

KONWERSATORIUM INTELIGENTNA ENERGETYKA

28.04.2026, godz. 15:00-18:00)

Tematy przewodnie:

Luty 2026: Elektroprosumeryzm w praktyce inżynierskiej i eksploatacyjnej

Marzec 2026: Odporność i konkurencyjność w transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu

Kwiecień 2026: Społeczna energetyka odpowiedzią na wyzwania XXI wieku

Program:

15:10 – Społeczności energetyczne – studium przypadku Człuchów

Poseł Stanisław Lamczyk

15:25 – Konsument, obywatel, wspólnota w transformacji energetycznej państwa.

Prof. Bożena Ryszawska, Magdalena Rozwadowska, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

16:10 – Demokracja energetyki w Polsce i Europie

Prof. Kacper Szulecki, Norweski Instytut Spraw Międzynarodowych

16:55 – Społeczności Energetyczne w Polsce i w UE

Dariusz Szwed, Stowarzyszenie Elektroprosumentów Obywatelska Społeczność Energetyczna

17:40 - Otwarta dyskusja.

Program skonsolidował:
Dariusz Szwed

Spotkanie odbędzie się w formie online:

Dane spotkania

Spotkanie online na platformie zoom.us. W celu dołączenia do spotkania należy kliknąć poniższy link:

<https://zoom.us/j/93779086178?pwd=bmdOYVVDbkJOeXlNVjJiVG8lOHpQQT09>

Meeting ID: 937 7908 6178

Passcode: KIE

Jeżeli pojawi się problem z otwarciem linku, można go skopiować i wkleić bezpośrednio w pasek adresu przeglądarki. Spotkanie będzie aktywne od 14:50.

Kolejne spotkanie: 26 maja 2026 r.

Komunikat do Konwersatorium z dnia 24 marca 2026 r.

Opracował: Krzysztof Bodzek

Temat przewodni styczniowego konwersatorium to: *Odporność i konkurencyjność w transformacji energetycznej do elektroprosumeryzmu*. W spotkaniu uczestniczyli przedstawiciele środowiska parlamentarnego, naukowego, organizacji pozarządowych, energetyki WEK, sektora MMSP oraz samorządów.

Z prezentacjami można zapoznać się na stronie <https://ppte2050.pl/>, natomiast wystąpienia dostępne są na kanale [Platforma Elektroprosumeryzmu](#).

Posel Stanisław Lamczyk (online). Prelegent wskazał, że transformacja energetyczna przestała być postrzegana wyłącznie w kategoriach klimatycznych i ekonomicznych, a coraz wyraźniej ujawnia się jej wymiar bezpieczeństwa państwa, odporności infrastrukturalnej oraz stabilności gospodarczej. Zaznaczono, że ceny energii w sposób bezpośredni wpływają na funkcjonowanie odbiorców oraz całej gospodarki, co wzmacnia znaczenie zagadnień związanych z organizacją sieci elektroenergetycznych.

W dalszej części wypowiedzi wskazano, że po zagadnieniach dotyczących przyłączeń kolejnym obszarem wymagającym zmian pozostają sieci dystrybucyjne. Podkreślono, że krajowy system elektroenergetyczny nadal ma charakter silnie scentralizowany, odmienny od modeli rozwijanych w części państw europejskich, gdzie większą rolę odgrywają struktury rozproszone. Oceniono, że taki model zwiększa ryzyko systemowe, natomiast projektowane dotychczas inwestycje jedynie częściowo odpowiadają na potrzeby rozwoju.

Odnosząc się do uwarunkowań regulacyjnych, wskazano na znaczenie krajowego planu w dziedzinie energii i klimatu jako podstawy do dalszych prac nad mechanizmami wyznaczającymi tempo i kierunek transformacji. Zaznaczono jednocześnie, że kluczowe znaczenie ma nie tylko kierunek zmian, ale również architektura samej sieci. Wskazano, że obecny model sprzyja przeciążeniom i zaburzeniom pracy systemu, których skutkiem są ograniczenia pracy źródeł oraz odłączenia.

Podkreślono również znaczenie innowacyjności w przebudowie sieci dystrybucyjnych. Wskazano na potrzebę wdrażania rozwiązań technicznych i organizacyjnych wspierających rozwój energetyki rozproszonej, w tym sieciowych terminali dostępowych oraz mechanizmów umożliwiających sprawniejsze funkcjonowanie spółdzielni energetycznych. Zaznaczono, że ich rozwój wymaga nie tylko instrumentów wsparcia, ale także rzeczywistej współpracy ze strony operatorów.

W dalszej części wypowiedzi zwrócono uwagę na problem dostępu do danych. Wskazano, że część operatorów nie przekazuje informacji, które zgodnie z ustawą powinny być udostępniane spółdzielniom energetycznym. Oceniono, że praktyka ta utrudnia rozwój lokalnych struktur energetycznych i świadczy o traktowaniu ich jako konkurencji, a nie jako elementu wzmacniającego bezpieczeństwo i elastyczność systemu. Zaznaczono, że sytuacja ta wymaga zmian zarówno organizacyjnych, jak i regulacyjnych.

Na zakończenie podkreślono, że przebudowa modelu działania operatorów sieci dystrybucyjnych powinna stanowić element szerszej zmiany podejścia do transformacji energetycznej. Wskazano, że większa rola struktur rozproszonych, lokalnego bilansowania oraz energetyki obywatelskiej może zwiększać odporność systemu na zakłócenia, przerwy w dostawach energii oraz sytuacje kryzysowe.

Dyskusja. W dyskusji wskazano, że obecne inwestycje koncentrują się głównie na wzmacnianiu sieci przesyłowych, zwłaszcza w północnej części kraju, co wiąże się z rozwojem offshore i planowanymi dużymi źródłami wytwórczymi. Jednocześnie zwrócono uwagę, że zagęszczenie sieci w Polsce pozostaje wyraźnie mniejsze niż w Niemczech czy Francji, co utrudnia lokalne bilansowanie energii.

Podkreślono, że szczególne problemy występują na poziomie sieci średniego i niskiego napięcia, gdzie nadal widoczne są ograniczenia przesyłowe, napięciowe oraz niedostateczny poziom opomiarowania. Zaznaczono, że o ile sieci przesyłowe są w dużej mierze monitorowane, o tyle w sieciach dystrybucyjnych świadomość sytuacyjna operatorów pozostaje ograniczona.

W dalszej części dyskusji oceniono, że część środków inwestycyjnych kierowana jest na wdrażanie liczników zdalnego odczytu i przygotowanie systemu CESIRE. Wskazano jednak, że przedłużające się opóźnienia we wdrożeniu tego systemu utrudniają przekazywanie danych spółdzielniom energetycznym, które często otrzymują je w formie niewystarczającej do sprawnego funkcjonowania. Oceniono, że realizacja obowiązków informacyjnych przez operatorów nadal w wielu przypadkach nie odpowiada oczekiwaniom standardowi.

Tadeusz Bąk (online): [Rolnictwo w transformacji gospodarki i budowania jej konkurencyjności. Tani wodór i energia dla przemysłu, tanie produkty dla rolnictwa.](#) Prelegent omówił koncepcję wykorzystania gospodarki obiegu zamkniętego oraz synergetyki jako podstawy budowy nowej przewagi konkurencyjnej polskiej gospodarki. Wskazano, że przy odpowiednim łączeniu procesów energetycznych, przemysłowych, chemicznych, rolniczych i odpadowych możliwe jest uzyskanie jednocześnie efektów biznesowych, środowiskowych oraz bezpieczeństwa energetycznego. Podkreślono, że Polska dysponuje znaczącymi zasobami wewnętrznymi, obejmującymi m.in. biomasę, odpady, zasoby OZE, infrastrukturę przemysłową oraz kompetencje techniczne i naukowe, które mogą stanowić podstawę do szybkiego wdrażania rozwiązań.

W dalszej części wypowiedzi przedstawiono pojęcie synergetyki, rozumianej jako integracja procesów i budowa łańcuchów wartości pomiędzy sektorami dotychczas funkcjonującymi w dużej mierze odrębnie. Oceniono, że zasadniczym problemem nie jest obecnie brak technologii, lecz brak odpowiedniego modelu zarządzania oraz koordynacji międzysektorowej. Zaznaczono, że technologie potrzebne do realizacji takich procesów są znane i nie niosą istotnych ryzyk technologicznych, natomiast barierę stanowią przede wszystkim decyzje menedżerskie, organizacyjne i polityczne.

Szczególną uwagę zwrócono na możliwość wykorzystania energii oraz energii odpadowej, które obecnie są tracone w dużej skali. Jako przykład wskazano terminale LNG w Świnoujściu i planowane instalacje w Gdańsku, gdzie wraz z importowanym gazem dostarczana jest również energia niskotemperaturowa, która mogłaby zostać wykorzystana do produkcji skroplonych gazów technicznych, takich jak azot, tlen i argon. W ocenie prelegenta pozwoliłoby to obniżyć koszty funkcjonowania przemysłu chemicznego, ograniczyć straty systemowe oraz zmniejszyć obciążenia ponoszone przez odbiorców i przedsiębiorstwa.

Podobnie omówiono możliwość zagospodarowania ciepła odpadowego z elektrowni termicznych. Wskazano, że znaczna część energii chemicznej paliwa jest obecnie tracona w procesach chłodzenia, podczas gdy dostępne są technologie pozwalające odzyskać część tej energii i ponownie wykorzystać ją w postaci energii elektrycznej. Oceniono, że takie podejście mogłoby zwiększać efektywność wykorzystania paliw, ograniczać koszty wytwarzania oraz wzmacniać bezpieczeństwo systemu elektroenergetycznego.

Prelegent szeroko odniósł się również do roli samorządów i lokalnych struktur energetycznych. Wskazano, że odpowiednio zaprojektowane układy bazujące na lokalnych zasobach OZE, magazynach energii i rozwiązaniach spółdzielczych mogą istotnie obniżyć koszty energii oraz zwiększać poziom samowystarczalności. Przywołano przykład analiz wykonanych dla jednego z samorządów, w których wykazano możliwość osiągnięcia wysokiego poziomu odporności energetycznej przy jednoczesnym znaczącym obniżeniu kosztów energii oraz ograniczeniu obciążenia krajowego systemu elektroenergetycznego.

Istotnym elementem wystąpienia było omówienie możliwości produkcji taniego wodoru, nawozów azotowych oraz paliw syntetycznych. Wskazano, że przy właściwym połączeniu procesów wytwarzania energii, zagospodarowania CO₂, wykorzystania tlenu i ciepła procesowego możliwe jest uzyskanie wodoru po bardzo niskich kosztach wytworzenia. Zaznaczono również, że synteza mocznika oraz paliw syntetycznych może odbywać się bez wykorzystania drogiego gazu ziemnego i przy znacząco niższych emisjach. W ocenie prelegenta odpowiednio skonfigurowane procesy synergiczne mogą prowadzić do wielokrotnego obniżenia kosztów produkcji nawozów oraz paliw względem obecnych rozwiązań.

W dalszej części przedstawiono znaczenie biomasy o niskiej zawartości wilgoci jako surowca dla procesów zgazowania i dalszej syntezy chemicznej. Podkreślono, że biomasa może stanowić podstawę produkcji m.in. DME, metanolu oraz mocznika, a także energii elektrycznej i ciepła procesowego. Zwrócono uwagę, że w takim modelu możliwe jest równoczesne zawracanie tlenu do procesu zgazowania oraz wykorzystanie CO₂ w syntezach chemicznych, co zwiększa efektywność całego układu. Oceniono, że tego typu rozwiązania mogą stanowić brakujące ogniwo między niestabilnymi źródłami OZE a klasyczną energetyką systemową.

Prelegent podkreślił również znaczenie rolnictwa jako sektora, który może pełnić znacznie większą rolę w procesie transformacji gospodarczej niż dotychczas. Wskazano, że rolnictwo nie powinno być postrzegane wyłącznie jako dostawca surowca, lecz jako element systemu produkującego wysoko przetworzone wyroby, nawozy, paliwa oraz komponenty dla gospodarki obiegu zamkniętego. Omówiono przykłady wykorzystania kukurydzy i wierzby energetycznej do wytwarzania suchej masy, mocznika i paliw syntetycznych. Zaznaczono także, że dodatkowe nawożenie może prowadzić do zwiększonej

absorpcji CO₂ oraz wyższej emisji tlenu, co w ocenie prelegenta uzasadnia tezę o potrzebie zmiany paradygmatu w polityce środowiskowej i spojrzeniu na węgiel oraz biomasę w sposób bardziej procesowy niż emisyjny.

W kontekście konkurencyjności gospodarki wskazano, że Polska dysponuje dużą powierzchnią nieużytków oraz znacznymi zasobami biomasy, które mogłyby zostać wykorzystane do produkcji paliw syntetycznych i nawozów. Oceniono, że pozwoliłoby to ograniczyć import paliw kopalnych i gazu ziemnego, a jednocześnie zwiększyć wartość dodaną w rolnictwie i przemyśle. Zwrócono uwagę, że podobnie jak w przypadku produktów spożywczych wysoko przetworzonych, Polska zbyt często eksportuje surowiec, a importuje gotowy, droższy produkt końcowy. Wskazano, że synergetyka mogłaby odwrócić ten model i przyczynić się do budowy nowych przewag konkurencyjnych.

Prelegent odniósł się ponadto do możliwości wykorzystania DME jako paliwa zastępującego LPG i częściowo olej napędowy. Zaznaczono, że paliwo to może być transportowane i magazynowane w sposób zbliżony do LPG, a dostępne już rozwiązania techniczne umożliwiają jego stosowanie także w transporcie ciężkim. W ocenie prelegenta rozwój tego typu paliw, podobnie jak zagospodarowanie metanu z kopalń, może w przyszłości stanowić istotny element budowy krajowej samowystarczalności paliwowej i przemysłowej.

Na zakończenie podkreślono, że synergetyka została przedstawiona jako program gospodarczy łączący bezpieczeństwo, rozwój i samowystarczalność. Wskazano, że jej wdrożenie mogłoby prowadzić do obniżenia kosztów transformacji, wzrostu zatrudnienia, zwiększenia wpływów podatkowych oraz poprawy konkurencyjności krajowego przemysłu, rolnictwa i sektora energetycznego. Oceniono, że kierunek ten został już częściowo zasygnalizowany w działaniach administracji publicznej dotyczących paliw syntetycznych, jednak dla osiągnięcia efektu skali konieczne są dalsze decyzje strategiczne i konsekwentna koordynacja międzysektorowa.

Dyskusja. W dyskusji doprecyzowano, że wskazywane w prezentacji bardzo niskie koszty wodoru są możliwe pod warunkiem włączenia go w układ, w którym stanowi on produkt uboczny lub współprodukt innych operacji technologicznych. Zaznaczono, że w przypadku produkcji wodoru realizowanej jako samodzielny proces, z wykorzystaniem odrębnie budowanych źródeł i elektrolizerów, koszty pozostają istotnie wyższe i zbliżone do poziomów rynkowych. Podkreślono również, że zasadniczą barierą wdrożeniową nie są same technologie, lecz decyzje organizacyjne, inwestycyjne i zarządcze związane ze zmianą dotychczasowego modelu działania.

W dalszej części dyskusji zwrócono uwagę, że rozwiązania multienergetyczne i synergiczne wpisują się również w aktualne kierunki programów badawczych i wdrożeniowych Unii Europejskiej. Wskazano, że w takich układach energia elektryczna nie zawsze powinna być oddawana bezpośrednio do sieci, lecz może być przetwarzana na inne nośniki lub produkty, takie jak ciepło czy wodór. Oceniono, że kierunek ten wzmacnia bezpieczeństwo ekonomiczne i ogranicza zależność od importowanych surowców.

Robert Wawrety (online): [Elektrownie termiczne a woda](#). Prelegent omówił wpływ elektrowni termicznych na zasoby wodne, wskazując, że zagadnienie to staje się coraz istotniejsze w warunkach postępującej zmiany klimatu oraz narastających niedoborów wody. Zaznaczono, że choć elektrownie tradycyjne nie mieszczą się w koncepcji elektroprosumeryzmu, to analiza ich oddziaływania na środowisko wodne dostarcza dodatkowych argumentów na rzecz zmiany modelu krajowej energetyki.

W dalszej części wypowiedzi wskazano, że elektrownie termiczne w Polsce pobierają około 5 mld m³ wody rocznie, co stanowi około 60% całkowitego poboru wody w gospodarce krajowej. Podkreślono, że skala oddziaływania na zasoby wodne jest ściśle związana ze stosowanym systemem chłodzenia. Oceniono, że najbardziej problematyczne są jednostki wyposażone w otwarte systemy chłodzenia, które pobierają bardzo duże ilości wody, a następnie odprowadzają ją podgrzaną do rzek. Zwrócono uwagę, że różnica temperatury wynosi zwykle około 10°C, ale w praktyce może być istotnie wyższa. Wskazano również na dodatkowe straty wody związane z parowaniem.

Prelegent zaznaczył, że funkcjonowanie elektrowni z otwartymi systemami chłodzenia może prowadzić do naruszania przepływów nienaruszalnych, rozumianych jako minimalne przepływy niezbędne do utrzymania życia biologicznego w rzece. Omówiono także sytuację części jednostek wyposażonych w zamknięte systemy chłodzenia, wskazując, że również one, zwłaszcza na małych i średnich ciekach, mogą powodować problemy z dochowaniem wymaganych przepływów biologicznych. Oceniono, że zjawisko to będzie narastać wraz z pogłębianiem się deficytów wodnych.

W dalszej części wystąpienia przedstawiono wyniki analiz dotyczących lokalizacji istniejących i planowanych elektrowni gazowych na tle obszarów niedoboru wód. Wskazano, że znaczna część tych jednostek została zlokalizowana na obszarach poddanych istotnej presji wodnej. Zaznaczono również, że w wielu przypadkach nowe bloki gazowe przez kilka kolejnych lat będą funkcjonować równolegle z blokami węglowymi, co oznacza kumulację oddziaływań i dodatkowy wzrost poboru wody.

Prelegent podkreślił, że najtrudniejsza sytuacja pod względem dostępności zasobów wodnych dotyczy obecnie górnej Odry i górnej Warty, ale problemy widoczne są również w innych zlewniach. W tym kontekście wskazano, że alternatywą dla mokrych systemów chłodzenia mogą być systemy suche lub hybrydowe, a także jednostki gazowe pracujące bez części parowej, charakteryzujące się znacznie mniejszym zapotrzebowaniem na wodę. Zaznaczono jednak, że z punktu widzenia ochrony zasobów wodnych najkorzystniejsze byłoby odchodzenie od rozwoju dużych bloków termicznych wymagających stałego poboru wody.

Na zakończenie wskazano, że kierunki zmian widoczne są również w innych państwach, czego przykładem są Stany Zjednoczone, gdzie w ostatnich latach ograniczono udział otwartych systemów chłodzenia, a rosło znaczenie układów zamkniętych i suchych. Oceniono, że także w Polsce planowanie energetyki powinno w większym stopniu uwzględniać ograniczenia wynikające z dostępności zasobów wodnych.

Dyskusja. W dyskusji podkreślono, że bezpieczeństwo energetyczne nie może być analizowane wyłącznie w kategoriach ekonomicznych, lecz również przez pryzmat wpływu na środowisko i dostępność zasobów wodnych. Zaznaczono, że ograniczanie zużycia wody powinno być jednym z istotnych kryteriów oceny technologii wytwórczych, zwłaszcza w długim horyzoncie funkcjonowania źródeł. Wskazano również, że skala poboru wody przez energetykę termiczną w Polsce jest bardzo duża, a problem ten należy rozpatrywać przede wszystkim w odniesieniu do zasobów wód słodkich.

W dalszej części dyskusji zwrócono uwagę, że presja na zasoby wodne może dodatkowo wzrastać wraz ze zmianą klimatu oraz zmianami stosunków wodnych. Oceniono, że planowanie nowych dużych jednostek wytwórczych powinno w większym stopniu uwzględniać ryzyko ograniczeń hydrologicznych w perspektywie wieloletniej. Zaznaczono również, że poza samym poborem wody należy brać pod uwagę także inne oddziaływania środowiskowe, w tym skutki termicznego zrzutu wód oraz straty biologiczne w ekosystemach rzecznych.

Jarosław Michalak (online): [Realizacja wybranych funkcji NC RfG w przekształtnikach energoelektronicznych](#). Prelegent omówił zagadnienia techniczne związane z przekształtnikami energoelektronicznymi współpracującymi ze źródłami OZE, koncentrując się na funkcjach dodatkowych wymaganych przez kodeksy sieciowe, a nie tylko na samym przekazywaniu energii do sieci. Zaznaczono również, że część rozwiązań może stanowić podstawę do realizacji bardziej zaawansowanych funkcji, w tym pracy zbliżonej do wirtualnych generatorów synchronicznych.

W pierwszej części wystąpienia przedstawiono podstawowe topologie przekształtników. Omówiono typowy układ dwupoziomowy z filtrem LCL, wskazując, że pracuje on jako sterowane źródło napięcia wykorzystywane do kształtowania prądu w punkcie przyłączenia do sieci. Zaznaczono, że rozwiązanie to umożliwia symetryczne sterowanie mocą w fazach oraz może być stosowane również w pracy wyspowej, zwłaszcza przy współpracy z magazynami energii. Następnie przedstawiono układ trójpoziomowy, w którym możliwe jest niezależne sterowanie mocą czynną i bierną w każdej fazie. Oceniono, że mimo większej liczby elementów i bardziej złożonego sterowania rozwiązanie to zapewnia większą funkcjonalność, możliwość pracy czteroprzewodowej oraz wyższą sprawność.

W dalszej części wypowiedzi omówiono klasyczny sposób pracy przekształtników współpracujących ze źródłami OZE. Wskazano, że typowy układ obejmuje stopień DC/DC odpowiedzialny za wyznaczenie punktu mocy maksymalnej oraz stopień DC/AC realizujący współpracę z siecią. Podkreślono, że przekształtniki tego typu pracują najczęściej jako układy grid-following, synchronizujące się z napięciem sieci i sterowane w taki sposób, aby regulować składową czynną i bierną prądu w wirującym układzie odniesienia. Zaznaczono, że w normalnych warunkach podstawowym celem jest przekazywanie mocy czynnej do sieci, natomiast te same struktury mogą być wykorzystywane także do generacji mocy biernej oraz do funkcji aktywnego filtrowania.

Istotną część prezentacji poświęcono wymaganiom wynikającym z kodeksu NC RfG. Wskazano, że dla jednostek typu A i B kluczowe znaczenie mają funkcje związane z reakcją na zmiany częstotliwości

i napięcia. Omówiono tryb LFSM-O, w którym po przekroczeniu określonego progu częstotliwości przekształtnik powinien redukować moc czynną zgodnie z zadaniem statycznym. Zaznaczono, że realizacja tej funkcji bazuje na bieżącym pomiarze częstotliwości i bardzo szybkiej korekcie wartości zadanej mocy, a sama redukcja może być przeprowadzana z bardzo dużą dynamiką.

Następnie omówiono funkcję regulacji mocy biernej w zależności od napięcia. Wskazano, że przy wzroście napięcia przekształtnik powinien przechodzić na charakter indukcyjny, a przy obniżeniu napięcia na charakter pojemnościowy. Podkreślono, że dla większych jednostek możliwe jest także zdalne oddziaływanie na wartość generowanej mocy biernej przez odpowiednie kanały komunikacyjne. Zaznaczono ponadto, że przy nadmiernym wzroście napięcia wymagane jest również ograniczanie mocy czynnej.

Prelegent szeroko omówił także wymagania dotyczące pozostawiania w pracy podczas zapadów napięcia. Wskazano, że przekształtniki powinny utrzymywać się w pracy zarówno podczas zwarć symetrycznych, jak i niesymetrycznych, w zależności od głębokości i czasu trwania zakłócenia. Podkreślono, że po ustąpieniu zakłócenia powinno nastąpić odtworzenie mocy czynnej. Dodatkowo zaznaczono, że w czasie zakłóceń jednostki powinny realizować szybkie wsparcie sieci przez generację odpowiednich składowych prądu biernego. Omówiono sposób realizacji tych funkcji na podstawie analizy składowej zgodnej i przeciwnej napięcia oraz dynamicznego kształtowania odpowiedzi prądowej przekształtnika.

W kolejnej części wystąpienia przedstawiono zagadnienia związane z przekształtnikami typu grid-forming. Wskazano, że w przeciwieństwie do układów grid-following nie synchronizują się one bezpośrednio z napięciem sieci, lecz pracują jako sterowane źródła napięcia, które samodzielnie kształtują amplitudę i częstotliwość napięcia. Zaznaczono, że rozwiązania te mogą pracować zarówno z siecią, jak i w trybie wyspowym, a także płynnie przechodzić pomiędzy tymi stanami. Oceniono, że mogą one realizować funkcje emulacji inercji oraz tłumienia oscylacji, jednak wymagają odpowiednio większej przeciążalności przekształtników.

Omówiono również zastosowanie wirtualnej impedancji oraz charakterystyk typu P-f i Q-U. Wskazano, że narzędzia te pozwalają poprawiać stabilność pracy, wspierać działanie zabezpieczeń oraz umożliwiać równoległą pracę wielu przekształtników, także o różnych mocach znamionowych. Zaznaczono, że dzięki temu możliwe jest tworzenie wyspowych układów zasilania, w których obciążenie rozkłada się pomiędzy urządzenia w sposób zdecentralizowany. Prelegent wskazał również na możliwość wykorzystania modeli wirtualnej maszyny synchronicznej, w których emulowane są elementy odpowiadające bezwładności i tłumieniu generatora synchronicznego.

Na zakończenie oceniono, że rozwój rozwiązań grid-forming może mieć istotne znaczenie dla przyszłego funkcjonowania systemów elektroenergetycznych o wysokim udziale źródeł przekształtnikowych. Zaznaczono jednak, że ich praktyczne zastosowanie wymaga odpowiednio przygotowanych przekształtników o zwiększonej przeciążalności oraz najczęściej współpracy z magazynami energii, ponieważ tylko wtedy możliwe jest zapewnienie odpowiedniej rezerwy mocy czynnej. Wskazano również, że zagadnienie to pozostaje intensywnie rozwijane badawczo, a szczególnie duża aktywność w tym obszarze widoczna jest w ośrodkach chińskich.

Dyskusja. W dyskusji podkreślono, że realizacja funkcji typu grid-forming w przekształtnikach energoelektronicznych jest możliwa, jednak wymaga bardziej zaawansowanych rozwiązań sprzętowych i sterowniczych niż w przypadku klasycznych układów grid-following. Wskazano, że prace badawcze w tym obszarze są intensywnie prowadzone przede wszystkim w Chinach oraz w wybranych krajach europejskich, zwłaszcza tam, gdzie występuje duże nasycenie systemu źródłami OZE. Zaznaczono, że dotychczasowe wdrożenia opierają się głównie na współpracy źródeł odnawialnych z magazynami energii, a nie na samych źródłach OZE.

W dalszej części dyskusji zwrócono uwagę, że istotną barierą pozostaje koszt przekształtników zdolnych do pracy grid-forming, wynikający przede wszystkim z konieczności zapewnienia większej przeciążalności prądowej. Podkreślono jednak, że rozwiązania te mogą oferować właściwości korzystniejsze niż klasyczne źródła synchroniczne, zwłaszcza w zakresie emulacji inercji i wspomaganie pracy systemu elektroenergetycznego.

Odnosząc się do kwestii częstotliwości, wyjaśniono, że wirtualny generator synchroniczny nie ustawia dowolnie częstotliwości pracy, lecz w stanie ustalonym dostosowuje się do częstotliwości występującej w systemie. Zaznaczono, że jego rola ujawnia się przede wszystkim w stanach

dynamicznych, kiedy układ poprzez emulację momentu bezwładności reaguje na zmiany częstotliwości i zapotrzebowania na moc. Wskazano również, że przy samym załączeniu do sieci możliwe jest programowe przyjęcie warunków początkowych odpowiadających stanowi systemu, co ogranicza przeciążenia w chwili synchronizacji.

Podkreślono, że rozwiązania grid-forming nie są jeszcze technologią powszechnie wdrożoną, lecz pozostają na etapie badań i testów. Oceniono, że przez pewien czas nadal konieczne będzie utrzymywanie w systemie źródeł zapewniających klasyczną inercję wirujących mas, jednak dalszy rozwój funkcjonalności przekształtników może stopniowo zmieniać sposób funkcjonowania całego systemu elektroenergetycznego.

Podpisali: **Posel Stanisław Lamczyk**, **Tadeusz Bąk** (C-GEN SYSTEMS Sp. Z O. O.), **Robert Wawręty** (Towarzystwa na rzecz Ziemi), **Jarosław Michalak** (Politechnika Śląska, ENEL - PC Sp. z o. o.)