



**Doświadczenia z pracy sieci dystrybucyjnej
niskiego napięcia przy dużym nasyceniu
mikroinstalacji**

**na przykładzie miejscowości
Ochoznica i Tylmanowa**

Spis treści

- 1) Regulacje prawne w zakresie mikroinstalacji
- 2) Rozwój OZE na obszarze TD
- 3) Fotowoltaika w sieci TD na obszarze gminy Ochotnica Dolna
- 4) Wpływ źródeł PV na pracę sieci nN – wprowadzenie
- 5) Bilansowanie energii elektrycznej pobranej i wprowadzanej przez mikroinstalację prosumenta
- 6) Wpływ źródeł PV na pracę sieci nN – analiza przypadku
- 7) Współpraca agregatu z mikroinstalacjami
- 8) Redukcja negatywnego wpływu źródeł PV na pracę sieci nN
- 9) Wnioski





Regulacje prawne w zakresie mikroinstalacji

- **Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączania jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG),**
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz. U. z 2019 r. poz. 755, 730),
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. z 2019 poz. 42, 60, 730) z późniejszymi aktualizacjami,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (Dz. U. z 2007 r. nr 93 poz. 623),
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 6 marca 2019 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz. U. z 2019 r. poz. 503),
- **Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (IRiESD), z uwzględnieniem karty aktualizacji nr 7/2018 zatwierdzonej przez Prezesa URE z dnia 18 kwietnia 2019r.**

Istotne zmiany w zakresie przyłączania mikroinstalacji



NC RfG oraz zatwierdzona decyzją Prezesa URE **Karta Aktualizacji nr 7/2018 IRiESD** wprowadza m.in.:

- konieczność przedłożenia przez dostawcę sprzętu certyfikatu urządzenia spełniającego wymagania NC RfG lub sprawozdania z testu zgodności urządzenia z NC RfG (wymaganie to będzie obowiązywać od 27 kwietnia 2021 roku – do tego czasu obowiązują deklaracje zgodności)
- wymagania w zakresie regulacji mocy biernej i czynnej, $\cos\varphi = f(P)$, $Q = f(U)$ oraz $P = f(U)$

Wymagania stawiane falownikom w mikroinstalacjach

Falowniki instalacji mikrogeneracyjnych przyłączanych do sieci nN muszą spełniać wymogi normy PN-EN 50438:2014-02 m.in. w zakresie zabezpieczenia instalacji przed nadmiernym wzrostem napięcia.

Norma ta wymaga, aby każda instalacja mikrogeneracyjna posiadała dwa stopnie zabezpieczenia nadnapięciowego:

- pierwszy stopień ($U>$) – jeśli 10-minutowa średnia wartość skuteczna napięcia przekroczy 253 V, to instalacja musi zostać odłączona w czasie do 3 s,
- drugi stopień ($U>>$) – jeśli 3-sekundowa średnia wartość skuteczna napięcia przekroczy wartość 264,5 V, to instalacja musi zostać odłączona w czasie 0,1 – 0,2 s.

Ponowne załączenie instalacji jest dopuszczalne przy spełnieniu warunku $195,5 \text{ V} < U_n < 253 \text{ V}$ przy minimalnym czasie obserwacji wynoszącym 60 s.

Wymagania stawiane falownikom w mikroinstalacjach

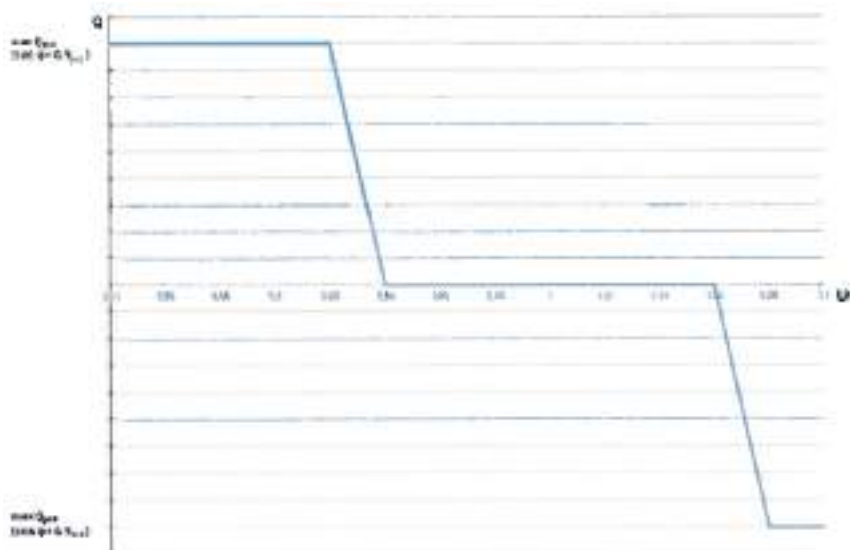
Aby ograniczyć konieczność wyłączenia instalacji mikrogeneracyjnych w związku z nadmiernym wzrostem napięcia, norma PN-EN 50438-2014-02 zaleca sterowanie mocą bierną w trzech trybach:

- $Q = f(U)$ – tryb sterowania mocą bierną w funkcji napięcia,
- $\cos\varphi = \text{const.}$ – stała wartość współczynnika mocy niezależna od wartości napięcia i poziomu mocy czynnej generowanej,
- $\cos\varphi = f(P)$ – tryb sterowania mocą bierną w funkcji poziomu generacji mocy czynnej.

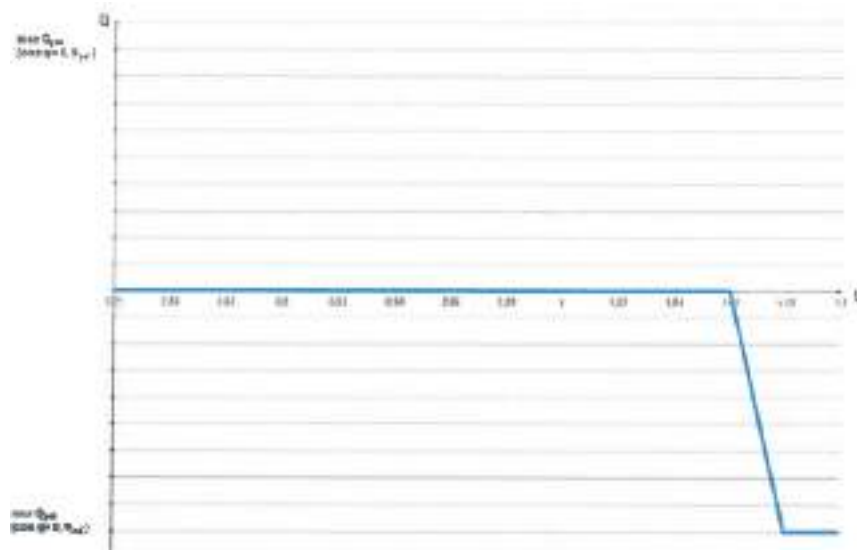
Norma ta dopuszcza również (po wyczerpaniu powyższych możliwości sterowania mocą bierną) ograniczenie generowanej mocy czynnej w funkcji napięcia $P = f(U)$, zgodnie z logiką wybraną przez producenta falownika.

Wymagania stawiane falownikom w mikroinstalacjach

Aktywowanie funkcji regulacji mocy biernej $Q = f(U)$ – **wymaganie to jest obecne w zaktualizowanej IRiESD**



$Q = f(U)$ dla instalacji 3-fazowych



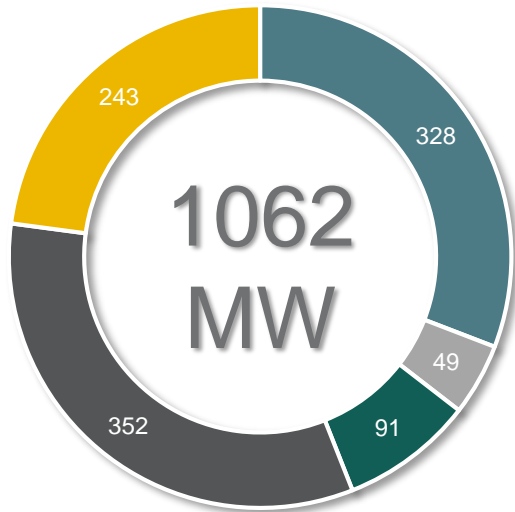
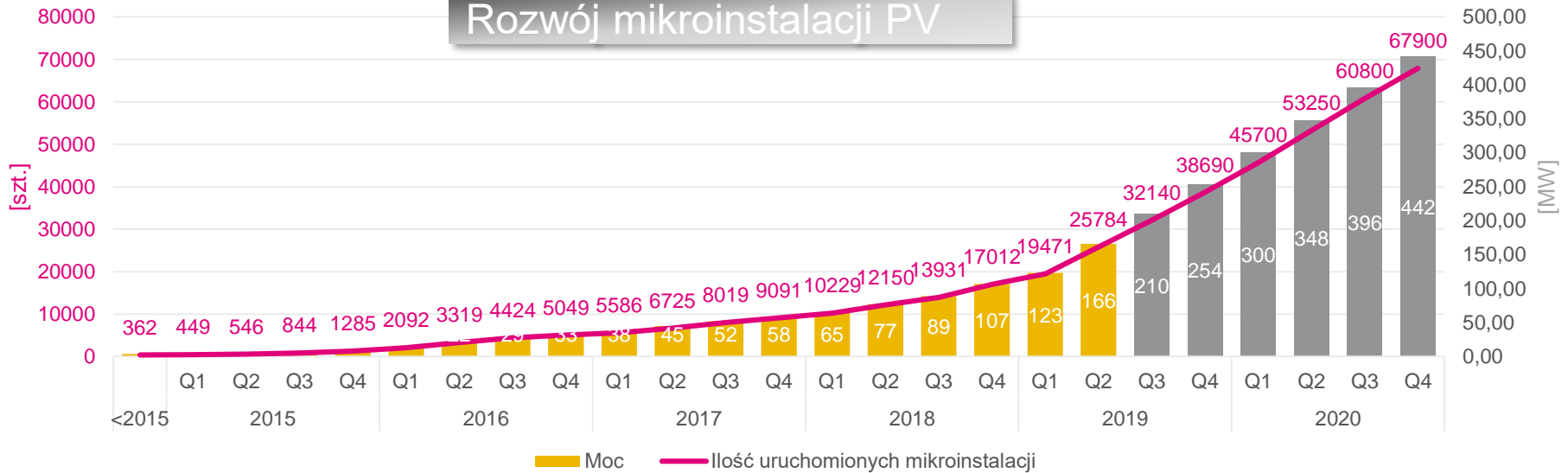
$Q = f(U)$ dla instalacji 1-fazowych



Rozwój OZE na obszarze TD

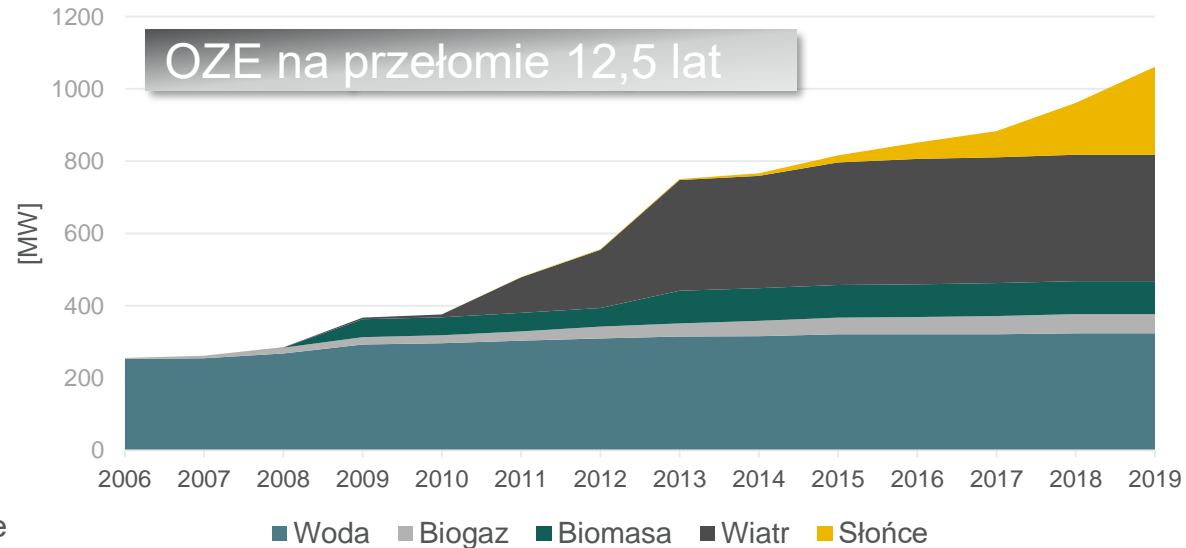
Rozwój OZE na obszarze TD

Rozwój mikroinstalacji PV



■ Woda ■ Biogaz ■ Biomasa ■ Wiatr ■ Słońce

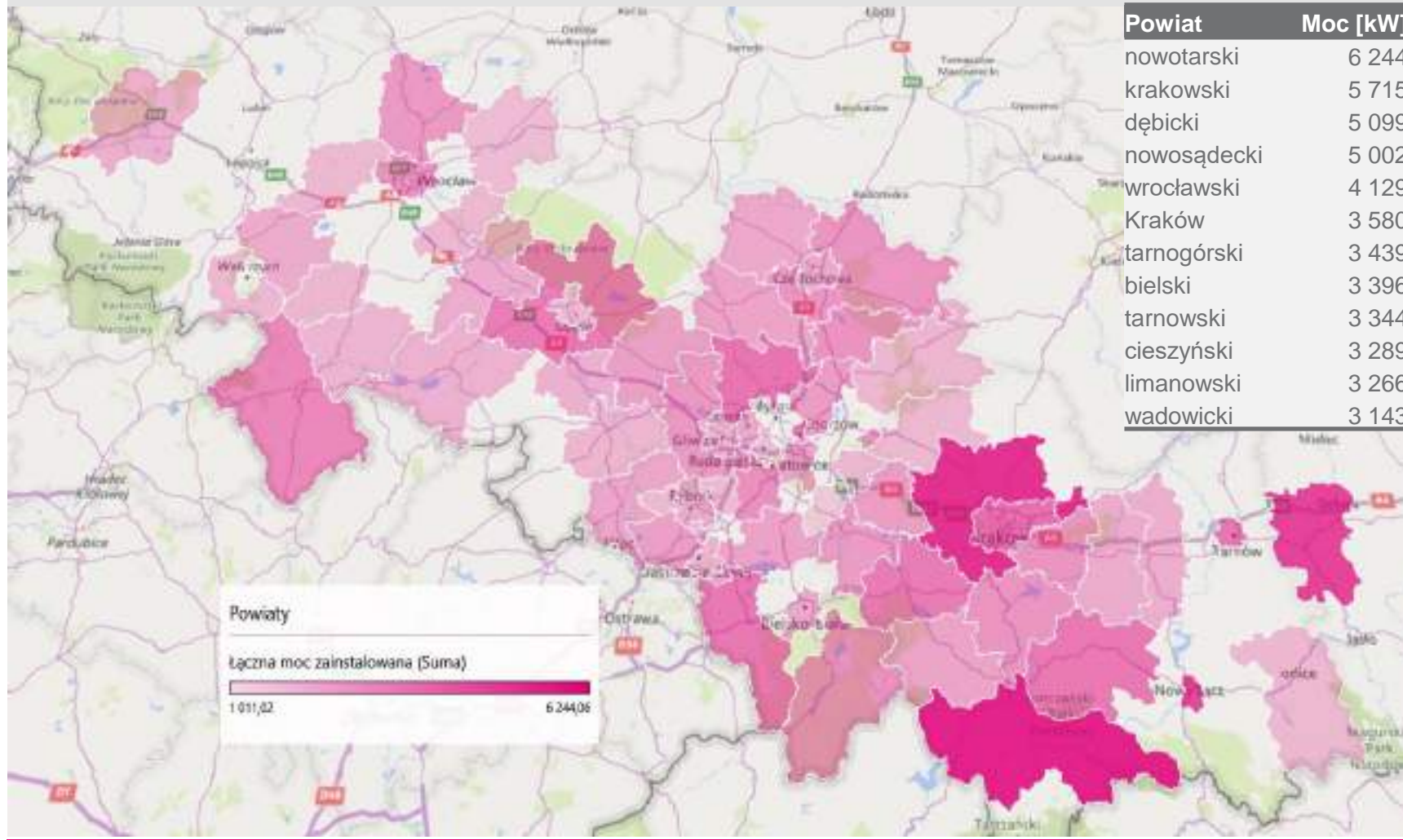
OZE na przełomie 12,5 lat



■ Woda ■ Biogaz ■ Biomasa ■ Wiatr ■ Słońce

Rozwój OZE na obszarze TD

Ilość MW (z mikroinstalacji) w poszczególnych powiatach

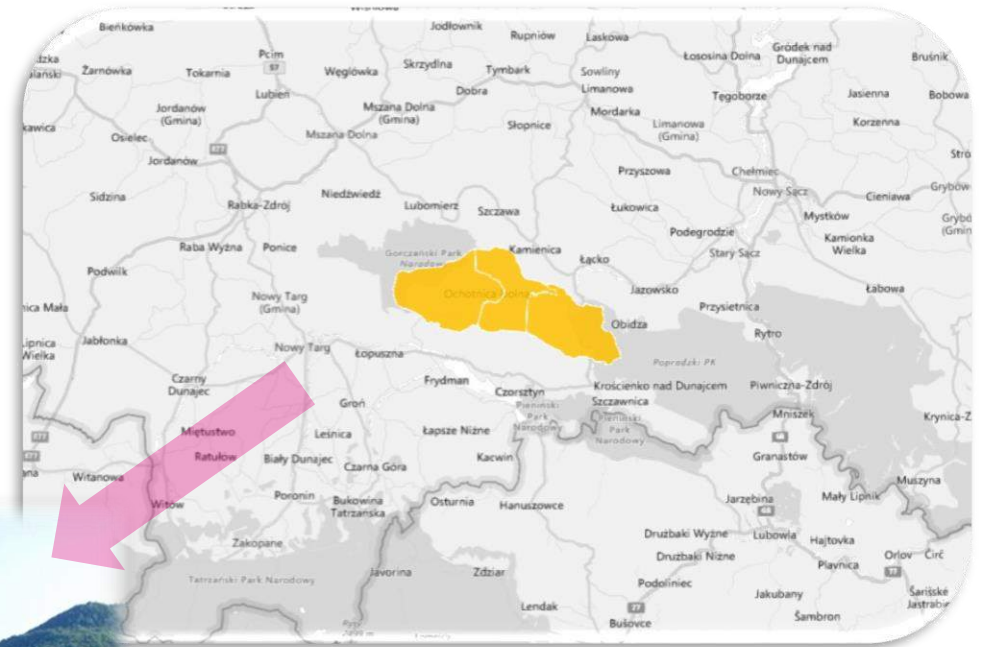




Fotowoltaika w sieci TD na obszarze gminy Ochoznica Dolna

Gmina Ochotnica Dolna

- powierzchnia **14 103 ha**
- liczba mieszkańców **8 557 osób**
- liczba budynków mieszkalnych:
2 426 szt.
- liczba budynków komunalnych:
25 szt.



Klaster Wirtualna Zielona Elektrownia Ochotnica

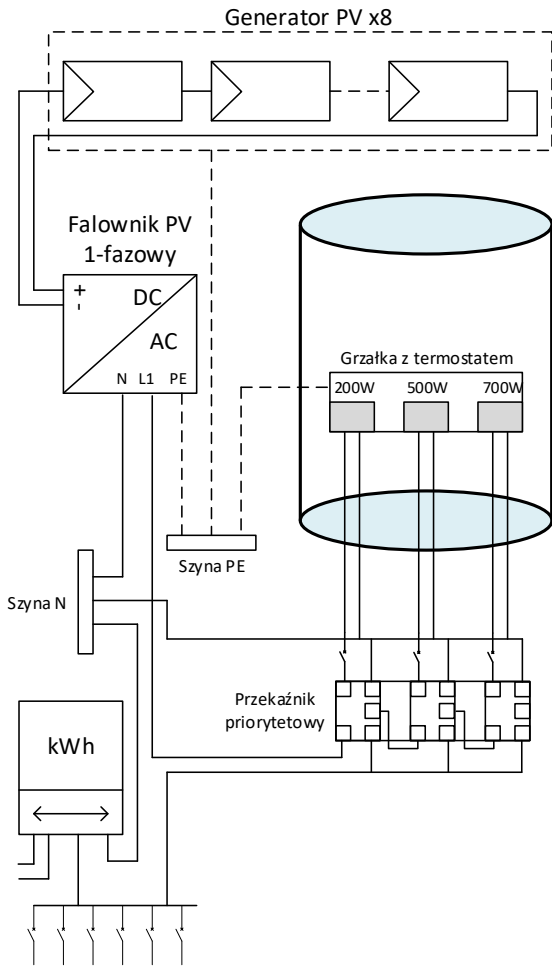
- (2015) farma fotowoltaiczna zasilająca oczyszczalnię ścieków w m. Tylmanowa o mocy znamionowej 200 kW wraz z systemem magazynowania energii w technologii litowo-jonowej o pojemności 120 kWh,
- (2015) instalacja fotowoltaiczna na budynku Zespołu Szkolno-Przedszkolnego o mocy znamionowej 22 kW wraz z systemem magazynowania energii w technologii litowo-jonowej,
- (2015) 120 sztuk "wyspowych" instalacji fotowoltaicznych o mocy 2,0 kW każda,
- (2017-2018) montaż 722 instalacji fotowoltaicznych o mocy 2,08 kW każda współpracujących z siecią,
- (2018) certyfikacja klastra przez ME,
- (2019-2020) kolejne etapy montaż 120 mikroinstalacji 1-fazowych i 400 1- lub 3-fazowych,



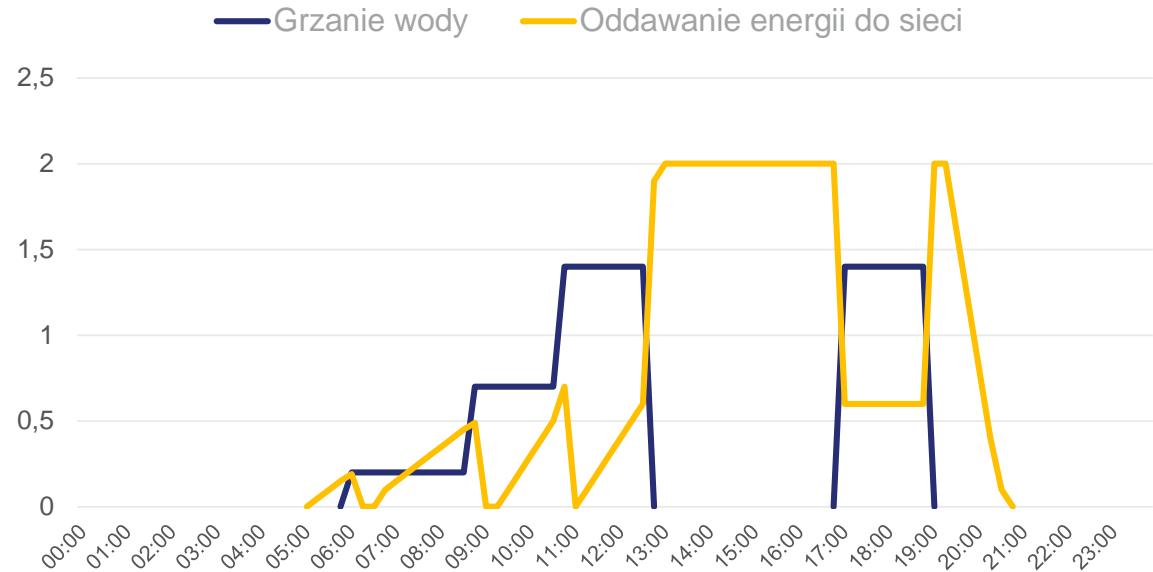
Rozmieszczenie mikroinstalacji w gminie Ochotnica Dolna



Układ pracy mikroinstalacji



energia w pierwszej kolejności wykorzystywana na potrzeby grzania wody



Źródło: interia.pl

Gmina Ochotnica Dolna – sieć TD

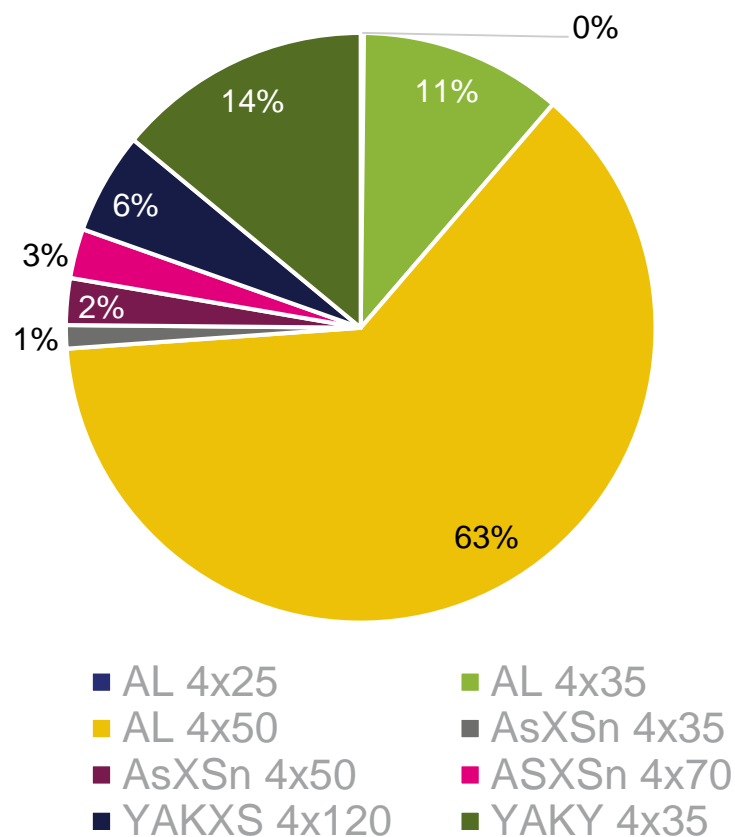
Układ sieci SN



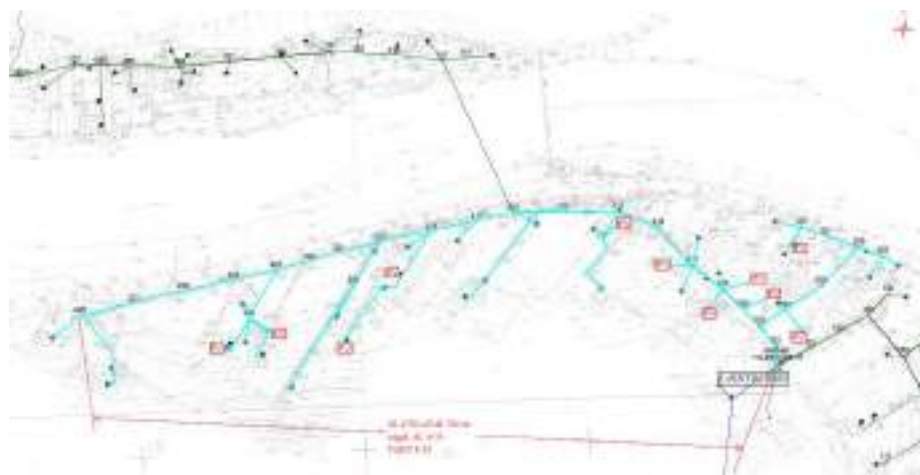
Liczba stacji SN/nn	54 [szt.]
Łączna moc transformatorów	6 313 [kVA]
Obciążenie obszaru	1,4-1,6 MW
Liczba odbiorców	3 670 [szt.]
Liczba przyłączonych źródeł PV	722 [szt.]
Łączna moc PV	1 463 [kW]
Liczba PV do ilości odbiorców	19,7 [%]
Łączna moc PV do mocy transformatorów	23,2 [%]
Łączna moc PV do obciążenia obszaru	90-105 %

Gmina Ochotnica Dolna – sieć TD

Przekroje przewodów wybranych obwodów nN z mikroinstalacjami



- Sieć nN – projektowana jako **odbiorcza** (bez PV) przy zastosowaniu współczynnika jednoczesności dla wyznaczania obciążenia $0,2 < K < 0,07$ (**warunki przyłączenia**)
- Współczynnik jednoczesności dla **generacji K = 1** (zgłoszenie)

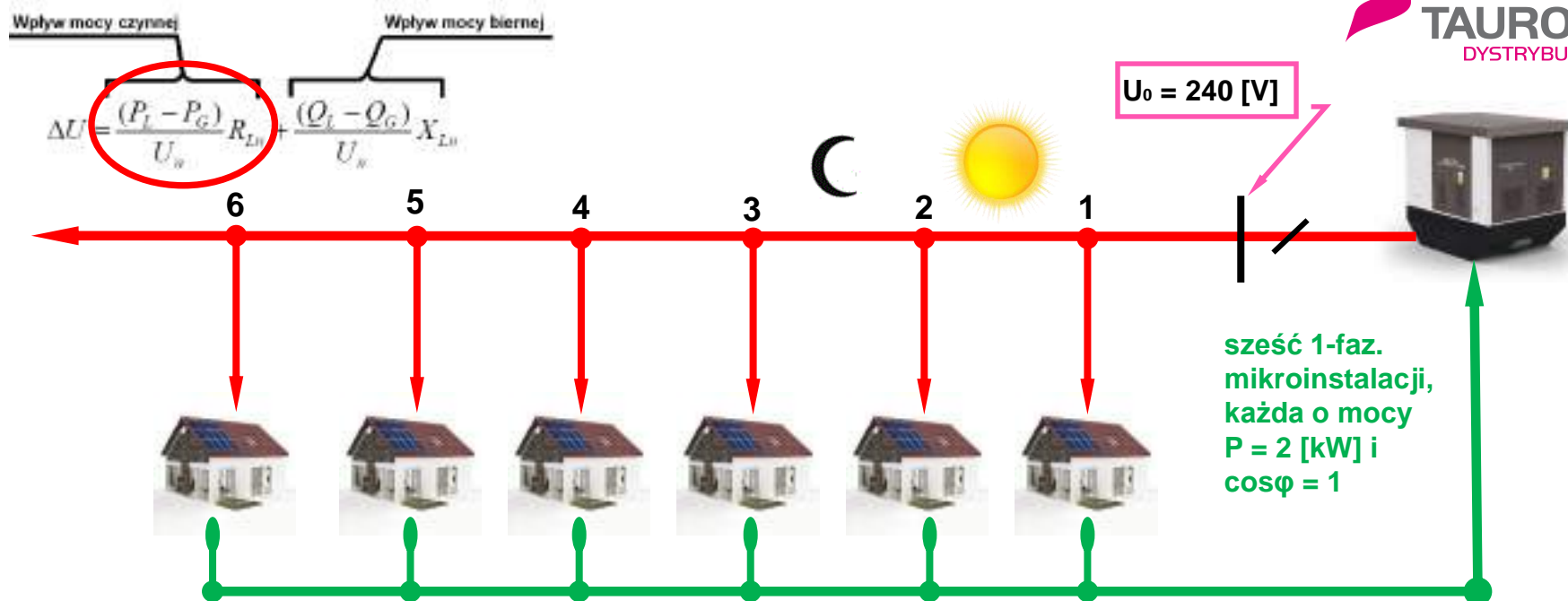


Długości obwodów nN: 400 – 750m

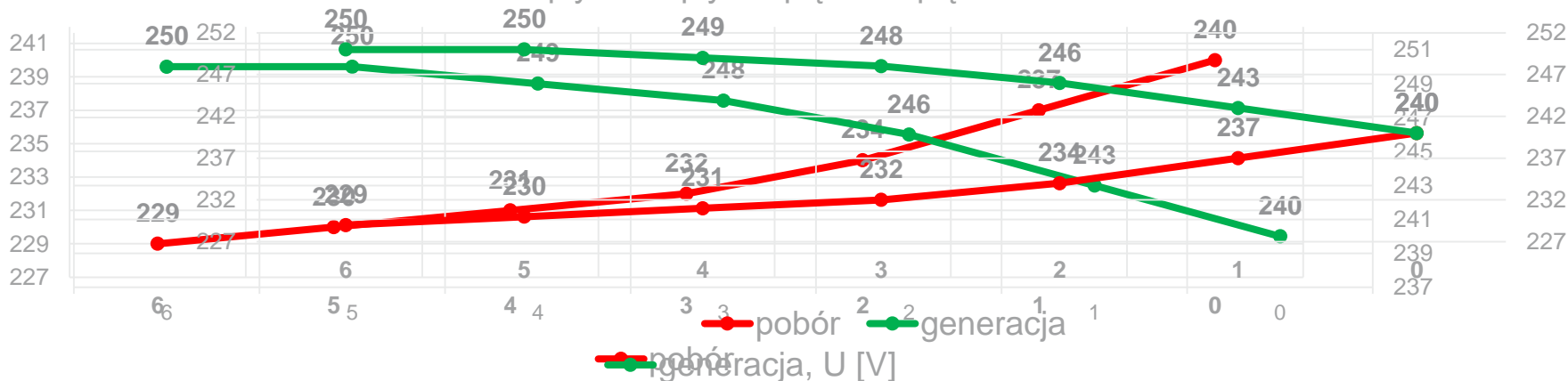


Wpływ źródeł PV na pracę sieci nN – wprowadzenie

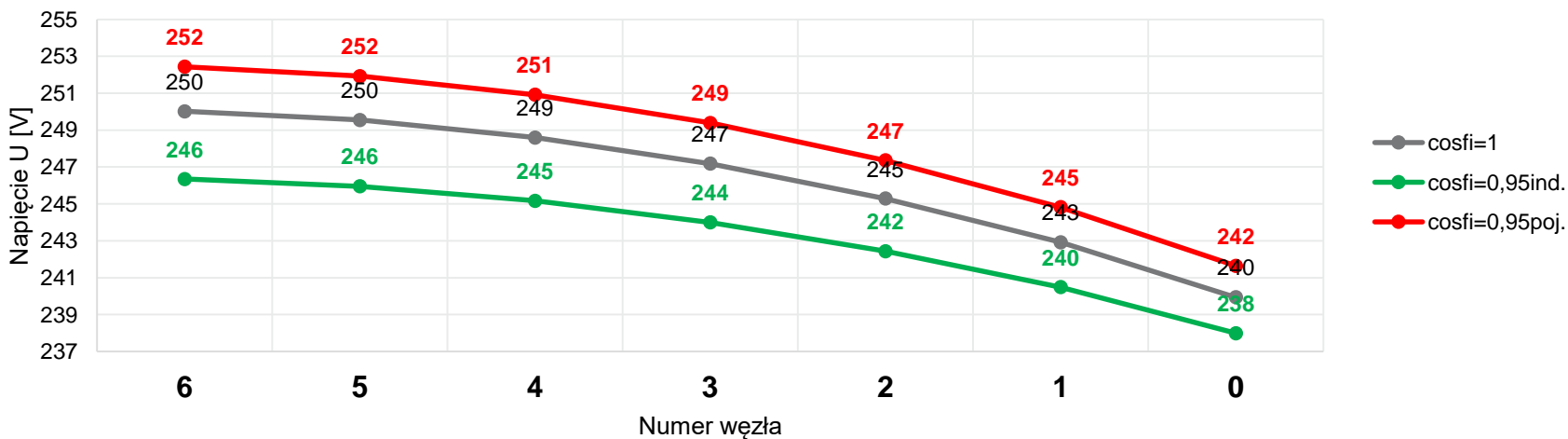
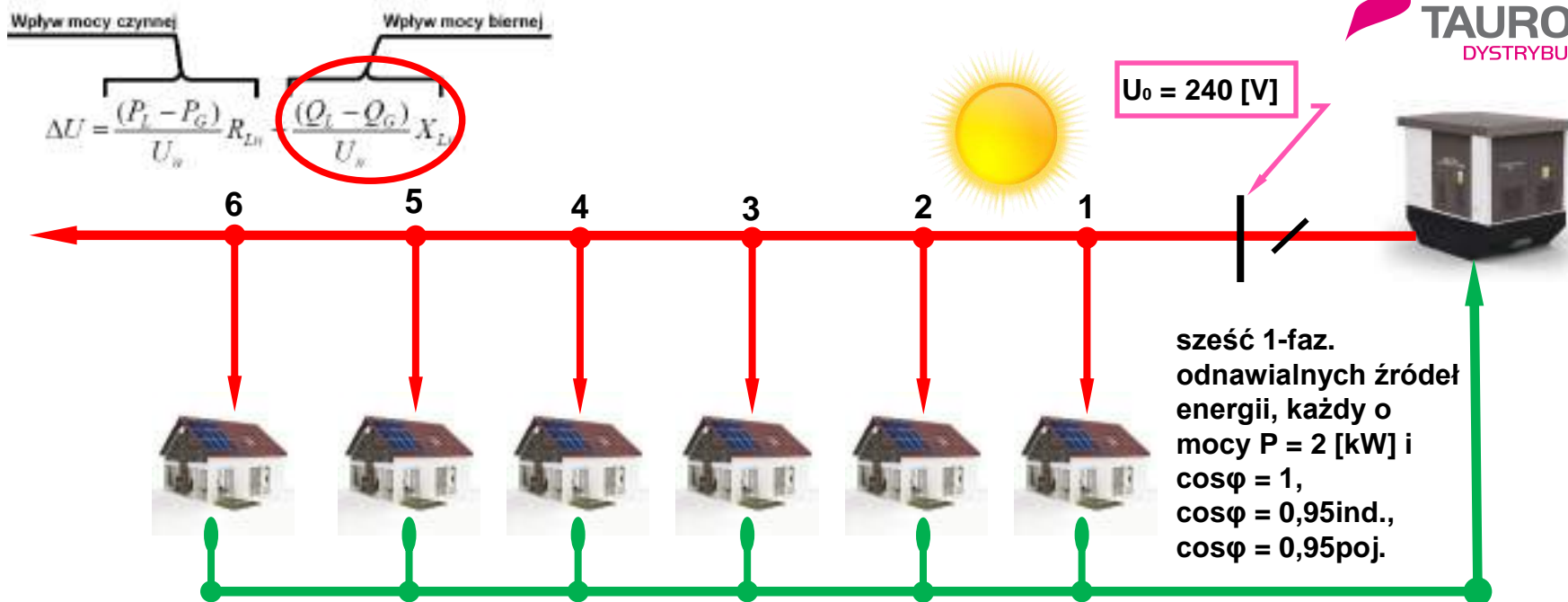
Wpływ źródeł PV na wartość napięcia w sieci nN



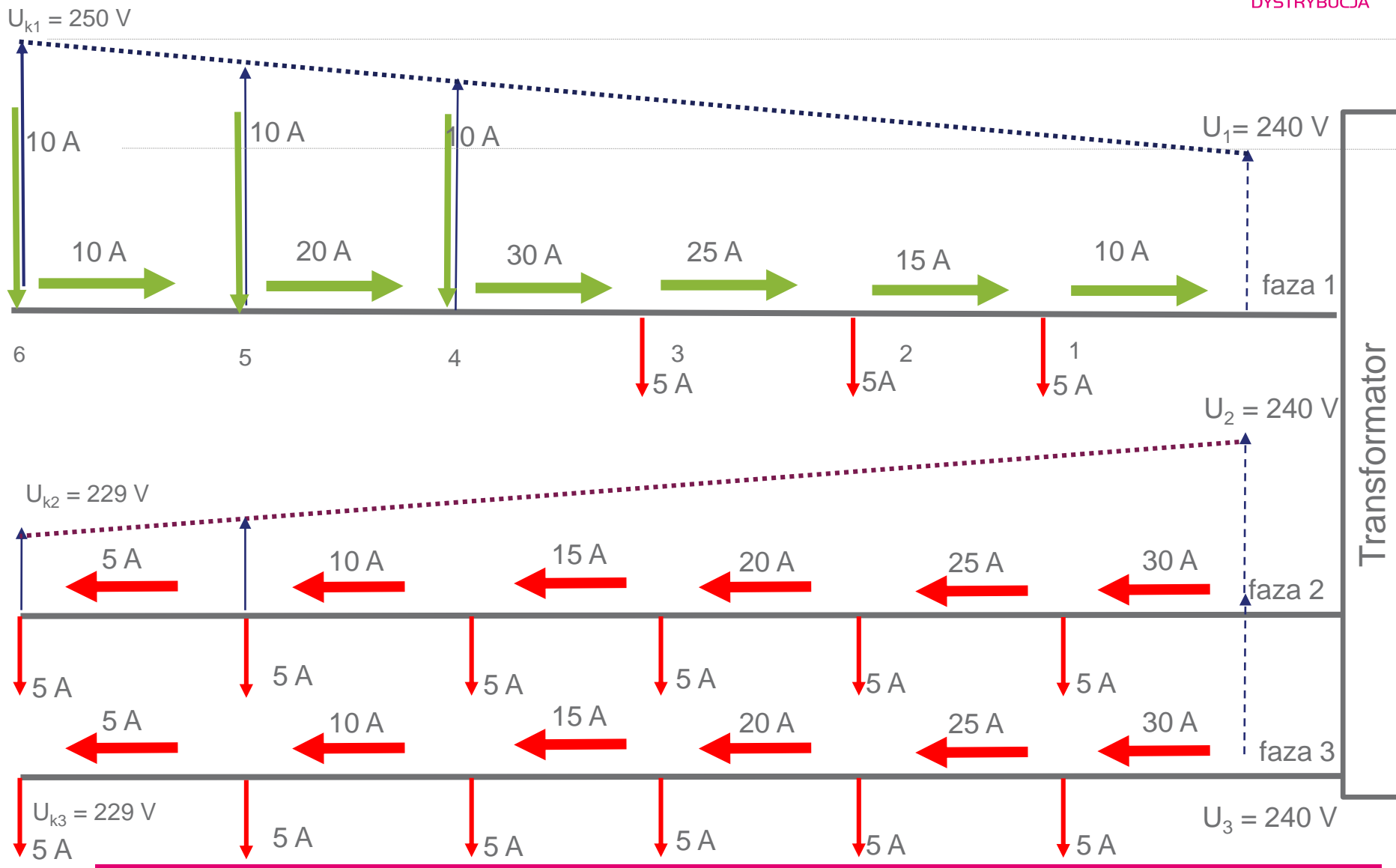
Wpływ źródeł PV na wartość napięcia w sieci



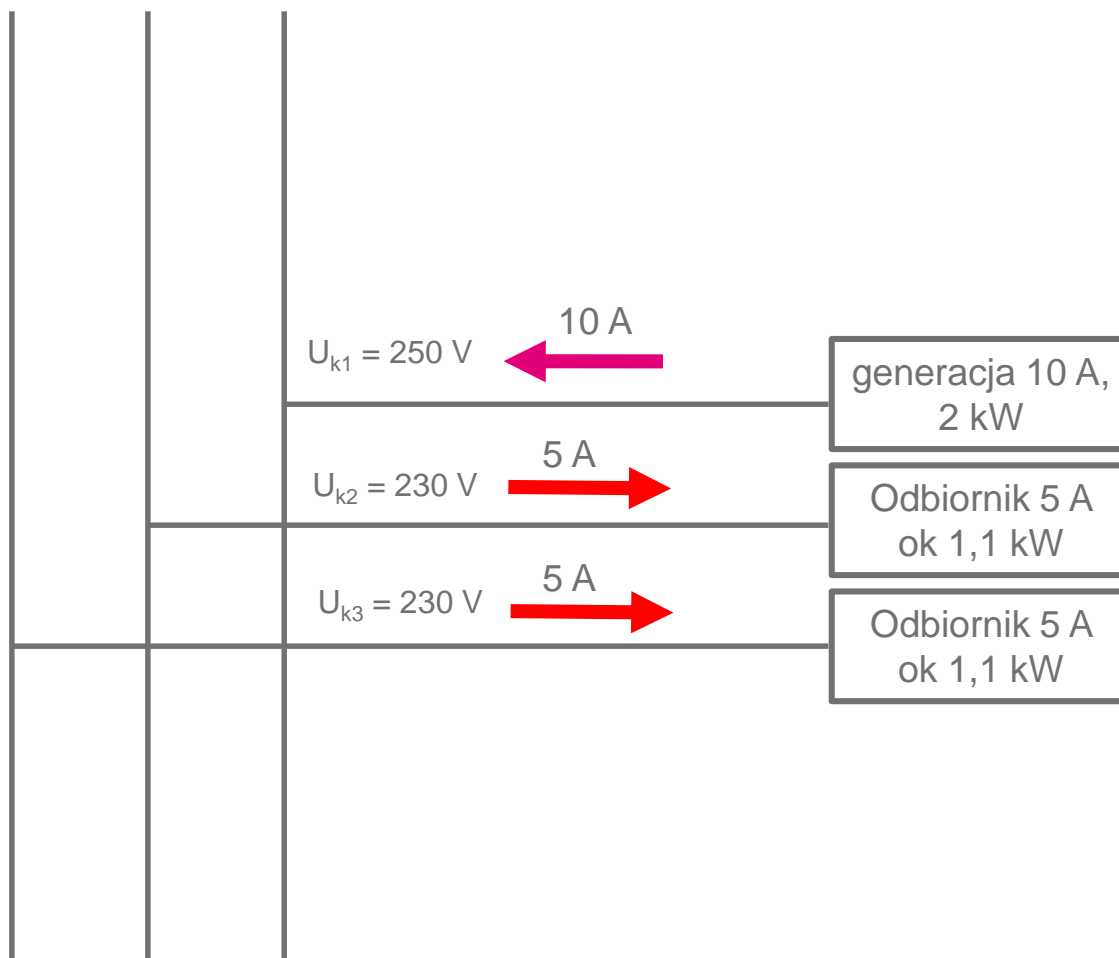
Wpływ źródeł PV na wartość napięcia w sieci nN



Wpływ źródeł PV na wartość napięcia w sieci nN – poszczególne fazy



Przepływy prądów i napięcia u klienta nr 6 w poszczególnych fazach przy inwerterze jednofazowym





Bilansowanie energii elektrycznej pobranej i wprowadzanej przez mikroinstalację prosumenta

Zapisy dotyczące mikroinstalacji w Ustawie OZE



*USTAWA z dnia 20 lutego 2015 r.
o odnawialnych źródłach energii*

*USTAWA z dnia 19 lipca 2019 r.
o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych
innych ustaw*

Art. 4.

2. Rozliczenia ilości energii, o której mowa w ust. 1, dokonuje się na podstawie wskazań urządzenia pomiarowo-rozliczeniowego dla danej mikroinstalacji.

3. Sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1a, dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej i pobranej z sieci przez prosumenta, na podstawie wskazań urządzenia pomiarowo-rozliczeniowego dla danej mikroinstalacji, po uzyskaniu danych pomiarowych od operatora systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, **przekazanych przez tego operatora w taki sposób aby ilość wprowadzonej i pobranej przez prosumenta energii była rozliczona po wcześniejszym sumarycznym bilansowaniu ilości energii z wszystkich faz dla trójfazowych mikroinstalacji.**

Art. 4 ust. 2a

Operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego przekazuje sprzedawcy, o którym mowa w art. 40 ust. 1a, **dane pomiarowe obejmujące godzinowe ilości energii elektrycznej wprowadzonej i pobranej z sieci dystrybucyjnej przez prosumenta energii odnawialnej po wcześniejszym sumarycznym bilansowaniu ilości energii wprowadzonej i pobranej z sieci dystrybucyjnej z wszystkich faz dla trójfazowych mikroinstalacji.**

Art. 4 ust. 3

Sprzedawca, o którym mowa w art. 40 ust. 1a, dokonuje rozliczenia ilości energii elektrycznej wprowadzonej i pobranej z sieci dystrybucyjnej przez prosumenta energii odnawialnej na podstawie danych pomiarowych, o których mowa w ust. 2a

Zapisy dotyczące mikroinstalacji w Ustawie OZE



USTAWA z dnia 19 lipca 2019 r.

o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw

Art. 4 ust. 14

14. Minister właściwy do spraw energii w porozumieniu z ministrem właściwym do spraw gospodarki określi, w drodze rozporządzenia:

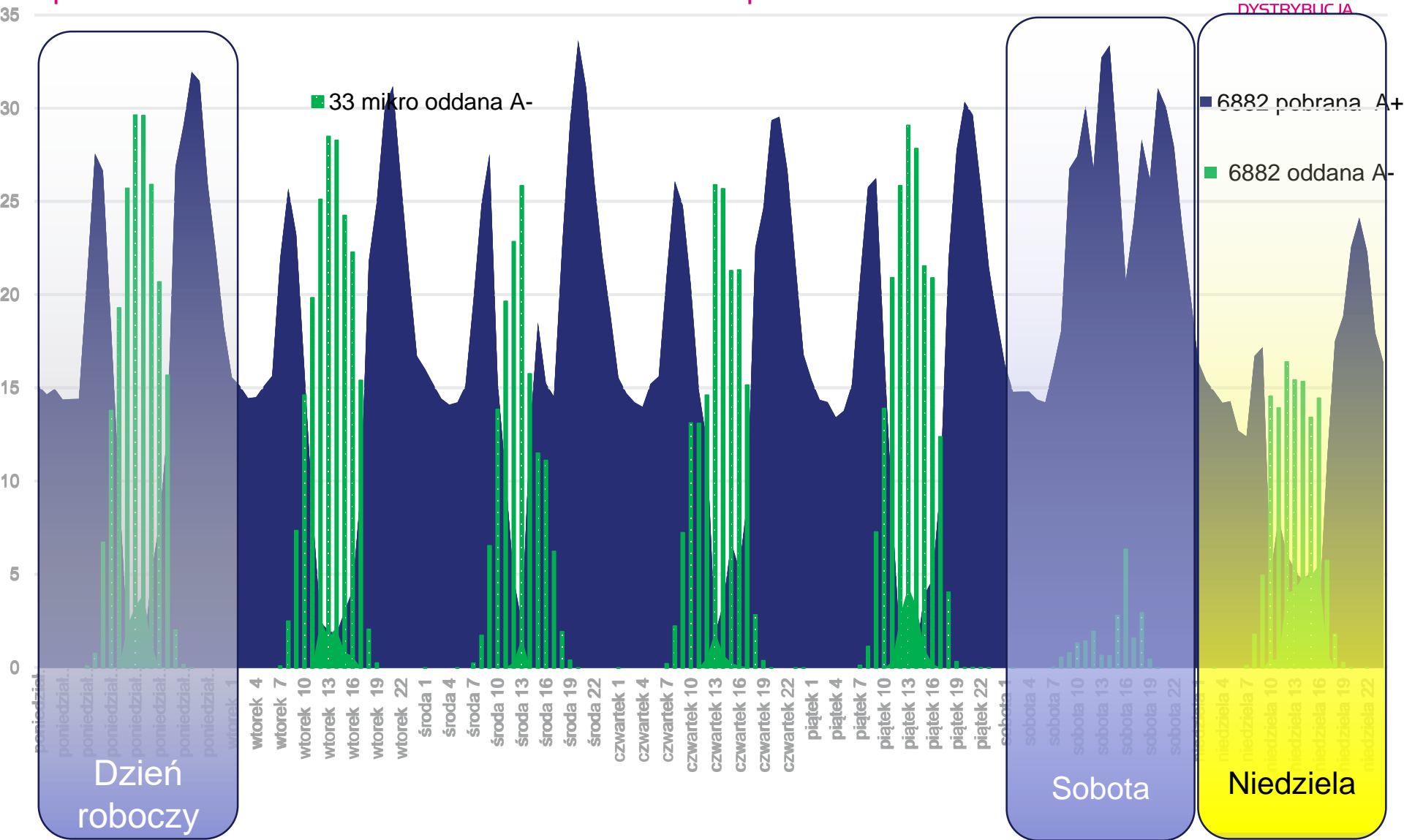
- 1) **szczegółowy zakres oraz sposób dokonywania rejestracji oraz bilansowania danych pomiarowych, o których mowa w ust. 2a ,**
- 2) **szczegółowy sposób dokonywania rozliczeń prosumentów energii odnawialnej, o których mowa w ust. 3, z uwzględnieniem rodzaju taryfy stosowanej przez prosumenta energii odnawialnej,**
- 3) **szczegółowy zakres oraz sposób udostępnienia danych pomiarowych, o których mowa w ust. 2a, między przedsiębiorstwami energetycznymi oraz między przedsiębiorstwami energetycznymi a prosumentami energii odnawialnej**
 - mając na uwadze potrzebę ujednoczenia sposobu dokonywania rozliczeń prosumentów energii odnawialnej oraz ochronę ich interesów, a także bezpieczeństwo i niezawodne funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego



Wpływ źródeł PV na pracę sieci nN – analiza przypadku

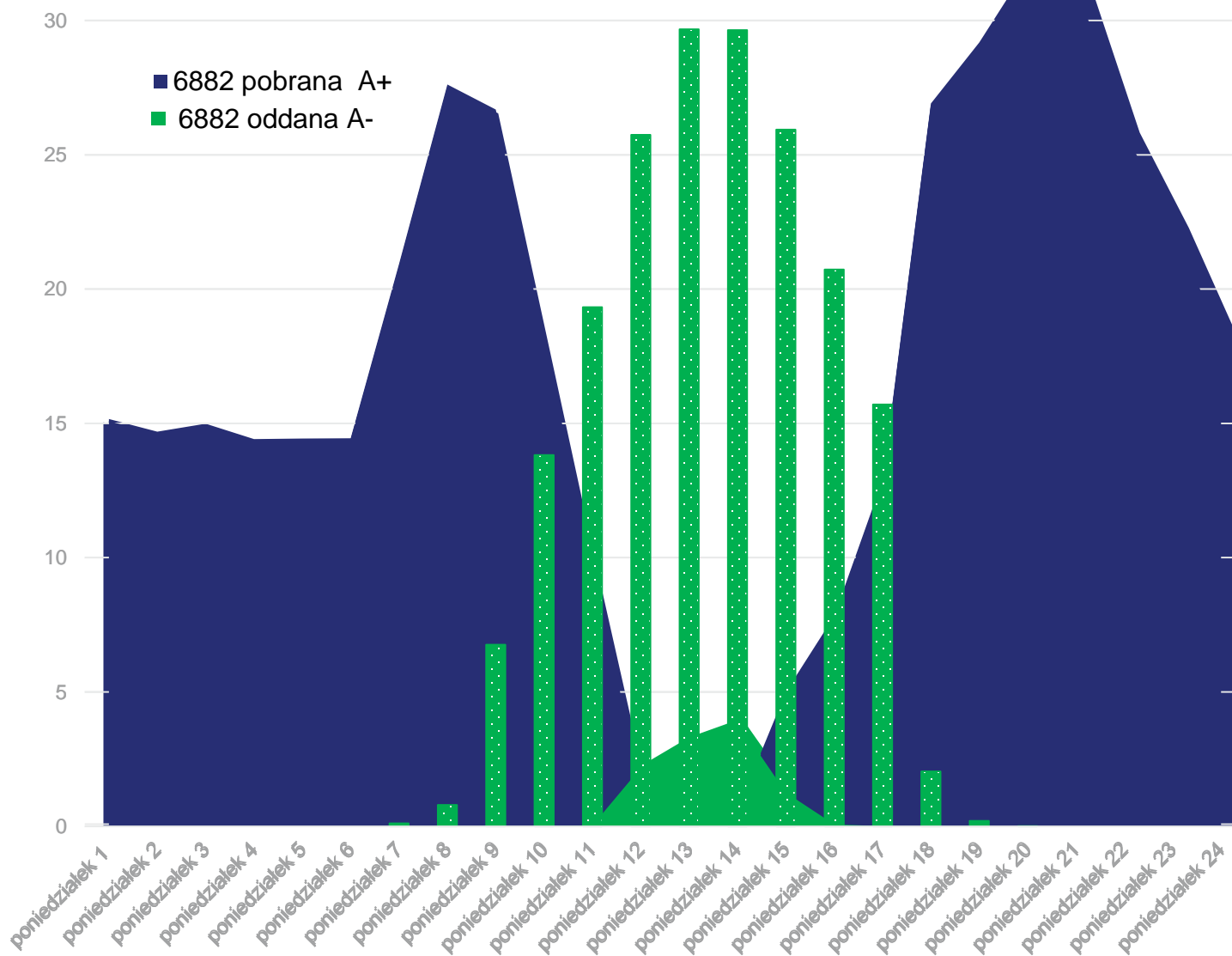
Stacja SN/nN nr 6882 (33 prosumentów/69 przyłączonych)

pobór i oddanie do sieci w kWh 01.04-07.04.2019 poniedziałek-niedziela



Stacja SN/nN nr 6882

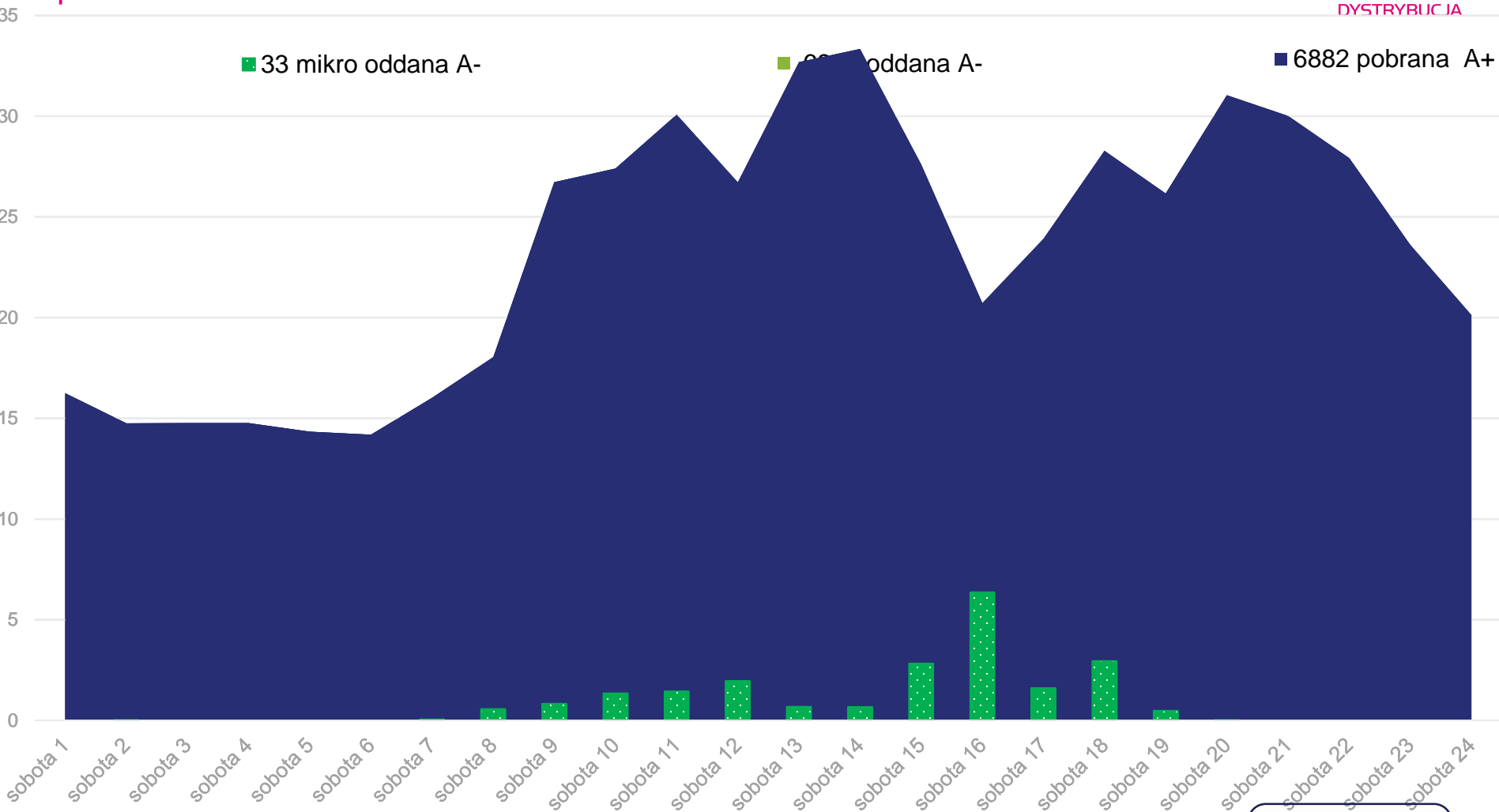
pobór i oddanie do sieci w kWh 01.04.2019 poniedziałek



Dzień
roboczy

Stacja SN/nN nr 6882

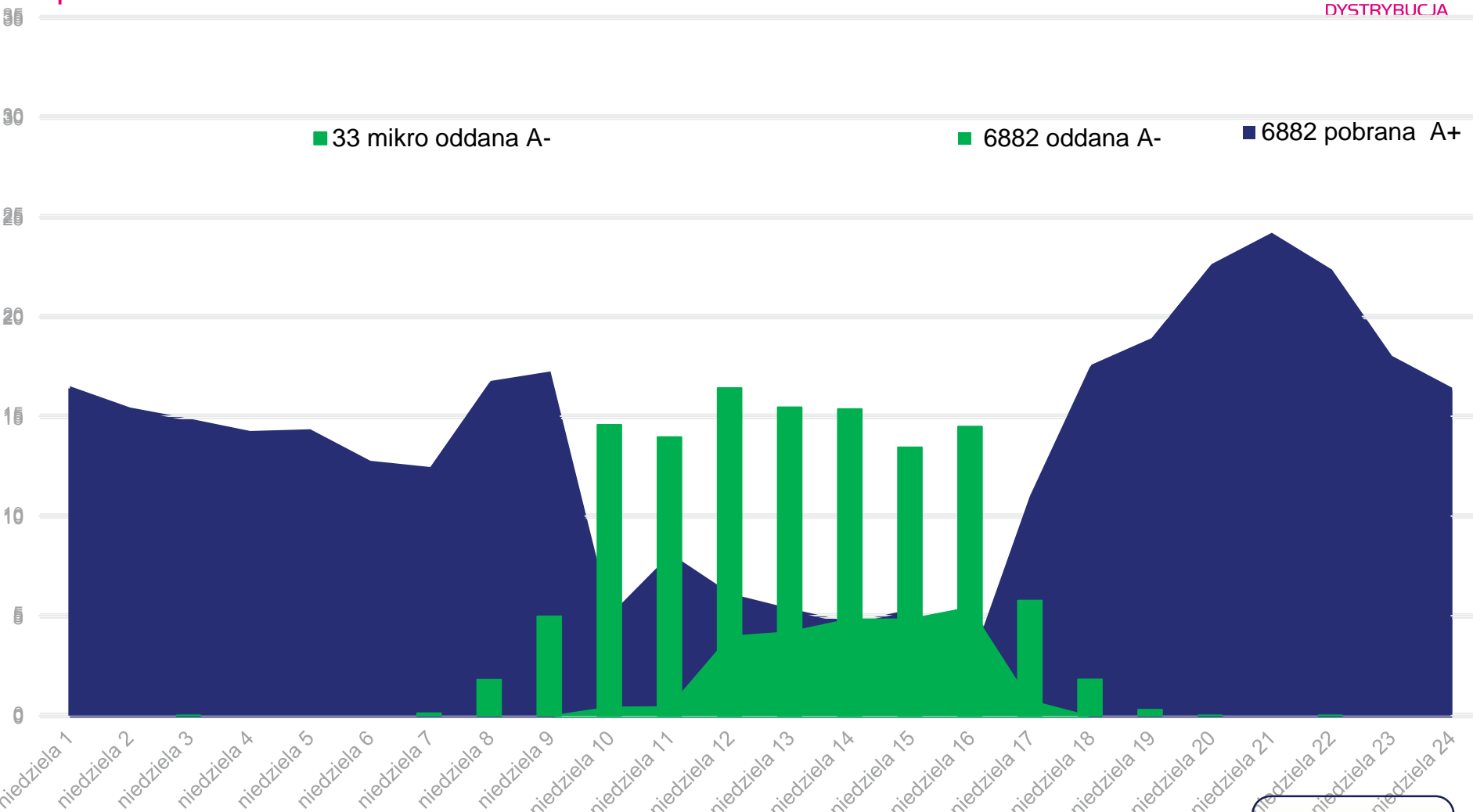
pobór i oddanie do sieci w kWh 06.04.2019 sobota



Sobota

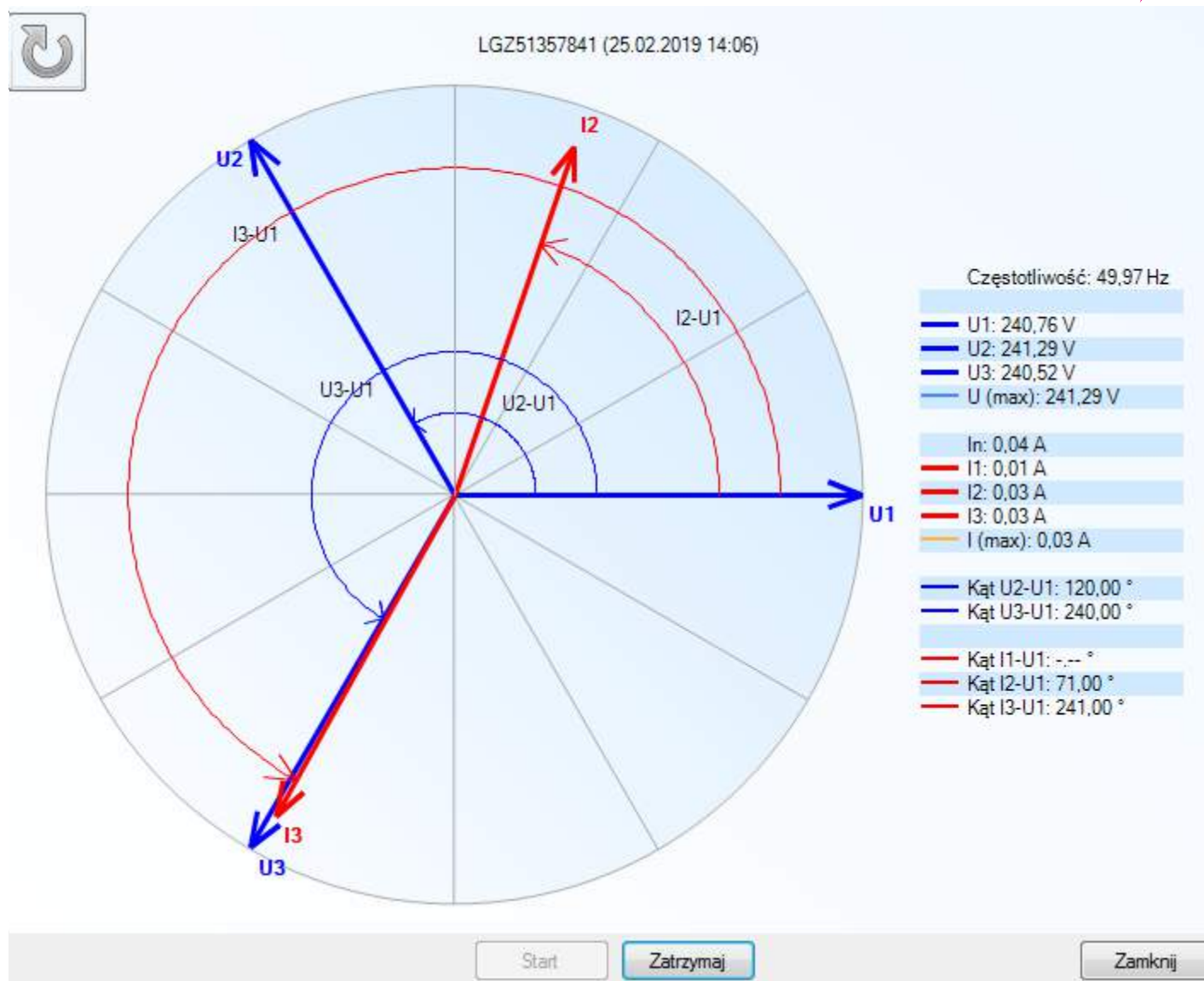
Stacja SN/nN nr 6882

pobór i oddanie do sieci w kWh 07.04.2019 niedziela



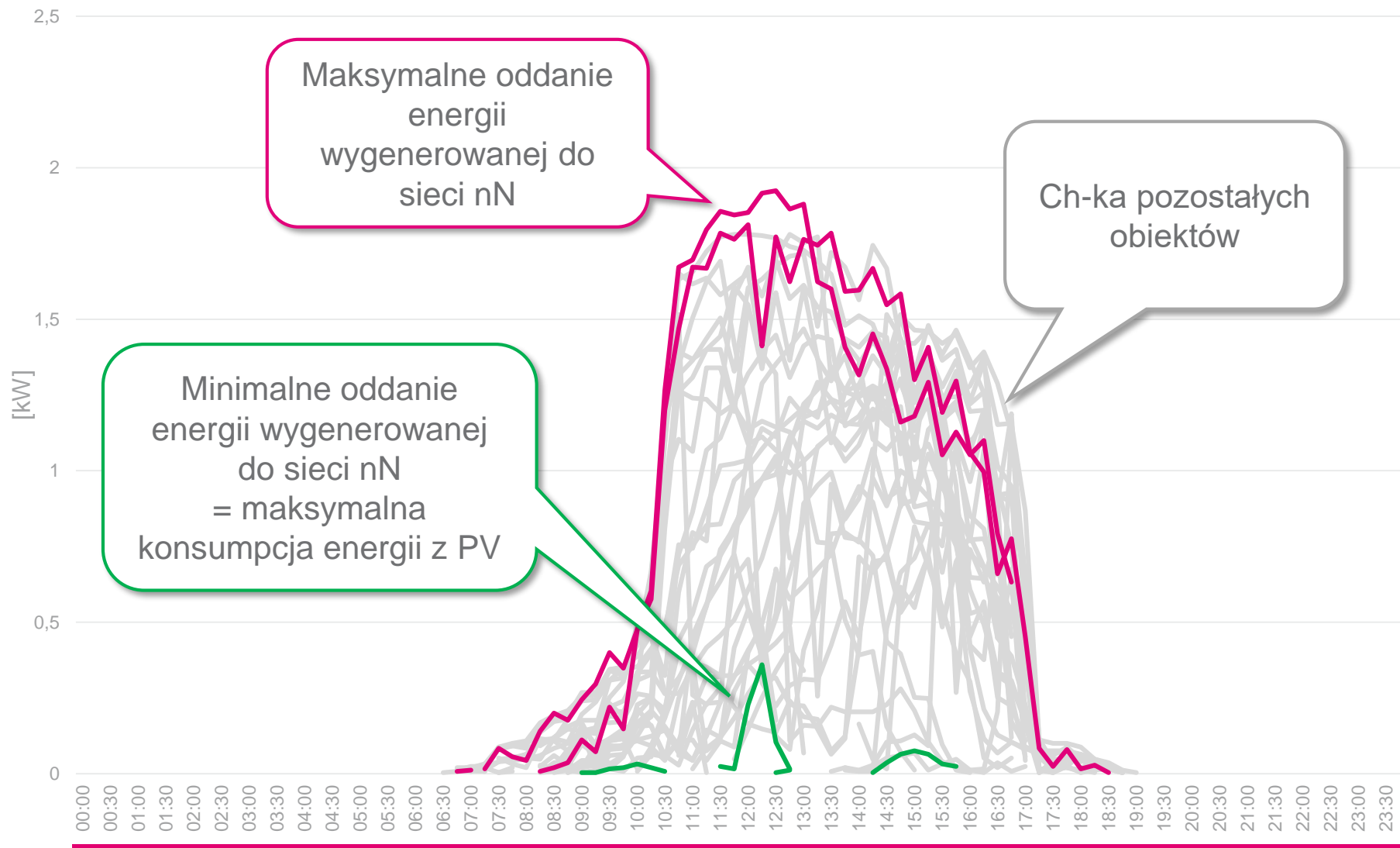
Niedziela

Wartości chwilowe U, I na stacji



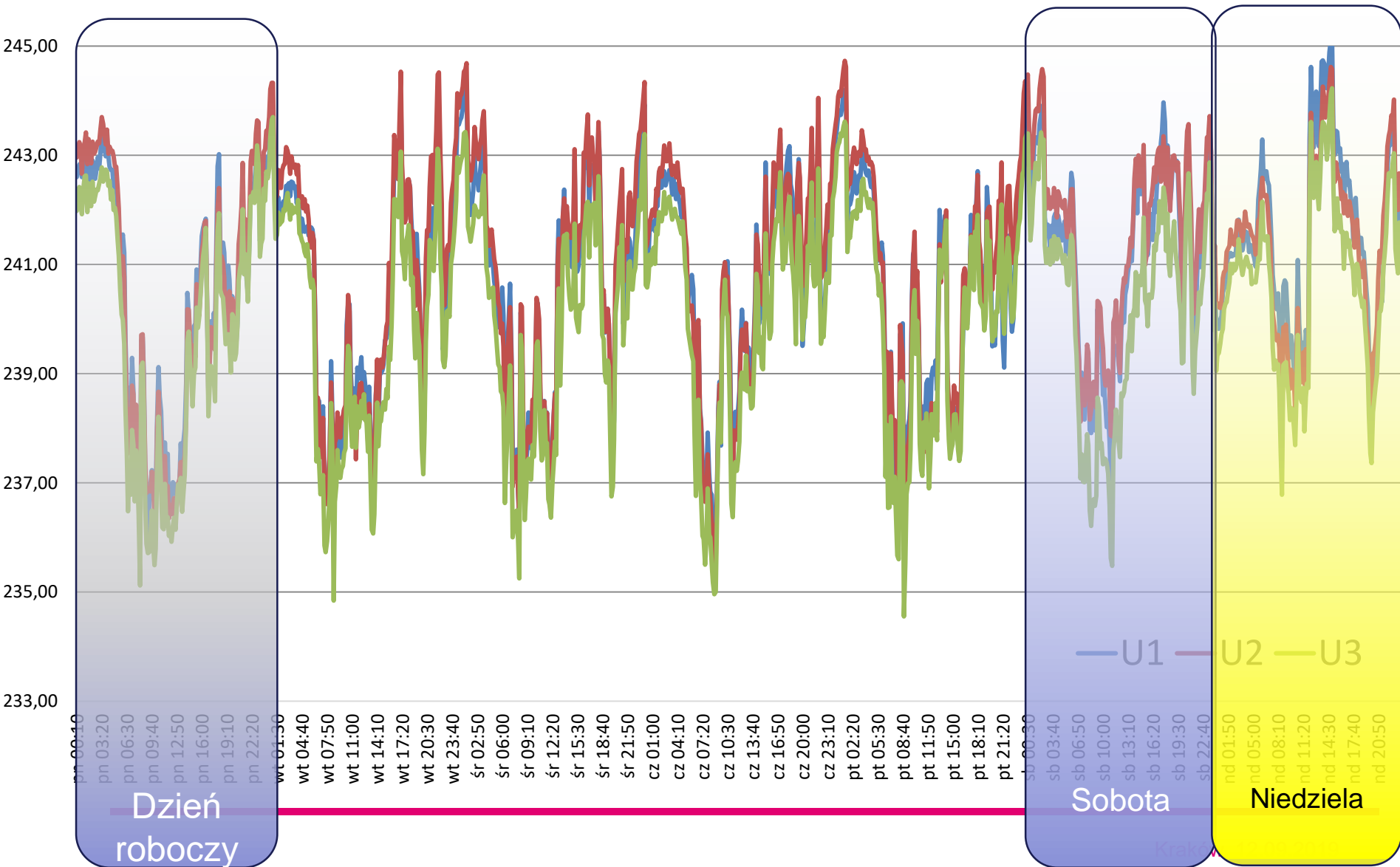
Stacja SN/nN nr 6882

Poziom niezbilansowania generacji i poboru



Stacja SN/nN nr 6882

Napięcie w stacji 01.04-07.04.2019 poniedziałek-niedziela



Gmina Ochotnica

energetycznej. Niestety w okresach, w których mieszkańcy nie wykorzystują instalacji do ogrzewania wody (okres zimowy, kiedy to w większości ciepła woda użytkowa wytwarzana jest z systemów c.o.) następuje zwiększone oddawanie wyprodukowanej energii do sieci, co nowoduje chwilowe wyłączanie się falowników (z uwagi na zbyt wysokie napięcie w sieci), a niekiedy awarie przekładników czy inwertera.

Czynnikiem, wpływającym również na awarie czy zwiększenie zużycia energii przez mieszkańców był fakt zbyt późnego bądź niewłaściwego montażu dwukierunkowych liczników energii.

Reprezentant X

który wymienił falownik, i stwierdził że w tym jak i poprzednim falowniku jest wyświetlana usterka "zbyt wysokie napięcia w sieci". I wtedy gdy jest największy pobór słońca profil ciągle się wyłącza i włącza. Gdzie nie uzyskujemy prawidłowego efektu.

Okazało się że na terenie Tylmanowej to najczęstszy błąd przez który mało komu działa prawidłowo fotowoltaika. Usterka

Reklamacje Klientów OCHOTNICA TYLMANOWA



Reprezentant Y

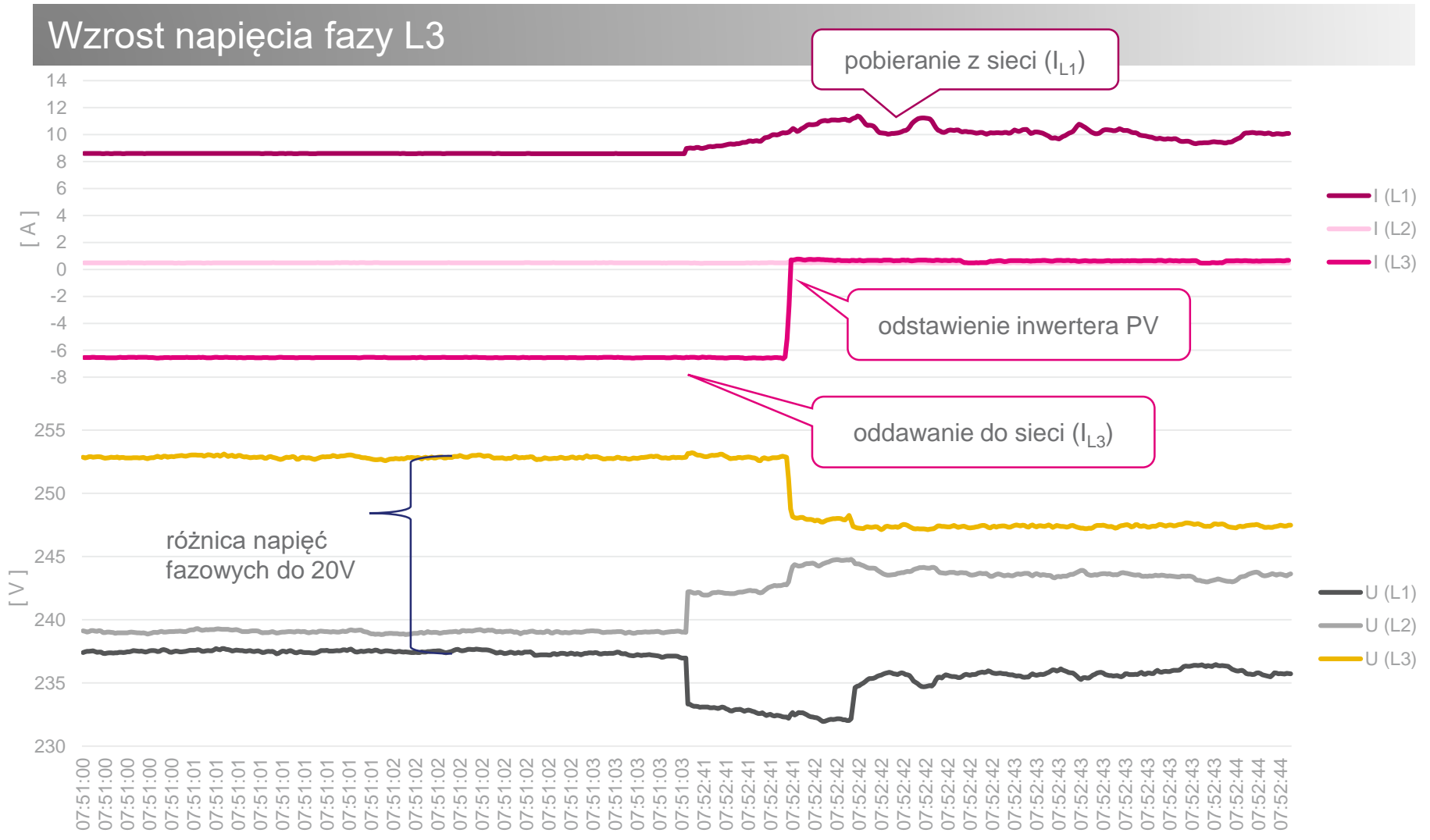
Wodotłocze przekształtnik zostający wymienione, lecz mój
mnie to, że podczas hydraulicznej pracy urozkojenie się
wyłączyło i wysłakuje komunikat „zbyt wysokie
napięcie sieciowe”.

Reprezentant Z

W każdy słoneczny dzień napięcie sieciowe przekracza zakres dopuszczony Polską Normą. Wiąże się to z wyłączeniem instalacji fotowoltaicznej którą posiadam i naraża mnie na straty. Do pisma załączam dane pomiarowe z dnia 23.III.2019 które prezentują opisany problem. Podkreślam że nie jest to incydent jednorazowy tylko coraz częściej się powtarza.

SX00056011&2019-03-23 10:31:05.0	239.50	237.50	248.00	6.20	6.20	6.20
SX00056011&2019-03-23 10:36:05.0	239.60	239.20	249.10	6.10	6.20	6.20
SX00056011&2019-03-23 10:41:05.0	240.60	240.20	251.00	6.10	6.20	6.20
SX00056011&2019-03-23 10:46:05.0	242.50	242.20	254.30	6.10	6.10	6.20
SX00056011&2019-03-23 10:51:05.0	237.00	241.20	251.70	6.30	6.30	6.20
SX00056011&2019-03-23 10:56:05.0	233.80	231.30	248.20	6.50	6.50	6.50
SX00056011&2019-03-23 11:01:05.0	242.50	238.10	254.10	6.20	6.20	6.20
SX00056011&2019-03-23 11:06:05.0	238.70	235.10	251.30	6.40	6.40	6.40
SX00056011&2019-03-23 11:11:05.0	237.00	233.30	251.80	6.50	6.50	6.50
SX00056011&2019-03-23 11:16:05.0	235.20	233.40	251.20	6.50	6.40	6.50
SX00056011&2019-03-23 11:21:05.0	237.20	236.50	254.70	6.30	6.30	6.20
SX00056011&2019-03-23 11:26:05.0	235.80	238.10	250.50	6.40	6.40	6.30
SX00056011&2019-03-23 11:31:05.0	235.50	236.10	251.80	6.30	6.40	6.40

Zjawisko wyłączenia inwertera w praktyce

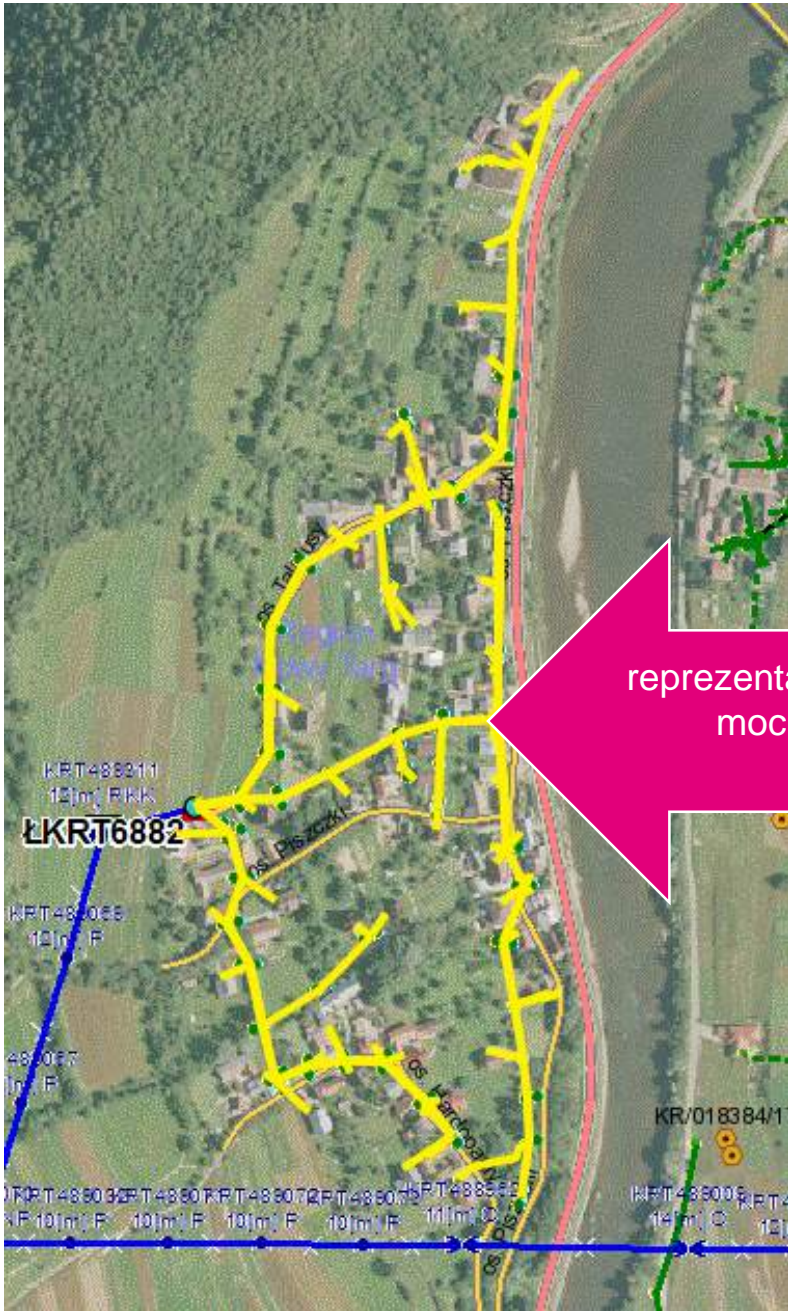


Reprezentant „X”



Zasilanie:
stacja 6882
trafo 160 kVA
69 klientów
33 sztuk mikroinstalacji
(48%)

Obwód 1 - 8 mikro KRT6882/1 (przykładowy prosument X)
Obwód 2 -14 mikro KRT6882/2
Obwód 3 -11 mikro KRT6882/3

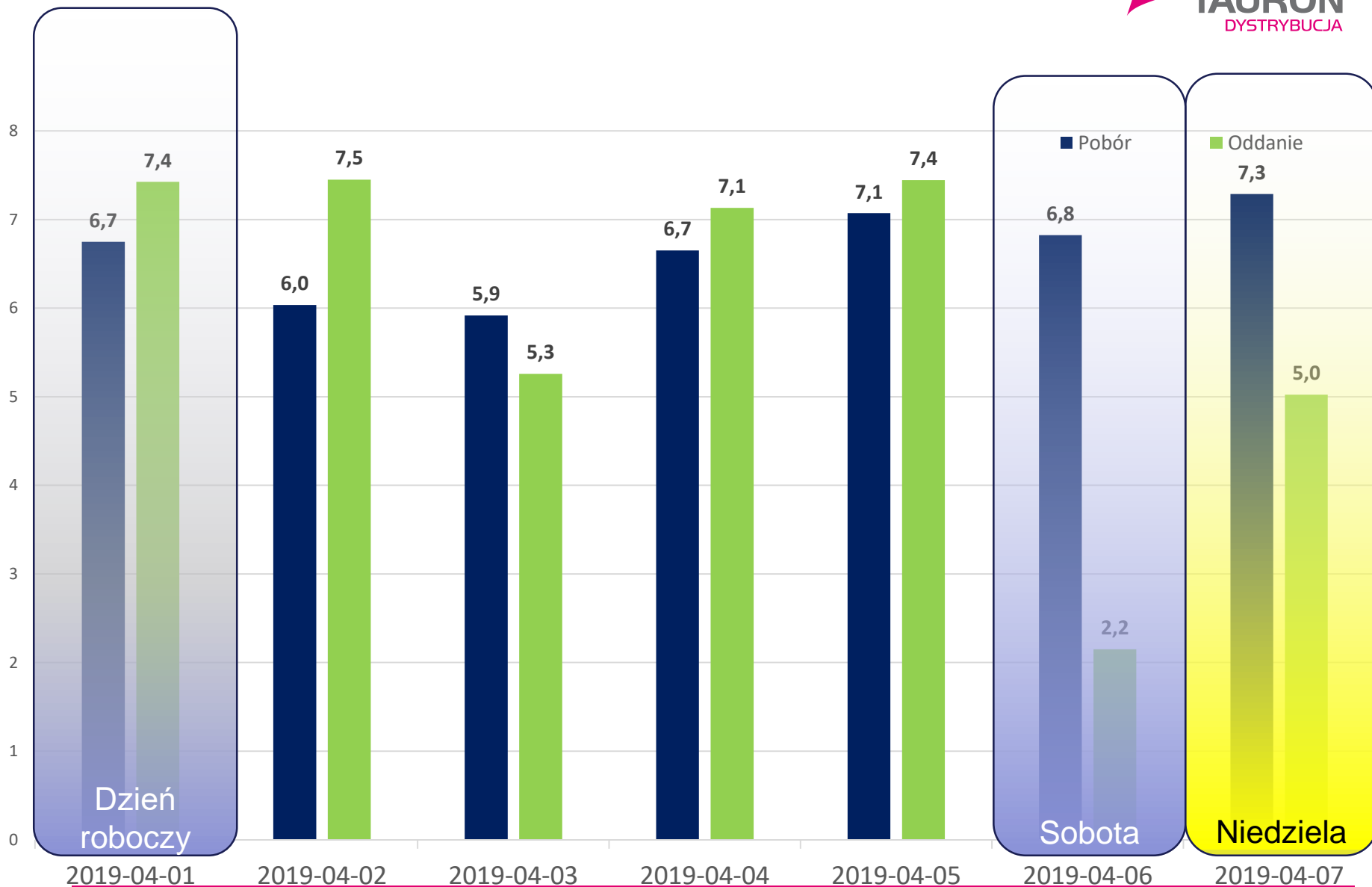


reprezentatywny prosument X
moc mikroinstalacji
2 kW

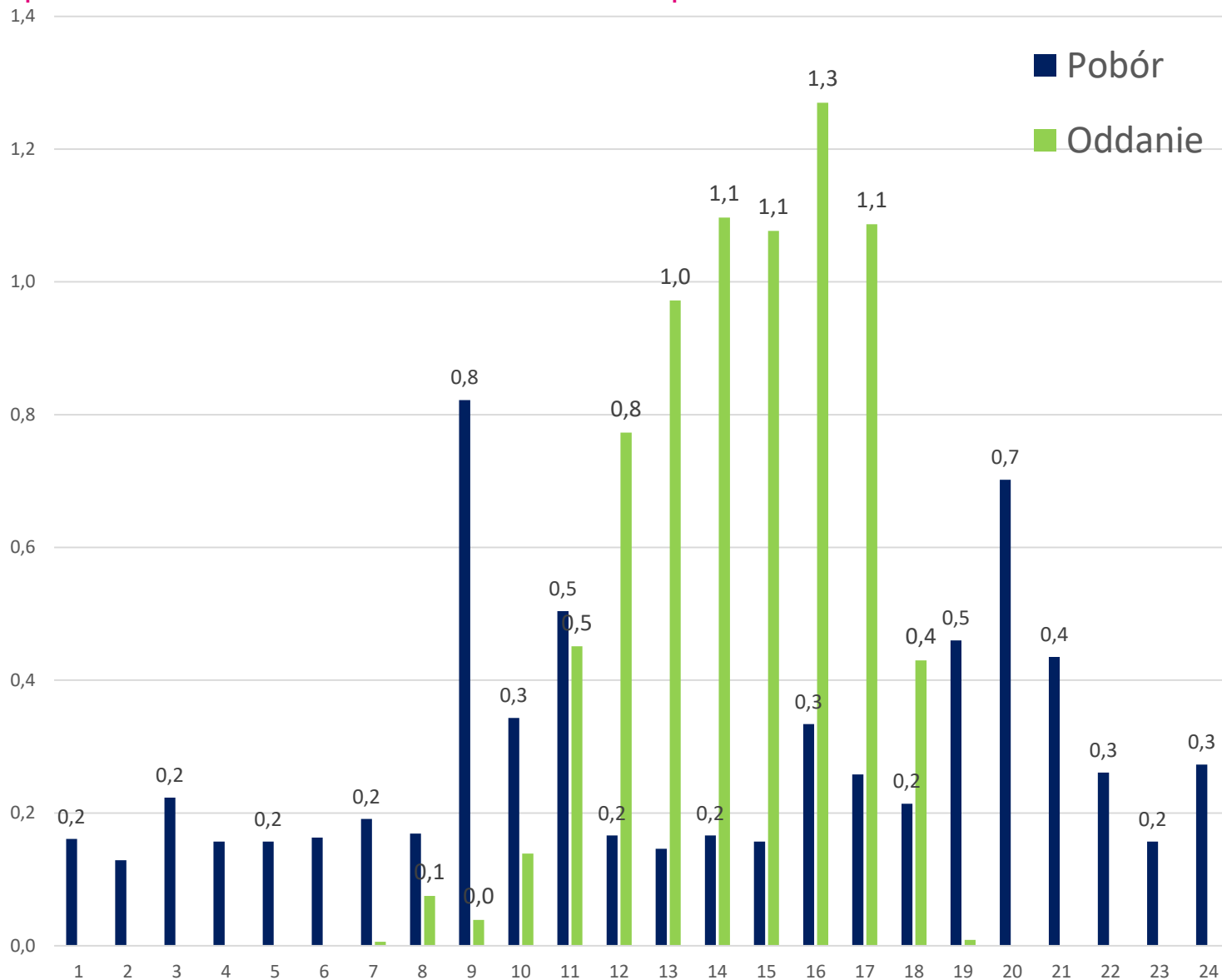
- Obwód nr 1 (AL 4x50 436m)
- Obwód nr 2 (AL 4x50 761m)
- Obwód nr 3 (AL 4x50 728m)

Reprezentant „X”,

pobór i oddanie do sieci w kWh 01.04-07.04.2019 poniedziałek-niedziela

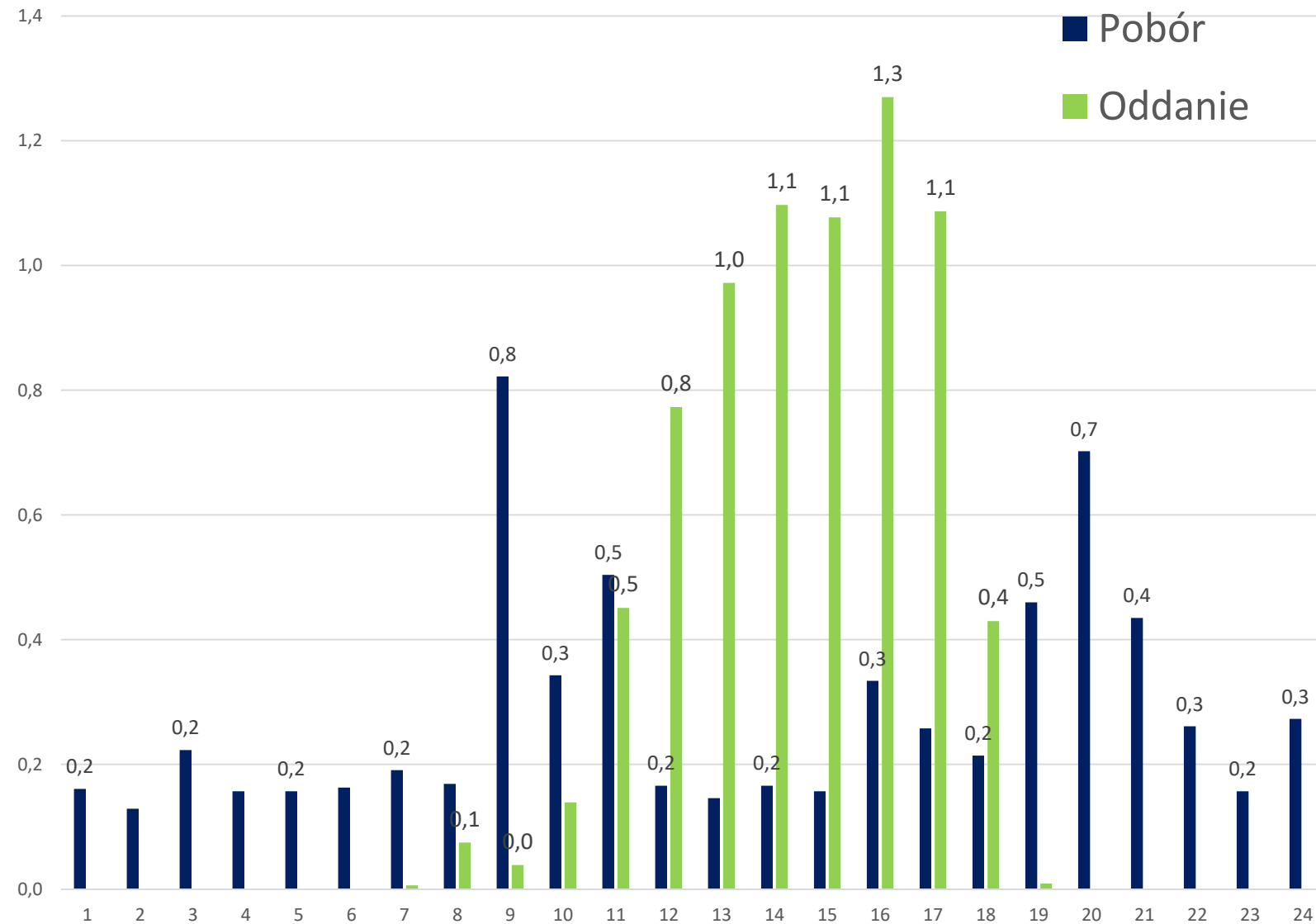


Reprezentant „X”, pobór i oddanie do sieci w kWh 01.04.2019 poniedziałek



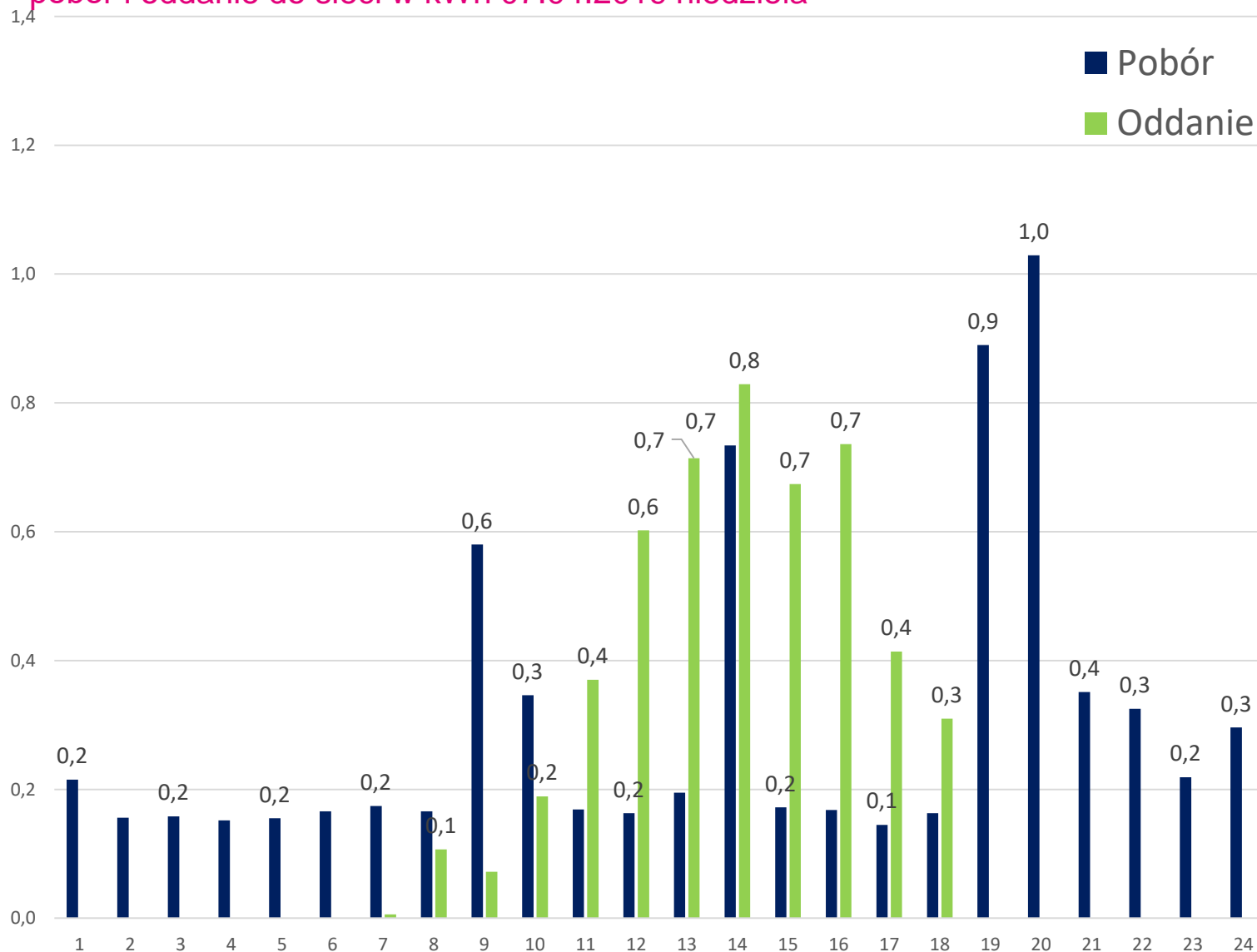
Dzień
roboczy

Reprezentant „X”, pobór i oddanie do sieci w kWh 06.04.2019 sobota



Sobota

Reprezentant „X”, pobór i oddanie do sieci w kWh 07.04.2019 niedziela

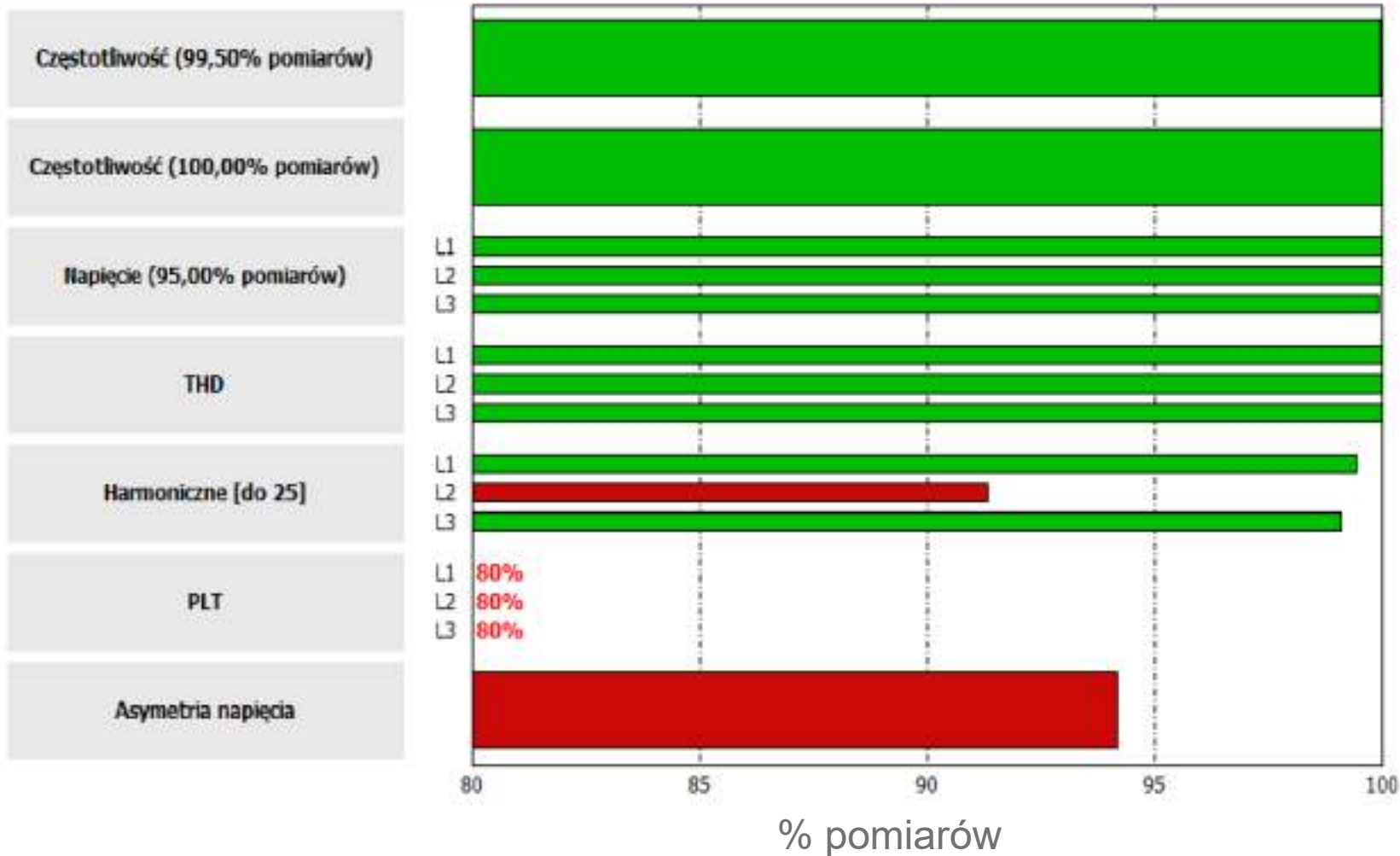


Niedziela

Reprezentant „X”

wyniki pomiarów parametrów jakościowych wg rozporządzenia

STATYSTYKI POMIAROWE



Reprezentant „X”

wyniki pomiarów parametrów jakościowych wg rozporządzenia



INFORMACJE DODATKOWE - ZDARZENIA

Wzrosty

Parametr	Jednostka	Wartość			
		L1	L2	L3	L123-N
Liczba:	[-]	0	396	0	396
Wartość maksymalna:	[V]	---	260,44	---	260,44
Maksymalny czas trwania:	[s]	---	89,45	---	89,45

Zapady

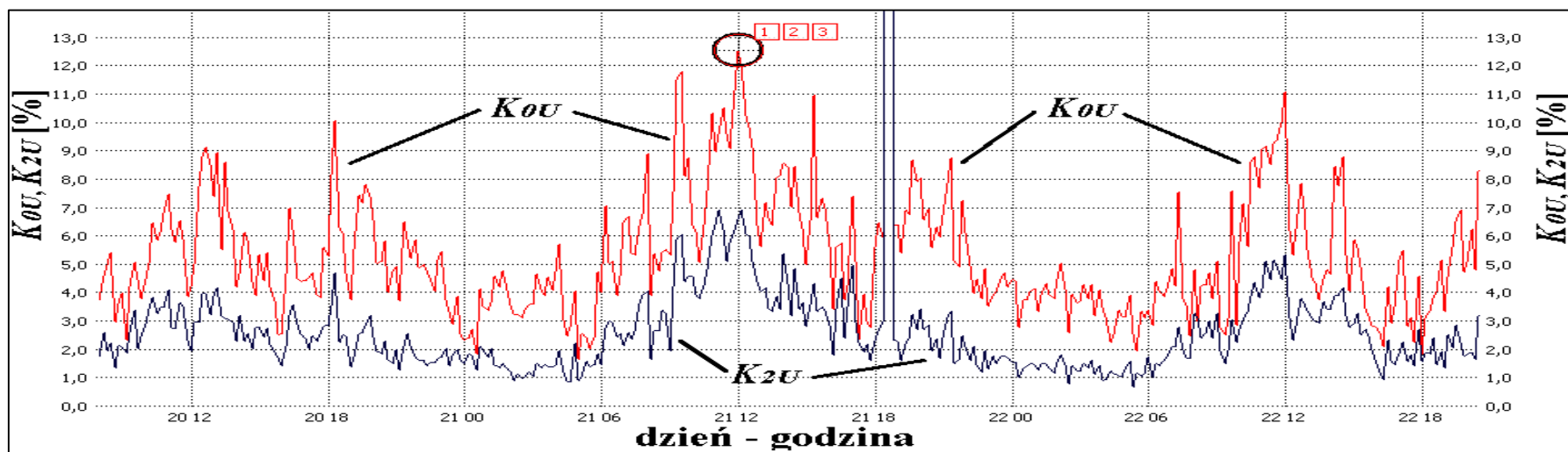
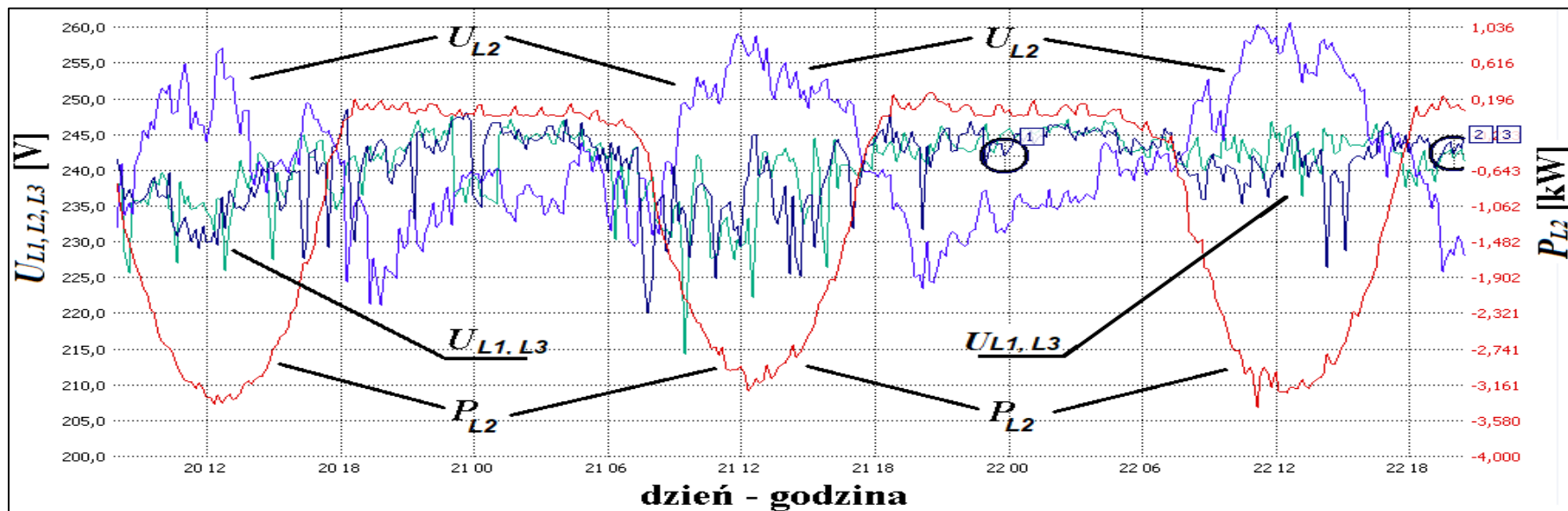
Parametr	Jednostka	Wartość			
		L1	L2	L3	L123-N
Liczba:	[-]	0	0	0	0
Wartość minimalna:	[V]	---	---	---	---
Maksymalny czas trwania:	[s]	---	---	---	---

Przerwy w zasilaniu

Parametr	Jednostka	Wartość			
		L1	L2	L3	L123-N
Liczba:	[-]	0	0	0	0
Maksymalny czas trwania:	[s]	---	---	---	---

Reprezentant X

Napięcie na przyłączy współczynniki asymetrii napięcia K_{0U} i K_{2U}



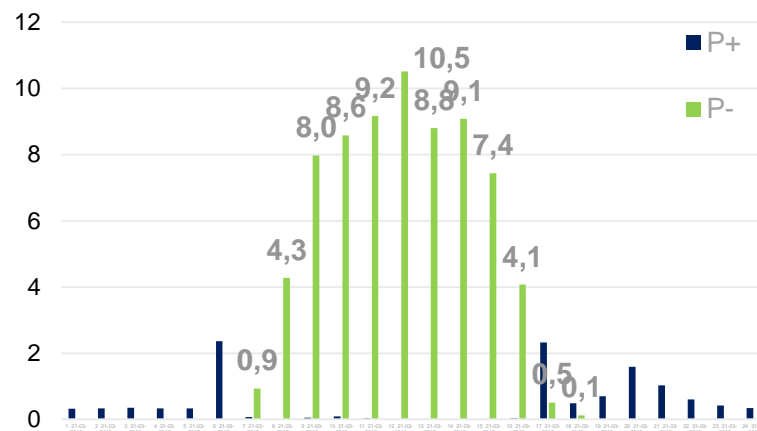
Wnioski:

- Na podstawie przeprowadzonych pomiarów nie stwierdzono przekroczeń parametrów JEE określonych w rozporządzeniu systemowym, za wyjątkiem PTL (wskaźnik migotania) na pojedynczych fazach i przekroczenie dopuszczalnej 9 i 15 harmonicznej,
- Jednofazowe inwertery powodują asymetrie prądów i napięć w poszczególnych fazach co skutkuje przepływem dużych wartości prądu w przewodzie neutralnym (większych niż fazowe),
- Koncentracja przyłączenia do jednej fazy mikroinstalacji 1 fazowych powoduje znaczący wzrost napięcia i chwilowe wzrosty powodujące wyłączanie inwerterów.

Zderzenie teorii z praktyką

Zmiana mocy zainstalowanej mikroinstalacji bez zgłoszenia aktualizującego:

- moc przyłączeniowa odbiorcza 14 kW
- zgłoszenie przyłączenia mikroinstalacji 8 kW
- zarejestrowany pomiar 10,5 kW



Zgodnie z art. 5.2 ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (OZE) wytwórca informuje OSD, do sieci którego została przyłączona mikroinstalacja o zmianie mocy zainstalowanej elektrycznej źródła energii użytego w mikroinstalacji w terminie 14 dni od dnia tej zmiany.

Zgodnie z art. 168 ustawy OZE brak powiadomienia OSD przez wytwórcę o zmianie mocy zainstalowanej skutkuje karą pieniężną.

Jak powinna wyglądać ścieżka postępowania w przypadku stwierdzenia zmiany mocy mikroinstalacji i braku powiadomienia o tym OSD w aspekcie wymierzenia wytwórcy kary, którą zgodnie z art. 169 ustawy OZE wymierza Prezes URE?

Wpływ źródeł PV na dobór transformatorów

Numer stacji	Nazwa stacji	Moc transformatorów	Ilość odbiorców	Ilość PV	Łączna moc instalacji PV	Udział % generacji
6559	Tylmanowa 3	100	79	19	44,2	44,20%
6561	Tylmanowa 5	100	70	17	34	34,00%
6562	Tylmanowa 6	63	56	14	28	44,44%
6563	Tylmanowa 7	63	56	13	26	41,27%
6711	Ochotnica Dolna 3	100	91	23	46	46,00%
6714	Ochotnica Dolna 6	100	108	34	73,84	73,84%
6715	Ochotnica Dolna 7	100	54	17	34	34,00%
6717	Ochotnica Dolna 9	100	62	18	36	36,00%
6718	Ochotnica Dolna 10	100	61	23	46	46,00%
6721	Ochotnica Dolna 13	63	79	24	48	76,19%
6723	Ochotnica Dolna 15	63	56	11	22	34,92%
6724	Ochotnica Dolna 16	100	47	17	34	34,00%
6747	Ochotnica Górna 2	160	122	30	60	37,50%
6778	Tylmanowa 8	100	66	25	50	50,00%
6881	Tylmanowa 10	100	62	29	58	58,00%
6882	Tylmanowa 11	160	69	33	68	42,50%
6887	Tylmanowa 16	100	67	32	64	64,00%
6890	Tylmanowa 19	63	64	16	37	58,73%

Wpływ źródeł PV na dobór transformatorów



Gdy dla danej stacji udział mocy źródeł PV jest \geq mocy dopuszczalnej pojedynczej fazy transformatora, w sytuacji przyłączenia większości PV do jednej fazy istnieje możliwość przeciążenia tej fazy i uszkodzenia transformatora (współczynnik jednoczesności generacji =1)

St.tr. 6882:

- liczba odbiorców: 69,
- **liczba prosumentów: 33 (66 kW generacji)**
- udział prosumentów: 48 %,
- moc transformatora: 160 kVA,,
- **max. dop. obc. 1-fazy trafo: 53 kVA,,**

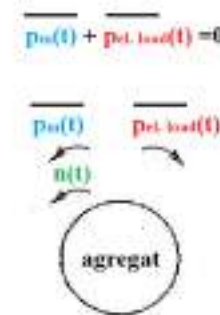
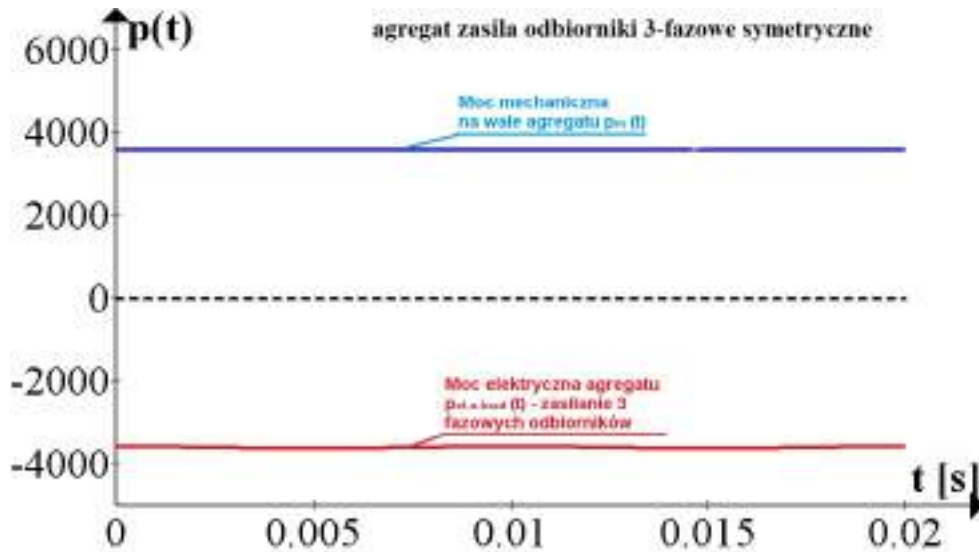
Analogicznie dla innych elementów sieci (przewody, aparatura, zabezpieczenia)



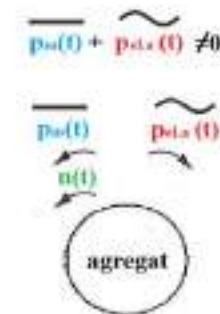
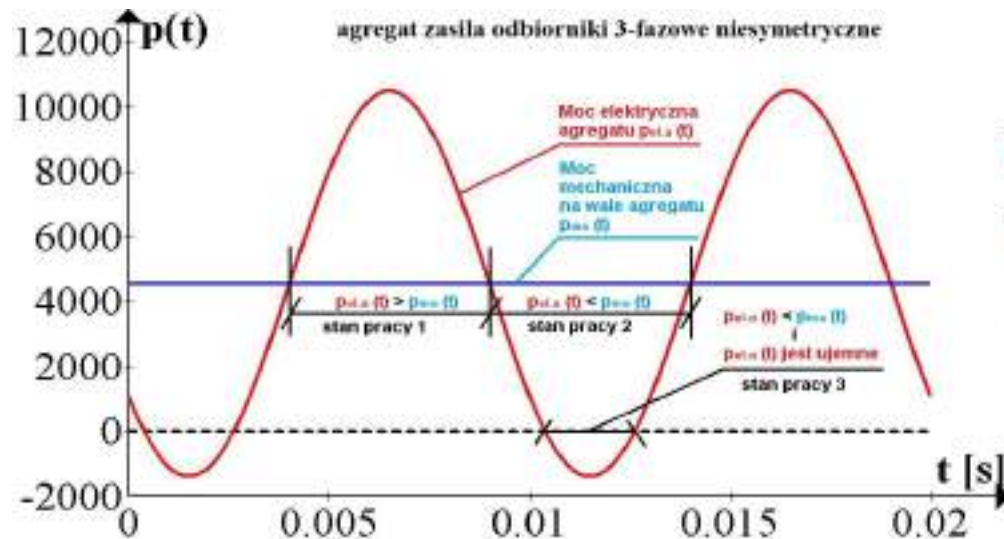
Współpraca agregatu z mikroinstalacjami

Praca agregatu z mikroinstalacjami - wprowadzenie

Czy agregat może bezpiecznie pracować z 1-fazowymi mikroinstalacjami?



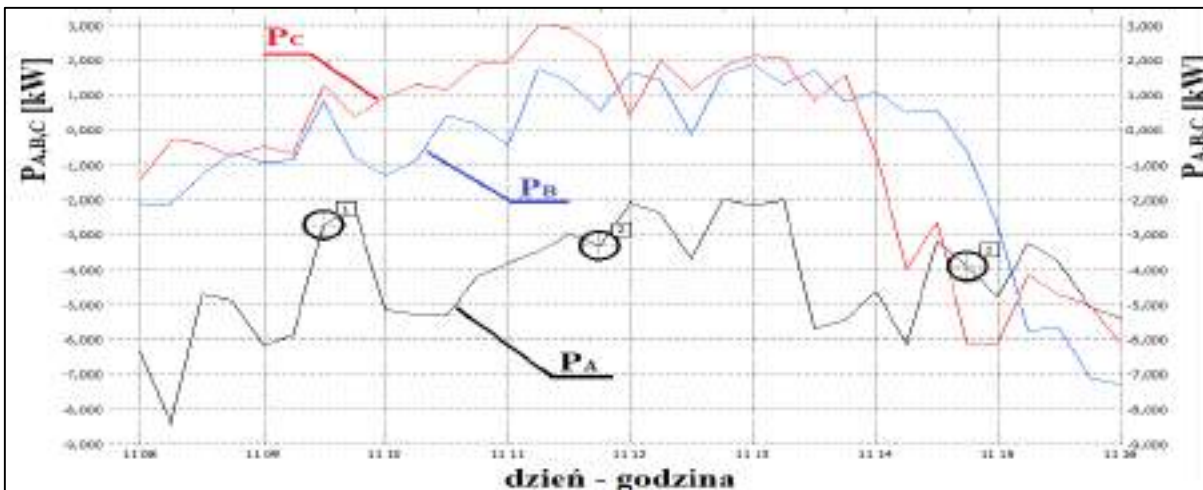
Praca agregatu w warunkach normalnych



Praca agregatu w warunkach dużej asymetrii powoduje drgania i wibracje w układzie wynikające z niezrównoważeniem mocy elektrycznej i mechanicznej

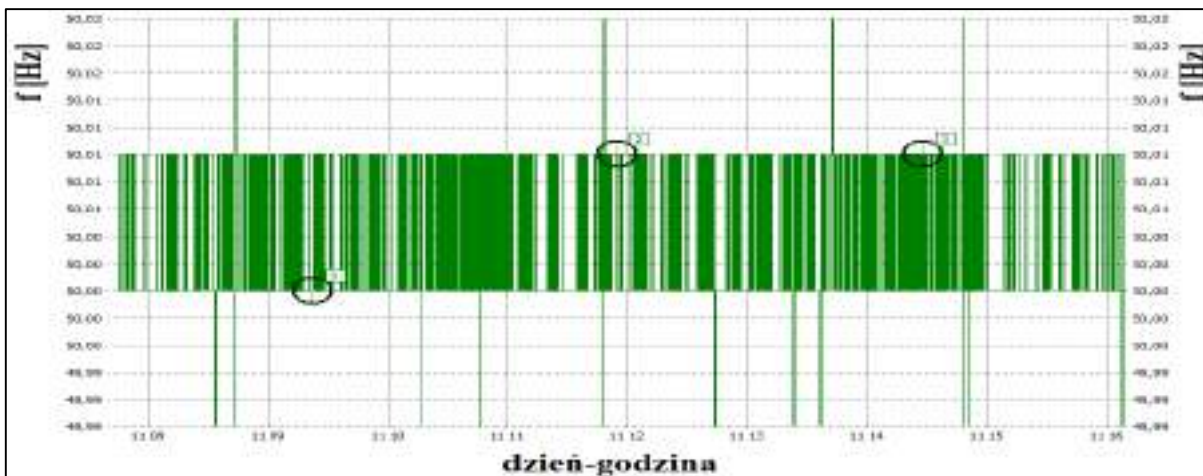
Praca agregatu z mikroinstalacjami - pomiary

Na czas prowadzenia prac eksploatacyjnych na stacji transformatorowej nr 6721, zasilono odbiorców z agregatu prądowórczego o mocy 630 kVA. Stacja ta zasila 79 odbiorców i 24 prosumentów. Udział prosumentów wynosi 30%.



Moc agregatu >> moc mikroinstalacji

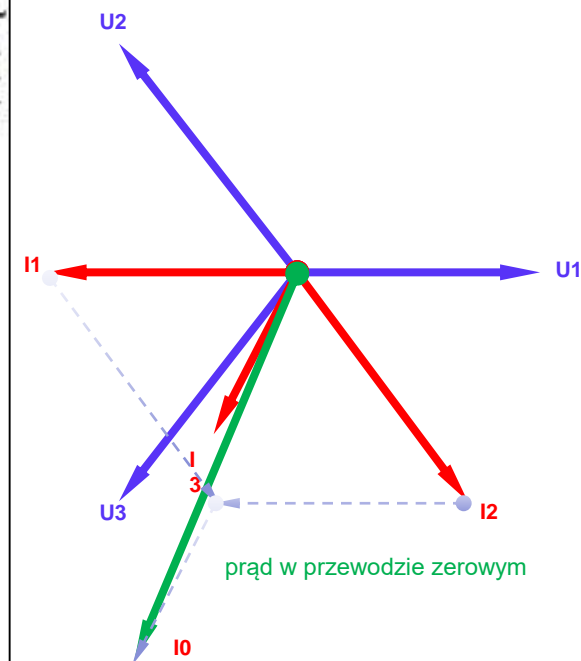
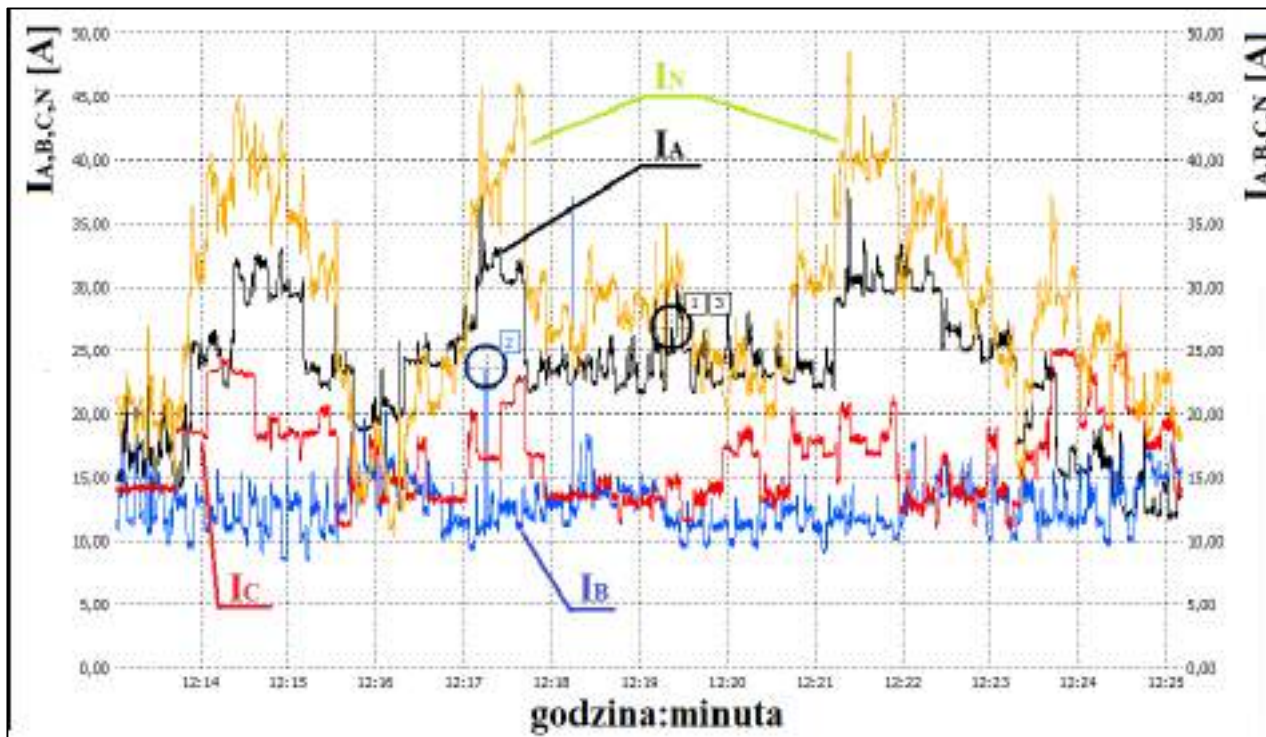
Pomimo dużej asymetrii i przepływu energii w kierunku agregatu, urządzenie pracowało poprawnie.



Zmienna moc elektryczna była zbyt mała, żeby zagrozić pracy agregatu

Praca agregatu z mikroinstalacjami - pomiary

Warto zwrócić uwagę na prąd płynący przewodem neutralnym podczas asymetrii powodowanej 1-fazowymi mikroinstalacjami



Prąd w przewodzie neutralnym jest większy niż w przewodach fazowych!



Redukcja negatywnego wpływu źródeł PV na pracę sieci nN

Działania inwestycyjne



Wymiana istniejących transformatorów SN/nN i przewodów linii elektroenergetycznych nN na infrastrukturę o większej zdolności przesyłowej



Budowa dodatkowych obwodów sieci dystrybucyjnej SN i nN oraz skracanie ciągów liniowych poprzez dogęszczanie stacji elektroenergetycznych SN/nN



Wprowadzanie rozwiązań pozwalających na utrzymanie wymaganych parametrów energii elektrycznej (transformator z OLTC, symetryzujący, dodawczy, stabilizator napięcia, układy energoelektroniczne takie jak DVR, APF, STATCOM)



Opomiarowanie Klientów i stacji elektroenergetycznych SN/nN oraz rozbudowa sieci analizatorów jakości energii elektrycznej

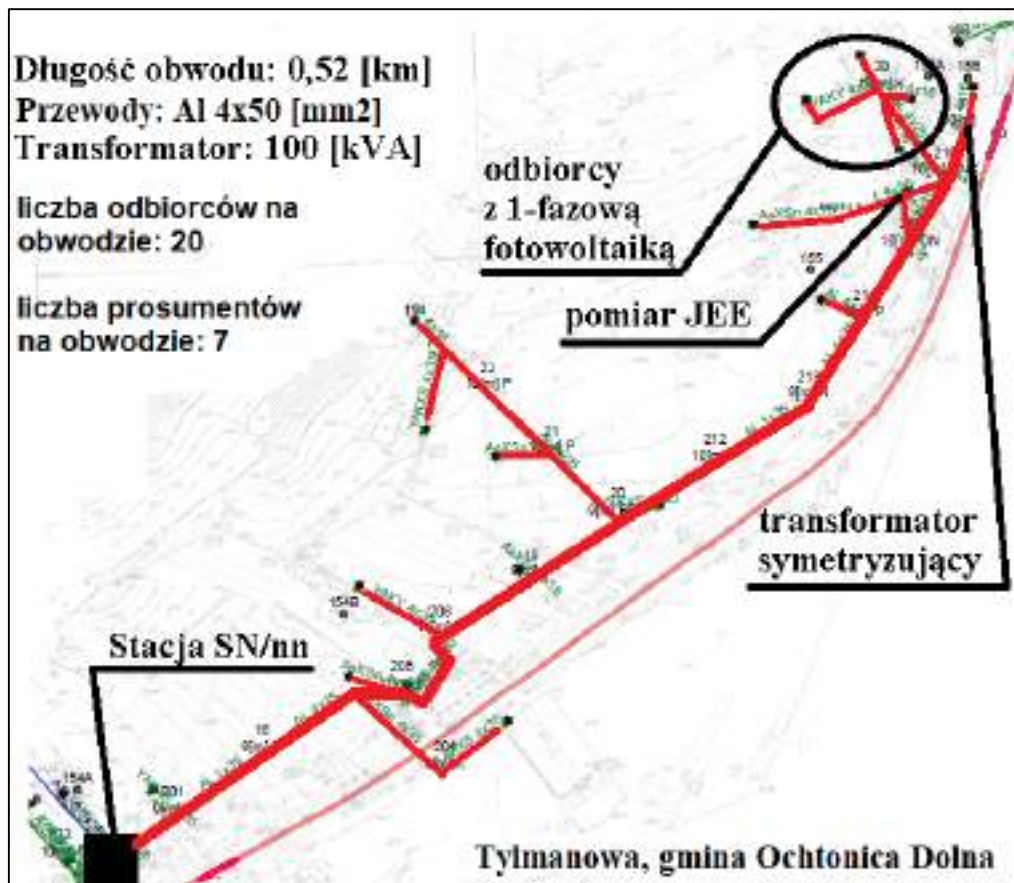


Bieżące monitorowanie pracy sieci dystrybucyjnej SN i nN pod kątem poprawności parametrów jakościowych energii elektrycznej

Działania przyszłościowe – lokalne usługi systemowe

- **Zainstalowanie na obwodzie bateryjnego magazynu energii, który magazynowałby nadwyżki energii podczas generacji i oddawał je do sieci w godzinach bez oddawania energii do sieci przez OZE,**
- **Sterowanie źródłami tak, by pobierały moc bierną, przy równoczesnej generacji mocy czynnej,**
- **Zmniejszanie wartości mocy generowanej w źródłach i przesyłanej w kierunku stacji transformatorowej,**
- **Zastosowanie „inteligentnych” łączników z możliwością zdalnego sterowania mikroinstalacjami (załączanie/wyłączeni, ograniczanie poziomu generacji) przez OSD.**

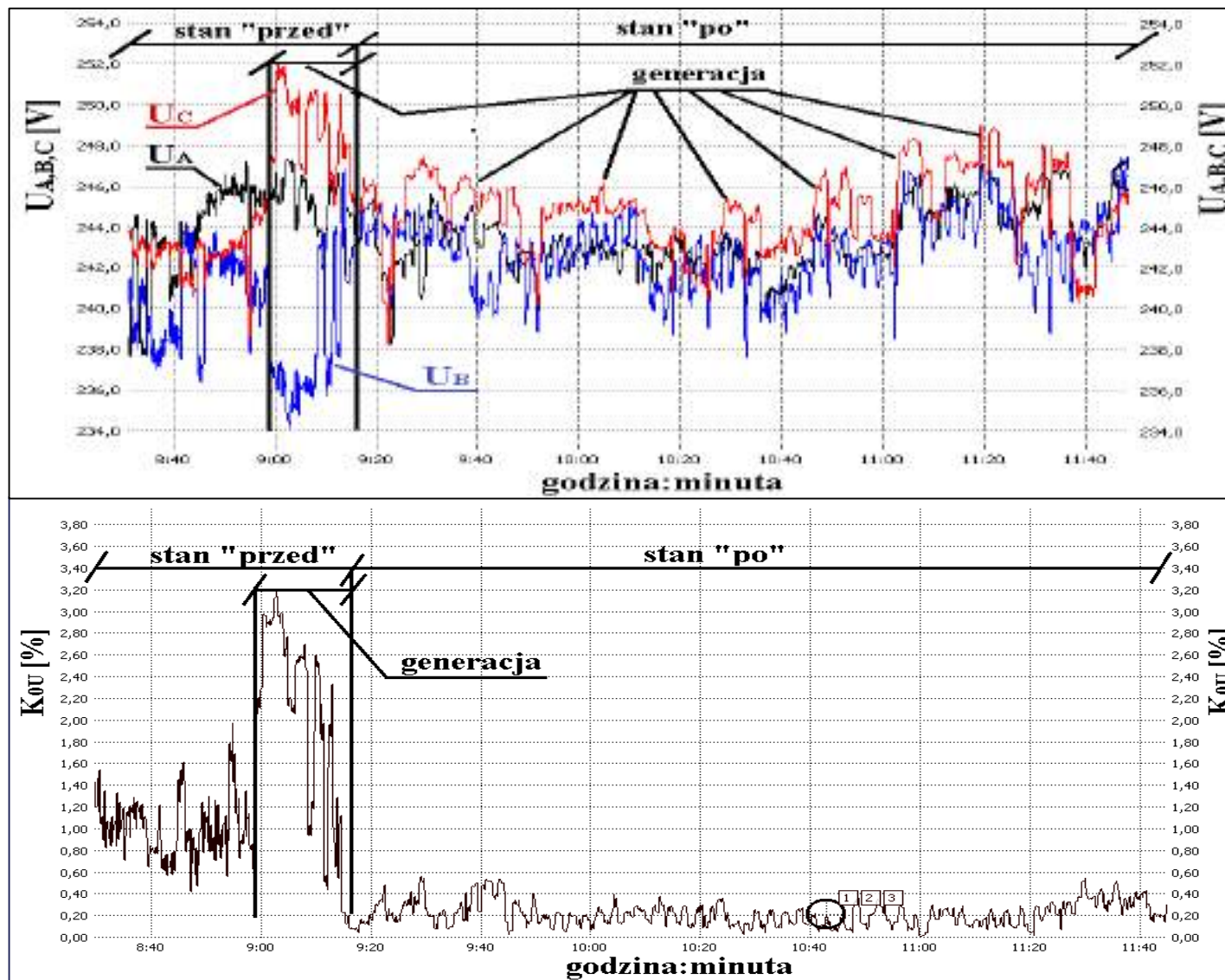
Transformator symetryzujący



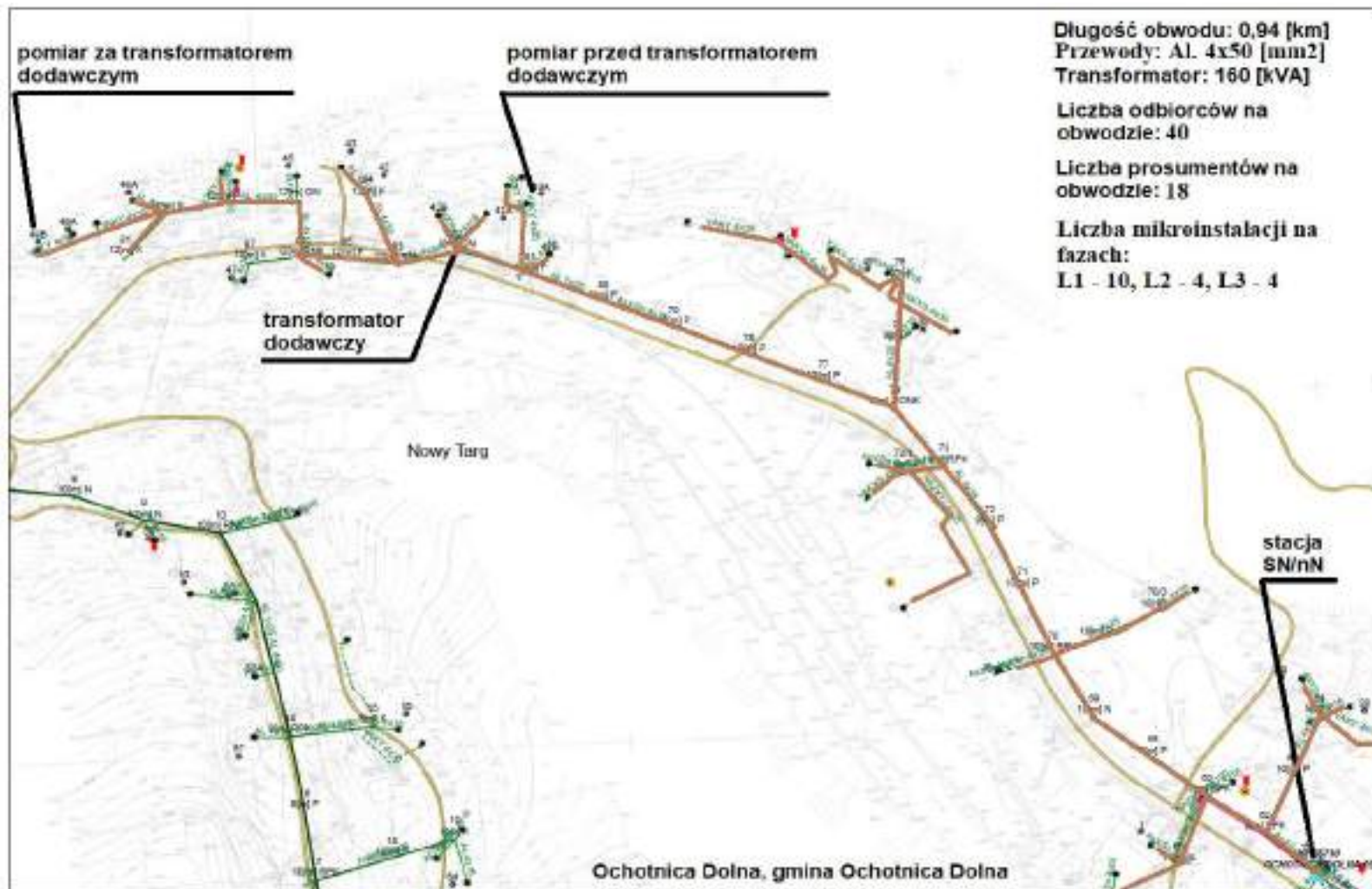
St.tr. 6888 „Tylmanowa 17”, obw. II – czas pomiaru 12.10 – 13.11.2018r.

Transformator symetryzujący

wpływ na napięcie i współczynnik asymetrii K_{0u}



Transformator dodawczy z niezależną regulacją napięcia w fazach



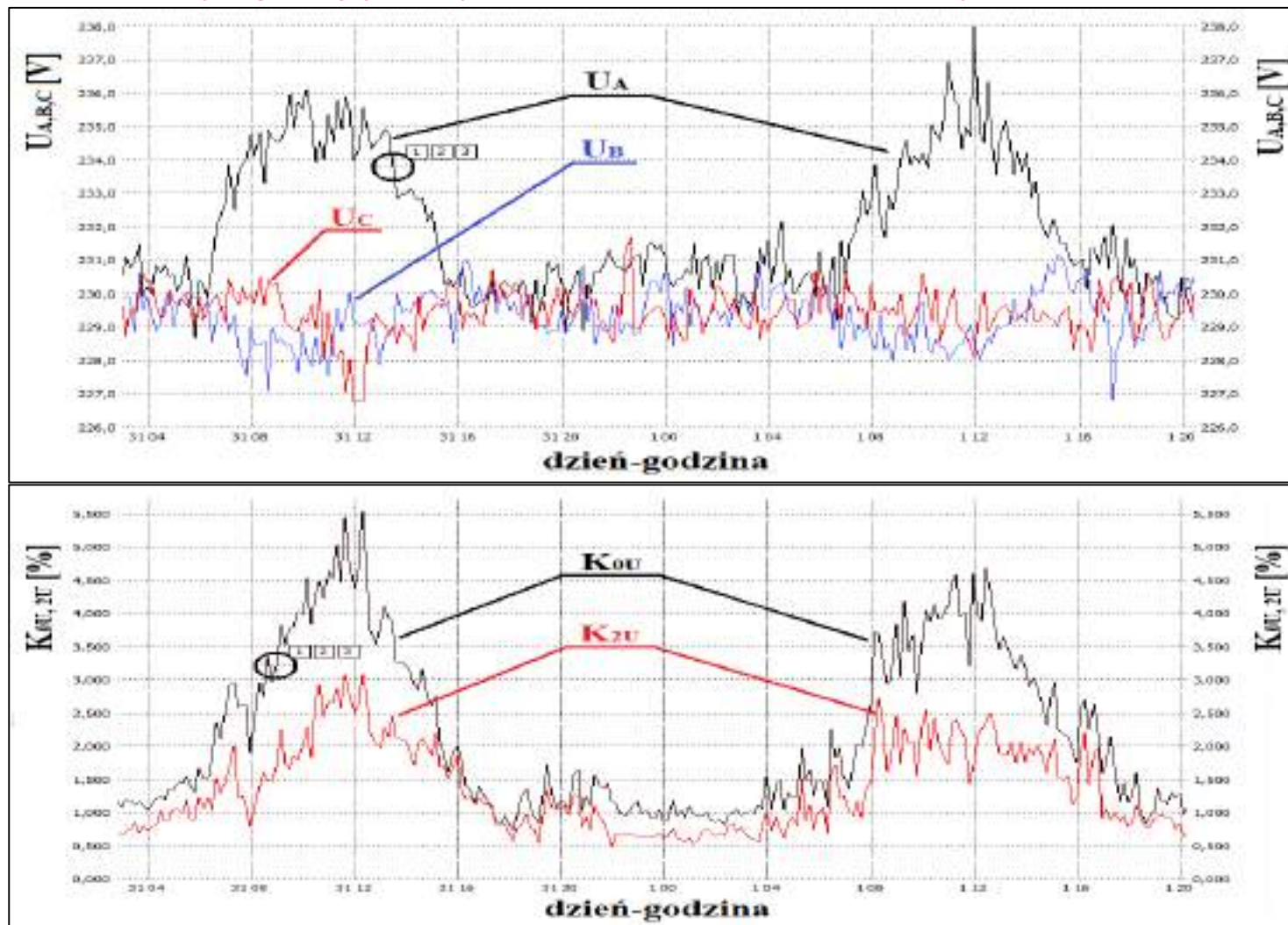
Stacja tr. 6710 „Ochoznica Dolna 02”, obw. III – czas pomiaru 15.03. – 02.04.2019r.

Transformator dodawczy z niezależną regulacją napięcia w fazach



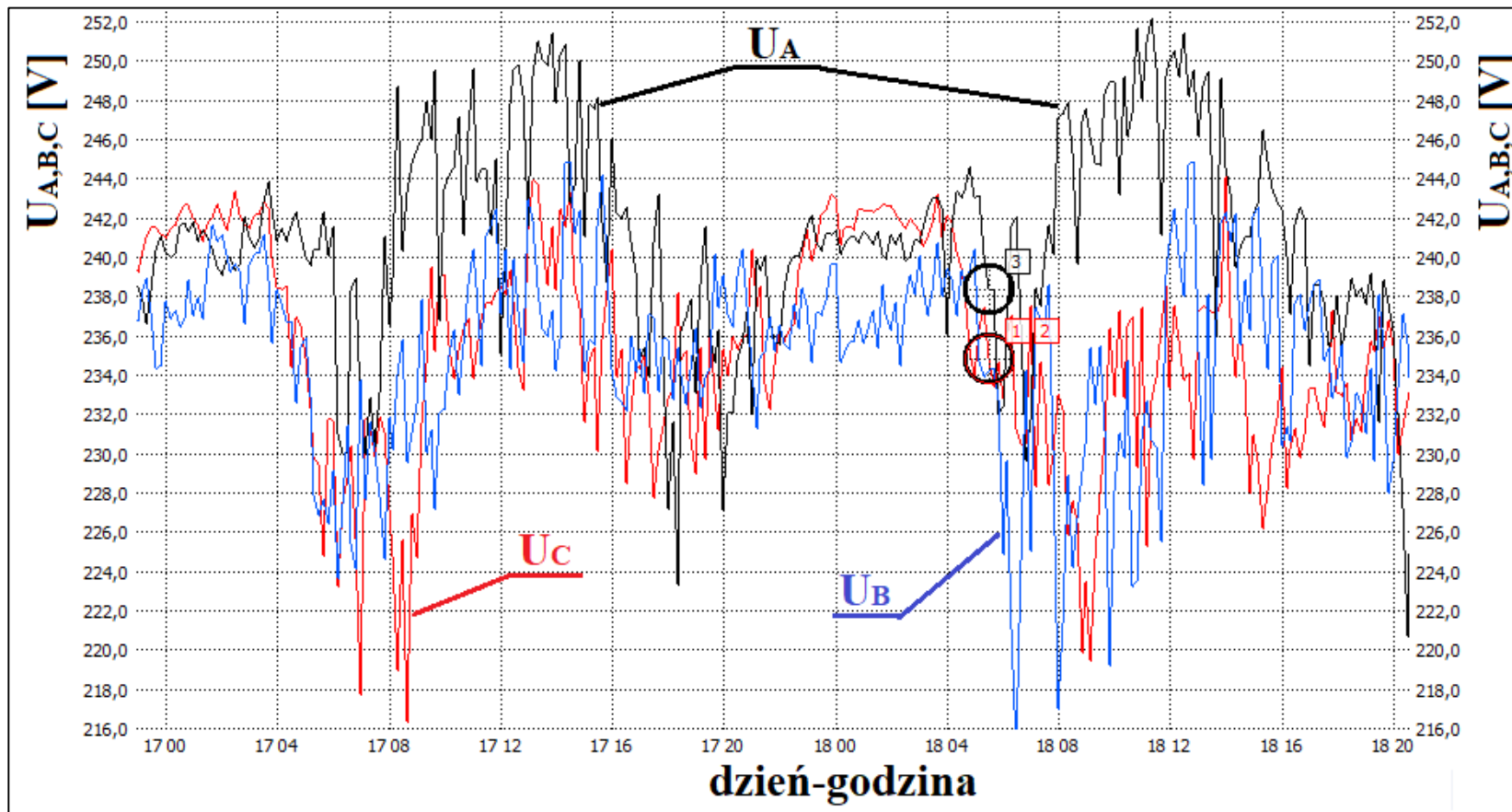
Transformator dodawczy

z niezależną regulacją napięcia w fazach – pomiar za urządzeniem



Transformator dodawczy ogranicza wzrosty napięcia w fazie, w której trwa generacja, jednakże nie kompensuje asymetrii.

Transformator dodawczy z niezależną regulacją napięcia w fazach – pomiar przed urządzeniem



Transformator dodawczy nie ogranicza wzrostów napięcia przed sobą.



Wnioski

Wpływ mikroinstalacji na pracę sieci (1)

- Im większy jest udział prosumentów na obwodzie sieci niskiego napięcia, tym większe jest niebilansowanie energii generowanej z energią pobieraną, co wpływa na parametry JEE takie jak: wartość skuteczna napięcia (wzrosty napięć), asymetria (w przypadku 1-fazowych mikroinstalacji) oraz wahania napięcia.
- Przyłączanie mikroinstalacji 1-fazowych powoduje wzrost napięcia na fazie do której są przyłączone.
- Przyłączanie mikroinstalacji 1-fazowych powoduje pogłębienie zjawiska asymetrii – prąd w przewodzie zerowym może być większy niż prąd w przewodzie fazowym.
- Przy dużym nasyceniu mikroinstalacji mogą pojawić się problemy z zasilaniem odbiorców z agregatów podczas wykonywania prac eksploatacyjnych przez OSD.
- Mniejszy wpływ na wzrosty napięcia w sieci mają instalacje 3-fazowe.

Wpływ mikroinstalacji na pracę sieci (2)

- Zgodnie z prawem OSD jest zobowiązany dotrzymywać parametry JEE w przypadku gdy odbiorca **pobiera** moc czynną nie większą od mocy umownej, a jego współczynnik $\text{tg}\varphi < 0,4$. A co w przypadku generacji mocy? Zaktualizowane zapisy IRiESD dopuszczają w przypadku generacji zarówno pobór mocy biernej indukcyjnej, jak i pojemnościowej przy współczynniku $\text{tg}\varphi \leq \pm 0,48$.
- Zdarzają się przypadki, że prosument nie informuje OSD o rozbudowie swojej mikroinstalacji (dobudowie paneli), przez co poziom generacji i wpływ na parametry JEE jest większy niż by to wynikało ze zgłoszonej mocy.
- W przypadku gdy wytwarzanie energii elektrycznej w mikroinstalacji o mocy większej niż 10 kW stanowi zagrożenie bezpieczeństwa pracy sieci, to OSD może ograniczyć pracę takiej instalacji lub ją wyłączyć. Jak OSD może realizować te zapisy, skoro nie ma dostępu do mikroinstalacji, która jest własnością prosumenta?

Wnioski - podsumowanie

- Konieczne są adekwatne regulacje formalnoprawne
- Intensywny rozwój mikroinstalacji oznacza konieczność podjęcia szeregu działań zaradczych przez OSD i poniesienie dodatkowych nakładów inwestycyjnych
- W procesie przyłączania skupionych obszarowo mikroinstalacji na tzw. „zgłoszenie” OSD musi mieć możliwość sprawdzenia obciążalności elementów sieci z uwzględnieniem współczynnika jednoczesności dla generacji oraz czas na realizację modernizacji
- Niezbędne jest bezwzględne egzekwowanie wymagań technicznych dla źródeł przyłączanych do sieci OSD w procedurze na zgłoszenie oraz możliwość wskazywania przez OSD preferowanego trybu pracy mikroinstalacji



Dziękujemy za uwagę