

[RAPORT – zapowiedź]

INTERFEJS PME (PROSUMENCKA MIKROINFRASTRUKTURA ENERGETYCZNA) – TYPOSZEREK

Jan Popczyk, Krzysztof Dębowski, Marcin Fice, Jarosław Michalak, Robert Wójcicki

Wprowadzenie

Jednym z istotnych warunków rozwoju energetyki prosumenckiej w kolejnych latach jest opracowanie takich (zindywidualizowanych) modeli prosumenckiej infrastruktury energetycznej, które zapewnią jej procesową (w długim horyzoncie) autonomizację. To oznacza pilną potrzebę ukształtowania holistycznych modeli gospodarki energetycznej, odrębnych dla poszczególnych segmentów energetyki prosumenckiej. Charakterystycznymi (i zarazem podstawowymi) przykładami są trzy segmenty. Są to: segment budynkowy w części dotyczącej domów jednorodzinnych, segment sieciowy w części dotyczącej prosumentów instytucjonalnych (takich jak gminy, spółdzielnie mieszkaniowe i innych) oraz segment prosumentów przemysłowych.

Pierwszy z segmentów ma znaczenie priorytetowe ze względu na liczbę domów jednorodzinnych (około 6 mln), ale także znaczenie społeczne. Jednocześnie jest to segment o stosunkowo dużej jednorodności i najlepiej odpowiadający toflerowskiemu kryteriom prosumeryzmu. Duża jednorodność i małe moce oraz bardzo duże nasycenie odbiorników domowych w przekształtniki energoelektroniczne umożliwiają w krótkim czasie, czyli w ciągu kilku lat, stworzenie dojrzałych produktów integrujących prosumencką mikroinfrastrukturę energetyczną (PME), zwłaszcza produktów ukierunkowanych na właścicieli domów jednorodzinnych.

Ogólna koncepcja mikroinfrastruktury PME, jedna z wielu możliwych, jest przedstawiona w raporcie [[Popczyk, Zygmantowski, Michalak, Kielan, Fice](#)]. Z tą koncepcją jest związany Interfejs PME¹, integrujący „wewnętrznie” mikroinfrastrukturę PME (obejmującą odbiorniki elektryczne; źródła wytórcze OZE, i nie tylko takie; zasobniki energii elektrycznej, i nie tylko energii elektrycznej), zapewniający jej (PME) współpracę z KSE według całkowicie nowych zasad, możliwych do realizacji dzięki nowym technologiom, w szczególności energoelektronicznym i teleinformatycznym. [RAPORT], którego dotyczy niniejsza Zapowiedź, ogranicza się do zaprezentowania stosunkowo wąskiego zagadnienia, jakim jest typoszerek części „silnoprądowej” Interfejsu PME. Z drugiej strony jest to zagadnienie bardzo ważne w aspekcie praktycznym. Mianowicie dlatego, że ukształtowanie dobrego typoszeregu jest na obecnym etapie zadaniem z zakresu eksperckiego doboru urządzeń mikroinfrastruktury PME, bo nie ma jeszcze praktycznie żadnych formalnych modeli optymalizacyjnych nadających się do wykorzystania. To oznacza, że rozwiązanie zadania musi być poprzedzone wszechstronnymi eksperckimi analizami, stopniowo zawężającymi obszar poszukiwań racjonalnych (suboptymalnych) konfiguracji mikroinfrastruktury PME.

¹ Interfejs PME jest przedmiotem Projektu badawczego „Rewitalizacja prosumenckich mikroinstalacji energoelektrycznych (REWIPROMIEN)”, realizowanego w ramach Programu GEKON – Generator Koncepcji Ekologicznych, który jest wspólną inicjatywą Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). Wykonawcą Projektu jest Konsorcjum, w skład którego wchodzi: Euro Centrum – lider, Politechnika Śląska, Uniwersytet Zielonogórski i Akademia Górniczo Hutnicza.

W tabeli 1 przedstawiono typoszereg interfejsu PME, który w gruncie rzeczy jest typoszeregiem mikroinfrastruktury PME. Zaprezentowano pięć wersji interfejsów w zależności od ich mocy, które podzielono na podtypy w zależności od trybu pracy interfejsu oraz wyposażenia mikroinfrastruktury w źródła wytwórcze i zasobniki. W raporcie tym objaśnia się zagadnienia związane z przedstawionym w tabeli 1 typoszeregiem.

Tabela. Typoszereg interfejsu PME

Oznaczenie wersji interfejsu PME	Tryb pracy	PV	μEW	μKB	μKG	PC	EV	A	S	AP	
		Moc elektryczna [kW]				Pojemność magazynowa [kWh]		Pojemność magazynowa [Wh]	Moc elektryczna [kW]		
PME1f/3kW (3 MWh/a)	1	<i>semi off grid</i>	3	1			2	x	x	x	<i>opcja</i>
	2	<i>semi off grid</i>	4 (2x2)	x			2	x	x	x	<i>opcja</i>
	3	<i>semi off grid</i>	4 (2x2)	3			2	25	9	8,3 (30 kJ)	<i>opcja</i>
	4	<i>off grid</i>	4 (2x2)	3			2	25	15	8,3 (30 kJ)	2,8
PME1f/5kW (4 MWh/a)	1	<i>semi off grid</i>	5	1			3	x	x	x	<i>opcja</i>
	2	<i>semi off grid</i>	6 (2x3)	x			x	x	x	x	<i>opcja</i>
	3	<i>semi off grid</i>	6 (2x3)	5			3	25	12	13,9 (50 kJ)	<i>opcja</i>
	4	<i>off grid</i>	6 (2x3)	5			3	25	18	13,9 (50 kJ)	4
PME3f/6kW (5 MWh/a)	1	<i>semi off grid</i>	5	2			4	x	x	x	<i>opcja</i>
	2	<i>semi off grid</i>	7 (2x3,5)	x			4	x	x	x	<i>opcja</i>
	3	<i>semi off grid</i>	7 (2x3,5)	7			4	25	12	13,9 (50 kJ)	<i>opcja</i>
	4	<i>off grid</i>	7 (2x3,5)	7			4	25	25	13,9 (50 kJ)	4
PME3f/10kW (8 MWh/a)	1	<i>semi off grid</i>	6	3			4	x	x	x	<i>opcja</i>
	2	<i>semi off grid</i>	12 (2x6)	x			4	x	x	x	<i>opcja</i>
	3	<i>semi off grid</i>	12 (2x6)	10			4	25	18	22,2 (80 kJ)	<i>opcja</i>
	4	<i>off grid</i>	12 (2x6)	10			4	25	30	22,2 (80 kJ)	8
PME3f/15kW (10 MWh/a)	1	<i>on grid</i>	6	5	10	x	x	x	x	x	x
	2	<i>on grid</i>	12 (2x6)	5	x	5	x	x	x	x	x
	3	<i>semi off grid</i>	18 (2x9)	15	x	x	4	25	24	27,8 (100 kJ)	<i>opcja</i>
	4	<i>off grid</i>	18 (2x9)	15	x	x	4	25	36	27,8 (100 kJ)	12

Objaśnienie skrótów: PV – źródło fotowoltaiczne, μEW – mikroelektrownia wiatrowa, μKB – mikrokogeneracja biogazowa (mikro-biogazownia), μKG – mikrokogeneracja gazowa, PC – pompa ciepła, EV – samochód elektryczny, A – akumulator, S – superkondensator, AP – agregat prądowłóczy.

1. Wersje interfejsu PME

Typoszereg interfejsu PME obejmuje 5 jego wersji. Zgodnie z tabelą są to: PMF1f/3kW, PME1f/5kW, PME3f/6kW, PME3f/10kW, PME3f/10kW. Moce poszczególnych wersji zostały dopasowane do typowych zastosowań i obowiązującego prawodawstwa. Ze względu na modułową budowę, interfejs będzie mógł współpracować z różnego rodzaju źródłami energii odnawialnej takimi jak ogniwa fotowoltaiczne, (mikro) elektrownie wiatrowe, (mikro) kogeneracja biogazowa, oraz nieodnawialnej jak np. (mikro) kogeneracja gazowa, czy agregaty prądowórcze. Pierwsze dwie wersje interfejsu PME mają moc 3 i 5 kW i są to układy jednofazowe. W przypadku większego zapotrzebowania na moc i energię interfejsy PME są interfejsami trójfazowymi, a moce przewidziane dla tego typu układów wynoszą 6, 10 i 15 kW, odpowiednio.

2. Tryby pracy interfejsu PME

Niezależnie od oznaczenia (wersji) interfejsu PME zakłada się, że jest on konfigurowany dla różnych trybów pracy, tj. dla trybów: *on-grid*, *semi off-grid* i *off-grid*. Każda wersja interfejsu PME o określonej mocy występuje w czterech różnych podtypach zależnych od trybu pracy i mocy współpracujących z interfejsem źródeł energii oraz znamionowej energii gromadzonej w zasobnikach. Funkcjonalność poszczególnych trybów pracy interfejsu PME została opisana poniżej.

2.1. *On-grid*

Interfejs PME *on-grid* jest przewidziany do współpracy z siecią elektroenergetyczną i posiada automatykę synchronizacji z siecią oraz zabezpieczenia antywyspowe.

2.2. *Semi off-grid*

Interfejs PME pracujący w trybie *semi off-grid* ma możliwość wykorzystania sieci elektroenergetycznej jako zapasowego źródła energii; dąży on jednak do utrzymania zerowego bilansu mocy na przyłączy użytkownika interfejsu. Taką pracą jest możliwa dzięki wykorzystaniu w interfejsie PME mechanizmów sterowania poborem energii elektrycznej przez urządzenia współpracujące z interfejsem (technologia Internet of Things) oraz zastosowanie magazynów energii. W przypadku braku magazynów energii elektrycznej, interfejs PME korzystać będzie tylko z możliwości regulacji poboru energii elektrycznej poprzez sterowanie urządzeniami odbiorczymi i dopasowywaniem poboru do produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł, co spowoduje poprawę współczynnika wykorzystania generowanej przez prosumenta energii elektrycznej na potrzeby własne. Interfejs, we współpracy z siecią elektroenergetyczną będzie również umożliwiał świadczenie usług bilansowania dla wyspy wirtualnej z wykorzystaniem taryf dynamicznych i innych mechanizmów zarządzania popytem.

Przewiduje się zastosowanie następujących magazynów energii: akumulatora, samochodu elektrycznego i superkondensatora, a także zastosowanie mikrokogeneracji biogazowej jako narzędzia umożliwiającego pokrycie niedoborów energii elektrycznej w dłuższym okresie i świadczenie usług bilansowania dla operatora wirtualnej wyspy.

2.3. *Off-grid*

Interfejs umożliwi również pracę w trybie *off-grid*, w którym energia pozyskana z odnawialnych źródeł będzie gromadzona w zasobnikach, a w przypadku jej niedoborów generowana za pomocą sterowanego agregatu prądowórczego lub mikrokogeneracji biogazowej.

3. Charakterystyka poszczególnych wersji interfejsów PME

3.1. Interfejs jednofazowy 3 kW

Moc tego interfejsu PME została dostosowana do pierwszego ograniczenia wsparcia zaproponowanego przez Ustawodawcę w ustawie o OZE. Zgodnie z zapisami tej ustawy, dla instalacji prosumenckich o mocy do 3 kW zostaną zastosowane najwyższe stawki taryfy FIT. Interfejs o mocy 3 kW nie wymaga zasilania trójfazowego, więc zaproponowana została tylko wersja jednofazowa, która charakteryzuje się również najniższymi kosztami wykonania. Jednakże interfejs PME może współpracować zarówno z instalacją elektryczną jednofazową, jak i z trójfazową, będąc podłączony do jednej fazy takiej instalacji. W takim przypadku nie będzie możliwe utrzymanie całej instalacji w trybie off-grid, lecz w trybie semi off-grid. Jednakże również wtedy, dzięki chwilowemu bilansowaniu przepływów energii w liczniku energii elektrycznej na przyłączy, pobór energii przez urządzenia odbiorcze będzie chwilowo bilansowany wraz z generacją ze źródeł OZE.

Proponowana moc 3 kW zapewni samodzielną pracę większości typowych odbiorników energii elektrycznej i będzie najtańszą wersją proponowanego rozwiązania. Moc przekształtnika DC-AC współpracującego z siecią energetyczną powinna być równa mocy interfejsu PME, a więc 3 kW.

3.1.1. Rekomendowane źródła OZE

Źródło PV. Dla interfejsu PME panele fotowoltaiczne rekomendowane są jako podstawowe źródło OZE. W celu zmieszczenia się w ograniczeniach związanych z wykorzystaniem maksymalnej stawki taryfy FIT, zaleca się nieprzekraczanie mocy znamionowej paneli fotowoltaicznych w wysokości 3 kW, jednakże interfejs jest projektowany tak, aby można było wykorzystać panele fotowoltaiczne o sumarycznej wyższej mocy (przewymiarowanie nawet do 120-130% mocy znamionowej interfejsu). W przypadku sprzyjających warunków słoneczno-pogodowych umożliwiających przekroczenie przez panele fotowoltaiczne mocy znamionowej interfejsu, interfejs nie powinien się wyłączać, lecz powinien znaleźć taki punkt pracy, na jaki pozwalają jego parametry techniczne i kontynuować pracę ze swoją maksymalną mocą. Przewymiarowanie mocy paneli fotowoltaicznych w stosunku do mocy znamionowej interfejsu PME uwzględnia krótkie okresy występowania warunków pozwalających na osiągnięcie maksymalnej mocy przez panele fotowoltaiczne i zwiększa uzyski w pozostałych okresach.

Interfejs zostanie wyposażony w 2 niezależne sterowniki śledzące punkt maksymalnej mocy paneli fotowoltaicznych (MPPT). Jest to podyktowane umożliwieniem montażu paneli na różnych połaciach dachu, np. o ekspozycji na wschód i na zachód, czy też zastosowanie dwóch różnych rodzajów paneli, bądź różnych długości stringów. Maksymalne obciążenie jednej gałęzi MPPT to 2 kW.

Podobnie jak w przypadku innych źródeł OZE moc przekształtnika DC-DC współpracującego z panelami fotowoltaicznymi powinna być równa mocy znamionowej źródeł lub może być od niej mniejsza. Zmniejszenie mocy przekształtnika może być podyktowane względami ekonomicznymi, ponieważ panele fotowoltaiczne w rocznym cyklu pracy rzadko pracują w warunkach znamionowych.

Mikroelektrownia wiatrowa (μEW). Interfejs umożliwia współpracę z mikroelektrowniami wiatrowymi, które są doskonałym uzupełnieniem dla ogniw fotowoltaicznych. Dla tego modelu zaleca się zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy maksymalnej do 3 kW. Mikroelektrownia wiatrowa polecana jest szczególnie do pracy w trybie off-grid. W sprzyjających lokalizacjach możliwe będzie zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy 1 kW zlokalizowanej na budynku.

Moc przekształtnika AC-DC powinna być równa mocy znamionowej źródła lub mniejsza (ze względów ekonomicznych podyktowanych rzadkością występowania znamionowych warunków w źródle OZE).

Mikrokogeneracja biogazowa (μKB). Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji biogazowej o mocach rzędu 3 kW, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Pompa ciepła. Dla tego modelu rekomendowana jest pompa ciepła o mocy grzewczej do około 6 kW i mocy elektrycznej poniżej 2 kW. Urządzenie tej mocy jest w stanie pokryć całoroczne zapotrzebowanie na ciepło grzewcze nowoczesnego niewielkiego (np. 120 m²), dobrze zaizolowanego budynku mieszkalnego, a także zapewnić przez cały rok ogrzewanie c.w.u. dla typowej rodziny.

3.1.2. Pozostałe źródła energii elektrycznej

Mikrokogeneracja gazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji gazowej o niskich mocach, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Agregat prądowórczy. Agregat prądowórczy zalecany jest jako zapasowe źródło energii elektrycznej dla instalacji typu off-grid. Zalecana moc agregatu to 2,8 kW.

3.1.3. Magazyny energii elektrycznej

Samochód elektryczny. Przewidziana jest współpraca interfejsu z samochodami elektrycznymi z możliwością dwukierunkowej pracy przekształtnika. Pojemności akumulatora w samochodzie elektrycznym obecnie to ok. 25 kWh (Nissan, Mitsubishi) do nawet 50 kWh (Tesla). Są to zazwyczaj akumulatory litowo-jonowe lub ich pochodne. Aby możliwe było wykorzystanie energii z akumulatora struktura energoelektroniczna instalacji elektrycznej samochodu musi umożliwiać pracę dwukierunkowego przesyłu energii. Obecnie taką możliwość testował Nissan w modelu Leaf. Moc przekształtnika współpracującego z akumulatorem samochodu elektrycznego wynosi 1 kW.

Akumulator. Przewidziana jest współpraca interfejsu ze stacjonarną baterią akumulatorów. Akumulatory w PME będą pracować jako bufor energii do realizacji regulacji milisekundowej i sekundowej mocy oraz do zabezpieczenia przed niedoborem energii ze źródeł OZE. Proponowana pojemność pozwala na pracę PME ze średnią mocą 1 kW przez ok. 6 h dla instalacji semi off-grid (np. w czasie korzystania z droższej taryfy 2 godz. rano i 4 godz. wieczorem), przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Dla instalacji off grid proponowana pojemność zasobnika (15 kWh) pozwoli na funkcjonowanie PME ze średnią mocą 1 kW przez ok. 10 godz., przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Przekształtnik akumulatorowy powinien być dobrany na średnią moc ładowania rozładowania akumulatora wynoszącą w tym przypadku 1 kW.

Superkondensator. Przewidziana jest współpraca interfejsu z superkondensatorem. W superkondensatorze przewiduje się gromadzenie energii na poziomie 8,3 Wh, co odpowiada ok. 30 kJ. Przy założeniu, że przekształtnik współpracujący z superkondensatorem będzie pozwalał na przesył energii przy znamionowej mocy równej 1 kW to czas całkowitego ładowania/rozładowania wyniesie 22,5 sekundy. Przekształtnik o mocy 1 kW poprawia pracę zasobników akumulatorowych zwiększając ich żywotność poprzez bilansowanie szybkich zmian mocy w PME. Dlatego przewiduje się możliwość zwiększenia mocy przekształtnika superkondensatorowego do mocy 3 kW, co skróciłoby czas ładowania/rozładowania do 7,5 sekundy (przy znamionowej mocy ładowania/rozładowania od/do 1/4 maksymalnej zgromadzonej energii).

3.2. Interfejs jednofazowy 5 kW

Moc interfejsu została dopasowana do typowego jednofazowego przyłącza. Interfejs o mocy 5 kW nie wymaga zasilania trójfazowego, więc zaproponowana została tylko wersja jednofazowa, która charakteryzuje się również niższymi kosztami wykonania niż wersja trójfazowa. Jednakże ten model interfejsu PME może współpracować zarówno z instalacją elektryczną jednofazową, jak i z trójfazową, będąc podłączony do jednej fazy takiej instalacji. W takim przypadku nie będzie możliwe utrzymanie całej instalacji w trybie off-grid, lecz tylko w trybie semi off-grid. Jednak również w tym przypadku, dzięki chwilowemu bilansowaniu przepływów energii w liczniku na przyłączy, pobór energii elektrycznej przez urządzenia odbiorcze będzie bilansowany wraz z generacją ze źródeł OZE.

Proponowana moc 5 kW zapewni pracę większości typowych odbiorników energii elektrycznej i dla jednofazowej instalacji nie obniży komfortu ich użytkowania.

3.2.1. Rekomendowane źródła OZE

Źródło PV. Dla tego modelu interfejsu PME panele fotowoltaiczne są również rekomendowane są jako podstawowe źródło OZE. Interfejs jest projektowany tak, aby można było wykorzystać panele fotowoltaiczne o mocy sumarycznej wyższej niż moc znamionowa interfejsu i dopuszczalne jest przewymiarowanie fotowoltaiki nawet do 120% mocy znamionowej interfejsu. W przypadku sprzyjających warunków słoneczno-pogodowych umożliwiających przekroczenie przez panele fotowoltaiczne mocy znamionowej interfejsu, interfejs nie powinien się wyłączać, lecz powinien znaleźć taki punkt pracy, na jaki pozwalają jego parametry techniczne i kontynuować pracę ze swoją maksymalną mocą. Przewymiarowanie mocy paneli fotowoltaicznych w stosunku do mocy znamionowej interfejsu PME uwzględnia krótkie okresy występowania warunków pozwalających na osiągnięcie maksymalnej mocy przez panele fotowoltaiczne i zwiększa uzyski w pozostałych okresach.

Interfejs zostanie wyposażony w 2 niezależne sterowniki śledzące punkt maksymalnej mocy paneli fotowoltaicznych (MPPT). Jest to podyktowane umożliwieniem montażu paneli na różnych połaciach dachu, np. o ekspozycji na wschód i na zachód, czy też zastosowanie dwóch różnych rodzajów paneli, bądź różnych długości łańcuchów (stringów). Maksymalne obciążenie jednego sterownika MPPT to 3 kW.

Moc przekształtnika DC-DC współpracującego z panelami fotowoltaicznymi powinna być równa mocy znamionowej źródeł lub może być od niej mniejsza. Zmniejszenie mocy przekształtnika może być podyktowane względami ekonomicznymi, ponieważ panele fotowoltaiczne w rocznym cyklu pracy rzadko pracują w warunkach znamionowych.

Mikroelektrownia wiatrowa. Interfejs umożliwi współpracę z mikroelektrowniami wiatrowymi, które są doskonałym uzupełnieniem dla ogniw fotowoltaicznych. Dla tego modelu zaleca się zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy maksymalnej do 5 kW. Mikroelektrownia wiatrowa polecana jest szczególnie do pracy w trybie off-grid. W sprzyjających lokalizacjach możliwe będzie zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy 1 kW zlokalizowanego na budynku.

Moc przekształtnika AC-DC powinna być równa mocy znamionowej źródła lub mniejsza (ze względów ekonomicznych podyktowanych rzadkością występowania znamionowych warunków w źródle OZE).

Mikrokogeneracja biogazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji biogazowej o mocach rzędu 5 kW, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Pompa ciepła. Dla tego modelu rekomendowana jest pompa ciepła o mocy grzewczej do około 9 kW i mocy elektrycznej poniżej 3 kW. Urządzenie tej mocy jest w stanie pokryć całoroczne zapotrzebowanie na ciepło grzewcze nowoczesnego, dobrze zaizolowanego

budynku mieszkalnego o średniej wielkości (np. 150 m²), a także zapewnić przez cały rok ogrzewanie c.w.u. dla typowej rodziny.

3.2.2. Pozostałe źródła energii elektrycznej

Mikrokogeneracja gazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji gazowej o niskich mocach, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Agregat prądowórczy. Agregat prądowórczy zalecany jest jako zapasowe źródło energii elektrycznej dla instalacji typu off-grid. Zalecana moc agregatu to 4 kW.

3.2.3. Magazyny energii elektrycznej

Samochód elektryczny. Przewidziana jest współpraca interfejsu z samochodami elektrycznymi z możliwością dwukierunkowej pracy przekształtnika. Pojemności akumulatora w samochodzie elektrycznym obecnie to ok. 25 kWh (Nissan, Mitsubishi) do nawet 50 kWh (Tesla). Są to zazwyczaj akumulatory litowo-jonowe lub ich pochodne. Aby możliwe było wykorzystanie energii z akumulatora struktura energoelektroniczna instalacji elektrycznej samochodu musi umożliwiać pracę dwukierunkowego przesyłu energii. Obecnie taką możliwość testował Nissan w modelu Leaf. Moc przekształtnika współpracującego z akumulatorem samochodu elektrycznego wynosi 1 kW.

Akumulator. Przewidziana jest współpraca interfejsu ze stacjonarną baterią akumulatorów. Akumulatory w PME będą pracować jako bufor energii do realizacji regulacji milisekundowej i sekundowej mocy (płytkie cykle ładowanie/wyładowanie) oraz do zabezpieczenia przed niedoborem energii ze źródeł OZE. Proponowana pojemność pozwala na pracę PME ze średnią mocą 1,3 kW przez ok. 6 h dla instalacji semi off-grid (np. w czasie korzystania z droższej taryfy 2 godz. rano i 4 godz. wieczorem), przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Dla instalacji off grid proponowana pojemność zasobnika (18 kWh) pozwoli na funkcjonowanie PME ze średnią mocą 1,1 kW przez ok. 10 godz., przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Przekształtnik akumulatorowy powinien być dobrany na średnią moc ładowania rozładowania akumulatora wynoszącą w tym przypadku 1,1 lub 1,3 kW.

Superkondensator. Przewidziana jest współpraca interfejsu z superkondensatorem. W superkondensatorze przewiduje się gromadzenie energii na poziomie 13,9 Wh, co odpowiada ok. 50 kJ. Przy założeniu, że przekształtnik współpracujący z superkondensatorem będzie pozwalał na przesył energii przy znamionowej mocy równej 1,5 kW to czas całkowitego ładowania/rozładowania wyniesie 25 sekund. Przy zwiększeniu mocy przekształtnika do 5 kW uzyskuje się zwiększenie funkcjonalności zasobnika, a czas ładowania/rozładowania uległby skróceniu do 7,5 sekundy (przy znamionowej mocy ładowania/rozładowania od/do 1/4 maksymalnej zgromadzonej energii).

3.3. Interfejs trójfazowy 6 kW

Moc interfejsu została zaproponowana jako pierwszy poziom mocy wymagający zasilania trójfazowego (po przekroczeniu mocy 5 kW stanowiącej granicę zasilania jednofazowego) dla domów i budynków, w których nie przewiduje się wykorzystania kuchni elektrycznej. Proponowana moc 6 kW zapewni pracę większości typowych odbiorników energii elektrycznej i nie obniży komfortu użytkownika. Wyjątkiem będzie np. kuchnia elektryczna, która wymaga większych mocy przyłączeniowych.

3.3.1. Rekomendowane źródła OZE

Źródło PV. Dla tego modelu interfejsu PME panele fotowoltaiczne również są rekomendowane jako podstawowe źródło OZE. Interfejs jest projektowany tak, aby można

było wykorzystać panele fotowoltaiczne o mocy sumarycznej wyższej niż moc znamionowa interfejsu i dopuszczalne jest przewymiarowanie fotowoltaiki nawet do około 120% mocy znamionowej interfejsu. W przypadku sprzyjających warunków słoneczno-pogodowych umożliwiających przekroczenie przez panele fotowoltaiczne mocy znamionowej interfejsu, interfejs nie powinien się wyłączać, lecz powinien znaleźć taki punkt pracy, na jaki pozwalają jego parametry techniczne i kontynuować pracę ze swoją maksymalną mocą. Przewymiarowanie mocy paneli fotowoltaicznych w stosunku do mocy znamionowej interfejsu PME uwzględnia krótkie okresy występowania warunków pozwalających na osiągnięcie maksymalnej mocy przez panele fotowoltaiczne i zwiększa uzyski w pozostałych okresach.

Interfejs zostanie wyposażony w 2 niezależne sterowniki śledzące punkt maksymalnej mocy paneli fotowoltaicznych (MPPT). Jest to podyktowane umożliwieniem montażu paneli na różnych połaciach dachu, np. o ekspozycji na wschód i na zachód, czy też zastosowanie dwóch różnych rodzajów paneli, bądź różnych długości stringów. Maksymalne obciążenie jednego sterownika MPPT to 3,5 kW.

Moc przekształtnika DC-DC współpracującego z panelami fotowoltaicznymi powinna być równa mocy znamionowej źródeł lub może być od niej mniejsza. Zmniejszenie mocy przekształtnika może być podyktowane względami ekonomicznymi, ponieważ panele fotowoltaiczne w rocznym cyklu pracy rzadko pracują w warunkach znamionowych.

Mikroelektrownia wiatrowa. Interfejs umożliwia współpracę z mikroelektrowniami wiatrowymi, które są doskonałym uzupełnieniem dla ogniw fotowoltaicznych. Dla tego modelu zaleca się zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy maksymalnej do 7 kW. Mikroelektrownia wiatrowa polecana jest szczególnie do pracy w trybie off-grid. Jednak ze względu na duże rozmiary wiatraka o takiej mocy i potrzebę umieszczenia go na wysokim maszcie (najlepiej powyżej 30 m) co wiąże się z wysokimi kosztami, przewiduje się niezbyt częste wykorzystanie wiatrowego źródła OZE o takiej mocy. W sprzyjających lokalizacjach możliwe będzie zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy 2 kW zlokalizowanej na budynku lub w jego sąsiedztwie.

Moc przekształtnika AC-DC powinna być równa mocy znamionowej źródła lub mniejsza (ze względów ekonomicznych podyktowanych rzadkością występowania znamionowych warunków w źródle OZE).

Mikrokogeneracja biogazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji biogazowej o mocach rzędu 6 kW, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Pompa ciepła. Dla tego modelu rekomendowana jest pompa ciepła o mocy grzewczej do około 12 kW i mocy elektrycznej poniżej 4 kW. Urządzenie tej mocy jest w stanie pokryć całoroczne zapotrzebowanie na ciepło grzewcze nowoczesnego, dobrze zaizolowanego budynku mieszkalnego o dość dużej powierzchni (nawet powyżej 200 m²), a także zapewnić przez cały rok ogrzewanie c.w.u. dla typowej rodziny.

3.3.2. Pozostałe źródła energii elektrycznej

Mikrokogeneracja gazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji gazowej o niskich mocach, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Agregat prądowórczy. Agregat prądowórczy zalecany jest jako zapasowe źródło energii elektrycznej dla instalacji typu off-grid. Zalecana moc agregatu to 4 kW.

3.3.3. Magazyny energii elektrycznej

Samochód elektryczny. Przewidziana jest współpraca interfejsu z samochodami elektrycznymi z możliwością dwukierunkowej pracy przekształtnika. Pojemności

akumulatora w samochodzie elektrycznym obecnie to ok. 25 kWh (Nissan, Mitsubishi) do nawet 50 kWh (Tesla). Są to zazwyczaj akumulatory litowo-jonowe lub ich pochodne. Aby możliwe było wykorzystanie energii z akumulatora struktura energoelektroniczna instalacji elektrycznej samochodu musi umożliwiać pracę dwukierunkowego przesyłu energii. Obecnie taką możliwość testował Nissan w modelu Leaf. Moc przekształtnika współpracującego z akumulatorem samochodu elektrycznego wynosi 1 kW.

Akumulator. Przewidziana jest współpraca interfejsu ze stacjonarną baterią akumulatorów. Akumulatory w PME będą pracować jako bufor energii do realizacji regulacji milisekundowej i sekundowej mocy (płytkie cykle ładowanie/wyładowanie) oraz do zabezpieczenia przed niedoborem energii ze źródeł OZE. Praca tej instalacji na zasilaniu akumulatorowym, ze względu na moce urządzeń, proponowana jest jako rezerwowa, w przypadku niedoboru energii z OZE, lub drogiej energii sieciowej. Proponowana pojemność pozwala na pracę PME ze średnią mocą 1,7 kW przez ok. 5 h dla instalacji semi off-grid (np. w czasie korzystania z droższej taryfy 2 godz. rano i 3 godz. wieczorem), przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Dla instalacji *off grid* proponowana pojemność zasobnika (25 kWh) pozwoli na funkcjonowanie PME ze średnią mocą 1,3 kW przez ok. 10 godz., przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%.

Przekształtnik akumulatorowy powinien być dobrany na średnią moc ładowania rozładowania akumulatora wynoszącą w tym przypadku 1,3 lub 1,7 kW.

Superkondensator. Przewidziana jest współpraca interfejsu z superkondensatorem. W superkondensatorze przewiduje się gromadzenie energii na poziomie 13,9 Wh, co odpowiada ok. 50 kJ. Przy założeniu, że przekształtnik współpracujący z superkondensatorem będzie pozwalał na przesył energii przy znamionowej mocy równej 1,5 kW to czas całkowitego ładowania/rozładowania wyniesie 25 sekund. Przy zwiększeniu mocy przekształtnika do 5 kW uzyskuje się zwiększenie funkcjonalności zasobnika, a czas ładowania/rozładowania uległby skróceniu do 7,5 sekundy (przy znamionowej mocy ładowania/rozładowania od/do 1/4 maksymalnej zgromadzonej energii).

3.4. Interfejs trójfazowy 10 kW

Moc interfejsu PME została dostosowana do ograniczenia wsparcia zaproponowanego przez Ustawodawcę w ustawie o OZE. Zgodnie z zapisami ustawy, dla instalacji prosumenckich o mocy do 10 kW zostaną zastosowane stawki taryfy FIT. Proponowana moc 10 kW zapewni jednoczesną pracę większości typowych odbiorników energii elektrycznej i nie obniży komfortu ich użytkowania. Wyjątek mogą stanowić kuchnie elektryczne, których moce przyłączeniowe mogą przekraczać wartość 10 kW. Dla mniejszych mocy kuchni elektrycznych (do 8 kW) możliwe będzie wykorzystanie proponowanego interfejsu.

3.4.1. Rekomendowane źródła OZE

Źródło PV. Dla tego modelu interfejsu PME panele fotowoltaiczne są również rekomendowane są jako podstawowe źródło OZE. Interfejs jest projektowany, aby można było wykorzystać panele fotowoltaiczne o mocy sumarycznej wyższej niż moc znamionowa interfejsu i dopuszczalne jest przewymiarowanie fotowoltaiki nawet do około 120% mocy znamionowej interfejsu, czyli do 12 kW. W przypadku sprzyjających warunków słoneczno-pogodowych umożliwiających przekroczenie przez panele fotowoltaiczne mocy znamionowej interfejsu, interfejs nie powinien się wyłączać, lecz powinien znaleźć taki punkt pracy, na jaki pozwalają jego parametry techniczne i kontynuować pracę ze swoją maksymalną mocą. Przewymiarowanie mocy paneli fotowoltaicznych w stosunku do mocy znamionowej interfejsu PME uwzględnia krótkie okresy występowania warunków pozwalających na

osiągnięcie maksymalnej mocy przez panele fotowoltaiczne i zwiększa uzyski w pozostałych okresach.

Interfejs zostanie wyposażony w 2 niezależne sterowniki śledzące punkt maksymalnej mocy paneli fotowoltaicznych (MPPT). Jest to podyktowane umożliwieniem montażu paneli na różnych połaciach dachu, np. o ekspozycji na wschód i na zachód, czy też zastosowanie dwóch różnych rodzajów paneli, bądź różnych długości stringów. Maksymalne obciążenie jednego sterownika MPPT to 6 kW.

Moc przekształtnika DC-DC współpracującego z panelami fotowoltaicznymi powinna być równa mocy znamionowej źródeł lub może być od niej mniejsza. Zmniejszenie mocy przekształtnika może być podyktowane względami ekonomicznymi, ponieważ panele fotowoltaiczne w rocznym cyklu pracy rzadko pracują w warunkach znamionowych.

Mikroelektrownia wiatrowa. Interfejs umożliwi współpracę z mikroelektrowniami wiatrowymi, które są doskonałym uzupełnieniem dla ogniw fotowoltaicznych. Dla tego modelu zaleca się zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy maksymalnej do 10 kW. Mikroelektrownia wiatrowa polecana jest szczególnie do pracy w trybie off-grid. Jednak ze względu na duże rozmiary wiatraka o takiej mocy i potrzebę umieszczenia go na wysokim maszcie (najlepiej powyżej 30m) co wiąże się z wysokimi kosztami, przewiduje się niezbyt częste wykorzystanie wiatrowego źródła OZE o takiej mocy. Częściej stosowane mogą być mikroelektrownie wiatrowe o mocach 3 kW.

Moc przekształtnika AC-DC powinna być równa mocy znamionowej źródła lub mniejsza (ze względów ekonomicznych podyktowanych rzadkością występowania znamionowych warunków w źródle OZE).

Mikrokogeneracja biogazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji biogazowej o mocach poniżej 10 kW, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Pompa ciepła. Dla tego modelu rekomendowana jest pompa ciepła o mocy grzewczej do około 12 kW i mocy elektrycznej poniżej 4 kW. Urządzenie tej mocy jest w stanie pokryć całoroczne zapotrzebowanie na ciepło grzewcze nowoczesnego, dobrze zaizolowanego budynku mieszkalnego, o dosyć dużej powierzchni (nawet powyżej 200 m²), a także zapewnić przez cały rok ogrzewanie c.w.u. dla typowej rodziny.

3.4.2. Pozostałe źródła energii elektrycznej

Mikrokogeneracja gazowa. Ze względu na niską opłacalność mikrokogeneracji gazowej o niskich mocach, nie przewiduje się zastosowania takiego źródła energii elektrycznej dla tego modelu.

Agregat prądowórczy. Agregat prądowórczy zalecany jest jako zapasowe źródło energii elektrycznej dla instalacji typu off-grid. Zalecana moc agregatu to 8 kW.

3.4.3. Magazyny energii elektrycznej

Samochód elektryczny. Przewidziana jest współpraca interfejsu z samochodami elektrycznymi z możliwością dwukierunkowej pracy przekształtnika. Pojemności akumulatora w samochodzie elektrycznym obecnie to ok. 25 kWh (Nissan, Mitsubishi) do nawet 50 kWh (Tesla). Są to zazwyczaj akumulatory litowo-jonowe lub ich pochodne. Aby możliwe było wykorzystanie energii z akumulatora struktura energoelektroniczna instalacji elektrycznej samochodu musi umożliwiać pracę dwukierunkowego przesyłu energii. Obecnie taką możliwość testował Nissan w modelu Leaf. Moc przekształtnika współpracującego z akumulatorem samochodu elektrycznego wynosi 1 kW.

Akumulator. Przewidziana jest współpraca interfejsu ze stacjonarną baterią akumulatorów. Akumulatory w PME będą pracować jako bufor energii do realizacji regulacji milisekundowej i sekundowej mocy (płytkie cykle ładowanie/wyładowanie) oraz do zabezpieczenia przed

niedoborem energii ze źródeł OZE. Praca tej instalacji na zasilaniu akumulatorowym, ze względu na moce urządzeń, proponowana jest jako rezerwowa, w przypadku niedoboru energii z OZE, lub drogiej energii sieciowej. Proponowana pojemność pozwala na pracę PME ze średnią mocą 2 kW przez ok. 5 h dla instalacji semi off-grid (np. w czasie droższej korzystania z droższej taryfy 2 godz. rano i 3 godz. wieczorem), przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Dla instalacji off grid proponowana pojemność zasobnika (30 kWh) pozwoli na funkcjonowanie PME ze średnią mocą 1,9 kW przez ok. 10 godz., przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%.

Przekształtnik akumulatorowy powinien być dobrany na średnią moc ładowania rozładowania akumulatora wynoszącą w tym przypadku 1,9 lub 2 kW.

Superkondensator. Przewidziana jest współpraca interfejsu z superkondensatorem. W superkondensatorze przewiduje się gromadzenie energii na poziomie 22,2 Wh, co odpowiada ok. 80 kJ. Przy założeniu, że przekształtnik współpracujący z superkondensatorem będzie pozwalał na przesył energii przy znamionowej mocy równej 2 kW (podyktowaną mocą ładowania rozładowania zasobnika akumulatorowego) to czas całkowitego ładowania/rozładowania superkondensatora wyniesie 30 sekund. Przy zwiększeniu mocy przekształtnika do 10 kW uzyskuje się zwiększenie funkcjonalności zasobnika, a czas ładowania/rozładowania ulegnie skróceniu do 6 sekund (przy znamionowej mocy ładowania/rozładowania od/do 1/4 maksymalnej zgromadzonej energii).

3.5. Interfejs trójfazowy 15 kW

Moc największego modelu interfejsu PME została dostosowana do typowej mocy przyłączeniowej budynku jednorodzinnego, zapewni jednoczesną pracę większości typowych odbiorników energii elektrycznej i nie obniży komfortu ich użytkownika. Możliwe jest również zastosowanie tego modelu interfejsu w gospodarstwach rolnych, które będą mogły wykorzystać biomasę do zdywersyfikowania źródeł odnawialnej energii elektrycznej.

3.5.1. Rekomendowane źródła OZE

Źródło PV. Dla tego modelu interfejsu PME panele fotowoltaiczne są również rekomendowane są jako podstawowe źródło OZE, lecz może ono współpracować wraz z mikrokogeneracją biogazową uzupełniając się wzajemnie. Interfejs jest projektowany tak, aby można było wykorzystać panele fotowoltaiczne o mocy sumarycznej wyższej niż moc znamionowa interfejsu i dopuszczalne jest przewymiarowanie fotowoltaiki nawet do około 120% mocy znamionowej interfejsu, czyli do 18 kW. W przypadku sprzyjających warunków słoneczno-pogodowych umożliwiających przekroczenie przez panele fotowoltaiczne mocy znamionowej interfejsu, interfejs nie powinien się wyłączać, lecz powinien znaleźć taki punkt pracy, na jaki pozwalają jego parametry techniczne i kontynuować pracę ze swoją maksymalną mocą. Przewymiarowanie mocy paneli fotowoltaicznych w stosunku do mocy znamionowej interfejsu PME uwzględnia krótkie okresy występowania warunków pozwalających na osiągnięcie maksymalnej mocy przez panele fotowoltaiczne i zwiększa uzyski w pozostałych okresach.

Interfejs zostanie wyposażony w 2 niezależne sterowniki śledzące punkt maksymalnej mocy paneli fotowoltaicznych (MPPT). Jest to podyktowane umożliwieniem montażu paneli na różnych połaciach dachu, np. o ekspozycji na wschód i na zachód, czy też zastosowanie dwóch różnych rodzajów paneli, bądź różnych długości stringów. Maksymalne obciążenie jednego kanału MPPT to 9 kW.

Moc przekształtnika DC-DC współpracującego z panelami fotowoltaicznymi powinna być równa mocy znamionowej źródeł lub może być od niej mniejsza. Zmniejszenie mocy

przekształtnika może być podyktowane względami ekonomicznymi, ponieważ panele fotowoltaiczne w rocznym cyklu pracy rzadko pracują w warunkach znamionowych.

Mikroelektrownia wiatrowa. Interfejs umożliwi współpracę z mikroelektrowniami wiatrowymi, które są doskonałym uzupełnieniem dla ogniw fotowoltaicznych. Dla tego modelu zaleca się zastosowanie mikroelektrowni wiatrowej o mocy maksymalnej do 15 kW. Mikroelektrownia wiatrowa polecana jest szczególnie do pracy w trybie off-grid. Jednak ze względu na duże rozmiary wiatraka o takiej mocy i potrzebę umieszczenia go na wysokim maszcie (najlepiej powyżej 30 m) co wiąże się z wysokimi kosztami, przewiduje się niezbyt częste wykorzystanie wiatrowego źródła OZE o takiej mocy. Częściej stosowane mogą być mikroelektrownie wiatrowe o mocach 5 kW.

Moc przekształtnika AC-DC powinna być równa mocy znamionowej źródła lub mniejsza (ze względów ekonomicznych podyktowanych rzadkością występowania znamionowych warunków w źródle OZE).

Mikrokogeneracja biogazowa. Szczególnie na obszarach wiejskich zaleca się zastosowanie mikrokogeneracji biogazowej jako źródła bilansującego w skojarzeniu z niestabilnymi źródłami energii elektrycznej. Rekomendowana moc mikrogeneratora biogazowego to 10 kW. W przypadku wykorzystania kogeneratora gazowego nie przewiduje się zastosowania pompy ciepła, ani magazynowania energii elektrycznej.

Pompa ciepła. Dla tego modelu rekomendowana jest pompa ciepła o mocy grzewczej do około 12 kW i mocy elektrycznej poniżej 4 kW. Urządzenie tej mocy jest w stanie pokryć całoroczne zapotrzebowanie na ciepło grzewcze nowoczesnego, dosyć dużego (nawet powyżej 200 m²), dobrze zaizolowanego budynku mieszkalnego, a także zapewnić przez cały rok ogrzewanie c.w.u. dla typowej rodziny. Nie przewiduje się zastosowania pompy ciepła dla instalacji wykorzystujących kogenerację.

3.5.2. Pozostałe źródła energii elektrycznej

Mikrokogeneracja gazowa. Przewiduje się zastosowanie mikrokogeneracji gazowej jako uzupełnienie źródeł OZE. Rekomendowana moc kogeneratora gazowego to 5 kW. W przypadku wykorzystania kogeneratora gazowego nie przewiduje się zastosowania pompy ciepła.

Agregat prądowórczy. Agregat prądowórczy zalecany jest jako zapasowe źródło energii elektrycznej dla instalacji typu off-grid. Zalecana moc agregatu to 12 kW.

3.5.3. Magazyny energii elektrycznej

Samochód elektryczny. Przewidziana jest współpraca interfejsu z samochodami elektrycznymi z możliwością dwukierunkowej pracy przekształtnika. Pojemności akumulatora w samochodzie elektrycznym obecnie to ok. 25 kWh (Nissan, Mitsubishi) do nawet 50 kWh (Tesla). Są to zazwyczaj akumulatory litowo-jonowe lub ich pochodne. Aby możliwe było wykorzystanie energii z akumulatora struktura energoelektroniczna instalacji elektrycznej samochodu musi umożliwiać pracę dwukierunkowego przesyłu energii. Obecnie taką możliwość testował Nissan w modelu Leaf. Moc przekształtnika współpracującego z akumulatorem samochodu elektrycznego wynosi 1 kW.

Akumulator. Przewidziana jest współpraca interfejsu ze stacjonarną baterią akumulatorów. Akumulatory w PME będą pracować jako bufor energii do realizacji regulacji milisekundowej i sekundowej mocy (płytkie cykle ładowanie/wyładowanie) oraz do zabezpieczenia przed niedoborem energii ze źródeł OZE. Praca tej instalacji na zasilaniu akumulatorowym, ze względu na moce urządzeń, proponowana jest jako rezerwowa, w przypadku niedoboru energii z OZE, lub drogiej energii sieciowej. Proponowana pojemność pozwala na pracę PME ze średnią mocą 3 kW przez ok. 5 h dla instalacji semi off-grid (np. w czasie droższej korzystania z droższej taryfy 2 godz. rano i 3 godz. wieczorem), przyjmując sprawność

procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%. Dla instalacji off grid proponowana pojemność zasobnika (36 kWh) pozwoli na funkcjonowanie PME ze średnią mocą 2,2 kW przez ok. 10 godz., przyjmując sprawność procesu wyładowania na poziomie 80% i końcowy stan naładowania akumulatora 20%.

Przekształtnik akumulatorowy powinien być dobrany na średnią moc ładowania/rozładowania akumulatora wynoszącą w tym przypadku 2,2 lub 3 kW.

Superkondensator. Przewidziana jest współpraca interfejsu z superkondensatorem. W superkondensatorze przewiduje się gromadzenie energii na poziomie 27,8 Wh, co odpowiada ok. 100 kJ. Przy założeniu, że przekształtnik współpracujący z superkondensatorem będzie pozwalał na przesył energii przy znamionowej mocy równej 3 kW (podyktowaną mocą ładowania/rozładowania zasobnika akumulatorowego) to czas całkowitego ładowania/rozładowania superkondensatora wyniesie 25 sekund. Przy zwiększeniu mocy przekształtnika do 15 kW uzyskuje się zwiększenie funkcjonalności zasobnika, a czas ładowania/rozładowania ulegnie skróceniu do 5 sekund (przy znamionowej mocy ładowania/rozładowania od/do 1/4 maksymalnej zgromadzonej energii).

4. Komentarze

4.1. Komentarz 1. Przedstawiony w tabeli typoszereg jest wynikiem „eksperckiego” doboru (jeszcze nie jest to wynik optymalizacji) źródeł wytwórczych i zasobników do profilu zapotrzebowania prosumenta na energię elektryczną, uwzględniającego potencjał aktywnego kształtowania tego profilu. Potencjał kształtowania profilu obejmuje: wykorzystanie właściwości obecnej taryfy G12, ponadto realnej w krótkim czasie (2016), według Zespołu autorskiego typoszeregu, taryfy dynamicznej operatora OHT wyspy WW, także realnej w dalszej przyszłości (2018) taryfy dynamicznej WEK; za wykorzystanie tego potencjału odpowiada interfejs PME realizujący funkcje zarządcze, sterownicze i regulacyjne w PME.

4.2. Komentarz 2. Uwzględniając pierwotną, modułową koncepcję interfejsu PME należy przyjąć, że jego typoszereg będzie typoszeregiem wersji podstawowej interfejsu; każdej wersji podstawowej będą przyporządkowane natomiast opcje, różniące się modułami rozszerzającymi tę wersję.

4.3. Komentarz 3. Do przedyskutowania jest czy dopuszczalna zalecana moc źródła PV zostanie ustalona powyżej mocy interfejsu, ze względu na to, że panele fotowoltaiczne rzadko pracują z pełną mocą, gdyż w ciągu roku jest mało dni z pogodą pozwalającą na pracę z takimi mocami. W takich przypadkach sterownik może zmienić punkt MPPT tak, aby zachować moc pobieraną z paneli w zadanym zakresie nie przekraczającym maksymalnej mocy inwertera. Tak też dobierają panele producenci inwerterów, pozwalając na przewymiarowanie paneli nawet na 110-120% w stosunku do mocy inwertera. W przypadku zastosowania jako źródła OZE tylko paneli fotowoltaicznych (bez zasobnika) inwerter o mocy 3 kW nigdy nie będzie pracował z pełną mocą 3 kW przy panelach dobranych na 3 kW. Do przedyskutowania jest również techniczne zachowanie inwertera po podłączeniu paneli o wyższej mocy, np. 5 kW paneli do inwertera 3 kW (przy zachowaniu napięć i prądów z dopuszczalnego zakresu), czy powinien się wyłączyć (taki tryb realizują niektóre rozwiązania), czy dopasować MPPT do mocy 3 kW.

W nawiązaniu do ustawy o OZE, która wyodrębnia limity mocy do 3 kW oraz do 10 kW, do przedyskutowania jest ograniczenie zalecanej mocy maksymalnej paneli dla interfejsu PME do takich zakresów, czy też powiększenie jej do 110-120% mocy inwertera i wskazanie w zaleceniach ograniczeń związanych z zastosowaniem ustawy. Niewiadomą jest, co się stanie po planowanej ewentualnej nowelizacji ustawy, po której taryfy *feed in tariffs* mogą stracić na znaczeniu.

4.4. Komentarz 4. Nowa ustawa o OZE przewiduje rozwiązanie dla prosumentów polegające na częściowym bilansowaniu energii elektrycznej wprowadzanej do sieci. Bilansowanie ma dotyczyć tylko energii, bez kosztów dystrybucji i stawki jakościowej, a okres bilansowania został ustalony na półroczny. W takim przypadku sieć elektroenergetyczna może zostać potraktowana przez przyłączonego do niej prosumenta jako „darmowy” wirtualny magazyn energii, pozwalający uniknąć nakładów inwestycyjnych na rzeczywiste zasobniki. Rzeczywiste zasobniki będą natomiast niezbędne do pracy infrastruktury PME w trybie *off-grid* (także do skutecznego bilansowania mocy).

W przypadku „wirtualnego” zasobnika w postaci sieci elektroenergetycznej nie można oczywiście mówić o rzeczywistej sprawności, a jedynie o sprawności „ekonomicznej”. Sprawność ta zależy od istniejących taryf dla odbiorców końcowych (dla prosumentów) i jest tym samym zróżnicowana. W szczególności jest ona różna dla różnych dostawców z urzędu, mających różne taryfy. Na przykład dla dostawcy Tauron – rejon Gliwice sprawności dla dwóch podstawowych taryf, G11 i G12, można oszacować (w wielkim uproszczeniu) następująco.

1. Taryfa G11. Stawki brutto dla tej taryfy wynoszą: energia – 31,33 gr/kWh, dystrybucja (łącznie z opłata jakościową) – 18,46 gr/kWh, suma – 49,79 gr/kWh, sprawność magazynowania – około 63%, pełny koszt zbilansowanej 1 kWh – 18,46 gr.

2. Taryfa G12. Stawki brutto i oszacowane wielkości są dla tej taryfy różne dla strefy szczytowej i dla strefy pozaszczytowej. Dla pierwszej wynoszą: energia – 41,30 gr/kWh, dystrybucja (łącznie z opłata jakościową) – 24,26 gr/kWh, suma – 65,56 gr/kWh, sprawność magazynowania – około 63%, pełny koszt zbilansowanej 1 kWh – 24,26 gr. Dla drugiej wynoszą natomiast: energia – 20,02 gr/kWh, dystrybucja (łącznie z opłata jakościową) – 4,90 gr/kWh, suma – 24,92 gr/kWh, sprawność magazynowania – około 80%, pełny koszt zbilansowanej 1 kWh – 4,9 gr.

Wykorzystanie wirtualnego zasobnika w postaci sieci elektroenergetycznej napotka na pewno szybko na liczne problemy. Oczywiście, będą to przede wszystkim problemy wynikające z niestabilności polskiego prawa w obszarze energetyki (i gry interesów, w której to grze energetyka WEK ma wielką siłę); trzeba bowiem pamiętać, że wirtualny zasobnik nie jest kategorią fundamentalną, a „prawną/regulacyjną”.

Z drugiej strony, koncepcja tego zasobnika ma bardzo duży potencjał z punktu widzenia pożądanej (w kontekście ogólnej efektywności gospodarczej) intensyfikacji wykorzystania istniejących zasobów przesyłowych sieci elektroenergetycznych. Także w kontekście rozwoju interaktywnego rynku energii elektrycznej (IREE), raport [[Popczyk](#)], w szczególności wysp wirtualnych na tym rynku. (Trzeba podkreślić, że rynek IREE może skutecznie wymusić w nadchodzących latach intensyfikację wykorzystania istniejących zasobów przesyłowych sieci elektroenergetycznych, mimo oporu energetyki WEK).

Oczywiście, w przypadku pracy mikroinfrastruktury PME w trybie *off grid* kategoria wirtualnego zasobnika w postaci sieci elektroenergetycznej nie istnieje. Wtedy rzeczywiste zasobniki energii elektrycznej są niezbędne do regulacji mocy (i tworzą wymagane zasoby regulacyjne mikroinfrastruktury PME). W zagadnieniach bilansowania energii sprawa jest otwarta, bo w tym wypadku istnieje wielka różnorodność potencjalnie możliwych zasobów bilansowych (alternatywne zasobniki ciepła i paliw, DSM/DSR, IoT, agregaty kogoeneracyjne, agregaty prądotwórcze).

Literatura

[Popczyk, Zygmantowski, Michalak, Kielan, Fice] *Koncepcja prosumenckiej mikroinstalacji energetycznej (PME) wg iLab EPRO*. BŻEP, Dział 1.2.09, www.klaster3x20.pl, podstrona CEP.

[Popczyk] *Model interaktywnego rynku energii elektrycznej. Od modelu WEK-NI-EP do modelu EP-NI-WEK*. BŻEP, Dział 1.1.06, www.klaster3x20.pl, podstrona CEP.

Księga Szkocka

Teza. Opisany w zapowiedzi raportu typoszereg części silnoprądowej interfejsu PME ma wielorakie znaczenie dla rozwoju energetyki EP. Przy tym stawia się tu tezę, że jego znaczenie metodologiczne – polegające na pokazaniu przykładu typizacji (standaryzacji, unifikacji rozwiązań prosumenckich – jest nie mniejsze niż znaczenie praktyczne (to ostatnie w wypadku opisanego typoszeregu polega na dobrze już skoordynowanym kompleksowym doborze urządzeń silnoprądowych w prosumenckiej mikroinfrastrukturze, dla największego segmentu energetyki EP, którym jest segment domów jednorodzinnych). Inaczej, zrealizowane prace dotyczące wykreowania typoszeregu interfejsu PME pokazują zasadniczą różnicę metodologii postępowania w energetyce EP w stosunku do postępowania w energetyce WEK. W szczególności widać, że indywidualne projektowanie instalacji w energetyce WEK należy zastąpić doбором urządzeń (chodzi o urządzenia poza tradycyjnymi odbiornikami) i typizacją w energetyce EP.

Przykładowe zadanie do pilnego rozwiązania. Po (wstępnym) ukształtowaniu typoszeregu interfejsu PME w jego części silnoprądowej kolejnym zadaniem staje się ukształtowanie typoszeregu warstwy zarządczo-sterowniczej, czyli warstwy inteligentnej infrastruktury. Ten typoszereg musi mieć zupełnie inny charakter. Mianowicie, w tym wypadku chodzi o typoszereg „jakościowy”, czyli musi to być typoszereg funkcjonalności realizowanych przez interfejs PME, a jeszcze inaczej – typoszereg rodzajów inteligentnej infrastruktury pozwalającej realizować nie tylko usługi energetyczne, ale także cały pakiet różnorodnych usług, charakterystycznych w szczególności dla ukształtowanego w ciągu ostatnich kilkunastu lat domu inteligentnego (wyposażonego np. w magistralę KNX/EIB). Zakład się tu, że inteligentna infrastruktura zdolna skutecznie sterować (regulować, zarządzać) prosumencką mikroinfrastrukturą energetyczną ma bardzo wielki potencjał do zarządzania usługami poza-energetycznymi, którymi jest (może być) zainteresowany prosument.

Jan Popczyk

Datowanie (wersja oryginalna) – 14.06.2015 r.