4/2019 (5)
(16.10.2019)
Kolegium SNKTE Oddział Gliwicki SEP
Temat przewodni: Sieciowy terminal dostępowy (STD). Synteza opisu na PPTE2050
Wyboru tekstów dokonał Piotr Kołodziej
Opracował redakcyjnie Marcin Fice

Komunikat końcowy (wersja beta)

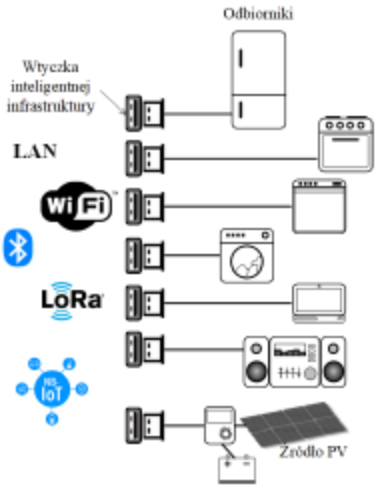
Komunikat końcowy składa się z wybranych fragmentów opracowań przygotowanych przez zespół interdyscyplinarny pod kierunkiem prof. J. Popczyka, dostępnych w Bibliotece PPTE2050 (dwa cykle Raportów: BŹEP i BPEP). Wybór fragmentów był podyktowany koniecznością, wynikającą z dyskusji prowadzonych podczas Kolegiów, dopasowania i określenia ram technicznych (działań inżynierskich) funkcjonowania terminala STD jako elementu pozwalającego na dekompozycję bezpieczeństwa energetycznego. Dekompozycja polega na rozdzieleniu odpowiedzialności za dostawę usług i technologii pomiędzy: operatorów OSP i OSD, w zakresie bezpieczeństwa funkcjonowania sieci i systemu elektroenergetycznego; podmioty rynkowe, w zakresie dostarczenia usług i technologii zaspokajania potrzeb energetycznych.

Przede wszystkim terminal STD jest integralną częścią inteligentnej infrastruktury energetycznej w warstwie technicznej. „*Przy czym najbardziej ogólną rekomendacją w tym zakresie jest ta, która dotyczy stworzenia dla potrzeb energetyki EP-NI terminali dostępowych do sieci rozdzielczych nN-SN. Chodzi w szczególności o terminale na podobieństwo gniazdek służących do przyłączania odbiorników AGD (i innych) oraz opraw oświetleniowych służących do „wkręcania" źródeł światła w wypadku tradycyjnych budynkowych instalacji elektrycznych.*

Poszukiwanie funkcjonalności inteligentnej infrastruktury w obszarze energetyki EP-NI – warunkujących jej (energetyki EP-NI) integrację z sieciami nN-SN za pomocą terminali dostępowych …" [CyklBPEP-Raport2]

Duże znaczenie ma umiejscowienie inteligentnej infrastruktury. Dotyczy to w szczególności urządzeń zapewniających dostęp do usług zaspokajania potrzeb energetycznych dopasowanych do nowego rynku energii, odmiennego od tego, do którego jesteśmy bardzo silnie przyzwyczajeni. Chodzi oczywiście o praktycznie bezwarunkowy dostęp do energii elektrycznej, np. przez natychmiastowe włączenie oświetlenia. Nowy rynek elektroprosumeryzmu polega, w bardzo dużym uproszczeniu, na wysyłaniu żądania z chwilą „przyciśnięcie przełącznika" i oczekiwaniu na zwrotny sygnał zezwalający na uruchomienie urządzenia. Może wydawać się to pomysłem archaicznym, niewyobrażalnym w świecie natychmiastowego dostępu do dóbr i informacji. Jednakże należy zdawać sobie sprawę, że dzięki technologiom informatycznym, np. blockchain, czasy dostępu są bardzo krótkie. Poza tym nie chodzi o wyposażenie każdego urządzenia o element sterujący i komunikacyjny. Dodatkowo posiadacz terminalu STD jest również aktywnym uczestnikiem rynku energii.

„Zatem powstaje unikatowa sytuacja, w której mono rynek energii elektrycznej OZE (i energii użytecznej) będzie się kształtował pod wpływem jego inteligentnej infrastruktury technologicznej, zapewniającej mu połączenie z zasobami technologicznymi KSE (połączenie poprzez terminale sieciowe), a potencjalnie także z infrastrukturą handlową blockchain (poprzez styki technologiczne)." [CyklBPEP-Raport2]



Rys. 17. Koncepcja indywidualnej reakcji na cenę energii przez odbiorniki

[CyklBPEP-Raport4]

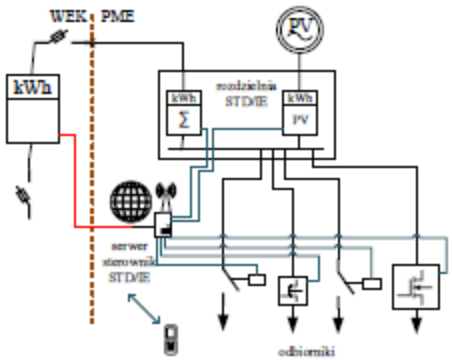
„Synonimem inteligentnej infrastruktury w energetyce WEK (wielkoskalowa energetyka korporacyjna), zwłaszcza w elektroenergetyce jest licznik „inteligentny", który ze sztuczną inteligencją nie ma nic wspólnego (a już na pewno mniej niż ta ostatnia z inteligencją człowieka). Oczywiście, elektroniczny licznik ma istotny potencjał modernizacji rynku energii elektrycznej (również innych rynków energetycznych). Obecnie służy jednak jedynie do wydatkowania miliardów złotych i epatowania opinii publicznej jak bardzo innowacyjna jest korporacyjna energetyka. Faktury wystawiane są natomiast dalej na podstawie prognoz. A stany liczników odbiorcy nieobecni w czasie wizyty „odczytywacza" są zobowiązani przekazywać mu telefonicznie (można już niekiedy za pomocą sms-a)." [CyklBPEP-Raport2]

Przykład wyłącznika światła będącego częścią inteligentnej infrastruktury odzwierciedla dość dobrze sytuację, w jakiej znajdzie się uczestnik rynku energii elektrycznej. Należy zatem rozszerzyć bazę urządzeń wchodzących w skład inteligentnej infrastruktury, a szczególnie w skład terminala STD. Biorąc pod uwagę, że terminal STD będzie umiejscowiony na styku technologicznym, można już zdefiniować, wstępnie, jego strukturę funkcjonalną:

- blok pomiarowy (licznik energii): licznik energii elektrycznej nadal kojarzony jest z urządzeniem wykorzystywanym tylko do rozliczeń. Ta funkcjonalność oczywiście pozostanie, przy czym blok pomiarowy ma również inne zadania. Sterowanie za pomocą inteligentnej infrastruktury to przede wszystkim regulacja mocy i bilansowanie energii w osłonie kontrolnej, w punkcie styku technologicznego. Dlatego blok licznikowy to rozproszony system układów pomiarowych. W sieci nN układy pomiaru parametrów elektrycznych (prąd, napięcie, częstotliwość) i energetycznych (moc, energia) są montowane w typowych gniazdach. Wszystkie układy falownikowe dla źródeł OZE również są

wyposażone w układy pomiaru, a standardem stał się zdalny dostęp do danych pomiarowych. Zdobywający popularność standard Sonoff wykorzystuje układy pomiarowe, których koszt nie przekracza 5$, zapewniając komunikację WiFi oraz zdalny dostęp do danych przez dedykowany serwis internetowy;

- blok kontroli ograniczeń sieciowych: terminal STD w punkcie styku technologicznego inteligentnej infrastruktury z siecią elektroenergetyczną ma zadania nie tylko kontrolować stan w osłonie kontrolnej ale również sprawdzać dostępność sieci (parametrów sieci w punkcie styku technologicznego). Prezentacja pt. „Wpływ fotowoltaiki na siec dystrybucyjną na przykładzie pomiarów wykonanych na terenie gminy Ochotnica Dolna" [Konwersatorium IE, 12.2019] wskazuje na problemy, z jakimi mogą zmagać się operatorzy OSD z sieciami nN nasyconymi źródłami fotowoltaicznymi. Celem prezentacji było również pokazanie rozwiązania problemu przez dodatkowe inwestycje w sieć SN/nN (wymiana transformatora, zwiększenie przekroju linii kablowej). Terminal STD kontrolujący ograniczenia sieciowe, a przede wszystkim terminal STD pozwalający na parametryzowanie ograniczeń sieciowych sprowadziłby zaistniały problem do sterowania profilem mocy u prosumentów i sposobu wykorzystania akumulatorów. Elektroniczne liczniki energii elektrycznej wykonują pomiary prądów i napięć, dlatego kontrola ograniczeń sieciowych może być realizowana nieomal w czasie rzeczywistym;
- blok strażnika mocy: jest to blok mocno związany z blokiem kontroli ograniczeń sieciowych, ale też sterownikiem nadrzędnym. Blok ten kontroluje moc chwilową oraz średnią (dla okresów rozliczeniowych). Fizyczna postać takiego strażnika w najprostszej postaci to stycznik (elektromagnetyczny lub półprzewodnikowy). Jednakże strażnik mocy to urządzenie energoelektroniczne (przekształtnik energoelektroniczny) sterujący mocą pobieraną przez urządzenia. Tego typu urządzenia jedno bądź trójfazowe są produkowane w zakresie mocy do kilkudziesięciu kW. Najczęściej rolą tego typu układów przekształtnikowych jest kontrola mocy w wybranym punkcie instalacji wykorzystując do tego celu akumulator oraz styczniki (np. SMA Sunny Island).
- sterownik nadrzędny;
- blok komunikacji wewnętrznej i zewnętrznej.



Rys. 7. Propozycja struktury terminalu sieciowego i inteligentnej infrastruktury dla domu jednorodzinnego

[CyklBPEP-Raport7]

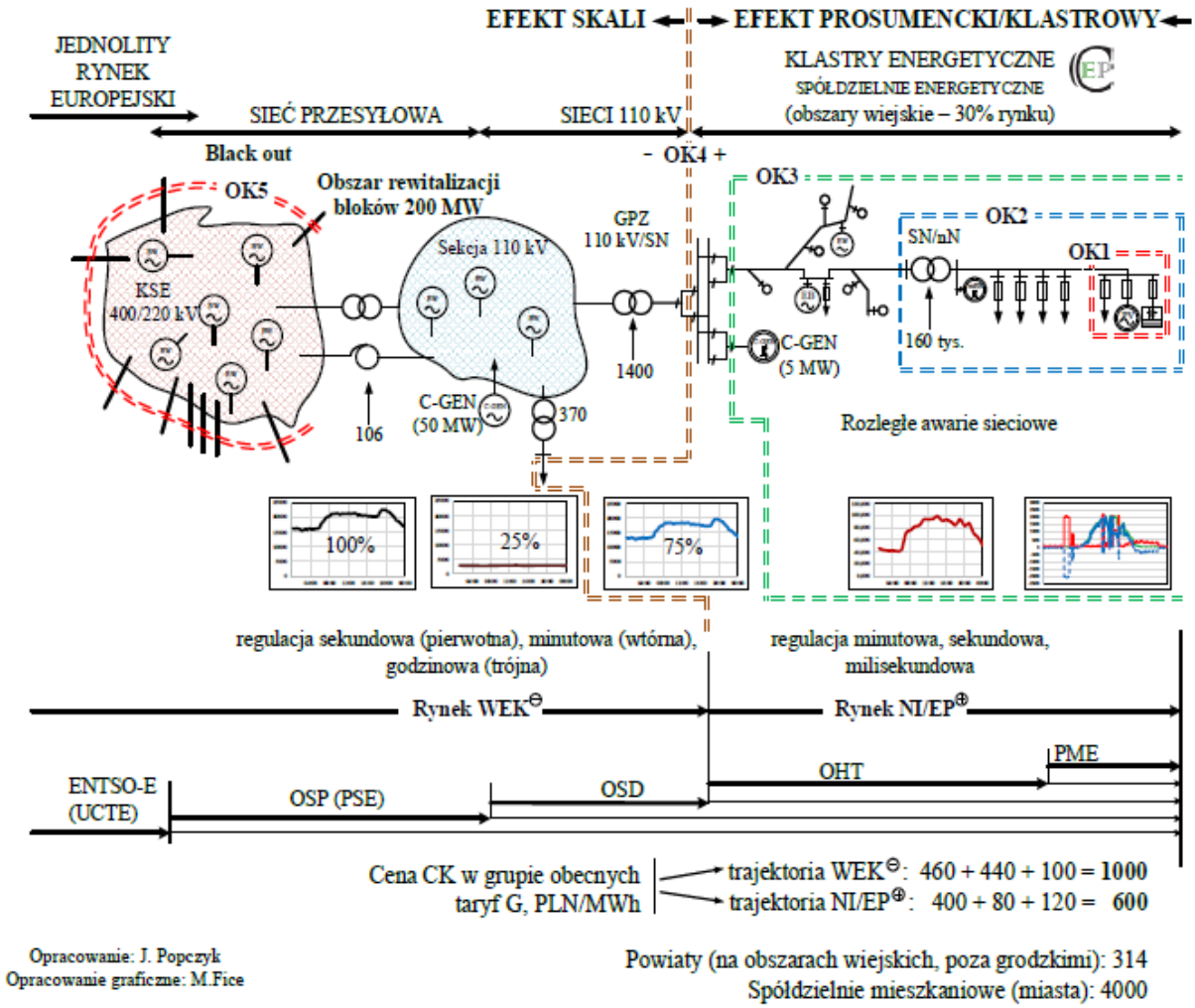
„*W pierwszym obszarze (struktury mono rynku) może (i powinien) być ukształtowany zbiór styków technologicznych obejmujących: prosumenta, a także elektrownię wirtualną (niezależnego inwestora), klaster energetyczny, spółdzielnię energetyczną, wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Także zbiór styków technologicznych obejmujących: system podatkowy (Ministerstwo Finansów) i zasoby WEK (czyli wytwórców, operatora OSP, ale przede wszystkim operatorów OSD i sprzedawców zobowiązanych). Ponadto zbiór styków technologicznych obejmujących: niezależnych sprzedawców, niezależnych operatorów pomiarowych NOP, Internet IoT, kantory walut (krypto walut).*" [CyklBPEP-Raport2]

Terminal dostępowy umieszczony w osłonie kontrolnej (na granicy dwóch osłon kontrolnych), w punkcie styku technologicznego łączy warstwy: sieciową i wytwarzania energii (infrastrukturę techniczną zapewniającą dostęp do energii elektrycznej), ekonomiczną (aby możliwe było zawieranie transakcji handlowych pomiędzy posiadaczami terminali STD ponad siecią, ale z uwzględnieniem praw fizyki, czyli respektując ograniczenia sieciowe) i prawną (aby zawierane transakcje i realizowane przepływu finansowe były zgodne z prawem podatkowym). Wynika z tego, że terminal STD to urządzenie (w skład którego wchodzi zespół urządzeń i oprogramowanie) wymaga certyfikacji, tak jak licznik energii posiada certyfikat Głównego Urzędu Miar, a kasa fiskalna certyfikat Ministerstwa Finansów.

„*Osłona kontrolna służy do wydzielenia charakterystycznej części KSE, rys. 2, umożliwiającej funkcjonowanie charakterystycznego segmentu rynku energii elektrycznej. Podkreśla się, że osłona integrująca infrastrukturę technologiczną KSE z rynkiem energii elektrycznej ma dużo wspólnego z osłonami stosowanymi w termodynamice oraz w informatyce. Jednoznaczne zdefiniowanie osłony kontrolnej w elektroenergetyce jest w szczególności niezbędne (tak jak w termodynamice) do sporządzania poprawnych bilansów mocy i energii dla potrzeb operatorskiego zarządzania ograniczeniami technicznymi (bezpieczeństwo samej infrastruktury i jej otoczenia) oraz do sporządzania poprawnych bilansów energii w procesach rynkowych. Jednocześnie, proponowane osłony mają kluczowe znaczenie (tak jak w informatyce) w kontekście ich wzajemnego komunikowania się; chodzi o zapewnienie komunikowania się osłon w procesie kształtowania infrastruktury sterowniczej oraz o wykorzystanie osłon do komunikowania się uczestników rynku (aspekt informatyczny, przedmiotowy i podmiotowy).*" [CyklBPEP-Raport2]

Proces definiowania osłon kontrolnych można rozpocząć od tych najbardziej podatnych na transformację energetyczną. Mianowicie, są to przede wszystkim prosumenci indywidualni (gospodarstwa domowe) i sektor przedsiębiorstw MMSP, szczególnie kiedy sektor ten został zaliczony formalnie do grupy prosumentów (wg ustawy o OZE). Dalej są to istniejące wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe. W tym sektorze terminal STD odegra dużą rolę w procesie rewitalizacji budownictwa wielomieszkaniowego. Przede wszystkim pozwoli traktować tego typu obiekty jako pojedynczych odbiorców/prosumentów. Nie istnieją żadne bariery formalne aby wspólnota lub spółdzielnia rozliczała się w ramach wskazań jednego licznika znajdującego się na przyłączu obiektu. Właścicielem instalacji wewnątrz obiektu i tak jest właściciel nieruchomości. Takie rozumowanie doprowadzi do uproszczenia formalizmów dotyczących zawierania umów z operatorem OSD oraz sprzedawcami energii. Co więcej, wewnątrz osłony kontrolnej odbywać się może lokalny handel energią, a terminal STD na styku osłony z siecią służy wyłącznie do rozliczeń profilu niezbilansowania osłony OK2. Łatwiej jest dopasować źródła energii (elektrycznej i ciepła) dla grupy odbiorców niż

bilansować prosumentów indywidualnych jednocześnie respektując lokalną infrastrukturę sieciową.



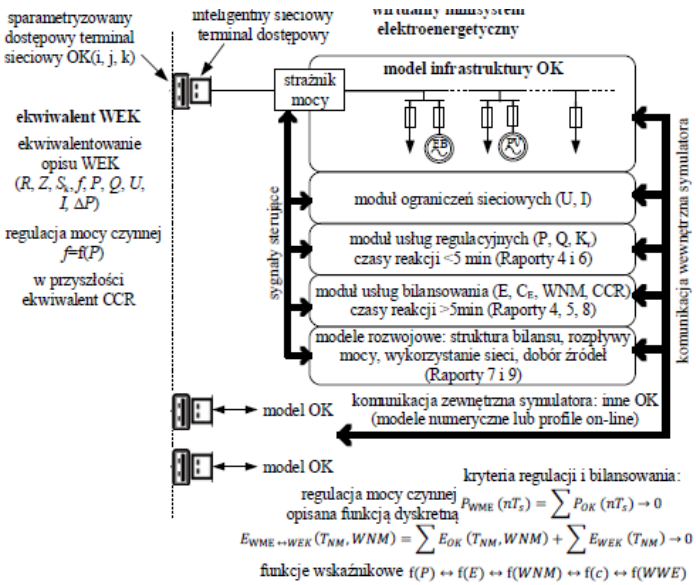
Rys. 2. Synteza zagadnień związanych z przebudową systemu operatorskiego w KSE od scentralizowanego (OSP, OSD) do rozproszonego (zwłaszcza funkcjonującego w osłonach OK1 do OK2) [5]

[CyklBPEP-Raport2]

W przypadku nowych osiedli deweloperskich zastosowanie terminalu STD stwarza warunki dla nowych usług energetycznych. Przede wszystkim upraszcza się infrastruktura techniczna, ponieważ źródła OZE są przyłączone do wspólnej linii zasilającej (en. elektryczna oraz ciepło). Osiedla takie często są wyposażane w agregaty prądotwórcze zapewniające zasilanie awaryjne (UGZ), które mogą być wykorzystane do usług wspomagania systemu KSE w przypadku wystąpienia deficytu mocy. W usłudze takiej mogą brać udział również układy UGZ, które są na wyposażeniu innych obiektów, a także operatorów OSD. Wymaga to jednak odpowiednich regulacji, szczególnie w tym ostatnim przypadku, ponieważ operatorzy OSD formalnie nie mogą wytwarzać i sprzedawać energii elektrycznej. Od strony technicznej

terminal STD dla układu UGZ to przede wszystkim licznik energii elektrycznej oraz układ łącznikowy i synchronizujący z siecią KSE.

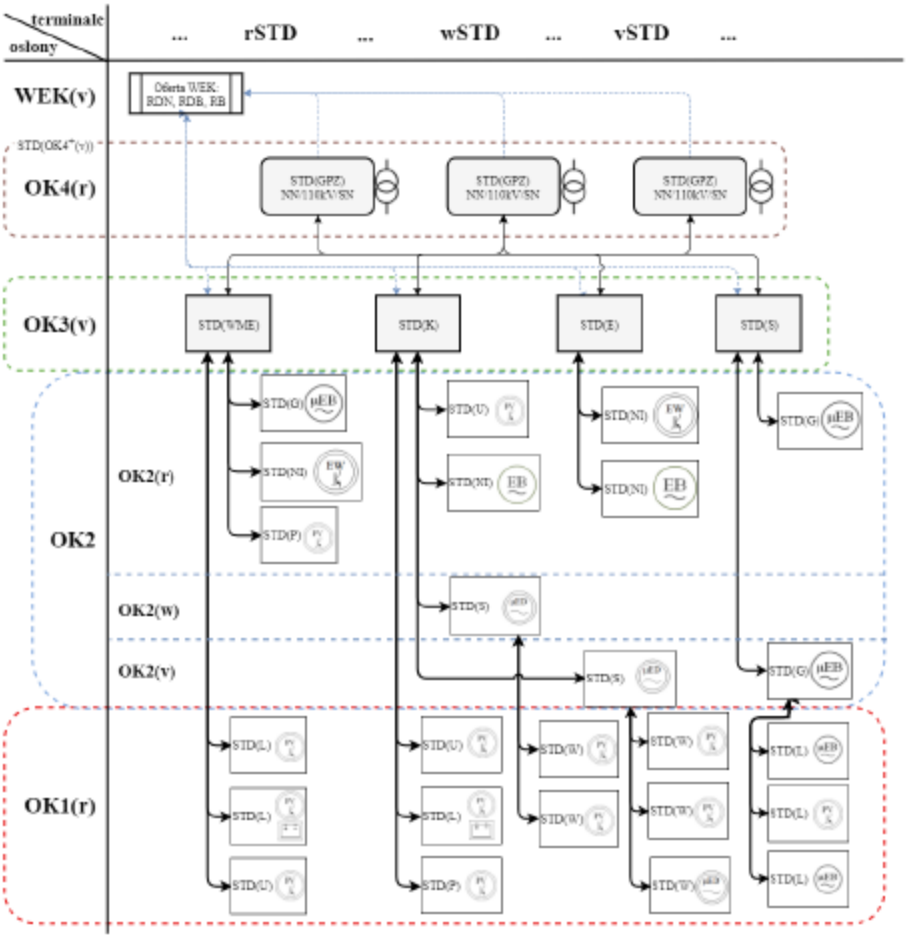
„*Krytyczną sprawą w tym kontekście jest zapewnienie publicznej (w Internecie) obserwowalności profili poszczególnych osłon. Najpierw chodzi o dostępność profili zapotrzebowania energii elektrycznej na osłonach kontrolnych OK2, OK3 i OK4 (osłona OK1 jest tu wyłączona ze zbiory osłon ze względu na ochronę danych osobowych (odbiorców-prosumentów). Znaczenie tych profili wynika z faktu, że stanowią one istotną podstawę jakościową do alokacji inwestycji wytwórczych ze schodzącego rynku WEK na wschodzący mono rynek energii elektrycznej OZE, a także do substytucji na tym ostatnim inwestycji sieciowych za pomocą inwestycji wytwórczych.*”
„*Wreszcie, chodzi o regulację mocy na osłonach kontrolnych. Czyli o alokacją regulacji wtórnej (minutowej) ze schodzącego rynku WEK na wschodzący mono rynek OZE. Podkreśla się natomiast, że otwartą sprawą jest zakres alokacji regulacji pierwotnej, czyli sekundowej.*” [CyklBPEP-Raport2]



Rys. 3. Symulator (*hardwarowo-softwarowy*) WME

Dostęp do profili niezbilansowania osłon kontrolnych w pierwszej kolejności pozwoli na planowanie rozmieszczenia zasobów wytwórczych i zasobnikowych aby nie dopuścić do ich przewymiarowania i w konsekwencji nadmiarowego przesyłu energii pomiędzy osłonami kontrolnymi, w szczególności „w górę”. Przesycenie źródłami w sieci nN prowadzi do kolejnych inwestycji w rozbudowę tej sieci. Jest to niepotrzebne, a nawet szkodliwe, działanie. „Pojemność” energetyczna sieci nN z perspektywy profilu mocy odbiorcy/prosumenta jest bardzo duża. Wystarczy przeanalizować profil na osłonie OK1, gdzie dla typowego zużycia domu jednorodzinnego na poziomie 6 MWh/rok i mocy umownej 15 KW, czas wykorzystania tej mocy wynosi 400 godz. Jeszcze gorzej jest w przypadku profilu rzeczywistego, gdzie moce szczytowe występują w interwałach minutowych, a to oznacza, że można obniżyć moc przyłącza stosując niewielki akumulator dla odbiornika szczytowego. Likwidacja szczytów zapotrzebowania w osłonie OK1 w sposób oczywisty

przenosi się na osłonę OK2, czyli sieć nN. Na drugim biegunie znajdują się sytuacje faktycznego deficytu mocy w krótkich interwałach (w stosunku do długotrwałej mocy pobieranej). Wówczas niedostatki sieci można rekompensować akumulatorami lub źródłami napędzanymi silnikami spalinowymi.



Rys. 3. Poziomy komunikacyjne struktury sieciowej osłon OK i terminali STD na rynku wschodzącym (1)

[CyklBPEP-Raport7]

Struktura logiczna rozmieszczenia terminali STD uwzględnia przede wszystkim ilość i jakość danych przekazywanych na kolejne poziomy osłon kontrolnych. I tak terminale w osłonach OK1 komunikują się przede wszystkim z innymi terminalami w tej samej osłonie. Na wyższy poziom przedostają się dane z profili niezbilansowania i ofert kupna/sprzedaży energii. Natomiast komunikacja „w dół" przenosi informacje o ograniczeniach sieciowych. Taka struktura pozwala na ograniczanie ilości danych jednocześnie zapewniając odpowiednią szybkość działania.

Kolejny podział związany z bilansowaniem energii i regulacją mocy dotyczy fizycznego połączenia terminali komunikujących się w ramach umowy zakupowej lub transakcji indywidualnych. Terminale STD mogą być rzeczywiste (indywidualne, które służą do rozliczania własnego profilu niezbilansowania), węzłowe (dla osłon OK2, np. budynków wielomieszkaniowych, sieci nN) i wirtualne (odbiorcy posiadających więcej niż jeden licznik zlokalizowanych w różnych osłonach kontrolnych, a także wirtualne systemy elektroenergetyczne, klastry energii).

Komunikat podpisali uczestnicy Kolegium

1. Popczyk Jan
2. Kołodziej Piotr
3. Konopka Zdzisław
4. Baranowski Aleksander
5. Bodzek Krzysztof

Datowanie wersji beta Komunikatu: 8.02.2020