

Maciej MRÓZ, Tomasz RODZIEWICZ

Inteligentna dystrybucja

Abstrakt: Aby transformacja energetyczna (TE) była możliwa, oprócz wykorzystania źródeł odnawialnych konieczne jest zastosowanie m.in. nowych technologii pomiarowych, komunikacyjnych i analitycznych. Efektywna transformacja nie zaistnieje bez inteligentnej sieci elektroenergetycznej. Prognozuje się, że do 2030 r. w Unii Europejskiej pojawi się kilkadziesiąt milionów pojazdów elektrycznych i pomp ciepła, nastąpi znacząca elektryfikacja transportu, przemysłu oraz sfery komunalnej. TAURON Dystrybucja S.A. od co najmniej kilku lat prowadzi wiele działań inwestycyjnych oraz badawczo-rozwojowych w tym obszarze. Jednym z przykładów jest projekt mikro sieci. Firma realizuje szereg inicjatyw wspierających rozwój inteligentnej infrastruktury sieciowej, zgodnie z założeniami Strategicznej Agencji Badawczej TAURON Dystrybucja S.A. Kluczowym zadaniem Spółki jest zapewnienie i utrzymanie wysokich standardów jakości energii elektrycznej w zmiennym otoczeniu dynamicznego rozwoju OZE. W tym celu konieczne będzie wytworzenie nowych narzędzi, które pomogą OSD w pełnieniu funkcji moderatora sieci. Komisja Europejska ogłosiła, że zamierza wspierać unijnych operatorów systemu przesyłowego (OSP) i operatorów systemu dystrybucyjnego (OSD) w procesie tworzenia cyfrowego bliźniaka (*digital twin*) europejskiej sieci elektroenergetycznej.

Słowa kluczowe: transformacja, elastyczność, mikro sieć, cyfrowy bliźniak

Kluczowe wyzwania związane z transformacją energetyczną

Transformacja krajowej energetyki staje się faktem. Warunkiem jej efektywności jest zastosowanie nie

tylko źródeł odnawialnych, ale również nowych technologii pomiarowych, komunikacyjnych i analitycznych. Z tego względu nie będzie ona możliwa bez inteligentnej sieci elektroenergetycznej, a co za tym idzie – bez istotnych nakładów na modernizację sieci dystrybucyjnej i wyposażenia jej w odpowiednie urządzenia oraz narzędzia informatyczne.

TAURON Dystrybucja S.A. jest największym dystrybutorem energii elektrycznej w kraju i jej głównym dostawcą na terenie województw: małopolskiego, śląskiego, opolskiego oraz dolnośląskiego. W 2023 r. wysokość nakładów inwestycyjnych Spółki wyniosła ponad 2,77 mld zł (Rys. 1).

Szybki rozwój odnawialnych źródeł energii przyłączanych do sieci dystrybucyjnej i postępująca elektryfikacja (czyli rosnące wykorzystanie energii elektrycznej przez takie technologie jak m.in. elektromobilność, magazynowanie energii czy pompy ciepła) – to jedne z głównych wyzwań TAURON Dystrybucja S.A. Do tego dochodzą wyzwania związane z dużą zmiennością generacji, gwałtownym wzrostem lub spadkiem zapotrzebowania na energię czy wahaniami napięcia.



Rys. 1. Podstawowe dane na temat sieci elektroenergetycznej TAURON Dystrybucja S.A.

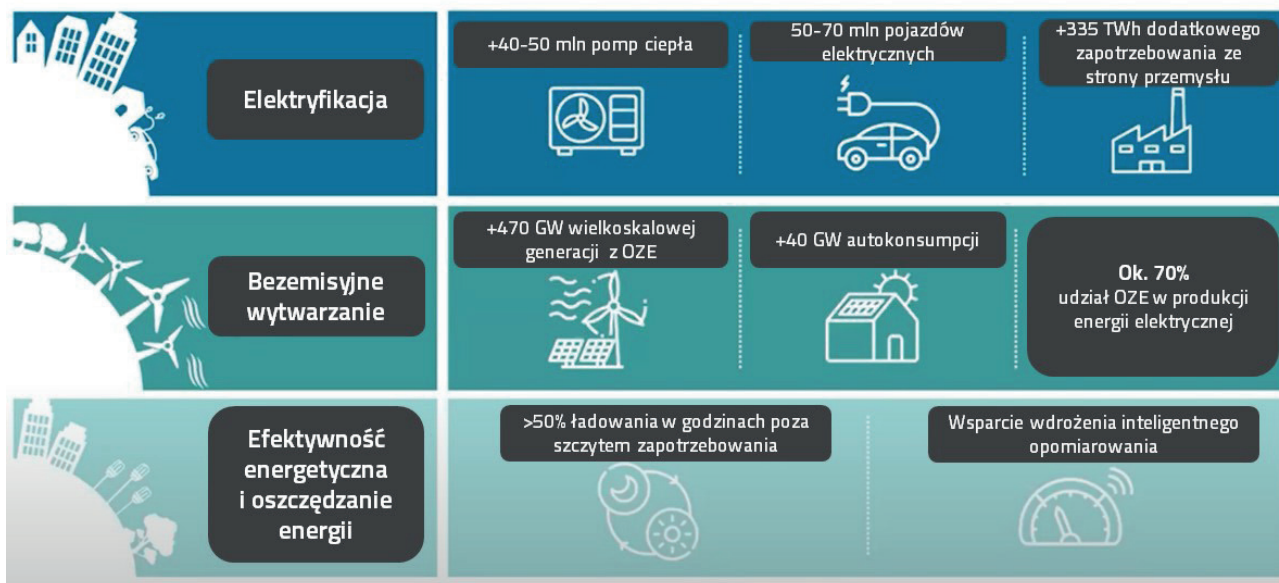
Sporo problemów wynikających z rozwoju generacji rozproszonej pośród prosumentów pojawia się w sieciach niskiego napięcia (nN). W szczycie generacji z mikroinstalacji energia z sieci nN coraz częściej jest transformowana do sieci średniego napięcia (SN) oraz sieci wysokiego napięcia (WN). Konieczne jest wdrożenie nowych rozwiązań technologicznych, ale także – co ważniejsze – regulacji stymulujących elastyczność po stronie zapotrzebowania na energię.

Prognozy transformacji energetycznej pokazują, że do 2030 r. w Unii Europejskiej pojawi się kilkadziesiąt milionów pojazdów elektrycznych i pomp ciepła oraz nastąpi znacząca elektryfikacja transportu, przemysłu i sfery komunalnej (Rys. 2). Bezemisyjne wytwarzanie będzie skutkowało pojawieniem się w Europie dodatkowej generacji wielkoskalowej o mocy co najmniej kilkudziesięciu gigawatów, a także istotnym wzrostem liczby instalacji prosumeckich. Coraz ważniejszą rolę będą odgrywać efektywność energetyczna oraz oszczędzanie energii. Konieczne będzie także zastosowanie nowych narzędzi umożliwiających zwiększenie elastyczności systemu elektroenergetycznego oraz wzrost inteligentnego opomiarowania.

Inteligenta dystrybucja

Jednym z istotnych elementów transformacji energetycznej jest rozwój inteligentnej sieci elektroenergetycznej. W TAURON Dystrybucja S.A. od co najmniej kilku lat prowadzony jest szereg działań inwestycyjnych, a także badawczo-rozwojowych w tym obszarze. Ruch sieciowy w TAURON Dystrybucja S.A. wykorzystuje dynamiczną obciążalność linii WN, postępuje automatyzacja sieci, wdrażane są stopniowo rozwiązania klasy FDIR (*Fault Detection, Isolation and Restoration*). Rośnie liczba liczników zdalnego odczytu (już ok. 1 mln klientów jest wyposażonych w takie liczniki). Większość stacji SN/nN posiada liczniki bilansujące. Postępuje robotyzacja procesów obsługi klienta oraz automatyzacja procesów wewnętrznych. Rozwijane są systemy typu SCADA, wdrażany jest system monitorowania jakości energii elektrycznej. Firma zdobywa doświadczenie w zakresie magazynowania energii oraz zasad efektywnej współpracy magazynów z siecią dystrybucyjną. Poszukiwane są metody, usługi oraz narzędzia umożliwiające zwiększenie elastyczności sieci.

Jednym z przykładów prac koncentrujących się na współdziałaniu sieci z energetyką rozproszoną



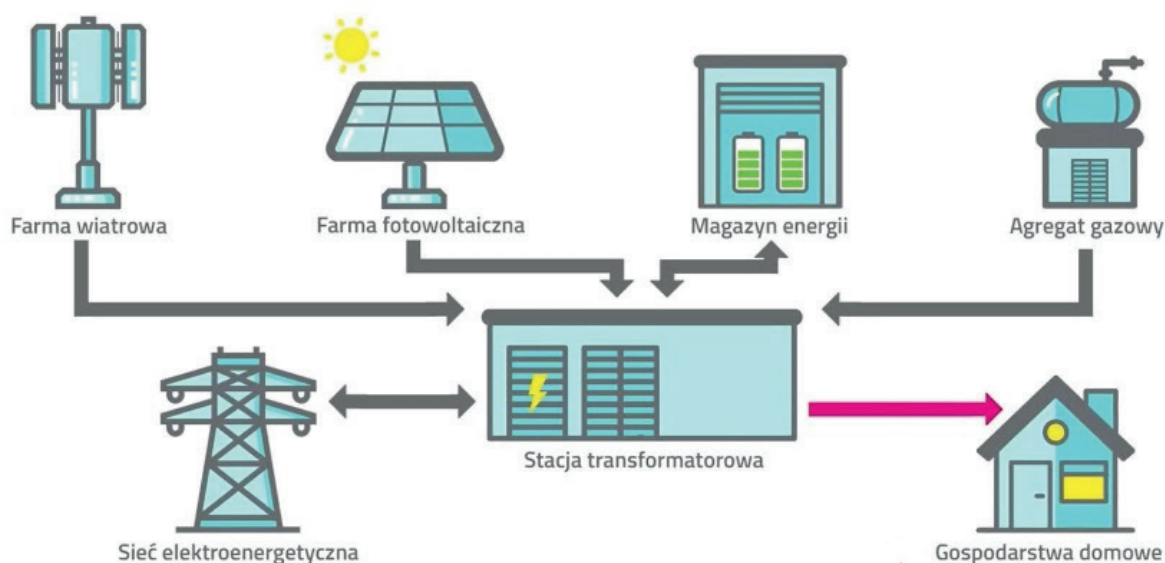
Rys. 2. Prognozy transformacji energetycznej w Unii Europejskiej na rok 2030 (źródło: 3rd E.DSO Projects in the Spotlight, Richard Vidlička – Chair of the Innovation & Research Committee of E.DSO)

jest projekt mikrosieci zrealizowany przy współpracy z innymi spółkami Grupy TAURON. Konsorcjum w ramach projektu „Model funkcjonowania energetyki rozproszonej 2.0 – samobilansujące się obszary sieci elektroenergetycznej” dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ze środków Unii Europejskiej (Projekt M-GRID) zbudowało pilotażową mikrosieć energetyczną w Bytomiu. Poszczególne prace badawczo-rozwojowe obejmowały projektowanie, budowę i eksploatację mikrosieci z wykorzystaniem własnej instalacji pilotażowej. W efekcie powstała w pełni funkcjonalna instalacja pilotażowej mikrosieci gwarantująca dostawy energii elektrycznej dla odbiorców do niej przyłączonych. Docelowo mikrosieci przyczynią się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego, ograniczenia strat przesyłu energii, zwiększenia jej jakości, poprawy niezawodności i elastyczności systemu elektroenergetycznego.

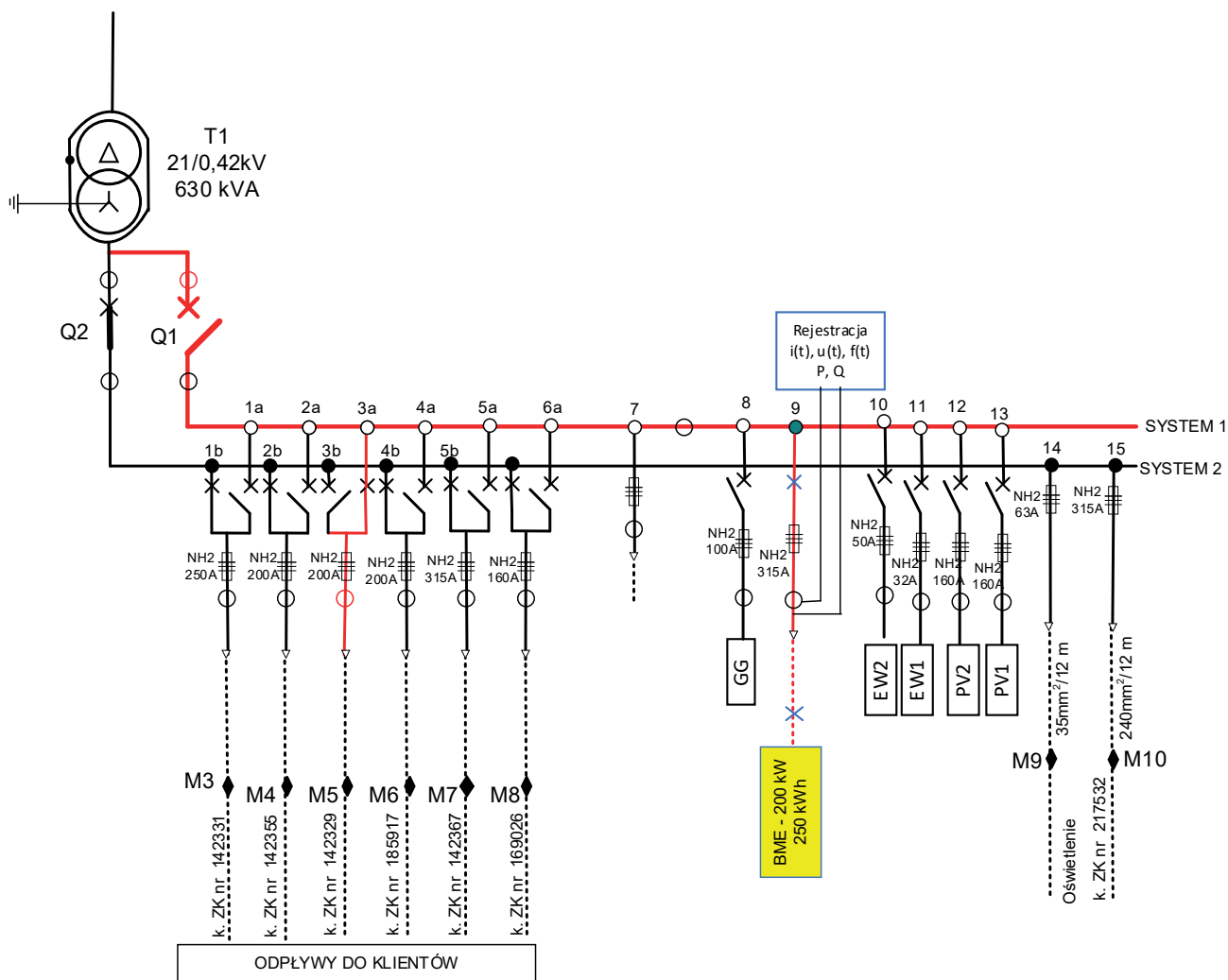
Mikrosieć energetyczna to fizycznie wydzielony obszar zasilania w energię elektryczną obejmujący lokalne źródła energii (głównie bazujące na technologiach odnawialnych źródeł energii – OZE) oraz ich odbiorców (Rys. 3). Źródłem bilansującym odpowiedzialnym za właściwe parametry jakości energii elektrycznej jest najczęściej magazyn energii (źródło

odniesienia). W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa pracy mikrosieci zabudowuje się dodatkowo źródła stabilizacyjne (np. agregaty produkujące energię z gazu lub biopaliw), które umożliwiają pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną, kiedy generacja ze źródeł OZE nie jest wystarczająca. Mikrosieć może być połączona z lokalną siecią dystrybucyjną energii elektrycznej (mikrosieć zsynchronizowana), ale może pracować również zupełnie niezależnie (wyspowo). Nad zarządzaniem pracą mikrosieci oraz bilansowaniem popytu i podaży energii elektrycznej czuwa specjalny system IT – sterownik mikrosieci (scentralizowany lub zdecentralizowany).

Głównym celem mikrosieci zlokalizowanej w Bytomiu jest zapewnienie określonej grupie odbiorców zasilania w energię elektryczną, z możliwością chwilowej intencjonalnej pracy wyspowej. Praca wyspowa oznacza, że wydzielony obszar sieci dystrybucyjnej (mikrosieć) może w określonym przedziale czasowym pracować zupełnie niezależnie od sieci dystrybucyjnej. Pilotażowa mikrosieć jest zlokalizowana w obrębie istniejącej sieci dystrybucyjnej nN zasilanej z innowacyjnej stacji SN/nN z dwusystemową rozdzielnicą nN (Rys. 4). Wszyscy odbiorcy zasilani z przedmiotowej stacji posiadają inteligentne układy pomiarowe.



Rys. 3. Przykładowy schemat mikrosieci



Rys. 4. Innowacyjna stacja transformatorowa SN/nN z dwusystemową rozdzielnicą nN

W TAURON Dystrybucja S.A. nadrzędnym względem systemu sterowania pracą mikro sieci jest system dyspozytorski SCADA, co oznacza, że proces tworzenia układu wyspowego jest możliwy każdorazowo po dostawieniu systemu zarządzania mikro siecią w systemie SCADA. Stacja transformatorowa SN/nn wyposażona jest w system automatyki i kontroli umożliwiający elastyczne sterowanie pracą sieci w obrębie rozdzielni nN.

Pilotażowa mikro sieć obejmuje – oprócz innowacyjnej stacji transformatorowej – przyłączone do niej następujące źródła energii elektrycznej:

- farma fotowoltaiczna – 2 × 94,5 kW,
- turbiny wiatrowe – 5 × 9,8 kW,
- magazyn energii – 200 kW, 250 kWh,
- generator gazowy – 36 kW.

Poszczególne źródła wytwórcze mają osobne przyłącza elektryczne nN zgodnie z zapisami miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz określonymi warunkami przyłączenia. Jednocześnie wszystkie źródła OZE i magazyn energii są przystosowane do pracy wyspowej (off-grid).

Mikro sieć może pracować w trybie synchronicznym (praca normalna on-grid) z siecią dystrybucyjną oraz intencjonalnie w trybie pracy wyspowej (praca off-grid). Podstawowym trybem pracy mikro sieci jest tryb on-grid.

Operator TAURON Dystrybucja S.A. realizował też (ze środków własnych oraz różnych europejskich funduszy pomocowych) projekty badawczo-rozwojowe, które wspierają rozwój inteligentnej infrastruktury sieciowej.

Wśród nich warto wymienić, takie jak:

- „Opracowanie innowacyjnego systemu skutecznego monitorowania i wspierania urządzeń zabezpieczeniowych spełniających założenia DMS (Distribution Management System) wraz z opracowaniem prototypu sterowników zabezpieczeń (w tym sygnalizatorów) na sieci SN” – celem projektu jest opracowanie bardziej skutecznych i elastycznych narzędzi automatyzacji pracy sieci z wykorzystaniem rozwiązań typu FDIR.
- „Zintegrowany System Diagnostyki Sieciowej” – projekt zakładał przeprowadzenie prac B+R w celu stworzenia prototypu systemu informacyjnego wspomagającego proces zarządzania populacją transformatorów WN/SN. Wdrożenie rezultatów w Spółce nastąpiło w ramach odrębnego projektu.
- „Opracowanie i przetestowanie adaptacyjnego systemu magazynowania energii elektrycznej w oparciu o drugie życie baterii pochodzących z pojazdów elektrycznych” – celem projektu była budowa i testy prototypu innowacyjnego systemu magazynowania energii elektrycznej wykorzystującego baterie z transportu elektrycznego (m.in. wspierającego stabilną pracę sieci dystrybucyjnej) oraz stworzenie procedur, które znajdą zastosowanie w procesie kwalifikacji baterii do ponownego użycia.
- „Demonstracyjny projekt zastosowania stacjonarnego systemu magazynowania energii jako elementu stabilizacji pracy sieci oraz element Smart Grid” – w ramach tego projektu w SE Cieszanowice wybudowano system magazynowania energii z bateriami LTO o mocy znamionowej powyżej 3 MVA i pojemności użytecznej ponad 770 kWh.
- „Opracowanie narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji w zakresie doboru technologii ładowania autobusów elektrycznych oraz lokalizacji infrastruktury ładowania” – projekt miał na celu stworzenie metodologii optymalnego doboru technologii ładowania autobusów elektrycznych, uwzględniającej specyfikę flotową

przedsiębiorstw komunikacyjnych oraz uwarunkowania po stronie TAURON Dystrybucja S.A. W wyniku prac B+R powstał prototyp narzędzia, które analizuje parametry infrastruktury elektroenergetycznej oraz parametry transportowe operatora floty autobusów i pozwoli na świadczenie usługi doboru optymalnego systemu ładowania autobusów w sposób ograniczający nakłady inwestycyjne po stronie OSD.

Ponadto realizowane są następujące projekty badawczo-rozwojowe:

- „Elastyczna Dystrybucja B+R – prototyp narzędzia symulacyjnego” – celem projektu jest opracowanie prototypu narzędzia, które ma wspomagać Spółkę w podejmowaniu decyzji o zakupie usług elastyczności. Szybki wzrost liczby odnawialnych źródeł energii przyłączonych do sieci dystrybucyjnej OSD pociąga za sobą wzrost zapotrzebowania na modernizację sieci dystrybucyjnej oraz konieczność wdrożenia takich narzędzi do prowadzenia ruchu sieci, które umożliwią lokalne wykorzystanie generacji rozproszonej poprzez stymulowanie odpowiednich zachowań użytkowników sieci dystrybucyjnej. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 wskazuje na konieczność wprowadzenia usług elastyczności na poziomie regulacji krajowych. Plany rozwoju sieci będą musiały obejmować również wykorzystanie usług elastyczności, efektywności energetycznej, instalacji magazynowania energii lub innych zasobów, które OSD ma wykorzystać jako rozwiązanie alternatywne dla rozbudowy systemu.
- „Monitorowanie zwarć międzyfazowych oraz doziemnych parametrów sieci w sieciach napowietrznych SN” – celem projektu jest ocena możliwości monitorowania i poprawności wykrywania zwarć międzyfazowych oraz doziemnych w sieci kompensowanej przez automatykę wymuszania składowej czynnej na potrzeby zmniejszenia wartości wskaźników jakościowych CTP (czas trwania przerw) i CP (częstość przerw) w sieciach napowietrznych.

- „Zintegrowany system diagnostyki sieci kablowych” – celem projektu jest budowa prototypu informatycznego narzędzia (modułu/systemu) analitycznego wspomagającego zarządzanie liniami kablowymi i zmiana sposobu zarządzania majątkiem sieci kablowej w TD.
- „Opracowanie narzędzia wspierającego współpracę z klastrami energii w zakresie udostępniania i przetwarzania danych pomiarowych” – celem projektu jest opracowanie, przetestowanie i wdrożenie funkcjonalności aplikacji eLicznik WO dla nowego segmentu klientów – klastrów energii i społeczności energetycznych.

Spółka współpracowała z jednostkami naukowo-badawczymi przy większości wyżej wymienionych projektów, a także kontynuowała współpracę ze środowiskiem naukowym na innych polach. Spółka TAURON Dystrybucja S.A. powołała radę naukową złożoną z przedstawicieli takich uczelni, jak Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Częstochowska, Politechnika Opolska, Politechnika Śląska, Politechnika Warszawska czy Politechnika Wroclawska. W ramach tej współpracy opublikowano wyniki pikniku naukowego poświęconego oddziaływaniu OZE (w szczególności elektrowni fotowoltaicznych) na pracę sieci elektroenergetycznej i gotowości elementów instalacji fotowoltaicznych do współpracy z siecią na warunkach wynikających z sukcesywnie wprowadzanych do obowiązywania właściwych kodeksów sieci.

Strategiczna Agenda Badawcza

Strategiczna Agenda Badawcza (SAB) to plan działania w obszarze badań, rozwoju i innowacji TAURON Dystrybucja S.A., który pełni funkcję mapy drogowej. Opisuje kierunki rozwoju innowacji w obszarze operatora systemu dystrybucyjnego (Rys. 5). SAB jest skierowana do szerokiego grona interesariuszy: jednostek badawczych, dostawców innowacyjnych rozwiązań, biznesu, klientów czy pomysłodawców innowatorów.

Celem działalności badawczo-rozwojowej prowadzonej przez TAURON Dystrybucja S.A. jest wsparcie rozwoju OSD oraz realizacja celów biznesowych. Wdrożenie innowacyjnych rozwiązań w Spółce jest procesem wieloetapowym, wymagającym zaangażowania zarówno ze strony biznesowej, jak i technologicznej. Rozwój nowych obszarów biznesowych poprzedzamy analizą zapotrzebowania na technologię oraz identyfikacją naszych potrzeb rozwojowych. Pomysły na nowe rozwiązania, w zależności od etapu rozwoju i poziomu gotowości technologicznej (TRL – *Technology Readiness Level*), wymagają przygotowania koncepcji, organizacji pilotażu lub udoskonalenia produktu końcowego, jak również dopracowania modelu biznesowego.



Rys. 5. Kierunki badawcze w TAURON Dystrybucja S.A. opisane w Strategicznej Agendzie Badawczej Spółki

Ze względu na fakt, że podstawowym zadaniem TAURON Dystrybucja S.A. jest prowadzenie działalności biznesowej polegającej na dystrybucji energii elektrycznej, firma preferuje projekty o możliwie najwyższym poziomie gotowości technologicznej. Do realizacji kwalifikowane są konkretne, potwierdzone badaniami rozwiązania, które mogą przynieść korzyść w postaci oszczędności, efektywności lub zadowolenia klienta.

Oprócz analizy technologicznej rozwiązań i możliwości ich wdrożenia, weryfikowane są również wymagania infrastrukturalne, informatyczne oraz kadrowe. Dla naszych partnerów przygotowaliśmy wytyczne zawarte w polityce własności intelektualnej. W operacjonalizacji SAB uczestniczą zespoły o zróżnicowanym charakterze i zakresie obowiązków.

W zależności od specyfiki, potrzeb, zaawansowania i celu projektu angażowane są odpowiednie zasoby.

Zapewnienie jakości i niezawodności dostaw

Kluczowym zadaniem OSD jest zapewnienie i utrzymanie wysokich standardów jakości energii elektrycznej w zmiennym otoczeniu dynamicznego rozwoju OZE. W związku z tym w sferze zainteresowań Spółki pozostaje rozbudowa zdolności magazynowych służących optymalizacji pracy sieci dystrybucyjnej. Zwiększając poziom automatyzacji pracy sieci, a także rozwijając zdolności magazynowe, chcemy stać się aktywnymi uczestnikami rynku usług elastyczności. W tym obszarze napotykamy m.in. następujące wyzwania:

- optymalny rozwój infrastruktury sieciowej dostosowany do potrzeb zmian w otoczeniu;
- szybka i precyzyjna diagnostyka, identyfikacja wrażliwych punktów infrastruktury sieci, predykcja potencjalnych uszkodzeń komponentów sieci elektroenergetycznej w celu zapobiegania awarii oraz utrzymania odpowiednich parametrów jakościowych dostarczanej energii elektrycznej;
- rozwijanie automatycznej operatywności systemu podczas stanów awaryjnych oraz wykrywanie miejsca uszkodzenia;
- wykorzystanie systemów magazynowania energii oraz przygotowanie się do wykorzystania rynku usług elastyczności w celu zapewnienia stabilności pracy sieci;
- rewitalizacja elementów infrastruktury sieciowej.

Zaspokojenie potrzeb użytkowników systemu dystrybucyjnego

Ponieważ preferencje i potrzeby użytkowników sieci dystrybucyjnej cały czas się zmieniają, rośnie także ich świadomość, konieczne jest dążenie do tego, aby w sposób opłacalny ekonomicznie integrować w systemie nowe źródła energii elektrycznej (w tym OZE)

oraz odbiorców energii elektrycznej, w tym takich, którzy korzystają z pomp ciepła i pojazdów elektrycznych. Sieć dystrybucyjna ma być platformą, dzięki której użytkownicy systemu dystrybucyjnego realizują swoje cele użytkowe i biznesowe. Do ich osiągnięcia konieczne są następujące elementy:

- gotowość sieci do zwiększenia udziału przyłączonych źródeł odnawialnych, magazynów energii oraz infrastruktury ładowania pojazdów;
- utrzymanie odpowiednich parametrów dostarczanej energii elektrycznej oraz zapewnienie bezpieczeństwa pracy sieci w środowisku dynamicznie zwiększającej się liczby rozproszonych źródeł energii;
- dostosowanie cyfrowych kanałów komunikacji do potrzeb użytkowników systemu oraz struktury rynku.

Wykorzystanie potencjału digitalizacji i analityka danych

W TAURON Dystrybucja S.A. prowadzone są prace badawcze i rozwojowe w obszarze digitalizacji oraz zarządzania danymi, czyli dotyczące ich efektywnego gromadzenia, weryfikowania, przechowywania, ochrony, przetwarzania w dużej ilości, a także ochrony przed atakami w cyberprzestrzeni. Do odpowiedzi na wyzwania bardziej zdecentralizowanego systemu energetycznego, w którym zarówno energia, jak i informacje będą musiały płynąć w obu kierunkach, potrzebne są elastyczne, skalowalne narzędzia. Konsekwencją wzrostu liczby urządzeń pomiarowych, w tym liczników zdalnego odczytu, oraz rozwoju rozproszonych źródeł energii jest wzrost wolumenu danych. Wiąże się on z takimi kwestiami, jak:

- rozwój technologii cyfrowych i informatycznych w obszarze zarządzania danymi, pozwalający na kompleksowe wnioskowanie i podejmowanie decyzji na podstawie informacji z różnych obszarów operacyjnych;
- wykorzystanie analityki dużych zbiorów danych z inteligentnej infrastruktury pomiarowej do dostarczenia realnej wartości biznesowej;

- wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań ukierunkowanych na transformację cyfrową, w tym cyfryzację procesów biznesowych, optymalne wykorzystanie technologii chmurowych oraz sztucznej inteligencji, przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu bezpieczeństwa wdrażanych rozwiązań;
- zarządzanie procesem odczytu danych pomiarowych dla całej populacji inteligentnych liczników oraz sprawne udrażnianie zdalnej transmisji;
- wdrażanie nowoczesnych cyfrowych miejsc pracy, w tym pracy w terenie, m.in. przez wprowadzanie nowoczesnej komunikacji, pracy grupowej, wykorzystanie automatyzacji procesów związanych z wykonywaniem obowiązków służbowych;
- zwiększenie bezpieczeństwa danych w urządzeniach końcowych i automatyzacja procesów zarządzania tymi urządzeniami.

Operator systemu dystrybucyjnego jako moderator lokalnych rynków energii

Transformacja energetyczna staje się faktem, a w związku z tym zmienia się nie tylko rola operatorów systemów dystrybucyjnych, ale również charakter przepływów w sieci. Istotną funkcją OSD – oprócz dystrybucji energii – będzie stabilizacja pracy tej sieci. Ponieważ z pewnością będzie rosła rola lokalnych rynków energii, to do OSD będzie należało moderowanie tych rynków, w celu ułatwienia współpracy lokalnym użytkownikom sieci, przy poszanowaniu interesów wszystkich interesariuszy (Rys. 6).

Konieczne będzie stworzenie nowych narzędzi, które pomogą operatorom w pełnieniu takiej funkcji. Komisja Europejska ogłosiła, że zamierza wspierać unijnych operatorów systemu przesyłowego (OSP) i operatorów systemu dystrybucyjnego (OSD) w procesie tworzenia cyfrowego bliźniaka (*digital twin*) europejskiej sieci elektroenergetycznej, będącego zaawansowanym wirtualnym modelem tej sieci (Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego...). Celem cyfrowego bliźniaka jest zwiększenie wydajności sieci i uczynienie jej bardziej inteligentną, a tym samym – podniesienie poziomu inteligencji nie tylko samych sieci, ale również systemu energetycznego rozumianego jako całość. Cyfrowy bliźniak ma powstać dzięki skoordynowanym inwestycjom przeprowadzonym w pięciu następujących obszarach:

- 1) obserwowalność i możliwość kontrolowania,
- 2) wydajna infrastruktura i planowanie sieci,
- 3) operacje i symulacje zwiększające odporność sieci,
- 4) aktywne zarządzanie systemem i prognozowanie służące wsparciu elastyczności i odpowiedzi odbioru,
- 5) wymiana danych między OSP a OSD.

Cyfrowy bliźniak nie powstanie od razu – jego utworzenie będzie wiązało się w nadchodzących latach z koniecznością ustawicznego inwestowania i podejmowania działań w obszarze innowacji.

Aby OSD mogli pełnić nowe funkcje, wdrażać i stosować nowe narzędzia, należy uwzględnić obecne oraz przyszłe regulacje prawne, ale przede wszystkim konieczny jest dalszy rozwój technologii oraz inwestycje. Trzeba zwrócić uwagę, że rosnąca cyfryzacja nie zastąpi niezbędnych inwestycji w infrastrukturę, ale



Rys. 6. Rola TAURON Dystrybucja S.A. w procesie transformacji energetycznej

umożliwi bardziej efektywne jej wykorzystanie i lepsze planowanie jej rozwoju. A więc, poza wydatkami na cyfryzację, należy także pamiętać o konieczności dysponowania środkami na rozwój i modernizację samej sieci, infrastruktury pomiarowej i powiązanej z nimi infrastruktury ICT.

7 listopada 2022 r. Urząd Regulacji Energetyki i pięciu największych krajowych operatorów systemów dystrybucyjnych podpisał *Kartę efektywnej transformacji sieci dystrybucyjnych polskiej energetyki*. W pracach nad przygotowaniem dokumentu uczestniczyli m.in. przedstawiciele pięciu resortów normujących funkcjonowanie polskiego sektora elektroenergetyki: Ministerstwa Klimatu i Środowiska, Ministerstwa Aktywów Państwowych, Pełnomocnika Rządu ds. Strategicznej Infrastruktury Energetycznej, Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej oraz Ministerstwa Rozwoju i Technologii.

Dokument przewiduje, że do 2030 r. powinno nastąpić przyłączenie do sieci dużej liczby nowych źródeł wytwórczych OZE, co pozwoli na uzyskanie w roku 2030 ponad 20 GW źródeł słonecznych (PV) o potencjale produkcyjnym 21 TWh rocznie, ponad 14 GW lądowych elektrowni wiatrowych o potencjale produkcyjnym 37 TWh rocznie oraz 11 GW morskich elektrowni wiatrowych o potencjale produkcyjnym 40 TWh/rok. W tym okresie do sieci przyłączonych zostanie również ok. 2 mln nowych odbiorców. Konieczne są więc wzrost cyfryzacji oraz automatyzacji sieci i usług, zwiększenie elastyczności sieci i aktywności uczestników rynku oraz rozwój nowych produktów i usług.

Jeśli transformacja energetyczna ma być skuteczna, należy pamiętać o wszystkich wyżej wymienionych kierunkach inwestycji, a cyfryzacja nie może być dla nich środkiem zastępczym. Inwestując w nowe technologie i rozwijając je, należy być świadomym szans i zagrożeń z nimi związanych, a także dobrze zarządzać ryzykami wynikającymi z nowych rozwiązań. Dzięki transformacji energetycznej korzyści mogą odnieść operatorzy systemów energetycznych, firmy technologiczne, użytkownicy sieci, a także instytucje publiczne. Transformacja energetyczna będzie efektywna i skuteczna dzięki inteligentnej sieci dystrybucyjnej, pracującej bezpiecznie i stabilnie.

Bibliografia:

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE.
- Karta efektywnej transformacji sieci dystrybucyjnych polskiej energetyki, <https://www.ure.gov.pl/pl/urzadz/informacje-ogolne/aktualnosci/10630,Rynek-energii-elektrycznej-historyczne-porozumienie-sektorowe-regulatora-i-opera.html> [dostęp: 5.01.2024].
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-społecznego i Komitetu Regionów. Transformacja cyfrowa systemu energetycznego – plan działania UE, <https://www.gov.pl/attachment/f070d005-8e9f-408c-bac9-4da755fb8012> [dostęp: 5.01.2024].
- Projekt M-GRID, <https://www.tauron-dystrybucja.pl/o-spolce/innowacje/projekt-mgrid> [dostęp: 1.02.2024].

Smart distribution

Abstract: To support energy transformation and development of renewable resources, it is necessary to use, among others: new measurement, communication and analytical technologies. An effective energy transformation will not be possible without smart grid. It is forecasted that by 2030, several dozen million electric vehicles and heat pumps will appear in the European Union. And there will be significant electrification of transport, industry and the municipal sphere. TAURON Dystrybucja has been conducting a lot of investments, as well as research and development activities in this area for at least several years. One example is a microgrid project. The company implements many projects supporting the development of intelligent network infrastructure, in accordance with the assumptions of the Strategic Research Agenda. The key task of the Company is to ensure and maintain high standards of electricity quality in the changing environment of dynamic development of renewable energy sources. It will be necessary to create new tools that will support the DSO in performing the function of grid moderator. The European Commission announced its intention to support EU transmission system operators (TSOs) and distribution system operators (DSOs) in the process of creating a Digital Twin of the European electricity grid.

Keywords: transformation, flexibility, microgrid, digital twin

Maciej Mróz

TAURON Dystrybucja S.A.



Tomasz Rodziewicz

TAURON Dystrybucja S.A.

