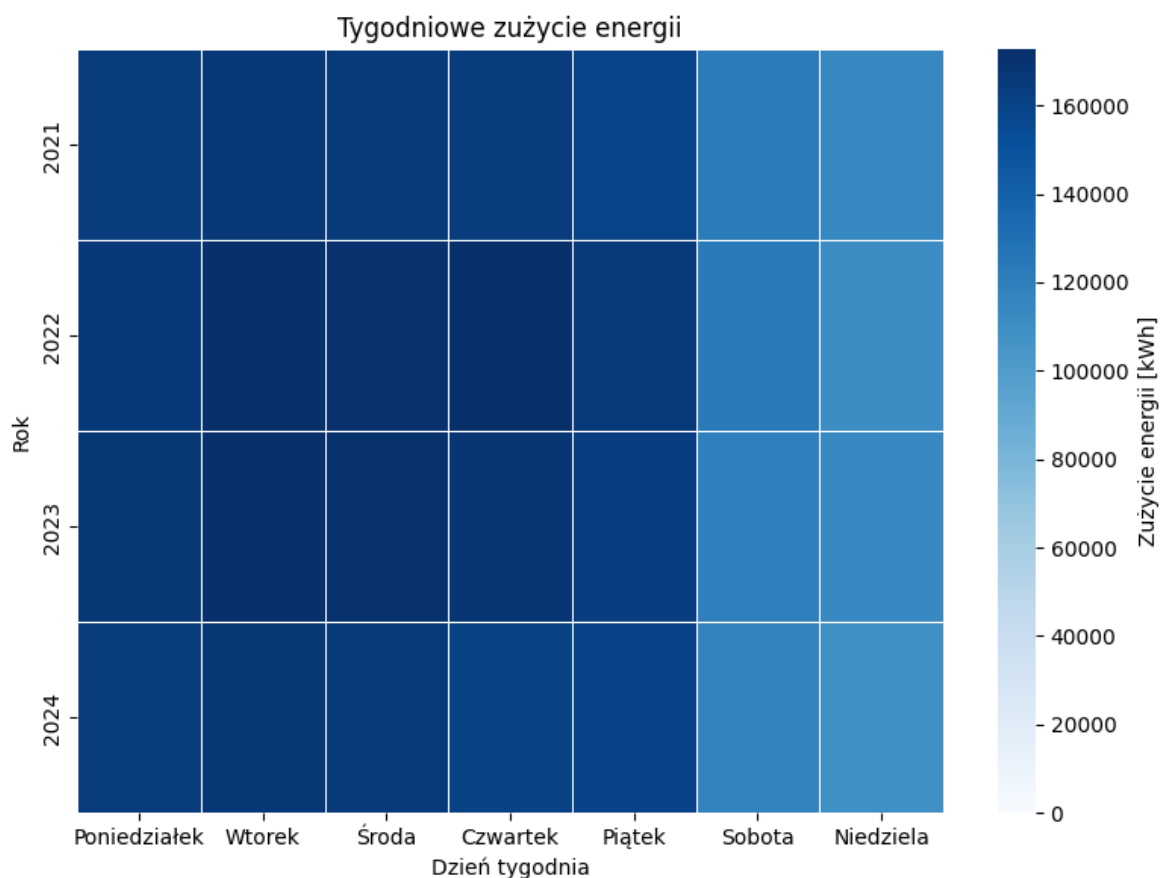
Rys. 3. Zużycie energii w poszczególnych miesiącach w latach 2021-2024 (tzw. mapa ciepła)

Na rys. 4 przedstawiono zróżnicowanie zużycia energii elektrycznej w zależności od dnia tygodnia. Dni robocze cechuje wysokie i stabilne zużycie, co jest typowe dla dni intensywnej działalności biurowej. Największe zużycie przypada na środek tygodnia (wtorek–czwartek). W weekendy zużycie zauważalnie spada.



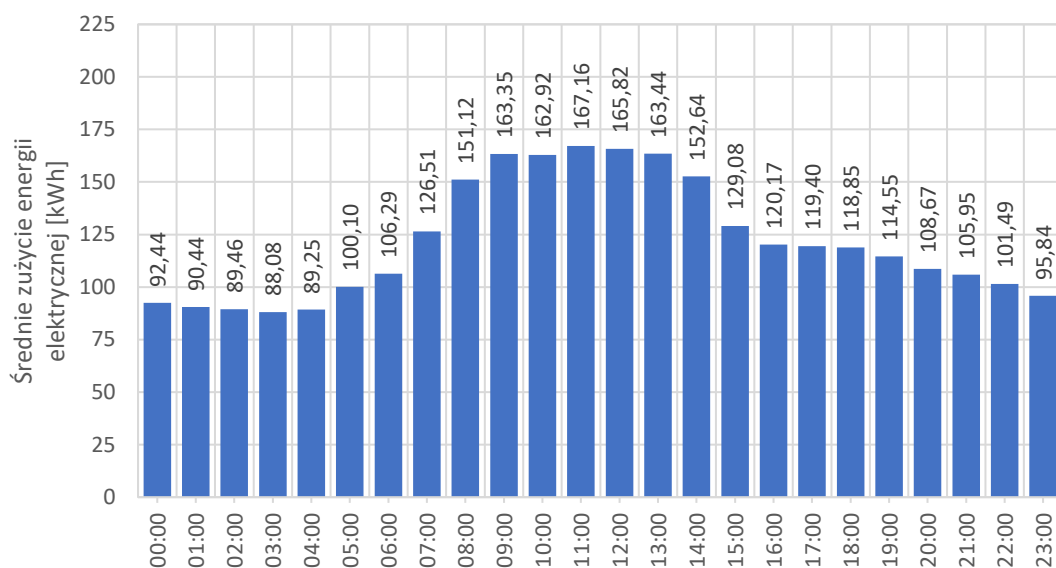
Rys. 4. Średnie zużycie energii elektrycznej w poszczególnych dniach tygodnia w latach 2021-2024

Mapa ciepła (rys. 16) potwierdza wcześniej zaobserwowane trendy – wyraźną dominację dni roboczych pod względem zużycia energii, z kulminacją we wtorki–środy, oraz spadek zużycia w weekendy, szczególnie w niedzielę. Dane są spójne na przestrzeni lat, co świadczy o powtarzalnym charakterze tygodniowego zapotrzebowania na energię elektryczną.



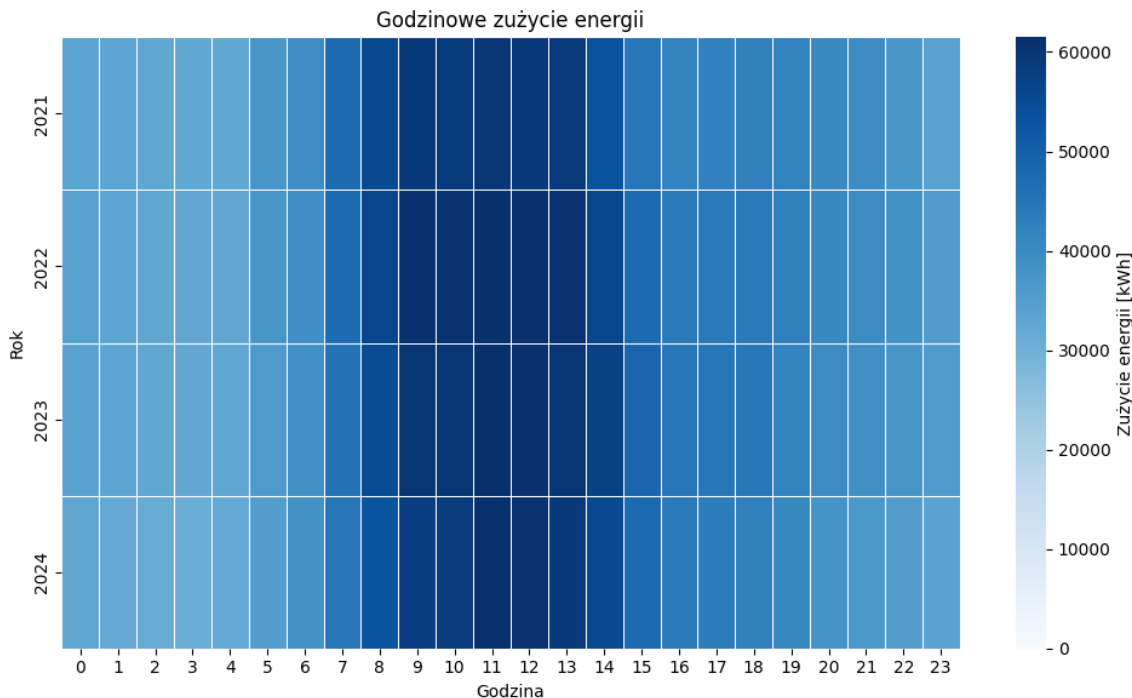
*Rys. 5. Zużycie energii w poszczególnych dniach tygodnia w latach 2021-2024 (tzw. mapa ciepła)*

Rys. 6 przedstawia średnie zużycie energii elektrycznej w poszczególnych godzinach doby w latach 2021–2024 (w kWh). Najniższe zużycie występuje w godzinach nocnych (00:00–05:00), utrzymując się na poziomie poniżej 95 kWh. Od godziny 05:00-06:00 obserwuje się systematyczny wzrost zużycia, który osiąga maksimum w godzinach przedpołudniowych – szczyt przypada między 09:00 a 13:00, gdzie wartości przekraczają 160 kWh, osiągając najwyższy poziom (167,26 kWh) o godzinie 12:00. Jest to okres intensywnej pracy instalacji, urządzeń biurowych i przemysłowych. Po godzinie 14:00 rozpoczyna się stopniowy spadek zużycia, który utrzymuje się do końca dnia. W godzinach wieczornych (19:00–23:00) zapotrzebowanie energetyczne stabilizuje się na poziomie około 100–115 kWh.



Rys. 6. Średnie zużycie energii elektrycznej w poszczególnych godzinach doby w latach 2021-2024

Mapa ciepła przedstawiająca zużycie energii elektrycznej w poszczególnych godzinach doby w latach 2021–2024 (rys. 7) ujawnia wyraźny i spójny wzorec dobowy zapotrzebowania energetycznego. Najciemniejsze obszary, odpowiadające najwyższemu zużyciu (ponad 60 000 kWh), koncentrują się w godzinach przedpołudniowych – szczególnie między godziną 09:00 a 13:00 – we wszystkich analizowanych latach.



Rys. 7. Zużycie energii w poszczególnych godzinach doby w latach 2021-2024 (tzw. mapa ciepła)

Instytut objęty analizą korzysta obecnie z taryfy B21, czyli taryfy jednostrefowej, w której obowiązuje jednolita stawka za dystrybucję energii elektrycznej niezależnie od pory dnia. Taryfa ta jest najprostsza administracyjnie, ale nie pozwala na elastyczne dopasowanie kosztów do godzinowego profilu zużycia. Zgodnie z danymi przedstawionymi w tabelach, w latach 2021–2024 zużycie energii w tej taryfie utrzymywało się na względnie stałym poziomie od 1046 MWh do 1085 MWh rocznie.

W celu oceny, czy obecna taryfa B21 jest najbardziej korzystna, dokonano przeliczenia zużycia energii według struktur charakterystycznych dla taryf B22 (dwustrefowej – tab. 1) oraz B23 (trójstrefowej – tab. 2). Celem analizy było zbadanie, w jakich przedziałach czasowych zużywana jest największa część energii oraz czy możliwa jest optymalizacja kosztów poprzez zmianę taryfy.

*Tab. 1. Strefy czasowe stosowane w rozliczeniach z odbiorcami wybranych grup taryfowych (m.in. B22)*

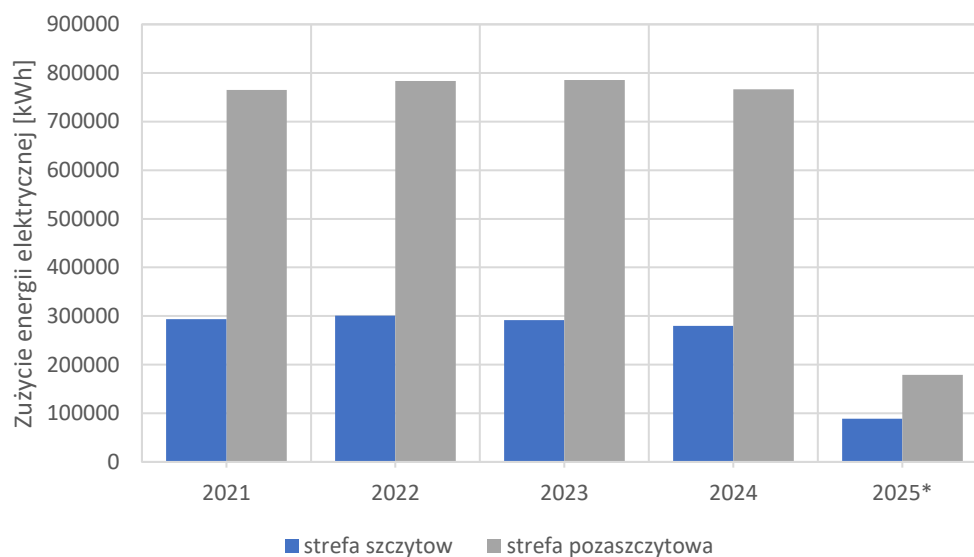
Lp.	Miesiąc	Strefa szczytowa	Strefa pozaszczytowa
1	Styczeń	8:00 – 11:00, 16:00 – 21:00	11:00 – 16:00, 21:00 – 8:00
2	Luty	8:00 – 11:00, 16:00 – 21:00	11:00 – 16:00, 21:00 – 8:00
3	Marzec	8:00 – 11:00, 18:00 – 21:00	11:00 – 18:00, 21:00 – 8:00
4	Kwiecień	8:00 – 11:00, 19:00 – 21:00	11:00 – 19:00, 21:00 – 8:00
5	Maj	8:00 – 11:00, 20:00 – 21:00	11:00 – 20:00, 21:00 – 8:00
6	Czerwiec	8:00 – 11:00, 20:00 – 21:00	11:00 – 20:00, 21:00 – 8:00
7	Lipiec	8:00 – 11:00, 20:00 – 21:00	11:00 – 20:00, 21:00 – 8:00
8	Sierpień	8:00 – 11:00, 20:00 – 21:00	11:00 – 20:00, 21:00 – 8:00
9	Wrzesień	8:00 – 11:00, 19:00 – 21:00	11:00 – 19:00, 21:00 – 8:00
10	Październik	8:00 – 11:00, 18:00 – 21:00	11:00 – 18:00, 21:00 – 8:00
11	Listopad	8:00 – 11:00, 16:00 – 21:00	11:00 – 16:00, 21:00 – 8:00
12	Grudzień	8:00 – 11:00, 16:00 – 21:00	11:00 – 16:00, 21:00 – 8:00

*Tab. 2. Strefy czasowe stosowane w rozliczeniach z odbiorcami wybranych grup taryfowych (m.in. B23)*

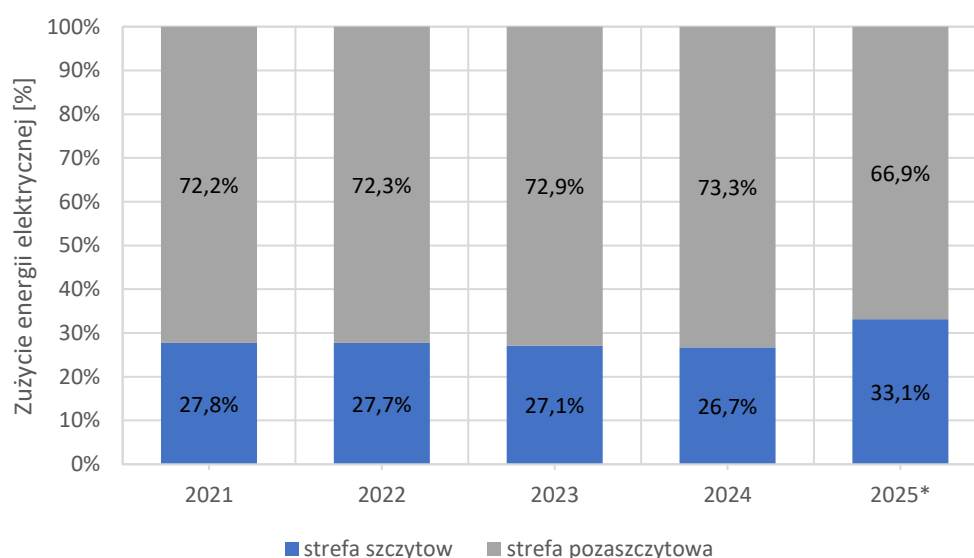
Strefa doby	Okres czasowy	
	Lato (od 01.04 do 30.09)	Zima (od 01.10 do 31.03)
Szczyt przedpołudniowy	7:00 – 13:00	7:00 – 13:00
Szczyt popołudniowy	19:00 – 22:00	16:00 – 21:00
Pozostałe godziny doby	13:00 – 19:00	13:00 – 16:00
	22:00 – 7:00	21:00 – 7:00

#### Taryfa B22 – układ dwustrefowy: szczyt i pozaszczyt

Analiza wykazała, że zdecydowana większość energii elektrycznej zużywana jest w godzinach pozaszczytowych (rys. 8 i 9). W latach 2021–2024 udział zużycia w pozaszczytce wahał się od 72,2% do 73,3%. Dane za pierwszy kwartał 2025 roku wskazują na nieco niższy udział pozaszczytu (66,9%), jednak może to wynikać z sezonowych zmian zapotrzebowania. Stabilna i wyraźna przewaga pozaszczytu w zużyciu oznacza, że można rozważyć taryfę B22. **Ostateczna decyzja o zmianie taryfy powinna zostać poprzedzona analizą szczegółowego cennika lub oferty operatora systemu dystrybucyjnego.**



Rys. 8. Zużycie energii elektrycznej w układzie dwustrefowym: szczyt i pozaszczyt w latach 2021-2025\* (2025 - I kwartał)

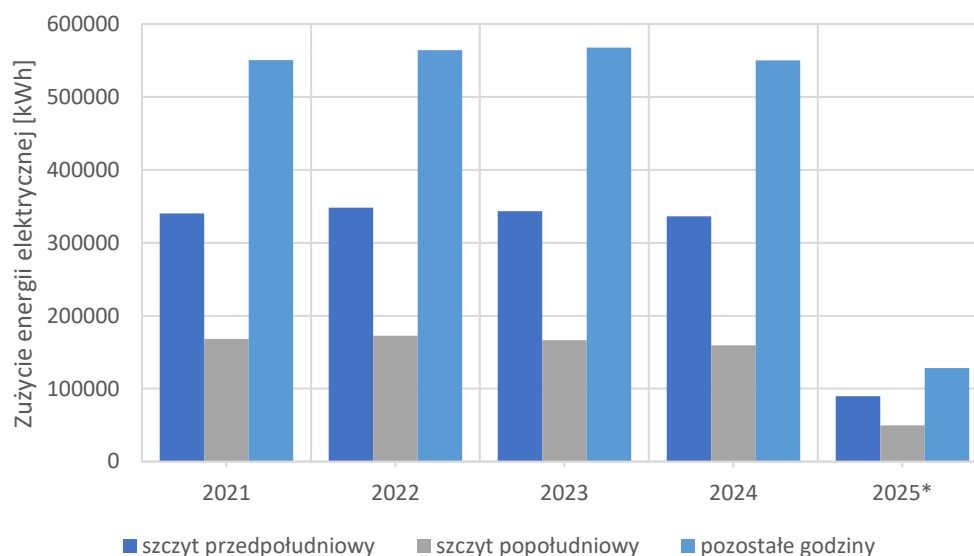


Rys. 9. Rozkład zużycia energii elektrycznej w układzie dwustrefowym: szczyt i pozaszczyt w latach 2021-2025\* (2025 - I kwartał)

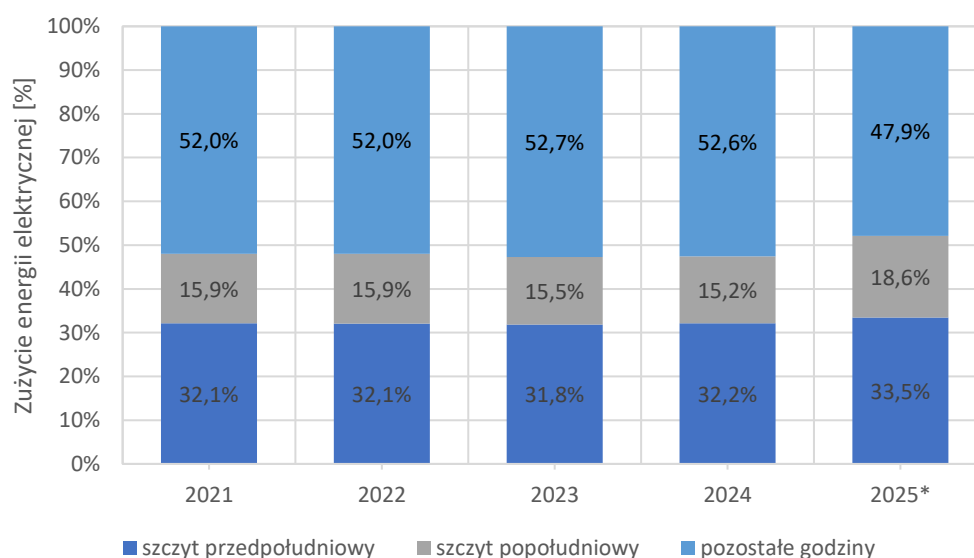
#### Taryfa B23 – układ trójstrefowy: dwa szczyty i godziny pozostałe

W przypadku przeliczenia danych według struktury taryfy B23 zauważono, że największa część energii używana jest w tzw. „pozostałych godzinach” – czyli poza szczytem porannym i popołudniowym (rys. 10 i 11). W latach 2021–2024 udział tych godzin wynosił od 51,9% do 52,7% całkowitego rocznego zużycia. W pierwszym kwartale 2025 roku udział ten był nieco niższy i wyniósł 47,9%, co nadal stanowi znaczącą część. W świetle tych danych można przypuszczać, że również taryfa B23 mogłaby być opłacalna, zwłaszcza jeżeli stawki dla „pozostałych godzin” są istotnie niższe od tych obowiązujących w

godzinach szczytu. **Ostateczna decyzja o zmianie taryfy powinna zostać poprzedzona analizą szczegółowego cennika lub oferty operatora systemu dystrybucyjnego.**



Rys. 10. Zużycie energii elektrycznej w układzie trójstrefowym: dwa szczyty i godziny pozostałe w latach 2021-2025\* (2025 - I kwartał)

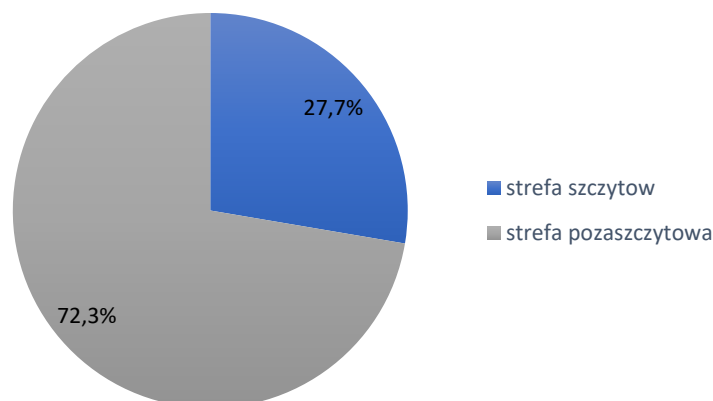


Rys. 11. Rozkład zużycia energii elektrycznej w układzie trójstrefowym: szczyt i pozaszczyt w latach 2021-2025\* (2025 - I kwartał)

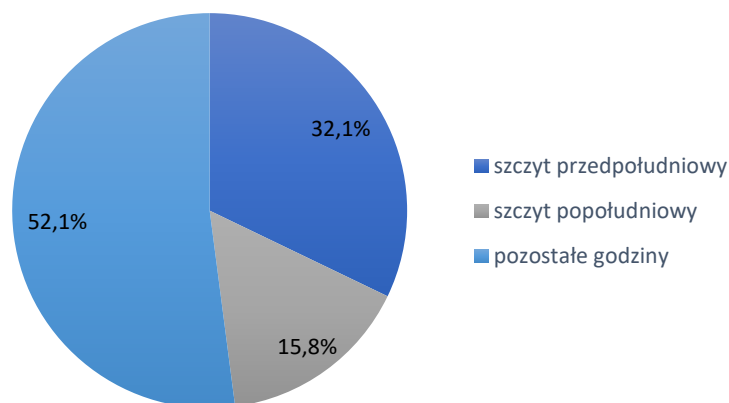
Analiza pełnych danych za okres 2021–2025 (rys. 12 i 13) pokazuje, że Instytut charakteryzuje się korzystnym rozkładem zużycia energii w czasie – dominacja godzin pozaszczytowych w taryfie B22 oraz godzin „pozostałych” w taryfie B23 pozwala rozważyć realną możliwość obniżenia kosztów



dystrybucyjnych poprzez zmianę taryfy. **Ostateczna decyzja o zmianie taryfy powinna zostać poprzedzona analizą szczegółowego cennika lub oferty operatora systemu dystrybucyjnego.**



Rys. 12. Rozkład zużycia energii elektrycznej w układzie dwustrefowym w analizowanym okresie (lata 2021-2025\*)



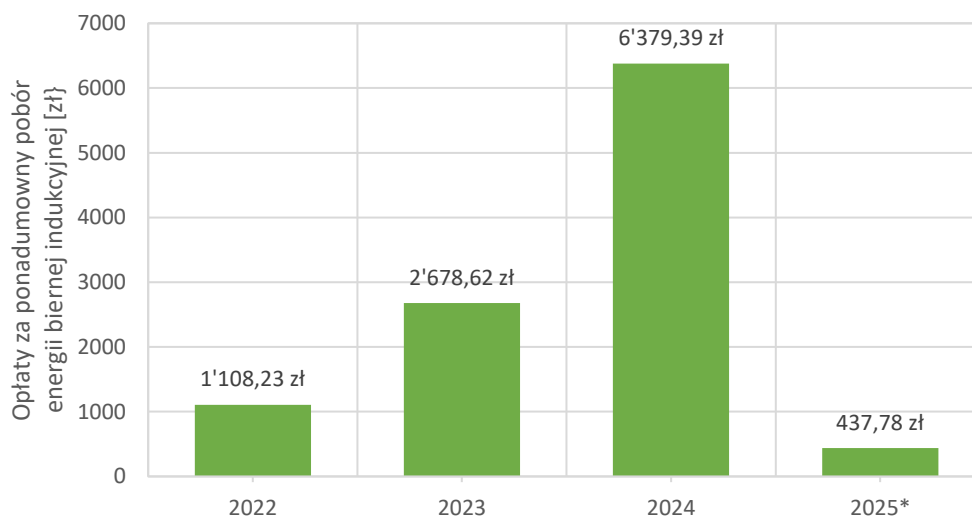
Rys. 13. Rozkład zużycia energii elektrycznej w układzie trójstrefowym w analizowanym okresie (lata 2021-2025\*)

### Analiza opłat

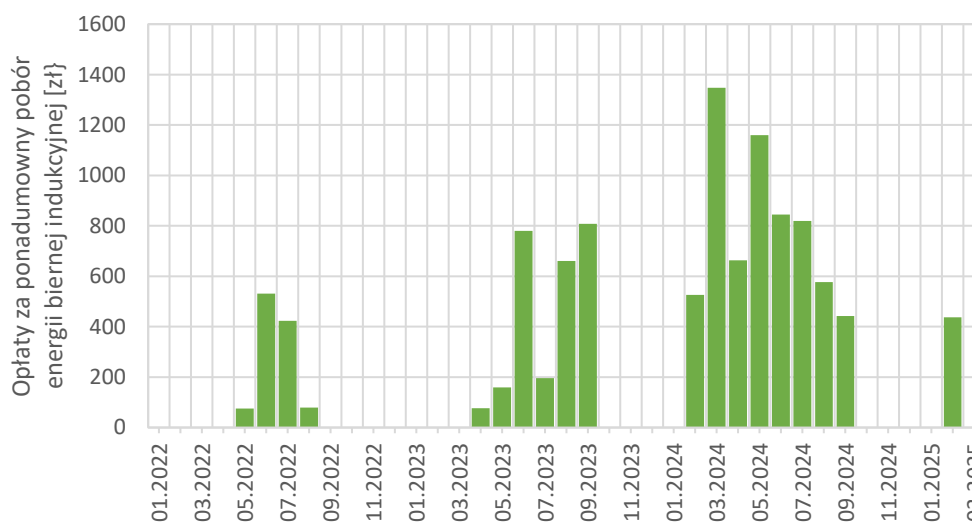
Analiza danych przedstawionych na poniższych wykresach (rys. 14 i 15) pozwala na dokładne prześledzenie zmian w poziomie opłat za nadumowny pobór energii biernej indukcyjnej w poszczególnych miesiącach lat 2022–2024. Widoczna jest wyraźna tendencja wzrostowa, świadcząca o postępującym problemie z jakością energii w instalacji oraz brakiem skutecznych działań kompensacyjnych. W roku 2022 opłaty wystąpiły jedynie w czterech miesiącach: maju, czerwcu, lipcu i sierpniu. Wysokość naliczeń nie przekraczała 550 zł miesięcznie. W roku 2023 sytuacja uległa pogorszeniu. Choć w pierwszym kwartale opłaty nie występowały, to od kwietnia zaczęły być naliczane regularnie aż do września. Szczególnie wysokie koszty zaobserwowano w miesiącach letnich (czerwcu, sierpniu i wrześniu), gdzie opłaty osiągnęły poziom 600–800 zł miesięcznie. Rok 2024 przyniósł kulminację problemu. Już w marcu odnotowano opłatę przekraczającą 1300 zł. W kolejnych miesiącach utrzymywały się one na poziomie od około 400 do 1 200 zł, co wskazuje na trwały, znaczny deficyt w kompensacji energii biernej. Opłata wystąpiła tylko w lutym i wyniosła 437,78 zł – znacznie mniej niż w analogicznych miesiącach 2024 roku. W styczniu i marcu 2025 roku nie odnotowano żadnych opłat. Opłata wystąpiła tylko w lutym i wyniosła 437,78 zł. Jest to jednak zbyt krótki okres obserwacji, aby

dokonać jednoznacznej oceny. Biorąc jednak pod uwagę dane z poprzednich lat, należy zauważyć, że to miesiące letnie (maj-wrzesień) niezmiennie wiązały się z największymi opłatami. Jeśli nie zostały podjęte żadne działania, to istnieje realne ryzyko ponownego wzrostu opłat w okresie letnim 2025 roku.

W analizowanym okresie można również zauważyć sezonowość – najwyższe opłaty pojawiają się głównie w miesiącach wiosennych i letnich



Rys. 14. Rozliczenie opłat z usługi dystrybucji – opłaty ponadumowny pobór energii biernej indukcyjnej (netto) w latach 2021-2025\* (2025 – I kwartał)



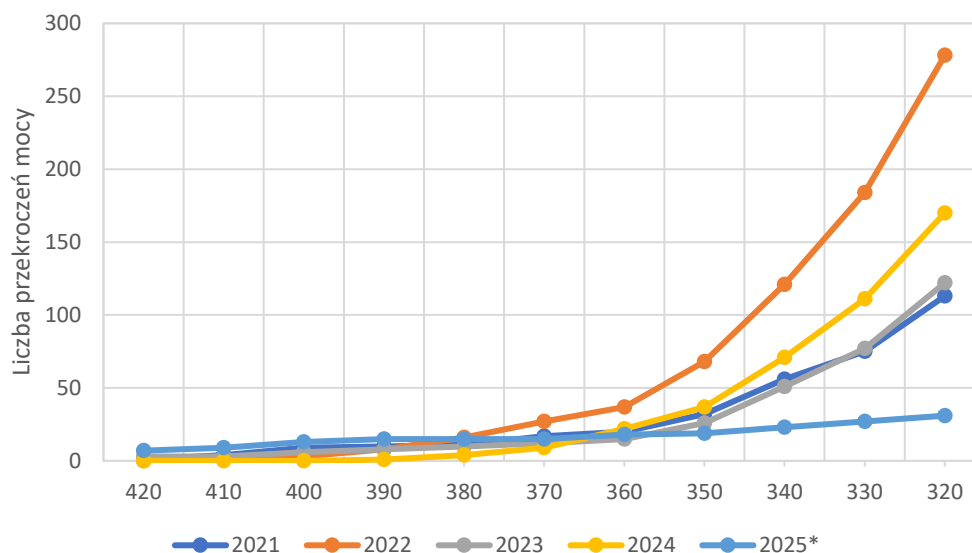
Rys. 15. Rozliczenie opłat z usługi dystrybucji – opłaty ponadumowny pobór energii biernej indukcyjnej (netto) w poszczególnych miesiącach w latach 2021-2025\* (2025 – I kwartał)

### Analiza przekroczeń mocy

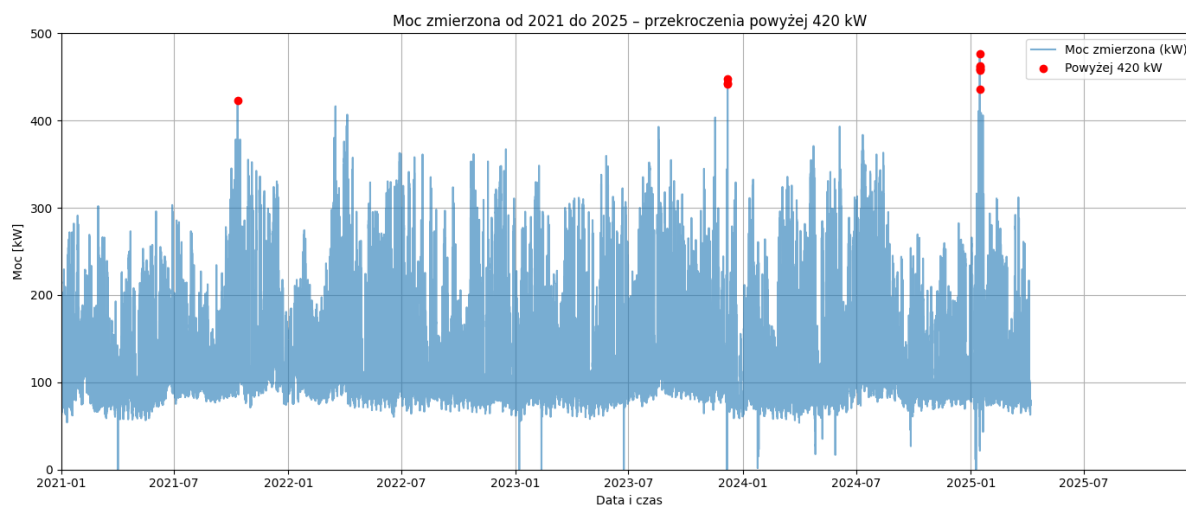
Poniższy wykres (rys. 16) przedstawia liczbę przekroczeń mocy zamówionej w latach 2021–2025 (dla 2025 roku uwzględniono jedynie I kwartał) w zależności od przyjętej wartości mocy zamówionej (w przedziale od 420 do 320 kW). Analiza pozwala ocenić, jak zmiana poziomu mocy zamówionej wpływa na ryzyko jej przekroczenia oraz jak sytuacja ewoluowała w poszczególnych latach. Wykres ilustruje, że wraz z obniżaniem mocy zamówionej poniżej 360 kW, liczba przekroczeń zaczyna

gwałtownie rosnać. Szczególnie niekorzystnie pod względem przekroczeń wypada rok 2022. Przy mocy zamówionej ustawionej na 320 kW odnotowano by ponad 250 przekroczeń.

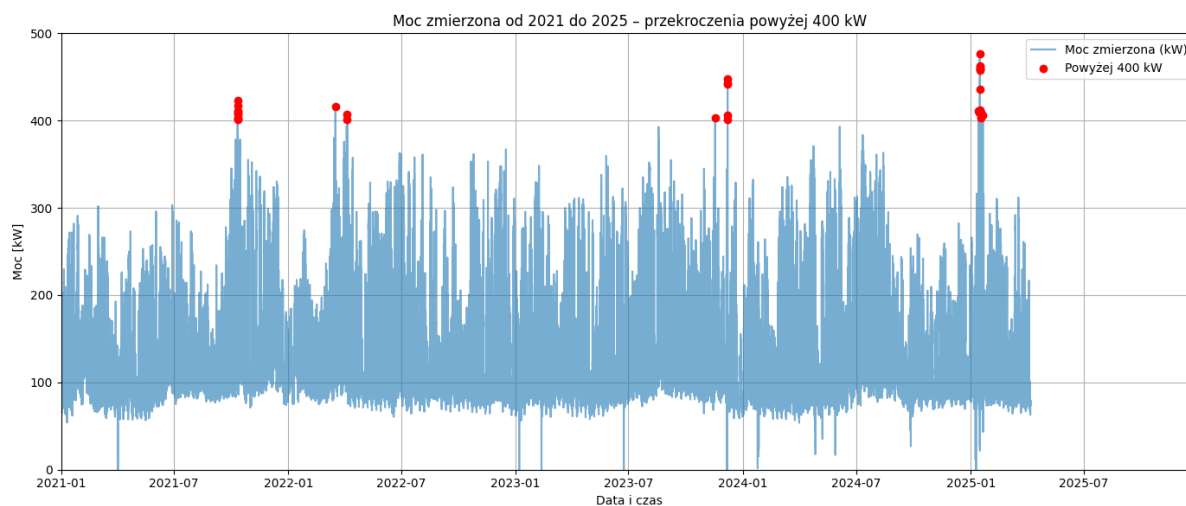
Warto podkreślić, że w analizowanym zakresie najkorzystniejszym kompromisem pomiędzy kosztem mocy zamówionej a ryzykiem jej przekroczenia wydaje się być przedział 390–410 kW. W tym zakresie liczba przekroczeń jest minimalna lub zerowa niemal we wszystkich analizowanych latach.



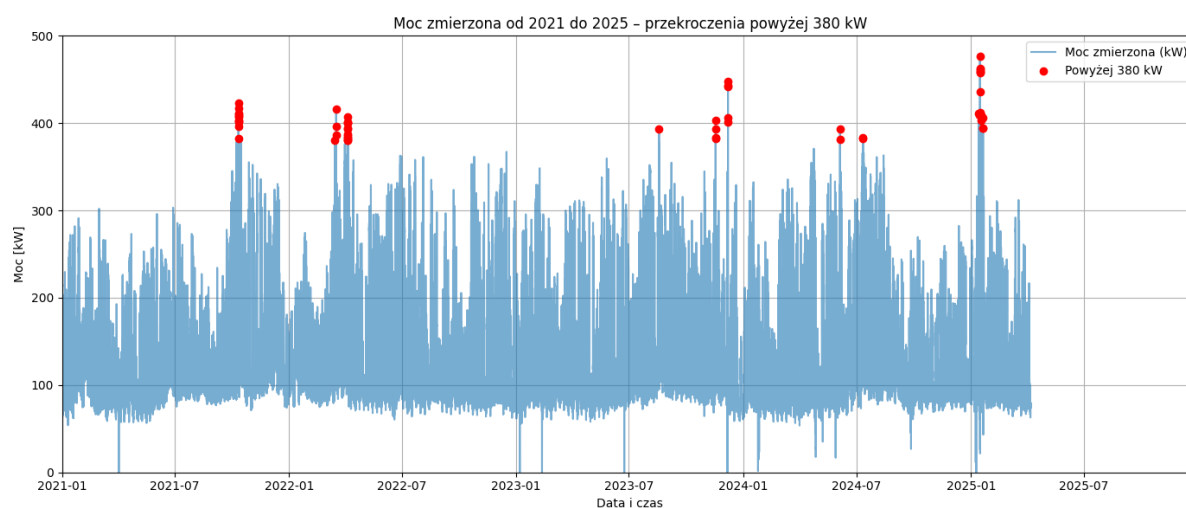
Rys. 16. Liczba przekroczeń mocy zamówionej w latach 2021-2025\* (2025 – I kwartał)



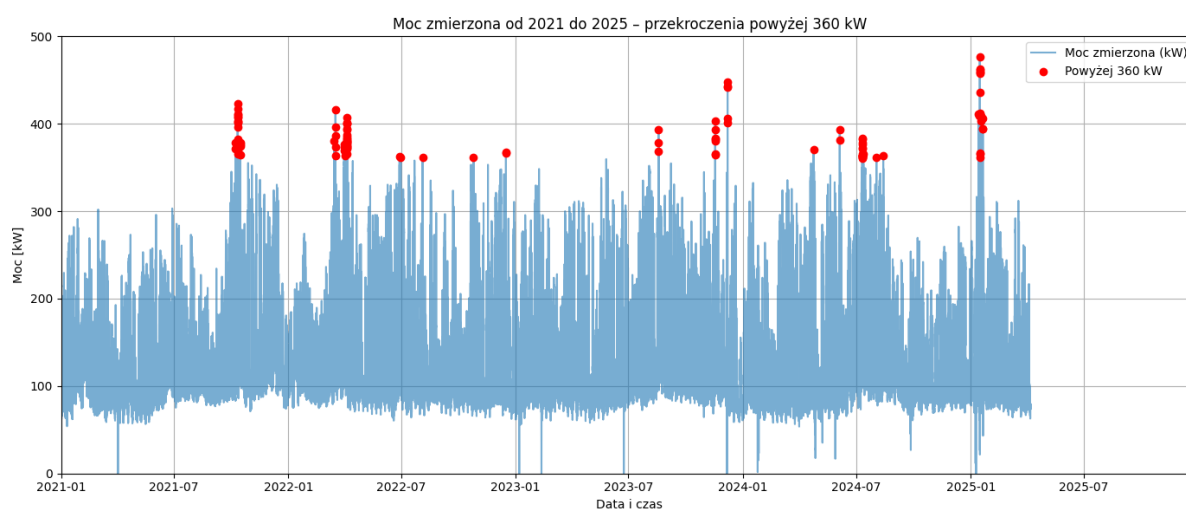
Rys. 17. Moc zmierzona – przebiegi w czasie w latach 2021-2025 z punktami przekroczenia mocy zamówionej na poziomie 420 kW (odczyty co 15 minut)



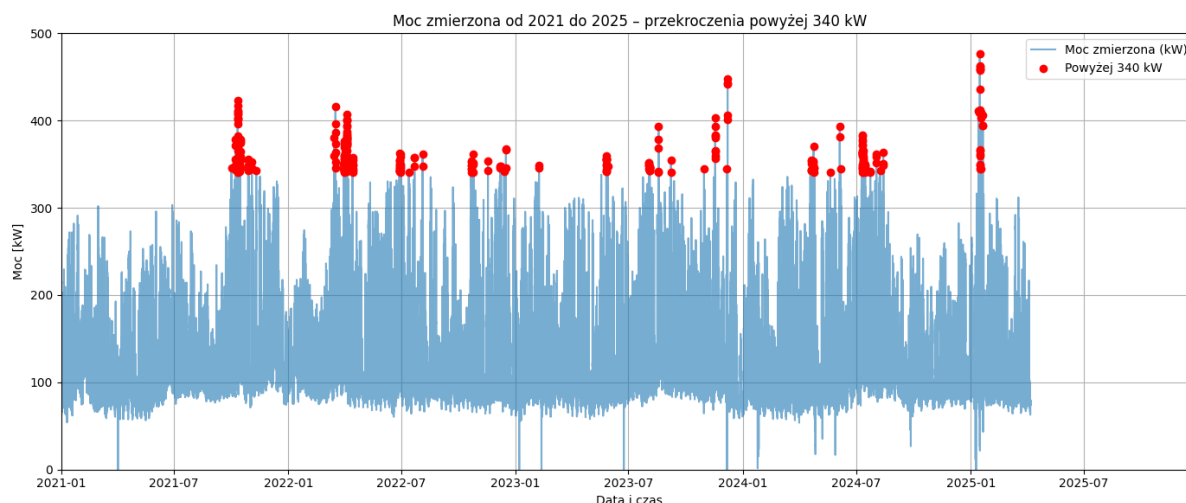
Rys. 18. Moc zmierzona – przebiegi w czasie w latach 2021-2025 z punktami przekroczenia mocy zamówionej na poziomie 400 kW (odczyty co 15 minut)



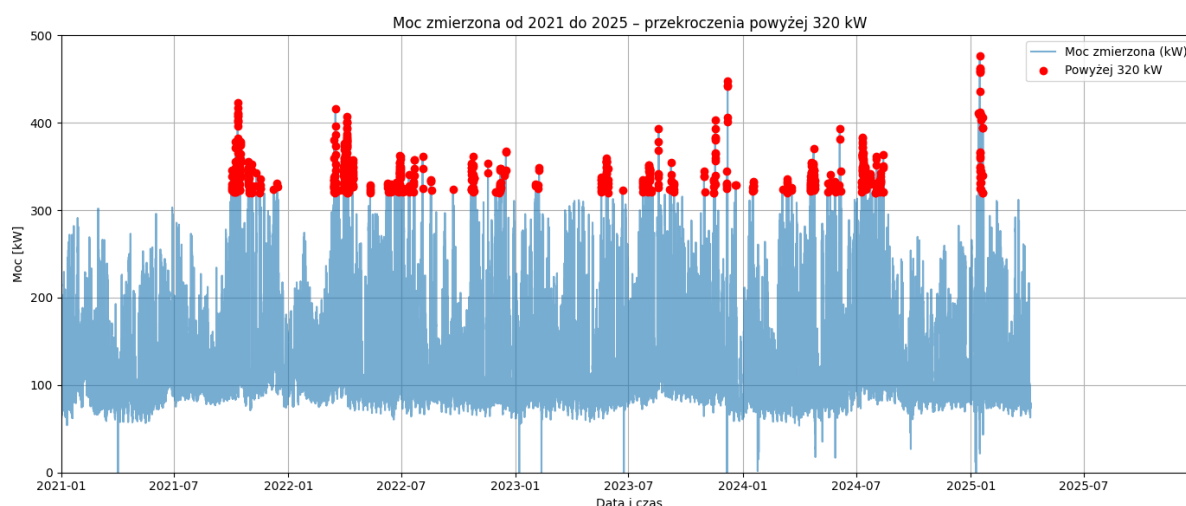
Rys. 19. Moc zmierzona – przebiegi w czasie w latach 2021-2025 z punktami przekroczenia mocy zamówionej na poziomie 380 kW (odczyty co 15 minut)



Rys. 20. Moc zmierzona – przebiegi w czasie w latach 2021-2025 z punktami przekroczenia mocy zamówionej na poziomie 360 kW (odczyty co 15 minut)



*Rys. 21. Moc zmierzona – przebiegi w czasie w latach 2021-2025 z punktami przekroczenia mocy zamówionej na poziomie 340 kW (odczyty co 15 minut)*



*Rys. 22. Moc zmierzona – przebiegi w czasie w latach 2021-2025 z punktami przekroczenia mocy zamówionej na poziomie 320 kW (odczyty co 15 minut)*

Zastosowanie magazynu energii umożliwia kompensowanie chwilowych wzrostów zapotrzebowania na moc poprzez oddawanie wcześniej zgromadzonej energii. System taki może ładować się w godzinach pozaszczytowych, a następnie rozładowywać w momentach ryzyka przekroczenia mocy zamówionej. To rozwiązanie pozwoliło by realnie zmniejszyć wartość mocy umownej, obniżając tym samym stałe opłaty przesyłowe. Warto również przeanalizować, które urządzenia można wyłączać w godzinach największego obciążenia.

Tabela (tab. 3) zawiera zestawienie zidentyfikowanych okresów, w których doszło do przekroczenia mocy zamówionej. Każdy wiersz reprezentuje ciągły okres przekroczeń, czyli sytuację, gdy kolejne odczyty (co 15 minut) wskazywały wartość mocy powyżej ustalonego limitu. Dane obejmują cztery takie epizody.

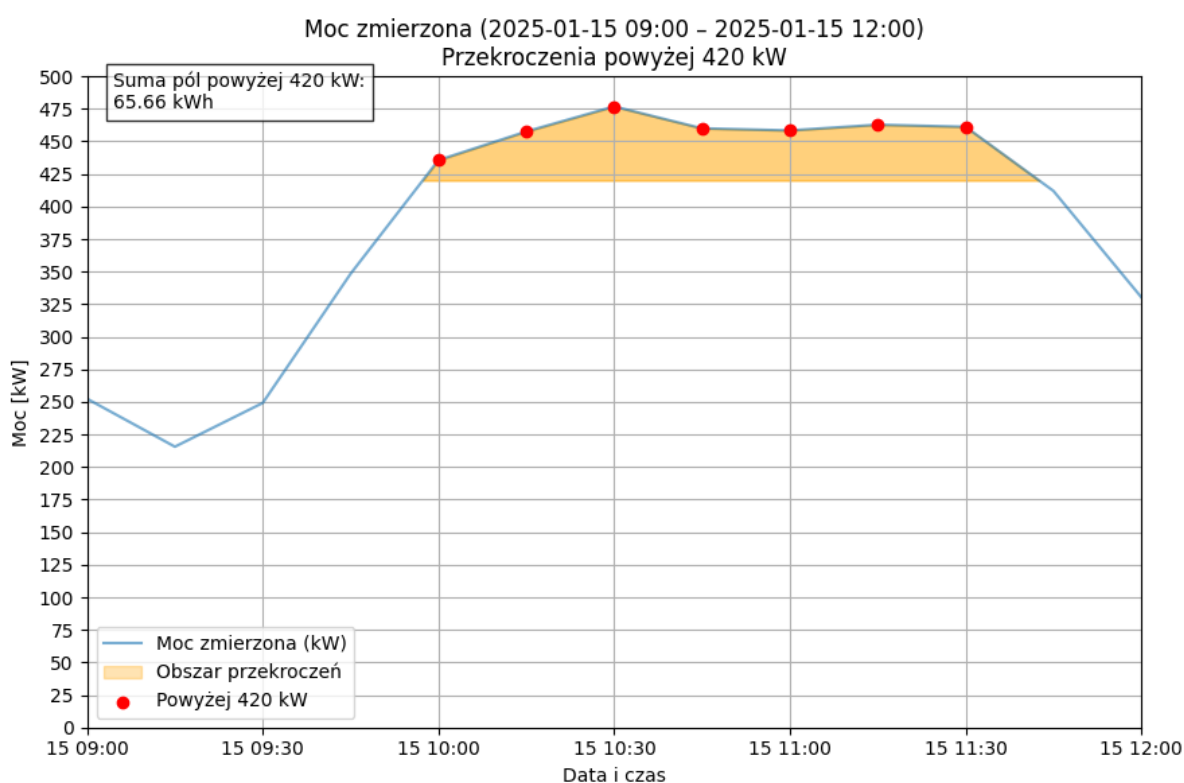
Najdłuższy zarejestrowany okres przekroczenia miał miejsce 15 stycznia 2025 r. Przekroczenie trwało 90 minut i obejmowało 7 odczytów z rzędu (rys. 23). Suma nadwyżki energetycznej (65,66 kWh)

wskazuje, że możliwe byłoby zniwelowanie tego przekroczenia np. poprzez uruchomienie magazynu energii, czasowe ograniczenie obciążeń albo optymalizację harmonogramu pracy urządzeń.

7 grudnia 2023 r. wystąpiły dwa oddzielne przypadki przekroczeń. Jeden z nich trwał 15 minut (2 odczyty), a drugi zaledwie jeden odczyt. Pojedyncze przekroczenie odnotowano również 11 października 2021 r. Rozproszenie czasowe przekroczeń (od 2021 do 2025) sugeruje, że nie mają one charakteru systemowego, lecz mogą być efektem nieregularnych zdarzeń. W przypadku dłuższych przekroczeń (takich jak 15.01.2025) warto przeanalizować ich przyczyny i zbadać, czy istniała możliwość ich uniknięcia.

Tab. 3. Okresy przekroczenia mocy zamówionej (na poziomie 420 kW) w okresie 2021-2025

Początek	Koniec	Liczba odczytów	Czas [min]
15.01.2025 10:00	15.01.2025 11:30	7	90
07.12.2023 10:00	07.12.2023 10:15	2	15
07.12.2023 09:15	07.12.2023 09:15	1	0
11.10.2021 10:15	11.10.2021 10:15	1	0



Rys. 23. Okres przekroczenia mocy zamówionej, zarejestrowany w dniu 15.01.2025

Dodatkowo, analiza rozkładu przekroczeń mocy zamówionej w ciągu doby pozwala zidentyfikować, w jakich godzinach najczęściej dochodziło do naruszenia progu 420 kW. W badanym okresie (2021–I kwartał 2025) zarejestrowano łącznie 11 odczytów przekroczeń mocy, z czego:

- 7 przypadków wystąpiło między 10:00 a 11:00,
- 3 przypadki odnotowano między 11:00 a 12:00,
- 1 przypadek miał miejsce tuż po godzinie 09:00.

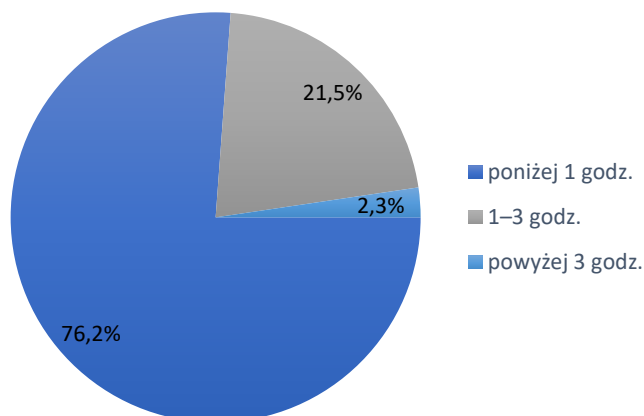
Wszystkie przekroczenia miały miejsce w przedziale czasowym 09:00–12:00, co pokrywa się z wcześniej zidentyfikowanym dobowym szczytem zapotrzebowania na energię, widocznym także na wykresach zużycia godzinowego. Brak przekroczeń w pozostałych godzinach doby świadczy o tym, że ryzyko naruszenia limitu mocy występuje wyłącznie w godzinach porannego i przedpołudniowego szczytu energetycznego. Jest to zatem obszar kluczowy dla wdrożenia działań korygujących, takich jak przesunięcie części procesów na godziny poza szczytem lub aktywacja lokalnego magazynu energii tylko w tym przedziale czasowym.

Dla zgromadzonych danych, obejmujących okres od 2021 roku do pierwszego kwartału 2025, przeprowadzono analizę przekroczeń mocy zamówionej przy teoretycznym założeniu jej poziomu na 320 kW. Dla tej wysokości mocy zamówionej łącznie zarejestrowano 214 okresów przekroczeń, zróżnicowanych pod względem liczby kolejnych odczytów (czyli czasu trwania).

Najwięcej przypadków to pojedyncze odczyty przekroczenia, aż 85 przypadków, co stanowi 39% wszystkich wystąpień. 2 odczyty z rzędu odnotowano w 36 przypadkach, a 3 – w 32 przypadkach. To oznacza, że ponad 75% przekroczeń trwało 45 minut lub krócej. Rozkład czasu trwania przekroczeń przedstawiono na rys. 24.

*Tab. 4. Okresy przekroczenia mocy zamówionej (na poziomie 320 kW), trwające przynajmniej 10 kolejnych odczytów, w okresie 2021-2025*

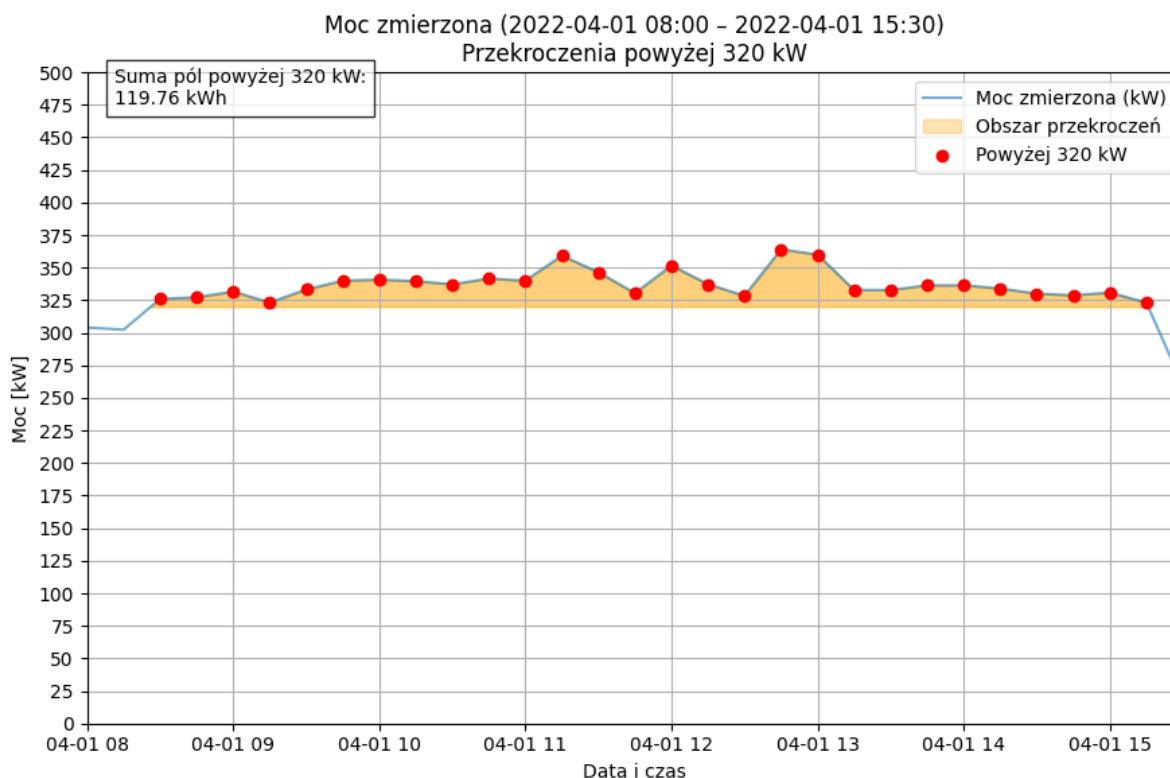
Początek	Koniec	Liczba odczytów	Czas [min]
01.04.2022 08:30	01.04.2022 15:15	28	405
11.10.2021 08:30	11.10.2021 13:45	22	315
14.04.2022 09:15	14.04.2022 12:45	15	210
05.04.2022 09:15	05.04.2022 12:30	14	195
08.10.2021 09:00	08.10.2021 12:15	14	195
31.03.2022 10:30	31.03.2022 13:30	13	180
15.01.2025 09:45	15.01.2025 12:30	12	165
15.07.2024 10:45	15.07.2024 13:15	11	150
11.07.2024 11:00	11.07.2024 13:30	11	150
17.11.2023 08:45	17.11.2023 11:15	11	150
05.04.2022 13:00	05.04.2022 15:30	11	150
15.10.2021 08:45	15.10.2021 11:15	11	150
30.06.2022 08:15	30.06.2022 10:30	10	135
28.10.2021 08:45	28.10.2021 11:00	10	135



Rys. 24. Rozkład czasu trwania przekroczeń

Najdłuższy okres przekroczenia miał miejsce 1 kwietnia 2022r. Przekroczenia rozpoczęły się tuż po godzinie 08:30 i trwały do 15:15, obejmując 28 kolejnych 15-minutowych odczytów, co odpowiada 405 minutom (6 godzin i 45 minut) (rys. 25). Przez cały ten czas moc chwilowa nie spadła poniżej wartości granicznej, co oznacza stabilne przeciążenie systemu względem zakładanej mocy zamówionej. To najdłuższy zarejestrowany przypadek przekroczenia progu 320 kW, co klasyfikuje go jako przekroczenie ciągłe o wysokim wpływie.

Pole powierzchni powyżej progu 320 kW (obszar wypełniony kolorem pomarańczowym) odpowiada wartości 119,76 kWh – tyle dodatkowej energii pobrano ponad limit w analizowanym czasie. Moc wahała się w granicach ok. 325–345 kW, co oznacza, że nie były to ekstremalne szczyty mocy, lecz umiarkowane i długotrwałe przekroczenie progu.

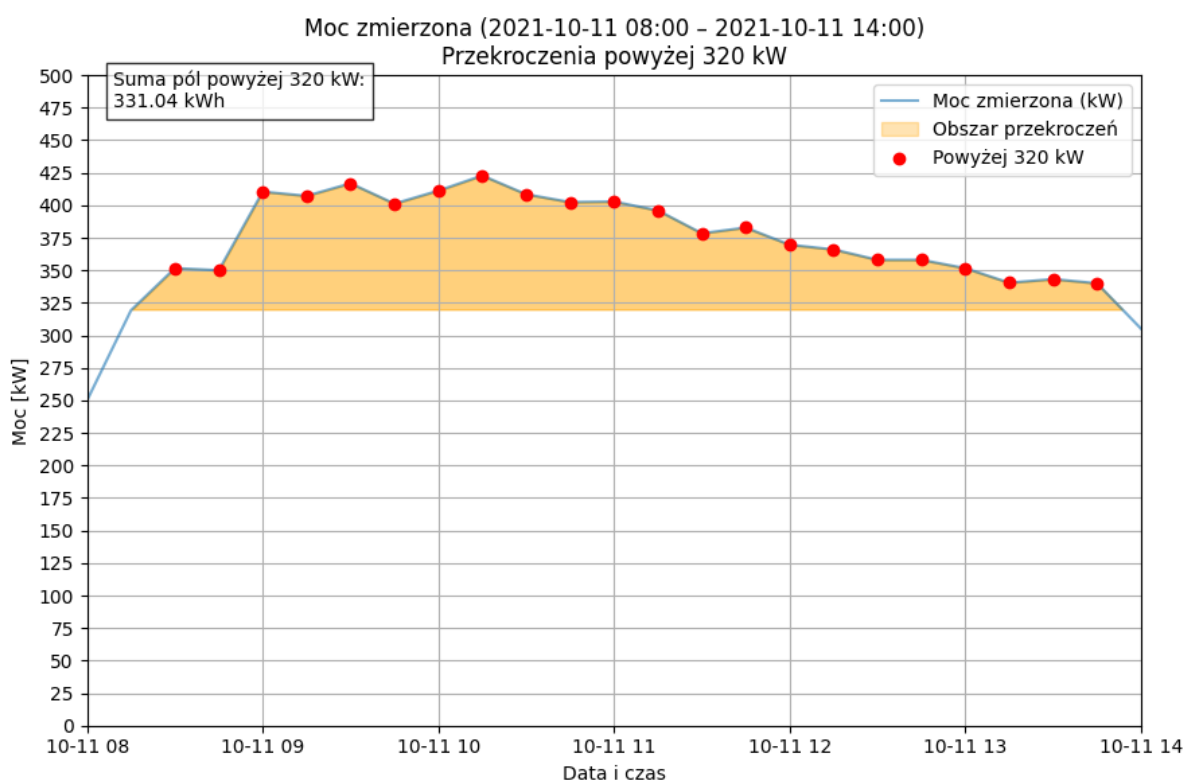


Rys. 25. Okres przekroczenia mocy zamówionej, zarejestrowany w dniu 01.04.2022



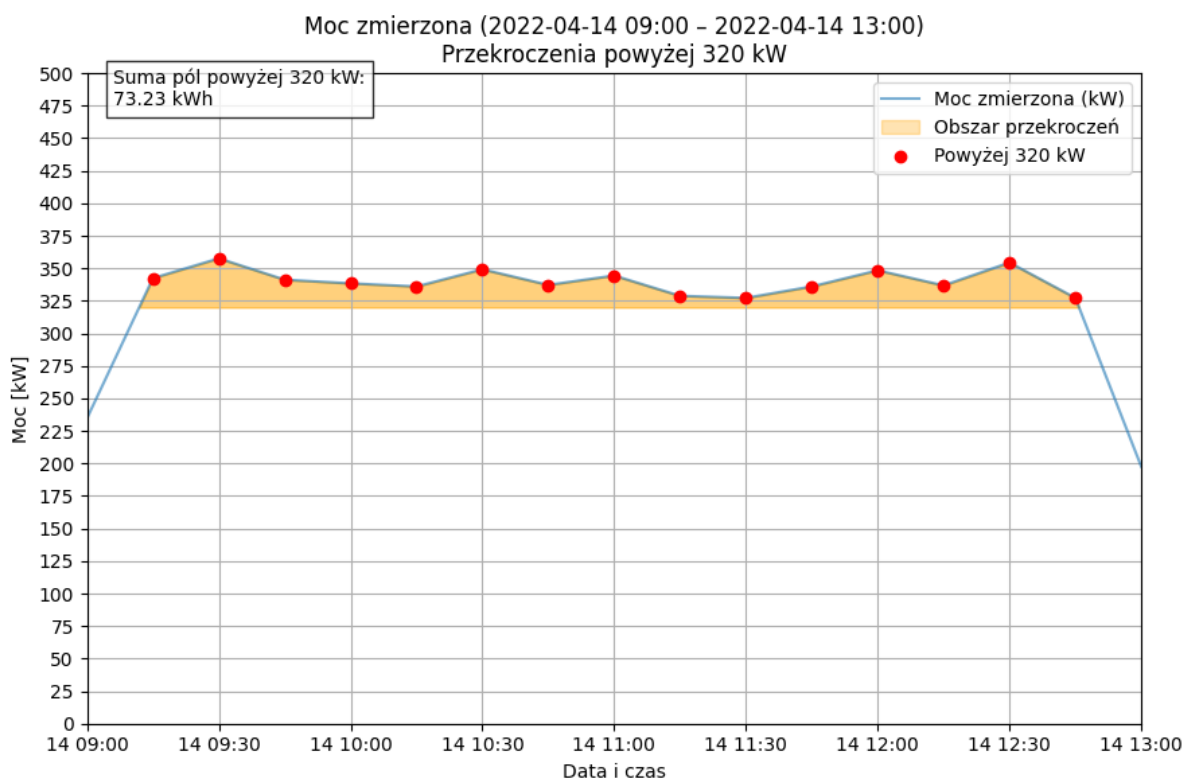
Poniższy wykres (rys. 26) przedstawia przebieg mocy zmierzonej w dniu 11 października 2021 r. w godzinach 08:00–14:00, z uwzględnieniem przekroczeń wartości teoretycznie przyjętej mocy zamówionej na poziomie 320 kW. Jest to drugi najdłuższy okres ciągłego przekroczenia mocy zarejestrowany w analizowanym przedziale lat 2021–2025. Przekroczenie rozpoczęło się tuż przed godziną 08:30 i trwało do około 13:45, co odpowiada 22 kolejnym odczytom (czyli 330 minutom / 5,5 godziny ciągłego przekroczenia).

Całkowita nadwyżka energii ponad próg 320 kW w analizowanym okresie wyniosła 331,04 kWh – wartość istotna, blisko trzykrotnie wyższa niż w przypadku najdłuższego przekroczenia z 2022 roku. To oznacza, że choć przekroczenie to było nieco krótsze niż najdłuższe (z 1 kwietnia 2022), jego energetyczna skala jest nawet większa, co wynika z wyższych wartości chwilowej mocy.



*Rys. 26. Okres przekroczenia mocy zamówionej, zarejestrowany w dniu 11.10.2021*

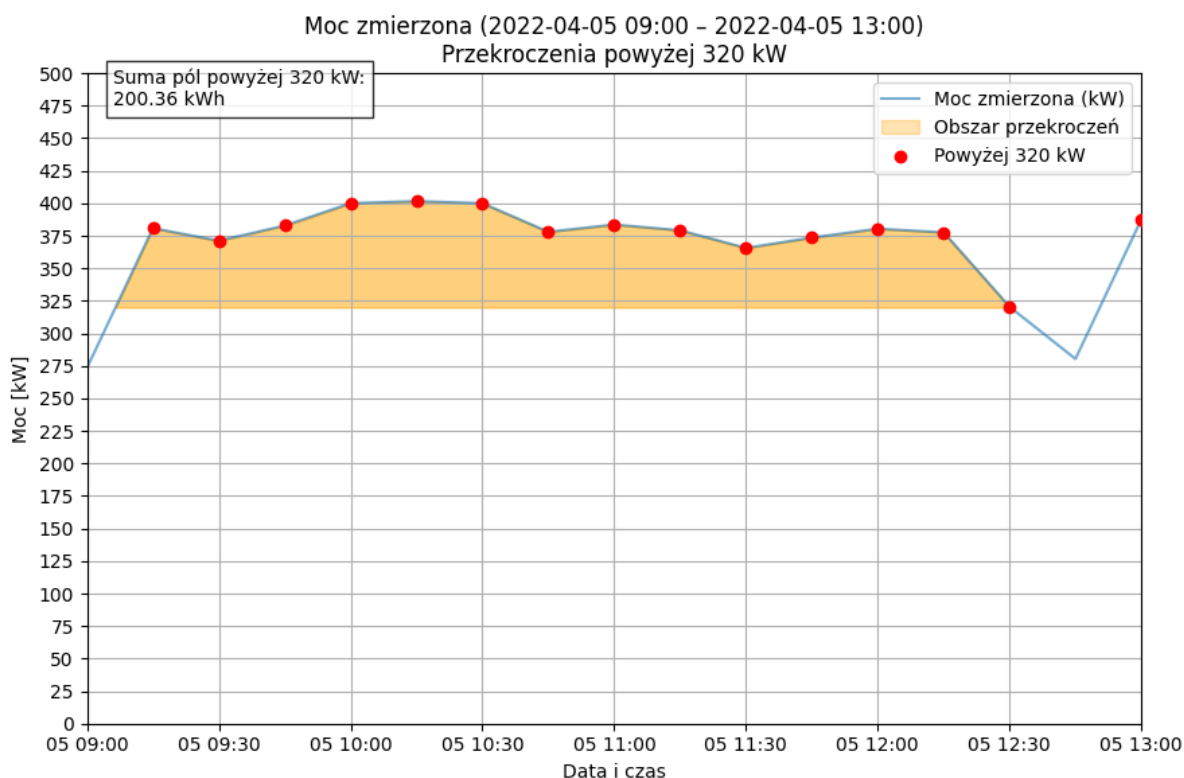
Rys. 27 przedstawia przebieg mocy zmierzonej w dniu 14 kwietnia 2022 r. w godzinach 09:00–13:00, z zaznaczeniem przekroczeń teoretycznej mocy zamówionej na poziomie 320 kW. Jest to trzeci najdłuższy okres przekroczenia mocy w analizowanym przedziale czasowym 2021–2025. Przekroczenie miało umiarkowaną intensywność, lecz długotrwały charakter – moc przez cały ten czas utrzymywała się powyżej 320 kW, co klasyfikuje ten przypadek jako operacyjnie istotny. Suma nadwyżki energii powyżej progu 320 kW wyniosła 73,23 kWh – jest to znacznie mniej niż w dwóch wcześniej analizowanych przypadkach (331 kWh i 119 kWh), ale nadal oznacza realne przekroczenie, mogące mieć wpływ na rozliczenia z dostawcą energii. Moc zmierzona oscylowała w przedziale 325–340 kW, utrzymując się względnie stabilnie. Nie odnotowano ostrych szczytów – moc przebiegała płasko, ale konsekwentnie powyżej limitu.



*Rys. 27. Okres przekroczenia mocy zamówionej, zarejestrowany w dniu 14.04.2022*

Rys. 28 przedstawia czwarty najdłuższy okres przekraczania mocy w analizowanym okresie 2021–2025. Przekroczenia rozpoczęły się w dniu 5 kwietnia 2022 po godzinie 09:00 i trwały do 12:30, obejmując 14 kolejnych odczytów, co odpowiada 210 minutom (3,5 godziny). Przekroczenia były ciągłe i regularne, z jednym chwilowym spadkiem tuż przed końcem analizowanego przedziału.

Suma nadwyżki energii pobranej ponad próg 320 kW wyniosła 200,36 kWh, co czyni ten przypadek jednym z najbardziej energochłonnych w całym zestawieniu. Mimo że czas trwania był krótszy niż w przypadku pierwszych trzech analizowanych przekroczeń, średnia nadwyżka mocy była wyraźnie wyższa. Wartości mocy zmierzonej oscylowały w przedziale 370–400 kW, z kulminacją około godziny 10:15. Krzywa mocy miała wyraźnie „płaski” przebieg – brak nagłych skoków, ale utrzymywanie się mocy znacznie powyżej progu.



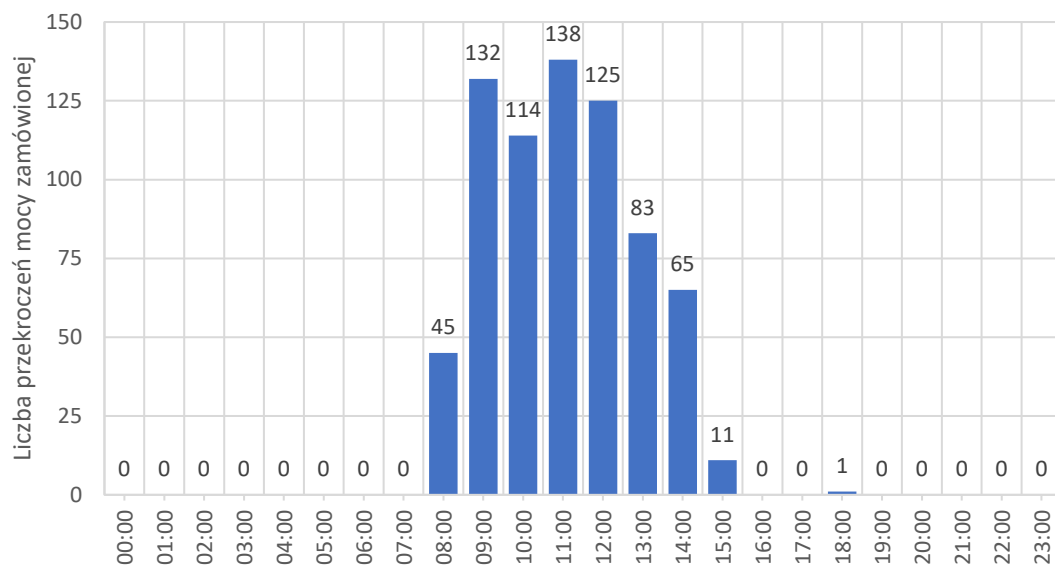
*Rys. 28. Okres przekroczenia mocy zamówionej, zarejestrowany w dniu 05.04.2022*

We wszystkich czterech przypadkach przekroczenia miały stabilny charakter – krzywe mocy przebiegały bez gwałtownych skoków, utrzymując się powyżej progu przez długi czas. To sugeruje, że przekroczenia te wynikały nie z incydentalnych obciążeń. Wszystkie przekroczenia miały miejsce między 08:30 a 14:00, a ich kulminacje przypadały na godziny 09:00–12:00. To potwierdza wcześniejsze analizy wskazujące, że szczytowe godziny dziennego zapotrzebowania energetycznego są najbardziej narażone na przekroczenia – zarówno pod względem liczby przypadków, jak i ich intensywności. Ze względu na przewidywalność przekroczeń (czasową i charakterystyczną dla określonych dni roboczych), możliwe jest wdrożenie działań ograniczających ich występowanie.

Rys. 29 pokazuje, jak rozkłada się liczba odczytów przekroczeń mocy w ciągu doby. Dane wskazują, że przekroczenia są silnie skoncentrowane w godzinach przedpołudniowych. Ponad 80% przekroczeń występuje między 09:00 a 13:00 – to klasyczne godziny szczytu dziennego.

Większość przekroczeń ma charakter krótkotrwały i impulsowy, co oznacza, że mogłyby być z powodzeniem ograniczone przez zastosowanie odpowiednich narzędzi, np. magazynu energii lub systemu peak-shaving. Wprowadzenie mocy zamówionej na poziomie 320 kW mogłoby być wykonalne,

o ile wdrożono by rozwiązania ograniczające ryzyko przekroczeń w konkretnych godzinach – głównie w przedziale 09:00–13:00.



Rys. 29. Liczba odczytów przekroczenia mocy zamówionej w danej godzinie w latach 2021-2025\* (2025 – I kwartał)

Rekomendowane działania:

- Zastosowanie magazynu energii o odpowiednio dobranej pojemności do kompensowania krótkotrwałych szczytów.
- Wdrożenie automatycznego systemu zarządzania obciążeniem, który pozwala na redukcję mocy chwilowej w godzinach krytycznych.
- Analiza procesów technologicznych i ich harmonogramów w celu przesunięcia części zużycia poza godziny szczytowe.