

dr inż. Józef Chmiel  
Oddział Gliwicki SEP  
Koło Terenowe nr 17

dr Tomasz Müller  
Stowarzyszenie Klaster 3x20

## Konwersatorium Inteligentna Energetyka 2017 sprawozdanie ze spotkań styczeń-czerwiec

**Wprowadzenie:** Sprawozdanie z działania w roku 2017 podzielono na dwie części, co zostało podyktowane koniecznością nadążania za szybkością zmian zachodzących w energetyce. Pierwsza, niniejsza, część obejmuje okres 6 miesięcy od stycznia do czerwca. Druga część będzie obejmować okres od września do grudnia. Sprawozdanie oparto na prezentacjach, wystąpieniach i dyskusjach prezentowanych w ramach spotkań. Konwersatoria, odbywające się na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, organizowane są we współpracy z Oddziałem Gliwickim Stowarzyszenia Elektryków Polskich (każde Konwersatorium otwierane jest przez Pana Aleksandra Baranowskiego, przewodniczącego Sekcji Energetyki) oraz Centrum Energetyki Prosumenckiej Politechniki Śląskiej. Całość prezentacji dostępna jest na stronie internetowej Stowarzyszenia Klaster 3x20 w zakładce [Konwersatorium](#).

W sprawozdaniu zamieszczono również agendy poszczególnych spotkań, a przed każdą agendą przedstawiono komunikat do poprzedniego Konwersatorium, który był wysyłany razem z zaproszeniem. Komunikat, oprócz podstawowego zadania – komentarza do poprzedniego Konwersatorium, kształtuje agendę spotkania kolejnego.

### Spis akronimów użytych w tekście:

- AC (ang; *Alternating Current*) – prąd przemienny
- CAN (ang; *Controlled Area Network*) – szeregowa magistrala komunikacyjna
- CCR – cenotwórstwo czasu rzeczywistego
- DC (ang; *Direct Current*) – prąd stały
- DSM/DSR (ang. *Demand Side Management/Demand Side Response*) – zarządzanie stroną popytową
- EB – elektrownia biogazowa
- ETS (ang; *Emissions Trading System*) – system handlu emisjami
- FACTS (ang; *Flexible Alternating Current Transmission Systems*) – elastyczne systemy przesyłowe prądu przemiennego
- GPZ – główny punkt zasilania
- IoT (ang; *Internet of Things*) – Internet rzeczy
- KE – klaster energii
- OK – osłona kontrolna

PV (ang; *Photovoltaics*) – fotowoltaika, źródło fotowoltaiczne  
RB – Rynek Bilansujący  
SE – spółdzielnia energetyczna  
SOC (ang; *State of Charge*) – stan naładowania  
TD – taryfa dynamiczna  
TW – turbina wiatrowa  
WNM – współczynnik *Net Meteringu*  
ZE – zasobnik energii

## Konwersatorium 2017/styczeń

Temat przewodni: **Alokacja produkcji energii elektrycznej i usług systemowych z rynku WEK<sup>⊖</sup> na rynki NI/EP<sup>⊕</sup>**

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 20 grudnia 2016 r.**

Konwersatorium grudniowe toczyło się wokół tematyki mechanizmów transformacji energetyki –*selfdispatchingu* i *net meteringu* jako mechanizmów umożliwiających przeniesienie usług systemowych (regulacyjno-bilansowych) do osłony kontrolnej OK4. W dniu Konwersatorium został opublikowany w BŻEP Raport Profesora Jana Popczyka pt.: „Klastrowy rynek energii elektrycznej. Wirtualna osłona klastrowa –*net metering* – *selfdispatching* (i restrukturyzacja elektroenergetyki” poświęcony tej tematyce.

Przedstawione podczas Konwersatorium prezentacje pokazywały procesy modelowania zasobów technicznych i rozliczeń w osłonie OK4 i w osłonach niższych rzędów, aż do osłony prosumenckiej OK1. Oczywiście, *net meteringu* oraz *selfdispatching* powyżej osłony OK1 były prezentowane jako koncepcje, a wyniki dotyczące tych mechanizmów były prezentowane i dyskutowane jako potencjalne.

Mimo bardzo racjonalnych powodów uzasadniających rozszerzenie *net meteringu* przyszłość tego rozwiązania jest niestety niepewna. Zgodnie z rządowymi zapowiedziami z połowy 2016 roku nowelizacja ustawy OZE miała wejść w życie na początku 2017 roku. Brak nowelizacji należy uznać za czynnik zdecydowanie negatywny. Z drugiej strony nie można odstąpić od działań na rzecz wdrożenia *net meteringu* w szerokim zakresie, bo jest to rozwiązanie przełomowe. Z punktu widzenia wpływu na rozwój konkurencji na rynku energii elektrycznej jest to na pewno rozwiązanie o większej wadze niż zasada TPA.

Niezależnie od przyszłości *net meteringu* jako rozwiązania rynkowego podkreśla się znaczenie osłon kontrolnych jako koncepcji porządkującej/przyspieszającej rozwój mechanizmów regulacyjno-bilansujących na rynkach NI/EP<sup>⊕</sup>. Jednym z najbardziej spektakularnych przykładów jest osłona kontrolna OK2 w miejskich sieciach rozdzielczych zasilających budynki spółdzielni mieszkaniowych. Osłona ta w szczególności ujawnia patologiczny sposób „naliczania” kosztów sieci nN w opłatach systemowo-sieciowych operatorów OSD, którymi są obciążani mieszkańcy budynków spółdzielni mieszkaniowych. Praktyki te są stosowane chociaż sieci nN fizycznie nie istnieją; istnieją natomiast wewnętrzne instalacje budynkowe, których koszty ponoszą mieszkańcy spółdzielni.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk** (Prezes Stowarzyszenia Klaster 3x20, Politechnika Śląska – Centrum Energetyki Prosumenckiej), dr inż. **Jacek Biskupski** (obszar działania: inteligentne domy zero-energetyczne, Politechnika Krakowska, AGH), dr hab. inż. **Krzysztof Dębowski** (obszar działania: elektrotechnika, zastosowania w ..., Politechnika Śląska - Wydział Elektryczny), dr inż. **Jarosław Michalak** (obszar działania: energoelektronika, w tym jej wykorzystanie w KSE na osłonach OK1 do OK5), dr inż. **Krzysztof Bodzek** (obszar działania: energoelektronika i informatyka w elektrotechnice, w tym praktyczne ich wykorzystanie w badaniach symulacyjnych transformacji polskiej elektroenergetyki, Politechnika Śląska - Wydział Elektryczny), dr inż. **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska - Wydział Elektryczny), dr inż. **Robert Wójcicki** (obszar działania: informatyka, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska - Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki

Agenda; 24 stycznia 2017

- prof. Jan Popczyk Politechnika Śląska – **Czysta energia dla wszystkich Europejczyków** (Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, Komitetu Regionów oraz Europejskiego Banku Inwestycyjnego, 30.11.2016)
- Robert Duszka (NMG S.A. – Dyrektor Działu Business Development) – **Usługi zarządzania popytem/energią u odbiorcy końcowego/prosumenta**
- Maciej Drózdź (MGM Projekt Sp. z o. o. – Dyrektor Realizacji Projektów) – **Najtańszy sposób na darmowe ogrzewanie, czyli folia grzewcza trzeciej generacji**
- dr inż. Robert Wójcicki, Politechnika Śląska, Instytut Informatyki – **Algorytmy i wymiarowanie usług *net-meteringu***
- dr inż. Marcin Fice, Wydział Elektryczny Politechnika Śląska – **Wymagania jakościowe zasilania odbiorów/odbiorników energii elektrycznej na rynkach NI/EP<sup>⊕</sup> – ekwiwalent scentralizowanych usług systemowych na rynku WEK<sup>⊖</sup>**

### Omówienia wystąpień

Profesor Popczyk w komunikacie „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” zwrócił uwagę na znaczenie pakietu regulacji Komisji Europejskiej „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” (ang. *Clean Energy for all Europeans*), który w horyzoncie 2030 wytycza cele redukcji emisji CO<sub>2</sub> oraz wzrostu efektywności energetycznej i proporcji energii pozyskiwanej z OZE w ogólnym bilansie energii. Co istotne, projekt Komisji Europejskiej przewiduje uruchomienie znacznych środków finansowych na realizację powyższych zamierzeń. Nawiązując do przeobrażania systemów energetycznych, profesor Popczyk zwrócił uwagę, że systematyczne działania nakierowane na osiągnięcie zamierzonych celów mogą przynieść znaczne efekty po kilkunastu czy kilkudziesięciu latach, jako przykład można podać wzrost efektywności energetycznej (w kontekście realizacji celów wzrostu efektywności energetycznej w Pakiecie Zimowym), a także – czerpiąc z historii polskiej elektroenergetyki, program budowy bloków energetycznych klasy 200 MW. Kończąc swoje wystąpienie prelegent podkreślił, że spotkania w ramach Konwersatorium Inteligentna Energetyka stanowią miejsce dyskusji na temat tworzenia podwalin przyszłego świata. Jest to zadanie, od którego elity nie powinny się uchylać, i za które ponoszą odpowiedzialność przed młodymi pokoleniami.

Komentarz; W horyzoncie 2030 program „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” przewiduje redukcję emisji CO<sub>2</sub> o 40% oraz wzrost efektywności energetycznej o 30% i wzrost proporcji energii pozyskiwanej ze źródeł OZE, w ogólnym bilansie energii, o 27%, jednocześnie zabezpieczając środki na realizację tych celów, w postaci funduszy publicznych i prywatnych w wysokości 177 mld euro rocznie, począwszy od 2021 roku, co powinno umożliwić powstanie 900 tys. nowych miejsc pracy (European Commission<sup>1</sup> 2016; European Commission<sup>2</sup> 2016).<sup>1,2</sup>

Robert Duszka (Dyrektor Działu Business Development, NMG S.A.) przedstawił prezentację „Usługi zarządzania popytem/energią u odbiorcy końcowego/prosumenta”. Przedsiębiorstwo NMG S.A. specjalizuje się w dostarczaniu usług informatycznych – w tym

<sup>1</sup> Communication from The Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee, The Committee of the Regions and The European Investment Bank. Clean energy for all Europeans. European Commission. Brussels. 30.11.2016.

<sup>2</sup> Clean energy for all Europeans – unlocking Europe’s growth potential. European Commission – press release. Brussels. 30.11.2016.

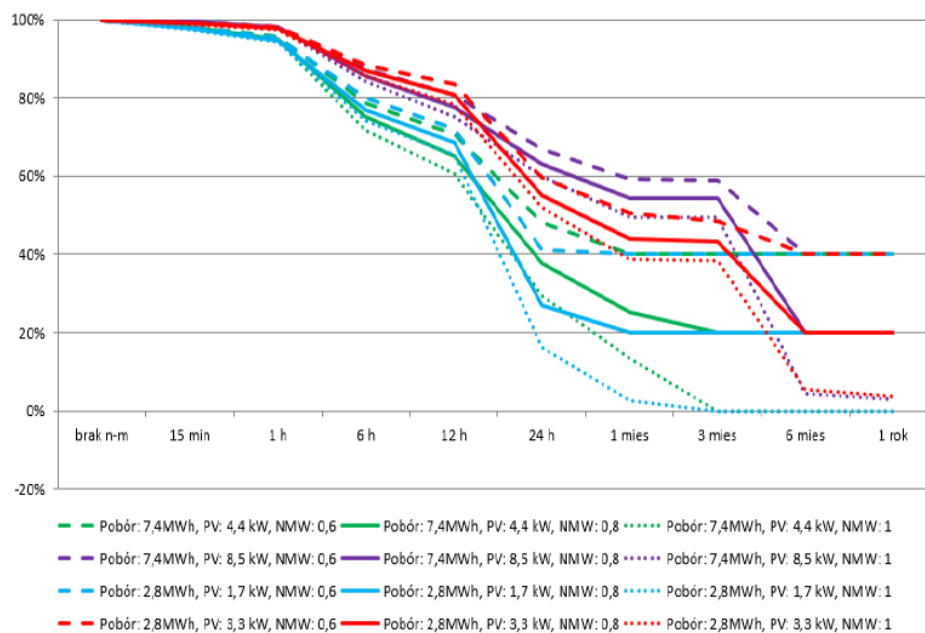
rozwiązań z zakresu zarządzania energią dla sektora przemysłu (w tym energetyki zawodowej) oraz sektora publicznego (firma posiada obecnie prawie 60% krajowego rynku inteligentnych systemów pomiarowych), prowadzi także prace badawcze w zakresie związanym z prowadzoną działalnością gospodarczą. Liczba klientów NMG S.A. wzrosła w latach 2002-2015 z 6 (słownie sześciu) do 526, a kapitał operacyjny spółki wynosi 39 mln złotych.

NMG S.A., z udziałem pracowników Politechniki Śląskiej pod kierownictwem prof. Jana Popczyka, złożyło wnioski o dofinansowanie projektu, którego celem jest stworzenie pakietu narzędzi informatycznych do zarządzania popytem na energię elektryczną (DSR), umożliwiającego rozliczanie energii z wykorzystaniem taryfy dynamicznej (TD) i cenotwórstwa czasu rzeczywistego (CCR), wykorzystywanego docelowo przez małe przedsiębiorstwa i odbiorców z sektora publicznego. Pakiet będzie mógł być stosowany przez klastry energii. Realizacja projektu będzie przebiegać w trzech etapach polegających na (i) prognozowaniu profili odbiorców i modelowaniu popytu i podaży energii elektrycznej – w tym elastyczności cenowej popytu, (ii) budowie pakietu narzędzi informatycznych, oraz (iii) na przeprowadzeniu pilotażowych badań pakietu u wybranych odbiorców. (komentarz: projekt został zakwalifikowany do finansowania, fakt ten został przedstawiony na Konwersatorium kwietniowym).

Dyskusja; Profesor Popczyk zwrócił uwagę, że (i) dotąd zamierzano wprowadzać usługę DSM/DSR (zwymiarowaną na 2000 MW) bez wykorzystania systemów informatycznych, (ii) dla zarządzania popytem i podażą energii elektrycznej największe znaczenia ma poradzenie sobie z dwoma szczytami zapotrzebowania, z których pierwszy ma miejsce latem w godzinach od 11 tej do 13 tej, a drugi zimą w godzinach od 17 tej do 21ej, (iii) w przyszłości będzie wzrastać znaczenie mechanizmu *net-meteringu* i cenotwórstwa czasu rzeczywistego (CCR) jako mechanizmów kształtujących zapotrzebowanie na energię elektryczną.

Dr R. Wójcicki (Politechnika Śląska, Instytut Informatyki) w referacie „Algorytmy i wymiarowanie usług *net-meteringu*” przedstawił założenia obecnie obowiązującego systemu mechanizmu *net-meteringu* zgodnie z zapisami ustawy o OZE, a następnie zaprezentował bardziej złożone modele *net-meteringu* ze zmiennym współczynnikiem oraz dynamicznego *net-meteringu* ze współczynnikiem zmieniającym się w krótkich okresach czasu rzędu 5-15 minut. Dla tego ostatniego modelu prelegent omówił algorytmy dwufazowego rozliczania energii elektrycznej. W dalszej części wystąpienia dr Wójcicki zaprezentował koncepcję wymiarowania mechanizmu *net-meteringu*, zgodnie z którą koszty wprowadzenia tej usługi powinny być równoważone przez korzyści z niej wynikające, w postaci zmniejszenia strat sieciowych w związku ze sprzedażą energii elektrycznej w najbliższym otoczeniu prosumenta. Zgodnie z przedstawionymi wynikami modeli symulacyjnych, proporcja energii, która przepada na rzecz operatora sieci spada ze wzrostem współczynnika *net-meteringu* i długości okresu rozliczeniowego, a rośnie ze wzrostem mocy prosumenckiej instalacji PV (Ryc.1). W końcowej części wystąpienia prelegent zaproponował przykładowe wartości współczynnika *net-meteringu* dla różnej długości okresu rozliczeniowego.

Dr Wójcicki poinformował, że będąc właścicielem domu wyposażonego w pompę ciepła i instalację fotowoltaiczną, może zarządzać zużyciem energii elektrycznej w gospodarstwie domowym (także do celów grzewczych) wykorzystując energię wyprodukowaną w ciągu dnia (czyli wtedy gdy energia elektryczna pobierana z sieci jest droga) przez własną instalację wytwórczą, oraz bezwładność ciepłą domu, dzięki której istnieje możliwość pobierania energii elektrycznej z sieci do napędu pompy ciepła wyłącznie wtedy, gdy jest ona tania. Czas zwrotu kosztów inwestycji w instalację PV jest krótszy niż 10 lat. Warto zauważyć, że wyposażenie domu w instalację PV przyczynia się do zwiększenia jego wartości.



**Ryc.1 Zależność proporcji energii, która przepada na rzecz operatora w zależności od długości okresu rozliczeniowego, wartości współczynnika *net-meteringu* i mocy instalacji wytwórczej PV.**

Profesor Jan Popczyk zwrócił uwagę na fundamentalną kwestię roli środowisk naukowych w kreowaniu zasad polityki energetycznej państwa, na podstawie których powinny być tworzone regulacje prawne określające reguły działania przedsiębiorstw energetycznych. Oddziaływanie środowisk naukowych powinno opierać się o rozpowszechnianie wyników prac badawczych prowadzonych zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami metodologii, a więc prac całkowicie bezstronnych, wolnych od wpływu jakichkolwiek czynników, w tym oddziaływań o charakterze politycznym. Tymczasem w Polsce, ale i na całym świecie, obserwujemy dyktat wielkiej energetyki narzucającej swoje rozwiązania mające na celu głównie maksymalizację własnego zysku, i towarzyszącą mu bezradność środowisk naukowych, zajmujących się w znacznej mierze zgłębianiem zasad polityki energetycznej wielkich koncernów. Zwracając się w znacznej mierze do dr Wójcickiego, mówca podkreślił znaczenie prac nad mechanizmem *net-meteringu* życząc owocnych badań i otrzymania wiążących rezultatów w możliwie najkrótszym czasie. Ponadto mówca zwrócił uwagę na zalety systemów wsparcia energetyki odnawialnej stosowanych w USA, których istota polega na zmniejszeniu obciążeń podatkowych prosumenta.

Pan Andrzej Gieruk (przedsiębiorca), który zainstalował już 600 kW instalacji PV na rynku lokalnym, zauważył, że wiedza właścicieli instalacji PV na temat zarządzania popytą i popytem energii elektrycznej (DSM/DSR) jest bardzo ograniczona, co wskazuje na potrzebę przeprowadzenia odpowiedniej akcji edukacyjnej.

Na marginesie uwag Pana Gieruka, profesor Popczyk wskazał, że obecnie na świecie wymaga się od uczelni wyższych, aby prowadziły politykę energetyczną obejmującą wykorzystanie źródeł odnawialnych i instalowanie inteligentnej infrastruktury.

Stanisław Piróg (AGH, Kraków) zwrócił uwagę na zagadnieniu dostępności środków do realizacji określonych celów z zakresu zarządzania energią, posiłkując się przykładem skandynawskiego administratora osiedla mieszkaniowego, który obniżył szczytowe zapotrzebowanie osiedla na wodę dzięki zastosowaniu wanierek pasujących do zlewów – oczywiście mieszkańcy osiedla wiedzieli, że oszczędzanie wody jest istotnym problemem.

W tym kontekście mówca zapytał dyrektora Duszkę, czy – pomijając uwarunkowania prawne, przewiduje powstanie pakietu usług dla przedsiębiorstw chcących prowadzić działalność w charakterze wirtualnego dystrybutora energii. Na tak postawione pytanie dyrektor Duszka odpowiedział twierdząco. Rolę dostawcy energii – jak uzupełnił profesor Popczyk, mogłyby grywać spółdzielnie mieszkaniowe, które (w liczbie 4 tys.) w Polsce zarządzają lokalami zamieszkałymi przez 6 mln odbiorców. Warto zwrócić uwagę, że w rachunkach za energię elektryczną otrzymywanych przez tych odbiorców znajduje się opłata za sieci niskiego napięcia, których fizycznie nie ma w budynkach!

Komentarz; Spółdzielnia mieszkaniowa przejmując rolę sprzedawcy energii i korzystając z taryfy B, może kupować energię elektryczną w niższej cenie niż poszczególni lokatorzy korzystający z taryfy G11, ponadto w takiej sytuacji spółdzielnia nie będzie uiszczać opłaty za sieć niskiego napięcia, będzie jedynie zobowiązana do utrzymywania krótkiego odcinka sieci od transformatora (położonego zwykle w sąsiedztwie budynków mieszkalnych) do budynków mieszkalnych. Przejęcie roli sprzedawcy energii elektrycznej przez spółdzielnię mieszkaniową może przyczynić się do obniżenia ceny energii elektrycznej dla gospodarstw domowych.

Dr M. Fice w prezentacji, pt. „Wymagania jakościowe zasilania odbiorów/odbiorników energii elektrycznej na rynkach NI/EP<sup>+</sup>- ekwiwalent scentralizowanych usług systemowych na rynku WEK<sup>-</sup>” stwierdził, że obecnie operator OSP wykorzystuje złożone mechanizmy dla zapewnienia parametrów energii elektrycznej określonych normą PN-EN 50160:2010, dla zapewnienia stabilności systemu elektroenergetycznego, tymczasem odbiorcę energii elektrycznej interesuje przede wszystkim jakość usługi funkcjonowania odbiorników będących w jego posiadaniu (Ryc. 2).



**Ryc.2 Paleta usług systemowych w energetyce WEK**

Z kolei wymagania jakościowe energii elektrycznej dla odbiorników są znacznie mniej rygorystyczne niż dla systemu elektroenergetycznego, o czym świadczą szerokie zakresy norm jakości energii elektrycznej dla pracy wyspowej. Prelegent krótko omówił wymagania poszczególnych rodzajów odbiorników co do jakości energii elektrycznej, a także podkreślił znaczenie spojrzenia na problem jakości energii elektrycznej nie tylko z punktu stabilności systemu elektroenergetycznego, ale także z perspektywy odbiorcy usług energetycznych. Kończąc wystąpienie mówca zwrócił uwagę na ograniczenia w możliwości podłączania instalacji wytwórczych do sieci elektroenergetycznych, określające maksymalną moc źródła wytwórczego, która – zgodnie z wytycznymi IRiESD, nie może przekraczać 20-krotności mocy zwarciowej instalacji w miejscu przyłączenia.

W komentarzu do prezentacji dr Fice, profesor Popczyk podkreślił konieczność intensyfikacji badań poświęconym właściwościom odbiorników energii elektrycznej, oraz wskazał na korzyści czerpane przez monopolistów – w postaci operatorów OSP i OSD, którzy

przerzucają na producentów odbiorników problemy dostosowania odbiorników do regulacji sieciowych – chodzi min. o to aby zminimalizować zakłócenia sieciowe, których źródłem mogą być odbiorniki. Producenci sprzętu AGD od z górną 30 lat muszą się dostosowywać do wymagań narzucanych przez wielką energetykę. Ponadto prelegent wyraził przekonanie, że przyszli prosumenci wyposażeni w takie mechanizmy jak *net metering* będą zdolni samodzielnie wykonywać wszystkie usługi w osłonie kontrolnej. Na zakończenie prelegent podał, że wymagania co do jakości energii elektrycznej na połączeniach transgranicznych, czyli na osłonie OK5 są szczególnie ostre ( $50 \text{ Hz} \pm 0,2\%$ ), dlatego w latach 1992-95, podczas przyłączania się do zachodnioeuropejskiego systemu elektroenergetycznego, przez 2 lata polski system elektroenergetyczny pracował jako system autonomiczny, musieliśmy bowiem wykazać, że nasz system jest w stanie pracować samodzielnie zgodnie z wymaganiami UCTE.



## Konwersatorium 2017/luty

Temat przewodni: **Transformacja energetyki: nowy rynek energii, klastry energii**  
Agenda; 28 lutego 2017

### Komunikat do Konwersatorium z dnia 24 stycznia 2017 r.

Przedsiębiorców reprezentowali na styczniowym Konwersatorium przedstawiciele dwóch firm: NMG z Bydgoszczy (integrator systemów IT i rozwiązań informatycznych dla optymalizacji zużycia energii) oraz MGM Projekt z Katowic (projektowanie i budowa systemów fotowoltaicznych każdej wielkości). Przedstawione prezentacje oraz odbyta dyskusja potwierdziły utrwalającą się w środowisku konwersatoryjnym integrację praktyki i nauki. Jednocześnie wskazały jednoznacznie na trendy (jeszcze słabe/oddolne) rozwoju krajowej energetyki – trendy na świecie już realizowane – czyli na rozwój energetyki bazującej na źródłach odnawialnych oraz sieciach inteligentnych i energooszczędnych technologiach.

W zakresie źródeł energii (źródła OZE z produkcją wymuszoną, źródła regulacyjno-bilansujące) oraz zarządzania energią (media i standardy komunikacyjne, urządzenia automatyki budynkowej –np. sterowane gniazdka IoT, nieograniczony dostęp do Internetu) technologie są dostępne (i dalej burzliwie się rozwijają). Przyszedł czas na prace rozwojowe i wdrożenia nowoczesnych metod zarządzania energią oraz systemów taryfowych (*selfdispatching*, *net metering*, taryfa dynamiczna) na osłonach kontrolnych prosumenta z segmentu ludnościowego, z segmentu gospodarstw rolnych, a także z segmentu przedsiębiorców MSP (osłony kontrolne węzłowe OK1 i OK2), spółdzielnie energetyczne (osłona wirtualna OK2), klastry energii (osłona wirtualna OK3).

Słabym ogniwem w łańcuchu technologicznym nowej energetyki są natomiast ciągle jeszcze zasobniki. Dlatego w pracach rozwojowych i wdrożeniowych trzeba na nie kłaść coraz silniejszy nacisk. Zasobniki trzeba przy tym na obecnym etapie rozpatrywać w perspektywie *net meteringu*. Szczególnie ważne jest oszacowanie dla jakich wartości współczynnika *net meteringu* zachodzi równowaga konkurencyjna między zasobnikiem i *net meteringiem*.

W sytuacji, kiedy konieczność przebudowy energetyki nie powinna już powodować żadnych wątpliwości, całkowicie niezrozumiałe są niestety rządowe działania zmierzające do petryfikacji energetyki, w szczególności działania na rzecz ratowania górnictwa z wykorzystaniem do tego celu elektroenergetyki. Opracowywane przez rząd scenariusze restrukturyzacyjne uwzględniające dywizje węglowe (górnąśląską, małopolską, wschodnią) i postępującą ich konsolidację z elektroenergetyką trzeba traktować jako bardzo silne uwarunkowanie kryzysowe, wzmacniające potrzebę współdziałania nauki z przedsiębiorcami oraz prosumentami w zakresie budowania prosumenckiego (indywidualnego) bezpieczeństwa energetycznego (ludności, przedsiębiorców MSP, samorządów, przemysłu), ale także wykorzystania modelu endogenicznego lokalnego rozwoju. Powstające klastry energii są bardzo dobrą okazją do wzmocnienia współdziałania i powinny być przedmiotem lutowego spotkania konwersatoryjnego.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk** (Prezes Stowarzyszenia Klaster 3x20, Politechnika Śląska – Centrum Energetyki Prosumenckiej), **Robert Duszka** (dyrektor Działu Business Development – NMG S.A.), **Maciej Drózd** (dyrektor Realizacji Projektów – MGM Projekt Sp. z o.o.), dr hab. inż. **Krzysztof Dębowski** (obszar działania: elektrotechnika, Politechnika Śląska - Wydział Elektryczny), dr inż. **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska - Wydział Elektryczny), dr inż. **Robert Wójcicki** (obszar działania: informatyka, w tym jej praktyczne wykorzystanie

w badaniach na rzecz przebudowy rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska - Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki).

- Profesor Jan Popczyk **Praktyka (powstające klastry energii) i know how (opracowywana monografia „X”)**,
- Jan Malinowski – prezes GEPOL Development Sp. z o.o. Spółka Komandytowa Klaster energii. **Zgorzelecki Klaster Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej**
- Marian Kurowski – wice-wójt Gminy Węgierska Górka, Członek Komitetu Zarządzającego Klastra. **Klaster energii Żywiecka Energia Przyszłości**
- Robert Grudziński (Redaktor Naczelny Nasza TVE). **System MGS (magazyn-generacja-sieć)**
- Marcin Fice (Politechnika Śląska). **Prosumencka infrastruktura energetyczna w osłonach kontrolnych OK1 i OK2** – rozdział monografii, prace wstępne
- Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska). **Cenotwórstwo energii elektrycznej** – rozdział monografii, prace wstępne
- Robert Wójcicki (Politechnika Śląska). **Net metering na osłonach kontrolnych węzłowych i wirtualnych** – rozdział monografii, prace wstępne
- Jarosław Michalak (Politechnika Śląska). **Układy energoelektroniczne na osłonach kontrolnych rynku horyzontalno-wertykalnego** – rozdział monografii, prace wstępne
- Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska). **Trajektoria przebudowy polskiego miksu energetycznego 2050** – rozdział monografii, wstępne wyniki badań symulacyjnych
- Jacek Biskupski (Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Krakowska). **Dom niskoenergetyczny** – załącznik do monografii, prace wstępne

### Omówienia wystąpień

Wystąpienie „Praktyka (powstające klastry energii) i know how (opracowywana monografia „X”)” profesora Popczyka, zawarło przemyślenia autora na temat roli klastrów energii w transformacji energetyki polskiej w horyzoncie 2050. Do połowy bieżącego stulecia w polskim sektorze energetycznym zajdą poważne zmiany polegające przede wszystkim na całkowitej rezygnacji z węgla, a także na elektryfikacji ciepłownictwa i transportu. Rynek energii (energia nośnika „zakupionego” przez odbiorców/prosumentów) o wielkości około 520 TWh w skali roku (sektory energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych łącznie) ulegnie zmniejszeniu do około 175-200 TWh, głównie ze względu na pasywizację budownictwa, zastosowanie silników elektrycznych w transporcie, oraz pomp ciepła w ciepłownictwie. Do najważniejszych zadań rządu prelegent zaliczył ogłoszenie nowej doktryny energetycznej postulującej poddanie energetyki rynkowi, zarządzanie aukcjami energii aż do roku 2025, oraz zastąpienie opłaty systemowo-sieciowej mechanizmem *net meteringu*. Przemianom tym będzie towarzyszyć rozwój klastrów energii oparty o zasady synenergetyki (rozwój siłami wewnętrznymi) oraz cyfryzacji, a także proces restrukturyzacji energetyki WEK, w którym istotną rolę będzie odgrywać unowocześnianie sieci Sn/nN oraz program rewitalizacji bloków klasy 200 MW (sieci Sn/nN oraz bloki klasy 200 MW to dwa najcenniejsze zasoby energetyki WEK w kontekście omawianych przemian). W drugiej części wystąpienia prelegent zaprezentował wyniki skalowania bilansu energetycznego powiatowego klastra energii. Łączny bilans energii klastra powiatowego obejmuje 510 GWh – w rozbiciu na sektory energii

elektrycznej, ciepła i paliw transportowych odpowiednio 120, 190 i 190 GWh, a łączna wartość klastrowego rynku energii w skali roku osiąga 120 mln złotych – taką samą kwotę otrzymuje się dla oszacowania opartego o rozporządzone dochody ludności przeznaczone na cele energetyczne. W horyzoncie 2050 szacowany bilans energii klastra KE (tylko energia elektryczna) wynosi 170 GWh, z kolei oszacowanie nakładów inwestycyjnych niezbędnych do przeprowadzenia inwestycji w instalacje wytwórcze klastra KE w horyzoncie 2040 wynosi 390 mln złotych, czyli 26% wartości rynku energii elektrycznej w klastrze w okresie 25 lat bez podatku VAT w cenach stałych ( $390/25 \cdot 60 = 0,26$ ).

Daniel Fryc reprezentujący klastrowy zgorzelecki przedstawił referat pt. „Zgorzelecki Klastrowy Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej”. Uroczyste podpisanie cywilno-prawnego porozumienia na rzecz budowy klastra w powiecie zgorzeleckim nastąpi 9 marca br., a pełna nazwa nowego klastra to „Zgorzelecki klastrowy rozwoju odnawialnych źródeł energii i efektywności energetycznej”. Cele powstania klastra zgorzeleckiego są następujące;

- Działania na rzecz bezpieczeństwa energetycznego powiatu zgorzeleckiego, poprzez rozwój źródeł wytwórczych OZE (planowana farma wiatrowa o mocy 9,6 MW oraz 18 farm fotowoltaicznych o mocy 1 MW każda), oraz wysokosprawnej kogeneracji, w tym kogeneracji wykorzystującej biomasę i odpady komunalne (budowa bloku kogeneracyjnego w Zgorzelcu o mocy 20 MW<sub>c</sub> i 8-9 MW<sub>e</sub>, opartego o węgiel brunatny czy kamienny),
- Realizacja inwestycji w budowę sieci Sn/nN,
- Prowadzenie projektów badawczo-rozwojowych w zakresie efektywności energetycznej, magazynowania energii elektrycznej, zarządzania stroną podaży-popytu energii elektrycznej i inteligentnych sieci energetycznych,
- Współpraca z lokalnym dystrybutorem sieci elektroenergetycznej,
- Działania na rzecz powstania lokalnego operatora systemu dystrybucyjnego.

Komentując wystąpienie Pana Daniela Fryca Profesor Popczyk zauważył, że współpraca lokalnego dystrybutora energii elektrycznej z obecnym dystrybutorem (Tauron) może prowadzić do konfliktów. Ponadto profesor Popczyk wspominał o podpisaniu umowy powstania żywieckiego klastra energii. Co godne podkreślenia, gminy wchodzące w skład powiatu żywieckiego zdecydowały na klastrowy prowadzenie gospodarki energetycznej.

Robert Grudziński (redaktor naczelny telewizji internetowej naszaTVE.pl) przedstawił referat pt. „System MGS (magazyn-generacja-sieć)”. Odnosząc się do wypowiedzi ministra Tchórzewskiego, że „*Nie ma magazynów energii i długo ich nie będzie*”, prelegent wymienił kilka krajowych projektów związanych z szeroką pojętą elektromobilnością. Niektóre z tych projektów osiągnęły etap budowy prototypu, jak pojazd Syrenka firmy MZ Kutno z silnikiem elektrycznym wyposażonym w zasobnik energii o pojemności 30 kWh skonstruowany w Politechnice Łódzkiej. Innym projektem jest stworzenie systemu ładowania dla samochodów elektrycznych wyposażonego w zasobnik energii w postaci superkondensatora oraz w instalacje wytwórcze w postaci mikrowiatraka o mocy 2 kW i (ewentualnie) mikroelektrowni słonecznej. W projekcie tym dąży się do stworzenia nowego produktu przy wykorzystaniu rozwiązań cząstkowych obecnych na rynku.

Profesor Popczyk zauważył w komentarzu do wypowiedzi redaktora Grudzińskiego, że obecnie, a zwłaszcza w energetyce, tworzenie rozwiązań innowacyjnych polega na integrowaniu pojedynczych rozwiązań w łańcuchy wartości, podczas gdy dawniej – w tym miejscu profesor Popczyk przytoczył postać Edisona, rozwiązania pionierskie były raczej dziełem pojedynczych osób o szczególnych uzdolnieniach.

Dr inż. Marcin Fice, (Politechnika Śląska) – przedstawił temat „Wymagania jakościowe zasilania odbiorców/odbiorników energii elektrycznej na rynkach NI/EP<sup>+</sup> - ekwiwalent scentralizowanych usług systemowych na rynku WEK<sup>-</sup>”. Na początku wystąpienia prelegent

przeciwstawił rynek scentralizowanych usług systemowych energetyki WEK opisany w IRiESP (Ryc.2), mechanizmom charakterystycznym dla rynku NI/EP<sup>+</sup> takim jak zarządzanie stroną popytową (ang. *DSM/DSR*), samodzielne zarządzanie energią elektryczną (ang. *self dispatching*), *net-metering*, oraz taryfa dynamiczna i obecność źródeł regulacyjno-bilansujących i wirtualnych (sieciowych) zasobników energii.

W energetyce WEK profil produkcji energii elektrycznej dostosowuje się do zapotrzebowania, w energetyce rynku NI/EP<sup>+</sup> odbiorcy muszą się dostosować do generacji energii elektrycznej. Bogata paleta usług systemowych w energetyce WEK ma za zadanie zrównoważyć podaż i popyt na energię elektryczną co jest istotne dla utrzymania ciągłości pracy systemu elektroenergetycznego. Temu celowi służą także normy jakości energii elektrycznej, które są znacznie bardziej restrykcyjne niż normy jakości energii elektrycznej dla pracy wyspowej, w tym sensie te zaostrzone normy służą systemowi elektroenergetycznemu, a nie odbiorcom energii elektrycznej (Ryc.3).

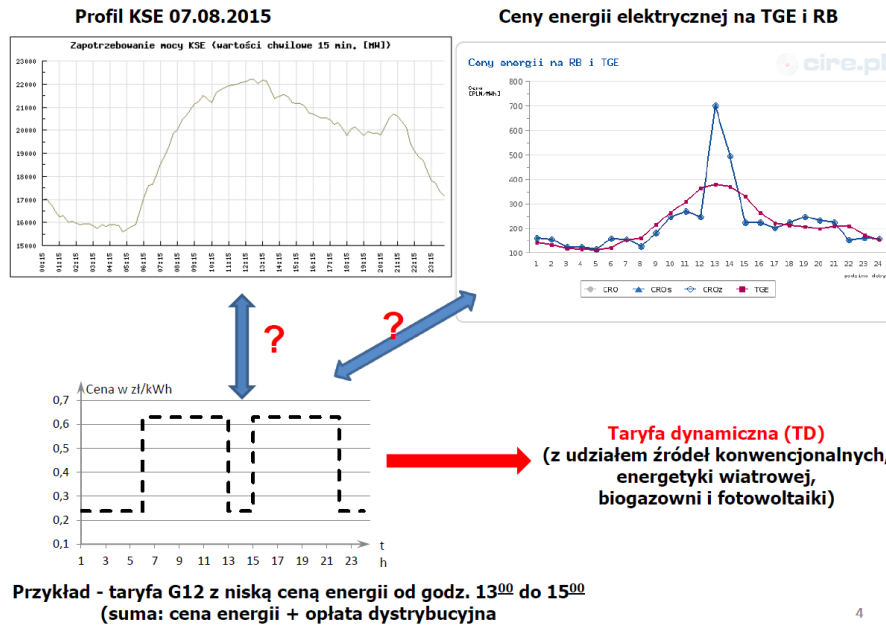
| Rynek WEK <sup>⊖</sup><br>Rynek scentralizowanych<br>usług systemowych   | vs | Rynek NI/EP <sup>⊕</sup><br>Ekwiwalent wymagań<br>jakościowych zasilania<br>odbiorów/odbiorców w<br>sieciach SN/nN   |
|--|----|--|
| <p style="text-align: center;">Wymagania jakościowe UCTE / ENTSO-E</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">W zakresie częstotliwości</p> <p>Standardowy zakres zmian częstotliwości dla regulacji pierwotnej: <b>±0,02 Hz</b></p> <p>Max odchylenie w stanie quasi statycznym: <b>±0,18 Hz</b></p> <p>Maksymalne chwilowe odchylenie częstotliwości dynamiczne: <b>±0,8 Hz</b></p> <p>Uruchomienie SCO – samoczynne częstotliwościowe odciążenie: <b>f&lt;49 Hz</b></p> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"><i>Instrukcja pracy systemów połączonych UCTE – Załącznik 1 (A1): Regulacja mocy i częstotliwości. Wersja ostateczna 1.9 E, 2004. UCTE</i></p> |    | <p style="text-align: center;">Wymagania jakościowe dla pracy wyspowej</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">W zakresie częstotliwości i napięcia</p> <p>Przez 99,5% tygodni: <b>±2%</b><br/><b>(49 – 51 Hz)</b></p> <p>Przez 100% tygodnia: <b>±15%</b><br/><b>(42,5 – 57,5 Hz)</b></p> <p>Odchylenia napięcia: <b>+10 / -15% U<sub>n</sub></b></p> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;"><i>Norma PN-EN 50160:2010. Parametry napięcia zasilającego w publicznych sieciach elektroenergetycznych</i></p> |

**Ryc. 3. Usługi systemowe na rynku WEK i rynku NI/EP<sup>+</sup>**

Ponadto – właśnie ze względu na wymogi systemu elektroenergetycznego, zmusza się producentów odbiorników aby ich wyroby powodowały jak najmniejsze zakłócenia energii elektrycznej w systemie, do którego są podłączone. Podsumowując, można stwierdzić, że odbiorniki mogą pracować w znacznie szerszym zakresie parametrów jakości energii elektrycznej niż sam system elektroenergetycznego. Rozwój nowej energetyki na rynku NI/EP<sup>+</sup>, stanowi nawiązanie do polskiej energetyki przedwojennej, w której dominowały autonomiczne lokalne systemy z dużą liczbą niewielkich jednostek wytwórczych – w 1938 roku w Polsce działało 3800 elektrowni o łącznej mocy 1,6 GW.

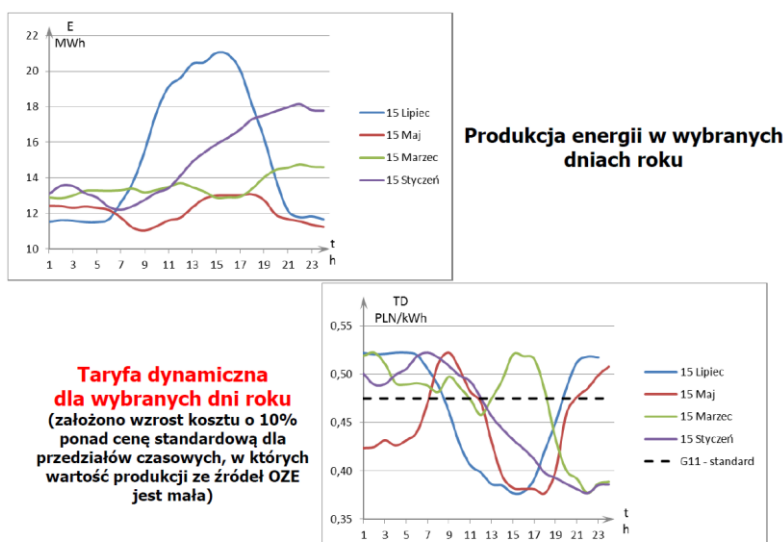
Dr hab. inż. Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska) w wystąpieniu „Cenotwórstwo energii elektrycznej – rozdział monografii, prace wstępne” podjął tematykę przekształcenia taryf energetycznych w kontekście wykształcania się rynku usług energetycznych NI/EP<sup>+</sup>. Stosowane obecnie taryfy mają charakter statyczny, są więc niezależne od pór roku i profilu zapotrzebowania KSE, co już obecnie może prowadzić do sytuacji gdy cena energii elektrycznej dla odbiorców indywidualnych jest niska, a produkcja energii elektrycznej nie nadąża za popytem, co wymusza konieczność wprowadzenia ograniczeń dostaw dla odbiorców przemysłowych (Ryc.4).

## 20-ty stopień zasilania z sierpnia 2015r. – przypadek krytyczny



**Ryc.4. Stała taryfa G12 zachęca odbiorców do zwiększonego poboru energii elektrycznej w sytuacji występowania niedoboru jej podaży**

Zauważany obecnie i przewidywany w przyszłości wzrost udziału źródeł OZE w produkcji energii elektrycznej, uwypukla potrzebę opracowania i wdrożenia taryf dynamicznych TD, odzwierciedlających aktualną produkcję energii elektrycznej. Zastosowanie taryf dynamicznych umożliwi efektywne wykorzystanie energii elektrycznej niezależnie od wysokości jej podaży na rynku. Obniżenie ceny energii elektrycznej w okresie wysokiej podaży będzie skłaniać odbiorców do włączania jak największej liczby odbiorników, co pozwoli na ograniczenie potrzeby magazynowania energii, natomiast podwyżka ceny energii elektrycznej w okresie niskiej podaży będzie zachęcać odbiorców do oszczędnego korzystania z energii. Na Ryc. 5 przedstawiono przykładowe ceny energii elektrycznej w taryfie dynamicznej w czterech dniach w roku, dla przykładowego klastra energii o rocznym zapotrzebowaniu 120 GWh, mocy szczytowej 21 MW, dysponującego 7150 źródłami PV o mocy jednostkowej 4 kW (50% gospodarstw domowych), 3 źródłami wiatrowymi o mocy 3 MW każde, 1 biogazownią o mocy 5 MW i 75 mikrobiogazowniami o mocy 10 kW każda, oraz 1 instalacją C-GEN (lub analogiczną) wykorzystującą odpady. Ponadto dla klastra energii przewidziano pobór stałej mocy o wartości 5 MW od operatora OSD. Na zakończenie prelegent zwrócił uwagę na nierozwiązany dotąd problem traktowania opłat dystrybucyjnych w taryfach dynamicznych – czy należy kalkulować ich wysokość proporcjonalnie do ceny samej energii elektrycznej (ceny na Ryc.5 uwzględniają opłaty dystrybucyjne).



**Ryc.5. Przykładowe ceny energii elektrycznej w taryfie dynamicznej, obliczone dla standardowego klastra energii**

Dr inż. Jacek Biskupski (Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Krakowska) w prezentacji „Dom niskoenergetyczny – załącznik do monografii, prace wstępne” podjął tematykę redukcji zużycie energii w sektorze ciepła (cele grzewcze i ciepła woda użytkowa) w horyzoncie 2050, z obecnych 200 TWh (energia nośnika zakupionego przez odbiorców) do około 30-40- TWh. Osiągnięcie tak znacznej redukcji wymaga upowszechnienia w budownictwie standardu domu netto-zeroenergetycznego, czyli takiego który w ciągu roku produkuje tyle energii w granicy bilansowej OK1, ile sam zużywa na potrzeby związane z ogrzewaniem (w tym z produkcją c.w.o, chłodzeniem i wentylacją), a także domu prawie netto-zeroenergetycznego o bardzo niskim zapotrzebowaniu na energię, która jest produkowana głównie w źródłach OZE, w tym w instalacjach położonych w obrębie budynku. Budynki te są wyposażone nie tylko w źródła wytwórcze, ale także w zasobniki energii. W odniesieniu do budynków jednorodzinnych już istniejących, których jest w Polsce około 5,5 mln, istotne będzie upowszechnienie termomodernizacji trzeciej generacji polegającej nie tylko na ociepleniu całej obudowy budynku obejmującej ściany, okna, stropy, ale także modernizację systemu wentylacyjnego i wymianę źródła ciepła.

W komentarzu profesor Popczyk zauważył, że drastyczne obniżenie zapotrzebowania na energię w sektorze ciepła obejmie procesy pasywizacji budownictwa i elektryfikacji ciepłownictwa. Inwestycje w modernizację ciepłą obejmą także bloki wielorodzinne.

Dr inż. Jarosław Michalak (Politechnika Śląska) kontynuował temat wykorzystania układów energoelektronicznych na osłonach kontrolnych OK1 do OK5, który rozpoczął w grudniu ubiegłego roku, przedstawiając prezentację pt. „Układy energoelektroniczne na osłonach kontrolnych rynku horyzontalno-wertykalnego”, dotyczącą zadań przekształtników na poszczególnych osłonach kontrolnych. Główne zadania układów energoelektronicznych na osłonie OK1 to maksymalizacja produkcji w źródłach OZE i zużycia energii na potrzeby własne w trybie pracy w sieci (ang; *on-grid*), oraz praca wyspowa (ang; *off-grid*) w przypadku problemów z zasilaniem, ponadto – w trybie pracy w sieci (ang; *on-grid*), kontrola mocy czynnej/biernej w punkcie przyłączenia i dostosowanie profili mocy do zapotrzebowania. Ważniejsze rozwiązania energoelektroniczne dla osłony OK1 to inwertery energoelektroniczne dla pracy w sieci (ang; *on-grid*), inwertery hybrydowe, kontrolery mocy zwrotnej, systemy zarządzania energią oraz interfejsy energoelektroniczne PME. Do ważniejszych zadań układów energoelektronicznych na osłonie OK2 należą „uśrednianie” zmian profilu odbiorników



przyłączonych do OK2, krótkotrwałe gromadzeni/oddawanie energii z zasobnika regulacyjnego, zarządzanie profilem mocy w węźle przyłączeniowym, tworzenie wyspy energetycznej, integracja źródeł OZE podłączonych do instalacji oraz integracja zasobników sieciowych. Do ważniejszych rozwiązań energoelektronicznych dla osłony OK2 należą przekształtniki współpracujące ze źródłami OZE, przekształtniki współpracujące z zasobnikami akumulatorowymi, przekształtniki zasobnikowe do współpracy z zasobnikami regulacyjnymi, interfejsy energoelektroniczne osłony OK1 oraz transformatory energoelektroniczne szeregowo. Układy energoelektroniczne w osłonie OK3 umożliwiają pośrednią kontrolę przepływów przez osłonę klastra energii. W osłonie OK3 znajdują zastosowanie wybrane przekształtniki używane w osłonie OK2 o zmienionej konstrukcji, przy czym nasycenie przekształtnikami jest w osłonie OK3 większe niż w osłonie OK2. Z kolei Uniwersalny Sterownik Przepływu Mocy UPFC (ang; *Unified Power Flow Controller*) w osłonie OK4 umożliwia kontrolę przepływu mocy poprzez kształtowanie napięcia transformatora, a także zapewnia możliwość generacji mocy biernej. Wreszcie – jak zauważał prelegent, kontrola przepływów na połączeniach międzysystemowych W osłonie OK5, jest możliwa przesuwnikom fazowym i przekształtnikom HVDC (ang; *High Voltage Direct Current*).

Dr inż. Krzysztof Bodzek przedstawił referat „Trajektoria przebudowy polskiego miksu energetycznego 2050 – rozdział monografii, wstępne wyniki badań symulacyjnych” stanowiący rozwinięcie referatu „Symulator transformacji polskiej energetyki na osłonie kontrolnej OK4” wygłoszonego w grudniu 2016 roku. Prelegent przedstawił kolejne wyniki symulacji koszyka instalacji wytwórczych w energetyce polskiej w horyzoncie 2050 roku, uzyskane za pomocą narzędzia LabView (Ryc.6).

| Technologia                            | Moc<br>GW  | Produkcja<br>TWh/rok | Wykorzystanie<br>h/rok |
|--|------------|----------------------|------------------------|
| Źródła PV                              | 24,5       | 22,7                 | 926                    |
| Elektrownie wiatrowe lądowe            | 27,0       | 53,0                 | 1963                   |
| Elektrownie wiatrowe morskie           | 4,0        | 14,5                 | 3628                   |
| Inne źródła OZE                        | 2,7        | 21,9                 | 8000                   |
| Transfer z innego segmentu             | -          | -                    | -                      |
| Magazyny energii                       | 12<br>GWh* | -                    | -                      |
| Elektrownie biogazowe z<br>zasobnikiem | 3,3        | 26,3                 | 8000                   |
| Bloki combi                            | 6,0        | 33,4                 | 5574                   |
| Silniki diesla                         | 6,5        | 24,8                 | 3821                   |
| <b>SUMA</b>                            | <b>74</b>  | <b>196,2</b>         |                        |

**Ryc.6. Struktura koszyka instalacji wytwórczych w horyzoncie 2050**

Zmiany w strukturze koszyka instalacji wytwórczych – w odniesieniu do stanu obecnego, obejmują likwidację elektrowni węglowych oraz bardzo znaczny wzrost produkcji w źródłach OZE. Funkcje bilansujące w systemie zostają przejęte przez biogazownie z zasobnikiem, bloki combi i silniki diesla (transfer paliwowy) a także technologie zasobnikowe. Prognozowana roczna produkcja energii elektrycznej wynosi 196,2 TWh (w rozbiciu na sektory wiejski, miejski i sektor przemysłu odpowiednio 73, 94,1 oraz 29,1 [TWh]). Ze względu na wysoki udział źródeł OZE z produkcją wymuszoną w koszyku instalacji wytwórczych, oraz ograniczoną moc źródeł bilansujących, w ciągu roku mogą występować okresy nadprodukcji i deficytu energii elektrycznej (roczna nadprodukcja i deficyt osiągają wartości odpowiednio, 30,6 i 10,5 [TWh], przy czym największa nadprodukcja i największy deficyt energii elektrycznej są obecne w sektorze wiejskim.

W komentarzu profesor Popczyk zauważył, że długoterminowe prognozowanie rozwoju energetyki opartej o źródła OZE ma większy sens niż prognozowanie rozwoju energetyki opartej o paliwa kopalne, choćby z tego względu, że klimat wykazuje mniejszą zmienność od woli polityków.



## Konwersatorium 2017/marzec

Temat przewodni: **Mono rynek energii elektrycznej OZE (2040) w klastrach energii na obszarach wiejskich.**

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 28 lutego 2017 r.**

Lutowe spotkanie Konwersatorium obejmowało dwa ściśle łączące się z sobą bloki tematyczne. Pierwszy związany był bezpośrednio z klastrami energii (wystąpili przedstawiciele Klastra Zgorzeleckiego). Pierwszy blok obejmował także prezentację Redaktora Roberta Grudzińskiego związaną z projektem poświęconym budowie prosumenckiego akumulatora energii elektrycznej rozpatrywanego w łańcuchu magazyn-generacja-sieć, z uwzględnieniem miejskiego transportu elektrycznego. Drugi blok dotyczył prac nad monografią *Transformacja (polskiej) energetyki z mono rynkiem energii elektrycznej OZE w centrum*. W tym bloku prezentowane były wstępne badania modelu transformacji energetyki WEK w mono rynki energii elektrycznej OZE(2050) na infrastrukturze sieciowej nN/SN (rynki NI/EP $\oplus$ ). Obydwa bloki łączyła prezentacja wprowadzająca Profesora Popczyka.

Przebieg lutowego spotkania potwierdzał rosnącą świadomość środowiska konwersatoryjnego odnośnie nieodwracalności przełomowej transformacji całej energetyki. O tej nieodwracalności decyduje zaawansowanie procesów transformacyjnych na świecie – szczególnie w UE, USA oraz w Chinach –ukierunkowanych na szybką realizację traktatu paryskiego. W tym kontekście sytuację unijną należy rozpatrywać w optyce Pakietu Zimowego, i związanych z nim istniejących już ośmiu projektów dyrektyw. Należy podkreślić, że Pakiet koncentruje się na efektywności energetycznej (w szczególności w budownictwie, ale także w transporcie) oraz na przyspieszeniu konkurencji na rynku energii elektrycznej (na jego bardzo głębokiej restrukturyzacji, w tym na rozwoju lokalnych rynków klastrowych).

Słuszność linii programowej Konwersatorium (w tym tematu przewodniego lutowego spotkania konwersatoryjnego: *Transformacja energetyki: nowy rynek energii, klastry energii*) jest sukcesywnie potwierdzana przez dynamiczny rozwój sytuacji wytworzonej przez Pakiet Zimowy. W szczególności nowy Raport Agencji IEA oraz IRENA, prezentowany na światowym szczycie w Berlinie (20-21 marca 2017) bardzo pozytywnie weryfikuje koncepcję mono rynku energii elektrycznej OZE (rozwijaną w monografii *Transformacja...*), zwłaszcza w części dotyczącej pasywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa, elektryfikacji transportu, substytucji opłaty systemowo-sieciowej *net meteringiem*, kosztów krańcowych długoterminowych (inwestycyjnych), a także cyfryzacji tego rynku.

Niestety, polska polityka rządowo-korporacyjna na razie jest ukierunkowana na blokowanie transformacji energetyki (na praktycznie bezwarunkową ochronę elektroenergetyki węglowej, a nawet na wspieranie elektroenergetyki jądrowej). Należy jednak przyjąć, że rodzący się oddolnie ruch klastrowy przełamie w kolejnych miesiącach takie stanowisko. Zwłaszcza, że w samej elektroenergetyce WEK narasta szybko świadomość ryzyka własnego związanego z jej (elektroenergetyki WEK) dalszą petryfikacją. Mianowicie, świadomość ta (ryzyka własnego elektroenergetyki WEK) była widoczna zwłaszcza w czasie obrad seminarium zorganizowanego przez Sekcję Energetyki Oddziału Gliwickiego SEP (współtworzącego Konwersatorium) i Koło SEP przy PSE-Południe (22 marca 2017) nt. *Przyszłość konwencjonalnej energetyki w Polsce*. Przedmiotem obrad seminarium była rewitalizacji 54 istniejących jeszcze bloków klasy 200 MW (budowanych –przekazywanych do eksploatacji w latach 1961 –1983), doktryna energetyczna (z mono rynkiem energii elektrycznej OZE w centrum) oraz systemy DSM/DSR. Wnioski seminarium jednoznacznie potwierdzały, że rewitalizacja bloków klasy 200 MW (w miejsce budowy nowych bloków) jest dobrym rozwiązaniem pomostowym (zapewnia ochronę bezpieczeństwa energetycznego Polski w horyzoncie 2040), a transformacja jest rozwiązaniem podstawowym. Czyli, że

docelowo należy stawiać na energetykę rozproszoną, która cechuje się mniejszymi jednostkowymi nakładami inwestycyjnymi. Jest to sytuacja właściwa dla klastrów energii potrzebujących własnych zasobów wytwórczych (regulacyjno-bilansujących) oraz konkurencyjnego i przejrzystego rynku. W energetyce klastrowej z samorządami i prosumentami muszą oczywiście współpracować ściśle przedsiębiorcy (niezależni inwestorzy) mający dostęp do nowych technologii i nowych pakietów usług niezbędnych dla inteligentnej energetyki. Jest także potrzebna nowa jakość współpracy ze strony operatorów OSD. Realizację tej współpracy należałoby rozpocząć od wdrażania, na dużą skalę, systemów DSM/DSR. Szansą jest także wejście na ścieżkę ulepszania zastosowań *net meteringu*.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk** (Prezes Stowarzyszenia Klaster 3x20, Politechnika Śląska – Centrum Energetyki Prosumenckiej), **Jan Malinowski** –prezes GEPOL Development, **Daniel Fryc** –dyrektor GEPOL Development, **Robert Grudziński** – Redaktor Naczelny telewizji internetowej Nasza TVE, dr inż. **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr hab. inż. **Krzysztof Dębowski** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy systemów pomiarowo-rozliczeniowych na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr inż. **Robert Wójcicki** (obszar działania: informatyka, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy opłaty systemowo-sieciowej na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska –Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki), dr inż. **Jarosław Michalak** (obszar działania: energoelektronika, w tym jej wykorzystanie w KSE do zarządzania procesami rynkowymi na osłonach OK1 do OK5, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr inż. **Krzysztof Bodzek** (obszar działania: energoelektronika i informatyka w elektrotechnice, w tym praktyczne ich wykorzystanie w badaniach symulacyjnych miksu energetycznego Polski w horyzoncie 2050, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr inż. **Jacek Biskupski** (obszar działania: inteligentne domy zeroenergetyczne, w tym ich miejsce w badaniach symulacyjnych pasywizacji budownictwa i elektryfikacji ciepłownictwa w Polsce, Politechnika Krakowska, AGH).

Agenda; 28 marca 2017

- Profesor Jan Popczyk **Transformacja polskiej energetyki w mono rynek energii elektrycznej OZE(2050),**
- Sebastian Kiluk (AGH) **Bitcoin/Blockchain na mono rynku energii elektrycznej OZE - nowe koncepcje i nowe technologie internetowe, pierwsze kroki,**
- Sebastian Gola –Tauron Polska Energia **DSM/DSR: stan obecny jako punkt wyjścia do rozwiązań na mono rynku energii elektrycznej OZE,**
- Daniel Fryc, Albert Gryszzuk – koordynatorzy klastra **Inteligentne zarządzanie w Zgorzeleckim Klastrze Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii i Efektywności Energetycznej,**
- Wiesław Paszek – manager ds. rozwoju rynkowego, Grupa KERUI **Grupa KERUI – projekty energetyczne dla samorządów i biznesu,**
- Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) **Wstępne wyniki badań symulacyjnych oraz propozycje kalibrowania *net metering* na osłonach kontrolnych węzłowych i wirtualnych OK1 do OK4 na obszarach wiejskich,**

- Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) **Symulator, Mono rynek energii elektrycznej OZE(2040) w osłonie kontrolnej OK3 na obszarach wiejskich,**
- Marcin Fice (Politechnika Śląska), **Dynamika zasobów regulacyjno-bilansujących w osłonach kontrolnych OK1 i OK2 na obszarach wiejskich**

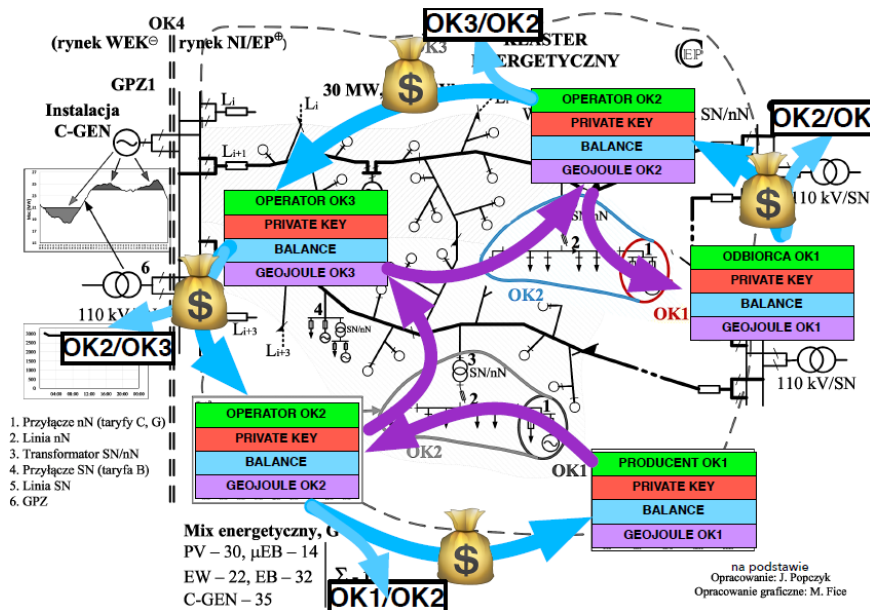
### Omówienia wystąpień

Profesor Popczyk przedstawił referat pt. „Transformacja polskiej energetyki w mono rynek energii elektrycznej OZE(2050)”, w którym zwrócił uwagę na dynamiczny rozwój klastrów energii w Polsce (obecnie w kraju powstało już 50 takich podmiotów) zainicjowany przez nowelizację ustawy o OZE z 1 lipca 2016 roku i (pośrednio) przez ogłoszenie Pakietu Zimowego. Współpraca klastrów energii z operatorami OSD to pole potencjalnych konfliktów, choć akurat gliwicki oddział Tauron Dystrybucja – jak zauważył prelegent, jest znany z dobrych relacji z klientami.

Dr inż. Sebastian Kiluk, AGH Kraków, przedstawił temat „Bitcoin/Blockchain na mono rynku energii elektrycznej OZE – nowe koncepcje i nowe technologie internetowe. Pierwsze kroki”. Prelegent przedstawił perspektywy zastosowania technologii Blockchain w systemach transakcyjnych w energetyce. Blockchain to technologia zapisywania, przechowywania i przesyłania informacji o transakcjach zawartych w Internecie, w tym o transakcjach w wykorzystaniem kryptowalut takich jak bitcoiny. Dane są przechowywane w wielu identycznych kopiach rozproszonych w obrębie całej sieci. Wszelkie istotne informacje o transakcjach są zapisywane w postaci kolejno po sobie następujących bloków danych, stanowiących rodzaj wirtualnej księgi rozrachunkowej. Zapis informacji jest trwały i nie może być zmieniony, dlatego technologia Blockchain może funkcjonować bez obecności instytucji pełniących rolę gwaranta (odpowiednik trzeciej strony uczestniczącej w dotychczasowym systemie transakcji obok kupującego i sprzedającego) (Ryc.7). Użytkownicy systemu mają dostęp do danych na temat transakcji, w których uczestniczyli. Obecnie stosuje się technologię Blockchain do obsługi różnego rodzaju transakcji handlowych, w przyszłości może ona zostać wykorzystana jako księga rachunkowa w bankowości, może też odgrywać rolę podpisu cyfrowego i zapisu notarialnego.

Na kanwie prezentacji doktora Kiluka, Profesor Popczyk wspominał o potrzebie powstania niezależnego operatora pomiarów do rozliczeń transakcji w klastrach energii.

Mgr inż. Sebastian Gola, Tauron przedstawił temat „DSM i DSR stan obecny jako punkt wyjścia do rozwiązań na mono rynku energii elektrycznej OZE”. Najogólniejszym mechanizmem zarządzania popytem w długim okresie czasu jest wzrost efektywności energetycznej. Obecnie istnieją dwa sposoby wykorzystania odpowiedzi strony popytowej DSR w celu zapewnienia bezpieczeństwa systemu elektroenergetycznego; należą tutaj Jednostki Grafikowane Odbiorcze Aktywne JGO<sub>a</sub>, czyli miejsca odbioru energii elektrycznej mogące podlegać bezpośredniemu sterowaniu przez operatora OSP, oraz tzw. negawaty, czyli usługa redukcji zapotrzebowania na wezwanie operatora. W praktyce nie osiągnięto jak dotąd redukcji zapotrzebowania za pomocą mechanizmu JGO<sub>a</sub>, natomiast za pomocą mechanizmu negawatów zakontraktowano redukcję zapotrzebowania na poziomie 150-400 MW w latach 2014-2018. Zdaniem prelegenta, do głównych czynników, od których będzie zależał rozwój odpowiedzi strony popytowej DSR należą wdrożenie rozwiązań systemowych sprzyjających osiągnięciu parytetu sieciowego przez technologie rozproszone, rozpowszechnienie inteligentnego opomiarowania wśród odbiorców i wprowadzenie taryf dynamicznych TD lub cenotwórstwa czasu rzeczywistego CCR, a także rozpowszechnienie zasobników energii wśród indywidualnych odbiorców, co ułatwi sterowanie profilem zapotrzebowania możliwe po zmniejszeniu kosztów magazynowania energii elektrycznej.



**Ryc.7 Struktura łańcucha Blockchain złożonego z bloków czarnych (łańcuch zasadniczy) i bloków w kolorze fioletowym (łańcuchy boczne). Blok początkowy zaznaczono w kolorze zielonym (źródło; Wikipedia)**

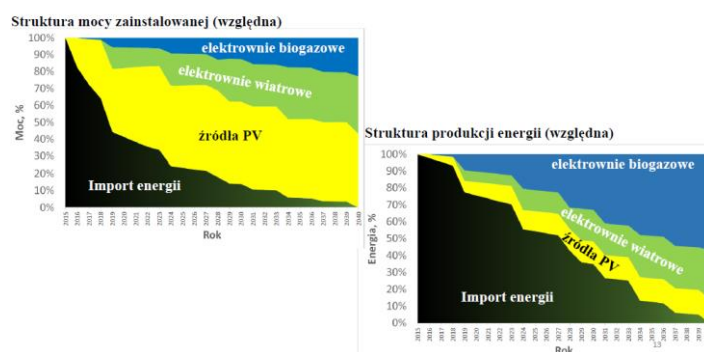
Albert Greszczuk, Prezes Zgorzeleckiego Klastra Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii i Efektywności Energetycznej, przedstawił referat "Inteligentne zarządzanie w Zgorzeleckim Klastrze Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii i Efektywności Energetycznej". Na wstępie prelegent zdefiniował klastę jako cywilnoprawne porozumienie na mające na celu budowę lokalnego rynku energii elektrycznej i ciepłej, z wykorzystaniem lokalnych zasobów OZE, z udziałem stabilnych jednostek wysokosprawnej kogeneracji. W skład klasty wchodzi prosumenci, przedsiębiorcy, wytwórcy energii elektrycznej w instalacjach OZE, wytwórcy energii ciepłej w wysokosprawnej kogeneracji, oraz podmioty ze sfery naukowo-badawczej i jednostki samorządowe. Działania Klastra ma poprawić lokalne bezpieczeństwo energetyczne poprzez rozwój sektora OZE, stworzenie efektywnego systemu produkcji, dystrybucji i konsumpcji energii (energia produkowana przez Klastę ma być całkowicie zużywana na potrzeby własne), rozbudowę sieci SN/nN oraz systemów przechowywania energii, a także ograniczenie zapotrzebowania na ciepło w budynkach użyteczności publicznej. Ponadto Klastę podejmie działania w celu stworzenia efektywnego systemu rozliczeń za energię elektryczną.

Mgr inż. Wiesław Paszek (manager ds. rozwoju rynkowego, Grupa KERUI) przedstawił temat – „Grupa KERUI – projekty energetyczne dla samorządów i biznesu”. Globalna grupa Kerui, której główna siedziba znajduje się w Dongying w Chinach, dostarcza zintegrowanych rozwiązań w zakresie wydobycia ropy i gazu poczynając od zagospodarowania złóż ropy i gazu, poprzez magazynowanie i załadunek ropy naftowej i gazu, do zarządzania projektami. Kerui oferuje realizację inwestycji w formule EPC, w której wykonawca jest odpowiedzialny za wszystkie etapy realizacji przedsięwzięcia poczynając od projektowania i gromadzenia materiałów, a kończąc na odbiorze inwestycji. Grupa posiada 57 globalnych oddziałów, 33 centra serwisowe i 1800 różnego rodzaju dostawców i partnerów obsługujących sieć marketingowo serwisową, a jej 70% przychodów pochodzi z rynków zagranicznych. W ofercie grupy Kerui znajdują się także instalacje geotermalne dla obiektów publicznych i prywatnych oraz instalacje kogeneracyjne wykorzystujące min. odpady komunalne. Grupa zatrudnia 8000 pracowników (w tym 2000 w dziale badawczo-rozwojowym) i prowadzi współpracę z ponad 20 uniwersytetami i instytutami badawczymi. Rygorystyczny system

zarządzania jakością i normatywne zarządzanie realizacją projektów podnoszą jakość usług oferowanych przez Kerui.

W podsumowaniu prezentacji mgr inż. Paszka, profesor Popczyk zauważył, że nie wolno nam nie śledzić tego, co się dzieje na świecie, gdzie wielkie koncerny poszukują nowych niszy biznesowych tworząc nową rzeczywistość technologiczną, organizacyjną i ekonomiczną. Ponadto wprowadzając do tematyki kolejnego wystąpienia dr Bodzka na temat symulatora koszyka instalacji wytwórczych referencyjnego klastra, profesor Popczyk poinformował, że symulator ten – zgodnie z oczekiwaniami Ministerstwa Energii, może posłużyć do prezentacji koncepcji działania klastra.

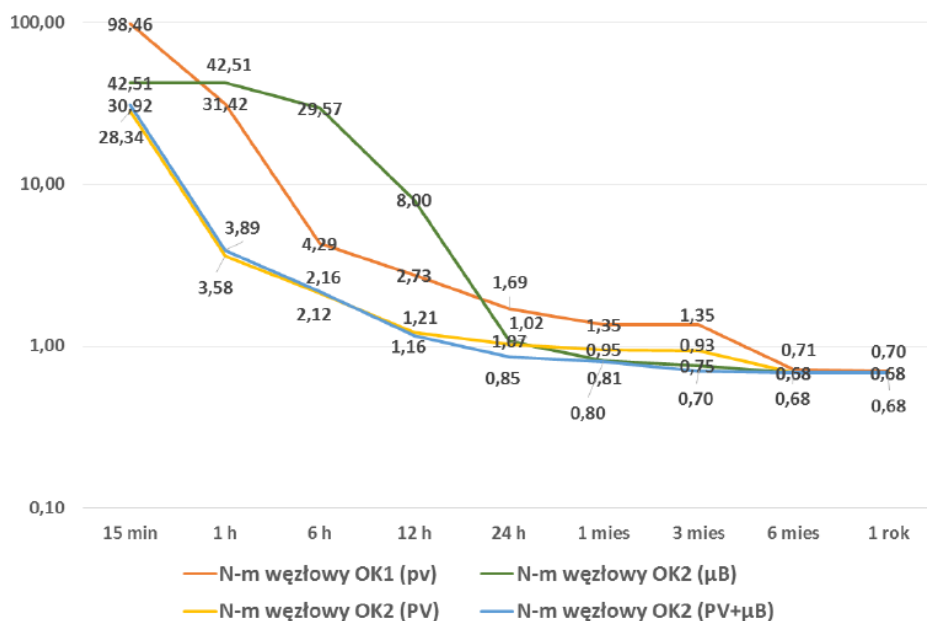
Dr inż. Krzysztof Bodzek, Politechnika Śląska zaprezentował referat „Symulator, Mono rynek energii elektrycznej OZE(2040) w osłonie kontrolnej OK3 na obszarach wiejskich” stanowiący rozwinięcie wystąpienia na temat przebudowy polskiego koszyka instalacji wytwórczych wygłoszonego podczas lutowego Konwersatorium. W obecnym wystąpieniu prelegent przedstawił hipotetyczną trajektorię rozwoju klastrów energii na obszarach wiejskich, w których – zgodnie z wynikami symulacji, już w horyzoncie 2040 może wystąpić nadwyżka produkcji energii elektrycznej w wysokości 14,9 TWh rocznie (przy niedoborach w wysokości 7,1 TWh rocznie), która może zostać wyeksportowana do miast lub na potrzeby przemysłu. Referencyjny wiejski klastrowy na obszarach wiejskich działałby na obszarze, w którym znajdowałyby się 14,3 tys. domów jednorodzinnych, w tym 4,1 tys. gospodarstw o powierzchni do 20 ha, oraz 350 średnio-towarowych gospodarstw o powierzchni od 20 do 100 ha, a jego roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną kształtowałoby się na poziomie 120 GWh. Rozwój klastra energii przebiegałby w oparciu o elektrownie biogazowe, elektrownie wiatrowe i źródła PV (w kolejności wielkości produkcji energii elektrycznej w horyzoncie 2040), prowadząc do stopniowego zwiększania autonomii energetycznej klastra, co umożliwiłoby rezygnację z importu energii spoza klastra w horyzoncie 2040 (Ryc. 8).



**Ryc.8. Trajektorja przebudowy klastra energii na osłonie OK3**

Profesor Popczyk zwrócił uwagę na rolę symulatorów przebudowy energetyki (takich jak symulator niemiecki, fiński czy symulator prezentowany przez dr Bodzka) w kształtowaniu postaw społecznych wobec zagadnień dotyczących zmian w energetyce.

Dr inż. Robert Wójcicki, Politechnika Śląska, przedstawił temat „Wstępne wyniki badań symulacyjnych oraz propozycje kalibrowania net metering na osłonach kontrolnych węzłowych i wirtualnych OK1 do OK4 na obszarach wiejskich”. Prelegent rozpoczął wystąpienie od przedstawienia niekorzystnych dla prosumenta praktyk rozliczania net-meteringu w przypadku i taryf dwustrefowych, a następnie omówił założenia do obliczeń neutralnego współczynnika net-meteringu WNM, w zależności od długości okresu rozliczeniowego, rodzaju instalacji wytwórczej i miejsca przyłączenia do sieci (Ryc.9).



**Ryc.9. Wartości neutralnego współczynnika WNM w zależności od długości okresu rozliczeniowego, rodzaju instalacji wytwórczej i miejsca przyłączenia do sieci**

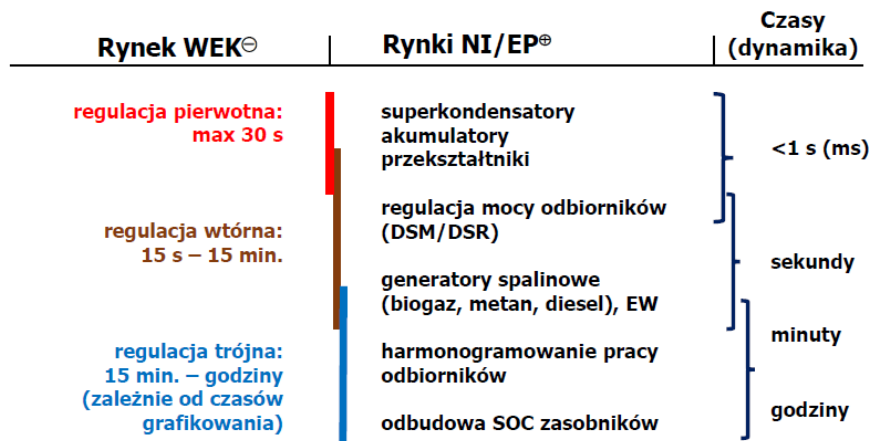
Wartość neutralnego współczynnika WNM mocno spada wraz ze wzrostem długości okresu rozliczeniowego osiągając wartości na poziomie 0,7 dla okresy rozliczeniowego równego 1 rok. Przy krótkich okresach bilansowania nie przekraczających 24 godzin, różnice w wartościach WNM dla różnych technologii i miejsc przyłączenia do sieci mogą być znaczne, i wynosić dla 6 godzinowego okresu bilansowania od 2,12 do 29,57.

Profesor Popczyk dodał, że przedstawione przez dr Wójcickiego wyniki badań nad istotą współczynnika WNM, są wstępne, lecz w przyszłości badanie te umożliwią ocenę wartości współczynników WNM wprowadzonych przez ustawę OZE z 1 lipca 2016. Należy zauważyć, że Ministerstwo Energii ma do dyspozycji potężne instrumenty kształtowania polityki rozwoju energetyki, chodzi min. o instrumenty podatkowe.

Prezes CEZ Polska, Bohdana Horáčková, podziękowała za owocne dyskusje w ramach obecnego spotkania Konwersatorium Inteligentna Energetyka.

Dr inż. Marcin Fice, Politechnika Śląska, przedstawił temat „Dynamika zasobów regulacyjno-bilansujących w osłonach kontrolnych OK1 i OK2 na obszarach wiejskich”. Prelegent przedstawił różnorodność usług systemowych w energetyce WEK i w energetyce opartej o rynki EP/NI. Usługi systemowe na rynku WEK mają na celu zrównanie produkcji energii elektrycznej z zapotrzebowaniem powiększonym o straty sieciowe, min. za pomocą takich mechanizmów jak regulacja pierwotna, regulacja wtórna i regulacja trójna działające w okresie od kilkunastu-kilkudziesięciu sekund do piętnastu-sześćdziesięciu minut. Na rynku EP/NI zadania te można realizować za pomocą szeregu środków poczynając od super kondensatorów,





**Ryc.10. Czas dostępu do zasobów regulacyjno-bilansujących na rynkach WEK i EP/NI**

akumulatorów i przekształtników, a kończąc na odbudowie stanu naładowania SOC zasobników (Ryc.10). W szczególności, gdy częstotliwość w systemie spada poniżej 50 Hz (zapotrzebowania przewyższa produkcję) regulacja systemu przy zastosowaniu mechanizmów DSM/DSR może polegać na zwiększeniu ceny sprzedaży energii elektrycznej i zwiększeniu współczynnika *net-meteringu* WNM co zachęca do oddawania energii elektrycznej do sieci i zniechęca do zakupu energii elektrycznej. Z kolei gdy produkcja przewyższa zapotrzebowanie a częstotliwość w systemie wzrasta powyżej 50 Hz, regulacja systemu przy zastosowaniu mechanizmów DSM/DSR może polegać na obniżeniu ceny sprzedaży energii elektrycznej i obniżeniu wartości współczynnika *net-meteringu* WNM, co stanowi bodziec skłaniający do zakupu energii elektrycznej i zniechęcający do oddawania energii elektrycznej do sieci.

Profesor Popczyk podkreślił, że koncepcją osłon energetycznych ułatwia porządkowanie procesów zachodzących w zmieniającym się systemie elektroenergetycznym.

W dyskusji udział wzięli: profesor Jan Popczyk, Prezes Andrzej Jurkiewicz, Prezes Budzisz z klastra żywieckiego, Pan Kajda – student II roku energetyki prosumenckiej, na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej, dr Józef Chmiel SEP oddział Gliwicki, dr Sebastian Kulik, oraz inż. Sebastian Gola.

## Konwersatorium 2017/kwiecień

Temat przewodni: **Regulacja i bilansowanie w osłonach kontrolnych na mono rynku energii elektrycznej OZE**

### Komunikat do Konwersatorium z dnia 28 marca 2017 r.

Rynki NI/EP $\oplus$  oznaczają alokację wytwarzania energii elektrycznej oraz usług regulacyjno-bilansujących i rozliczeniowych do osłon kontrolnych budowanych na infrastrukturze sieciowej SN/nN i infrastrukturze prosumentów (w ogólności do osłony **OK4+**).

W osłonie kontrolnej **OK4+** zlokalizowane są trzy grupy potencjalnych prosumentów. Są to:

1. Prosumenci z segmentu ludnościowego (PME) –już „umocowani” w ustawie OZE (co nie oznacza, że obowiązującej definicji ustawowej nie należy aktualizować)
2. Prosumenci z segmentu MSP, w tym przemysłowi, którzy na razie nie są uwzględnieni w ustawie OZE, a mają w rynku energii elektrycznej udział porównywalny z udziałem segmentu ludnościowego (W. Paszek, *Grupa KERUI –projekty energetyczne dla samorządów i biznesu*, Konwersatorium IE, marzec 2017).
3. Samorządy, czyli prosumenci instytucjonalni, świadome coraz większej odpowiedzialności za gospodarkę energetyczną na swoich obszarach, zmuszone do funkcjonowania przy coraz mniejszym wsparciu Państwa.

Ponadto w osłonie kontrolnej **OK4+** zlokalizowani są niezależni inwestorzy NI – mający do dyspozycji technologie wytwarzania i magazynowania energii elektrycznej oraz technologie do zarządzania usługami na rynku energii elektrycznej, a także wsparcie instytucji finansowych w zakresie projektów innowacyjnych i proefektywnościowych. (A. Gryszczuk, *Inteligentne zarządzanie w Zgorzeleckim Kłastrze ...*, Konwersatorium IE, marzec 2017).

Z punktu widzenia perspektyw rozwojowych rynków NI/EP $\oplus$  podstawowe znaczenie ma ponadto fakt ujawnienia się w ostatnich miesiącach bardzo silnego oddolnego ruchu na rzecz tworzenia klastrów energii (w fazie wstępnej organizacji/zamierzeń zarejestrowanych jest już w Polsce ponad 50 klastrów / inicjatyw klastrowych).

Ruch ten rozwija się mimo braku, przynajmniej na razie, jasnych regulacji prawnych dotyczących sposobu funkcjonowania klastrów KE. Oczywiście, niejasności dotyczące funkcjonowania klastrów energii są niczym w porównaniu z ryzykiem, które występuje we wszystkich dziedzinach życia we współczesnym świecie. Z punktu widzenia koncepcji rynków NI/EP $\oplus$  warto śledzić losy technologii *Bitcoin*, czyli informatycznych mechanizmów transferu pieniądza wirtualnego, ich powiązania z procesami na rynku energii elektrycznej (S. Kiluk, *Bitcoin/Blockchain na mono rynku energii elektrycznej OZE ...*, Konwersatorium IE, marzec 2017).

Elektroenergetyka WEK (**OK-**) posiada z kolei zasoby w postaci infrastruktury sieciowej (przesyłowej i dystrybucyjnej) oraz silnie wyeksploatowanych zasobów wytwórczych. Wielkie bloki węglowe (bloki klasy 200 MW) na „siłę” chce się w Polsce dostosowywać do pracy w zakresie regulacji mocy, podczas gdy mogłyby one w okresie przejściowym (w horyzoncie 2050) być eksploatowane w trybie pracy podstawowej (ze stałą mocą). Ten tryb pracy musiałby być powiązany z aktywnym zarządzaniem po stronie użytkownika energii elektrycznej (S. Gola, 3 *DSM/DSR: stan obecny jako punkt wyjścia ...*, Konwersatorium IE, marzec 2017). Takie rozwiązania są/powinny być realizowane od zaraz w ramach transformacji polskiej elektroenergetyki. W szczególności przebudowa cenotwórstwa energii elektrycznej dla odbiorców końcowych (i dla prosumentów), znacznie dalej idąca niż tylko wykorzystanie systemów DSM/DSR, jest zadaniem bardzo pilnym. Przy tym podkreśla się tu, że technologicznie jest już możliwe szerokie stosowanie, zwłaszcza w klastrach, cenotwórstwa CCR (cenotwórstwo czasu rzeczywistego).



Podpisali: profesor **Jan Popczyk** (Prezes Stowarzyszenia Klaster 3x20, Politechnika Śląska – Centrum Energetyki Prosumenckiej), dr inż. **Sebastian Kiluk** – AGH, **Sebastian Gola** – Tauron Polska Energia, **Albert Gryszczuk** – Zgorzelecki Klaster Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii i Efektywności Energetycznej, **Wiesław Paszek** – Grupa KERUI, **Bohdana Horackova** – CEZ Polska, **Andrzej Jurkiewicz** – Gmina-Infrastruktura-Energetyka, **Piotr Budzisz** – Klaster Żywiecka Energia Przyszłości, **Przemysław Kajda** – student Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej, dr inż. **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr inż. **Robert Wójcicki** (obszar działania: informatyka, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy opłaty systemowo-sieciowej na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska – Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki), dr inż. **Krzysztof Bodzek** (obszar działania: energoelektronika i informatyka w elektrotechnice, w tym praktyczne ich wykorzystanie w badaniach symulacyjnych miksu energetycznego Polski w horyzoncie 2050, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny).

Agenda; 25.04.2017 r.

- Profesor Jan Popczyk **Dynamika rozwojowa klastrów energii: od backup-u w postaci klastrowego rynku w osłonie  $OK+$  dla rynku WEK do backup-u w postaci rynku WEK (w osłonie  $OK-$ ) dla rynku (podstawowego) w osłonie  $OK+$**
- Dorota Hubka-Wójcik – Prezes Małopolskiego Centrum Transferu Technologii **Możliwości pozyskania wsparcia finansowego innowacyjnych rozwiązań w klastrach energii**
- Piotr Brożyna – Prezes FV Energia Sp. z o.o. **Prosument przemysłowy na rynku energii elektrycznej. Perspektywy rozwojowe segmentu rynkowego prosumentów przemysłowych w Polsce w świetle pierwszych doświadczeń niezależnego inwestora**
- Robert Duszka – Dyrektor Działu Business Development, NMG S.A. **Zintegrowana platforma zarządzająca popytem i podażą energii w obszarze odbiorców końcowych –Projekt (zatwierdzony do realizacji)**
- Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska) **Sterowanie cenami na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej  $OK4+$**
- Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) **Sterowanie współczynnikami *net meteringu* na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej  $OK4+$**
- Krzysztof Bodzek, Jarosław Michalak (Politechnika Śląska) **Sterowanie mocą i energią na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej  $OK4+$**
- Marcin Fice (Politechnika Śląska) **Potencjał wykorzystania koncepcji systemu sterowania samochodu hybrydowego do budowy systemów regulacyjno-bilansujących na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej  $OK4+$**

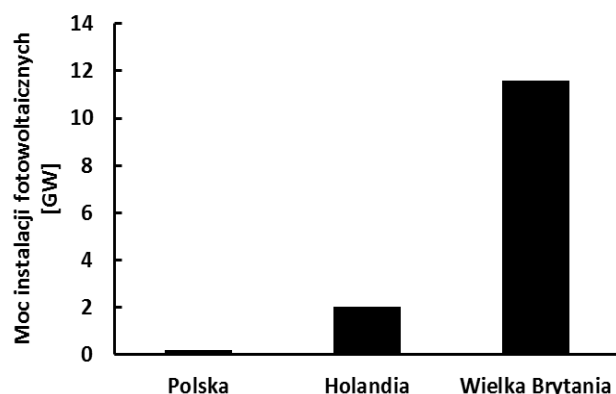
### **Omówienia wystąpień**

W wystąpieniu „Dynamika rozwojowa klastrów energii: od backup-u w postaci klastrowego rynku w osłonie  $OK+$  dla rynku WEK do backup-u w postaci rynku WEK (w osłonie  $OK-$ ) dla rynku (podstawowego) w osłonie  $OK+$ ”, profesor Popczyk wskazał najważniejsze wyróżniki transformacji energetyki w horyzoncie 2050, do których należą nowa, interaktywna struktura rynku energii (ściślejszy rynek usług energetycznych) oparta o

trójbiegunowy system bezpieczeństwa energetycznego WEK-NI-EP, cyfryzacja energetyki, oraz nowy rodzaj powiązania struktury rynku (sposobu kształtowania cen, dokonywania transakcji, organizacji *net-meteringu*) z techniczną infrastrukturą zasiedziały operatorów, niezależnych inwestorów i prosumentów. Duże znaczenie w procesie transformacji energetyki mogą odegrać regulacje tzw. Pakietu Zimowego wprowadzane przez Komisję Europejską w trybie rozporządzenia, a nie dyrektywy. W okresie przejściowym – do momentu wykształcenia się ekonomiki opartej o cenotwórstwo czasu rzeczywistego CCR, koszty uniknięte i zagadnienia behawioralne, co mogłoby mieć miejsce już w 2025 roku, istotną rolę w kształtowaniu się nowego rynku energii elektrycznej będą odgrywać systemy aukcyjne. Prelegent zaznaczył, że klastry energii znajdują się w centrum przebudowy energetyki, co określa zadania stojące przed różnorodnymi podmiotami wchodzącymi w skład klastrów, począwszy od samorządów, poprzez niezależnych inwestorów NI i prosumentów, a skończywszy na operatorach OSD i przedsiębiorcach. Kończąc wystąpienie profesor Popczyk podał propozycje trzech kryteriów startowych (efektywność energetyczna, elastyczność cenowa popytu i inwestycje w źródła OZE) oraz siedmiu rozwiązań (technologii LED, mechanizmów DSM/DSR dla odbiorców przemysłowych, mechanizmów UGZ, osiągnięcia cenotwórstwa czasu rzeczywistego, inwestycji w niskoemisyjne źródła gazowe i dieslowskie, *net-meteringu* dla klastra energii, a także rewitalizacji bloków klasy 200 MW) które ułatwiłyby wejście energetyki na trajektorię rozwojową wiodącą ku konkurencyjnemu rynkowi energii elektrycznej.

Dorota Hubka-Wójcik (jeden z fundatorów i prezes Małopolskiego Centrum Transferu Technologii) w prezentacji „Możliwości pozyskania wsparcia finansowego innowacyjnych rozwiązań w klastrach energii” scharakteryzowała pokrótce główne nurty działalności kierowanej przez siebie jednostki. Małopolskie Centrum Transferu Technologii prowadzi doradztwo w zakresie projektów badawczych, w tym pozyskiwania, finansowania i komercjalizacji, dla podmiotów z sektorów nauki, kultury i biznesu. Prelegent omówiła najważniejsze krajowe programy finansowania innowacyjnych przedsięwzięć, podkreślając, że jak dotąd jedynie bardzo niewielka część ocenianych wniosków badawczo-rozwojowych dotyczyła rozwiązań z zakresu energetyki odnawialnej. Do instrumentów finansowych omówionych przez prezes Hubka-Wójcik należą program POIR 1.1.1 – Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa, przeznaczony dla mikro, małych, średnich i dużych przedsiębiorstw, program POIR 4.1.2 – Regionalne agendy naukowo-badawcze, dla konsorcjów złożonych z jednostek (jednostki) naukowej i przedsiębiorstw (przedsiębiorstwa), program POIR 4.1.4 – Projekty aplikacyjne, dla konsorcjów złożonych z jednostek (jednostki) naukowej i przedsiębiorstw (przedsiębiorstwa), POIR 2.3.2 – Bony na innowacje dla MŚP, dla mikro, małych i średnich przedsiębiorstw, POIR 2.3.3 – Umiejdzynarodowienie Krajowych Klastrów Kluczowych, przeznaczony dla koordynatorów Krajowych Klastrów Kluczowych, a także programy POIR 2.3.4 – Ochrona własności przemysłowej, POIR 3.1.5 –Wsparcie MŚP w dostępie do rynku kapitałowego -4 Stock, oraz POIR 3.2.1 – Badania na rynek, w których mogą wziąć udział mikro, mali i średni przedsiębiorcy.

Piotr Brożyna (prezes Prezes FV Energia Sp. z o.o.) przedstawił referat „Prosument przemysłowy na rynku energii elektrycznej. Perspektywy rozwojowe segmentu rynkowego prosumentów przemysłowych w Polsce w świetle pierwszych doświadczeń niezależnego inwestora”, w którym zarysował możliwości rozwoju segmentu rynkowego prosumentów przemysłowych w Polsce, porównując systemy wsparcia i rozwój sektora energetyki słonecznej w Holandii, Wielkiej Brytanii i w Polsce (Ryc. 11).



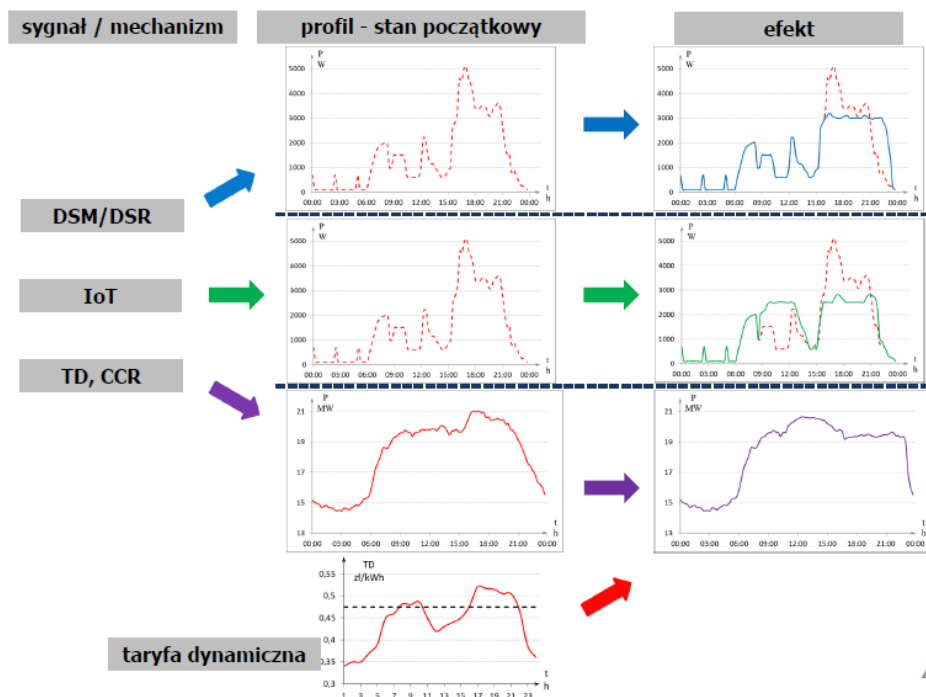
**Ryc.11. Moc instalacji fotowoltaicznych w Polsce, Holandii i w Wielkiej Brytanii**

Robert Duszka – (dyrektor Działu Business Development, NMG S.A.) w krótkim komunikacie „Zintegrowana platforma zarządzająca popytem i podażą energii w obszarze odbiorców końcowych – Projekt (zatwierdzony do realizacji)” przedstawił założenia projektu stworzenia zintegrowanej platformy do zarządzania popytem i podażą energii elektrycznej dla odbiorców końcowych, który właśnie uzyskał akceptację na dofinansowanie w NCBR. Realizacja projektu będzie odbywać się w dwóch etapach badań przemysłowych, niezbędnych do stworzenia rozwiązań w zakresie stworzenia platformy zarządzania DSR i algorytmizacji procesów, oraz z etapu testów pilotażowych.

W komentarzu profesor Popczyk zwrócił uwagę, że mamy tutaj do czynienia z pierwszym przypadkiem naszej współpracy z przedsiębiorcą, i wyraził nadzieję na zacieśnienie więzi między uczelnią, firmą NMG S.A. i operatorem.

Profesor Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska) przedstawił prezentację „Sterowanie cenami na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej **OK4+**”. Prelegent zwrócił uwagę na fundamentalną rolę programowalnego licznika energii umożliwiającego dwukierunkowy przepływ energii (od odbiorcy do sieci i w kierunku przeciwnym) oraz komunikację z prosumentem, we wdrażaniu cenotwórstwa czasu rzeczywistego CCR. W przyszłości należy oczekiwać pojawienia się podmiotu działającego w pobliżu granicy między osłonami OK3 i OK4, który zajmowałby się zbieraniem informacji o charakterze pomiarowym. Podmiot ten moglibyśmy nazwać niezależnym operatorem pomiarów. Na Ryc. 12 przedstawiono wpływ sygnałów sterujących na profil typowego domu jednorodzinnego i referencyjnego klastra energii. Po wprowadzeniu sygnałów sterujących można zauważyć zmniejszenie maksymalnego zapotrzebowania na moc (znaczne w przypadku domu jednorodzinnego i niewielkie dla klastra energii), oraz uproszczenie profilu wyrażające się w zmniejszeniu liczby zmian zapotrzebowania na energię w jednostce czasu.

Komentując wystąpienie profesora Dębowskiego profesor Popczyk przypomniał, że w 2003 roku byliśmy w Polsce o krok od wprowadzenia cen węzłowych energii elektrycznej, jednak ta zmiana została zablokowana przez wytwórców energii elektrycznej. Ponadto komentujący zwrócił uwagę na konieczność daleko idącego przetworzenia opłaty systemowo-sieciowej przed wprowadzeniem cenotwórstwa czasu rzeczywistego, z uwagi na znaczny – sięgający 70%, udział tej opłaty w całkowitym koszcie energii elektrycznej.



**Ryc. 12. Wpływ sygnałów sterujących na profil gospodarstwa jednorodzinnego i klastra energii – wyniki modelowania**

Doktor Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) rozpoczął referat „Sterowanie współczynnikami *net meteringu* na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej **OK4+**”, od stwierdzenia, że *net-metering* może stanowić element uzupełniający sygnały cenowe związane z taryfami dynamicznymi i cenotwórstwem czasu rzeczywistego CCR, umożliwiając maksymalizację wykorzystania energii wytworzonej lokalnie na potrzeby własne gospodarstwa domowego, spółdzielni energetycznej czy klastra energii, oraz stanowiąc mechanizm mogący zastąpić opłatę dystrybucyjną. Wartość współczynnika *net-meteringu* WNM może zależeć od szeregu czynników jak poziom osłony kontrolnej (spadek wartości współczynnika WNM w miarę oddalania się od osłony OK1 – *net-metering* zanika na osłonie kontrolnej OK4), rodzaju technologii wytwórczej (mikrobiogazownie i biogazownie – wysoka wartość współczynnika WNM z uwagi na to, że są to źródła regulacyjne, instalacje PV – średnia wartość współczynnika WNM z uwagi na możliwość wytwarzania energii w szczycie, elektrownie wiatrowe – niska wartość współczynnika WNM ze względu na wytwarzanie energii w różnych okresach czasu), mocy instalacji (spadek wartości współczynnika WNM wraz ze wzrostem mocy), oraz stopnia nasycenia sieci źródłami OZE (spadek wartości współczynnika WNM po przekroczeniu pewnego granicznego stopnia nasycenia sieci).

W komentarzu do wystąpienia dr Wójcickiego profesor Popczyk zwrócił uwagę na konieczność sporządzenia tabeli zawierającej wartości współczynników WNM oszacowane na podstawie analizy opłacalności, z podziałem na poziom osłony kontrolnej i rodzaj instalacji wytwórczej.

Dr Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) wygłosił referat „Sterowanie mocą i energią na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej **OK4+**” przygotowany wspólnie z dr Jarosławem Michalakiem (Politechnika Śląska). Prelegent omówił sposoby sterowania mocą i energią w poszczególnych osłonach kontrolnych poczynając od OK1 a kończą na OK5, z pominięciem osłony OK4. Z punktu widzenia procesów zachodzących w obrębie klastra energii, szczególnie istotne jest określenie sposobów sterowania mocą i energią w osłonach kontrolnych OK1, OK2 oraz OK3. W osłonie kontrolnej OK1 prelegent zidentyfikował szereg

podmiotów uczestniczących w działaniu klastra energii, należą tutaj konsumenci, czyli odbiorcy nie wpływający aktywnie na swój profil zapotrzebowania na energię elektryczną, następnie prosumenci bez instalacji wytwórczych oraz tacy, którzy takie instalacje posiadają, a także prosumenci posiadający zarówno instalacje wytwórcze i zasobniki energii. Podobnie dla osłon kontrolnych OK2 i OK3 prelegent wyróżnił takie podmioty jak źródła OZE z produkcją wymuszoną, źródła bilansujące, zasobniki i urządzenia FACTS oraz fragmenty systemu elektroenergetycznego w obrębie poszczególnych osłon OK1. Poniżej przedstawiono zestawienie podmiotów biorących udział w sterowaniu mocą i energią w osłonach OK1, OK2, i OK3, wraz z pełnionymi funkcjami i rodzajami sygnałów sterujących (Ryc. 13, Ryc. 14).

| Typ                              | Przyłączenie           | Możliwości  | Wymagania  | Warstwa sprzętowa   | Sygnały sterujące   |
|----------------------------------|------------------------|---|--|---|---|
| konsument                        | <b>OK2, OK3, OK4</b>   | - pobór energii   | - brak   | - zabezpieczenie przedlicznikowe  | - brak  |
| „świadomy” konsument (prosument) | <b>OK2, OK3, (OK4)</b> | - pobór energii<br>- sterowanie mocą                                    | - sterowane odbiorniki   | - programowalny strażnik mocy   | - CCR<br>- IoT  |
| prosument z OZE                  | <b>OK2, OK3, OK4</b>   | - pobór /produkcja energii<br>- sterowanie mocą*                        | -źródła OZE<br>- sterowane odbiorniki i/lub interfejs PME*                   | -programowalny strażnik mocy z inwerterem fotowoltaicznym i/lub<br>- interfejs PME  | - CCR*<br>-IoT*<br>-Q <sub>Z</sub><br>-U, f <sub>Z</sub> (off-grid) |
| prosument z OZE i AKU            | <b>OK2, OK3, (OK4)</b> | -pobór /produkcja energii<br>- sterowanie mocą*<br>- wirtualny magazyn* | -- źródła OZE<br>- sterowane odbiorniki i/lub interfejs PME*<br>- akumulator | - programowalny strażnik mocy z inwerterem fotowoltaicznym i/lub<br>- interfejs PME | - CCR*<br>-IoT*<br>-Q <sub>Z</sub><br>-U, f <sub>Z</sub> (off-grid) |

**Ryc. 13. Możliwości sterowania mocą i energią na osłonie kontrolnej OK1**

| Uczestnik                          | Oslona          | Funkcje   | Wymagania   | Sygnały sterujące   |
|------------------------------------|-----------------|---|---|---|
| Źródła OZE (z produkcją wymuszoną) | <b>OK2, OK3</b> | -produkcja energii<br>-regulacja pierwotna (ograniczenie produkowanej mocy czynnej)<br>- generacja mocy biernej | -źródła OZE<br>-przekształtniki energoelektroniczne*  | - P <sub>MAX OZE</sub><br>- Q <sub>OZE</sub><br>- U, f (off-grid)   |
| Źródła bilansujące                 | <b>OK2, OK3</b> | - produkcja energii<br>- bilansowanie mocy<br>- regulacja pierwotna<br>- generacja mocy biernej                 | - źródła OZE z zasobnikiem (biogazownia)<br>- źródła oparte o silniki Diesla<br>- bloki Combi (tylko OK3) | - P <sub>B</sub><br>- Q <sub>B</sub><br>- CCR<br>- U, f (off-grid)  |
| Zasobniki                          | <b>OK3</b>      | - bilansowanie energii<br>- bilansowanie mocy<br>- regulacja pierwotna<br>- generacja mocy biernej              | -zasobniki energii<br>-przekształtniki energoelektroniczne  | - P <sub>ZAS, EZAS</sub><br>- Q <sub>ZAS</sub><br>- CCR<br>- U, f (off-grid)                                |
| Urządzenia FACTS                   | <b>OK2, OK3</b> | -regulacja pierwotna<br>- generacja mocy biernej  | - zasobniki regulacyjne<br>- przekształtniki energoelektroniczne  | -P <sub>F</sub><br>- Q <sub>F</sub><br>- U, f (off-grid)  |
| OK1                                | <b>OK2, OK3</b> | - pobór energii<br>- produkcja energii*<br>- sterowanie mocą*<br>- wirtualny magazyn*                           | - interfejs PME*  | - P <sub>OK1</sub><br>- E <sub>OK1</sub> *<br>- Q <sub>OK1</sub> *<br>- CCR*<br>- IoT*<br>- U, f (off-grid) |

**Ryc. 14. Możliwości sterowania mocą i energią na osłonach kontrolnych OK2 i OK3**

Dr Marcin Fice (Politechnika Śląska) wygłosił referat „Potencjał wykorzystania koncepcji systemu sterowania samochodu hybrydowego do budowy systemów regulacyjno-bilansujących na rynku energii elektrycznej w osłonie kontrolnej **OK4+**”. Prelegent omówił

obszary regulacji częstotliwości i mocy w obrębie systemu elektroenergetycznego – regulacja częstotliwości jest najważniejsza w I strefie synchronicznej obejmującej energetykę WEK, natomiast w II strefie synchronicznej obejmującej obszar działania klastra energii, najważniejszym zadaniem jest regulacja mocy. Ponadto prelegent przedstawił na wykresach wpływ jakości napięcia zasilania na pracę odbiorników oświetleniowych. W dalszej części wystąpienia dr Fice porównał zasoby energetyczne oraz kryteria sterowania dla osłony kontrolnej OK4<sup>+</sup> i pojazdu hybrydowego HEV, znajdując podobieństwa pomiędzy tymi systemami dotyczące np. obecności profili zapotrzebowania na moc (dla osłony OK4<sup>+</sup> profil ten jest pochodną profili zapotrzebowania na moc poszczególnych odbiorników, natomiast dla pojazdu hybrydowego zmienia się on w funkcji prędkości pojazdu), a także minimalizacji kosztu globalnego jako ostatecznego kryterium sterowania (Ryc.15).

| Zasoby energetyczne   |   |
|---|---|
| HEV   | OK4 <sup>+</sup>  |
| Profil prędkości<br>(profil zapotrzebowania na moc)                           | Profil odbiorników<br>(profil zapotrzebowania na moc)                                       |
| (energia odzyskana, hamowanie<br>rekuperacyjne)                               | Źródło z produkcją wymuszoną<br>(OZE, MPPT)   |
| Źródło pierwotne<br>(silnik spalinowy – diesel, metan,<br>biogaz, wodór, ...) | Źródło regulacyjno-bilansujące<br>(silnik spalinowy – diesel, metan,<br>biogaz, wodór, ...) |
| Źródło wtórne<br>(akumulator)   | Zasobnik<br>(akumulator, zasobnik gazu)   |

| Kryteria sterowania                       |  |
|---|--|
| HEV                                       | OK4 <sup>+</sup>   |
| Krok 1<br>Minimalizacja zużycia paliwa    | Krok 1<br>Maksymalizacja wykorzystania<br>energii OZE na potrzeby własne |
| Krok 2<br>Minimalizacja kosztu globalnego | Krok 2<br>Minimalizacja kosztu globalnego                                |

**Ryc. 15. Porównanie zasobów energetycznych i kryteriów sterowania dla samochodu hybrydowego HEV i osłony kontrolnej OK4<sup>+</sup>**

Profesor Adam Bartoszek (Uniwersytet Śląski) wygłosił komunikat w związku z przyznaniem nagrody Fundacji Rozwoju Nauki dla studiów podyplomowych „Społeczeństwo Prosumenckie – Energetyka Prosumencka” prowadzonych przez Uniwersytet Śląski w Katowicach. Prelegent uznał, że pierwsza edycja studiów podyplomowych zakończyła się sukcesem, udało się zgromadzić słuchaczy reprezentujących bardzo różne środowiska, co jest ważne, i daje pewną nadzieję na przyszłość, w sytuacji gdy polityka rządu nie wspiera rozwoju źródeł wytwórczych OZE i energetyki rozproszonej. W tej sytuacji celowe wydaje się wykorzystanie uznania ze strony Fundacji Rozwoju Nauki dla rozpropagowania idei studiów podyplomowych poświęconych energetyce i społeczeństwu prosumenckiemu.<sup>3</sup>

W komentarzu do wypowiedzi profesora Bartoszka, profesor Popczyk wyraził przekonanie o konieczności kontynuowania wysiłków w celu doskonalenia programu i organizacji kolejnych edycji studiów podyplomowych „Społeczeństwo Prosumenckie – Energetyka Prosumencka”.

Dr Tomasz Müller rozpoczął dyskusję zwracając się do prezesa Piotra Brożyny z pytaniem o proporcję energii odnawialnej wykorzystanej na potrzeby własne przez chłodnię w Amsterdamie. Chłodnia – którą uprzednio prelegent przedstawił jako modelowy przykład

<sup>3</sup> Druga edycja studiów „Społeczeństwo Prosumenckie – Energetyka Prosumencka” nie odbyła się ze względu na brak wystarczającej liczby chętnych.

wykorzystania OZE przez przedsiębiorstwo, jest wyposażona w instalację PV produkującą 800 MWh energii elektrycznej rocznie, przy rocznym zapotrzebowaniu chłodni na energię elektryczną wynoszącym 2,6 GWh.

Odpowiadając prezes Brożyna stwierdził, że praktycznie cała energia wytwarzana przez instalację PV położoną na dachu chłodni w Amsterdamie, jest zużywana na potrzeby własne tejże chłodni, co jest możliwe dzięki wykorzystywaniu energii pochodzącej z instalacji PV do przechłodzenia chłodni, co umożliwia korzystanie z energii sieciowej w godzinach

pozaszczytowych. Zdaniem prelegenta inwestycje w przemysłowe instalacje wytwórcze OZE są tylko wtedy opłacalne, gdy przedsiębiorstwo zużywa całość energii pochodzącej z OZE na własne potrzeby. Rozszerzenie definicji prosumenta w ustawie o OZE – obecnie prosumentami nie mogą zostać przedsiębiorstwa chcące produkować energię elektryczną na potrzeby związane z prowadzoną działalnością gospodarczą, jest warunkiem koniecznym do rozwoju odnawialnych źródeł wytwórczych w sektorze przemysłu.

## Konwersatorium 2017/maj

Temat przewodni: **Mono rynek energii elektrycznej OZE – innowacyjność przełomowa**

### Komunikat do Konwersatorium z dnia 24 kwietnia 2017 r.

Podczas kwietniowego Konwersatorium w głównym bloku (prezentacje Gości) poruszone były tematy związane z klastrami energii, głównie z perspektywami dla prosumentów przemysłowych i z możliwościami dotyczącymi finansowania energetyki klastrowej w początkowym etapie jej rozwoju. Choć model funkcjonowania klastra energii nadal nie jest jasny, to realizacja takich przedsięwzięć jest pożądana ze względu na możliwość transformacji energetyki „od dołu” czyli od wykorzystania zasobów lokalnych, społecznych jak i technicznych. Aktywizacja zasobów społecznych wiąże się zwykle z koniecznością wskazania potencjalnych korzyści z działalności, a te z kolei związane są z nakładami inwestycyjnymi w nowe technologie. W tym zakresie znaczną rolę odegrają niezależni inwestorzy z technologiami wytwarzania i zarządzania energią (nastawieni na zysk ze świadczonych lokalnie usług energetycznych) i prosumenci przemysłowi (nastawieni na obniżenie kosztów za energię) (P. Brożyna, Prosument przemysłowy na rynku energii elektrycznej ..., Konwersatorium IE, kwiecień 2017). Ten sposób działania zapewne okaże się efektywniejszy w tworzeniu zasad operacyjnych dla klastrów energii niż oczekiwanie na przygotowanie odpowiednich aktów prawnych.

Inwestycje w innowacyjne (i jednocześnie jeszcze kosztowne) rozwiązania dla energetyki prosumenckiej wymagają na razie wsparcia, które w tym obszarze jest gwarantowane przez Unię Europejską w ramach różnych programów finansowych. Programy te są zazwyczaj dostosowane do różnych wartości inwestycji, od kilkudziesięciu tysięcy do kilkudziesięciu milionów zł. (D. Hubka-Wójcik, Możliwości pozyskania wsparcia finansowego ..., Konwersatorium IE, kwiecień 2017). Programy te umożliwiają finansowanie projektów związanych z prowadzeniem badań przemysłowych i rozwojowych dla energetyki, łącznie z możliwością wytworzenia i uruchomienia instalacji pilotażowych oraz tworzenia regionalnych agend badawczych i projektów aplikacyjnych (R. Duszka, *Zintegrowana platforma zarządzająca popytem i podażą energii* ..., Konwersatorium IE, kwiecień 2017).

Zespół z Politechniki Śląskiej, na czele z Profesorem Janem Popczykiem prezentował problemy związane z regulacją mocy i bilansowaniem energii na mono rynku energii elektrycznej. Tematami prezentacji były głównie zasoby wytwórcze i ich zdolności regulacyjne oraz bilansujące (struktury regulacji i sterowania z uwzględnieniem wymagań dotyczących parametrów jakości energii elektrycznej), a także koszty związane z usługami regulacyjno-bilansującymi (ich wpływ na jednoskładnikowe ceny końcowe energii elektrycznej). Tematy te były omawiane w szczególności w kontekście taryf dla odbiorców końcowych zasilanych z sieci nN (taryfy G, C) oraz z sieci SN (taryfy B), głównie ze względu na to, że struktura i sposób tworzenia tych taryf nie były zmieniane od 25 lat. Jest zrozumiałe, że w kolejnych latach w osłonie OK4+ przepływy finansowe muszą zostać dostosowane do nowych warunków rozwoju funkcjonowania lokalnej infrastruktury sieciowej (sieci SN/nN), w szczególności muszą uwzględniać nowe uwarunkowania wynikające z integracji, już na masową skalę, rozproszonych źródeł wytwórczych (bardzo zróżnicowanych) z tą infrastrukturą.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk** (Prezes Stowarzyszenia Klaster 3x20), **Dorota Hubka-Wójcik** – Prezes Małopolskiego Centrum Transferu Technologii, **Robert Duszka** – Dyrektor Działu Business Development, NMG S.A., **Piotr Brożyna** – Prezes FV Energia Sp. z o.o., dr inż. **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr inż. **Robert Wójcicki**



(obszar działania: informatyka, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy opłaty systemowo-sieciowej na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska –Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki), dr inż. **Krzysztof Bodzek** (obszar działania: energoelektronika i informatyka w elektrotechnice, w tym praktyczne ich wykorzystanie w badaniach symulacyjnych miksu energetycznego Polski w horyzoncie 2050, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr inż. **Jarosław Michalak**

Agenda; 23.05.2017 r.

- Profesor Jan Popczyk **Uproszczona analiza SWOT dla mono rynku energii elektrycznej OZE**,
- Arkadiusz Dubas – Dyrektor Biura Taryf i Regulacji (Tauron Dystrybucja S.A.) **Anatomia kształtowania opłat systemowo-sieciowych przez operatorów systemów dystrybucyjnych**,
- Sebastian Kiluk (AGH) **Bitcoin/Blockchain na mono rynku energii elektrycznej OZE – kryptowaluty w *net meteringu***
- Włodzimierz Pomierny – Ekspert Biura Rozwoju i Innowacji (Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.) **Projekt ARP nt. Sieć otwartych innowacji a mono rynek energii elektrycznej OZE**
- Przedstawiciel Zgorzeleckiego Klastra Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej. **Wnioski z Seminarium (Zgorzelec, 17 maja 2017 r.) nt. Oddziaływanie klastrów energii na społeczność lokalną. Korzyści dla mieszkańców powiatu.**
- Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska) **Przebudowa taryf energii elektrycznej na mono rynku energii elektrycznej OZE**
- Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) **Macierz współczynników WNM w *net meteringu* na mono rynku energii elektrycznej OZE**
- Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) **Album technologii wytwórczych na mono rynku energii elektrycznej OZE, ze szczególnym uwzględnieniem rosnącego ich wysycania w układy energoelektroniczne**
- Marcin Fice (Politechnika Śląska) **Konwergencja wymagań jakościowych dla źródeł i odbiorników (odbiorczej mikroinfrastruktury energetycznej – usług multienergetycznych) na mono rynku energii elektrycznej OZE**

### **Omówienia wystąpień**

Profesor Popczyk przedstawił temat „Uproszczona analiza SWOT dla mono rynku energii elektrycznej OZE”, w którym pokreślił, że w analizie SWOT dotyczącej mono rynku energii elektrycznej, konieczne jest traktowanie tego rynku jako innowacji przełomowej (Ryc. 16). Prelegent zauważył, że mówiąc o bezpieczeństwie energetycznym, zwykle ma się na myśli bezpieczeństwo systemu elektroenergetycznego lub grup interesów powiązanych z energetyką WEK, tymczasem dla odbiorcy końcowego najważniejsza jest możliwość przemieszczania się, zapewnienia sobie komfortu termicznego i pracy urządzeń w gospodarstwie domowym. Transformacja energetyki w stronę mono rynku energii elektrycznej narusza interesy grup powiązanych z energetyką WEK, dlatego w najbliższych latach czasie należy się spodziewać, że energetyka będzie areną wojny propagandowej. Pod koniec wystąpienia profesor Popczyk podał oszacowania rocznego kosztu usług energetycznych dla gospodarstwa domowego w horyzoncie 2050, dla scenariusza petryfikacji energetyki opartej o instalacje wytwórcze

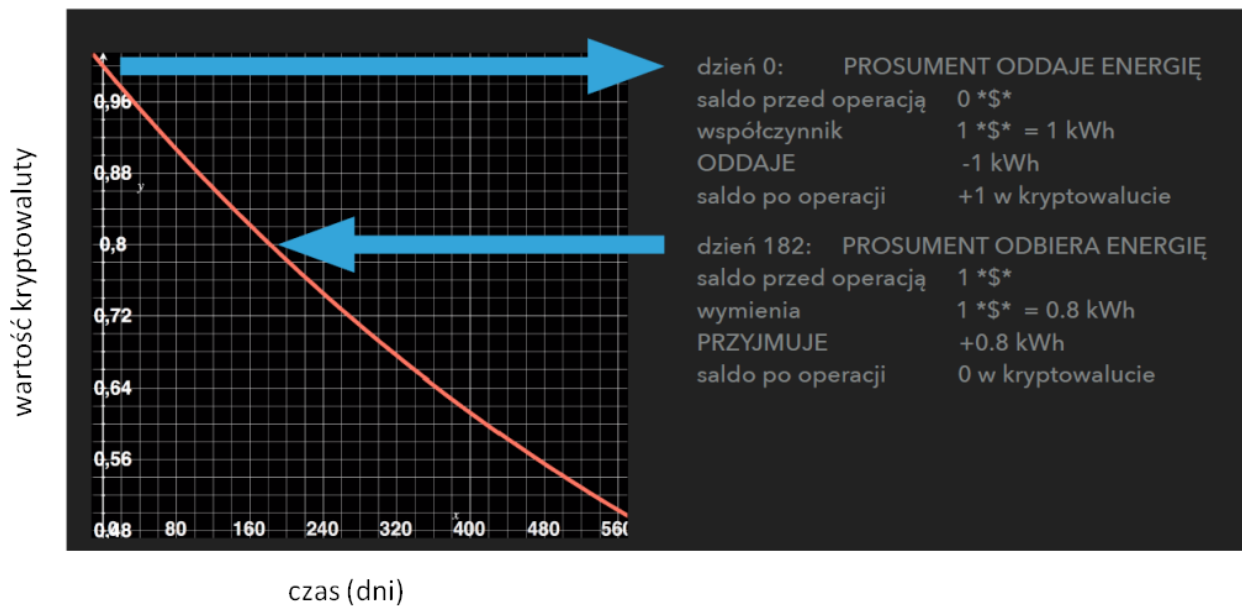
| Czynniki   | Pozytywne   | Negatywne  |
|--|---|--|
| <b>Wewnętrzne (mono rynek energii elektrycznej OZE)</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Znaczny potencjał rozwojowy mono rynku energii elektrycznej,</li> <li>Sieciowe parytety cenowe – inteligentnej infrastruktury i źródeł OZE (krańcowe koszty krótkookresowe) oraz efektywność energetyczna (krańcowe koszty długoterminowe),</li> <li>Znaczny potencjał dyfuzji mono rynku energii elektrycznej do całej energetyki prosumenckiej,</li> <li>Znaczny potencjał redukcji rocznego rynku paliw kopalnych w mono rynek energii elektrycznej – 1500/1000/500 na 250/200 [TWh]</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Brak rozwiniętego centrum kompetencyjnego uznającego nieuchronność transformacji energetyki,</li> <li>Brak podręczników dotyczących transformacji energetyki,</li> <li>Brak kapitału społecznego wspierającego transformację energetyki,</li> <li>Brak przekazu medialnego na temat transformacji energetyki, adresowanego do społeczeństwa</li> </ul>  |
| <b>Zewnętrzne (od krajowej polityki energetycznej do globalnej transformacji cywilizacyjnej)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Globalna zmiana cywilizacyjna o charakterze gospodarczo-społecznym,</li> <li>Ratyfikacja układu paryskiego z 2015 roku i wzrost znaczenia transformacji energetyki jako platformy innowacyjności,</li> <li>Reelektryfikacja OZE strefy euroatlantyckiej i perspektywy budowy mono rynku energii elektrycznej w Indiach, Afryce i w Chinach,</li> <li>Przekierowanie środków na inwestycje z rynków paliw kopalnych na mono rynki energii elektrycznej w latach 2015-16, oraz ciągle znaczny potencjał redukcji cen technologii związanych z tymi rynkami.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rządowo-korporacyjny opór wobec transformacji energetyki wynikający z braku kompetencji i obecności silnych grup interesów,</li> <li>Nieświadomość społeczeństwa poddanego oddziaływaniom grup interesów i trudna restrukturyzacja polskiego sektora energii, w tym górnictwa,</li> <li>Presja ze strony państw – dostawców gazu ziemnego i ropy, o niskich standardach demokratycznych oraz interesy dostawców (w państwach demokratycznych) dóbr inwestycyjnych dla energetyki WEK,</li> <li>Rosnąca marginalizacja Polski w UE.</li> </ul> |

**Ryc. 16. Analiza SWOT dla mono rynku energii elektrycznej**

węglowo-jądrowo-gazowe, i energetyki z mono rynkiem energii elektrycznej, dochodząc do wartości odpowiednio 14000 i 6000 PLN.

Arkadiusz Dubas (Tauron Dystrybucja S.A.) przedstawił referat „Anatomia kształtowania opłat systemowo-sieciowych przez operatorów systemów dystrybucyjnych”, w którym przedstawił proces tworzenia taryfy dla energii elektrycznej, strukturę obecnie obowiązującej taryfy dla energii elektrycznej, cele i założenia programu regulacji jakościowej dla operatorów OSD, a także zróżnicowanie stawek zmiennych w taryfie G12 u pięciu największych polskich operatorów OSD. Prelegent zwrócił uwagę na zależność między wysokością zwrotu z kapitału w taryfie a nakładami inwestycyjnymi i stopniem realizacji celów regulacji jakościowej mierzonym wartościami wskaźników SAIDI, SAIFI, oraz CRP. Omawiając strukturę opłat ponoszonych przez odbiorców, prelegent podkreślił stały wzrost obciążeń odbiorców związanych ze wsparciem innych podmiotów niż operatorzy OSD, który można zaobserwować w latach 2014-2017. W najbliższych latach należy oczekiwać dalszego wzrostu tych obciążeń w następstwie wprowadzenia projektowanego rynku mocy. Dyrektor Dubas zgodził się z poglądem, że w ciągu kilku, kilkunastu najbliższych lat należy się spodziewać głębokiej przebudowy systemu taryfowego w związku z transformacją energetyki.

Dr Sebastian Kiluk (AGH, Kraków) zaprezentował referat „Bitcoin/Blockchain na mono rynku energii elektrycznej OZE – kryptowaluty w *net meteringu*”, w którym zaprezentował w jaki sposób można wykorzystać technologię blockchain do wyznaczenia wartości współczynnika *net-meteringu*. Istota proponowanego rozwiązania polega na wprowadzeniu krypto waluty, która będzie traciła swoją wartość w funkcji czasu. Wartość energii oddawanej przez prosumenta do sieci byłaby wyceniana w jednostkach krypto waluty, podobnie jak wartość energii, którą prosument będzie chciał pobrać z sieci w zamian za



**Ryc. 17. Inflacja wartości kryptowaluty w *net-meteringu***

energię dostarczoną uprzednio do sieci (w związku ze zmniejszaniem się w czasie wartości oddanej energii przez prosumenta do sieci, ilość energii, która będzie on mógł pobrać w zamian za oddaną uprzednio energię, będzie malała w czasie). Takie rozwiązanie ma w zamyśle zachęcać prosumentów do zwiększonego wykorzystywania energii na potrzeby własne (Ryc. 17). W dalszej części referatu prelegent pokazał w jaki sposób można zastosować technologię blockchain do rozliczeń za energię elektryczną z wykorzystaniem mechanizmu DSM/DSR, oraz przeprowadził porównanie obecnie stosowanego systemu rozliczeń za energię w ramach *net-meteringu*, z systemem wykorzystującym technologię blockchain.

Podsumowując wystąpienie dr Kiluka, profesor Popczyk uznał, że mono rynek energii elektrycznej wykorzystujący rozliczenia za pomocą krypto waluty, można z pewnością uznać za innowację o charakterze przełomowym. Istotnym problemem jest niewątpliwie dobór odpowiednich współczynników *net-meteringu*.

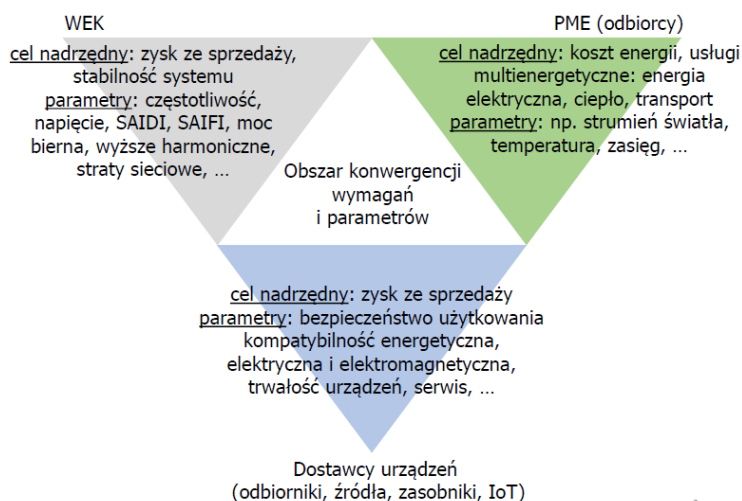
Włodzimierz Pomierny (Ekspert Biura Rozwoju i Innowacji – Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.) w referacie „Projekt ARP nt. Sieć otwartych innowacji a mono rynek energii elektrycznej OZE” przedstawił możliwości wsparcia sektora biznesu przez Agencję Rozwoju Przemysłu. Pomoc dla przedsiębiorców może przybierać formę usług doradczych – zarówno o charakterze prawnym jak i technicznym, wsparcia finansowego w wysokości do 70%, na zakup nowych technologii (dotyczy mikro, małych i średnich przedsiębiorstw), a także promocji nowych rozwiązań technologicznych w ramach spotkań, konferencji, warsztatów, seminariów, w których uczestniczą zarówno podmioty zainteresowane nabyciem jak i sprzedażą technologii.

Przedstawiciel Zgorzeleckiego Klastra Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej zaprezentował komunikat „Wnioski z Seminarium (Zgorzelec, 17 maja 2017 r.) nt. Oddziaływanie klastrów energii na społeczność lokalną. Korzyści dla mieszkańców powiatu”. Celem seminarium było pogłębienie wiedzy mieszkańców powiatu – w tym przedstawicieli samorządu terytorialnego, na temat klastrów energii, ze szczególnym uwzględnieniem korzyści, jakie mogą stać się udziałem podmiotów wchodzących w skład klastra. Zdaniem uczestników seminarium współpraca z jednostkami samorządu terytorialnego jest warunkiem koniecznym do stworzenia sprawnie funkcjonującego klastra energii, ponadto w procesie tworzenia klastra energii istotną rolę odgrywa zaangażowanie dużych podmiotów gospodarczych o znacznym

zapotrzebowaniu na energię, a także zapewnienie uczestnikom klastra wymiernych korzyści ekonomicznych i środowiskowych. Zdaniem prelegenta w niedalekiej przyszłości sposób funkcjonowania rynku energii ulegnie znaczącym zmianom, co będzie wymagało wdrażania technologii magazynowania energii, zbierania informacji o dynamice zapotrzebowania na energię oraz tzw. inteligentnego bilansowania popytu i podaży. Ocena funkcjonowania klastra energii powinna obejmować aspekty energetyczne, gospodarczo-ekonomiczne, podatkowe i społeczne.

Profesor Popczyk zapytał czy przypadkiem duzi odbiorcy, o których wspomniał prelegent, nie są przyłączeni do sieci innej niż sieć Sn/nN, ponieważ w takiej sytuacji odbiorcy ci nie mogą być członkami klastra energii. W odpowiedzi wójt Gminy Zgorzelec wyjaśnił, że nie wykracza poza zakres sieci Sn.

Marcin Fice (Politechnika Śląska) w referacie „Konwergencja wymagań jakościowych dla źródeł i odbiorników (odbiorczej mikroinfrastruktury energetycznej – usług multienergetycznych) na mono rynku energii elektrycznej OZE” przedstawił zróżnicowanie celów biznesowych i potrzeb, a także wymagań jakościowych wobec energii elektrycznej u przedstawicieli energetyki WEK, prosumentów i producentów odbiorników (Ryc. 18).



**Ryc. 18. Trójbiegunowy obszar konwergencji wymagań jakościowych na mono rynku energii elektrycznej**

Celem nadrzędnym energetyki WEK jest wypracowanie zysku, do czego niezbędne jest utrzymanie stabilności systemu elektroenergetycznego, z kolei dla prosumenta istotne znaczenie ma głównie koszt energii (ogólniej koszt usług energetycznych obecnie związanych z dostarczaniem energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych, docelowo obejmujących rynek energii elektrycznej), a także takie parametry jak przykładowo strumień światła, temperatura pomieszczenia, czy zasięg pojazdu, wreszcie z punktu widzenia producentów odbiorników podstawowe znaczenie ma osiągnięcie zysku oraz takie parametry odbiorników jak kompatybilność energetyczna, elektryczna i elektromagnetyczna. Z kolei takie parametry jak trwałość odbiorników i serwis mają znaczenie zarówno dla prosumentów jak producentów odbiorników, choć obie grupy podmiotów mają rozbieżne interesy związane z tymi parametrami. Kształtowanie się mono rynku energii elektrycznej będzie wymagało zakrojonych na szeroką skalę uzgodnień dotyczących wymagań jakościowych dla źródeł i odbiorników. W dalszej części wystąpienia prelegent zaprezentował na wykresach przykłady zakłóceń generowanych przez takie odbiorniki i źródła wytwórcze jak grzałka o mocy 2 kW, źródło LED o mocy 20 W oraz źródło PV o mocy 2,5 kW.

Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska) podjął tematykę zmian taryf energii elektrycznej w referacie „Przebudowa taryf energii elektrycznej na mono rynku energii elektrycznej OZE”. Prelegent podkreślił znaczenie wprowadzenia taryf dynamicznych dla odbiorców należących do klastra energii. Kształtowanie się taryf dynamicznych będzie się odbywać przy uwzględnieniu dostępnej ilości energii elektrycznej – zarówno pewnego wolumenu energii elektrycznej dostarczanej z sieci operatorów, jak i energii produkowanej w klastrze, a także kosztów dostarczenia energii do odbiorców końcowych. W tym miejscu prelegent zwrócił uwagę, że energia produkowana przez niezależnych inwestorów NI na poziomie klastra byłaby obciążona jedynie kosztami występującymi na poziomie sieci nN, natomiast obecnie energia dostarczana odbiorcom końcowym jest obciążona kosztami ponoszonymi zarówno przez operatora OSP jak i operatorów OSD. W rezultacie rozwój generacji w ramach klastra energii może przyczynić się do obniżenia kosztów energii elektrycznej dla odbiorców końcowych.

Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) przedstawił temat „Macierz współczynników WNM w *net meteringu* na mono rynku energii elektrycznej OZE”. Referat wpisywał się w ciąg prezentacji poświęconych wypracowaniu współczynników *net meteringu* zróżnicowanych ze względu na rodzaj technologii wytwórczej, moc i rodzaj instalacji, a także miejsce instalacji w obrębie lokalnego systemu elektroenergetycznego.

Neutralne wartości współczynników *net-meteringu* oszacowano przy głównym założeniu, że energia, która przepada na rzecz operatora sieci – co wynika z wartości współczynnika WNM i okresu bilansowania, odzwierciedla koszty prowadzenia usługi *net-meteringu* przez operatora. Prelegent przedstawił przykładowe wartości współczynnika WNM w formie kilku macierzy sporządzonych osobno dla rynków o zróżnicowanym nasyceniu instalacjami prosumenckimi, przy uwzględnieniu ponoszenia przez sprzedawcę części opłaty systemowo-sieciowej. Niektóre wartości współczynników WNM oszacowano przy założeniu zwolnienia sprzedawcy i prosumenta z obciążeń podatkowych, które to straty dla budżetu miałyby być rekompensowane przez dodatkowe wpływy podatkowe z tytułu rozwoju generacji rozproszonej, zwiększenia zatrudnienia i konkurencyjności gospodarki (Ryc. 19).

| Technologia |                | Fotowoltaika |      |       |        |      |      | Wiatr |        |       |        |      | Biogaz |     |        |       |        |      |      |     |        |
|-------------|----------------|--------------|------|-------|--------|------|------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-----|--------|-------|--------|------|------|-----|--------|
|             |                | Czas         |      | 1 rok | 3 m-cz | 24 h | 12 h | 1 h   | 15 min | 1 rok | 3 m-cz | 24 h | 12 h   | 1 h | 15 min | 1 rok | 3 m-cz | 24 h | 12 h | 1 h | 15 min |
| Osłona      | Moc            |              | 0,85 | 1,6   | 2      | 3    | 37   | 119   |        |       |        |      |        |     |        |       |        |      |      |     |        |
|             | Do 40 kW       | 1,15*        | 2,2* | 2,8*  | 4,5*   | 51*  | 161* |       |        |       |        |      |        |     |        |       |        |      |      |     |        |
| OK 1        | Do 200 kW      | -            | -    | -     | -      | -    | -    | -     | -      | -     | -      | -    | -      | -   | -      | -     | -      | -    | -    | -   | -      |
|             | Pow. 200-40 kW | -            | -    | -     | -      | -    | -    | -     | -      | -     | -      | -    | -      | -   | -      | -     | -      | -    | -    | -   | -      |
| OK 2        | Do 40 kW       | 0,7          | 0,9  | 1,0   | 1,2    | 3,6  | 28   |       |        |       |        |      |        |     | 0,7    | 0,8   | 1,1    | 8    | 43   | 43  |        |
|             | Pow. 40-200 kW | -            | -    | -     | -      | -    | -    | -     | -      | -     | -      | -    | -      | -   | -      | -     | -      | -    | -    | -   | -      |
| OK 3        | Do 200 kW      | -            | -    | -     | -      | -    | -    | -     | -      | -     | -      | -    | -      | -   | -      | -     | -      | -    | -    | -   | -      |
|             | Pow. 200-40 kW | -            | -    | -     | -      | -    | -    | -     | -      | -     | -      | -    | -      | -   | -      | -     | -      | -    | -    | -   | -      |
| OK 4        |                |              |      | 0     |        |      |      |       | 0      |       |        |      |        |     | 0      |       |        |      |      |     |        |

Ryc. 19. Przykładowe wartości neutralnych współczynników *net-meteringu* <sup>4</sup>

W dalszej części wystąpienia prelegent zwrócił uwagę na niedogodności stosowania wysokich współczynników WNM o wartości przekraczającej jedność, mogących zachęcać do

<sup>4</sup> Założenia; postępujący rozwój rynku – równomierne zwiększanie wysycenia rynku źródłami odnawialnymi, a także skracanie okresów bilansowania, sprzedawca płaci podatki takie jak VAT i akcyzę, (\*) – zwolnienie z podatków sprzedawcy i prosumenta.

przesunięcia poboru energii poza okres wytwarzania energii, w celu odebrania z sieci większej ilości energii niż wprowadzona do sieci. Może to prowadzić do patologii w postaci tzw. oscylatora polegającego na cyklicznym wprowadzaniu energii do sieci w części okresu bilansowania poprzez sztuczne obniżanie zapotrzebowania, w celu pobrania znacznych ilości energii zwielokrotnionych przez wartość współczynnika WNM w dalszej części okresu bilansowania – w takiej sytuacji sprzedawcy energii może się bardziej opłacać czasowe wyłączenie odbiorcy i zapłacenie kar umownych. Pod koniec wystąpienia dr Wójcicki przedstawił sposoby eliminacji ograniczeń współczynnika WNM, wśród których na szczególną uwagę zasługuje dynamiczny współczynnik WNM dopasowany do bieżącej sytuacji rynkowej, który miałby stanowić końcowy etap rozwoju systemu współczynników WNM, możliwy do wprowadzenia po powstaniu odpowiedniej infrastruktury teleinformatycznej.

W komentarzu profesor Popczyk przypomniał, że ostatecznym celem pracy dr Wójcickiego jest wypracowanie wartości współczynników WNM, które mogłyby zostać wykorzystane w regulacjach nowego rynku energii elektrycznej.

Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) zaprezentował temat „Album technologii wytwórczych na mono rynku energii elektrycznej OZE, ze szczególnym uwzględnieniem rosnącego ich wysycenia w układy energoelektroniczne”, w którym przedstawił katalog instalacji wytwórczych obecnych na mono rynku energii elektrycznej z uwzględnieniem źródeł wyposażonych w przekształtniki i źródeł nie posiadających przekształtników, a także określeniem rodzaju przyłącza i osłony kontrolnej. Ponadto prelegent przedstawił strukturę sterowania w obszarze energii w systemie elektroenergetycznym dla osłon kontrolnych od OK1 do OK5, oraz omówił stosowanie przekształtników w silnikach elektrycznych i reflektorach LED. W podsumowaniu wystąpienia prelegent zwrócił uwagę na rosnące znaczenie cyfryzacji, opieranie podejmowania decyzji o symulacje w czasie rzeczywistym, rozwój komunikacji maszyna-maszyna a także maszyna-człowiek, oraz na pojawianie się nowych technologii wytwórczych, obejmowane niejednokrotnie zbiorczą nazwą „czwartej rewolucji przemysłowej”.<sup>5</sup>

Podsumowując wystąpienie dr Bodzka, profesor Popczyk wyraził przekonanie, że bez wątplenia zmiany w energetyce mają charakter innowacji przełomowej. Cyfryzacja elektroenergetyki umożliwia przeniesienie usług regulacyjnych ze sfery energetyki WEK do sfery sieci Sn/nN. Obecnie jesteśmy świadkami bezprecedensowego procesu cyfryzacji elektroenergetyki Chinach.

Rozpoczynając dyskusję profesor Popczyk zapytał dyrektora Dubasa, dlaczego mieszkańcy bloków mieszkalnych zasilani bezpośrednio z sieci Sn dzięki stacji transformatorowej Sn/nN, są obowiązani płacić za utrzymanie sieci nN? W odpowiedzi dyrektor Dubas oświadczył, że wynika to z przyjętej zasady socjalizacji (czyli podziału) kosztów utrzymania sieci nN, niezależnie od tego czy gospodarstwo domowe faktycznie korzysta z sieci niskiego napięcia nN.

W dalszej części dyskusji udział wzięli Wójt Gminy Zgorzelec, dr inż. S. Kiluk, dr hab. inż. K. Dębowski, prezes CEZ Polska oraz dyrektor A. Dubas.

---

<sup>5</sup> Termin „czwarta rewolucja przemysłowa” (niem; *Industrie 4.0*) został użyty po raz pierwszy w 2012 roku w raporcie na temat zaawansowanych technologii przygotowanym dla rządu Niemiec przez grupę roboczą z firmy Robert Bosch GmbH [[Industrie 4.0](#)].



## Konwersatorium 2017/czerwiec

Temat przewodni: **Jak wprząc wysoką teorię w bardzo już wymagającą praktykę transformacji energetyki, i czy to jest potrzebne?**

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 23 maja 2017 r.**

Na majowym Konwersatorium kontynuowana była, jako wiodąca, tematyka klastrów energii i mono rynku energii elektrycznej (Wnioski z Seminarium nt. Oddziaływanie klastrów energii na społeczność lokalną. Konwersatorium IE, maj 2017; J. Popczyk: Uproszczona analiza SWOT dla mono rynku energii elektrycznej OZE. Konwersatorium IE, maj 2017). Staje się już widoczne, że koncepcja mono rynku energii elektrycznej OZE – powiązana z pasywizacją budownictwa, elektryfikacją ciepłownictwa oraz elektryfikacją transportu – zapewnia największy postęp w opisie funkcjonowania energetyki klastrowej. Jest to szczególnie ważne dla obszarów wiejskich, które wymagają reelektryfikacji, i gdzie lokalne wytwarzanie ciepła w (prosumenckich) tradycyjnych źródłach można poddać modernizacji poprzez zastąpienie wydajniejszymi źródłami odnawialnymi (pompy ciepła PC, dachowe źródła PV, elektrownie wiatrowe klasy 3 MW, elektrownie biogazowe klasy 1 MW) i inteligentną infrastrukturą zarządzającą.

Mikroekonomia mono rynku energii elektrycznej OZE jest uwarunkowana oczywiście głęboką restrukturyzacją opłaty systemowo-sieciowej. Patologia tej opłaty narastała systematycznie w ciągu ostatnich 20 lat. W rezultacie w taryfach G opłata systemowo-sieciowa (praktycznie monopolistyczna, stanowi około 70% końcowej ceny jednoskładnikowej (po wprowadzeniu rynku mocy będzie to nie mniej niż 75% (może być nawet 80%). Drugą „zaporową” barierą przeciwkoncepcyjną stosowaną na rynku energii elektrycznej przez URE od początku istnienia tego urzędu są taryfy roczne ze stawkami mającymi źródło w ekonomii kosztów przeciętnych, blokujących ujawnienie się elastyczności cenowej popytu końcowego na rynku (energii elektrycznej).

Prezentacja Dyrektora Arkadiusza Dubasa (A. Dubas: Anatomia kształtowania opłat systemowo-sieciowych ... Konwersatorium IE, maj 2017) potwierdziła złożoność sytuacji w jakiej znalazła się polska elektroenergetyka i wielkość zadań do wykonania. Mianowicie, z jednej strony metody tworzenia opłaty systemowo-sieciowej stosowane w praktyce taryfowej (w procesie ich opracowywania przez operatorów OSD i zatwierdzania przez URE) są niezwykle drobiazgowo (tym samym skomplikowane), ale też sztuczne (z dominującymi arbitralnymi rozwiązaniami). A z drugiej strony ma miejsce niezwykle prostota celu stosowania taryf. Tym celem jest pełne pokrycie, bez najmniejszego ryzyka, kosztów ponoszonych przez operatorów (a w dużym zakresie również przez całe grupy kapitałowe). Ogólnie można stwierdzić, że utrzymywany przez 20 lat system taryf realizuje zasadę, że cena odzwierciedla koszty, chociaż od dawna cena powinna już odzwierciedlać wartość (podstawowa zasada na rynkach konkurencyjnych). Jądrzem transformacji energetyki WEK w energetykę NI/EP musi zatem być model opłaty systemowo-sieciowej, który będzie stymulował efektywność rynkową klastrów energii. Podstawą tego modelu jest *net metering* w osłonach OK1, OK2 i OK3, kalibrowany z uwzględnieniem cenotwórstwa CCR (cenotwórstwo czasu rzeczywistego). Analizy/decyzje inwestycyjne w klastrach wymagają skokowego zwiększenia obserwowalności sieci rozdzielczych, zarówno w kontekście ich struktury (schematy elektryczne) jak i w kontekście profili obciążeń węzłowych (stacje SN/nN, GPZ-ty). Potrzebne są również całkowicie nowe systemy rozliczeniowe. Te nowe potrzeby powodują, że wejście na rynek energii elektrycznej niezależnych operatorów pomiarów staje się coraz pilniejsze. (S. Kiluk: Bitcoin/Blockchain na mono rynku energii elektrycznej ... Konwersatorium IE, maj 2017; K.

Dębowski: Przebudowa taryf energii ... Konwersatorium IE, maj 2017; R. Wójcicki: Macierz współczynników WNM w *net meteringu* ... Konwersatorium IE, maj 2017).

W dziedzinie technologii wytwarzania, przetwarzania i zarządzania energią elektryczną coraz częściej pojawiają się zagadnienia związane z jakością energii zasilania, a mianowicie z „psuciem” energii przez źródła OZE. (K. Bodzek: Album technologii wytwórczych na mono rynku energii ... Konwersatorium IE, maj 2017) Różnorodność dostępnych technologii lokalnego wytwarzania i bilansowania energii daje możliwość dopasowania się do każdych warunków. Ujawniają się tutaj jednak nowe problemy związane z dostosowaniem dotychczasowych sieci rozdzielczych do pracy zamkniętej (cechującej się bardzo dynamicznymi/skomplikowanymi rozplływami mocy). Z punktu widzenia energetyki WEK generacja rozproszona jest ciągle traktowana jako zjawisko marginalne. Dlatego w sferze naukowej badania nad generacją rozproszoną dotyczą ciągle (najczęściej) systemów wyspowych otwartych, z jednym źródłem, co najwyżej systemów kilkuźródłowych; w badaniach tych źródła na ogół nie są wyposażone w przekształtniki. W energetyce NI/EP zagadnienia badawcze będą dotyczyły sieci wielokrotnie zamkniętych, cechujących się bardzo dużym wysyceniem w źródła z generacją wymuszoną, w źródła regulacyjno-bilansujące, a także w magazyny energii.

W trójbiegunowym obszarze konwergencji wymagań jakościowych (energetyka WEK – odbiorcy/prosumenci – producenci/sprzedawcy urządzeń/odbiorników) rozwój technologii kolejny raz wychodzi naprzeciw potrzebom zapewniając odporność urządzeń/odbiorników w środowisku permanentnych warunkach zakłóceń. (M. Fice: Konwergencja wymagań jakościowych dla źródeł i odbiorników ... Konwersatorium IE, maj 2017). Także źródła OZE, wyposażone już powszechnie w przekształtniki energoelektroniczne, pozwalają kształtować napięcia i prądy dostosowując je do obowiązujących wymagań jakościowych. Proces dostosowywania sieci rozdzielczych do nowych wymagań, szczególnie poprzez ich wyposażanie w elektroniczne/informatyczne stacje rozdzielcze (stacje smart) jest dopiero w początkowej fazie.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk** (Prezes Stowarzyszenia Klaster 3x20), **Arkadiusz Dubas** – Dyrektor Biura Taryf i Regulacji, Tauron Dystrybucja S.A., **Włodzimierz Pomierny** – Ekspert Biura Rozwoju i Innowacji, Agencja Rozwoju Przemysłu S.A., dr inż. **Sebastian Kiluk** (obszar działania: nowoczesne metody rozliczeń i wyceny rzeczywistej wartości usług sieciowych i energii, blockchain i bitcoin, Akademia Górniczo-Hutnicza), dr hab. inż. **Krzysztof Dębowski** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy systemów pomiarowo-rozliczeniowych na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr inż. **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr inż. **Robert Wójcicki** (obszar działania: informatyka, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach na rzecz przebudowy opłaty systemowo-sieciowej na nowym rynku energii elektrycznej, Politechnika Śląska – Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki), dr inż. **Krzysztof Bodzek** (obszar działania: energoelektronika i informatyka w elektrotechnice, w tym praktyczne ich wykorzystanie w badaniach symulacyjnych miksu energetycznego Polski w horyzoncie 2050, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny).

Agenda; 27.06.2017 r.

- Profesor Jan Popczyk **Jeszcze raz o roli elektryków w transformacji energetyki,**
- Profesor Leszek S. Czarnecki – IEEE Life Fellow; Louisiana State University – Baton Rouge, USA, **Fizyczne przyczyny redukcji współczynnika mocy,**



- Wojciech Zimny (Główny Specjalista ds. Projektów Systemowych, GE Energy Connections) **GE – SmartGrid** (komunikat),
- Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) **Kalibracja net meteringu w osłonach OK1 do OK4**,
- Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) **Badania symulacyjne zdolności integracyjnych zautomatyzowanej infrastruktury sieciowej SN/nN**,
- Marcin Fice (Politechnika Śląska) **Ochrona przeciwporażeniowa w zautomatyzowanych mikrosieciach i sieciach semi off-grid**

### Omówienia wystąpień

Profesor Popczyk w prezentacji „Jeszcze raz o roli elektryków w transformacji energetyki” dokonał podsumowania procesów transformacji energetyki w horyzoncie 2050, zarówno w kontekście naukowo-technicznym, jak i społeczno-ekonomicznym. Dynamiczne przemiany zachodzące w globalnym sektorze energii nie byłyby możliwe bez intensywnego rozwoju szeregu dziedzin nauki jak elektronika i teleinformatyka w aspekcie energetycznym, a także biotechnologia środowiskowa i genetyka roślin energetycznych. Zakres transformacji energetyki obejmuje rezygnację z paliw kopalnych w elektroenergetyce (reelektryfikacja energetyki w państwach OECD), tworzenie nowej energetyki w oparciu o źródła OZE w regionach wschodzących (Afryka Subsaharyjska, Indie), pasywizację budownictwa, a także elektryfikację ciepłownictwa i transportu. Prelegent przeprowadził porównanie energetyki społeczeństwa post przemysłowego (WEK) i społeczeństwa prosumenckiego (EP i OZE), w oparciu o wybrane kryteria. Wynikiem transformacji energetycznej w horyzoncie 2050 będzie zmniejszenie ogólnego zapotrzebowania na energię i kosztów usług energetycznych na poziomie gospodarstwa domowego, gminy wiejskiej czy całego kraju (Ryc. 20).

| Potrzeby energetyczne                                       | 2016            |                  | Horyzont czasowy:<br>2020(2025) / 2030(2040) / 2050 |                   |
|---|-----------------|------------------|---|-------------------|
|   | MWh/GWh/TWh     | tys./mln/mld PLN | MWh/GWh/TWh   | tys./ mln/mld PLN |
| <b>Gospodarstwo domowe (dom jednorodzinny) – 2020(2025)</b> |                 |                  |   |                   |
| Energia elektryczna   | 4 MWh           | 3 tys. PLN       | ~3 MWh  | < 2 tys. PLN      |
| Potrzeby ciepłownicze                                       | 35 MWh (ciepło) | 7 tys. PLN       | ~3 MWh (energia elektryczna)                        | < 2 tys. PLN      |
| Potrzeby transportowe                                       | 10 MWh (paliwo) | 5 tys. PLN       | ~3 MWh (energia elektryczna)                        | < 2 tys. PLN      |
| <b>Razem</b>  | ~50 MWh         | 15 tys. PLN      | ~10 MWh   | < 6 tys. PLN      |
| <b>Gmina wiejska – 2030(2040)</b>                           |                 |                  |   |                   |
| Energia elektryczna   | 10 GWh          | 6 mln PLN        | 8 GWh   | < 5 mln PLN       |
| Potrzeby ciepłownicze                                       | 90 GWh          | 10 mln PLN       | 10 GWh (energia elektryczna)                        | 5 mln PLN         |
| Potrzeby transportowe                                       | 30 GWh          | 20 mln PLN       | 10 GWh (energia elektryczna)                        | 5 mln PLN         |
| <b>Razem</b>  | 130 GWh         | ~35 mln PLN      | ~30 GWh   | < 15 mln PLN      |
| <b>Kraj – 2050</b>  |                 |                  |   |                   |
| Energia elektryczna   | 125 TWh         | 60 mld PLN       | 95 TWh  | 60 mld PLN        |
| Potrzeby ciepłownicze                                       | 200 TWh         | 30 mld PLN       | 30 TWh (energia elektryczna)                        | 20 mld PLN        |
| Potrzeby transportowe                                       | 200 TWh         | 100 mld PLN      | 50 TWh (energia elektryczna)                        | 30 mld PLN        |
| <b>Razem</b>  | 525 TWh         | 190 mld PLN      | 175 TWh   | 110 mld PLN       |

**Ryc. 20. Wpływ transformacji energetycznej na zapotrzebowanie na energię i koszty usług energetycznych w energetyce Polski.**

Profesor Czarnecki zaprezentował referat „Fizyczne przyczyny redukcji współczynnika mocy”, w którym poruszył problematykę relacji między mocą pozorną i mocą aktywną, mającej

szczególne znaczenie dla ekonomiki produkcji energii elektrycznej.<sup>6</sup> Zagadnienia te nurtowały elektryków już od końca XIX w i przez większą część wieku XX. Na bazie eksperymentu Steinmetza z 1892 roku, starano się zrozumieć dlaczego moc pozorna jest wyższa niż moc czynna, i w jaki sposób można zminimalizować różnice między tymi dwoma wielkościami.<sup>7</sup> Próby odpowiedzi na te pytanie próbowali udzielić min. Budeanu w 1927 roku, Fryze w 1931 roku, Shepherd w 1971 roku, Kusters w 1975 roku oraz Depenbrock w 1979 roku, jednak dopiero propozycja Czarneckiego z 1984 roku, sformułowana w ramach teorii mocy opartej o Fizyczne Składowe Prądu CPC (ang. *Current Physical Components*), pozwoliła na zrozumienie ogółu zjawisk fizycznych w systemach o odkształconych i asymetrycznych przebiegach prądów i napięć, niezależnie od złożoności systemu. Teoria ta tworzy podstawy kompensacji reaktancyjnej oraz podstawy sterowania kompensatorów kluczujących (filtry aktywne).

W komentarzu do wystąpienia prof. Czarneckiego, profesor Popczyk zauważył, że teoria może funkcjonować przez dziesiątki lat i może okazać się fałszywa. Podobnie, obowiązujący sposób myślenia o działaniu systemu elektroenergetycznego, może w pewnym momencie okazać się niewystarczający i będzie wymagać głębokiej rewizji. Z sytuacją taką mamy do czynienia obecnie.

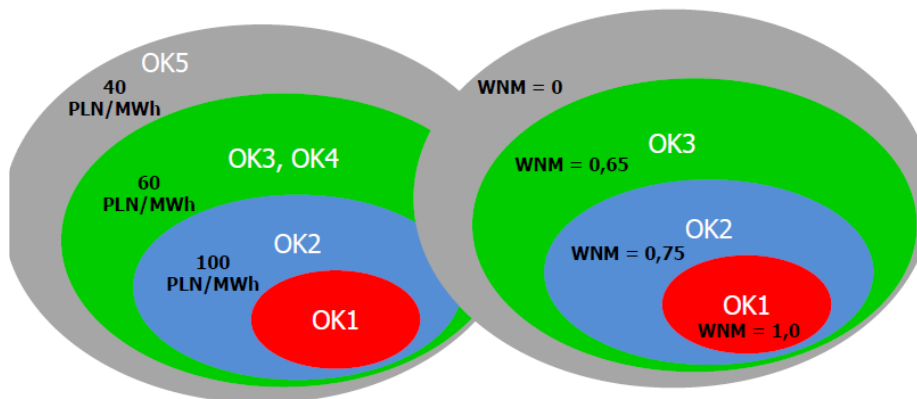
Wojciech Zimny z firmy GE przedstawił komunikat „GE – SmartGrid”, w którym zaprezentował działalność firmy GE na rynku polskim w okresie ostatnich 25 lat. Firma GE specjalizuje się min. w dostarczaniu rozwiązań z zakresu energetyki. Prelegent omówił najważniejsze inwestycje, które koncern GE zrealizował w Europie i świecie.

Dr Wójcicki w referacie „Kalibracja net meteringu w osłonach OK1 do OK4” poruszył tematykę dostosowania opłaty systemowo-sieciowej i współczynnika *net-meteringu* do realiów funkcjonowania lokalnych systemów energetycznych opartych o klastry energii. Zarówno wysokość opłaty systemowo-sieciowej jak i współczynnika *net-meteringu* powinna wynikać z rzeczywistych kosztów ponoszonych przez podmioty zajmujące się przesyłem, dystrybucją i sprzedażą energii elektrycznej, w wyniku oddawania i pobierania energii elektrycznej z systemu elektroenergetycznego. Obecnie opłata systemowo-sieciowa w pełnej wysokości pobierana jest dwukrotnie – zarówno od odbiorcy energii elektrycznej wyprodukowanej ze źródeł OZE, pomimo tego, że przepływa ona tylko wewnątrz sieci OK2 (sieć nN), jak i od sprzedawcy, w przypadku poboru energii elektrycznej z sieci. Prelegent zaproponował, aby w omówionym przypadku odbiorca energii elektrycznej płacił tylko tą część opłaty systemowo-sieciowej, która jest związana z przepływami w obrębie sieci niskiego napięcia nN. Wraz ze wzrostem liczby instalacji odnawialnych w obrębie danej osłony kontrolnej OK2, proporcja energii elektrycznej (wyprodukowanej w obrębie tej osłony) wysyłanej poza osłonę OK2 będzie wzrastać, co spowoduje wzrost kosztów dostarczenia tej energii do odbiorców i w konsekwencji, obniżenie wartości współczynnika *net-meteringu* WNM. Podobnie wysokość opłaty systemowo-sieciowej powinna odzwierciedlać „drogę” energii elektrycznej do odbiorcy poprzez poszczególne osłony kontrolne (Ryc. 21).

---

<sup>6</sup> Moc pozorna prądu przemiennego jest iloczynem wartości skutecznych napięcia i natężenia prądu  $S=U*I$ , gdzie  $S$  oznacza moc pozorną,  $U$  napięcie, a  $I$  – natężenie prądu przemiennego. Moc czynna  $P$  prądu przemiennego, to część mocy prądu przemiennego, którą odbiornik zamienia na pracę i ciepło. Współczynnik mocy  $\lambda=P/S$  określa stosunek mocy czynnej i mocy pozornej.

<sup>7</sup> Charles Proteus Steinmetz (1865-1923) – amerykański matematyk i elektryk niemieckiego pochodzenia.



**Ryc. 21. Szacowane wartości opłaty systemowo-sieciowej i współczynnika WMN, dla różnych osłon kontrolnych w obrębie klastra energii**

Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) przedstawił referat „Badania symulacyjne zdolności integracyjnych zautomatyzowanej infrastruktury sieciowej SN/nN”, w którym zaprezentował wyniki modelowania wpływu obecności instalacji fotowoltaicznych na działanie fragmentu sieci SN/nN o sieci o rocznym zapotrzebowaniu na energię elektryczną w wysokości 36 MWh. Wyniki symulacji wskazują, że wzrost wysycenia sieci instalacjami fotowoltaicznymi oraz sposób rozliczania energii elektrycznej w ramach mechanizmu *net metering* mogą ograniczyć zdolności integracyjne sieci SN/nN poprzez zwiększenie mocy maksymalnej w poszczególnych węzłach sieci. Zagrożenie dla zdolności integracyjnych sieci SN/nN, praktycznie niezauważalne przy obecności instalacji PV o mocy 15 kWp, staje się widoczne gdy moc instalacji PV osiąga 36 MWp, co powoduje wzrost maksymalnego obciążenia sieci SN/nN z 22 kW (przy braku instalacji PV) do 32,5 kW. Czynnikiem powodującym wzrost maksymalnego obciążenia sieci jest także wzrost współczynnika *net-meteringu*. Sposobem na ograniczenie maksymalnego obciążenia sieci jest wzrost proporcji energii wykorzystywanej przez prosumentów na potrzeby własne, min. poprzez rozpowszechnienie zasobników energii.

Marcin Fice (Politechnika Śląska) przedstawił temat „Ochrona przeciwporażeniowa w zautomatyzowanych mikrosieciach i sieciach semi off-grid”, w ramach którego scharakteryzował dodatkowe problemy ochrony przeciwporażeniowej w kontekście obecnego stanu normatywnego automatyzacji systemu elektroenergetycznego. Do problemów tych można zaliczyć pracę wyspową, „upływność” przekształtników energoelektronicznych, obecność baterii akumulatorów i źródeł z generacją wymuszoną, a także możliwość wystąpienia zwarcia.

W dyskusji wzięli udział prof. Krzysztof Dębowski, dyrektor Parol (Tauron), oraz prezes Piotr Budzisz.