

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

dr Tomasz Müller  
Stowarzyszenie Klaster 3x20

## Konwersatorium Inteligentna Energetyka 2018 sprawozdanie ze spotkań styczeń-czerwiec

***Streszczenie:** Sprawozdanie z działania w roku 2018 postanowiono relacjonować po każdym miesięcznym spotkaniu, co zostało podyktowane koniecznością nadążania za szybkością zmian zachodzących w energetyce. Sprawozdanie oparto na prezentacjach, wystąpieniach i dyskusjach prezentowanych w ramach Konwersatorium Inteligentna Energetyka odbywającego się na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Całość prezentacji dostępna jest na stronie internetowej Stowarzyszenia Klaster 3x20 w zakładce Konwersatorium.*

### Spis wybranych skrótowców użytych w tekście:

AC – (ang; *Alternating Current* – prąd przemienny),  
BMS – (ang; *Building Management System* – System Zarządzania Budynkiem),  
BPEP – Biblioteka Publiczna Energetyki Prosumenckiej,  
BR – biogazownia rolnicza,  
BŹEP – Biblioteka Źródłowa Energetyki Prosumenckiej,  
CCR – cenotwórstwo czasu rzeczywistego,  
CEP – Centrum Energetyki Prosumenckiej,  
CIRE – Centrum Informacji o Rynku Energii,  
DC – (ang; *Direct Current* – prąd stały),  
DSM/DSR – (ang. *Demand Side Management/Demand Side Response* – zarządzanie popytem),  
EJ – elektrownia jądrowa,  
EP – energetyka prosumencka,  
EW – elektrownia wiatrowa,  
ESCO – (ang; *Energy Service Company* – firma oferująca usługi energetyczne),  
EV – (ang; *Electric Vehicle* – samochód elektryczny),  
HTGR – (ang; *High Temperature Gas Reactor* – wysokotemperaturowy reaktor chłodzony gazem)  
ICT – (ang; *Information and Communication Technology* – teleinformatyka),

IGCC – (ang. integrated gasification combined cycle – technologia bloku gazowo-parowego ze zintegrowanym zgazowaniem paliwa,  
iLab EPRO – Internetowe Laboratorium Energetyki Prosumenckiej,  
IPCC – (ang; *Intergovernmental Panel on Climate Change* – Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu),  
KB – kogeneracja biomasowa,  
KBG – kogeneracja biogazowa,  
KE – Klaster Energii,  
KG – kogeneracja gazowa,  
LCOE – (ang; LCOE Levelized Cost of Energy – uśredniony koszt energii elektrycznej),  
MISP – małe i średnie przedsiębiorstwa,  
MPTT – (ang; *Maximum Power Point Tracking* – Algorytm Śledzenia Punktu Mocy Maksymalnej)  
MREE – Mono Rynek Energii Elektrycznej,  
nN – niskie napięcie,  
OK – osłona kontrolna,  
OSD – Operator Systemu Dystrybucyjnego,  
NCBiR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju  
NI – Niezależni Inwestorzy,  
NMG – (ang; Network Media Group – Grupa Mediów Sieciowych),  
PEC – Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej,  
PME – Prosumencka Mikroinfrastruktura Energetyczna,  
PSE – Polskie Sieci Elektroenergetyczne,  
PV – (ang; *Photovoltaics* – fotowoltaika),  
SEP – Stowarzyszenie Elektryków Polskich,  
PUBLnEf – (ang; *Supporting PUBLIC Authorities to Implement ENergy EFFiciency Policies* – Wspieranie Władz Publicznych we Wdrażaniu Polityki Energetycznej).  
SBU – system budowania uznania,  
SWOT – (ang; (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* – mocne strony, słabe strony, szanse i zagrożenia (metoda analiza informacji),  
TPA – (ang; *Third Party Access* – zasada dostępu stron trzecich),  
WEK<sup>⊖</sup> – (rynek WEK) Wielkoskalowa Energetyka Korporacyjna,  
WME – Wirtualne Minisystem Elektroenergetyczny,  
WNM – współczynnik net meteringu,  
ZKSE – zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny.

## Konwersatorium 2018/styczeń

Temat przewodni: **Wschodzący mono rynek energii elektrycznej OZE *Wirtualny minisystem elektroenergetyczny (Elektrownia Wirtualna Plus) Prosumenci – Spółdzielnie - Klastry***

Agenda; 23 stycznia 2018

- prof. Jan Popczyk Politechnika Śląska – **Wirtualny Minisystem Elektroenergetyczny (WME) – inteligentna infrastruktura energetyki prosumenckiej, spółdzielczej i klastrowej**
- dr inż. Krzysztof Bodzek – **Wyniki analizy porównawczej energetyki węglowej i OZE w kontekście efektów mikroekonomicznych, w tym zatrudnienia, dla gminy i powiatu na obszarach wiejskich**
- Wójt Dr inż. Joachim Bargiel – **Transformacja gospodarki energetycznej w gminie wiejskiej**
- Daniel Fryc – prezes Klastra Zgorzeleckiego – **Budowa lokalnego rynku energii na przykładzie Zgorzeleckiego Klastra Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej**
- Piotr Budzisz – Pełnomocnik Koordynatora Klastra w Klastrze Żywieckim, – **Klaster Żywiecka Energia Przyszłości, niezbędny element lokalnego rozwoju gospodarczego**
- Radosław Gawlik – Prezes Stowarzyszenia Ekologicznego Fundacji Eko-Unia, były wiceminister środowiska; Matthias Rehm – Główny specjalista ds. ekonomicznych Ambasady Republiki Federalnej Niemiec w Warszawie; Tomasz Wiśniewski Prezes Fundacji Rozwój – TAK, odkrywki – NIE; Maciej Zathej – Dyrektor Instytutu Rozwoju Terytorialnego we Wrocławiu; Witold Szczeciński – Prezes Zarządu Spółdzielni Mieszkaniowej Stare Gliwice; Przedstawiciele gmin wielkopolskich – **Dyskusja**

Miejsce: Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, ul. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, sala 615.

Termin kolejnego spotkania: 27 lutego 2018 r.

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 19 grudnia 2017 r.**

Uczestnicy grudniowego (2017) Konwersatorium byli świadkami zderzenia rzeczywistości rynków energii w Polsce i Niemczech. Prezentacja Pana Thomasa Duerr (Siemens, Niemcy), pt. [Energiewende – the driver of the change in the distribution grid](#) pokazała jak niemiecki rynek energii elektrycznej nasycony jest źródłami odnawialnymi (głównie źródłami wiatrowymi i fotowoltaicznymi), których moc zainstalowana jest wyższa niż moc szczytowego zapotrzebowania. Niemiecka transformacja energetyczna (Energiewende) nie była i nie jest prowadzona tylko dzięki dofinansowaniu źródeł OZE, ale przede wszystkim przez rozwój inteligentnej infrastruktury (smart grid) oraz dostosowaniu regulacji prawnych. Koordynowana dzięki inteligentnej infrastrukturze produkcja źródeł OZE z zapotrzebowaniem pozwala na maksymalne wykorzystanie energii, przez co obniżany jest jej koszt. Rozwój w kierunku energetyki OZE wspieranej przez inteligentną infrastrukturę prowadzi prostą drogą do decentralizacji usług wytwarzania energii (w inteligentnych sieciach nN i SN) i zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego. Przykłady niemieckie jednoznacznie pokazują, że obawy

o bezpieczeństwo energetyki OZE są bezpodstawne. Co więcej, nie ma innej drogi dla Polski, ponieważ klasyczna energetyka paliw kopalnych (węglowych) już nie będzie na świecie wspierana. W tym miejscu należy zadać pytanie retoryczne, czy energetyka WEK nie zwiększa ryzyka niewydolności systemu energetycznego kraju przez brak w przyszłości dostępu do (taniego) paliwa oraz rozwiniętej infrastruktury. Z drugiej strony, podkreśla się, że prezentacja Siemensu całkowicie potwierdziła słuszność realizowanej linii programowej Konwersatorium Inteligentna Energetyka.

Mimo nieprzychylnego dla OZE rozwoju energetyki w Polsce, rządowego wsparcia dla energetyki węglowej, coraz więcej realizowanych jest projektów związanych z energetyką rozproszona i rozwiązaniami wspierającymi tworzenie inteligentnej infrastruktury. Należy tutaj zwrócić uwagę, że projekty dofinansowujące bezpośrednio budowę źródeł OZE już są marginalne w stosunku do projektów w obszarze „smart grids”. Pan Robert Duszka, Dyrektor Działu Business Development NMG S.A., w swojej prezentacji przedstawił nowy projekt finansowany ze środków NCBiR, a mianowicie „[System do efektywnego zarządzania popytem i podażą energii elektrycznej w obszarze małych i średnich obiektów, jako nowy model funkcjonowania energetyki](#)”. Projekt ten wpisuje się w budowę elektrowni wirtualnej, która wydaje się bardzo dobrym rozwiązaniem dla polskiej energetyki. Realizacje tego typu projektów jednoznacznie wskazuje, że świadomość nieuchronności przebudowy energetyki już została zauważona w środowisku przedsiębiorstw głównie informatycznych, które będą pretendentami do budowy struktur i zarządzania rynkiem EP-NI.

W obszarze innowacyjnych rozwiązań zaprezentowana została przez Pana Tadeusza Bąka, Prezesa Clean World Energy Systems Sp. z o. o., nowoczesna multitechnologia wytwarzania (przetwarzania) energii o nazwie C-GEN ([Prezentacja multi-technologii C-GEN](#)). C-GEN umożliwia sterowalne zużycie (magazynowanie w metanie) i wytwarzanie energii (elektrycznej i ciepła) przez zagospodarowanie paliw, które są traktowane jako odpady. Znamiona multitechnologii uwidaczniają się w obszarze technologicznym (technologia zgazowania materiałów organicznych i wytwarzanie metanu lub metanolu) i eksploatacyjnym, a mianowicie C-GEN funkcjonuje w obszarze nie tylko energetyki, ale również w rolnictwie i chemii przemysłowej, dostarczając równolegle z energią elektryczną i ciepłem np. mocznik (stosowany m.in. w rolnictwie i transporcie samochodowym). Należy tutaj dodać, że technologia ta bardzo dobrze współpracuje ze źródłami regulacyjno-bilansującymi klasy 5 MW, czyli takimi, które w naturalny sposób uzupełniają się z energetyką klastrową. Technologia ta wyróżnia się możliwością zasilania bardzo różnymi odpadami pochodzenia organicznego w procesie obiegu zamkniętego, przez co może być traktowana jako zamiennik dla składowisk odpadów (aspekt środowiskowy).

Bardzo ciekawą propozycję na magazynowanie energii pokazał w swojej prezentacji inż. Jacek Skalmierski (prezentacja pt. [Wysokotemperaturowe zasobniki ciepła](#)), a mianowicie wykorzystanie do magazynowania ciepła zasobnika zmiennofazowego bazującego na aluminium. Tego typu przykłady pokazują, jak dużo jest jeszcze rozwiązań do zagospodarowania, które do tej pory nie miały zastosowania, ale które energetyka prosumencka może wykorzystać.

Na zakończenie spotkania dr Tomasz Müller przedstawił prezentację pt. [Refleksje nad globalną polityką klimatyczną w horyzoncie 2050 w kontekście ustaleń V Raportu IPCC i porozumienia paryskiego 2015](#). Podczas rozważań o przyszłości energetyki bardzo często zapomina się o celu nadrzędnym, a mianowicie o ochronie środowiska i klimatu, mając na

względnie głównie aspekt ekonomiczny. Natomiast prowadzone badania wskazują jednoznacznie, że oszczędzanie zasobów paliw kopalnych nie tylko wydłuży ich dostępność, ale również może zbawiennie wpłynąć na klimat zmieniający się pod wpływem ich spalania.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk**, **Thomas Duerr** (Siemens Niemcy-Polska), **Bogdan Schedina** (Siemens Niemcy-Polska), **Andrzej Sumorek** (Siemens Niemcy-Polska), **Robert Duszka** (Dyrektor Działu Business Development, NMG S.A.), **Tadeusz Bąk** (Prezes Clean World Energy Systems Sp. z o. o.), inż. **Jacek Skalmierski**, dr **Tomasz Müller** (nauki przyrodnicze i biologia, Stowarzyszenie Klaster 3x20), 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).

### **Omówienia wystąpień;**

Profesor Popczyk na wstępie zwrócił uwagę na różnice w sposobach liczenia spotkań w ramach Konwersatorium. Wliczając dwa lata działania pod nazwą „Energetyka przyszłości”, historia Konwersatorium liczy sobie 10 lat. Kolega Baranowski natomiast liczy spotkania od momentu przystąpienia SEP do Konwersatorium pod nazwą „Inteligentna Energetyka” w 2009 roku.

Profesor Jan Popczyk powitał licznych zgromadzonych gości, a w szczególności liczną delegację przedstawicieli samorządów z Wielkopolski, która wcześniej odwiedziła gminę Gierałtowiec; Mariana Pośrednika – polityka, samorządowca, a dzisiaj senatora, Adama Sperzyńskiego – starostę powiatu Rawickiego, Sebastiana Czwojgę – burmistrza gminy Krobia, Kazimierza Chudego – wójta gminy Pakosław pełniącego swoją funkcję już 36 lat, Radosława Gawlika – prezesa Stowarzyszenia Eko-Unia i byłego wiceministra środowiska, Tomasza Waśniewskiego – prezesa Fundacji Rozwój TAK – odkrywki NIE, Matthiasa Rehma – głównego specjalisty ds. ekonomicznych Ambasady Republiki Federalnej Niemiec w Warszawie, Macieja Zatheya – dyrektora Instytutu Rozwoju Terytorialnego we Wrocławiu, a także dr Biskupskiego reprezentującego środowisko naukowe krakowskiej AGH.

W prezentacji „Wirtualny Minisystem Elektroenergetyczny (WME) – inteligentna infrastruktura energetyki prosumenckiej, spółdzielczej i klastrowej” profesor Popczyk przedstawił wybrane uwarunkowania transformacji energetyki WEK w energetykę EP-NI. Prelegent zwrócił uwagę, że decyzja Parlamentu Europejskiego o zwiększeniu proporcji energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych w 2030 roku do 35% jest wyrazem przekonania, że energetyka odnawialna nie stanowi już jedynie dodatku do konwencjonalnej energetyki węglowej i jądrowej, a dalszy rozwój elektroenergetyki powinien obejmować restrukturyzację energetyki WEK według potrzeb energetyki EP-NI. W Polsce dalszy rozwój energetyki EP-NI wymaga zmian cenotwórstwa w kierunku taryfy dynamicznej oraz wydzielenia sieci rozdzielczych nN-SN i zagwarantowanie ich współużytkowania przez wszystkich uczestników rynku obejmującego sektory EP, NI i WEK. Prelegent zdefiniował Wirtualny Minisystem Elektroenergetyczny WME jako inteligentną infrastrukturę energetyki EP-NI, korzystającą z zasobów energetyki WEK za pomocą terminali sieciowych, i przypomniał, że zagadnienia przebudowy elektroenergetyki w horyzoncie 2050 są tematem cyklu 12 raportów dostępnych zarówno na stronach BŻEP, jak i na portalu Cire.

<b>Technologia</b>	<b>Produkcja [GWh/rok]</b>	<b>Moc [MW]</b>	<b>Czas wykorzystania mocy zainstalowanej [h/rok]</b>
Źródła PV	5,5	5,5	1000
Elektrownie wiatrowe lądowe	12,0	6,0	2000
Elektrownie biogazowe z zasobnikiem	8,8	1,6	5600
Mikro elektrownie biogazowe	5,3	0,7	8000
Mikro elektrownie biogazowe z zasobnikiem	4,4	0,8	5600
<b>SUMA</b>	<b>36,0</b>	<b>14,6</b>	

<b>Bilans energii [GWh]</b>		
Nadwyżka		8,9
Deficyt		1,4
Saldo		7,5

**Rys. 1. Bilans energii gminy referencyjnej oparty o źródła OZE**

Dr inż. Krzysztof Bodzek przedstawił referat „Wyniki analizy porównawczej energetyki węglowej i OZE w kontekście efektów mikroekonomicznych, w tym zatrudnienia, dla gminy i powiatu na obszarach wiejskich”. Prelegent omówił wybrane aspekty ekonomiczne energetyki tradycyjnej i odnawialnej zarówno w skali globalnej jak i (przede wszystkim) w skali lokalnej, a także przedstawił propozycję rocznego bilansu energii elektrycznej opartego o źródła OZE dla przykładowego powiatu i gminy (Rys. 1). Główne wnioski z wystąpienia są następujące;

- liczba osób zatrudnionych bezpośrednio lub pośrednio w globalnym sektorze energetyki odnawialnej wyniosła w 2016 roku do 9,8 mln osób wykazując w obecnym dziesięcioleciu tendencję wzrostową,
- liczba osób zatrudnionych w globalnym sektorze paliw kopalnych wykazuje tendencję spadkową,
- polskie kopalnie węgla kamiennego i elektrownie na węgiel kamienny cechuje wysoka pracochłonność wyrażająca się liczbą osób zatrudnionych na jednostkę wydobytego węgla (np. Polska 1,24, USA, 0,08 [os./tys. ton węgla] lub wyprodukowanej energii elektrycznej, jednocześnie w Polsce wyniki finansowe przedsiębiorstw z omawianego sektora były w 2015 roku złe,
- rozwój energetyki odnawialnej na poziomie powiatów i gmin pozwala na wykorzystanie lokalnych zasobów do produkcji energii, ponadto daje możliwość nabycia nowych umiejętności i zwiększenia niezależności energetycznej – obecnie nośniki energii w sektorach elektryczności, ciepła i paliw transportowych są w większości importowane przez gminy i powiaty.

Dział	Cel	2020	2030	2040	2050
<b>Klimat</b>	Emisja gazów cieplarnianych względem 1990 [%]	60	45	30	5-20
<b>Udział OZE</b>	Produkcja energii elektrycznej [%]	35	50	65	80
	Zapotrzebowanie na energię końcową [%]	18	30	45	60
<b>Efektywność energetyczna</b>	Redukcja zużycia energii pierwotnej [%]	20			50
	Redukcja zapotrzebowania na energię elektryczną [%]	10			25
	Redukcja zapotrzebowania na energię w sektorze budynków [%]	20 (ciepło)			80 (energia pierwotna)

**Rys. 2. Główne cele Energiewende**

Matthias Rehm – główny specjalista ds. ekonomicznych Ambasady Republiki Federalnej Niemiec w Warszawie, omówił referat „Energiewende w Niemczech. Obywatelska energetyka rozproszona”, w którym przedstawił główne założenia niemieckiej transformacji energetycznej ze szczególnym uwzględnieniem czynnika społecznego. Energiewende opiera się na przekonaniu, dzielonym przez większość obywateli Niemiec, o konieczności rozwoju energetyki odnawialnej i stopniowej rezygnacji z energetyki tradycyjnej (w tym jądrowej) w odpowiedzi na antropogeniczne zmiany klimatu. Co prawda ambitne cele Energiewende obejmują wszystkie sektory energetyki (Rys. 2.), jednak dotychczasowe przemiany koncentrowały się głównie w sektorze elektroenergetyki, obejmując w mniejszym stopniu produkcję ciepła i transport. Interesującą formą aktywności społecznej w ramach Energiewende są spółdzielnie energetyczne, które cieszą się rosnącą popularnością u naszych zachodnich sąsiadów. Te demokratyczne formy samoorganizacji, które mają także chlubne tradycje w Polsce (pierwszą spółdzielnię na ziemiach polskich założył Stanisław Staszic w 1816 roku) umożliwiają społecznościom lokalnym stabilne zaopatrzenie w energię elektryczną i ciepło w niskich cenach, przy wykorzystaniu lokalnych zasobów, przyczyniając się do rozwoju miejscowej gospodarki.

Wójt gminy Gierałtówice, dr inż. Joachim Bargiel, w wystąpieniu „Transformacja gospodarki energetycznej w gminie wiejskiej” przedstawił historię działań i plany dalszych zamierzeń w ramach przekształcania gospodarki energią w gminie Gierałtówice. Nadrzędnym celem transformacji energetycznej gminy jest optymalizacja zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło przy wykorzystaniu potencjału gminy zarówno w zakresie źródeł odnawialnych jak i źródeł konwencjonalnych, mająca umożliwić osiągnięcie przez gminę samowystarczalności energetycznej. Zrealizowane i planowane działania gminy w tym zakresie obejmują;

- monitoring zużycia energii elektrycznej i ciepła oraz oszacowanie gminnych zasobów energii odnawialnej i konwencjonalnej,

- budowa układu czterech gminnych centrów energetycznych docelowo dysponujących 5 MW mocy wytwórczych, na które składać się mają agregaty kogeneracyjne, instalacje fotowoltaiczne, biogazownie rolnicze i elektrownia wiatrowa. W ramach tego systemu funkcjonuje już aparat kogeneracyjny o mocy 55 kW w mini centrum energetycznym Paniówki, ponadto oddano do użytku ośrodek zdrowia wyposażony w instalację PV o mocy 35 kW, a także rozpoczęto realizację programu „Słoneczna gmina” zakładającego budowę instalacji PV o łącznej mocy 318 kW w budynkach mieszkalnych, oraz farmy fotowoltaicznej o mocy 2MW,
- doskonalenie polityki energetycznej gminy (w tym zwiększenie efektywności energetycznej) w ramach projektu PUBLEnEf. W ramach projektu PUBLEnEf gmina Gierałtowice opracuje wytyczne i działania, które mają doprowadzić do uzyskania samowystarczalności energetycznej,
- powstanie powiatowego klastra energii z udziałem gminy Gierałtowice.

Daniel Fryc, Prezes Klastra Zgorzeleckiego, przedstawił genezę i program działania klastra w prezentacji „Budowa lokalnego rynku energii na przykładzie Zgorzeleckiego Klastra Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej”. Podpisanie porozumienia o utworzeniu klastra miało miejsce w marcu 2017 roku, była to jedna z pierwszych tego typu inicjatyw w Polsce. Klaster stanowi cywilnoprawne porozumienie podmiotów, które działają w obszarze planowanego wytwarzania i konsumpcji energii elektrycznej (klaster zgorzelecki ma w planach także uczestnictwo w rynku ciepła), ponadto klaster podejmuje działania ukierunkowane na poprawę efektywności energetycznej i ochronę środowiska. Początkowo klaster obejmował pięć sąsiadujących ze sobą gmin, natomiast obecnie działa na terenie dwóch sąsiadujących ze sobą powiatów. Strukturę klastra tworzy 29 lokalnych przedsiębiorstw, dwie jednostki samorządu terytorialnego, dwie uczelnie wyższe (Politechnika Śląska i Politechnika Wroclawska), PEC z własną siecią dystrybucji energii cieplnej, oraz dwie organizacje pozarządowe. Nadrzędnym celem klastra jest budowa lokalnego rynku energii elektrycznej i ciepła w oparciu o źródła OZE i wysokosprawną kogenerację, a w tym promocja energetyki prosumenckiej funkcjonującej przy wykorzystaniu mikroinstalacji OZE. Istotnymi elementami działania klastra jest przejęcie kontroli nad lokalną siecią dystrybucyjną – w czerwcu 2017 r. Klaster Zgorzelecki nabył część lokalnej sieci dystrybucyjnej, oraz budowa własnych instalacji OZE – w maju 2017 r. rozpoczęto realizację sześciu farm fotowoltaicznych o mocy 1 MW każda, przy wykorzystaniu środków własnych Klastra.

Piotr Budzisz – pełnomocnik Koordynatora Klastra Żywieckiego, w prezentacji „Klaster Żywiecka Energia Przyszłości, niezbędny element lokalnego rozwoju gospodarczego” przedstawił podstawy programowe, zarys historii i plany działalności klastra. Podpisanie umowy cywilno-prawnej klastra „Żywiecka Energia Przyszłości” miało miejsce w lutym 2017 r. W skład klastra weszło ponad 20 podmiotów, reprezentujących jednostki samorządu terytorialnego, placówki naukowe (Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej), a także lokalne środowisko biznesowe oraz przedstawiciele firm energetycznych takich jak Tauron Dystrybucja. Rolę koordynatora klastra pełni Związek Międzygminny ds. Ekologii w Żywcu. Podstawowym zadaniem klastra – podobnie jak w przypadku Klastra Zgorzeleckiego – jest stworzenie lokalnego rynku usług energetycznych, opartego przede wszystkim, choć nie wyłącznie, o wytwarzanie energii elektrycznej i równoważenie zapotrzebowania na energię. W ujęciu ogólnym klaster ma działać na rzecz rozwoju gospodarki niskoemisyjnej w regionie. Do szczegółowych celów klastra należą wytwarzanie, dystrybucja i obrót energią elektryczną oraz równoważenie zapotrzebowania na energię w obrębie sieci dystrybucyjnej o napięciu



niższym niż 110 kV, wytwarzanie i dystrybucja energii cieplnej ze szczególnym uwzględnieniem energii wytwarzanej w skojarzeniu, wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych opartych o źródła odnawialne, walka z zanieczyszczeniem powietrza powodowanym przez niską emisję, promocja i wdrażanie elektromobilności, oraz działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej. Realizacji tych celów ma służyć stopniowe przejmowanie kontroli nad siecią SN i nN poprzez przejmowanie lokalnych sieci energetycznych od gmin oraz budowę nowych sieci energetycznych umożliwiających rozwój lokalnych obszarów bilansowania, a także wdrażanie Powiatowego Programu Ograniczania Niskiej Emisji, oraz projektu „Słoneczna Żywiecczyzna” zakładającego powstanie 5-8 MW małych instalacji PV połączonych w wirtualną elektrownię słoneczną, a ponadto rozbudowa małych elektrowni wodnych (planowana moc 5-15 MW) i innych źródeł OZE takich jak biogazownie, instalacje wykorzystujące odpady a także duże farmy PV. Istotnymi elementami programu jest wdrażanie Systemu Zarządzania Energią 50001, kompleksowa termomodernizacja obiektów i rozwój inteligentnych sieci.

W dyskusji udział wzięli kolejno:

Maciej Zathej – Dyrektor Instytutu Rozwoju Terytorialnego we Wrocławiu, podziękował na wstępie za możliwość zwiedzenia gminy Gierałtówice oraz uczestnictwa w dzisiejszym Konwersatorium, a następnie omówił krótko działalność kierowanego przez siebie Instytutu. Działalność ta w okresie ostatnich 20 miesięcy koncentrowała się wokół tworzenia uchwał antyśmogowych dla województwa Dolnośląskiego. Problem zanieczyszczenia powietrza można rozpatrywać zarówno pod kątem emisji z gospodarstw domowych, jak i sposobu planowania przestrzennego. Ten drugi punkt widzenia kładący nacisk na efektywność przesyłu ciepła i emisje komunikacyjne w postaci ozonu i tlenków azotu, jest obecnie zaniechany. Tymczasem rozlewanie się zabudowy w Polsce prowadzi do wzrostu wydatków energetycznych na realizację codziennych potrzeb człowieka obejmujących przemieszczanie się pomiędzy miejscem zamieszkania, miejscem pracy i miejscem realizacji usług. W tym kontekście zwarta struktura zabudowy i możliwość realizacji wielu usług w jednym miejscu, dają szansę na ograniczenie kosztów energetycznych osadnictwa.

Radosław Gawlik – Prezes Stowarzyszenia Eko-Unia, były wiceminister środowiska, omówił na wstępie własne działania mające na celu niedopuszczenie do budowy kopalni odkrywkowych węgla brunatnego. Ponadto zwrócił uwagę na niespodziewaną dynamikę (efekt kuli śniegowej) zmian w elektroenergetyce, które zaczynają zachodzić nie tylko na poziomie gospodarstw domowych, ale także na poziomie gmin (przykład gminy Gierałtówice) oraz powiatów, o czym świadczą wystąpienia przedstawicieli Klastra Zgorzeleckiego i Klastra Żywieckiego. W porównaniu z Niemcami, gdzie prawo regulujące transformację energetyczną jest stabilne, sytuacja w Polsce jest zmienna, brak nam długofalowej strategii przekształcania energetyki, a każda nowa ekipa rządząca próbuje realizować własne pomysły.

Tomasz Waśniewski – Prezes Fundacji Rozwój TAK – odkrywki NIE, podkreślił, że trzeba zdecydowanie wskazywać na przemiany zachodzące w globalnym sektorze energii i wyciągać z nich wnioski. Ludzkość zaczyna powoli odwracać się od węgla (zwłaszcza brunatnego) tymczasem wielu gminom południowej Wielkopolski i regionu Legnicy, ciągle grozi powstanie kopalń odkrywkowych. Samorządy powinny wziąć sprawy w swoje ręce, i pokazać, podobnie jak czyni to wójt Bargiel, na czym polega model nowej energetyki. Podstawą do działania musi być pasja, bez niej niczego nie da się zmienić.

Sebastian Czwojda – burmistrz Krobi z powiatu Gostyńskiego w południowej Wielkopolsce, podziękował za możliwość przyjazdu do gminy Gierałtowice, oraz na Konwersatorium. Podkreślił, że wykorzystanie energii odnawialnej daje gminom szansę na osiągnięcie samowystarczalności energetycznej i stopniowe odchodzenie od węgla, którego wydobycie zagraża funkcjonowaniu mieszkańców gminy ze względu na plany budowy kopalni węgla brunatnego.

W podsumowaniu profesor Popczyk wskazał na możliwości jakie daje ustawa o OZE przewidująca wyłączenie spółdzielni energetycznych z zatwierdzania taryfowania przez URE. Ponadto wskazał na zmiany cenotwórstwa, jako na absolutnie konieczny warunek dalszej transformacji energetyki.

## Konwersatorium 2018/luty

Temat przewodni: **Rozproszone cenotwórstwo na rynku energii elektrycznej**

Agenda; 27 luty 2018

- prof. Jan Popczyk Politechnika Śląska – **Architektura rozproszonego cenotwórstwa na rynku energii elektrycznej**
- Robert Grudziński (Redaktor Nasza TVE) – **Mikro źródła miejskie a samochód elektryczny<sup>1</sup>**
- dr hab. inż. K. Dębowski – **Elastyczność cenowa popytu na rynku energii elektrycznej**
- dr inż. Krzysztof Bodzek – **Symulator WME – Katalog kosztów referencyjnych (inwestycyjnych) wytwarzania energii elektrycznej we wszystkich osłonach OK, dla pełnego zestawu technologii wytwórczych (z uwzględnieniem DSM/DSR, UGZ, akumulatorów)**
- dr inż. Robert Wójcicki – **Katalog kosztów referencyjnych istniejących sieci (usług sieciowych) we wszystkich osłonach OK, przejście do kalibrowania net meteringu w osłonach OK1, OK2, OK3**
- dr inż. Marcin Fice – **Symulator WME – Katalog profili referencyjnych we wszystkich osłonach OK, przejście do powiązania w koncepcji WME: systemu DSM/DSR (z uwzględnieniem PC i EV), układów UGZ, niedostarczonej energii (planowo, awaryjnie), akumulatorów elektrycznych**
- dr inż. Krzysztof Sztymelski – **Dyfuzja mechanizmów cenotwórczych do inteligentnej infrastruktury energetyki EP-NI**
- dr inż. Józef Chmiel, Bogdan Wachowicz – **Elektrownia jądrowa w Polsce?**
- Dr Tomasz Müller (Stowarzyszenie Klaster 3x20) – **Polityka klimatyczno – energetyczna Indii w horyzoncie 2050**
- Piotr Brożyna – Prezes FV Energia i inni – **Dyskusja**

Miejsce: Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, ul. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, sala 615.

Termin kolejnego spotkania: 27 marzec 2018 r.

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 23 stycznia 2018 r.**

Idea energetyki prosumenckiej oraz konieczność zapewnienia bezpieczeństwa, nie tylko energetycznego, (choć w szczególności), ale również gospodarczego i społecznego upowszechnia się w coraz liczniejszych kręgach samorządowych. Zagrożenie dla rozwoju gospodarczego i społecznego dotyczy na przykład rolnictwa, które musi przeciwstawiać się w Polsce rządowej polityce energetyki węglowej i budowaniu kopalni odkrywkowych węgla brunatnego na obszarach o najlepszych tradycjach produkcji rolnej i hodowlanej oraz przetwórstwa rolno-spożywczego. Stąd zaangażowanie na rzecz obrony tych obszarów takich

---

<sup>1</sup> Redaktor Grudziński nie dotarł na spotkanie w ramach Konwersatorium Inteligentna Energetyka.

organizacji jak Fundacja Rozwój – TAK, odkrywki – NIE (prezes Tomasz Waśniewski) oraz Stowarzyszenie Ekologiczne „EKO-UNIA” (prezes Radosław Gawlik, były wiceminister środowiska).

Styczniowe (2018) Konwersatorium miało szczególny wydźwięk ze względu na wizytę gości z gmin Wielkopolski, m.in. Sebastiana Czwojdy (burmistrz Gminy Krobia), Łukasza Kubiaka (przewodniczący RM Gminy Krobia), Piotra Curyka (burmistrz Gminy Pogorzela), Zbigniewa Koszarka (burmistrz Gminy Jutrosin), Karola Skrzypczaka (burmistrz Gminy Miejska Górka), Macieja Dubiela (burmistrz Gminy Bojanowo), Pawła Szybaja (z-ca burmistrza Gminy Rawicz), Kazimierza Chudego (wójt Gminy Pakosław), Wiesława Głapki (wójt Gminy Piaski), Stanisława Krysickiego (wójt Gminy Pępowo), Adama Sperzyńskiego (starosta Powiatu Rawickiego), Mariana Poślednika (senator RP).

Celem wizyty gości z Wielkopolski Płd. było zapoznanie się ze stanem realizacji transformacji energetyki w Gminie Gierałtowice oraz zapoznanie się ze środowiskiem i działalnością Konwersatorium Inteligentna Energetyka w Politechnice Śląskiej, w tym z Klastrami Żywieckim i Zgorzeleckim uczestniczącymi w sposób systematyczny w działalności Konwersatorium.

Obszary, których przedstawiciele uczestniczyli w wizycie studyjnej w Gminie Gierałtowice (położonej na obszarach dotkniętych uszkodzeniami górnictwem spowodowanymi działalnością kopalń węgla kamiennego) oraz w Konwersatorium Inteligentna Energetyka, potencjalnie są narażone na budowę kopalni odkrywkowej węgla brunatnego. Dlatego bardzo ważne jest wskazanie alternatywy dla energetyki węglowej, przede wszystkim jednak perspektyw rozwojowych miniregionu związanych z lokalną transformacją energetyczną, w tym z budową wirtualnego minisystemu elektroenergetycznego. W takim kontekście przebiegło styczniowe spotkanie konwersatoryjne.

Prezentowane podczas Konwersatorium styczniowego prezentacje miały na celu uzyskanie dużych kontrastów w aspektach efektywności energetycznej i ekonomicznej oraz efektów społecznych energetyki EP-NI i WEK. Profesor Jan Popczyk w swojej prezentacji ([Wirtualny Minisystem Elektroenergetyczny \(WME\) – inteligentna infrastruktura energetyki prosumenckiej, spółdzielczej i klastrowej](#)) przedstawił ideę WME w kontekście dotychczasowego funkcjonowania energetyki WEK. Koncepcja WME może mieć duże pozytywne znaczenie dla przeprowadzenia transformacji energetyki WEK, która nabiera bardzo dużego tempa (podwyższenie przez Parlament Europejski celu OZE 2030 aż do 35%). A trzeba podkreślić, że przeprowadzenie transformacji staje się w Polsce coraz trudniejsze niezależnie od strategii UE. Mianowicie, z powodu niewydolności energetyki WEK, np. takiej jaka się ujawnia już przy obecnym poziomie produkcji ze źródeł wiatrowych (ostatnie Święta Bożego Narodzenia), a także w przypadku rozległych awarii sieciowych będących skutkiem gwałtownych zmian pogodowych, i wielu innych sytuacjach.

Dr Krzysztof Bodzek w swojej prezentacji ([Wyniki analizy porównawczej energetyki węglowej i OZE w kontekście efektów mikroekonomicznych, w tym zatrudnienia, dla gminy i powiatu na obszarach wiejskich](#)) przedstawił porównanie pracochłonności w sektorze energetyki w Polsce na tle innych krajów. Efekt porównania wydaje się szokujący z uwagi na fakt, że efektywność (pracochłonność) wytwarzania energii jest nawet 10-cio krotnie gorsza niż np. w Niemczech. Podobne wyniki dotyczą również górnictwa węglowego. Porównanie wyników ekonomicznych uzyskanych w ramach analizy dla planowanego bloku węglowego w Ostrołęce wykazuje, że ekwiwalentny miks energetyczny OZE jest cenowo (cena

jednostkowa za energię elektryczną) korzystniejszy (wyniki uzyskane w symulatorze CEP-iLab EPRO).

Pan Matthias Rehm, Główny specjalista ds. ekonomicznych Ambasady Republiki Federalnej Niemiec w Warszawie przedstawił prezentację [Energiewende w Niemczech. Obywatelska energetyka rozproszona](#). Podobnie jak grudniowa (2017) prezentacja przedstawicieli Siemens Niemcy-Polska odnosiła się do transformacji energetycznej Energiewende i jej skutków dla gospodarki Niemiec. Znamiennym jest, że w Polsce, tak jak w Niemczech, społeczeństwo jest świadome potrzeby transformacji. Na poziomie rządowym w Polsce niestety brak jest konsekwentnych działań na rzecz stabilnych regulacji prawnych, pozwalających planować przedsiębiorcom NI oraz prosumentom swój rozwój energetyczny. Co więcej, z poziomu rządu płyną sygnały sprzeczne ze strategią EU, co w konsekwencji powoduje wzrost nieufności i wstrzymywanie inwestycji w OZE. Przykład Niemiec jednoznacznie wskazuje, że transformacja energetyczna może odbyć się tylko dzięki obywatelskiemu zaangażowaniu, np. formie spółdzielni energetycznych, którym łatwiej jest „udźwignąć” niezbędne inwestycje.

Rozwiązaniem dla Polski są klastry energii KE, które umożliwiają rozwijanie lokalnych inwestycji oraz działań prospołecznych, z uczestnictwem mieszkańców. Wsparcie lokalnych (świadomych) liderów samorządowych okazuje się siłą napędową dla mieszkańców. Przykładem gminy realizującej transformację energetyczną (powoli, ale pokonując konsekwentnie wszelkie trudności) jest Gmina Gierałtówice. Wójt, dr inż. Joachim Bargiel pokazał zrealizowane zadania inwestycyjne (w źródła OZE i inteligentną energetykę) na poziomie samorządowym (prezentacja [Transformacja gospodarki energetycznej w gminie wiejskiej](#)), a także zamierzenia związane z włączeniem Gminy (górnictwej) do powiatowego (Powiat Gliwice) klastra energii.

Przykładami klastrów energii, współpracujących ze Stowarzyszeniem Klaster 3x20 i Konwersatorium Inteligentna Energetyka, które przedstawiły wyniki swoich działań w czasie styczniowego spotkania konwersatoryjnego, były dwa klastry: Żywiecki i Zgorzelecki. Piotr Budzisz przedstawił prezentację *Klaster „Żywiecka Energia Przyszłości”*. Daniel Fryc – prezentację *Zgorzelecki Klaster Rozwoju OZE i Efektywności Energetycznej*.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk**, **Matthias Rehm** (Główny specjalista ds. ekonomicznych Ambasady Republiki Federalnej Niemiec w Warszawie), dr inż. **Joachim Bargiel** (wójt Gminy Gierałtówice, energetyk, elektryk), **Piotr Budzisz** (Pełnomocnik Koordynatora Klastra Żywieckiego), **Daniel Fryc** (prezes Stowarzyszenia Rozwój Innowacyjności Energetycznej, Koordynator Klastra Zgorzeleckiego), 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).

### **Omówienia wystąpień:**

Profesor Popczyk na wstępie podziękował koledze Aleksandrowi Baranowskiemu za wieloletnie prowadzenie spotkań konwersatoryjnych, a także przypomniał bardzo ważną dla energetyki konferencję „Przyszłość konwencjonalnej energetyki w Polsce”, której organizatorem w ubiegłym roku był kolega Baranowski. Następnie profesor Popczyk przystąpił do omówienia problematyki kształtowania cen energii elektrycznej w referacie „Architektura rozproszonego cenotwórstwa na rynku energii elektrycznej”. Otwierając wystąpienie prelegent

podkreślił konieczność obniżania cen energii elektrycznej na poszczególnych osłonach kontrolnych, a także – nawiązując do dużej dowolności sposobów rozumienia parytetu sieciowego – wyjaśnił zasadność określania parytetu sieciowego dla źródeł OZE przy wykorzystaniu kosztów krańcowych, a nie kosztów przeciętnych. Powstający nowy rynek energii elektrycznej wymaga gruntownej przebudowy systemu opłat w oparciu o zasadę subsydiarności polegającą na udostępnianiu przez państwo zasobów znajdujących się w gestii energetyki WEK (tutaj – głównie zasobów sieciowych) na rzecz obywateli (prosumenci i sektor NI), w sposób wykraczający poza zasadę TPA (w szczególności chodzi o dostęp do inteligentnej infrastruktury zgodnie z zasadą TPA+). Prelegent przeciwstawił zasadę subsydiarności zasadzie bezpieczeństwa energetycznego (zbędnej w przebudowie cenotwórstwa) utożsamianej, w odniesieniu do źródeł OZE, z pierwszeństwem w dostępie do sieci (ang. *priority dispatch*). Udostępnianie zasobów energetyki WEK powinno się odbywać za pomocą platform regulacyjnych takich jak wirtualne minisystemy elektroenergetyczne WME, klastry energii, spółdzielnie energetyczne oraz elektrownie wirtualne EW+. W kolejnej części wystąpienia profesor Popczyk podkreślił znaczenie czterech zasad, na których opiera się architektura rozproszonego cenotwórstwa; 1 – wytwórca płaci za użytkowanie sieci, 2 – cena energii elektrycznej odzwierciedla jej wartość (w odróżnieniu od zasady, że cena energii elektrycznej wyraża jej koszt), 3 – cena ujawnia elastyczność popytu, 4 – podstawowym sposobem uziemienniania opłaty systemowo-sieciowej w osłonach OK1, OK2, OK3 jest *net metering*. Nowe rozwiązania taryfowe (określeniem tym mówca zastąpił dotychczas stosowane taryfy) będą składać się z trzech składników; taryfy jednoskładnikowej, ryczałtu za dostawę energii elektrycznej, oraz usługi ESCO (zbiór usług w obszarze szeroko pojętej efektywności energetycznej). Na zakończenie wystąpienia profesor Popczyk poinformował o przyjęciu przez Parlament Europejski i Komisję Europejską reformy polityki klimatycznej zakładającą min. podwojenie liczby uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> w ramach rezerwy stabilizacyjnej oraz obniżenie limitu emisji o 2,2 % rocznie, oraz o notyfikacji przez Parlament Europejski (polskiej) ustawy o rynku mocy promującej inwestycje w energetykę węglową.

Dr hab. inż. Krzysztof Dębowski w prezentacji „Elastyczność cenowa popytu na rynku energii elektrycznej” dokonał wprowadzenia w tematykę elastyczności cenowej popytu w kontekście kształtowania się taryf dynamicznych. Zgodnie z prawem popytu wielkość zapotrzebowania na dobro (czyli popyt na to dobro) zmienia się w przeciwnym kierunku niż jego cena, czyli np. rośnie gdy cena spada (Ramka 1). Zagadnienia wpływu ceny na podejmowanie decyzji konsumenckich o zakupie energii elektrycznej są istotne w kontekście kształtowania taryf dynamicznych i wymagają zbadania. W szczególności ważna jest problematyka wpływu finansów gospodarstwa domowego i kosztów inwestycji w nowe źródła, na podejmowania decyzji o zakupie energii elektrycznej, a także porównywanie kosztów energii ze źródeł prosumenckich i energii z sieci przy określaniu parytetu sieci (pytanie, czy należy podczas tych porównań posługiwać się uśrednionym kosztem energii elektrycznej z sieci?). Na zakończenie prezentacji prelegent zapowiedział kontynuowanie prac nad elastycznością cenową popytu.

Dr inż. Krzysztof Bodzek, przedstawił temat „Symulator WME. Katalog kosztów referencyjnych (inwestycyjnych) wytwarzania energii elektrycznej we wszystkich osłonach OK, dla pełnego zestawu technologii wytwórczych z uwzględnieniem DSM/DSR, UGZ, akumulatorów”. Prelegent zdefiniował uśredniony koszt energii elektrycznej LCOE, i przedstawił dynamikę zmian w czasie tego kosztu w latach 2010-2017 dla wybranych konwencjonalnych i odnawialnych technologii wytwórczych, a także omówił metodykę

### Ramka 1. Współczynnik cenowej elastyczności popytu.

Zależność popytu od ceny określa współczynnik cenowej elastyczności popytu równy ilorazowi względnej zmiany popytu do względnej zmiany ceny;

$$E_c = (\Delta p / p) / (\Delta c / c)$$

gdzie;

$E_c$  – współczynnik cenowej elastyczności popytu,

$\Delta p$  – zmiana popytu,

$p$  – wielkość popytu przed zmianą ceny,

$\Delta c$  – zmiana ceny,

$c$  – wysokość ceny przed zmianą.

Dla  $E_c = 0$  popyt jest zupełnie nieelastyczny, co oznacza, że utrzymuje się on na stałym poziomie pomimo zmiany ceny. Gdy  $0 < E_c < 1$  popyt jest nieelastyczny, co oznacza że zmienia się on w mniejszym stopniu niż cena (sprzedawcy opłaca się podnieść cenę wyrobu), natomiast gdy  $E_c > 1$  popyt jest elastyczny, co oznacza, że zmienia się on w większym stopniu niż cena (sprzedawcy nie opłaca się podnosić ceny wyrobu).

obliczania kosztów referencyjnych wytwarzania energii elektrycznej dla wszystkich technologii wytwórczych i zasobnikowych obecnych na poszczególnych osłonach kontrolnych od OK1 do OK5, oraz takich technologii/usług jak DSM/DSR i UGZ (Rys. 3). Przedstawione dane wskazują, że całkowity koszt energii elektrycznej ze źródeł OZE i źródeł kopalnych jest porównywalny, przy czym koszty energii ze źródeł OZE wykazują tendencję spadkową. W podsumowaniu dr Bodzek przedstawił porównanie liczby patentów dla poszczególnych technologii OZE w latach 2006-2017 i zainstalowanej mocy źródeł wytwórczych OZE w roku 2006 i 2017. W 2016 roku najwięcej zgłoszonych patentów dotyczyło technologii źródeł PV (180 tys.), a następnie technologii wiatrowych (110 tys.) i technologii solarnych (105 tys.). Łączna moc zainstalowana źródeł PV na świecie sięgnęła 280 GW, odpowiednie wartości dla elektrowni wiatrowych i wodnych wynoszą 460 GW i 1250 GW. Zarówno liczba zgłaszanych patentów, jak i łączna moc zainstalowana dla w/w technologii wykazują dynamiczny wzrost w latach 2006-2016 (np. liczba patentów dotyczących technologii PV wyniosła w 2006 roku jedynie około 30 tys.).

Dr inż. Robert Wójcicki, zaprezentował temat „Symulator WME – Katalog kosztów referencyjnych istniejących sieci (usług sieciowych) we wszystkich osłonach OK, przejście do kalibrowania net meteringu w osłonach OK1, OK2, OK3”. W prezentacji poruszono problematykę przewidywanej zmiany obecnie obowiązującego schematu dystrybucji energii w sieciach rozdzielczych w horyzoncie 2050, oraz wynikającej stąd konieczności przebudowy opłat dystrybucyjnych. Obecnie w polskim systemie elektroenergetycznym większość energii elektrycznej przesyła się za pomocą sieci NN i WN, energia ta jest odbierana przez odbiorców przyłączonych do sieci NN i WN (taryfa A), sieci Sn (taryfa B), oraz sieci nN (taryfa C, R, O i G). Zmiany struktury dystrybucji energii elektrycznej do roku 2050 będą polegały na zmniejszeniu wolumenu energii przesyłanej siecią NN i WN, w następstwie rozpowszechnienia się źródeł wytwórczych prosumentów i inwestorów NI. Spowoduje to skrócenie drogi energii elektrycznej do odbiorców, oraz umożliwi przesył energii w obrębie jednej osłony kontrolnej OK2, lub OK3, co będzie skutkowało obniżeniem opłat dystrybucyjnych. W dalszej części wystąpienia dr Wójcicki oszacował koszt utrzymania sieci przesyłowej i dystrybucyjnej

Rozwiązanie	Wykorzystanie mocy znamionowej [h/rok]	Nakłady inwestycyjne [\$/kW]	Czas życia [rok]	Zwrot kapitału [\$/kWh]	Koszty zmienne [\$/kWh]	Koszt całkowity [\$/kWh] [PLN/kWh]	
dachowe źródło PV	1000	1300	25	0,05	0,01	0,06	0,20
elektrownia wiatrowa lądowa	2500	1500	25	0,06	0,01	0,07	0,24
elektrownia wiatrowa morska	4500	2400	25	0,05	0,03	0,08	0,28
elektrownia biogazowa z zasobnikiem	5600	4000	20	0,07	0,12	0,19	0,63
elektrownia wodna przepływowa	4000	2500	60	0,06	0,01	0,07	0,22 <sup>2</sup>
blok gazowy szczytowy 100 kW-1 MW	3000	500	17	0,02	0,08	0,10	0,33 <sup>2</sup>
blok węglowy na węgiel kamienny	6000	1800	-	0,03	0,07	0,10	0,32 <sup>3</sup>
elektrownia jądrowa DSM/DSR	8000	6000	60	0,08	0,02	0,10	0,46 <sup>2</sup>
akumulator elektryczny Li-ion	30	-	-	-	3,02	3,02	13,00
	-	350	-	0,14	0,12	0,26	0,86 <sup>4</sup>

**Rys. 3. Koszty energii elektrycznej bez opłaty systemowo-sieciowej, dla wybranych technologii wytwórczych i zasobnikowych, oraz usług systemowych.**

(WN+SN+nN) na 50-64 PLN/MWh, wykorzystując dane finansowe spółki Tauron Dystrybucja, oraz zaproponował strukturę opłat dystrybucyjnych w rozbiu na sieci NN i WN, SN oraz nN (NN i WN – 15 PLN/MWh, SN – 40 PLN/MWh, i nN – 60 PLN/MWh). Zgodnie z tą propozycją koszt dostawy wewnątrz osłony OK3 do odbiorcy SN i nN wyniesie odpowiednio 40 i 100 [PLN/MWh] (Rys. 4).

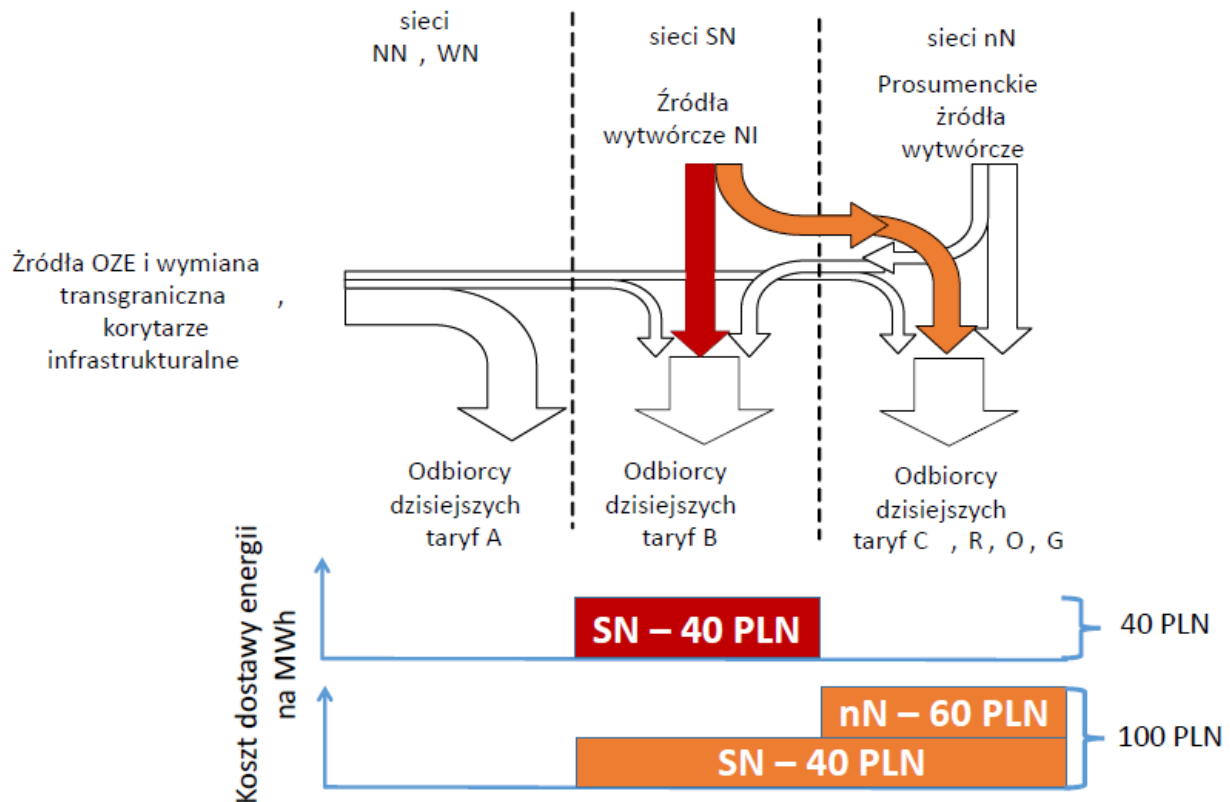
Dr inż. Marcin Fice, przedstawił temat „Symulator WME – Katalog profili referencyjnych we wszystkich osłonach OK, przejście do powiązania w koncepcji WME: systemu DSM/DSR (z uwzględnieniem PC i EV), układów UGZ, niedostarczonej energii (planowo, awaryjnie), akumulatorów elektrycznych”. Prelegent przedstawił zasoby energetyczne (techniczne

<sup>2</sup> Koszt całkowity rośnie do wartości 1,02 [PLN/kWh] wraz ze zmniejszaniem się czasu wykorzystania mocy znamionowej do 1500 [godz/rok].

<sup>3</sup> Koszt całkowity rośnie do wartości 0,61 [PLN/kWh] wraz ze zmniejszaniem się czasu wykorzystania mocy znamionowej do 1500 [godz/rok].

<sup>4</sup> Koszt uwzględnia produkcję energii elektrycznej w dachowym źródle PV.





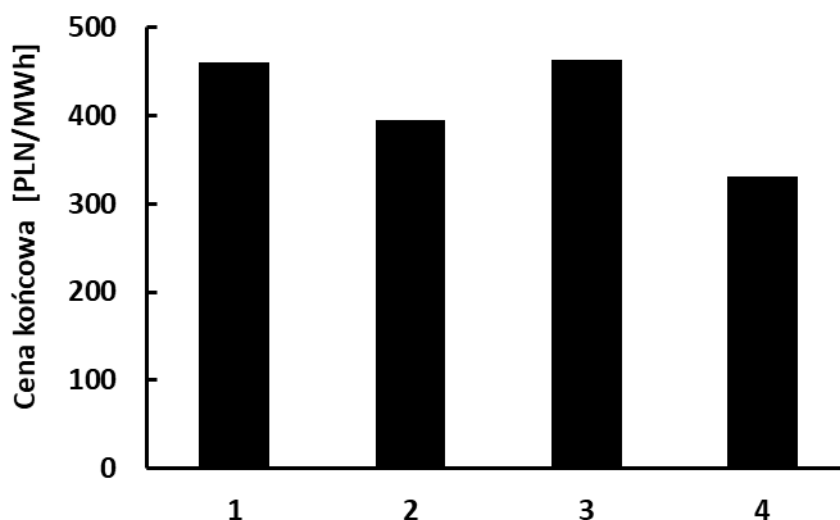
**Rys. 4. Przewidywany koszt dostawy energii wewnątrz osłony OK3, dla odbiorców SN i nN.**

i ekonomiczne) osłon kontrolnych, ponadto zaprezentował profile referencyjne na osłonach OK1, OK2, OK3, oraz OK4 i OK5, z uwzględnieniem wpływu usług regulacyjnych na kształt tych profili, a także pokazał zróżnicowanie cen końcowych energii elektrycznej na osłonach kontrolnych OK1 OK2 i OK3 w zależności od użytych technologii wytwarzania i przechowywania energii elektrycznej oraz wartości współczynnika WNM (Ramka 2).

Dr inż. Krzysztof Sztymelski, zaprezentował temat „Dyfuzja mechanizmów cenotwórczych do inteligentnej infrastruktury energetyki EP-NI”, w którym przedstawił możliwości wprowadzenia taryf dynamicznych (także z krótkimi, kilkuminutowymi cyklami trwania taryfy wysokiej i niskiej) dla gospodarstw domowych, skupiając się głównie na uwarunkowaniach technicznych. Zdaniem dr Sztymelskiego nie ma obecnie żadnych przeciwwskazań do wprowadzenia taryf dynamicznych, na co wskazują następujące uwarunkowania:

- niektóre urządzenia domowe (grupa I) poddają się stosunkowo łatwo sterowaniu w taki sposób aby pracować gdy energia elektryczna jest tania (lodówki, podgrzewacze ciepłej wody użytkowej, klimatyzatory), u innych natomiast (grupa II) zmiana cyklu pracy jest możliwa jedynie w ograniczonym stopniu (pralki, suszarki, zmywarki),
- urządzenia, z których korzystamy gdy tylko są nam potrzebne, niezależnie od chwilowej ceny energii elektrycznej (grupa III), takie jak sprzęt RTV, urządzenia kuchenne, oświetlenie, suszarki do włosów itp.), mogą być po wprowadzeniu taryf dynamicznych wyposażane w niewielkie zasobniki energii umożliwiające nieprzerwaną pracę także w okresach obowiązywania wysokich cen,

Ramka 2. Zróżnicowanie cen energii elektrycznej na oslonie OK1.



Symbole;  $E_{PV}$  – stosunek produkcji rocznej energii elektrycznej źródła PV do rocznego zapotrzebowania prosumenta [%],  $WWE_{PV}$  – udział energii elektrycznej ze źródła PV, wykorzystanej bezpośrednio na potrzeby własne prosumenta, w rocznym zapotrzebowaniu prosumenta [%],  $WNM$  – współczynnik net meteringu,  $E_{NM}$  – udział energii elektrycznej z net-meteringu, w rocznym zapotrzebowaniu prosumenta [%],  $E_Z$  – udział energii elektrycznej zakupionej w sieci w rocznym zapotrzebowaniu prosumenta,  $WWE_{AKU}$  udział energii elektrycznej z zasobnika w rocznym zapotrzebowaniu prosumenta [%].

Rozważamy cenę końcową energii elektrycznej dla czterech wariantów działania domowej instalacji PV;  $E_{PV}=100\%$ ,  $WWE < 50\%$ ,  $WNM=0,5$ .

**1;**  $WWE_{PV}=20\%$ , (cena 200 PLN/MWh),  
 $E_{NM}=40\%$ , (cena 400 PLN/MWh),  
 $E_Z=40\%$ , (cena WEK 650 PLN/MWh).

Cena końcowa; 460 PLN/MWh

**2;**  $WWE_{PV}=40\%$ , (cena 200 PLN/MWh),  
 $E_{NM}=30\%$ , (cena 400 PLN/MWh),  
 $E_Z=30\%$ , (cena WEK 650 PLN/MWh).

Cena końcowa; 395 PLN/MWh

**3;**  $WWE_{PV}=20\%$ , (cena 200 PLN/MWh),  
 $WWE_{AKU}=30\%$ , (cena 860 PLN/MWh),  
 $E_{NM}=40\%$ , (cena 250 PLN/MWh),  
 $E_Z=10\%$ , (cena WEK 650 PLN/MWh).

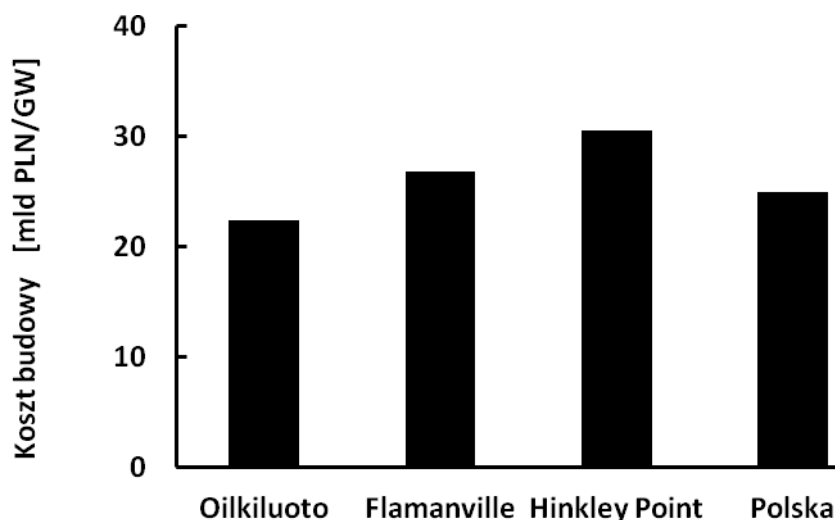
Cena końcowa; 463 PLN/MWh

**4.**  $WWE_{PV}=40\%$ , (cena 200 PLN/MWh),  
 $WWE_{AKU}=10\%$ , (cena 860 PLN/MWh),  
 $E_{NM}=40\%$ , (cena 250 PLN/MWh),  
 $E_Z=10\%$ , (cena WEK 650 PLN/MWh).

Cena końcowa; 331 PLN/MWh

- korzystanie z taryf dynamicznych umożliwi rozpowszechnienie się domowych zasobników energii ładowanych za pomocą źródeł PV, mikroturbin wiatrowych, ogniw paliwowych czy nawet generatorów dieslowskich. Korzystanie z zasobników energii jest ciągle jeszcze dość kosztowne i wymaga ingerencji w domową rozdzielnicę elektryczną,
- w przyszłości możliwa będzie usługa przejęcia taryfy dynamicznej przez podmiot dysponujący zasobnikiem energii o odpowiedniej pojemności (obecnie w Polsce powstał pierwszy modułowy magazyn energii o mocy 0,75 MW i pojemności 1,5 MWh).

Mgr. inż. Bogdan Wachowicz w wystąpieniu „Elektrownia jądrowa w Polsce” przygotowanej wraz z dr inż. Józefem Chmielem, ocenił zasadność polskiego programu jądrowego zakładającego powstanie dwóch elektrowni jądrowych o łącznej mocy 6,4 GW. Prelegent przypomniał, że ogłoszenia obecnego programu jądrowego w 2008 roku nie poprzedzono

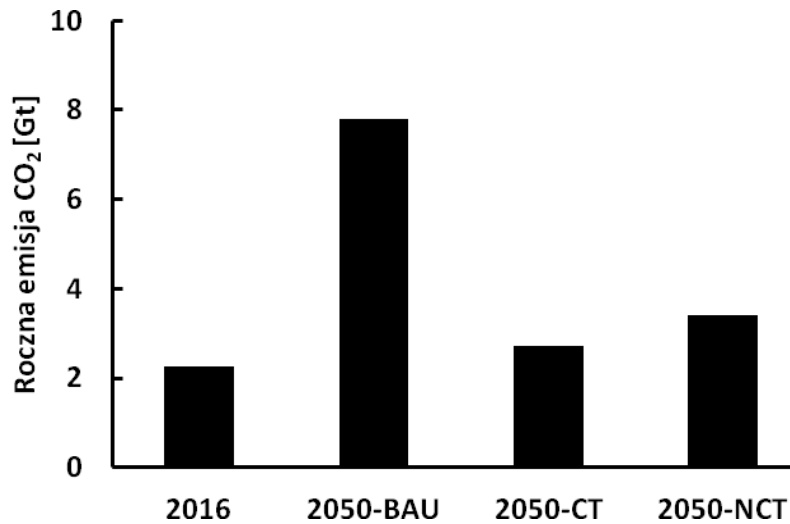


**Rys. 5. Szacowany koszt budowy elektrowni (bloków) jądrowych w Europie<sup>5</sup>**

jakimkolwiek ekspertyzami czy konsultacjami społecznymi, a argumenty, którymi próbuje się uzasadnić jego realizację są niejednokrotnie nierzetelne, np. odwołują się do rzekomo znacznej szkodliwości dla środowiska źródeł OZE. Tymczasem warto zauważyć, że koszty budowy elektrowni jądrowej są wysokie (budowane obecnie bloki jądrowe w Oilkiluoto w Finlandii, i we Flamanville we Francji, okazały się znacznie droższe, niż pierwotnie zakładano), a problem składowania i utylizacji odpadów promieniotwórczych nie doczekał się jak dotąd ostatecznego rozwiązania (Rys. 5). Mgr. inż. Wachowicz podkreślił, że nie ma firmy ubezpieczeniowej, która podjęłaby się ubezpieczenia elektrowni jądrowej od skutków ewentualnej awarii, natomiast w przypadku wystąpienia awarii, koszty jej usuwania poniosą wszyscy.

Dr Tomasz Müller w prezentacji „Polityka klimatyczno-energetyczna Indii w horyzoncie 2050” przedstawił hipotetyczne scenariusze rozwoju niskoemisyjnego sektora energii w Indiach do połowy bieżącego stulecia. Opierając się na syntetycznym opisie sektora energii w Indiach z uwzględnieniem uwarunkowań ogólnogospodarczych, społecznych i środowiskowych, prelegent nakreślił główne determinanty polityki klimatyczno-energetycznej Indii w horyzoncie 2030, z których należy wymienić liczne inicjatywy rządu premiera Modiego (min. National Solar Mission), a także wytyczne Narodowego Planu Energetycznego Indii z 2016 roku oraz zobowiązania Indii podjęte w ramach Porozumienia Paryskiego z 2015 roku. Dr Müller omówił scenariusze transformacji sektora energii Indii w latach 2030-50 w oparciu o wyniki prac badawczych wykorzystujących metody modelowania matematycznego. Wyniki badań wskazują, że w horyzoncie 2050 możliwe będzie osiągnięcie zerowej emisji CO<sub>2</sub> w sektorze produkcji energii elektrycznej, również potencjał redukcji emisji CO<sub>2</sub> dla całej gospodarki Indii, w odniesieniu do scenariusza przewidującego brak zmian obecnie obowiązującej polityki klimatyczno-energetycznej (BAU), jest znaczny (Rys.6).

<sup>5</sup> Źródła informacji; Oilkiluoto; Ward, A. May 18, 2017. Nuclear plant nears completion after huge delays. [Financial Times](#) (dostęp 7 kwietnia 2018), Flamanville i Hinkley Point; December 21, 2017. Hinkley Point: the “dreadful deal” behind the world’s most expensive power plant. [The Guardian](#) (dostęp 7 kwietnia 2018), Polska; Popczyk, J. Elektrownie jądrowe w Polsce i ich alternatywa. BŻEP. [klaster3x20.pl](#).



**Rys. 6. Scenariusze emisji CO<sub>2</sub> Indii w horyzoncie 2050<sup>6</sup>**

Wystąpienia podsumowywał profesor Jan Popczyk, zapraszając do dyskusji, w której wzięli udział Piotr Brożyna (Prezes FV Energia), dr inż. J. Chmiel, dr inż. J. Biskupski, a także dr inż. Kaleta (AGH Kraków).

<sup>6</sup> Gambhir, A., Napp, T., Emmott, C. & Anandarajah, G. India's CO<sub>2</sub> emissions pathways to 2050; Energy system, and fossil fuel impacts with and without carbon permit trading. *Energy* 77 (2014) 791-801. Scenariusze; BAU (ang: *business as usual*) – kontynuacji obecnej polityki klimatyczno-energetyczne, CT i NCT (ang: *carbon trading* i *non carbon trading*) – scenariusze rozwoju gospodarki niskoemisyjnej przewidujące – odpowiednio – obecność systemu handlu emisjami i jego brak.

## Konwersatorium 2018/marzec

Temat przewodni: **Segmentacja mono rynku energii elektrycznej OZE**

Agenda; 27 marca 2018

- prof. Jan Popczyk Politechnika Śląska – **Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Planowanie rozpoznawczych doświadczeń symulacyjnych**
- dr inż. Zbigniew Szkaradnik (prezes 3S SA) – **Elektro – Raj – gdzie to jest i czy w ogóle istnieje?**
- dr inż. Krzysztof Bodzek – **Modelowanie struktury wytwarzania w kontekście kosztów na MREE OZE**
- dr inż. Robert Wójcicki – **Modelowanie opłat sieciowych z wykorzystaniem net-meteringu na MREE OZE**
- dr inż. Marcin Fice – **Modelowanie usług systemowych na MREE OZE**
- dr inż. Adam Piłśniak (Politechnika Śląska) – **Dyfuzja cenotwórstwa MREE OZE do inteligentnych odbiorników (instalacji OZE). Algorytmizacja użytkowania energii elektrycznej**
- dr inż. Krzysztof Sztymelski – **Dyskusja**

Miejsce: Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, ul. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, sala 615.

Termin kolejnego spotkania: 24 kwietnia 2018 r.

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 27 lutego 2018 r.**

Rozproszone cenotwórstwo na mono rynku energii elektrycznej (MREE) tworzy olbrzymi potencjał kształtowania wschodzącego rynku energii elektrycznej, a wręcz jest podstawą do jego tworzenia. Podczas Konwersatorium poruszano zagadnienia związane z architekturą cenotwórstwa obejmującą jednoskładnikową cenę energii elektrycznej wraz z sieciowymi terminalami dostępowymi pozwalającymi na aktywne uczestnictwo wielu podmiotów (nie tylko dużych) w procesie kształtowania profilu zapotrzebowania w reakcji na cenę energii. Analizując obecną sytuację można oszacować ceny energii (jednoskładnikowe) na osłonach kontrolnych, których przekroczenie jest groźne ze względu na tańszą konkurencję. Prezentowana architektura rozproszonego cenotwórstwa na rynku wschodzącym (prezentacja profesora Jana Popczyka pt.: [Architektura rozproszonego cenotwórstwa na rynku energii elektrycznej](#) konfrontuje ze sobą dwie doktryny: subsydiarności vs bezpieczeństwa elektroenergetycznego (*grid parity - net metering vs priority dispatch*). Przedstawiono cztery zasady nowej architektury: 1 – wytwórca płaci za użytkowanie sieci, 2 – cena energii elektrycznej odzwierciedla jej wartość, 3 – cena ujawnia elastyczność popytu, 4 – podstawowym sposobem uzmienniania opłaty systemowo-sieciowej w osłonach OK1, OK2, OK3 jest *net metering*. Zasady te obejmują w szczególności nowe platformy regulacyjne takie jak: wirtualny mini system energetyczny (WME), klastr energii (KE), spółdzielnię energetyczną (SE) oraz elektrownię wirtualną + (EW+), dla których tworzy się nową klasę usług energetycznych, w tym ryczałt za energię w pakiecie dostaw podstawowych, czy usługę ESCO.

Wykorzystanie cenotwórstwa do zmiany profilu zapotrzebowania odbiorcy wymaga badań cenowej elastyczności popytu (dr hab. Krzysztof Dębowski [Elastyczność cenowa popytu na rynku energii elektrycznej](#)). Jednak wstępna analiza zagadnienia uzewnętrznia daleko idące trudności interpretacyjne dotyczące elastyczności popytu na energię elektryczną. Dlatego pożądane jest zbudowanie adekwatnej metodyki badania elastyczności cenowej popytu na mono rynku energii elektrycznej OZE (w środowisku kosztów krańcowych).

Na cenę jednoskładniową energii elektrycznej mają wpływ przede wszystkim trzy koszty: koszt wytwarzania, opłaty sieciowe oraz usługi energetyczne. Koszty wytwarzania energii elektrycznej w źródłach OZE są coraz mniejsze. ogólnościwiatowa tendencja pokazuje spadek cen każdej z technologii (dr. K. Bodzek [Symulator WME – Katalog kosztów referencyjnych \(inwestycyjnych\) wytwarzania energii elektrycznej we wszystkich osłonach OK, dla pełnego zestawu technologii wytwórczych \(z uwzględnieniem DSM/DSR,UGZ, akumulatorów](#), na co wpływ mają w dużej mierze prowadzone badania wyrażone za pomocą liczby przyznanych patentów. Dla przykładu liczba patentów związanych ze źródłami PV w roku 2016, wzrosła ośmiokrotnie w porównaniu z rokiem 2006. Natomiast koszt produkcji energii w źródłach PV spadł z poziomu 0,36 \$/kWh (2010 r.) do 0,10 \$/kWh (2016 r.). Z analizy wynika, że już aktualnie wykorzystywane źródła OZE charakteryzują się mniejszymi kosztami wytwarzania w porównaniu do źródeł na paliwa kopalne. Dekompozycja opłaty sieciowej na poszczególne poziomy napięć (dr. R.. Wójcicki: [Symulator WME – Katalog kosztów referencyjnych istniejących sieci \(usług sieciowych\) we wszystkich osłonach OK, przejście do kalibrowania net meteringu w osłonach OK1, OK2, OK3](#) pozwala na oszacowanie rzeczywistej opłaty sieciowej uwzględniającej zarówno miejsce przyłączenia źródła jak i odbiorcy, oraz porównanie jej z aktualnymi opłatami. Zwrócono również uwagę, że rosnący udział źródeł rozproszonych spowoduje zmniejszenie przepływów w sieciach WN, wrosną więc koszty jednostkowe energii, w szczególności, jeżeli sieć nie zostanie zrestrukturyzowana. Zupełnie nowym elementem wschodzącego rynku energii są usługi regulacyjno-bilansujące (dr inż. M. Fice: [Symulator WME – Katalog profili referencyjnych we wszystkich osłonach OK, przejście do powiązania w koncepcji WME: systemu DSM/DSR \(z uwzględnieniem PC i EV\), układów UGZ, niedostarczonej energii \(planowo, awaryjnie\), akumulatorów elektrycznych](#)). Dalsze wykorzystywanie elektrowni węglowych jako źródła bilansująco-regulacyjne powoduje zmniejszenie wykorzystania tych źródeł, co zostało pokazane na przykładzie bloków węglowych elektrowni Bełchatów. Mniejsze wykorzystanie zwiększa cenę energii ze źródeł węglowych przyczyniając się do powstawania całej klasy usług sieciowych dedykowanych dla każdej z osłon kontrolnych. Przedstawiona analiza kosztów ograniczonej usługi regulacyjnej dla osłony OK1 pozwala stwierdzić, że zastosowanie nawet małego akumulatora może być opłacalne pod warunkiem powstanie mechanizmów wpływających na cenę energii (np. *net metering*) promujących zwiększenie wykorzystania energii na potrzeby własne.

Wykorzystanie istniejących technologii już pozwala urządzeniom reagować na cenę energii (dr. K. Sztymelski [Dyfuzja mechanizmów cenotwórczych do inteligentnej infrastruktury energetyki EP-NI](#), ale dopiero wprowadzenie cenotwórstwa wpłynie na zwiększenie się zapotrzebowania na takie usługi. Powstaną więc urządzenia, które mogą wpływać na swoją pracę na podstawie sygnału cenowego.

Energia z elektrowni jądrowej jest zarówno droga jak i niebezpieczna a dodatkowo w Polsce nie ma technologii ani paliwa, jednak w dalszym ciągu pojawiają się głosy o potrzebie jej zbudowania (mgr inż. B. Wachowicz: [Elektrownia jądrowa w Polsce?](#). Przedstawione

wybrane wypowiedzi zarówno polityków jak i przedstawicielei rządu i środowisk opiniotwórczych dowodzą, że wiedza na temat elektrowni jądrowych w Polsce jest bardzo mała, a czasami wręcz błędna.

Przykładem kraju, który bardzo szybko się rozwija, ale pomimo tego już uwzględnia w planach rozwoju światową politykę klimatyczno-energetyczną są Indie (dr T. Müller: [Polityka klimatyczno-energetyczna Indii w horyzoncie 2050](#)). Aktualne inwestycje w źródła OZE w Indiach są bardzo duże, ale równoległe również buduje się elektrownie węglowe, głównie z powodu szybko rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną. Warto jednak podkreślić, że jest to scenariusz przejściowy, ponieważ po roku 2022 w planach rozwojowych nie ma już miejsca na nowe inwestycje węglowe, chociaż przewiduje się funkcjonowanie już zbudowanych przez najbliższe 30 lat.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk**, **Bogdan Wachowicz**, 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. **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. **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. **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. **Krzysztof Sztymelski** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w obszarze dyfuzji cenotwórstwa do inteligentnej infrastruktury, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr **Tomasz Müller** (nauki przyrodnicze i biologia, Stowarzyszenie Klaster 3x20).

### **Omówienia wystąpień:**

Profesor Popczyk wygłosił referat wprowadzający „Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Planowanie rozpoznawczych doświadczeń symulacyjnych”, stanowiący wprowadzenie do problematyki stworzenia pilotażowej struktury biznesowej w ramach wschodzącego rynku energii elektrycznej (tytułowy wirtualny minisystem elektroenergetyczny), działającego w oparciu o zasadę TPA<sup>+</sup>, a więc przy zagwarantowaniu prosumentom dostępu do sieci nN-SN. Po zarysowaniu szerokiego kontekstu realizacji omawianego projektu – w tym najważniejszych etapów reformy polskiej elektroenergetyki przełomu lat 80 tych i 90 tych, bogactwa rozwiązań technologicznych towarzyszących transformacji energetyki, sytuacji energetycznej Polski w Europie Północnej, a także istotnych pozycji literaturowych podejmujących tematykę współdzielenia sieci, prelegent przystąpił do krótkiego opisu projektu obejmującego min. ogólną koncepcję, strukturę podmiotową i przedmiotową, segment transakcyjny w dziedzinie energii i segment usług powiązanych, a także regulacje prawne i referencyjne plany biznesowe. W projekcie przewidziano udział gospodarstw domowych z terenów wiejskich i miejskich (w tym zamieszkujących budynki wielorodzinne), oraz odbiorców z segmentu MISP zasilanych z sieci nN i SN, w tym odbiorców wyposażonych w układy awaryjnego zasilania. Paleta źródeł wytwórczych, która zostanie ostatecznie ustalona przez inwestorów NI i prosumentów, ma

Parametr	Norwegia	Polska
Produkcja [TWh]	138	164
Zużycie [TWh]	126	160
Produkcja w elektrowniach wodnych [TWh]	136	2,4
Produkcja w elektrowniach węglowych [TWh]	0	137,7
Moc zainstalowana [MW]	27 281	39 353
Zużycie na mieszkańca [MWh/rok]	27,6	4,3

### Rys. 7. Główne parametry charakteryzujące elektroenergetykę Norwegii i Polski

w założeniach obejmować elektrownie wiatrowe o mocy 2-3 MW, elektrownie biogazowe o mocy 1 MW, mikro elektrownie biogazowe klasy 10-40 kW, a także źródła fotowoltaiczne „wolnostojące” o mocy 10-500 kW oraz źródła dachowe (prosumenckie) o mocy 2 kW.

Dr inż. Zbigniew Szkaradnik w prezentacji „Elektro – Raj – gdzie to jest i czy w ogóle istnieje?” dokonał porównania elektroenergetyki Norwegii i Polski. Na wstępie prelegent zwrócił uwagę, że Norwegia jest jednym z najbogatszych państw świata o dochodzie narodowym na mieszkańca przekraczającym 70 tys. dolarów (Polska 12,4 tys. dolarów), zajmującym czołową lokatę w rankingu zadowolenia mieszkańców (World Happiness Report).<sup>7</sup> Porównanie elektroenergetyki Norwegii i Polski – państw, w których produkcja energii elektrycznej kształtuje się na zbliżonym poziomie – wskazuje na szereg istotnych różnic (Rys. 7). Podczas gdy w Norwegii produkuje się energię elektryczną przede wszystkim (ponad 98%) w elektrowniach wodnych (energia odnawialna) o stosunkowo niskiej emisji gazów cieplarnianych, w Polsce opiera się elektroenergetykę o źródła węglowe emitujące znaczne ilości gazów cieplarnianych i zanieczyszczeń atmosferycznych. Warto zauważyć, że produkcja energii elektrycznej w Norwegii przekracza zużycie o około 12 TWh, a energia ta jest przeznaczana na eksport. Dwoma charakterystycznymi cechami energetyki Norwegii jest obecność gigantycznych wodnych rezerwuarów energii gromadzących zasoby wody umożliwiających pracę elektrowni wodnych przez 8 miesięcy, oraz daleko posunięty proces elektryfikacji transportu indywidualnego – udział pojazdów o napędzie wyłącznie elektrycznym na rynku osiągnął w 2017 r. 20,8%. W dalszej części wystąpienia dr inż. Szkaradnik porównał działanie dwóch norweskich firm energetycznych i polskiego przedsiębiorstwa o Tauron SA, zwracając uwagę na bardzo niskie zatrudnienie w obu norweskich przedsiębiorstwach i ich gotowość do inwestowania w nowoczesne technologie – w przypadku ogólnokrajowego Statkraft AS są to centra danych, natomiast lokalna Stranda Energi AS rozwija sieci światłowodowe. W podsumowaniu prelegent postawił pytanie o kierunek rozwoju elektroenergetyki w Polsce w kontekście rządowych planów wspierania energetyki węglowej min. poprzez utworzenie rynku mocy.

<sup>7</sup> Dochód narodowy na mieszkańca przy uwzględnieniu parytetu siły nabywczej jest w Norwegii mniej więcej dwa razy wyższy niż w Polsce – odpowiednio 58,8 wobec 27,4 [tys. \$] [World Bank](#) (dostęp 9 kwietnia 2018 r.).



Technologia	Produkcja [GWh]	Moc [MW]	Czas wykorzystania mocy zainstalowanej [h/rok]	Koszt jednostkowy energii elektrycznej [PLN/MWh]	Koszt energii [mln PLN]
Źródła PV	16,7	16,7	1000	200	3,3
Elektrownie wiatrowe lądowe	70,7	45,0	2000	240	17,0
Elektrownie biogazowe	16,0	2,0	8000	540	8,6
Elektrownie biogazowe z zasobnikiem	44,8	8,0	5600	630	28,2
Mikro elektrownie biogazowe	19,0	2,4	8000	510	9,7
Mikro elektrownie biogazowe z zasobnikiem	27,9	4,9	5600	590	16,5
Elektrownie węglowe	30,0	30,0	1000	810	24,3
<b>SUMA</b>	<b>225,1</b>	<b>109,0</b>		<b>478 (538)<sup>8</sup></b>	<b>107,6</b>

**Rys. 8. Koszt energii elektrycznej dla referencyjnego powiatu wiejsko-miejskiego**

Dr inż. Krzysztof Bodzek w prezentacji „Modelowanie struktury wytwarzania w kontekście kosztów na MREE OZE” przedstawił wyniki modelowania kosztu jednostkowego energii elektrycznej dla powiatu referencyjnego przy wykorzystaniu koszyka instalacji wytwórczych o kosztach wytwarzania oszacowanych przez prelegenta podczas lutowego Konwersatorium (Rys. 3). Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną przyjęto na 200 GWh, a udział źródeł OZE w produkcji energii na 85%. Oszacowany średni koszt jednostkowy energii elektrycznej w skali roku oraz wybrane technologie wytwórcze przedstawiono na Rys. 8. Koszt chwilowy energii elektrycznej wykazuje znaczną zmienność w rytmie dobowym i rocznym i jest wprost proporcjonalny do ilości energii produkowanej w źródłach regulacyjnych. Przykładowe maksymalne i minimalne koszty energii elektrycznej dla wybranych dni w roku wynoszą; 18 stycznia 545-720, 7 kwietnia 320-560, 14 sierpnia 440-550 [PLN/MWh]. Podane koszty wytwarzania energii elektrycznej nie obejmują opłat sieciowych (patrz kolejny referat).

Dr inż. Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) w referacie „Modelowanie opłat sieciowych z wykorzystaniem net meteringu na MREE OZE” kontynuował rozważania na temat kształtowania się opłat sieciowych na mono rynku energii elektrycznej w horyzoncie 2050. Prelegent rozpoczął wystąpienie od przypomnienia, że rozwój źródeł rozproszonych spowoduje

<sup>8</sup> Wartość 478 PLN/MWh odnosi się do rocznej produkcji energii w wysokości 225 GWh, natomiast wartość 538 PLN/MWh uwzględnia ograniczenia produkcji rocznej do 200 GWh.

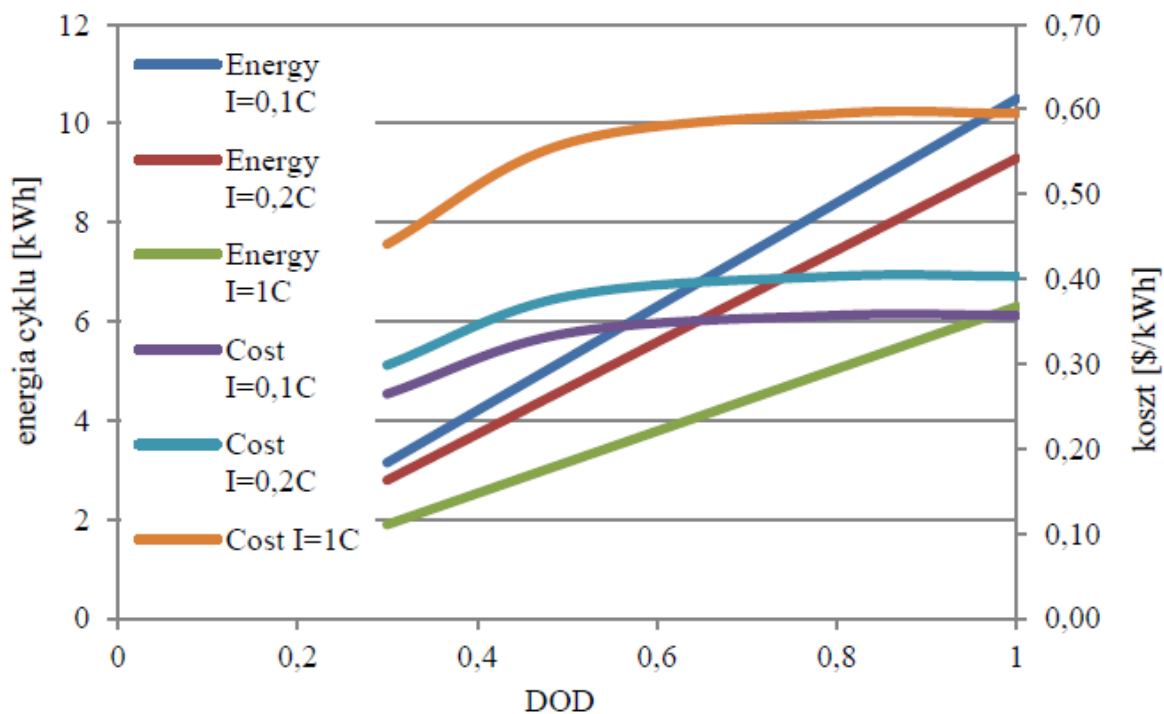
znaczny spadek przepływu energii w sieciach NN i WN, co przełoży się na wzrost opłat sieciowych dla tych sieci. Podobne zjawiska, choć na mniejszą skalę, będą zachodzić w sieciach Sn i nN. Zgodnie z wynikami modelowania wolumen energii przesyłanej sieciami NN i WN dla obszaru obsługiwanego przez firmę Tauron Dystrybucja, zmniejszy się z 47,5 TWh w 2016 r. do 7 TWh w 2050 r. czemu będzie towarzyszyć wzrost opłaty przesyłowej z około 40 PLN/MWh do około 270 PLN/MWh. Opłaty przesyłowe w sieciach Sn i Nn wzrosną odpowiednio do wartości 140 i 85 PLN/MWh.<sup>9</sup> Po obliczeniu prognozowanych opłat sieciowych dla powiatu referencyjnego (patrz prezentacja powyżej) w rozbiu na poszczególne dni i godziny w ciągu roku, dr Wójcicki podał zakres zmienności tych opłat wynoszący w skali roku 154 – 405 PLN/MWh.

Dr inż. Marcin Fice (Politechnika Śląska) w referacie „Modelowanie usług systemowych na MREE OZE” kontynuował rozważania na temat usług systemowych na mono rynku energii elektrycznej. Prelegent przedstawił dobowe i sezonowe zróżnicowanie zapotrzebowania na energię w KSE prezentując profile ilustrujące wystąpienie zimowego szczytu wieczornego, zimowego maksymalnego gradientu dobowego dochodzącego do 10 GW, oraz obecność letniej doliny porannej, a także przykładowe profile na osłonach kontrolnych OK2 i OK1. Ponadto dr Fice pokazał zróżnicowanie profili takich źródeł z produkcją wymuszoną jak elektrownie wiatrowe i fotowoltaiczne. Dalszą część wystąpienia prelegent poświęcił na omówienie palety zasobów regulacyjno-bilansujących MREE podzielonych ze względu na czas reakcji, od układów przekształtnikowych i superkondensatorów działających w czasie milisekund, do takich zasobów jak układy UGZ i biogazownie z zasobnikiem, a także wyłączenia zasilania, działających w skali godzin. Kolejnym aspektem wystąpienia było omówienie czynników wpływających na koszt wybranych usług regulacyjnych. W przypadku układów gwarantowanego zasilania praca w innym punkcie obciążenia niż nominalny, powoduje zmniejszenie sprawności i wzrost kosztów wywarzonej energii elektrycznej, w przypadku zasobników koszt energii zwiększa się wraz ze wzrostem głębokości rozładowania i wartości prądu rozładowania (Rys. 9).

Dr inż. Adam Piłśniak (Politechnika Śląska) w referacie „Dyfuzja cenotwórstwa MREE OZE do inteligentnych odbiorników (instalacji prosumenckich). Algorytmizacja użytkowania energii elektrycznej” dokonał wprowadzenia do problematyki algorytmizacji użytkowania energii elektrycznej. Celem algorytmizacji użytkowania energii elektrycznej dla konsumentów jest najczęściej minimalizacja kosztów, a sposoby jej przeprowadzania zależą od rodzaju taryfy, rodzaju i ilości odbiorników oraz zasobników energii, a także obecności własnych źródeł wytwórczych. W przypadku taryfy obecnie obowiązującej gospodarstwa domowe z niezmienną ceną w ciągu doby (taryfa G), algorytmizacja może polegać na ograniczeniu użytkowania odbiorników, a w przypadku taryfy dwucenowej (niska i wysoka cena w ciągu doby), na intensywniejszym użytkowaniu odbiorników w okresie obowiązywania niskich cen. Wprowadzenie taryfy dynamicznej zwiększa możliwości algorytmizacji użytkowania energii elektrycznej. Dr Piłśniak przedstawił przykładowe algorytmy sterowania pracą jednego i kilku odbiorników, przy wykorzystaniu ustalonej przez konsumenta akceptowalnej ceny energii, a także algorytm wykorzystujący mechanizm predykcji cenowej. Prelegent zaprezentował szereg profili mocy, sygnału cenowego i ceny końcowej, dla gospodarstwa domowego

---

<sup>9</sup> Procedura modelowania nie uwzględnia obecności korytarzy infrastrukturalno-urbanistycznych, które przyczynią się do złagodzenia wzrostu cen opłat sieciowych.



**Rys. 9. Koszt energii elektrycznej w zależności od parametrów pracy zasobnika<sup>10</sup>**

prosumenta wyposażonego w instalację PV o mocy 2,5 kW, przy braku algorytmu zarządzania odbiorami oraz przy zarządzaniu odbiorami bez predykcji ceny i z predykcją ceny.

Kolejne wystąpienia zapowiadał i podsumowywał profesor Jan Popczyk, zapraszając do dyskusji po wszystkich prezentacjach. Dr inż. K. Sztymelski podsumował dzisiejsze konwersatorium. Kolejno głos w dyskusji zabrali A. Grabowski i prof. J. Popczyk, który przytaczając powiedzenie Wojciecha Młynarskiego „róbmy swoje”, podkreślił konieczność kontynuacji działań na rzecz przebudowy energetyki, niezależnie od okoliczności zewnętrznych.

<sup>10</sup> DOD – głębokość rozładowania – ang. *depth of discharge*, 1C – prąd jednogodzinny to taki prąd, który spowoduje rozładowanie w pełni naładowanego zasobnika w ciągu jednej godziny.

## Konwersatorium 2018/kwiecień

Temat przewodni: **Polska energetyka: destrukcyjna wewnętrzna polityka energetyczna vs przełomowy rozwój w ramach globalnych megatrendów**

Agenda; 24 kwiecień 2018

- dr inż. Krzysztof Bodzek – **Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Wstępne analizy**
- dr inż. Robert Wójcicki – **Systemy informatyczne dla ZKSE (zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny)**
- dr inż. Krzysztof Sztymelski, dr inż. Adam Pilśniak – **Algorytmizacja interaktywnego dopasowania profili odbiorników i źródeł. Eksperyment techniczny**
- dr inż. Józef Chmiel – **Krytyczna analiza racjonalności budowy elektrowni jądrowej w Polsce**
- dr Tomasz Müller – **Polityka klimatyczno-energetyczna Indii w horyzoncie 2050 (cz.2), z odniesieniami do Polski**
- **Dyskusja**

Miejsce: Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, ul. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, sala 615.

Termin kolejnego spotkania: 22 maj 2018 r.

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 27 marca 2018 r.**

Krajowa polityka energetyczna – i nierozzerwalnie, ludzie w tej polityce – zdaje się nie zauważać nieuchronnej przebudowy energetyki. Podtrzymywanie planów rozwojowych węglowej energetyki niesie za sobą zagrożenie dla niej samej, ponieważ dyfuzja nowoczesnych technologii w procesie transformacji energetycznej odbywa się oddolnie, od odbiorców energii, od prosumentów. Niekontrolowany rozwój może doprowadzić do przeinwestowania. Choć wydaje się to w Polsce nieprawdopodobne, to jednak w perspektywie 20 lat może stać się realne. Na świecie w 2017 r. przyłączono ok. 100 GW źródeł fotowoltaicznych, w Polsce dachowe instalacje PV stają się coraz popularniejsze. Znamiennym jest obraz zamieszkałych obszarów sąsiadujących z bełchatowską odkrywkową kopalnią węgla brunatnego. Mianowicie finansowanie przez kopalnię okolicznych gmin powoduje pobudzenie inwestycji w dachowe źródła PV. Profesor Jan Popczyk w swojej prezentacji (Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Planowanie rozpoznawczych doświadczeń symulacyjnych.) przedstawił przesłanki potrzeby budowy wirtualnego minisystemu elektroenergetycznego. WME, w formie projektu pilotażowego, jest (ze względu na krajowy zasięg) działaniem wolnym od ryzyka, za to z dużym potencjałem konsolidacji najwyższych kompetencji i zasobów materialnych adekwatnych do potrzeb związanych z bilansowaniem energii i regulacją mocy. Nie posiada przy tym ograniczeń w porównaniu z tymi, które występują (w kontekście kompetencji i zasobów materialnych) na małych obszarach, integralnych powierzchniowo (5 gmin, powiat). Realizację koncepcji minisystemu WME generalnie należy traktować jako sposób na bezpieczne przyspieszenie w Polsce rozwoju rynku wschodzącego (1). Pokazany przez dr. Zbigniewa Szkaradnika przykład energetyki Norwegii wykorzystującej tylko źródła odnawialne (Elektro-Raj – gdzie to jest i czy w ogóle istnieje?) wpisuje się w globalny

dalekosiężny plan zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego bez paliw kopalnych. Wkład Norwegii w tym zakresie ujawnia się współcześnie głównie w obszarze kształtowania nowoczesnego, konkurencyjnego rynku energii elektrycznej, z jednoskładnikowymi cenami, z możliwością swobodnej realizacji transakcji w środowisku bardzo rozproszonych zasobów wytwórczych (niemal tysiąc elektrowni wodnych). Zasoby te zarządzane są przez duże jak i bardzo małe, lokalne przedsiębiorstwa energetyczne, które potrafią ze sobą konkurować na rynku, gdzie jest bardzo duży nadmiar zasobów wytwórczych. Opracowanie spójnej koncepcji minisystemu WME wymaga m. in. rozpoznania struktur technicznych i kosztotwórczych wydzielonych obszarów energetycznych, przede wszystkim opracowania metod modelowania bilansów wytwarzania energii (dr K. Bodzek, Modelowanie struktury wytwarzania w kontekście kosztów na MREE OZE.), opłaty sieciowej (dr K. Wójcicki, Modelowanie opłat sieciowych z wykorzystaniem net meteringu na MREE OZE.) i usług systemowych (dr M. Fice, Modelowanie usług systemowych na MREE OZE.). Przeprowadzone analizy dla powiatu referencyjnego wykazały, że koszty wytwarzania energii, dla ekspercko skonsolidowanego bilansu wytwarzania, zmieniają się w zakresie od ok. 250 do prawie 800 zł/MWh. Ujawnienie zmiennego kosztu wytwarzania energii jest pierwszym krokiem do uzmiennienia ceny energii u odbiorcy końcowego, co w konsekwencji powinno skutkować cenotwórstwem czasu rzeczywistego (CCR). Alokacja wytwarzania z rynku schodzącego na rynek wschodzący (1) powoduje bardzo daleko idące konsekwencje w zakresie stopnia wykorzystania sieci, zwłaszcza przesyłowych. Skutkiem jest ryzyko zwiększenia jednostkowej opłaty sieciowej dla sieci przesyłowych nawet 5-cio krotnie. Założeniem projektu pilotażowego WME jest wyłączenie rozproszonych odbiorców z taryf urzędu URE i uzmiennienie ceny energii, a dalej wprowadzenie mechanizmów self dispatching i net metering, mających na celu zapewnienie prawidłowego odzwierciedlenia kosztów korzystania z sieci. Mechanizm self dispatchingu jest naturalny w przypadku zmiennej ceny energii. Mianowicie w sposób naturalny wymusza u odbiorcy inwestycje we własne, tańsze źródło OZE oraz efektywniejsze zarządzanie energią (dr A. Piłśniak, Dyfuzja cenotwórstwa MREE OZE do inteligentnych odbiorników ...). Przy czym już teraz prosument, nieświadomie, posługuje się taryfą dynamiczną, którą jest zmienna cena energii uzależniona od stosowanego źródła i wykorzystania energii do bezpośredniego zasilania odbiorników w PME.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk**, dr inż. **Zbigniew Szkaradnik** (prezes 3S S.A.), 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. **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. **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. **Adam Piłśniak** (obszar działania: elektronika i metrologia, w tym jej praktyczne wykorzystanie w obszarze algorytmizacji do inteligentnej infrastruktury, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny).

Połączenie źródeł PV	Odbiornik	Ładowarka akumulatorów	Moc układu [W]
Szeregowe	akumulator	brak	3,42
Szeregowe	akumulator	ładowarka z algorytmem MPTT	4,8
równoległe	akumulator	brak	6,6
równoległe	akumulator	ładowarka z algorytmem MPTT	6,0

**Rys. 10. Wpływ konfiguracji źródła wytwórczego na jego moc maksymalną**

### Omówienia wystąpień:

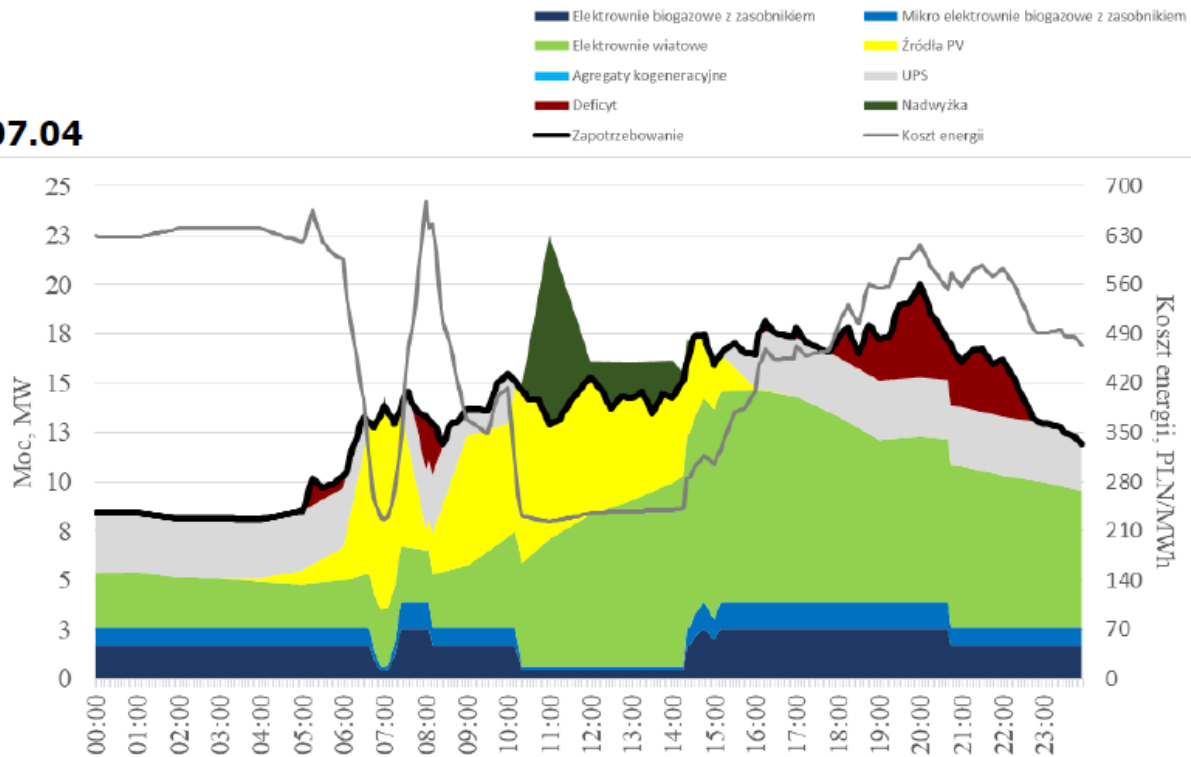
Profesor Jan Popczyk (Politechnika Śląska) zwrócił uwagę na konieczność śledzenia polskiego programu energetyki jądrowej wobec wystąpienia nowych okoliczności mogących świadczyć o próbach jego reaktywacji – tej tematyce będzie poświęcony referat dr Chmiela, a także zapowiedział pokaz badawczy dr Sztymelskiego i dr Piłśniaka poświęcony sposobom łączenia ogniw fotowoltaicznych.

Dr inż. Krzysztof Sztymelski (Politechnika Śląska) i dr inż. Adam Piłśniak (Politechnika Śląska) w wystąpieniu „Algorytmizacja interaktywnego dopasowania profili odbiorników i źródeł” zaprezentowali pokaz laboratoryjny stanowiący ilustrację tezy, że konfiguracja źródeł fotowoltaicznych ma istotny wpływ na wykorzystanie ich maksymalnej mocy. Prelegenci posłużyli się dwoma przenośnymi ogniwami PV o mocy 10 W każde, źródłem promieniowania imitującym promieniowanie słoneczne w postaci żarówki halogenowej o mocy 500 W, odbiornikiem w postaci akumulatora oraz (dodatkowo) urządzeniem usprawniającym ładowanie akumulatora. Wyniki pokazu wskazują, że moc źródeł PV zależy od konfiguracji układu (połączenie równoległe pozwala na osiągnięcie większej mocy niż połączenie szeregowe) oraz – w przypadku połączenia szeregowego – od obecności ładowarki z algorytmem MPTT (Rys. 10).

W podsumowaniu profesor Popczyk przypomniał, że wyposażając źródła LED w małe zasobniki energii można zwiększyć proporcję energii [z instalacji PV] wykorzystywaną przez prosumentów na potrzeby własne. Prowadzący spotkanie wyraził ponadto pogląd, że rządowa polityka energetyczna skazuje polskich inżynierów na izolację – z jednej strony nikt (prawie) na świecie nie zajmuje się już energetyką węglową, a z drugiej strony nie nadążamy za światem żywiłowo rozwijającym „nową” energetykę opartą o kompetencje informatyczne, generację rozproszoną i źródła OZE.

Dr inż. Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska) przedstawił wstępną koncepcję minisystemu elektroenergetycznego w prezentacji „Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Wstępne analizy”. Po przedstawieniu architektury nowego rynku energii elektrycznej obejmującej rynek wschodzący WEK i rynek wschodzący główny oparty na infrastrukturze sieciowej SN-nN oraz rynek wschodzący dopełniający wykorzystujący hybrydowe układy dosyłowe oparte o infrastrukturę WN i NN, prelegent przedstawił trzy platformy prawno-regulacyjne rynku wschodzącego, a mianowicie spółdzielnię energetyczną, klastr energii i minisystem WME, który w odróżnieniu od klastra energii nie ma ograniczeń terytorialnych (nie musi znajdować

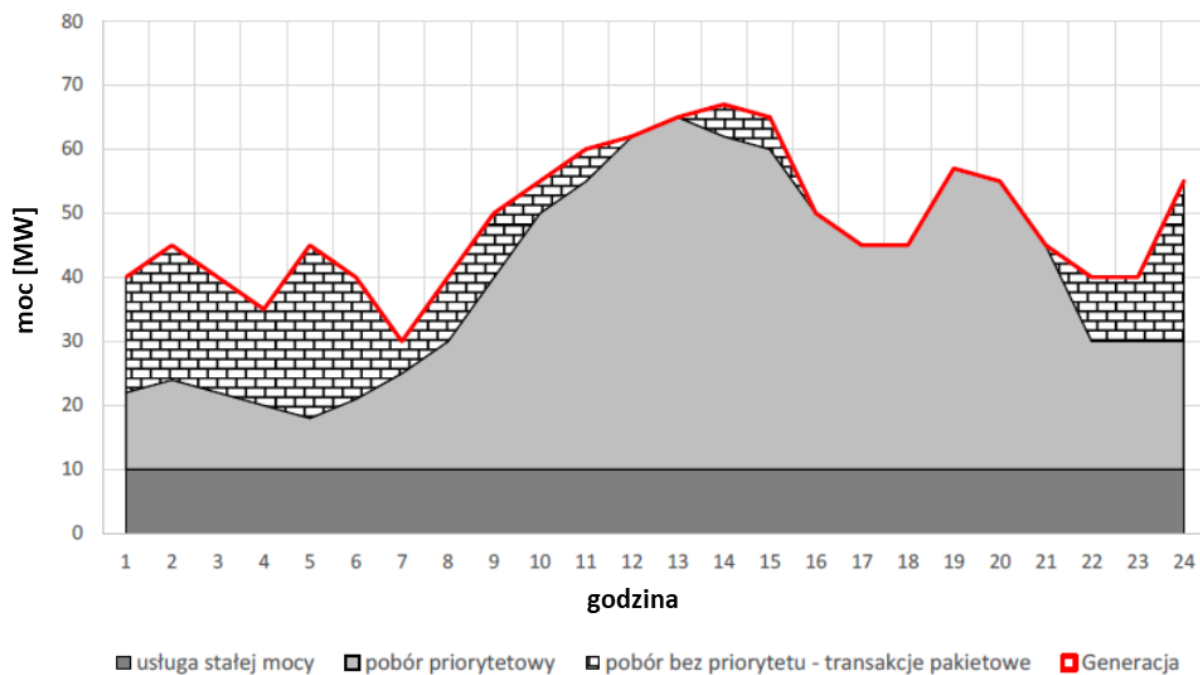
07.04



Rys. 11. Minisystem WME – profil zapotrzebowania i koszty produkcji energii

się na terenie jednego powiatu). W dalszej części referatu dr Bodzek przedstawił strukturę rocznego bilansu wytwórczego dla minisytemu WME, przykładowe dzienne profile zapotrzebowania wraz z kosztami energii oraz oszacowania kosztów opłat sieciowych przy zapotrzebowaniu rocznym określonym na 120 GWh i nadwyżce produkcji oraz deficycie (pokrywanym z KSE) na poziomie odpowiednio 10 i 12% rocznego zapotrzebowania (Rys. 11). Zmieniające się zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz proporcja energii produkowanej w poszczególnych źródłach wytwórczych przyczyniają się do znacznej zmienności kosztów produkcji energii wahających się w analizowanym dniu (7 kwietnia) od 250 do 680 PLN/MWh. Przedstawione wstępne wyniki analiz nie uwzględniały reakcji odbiorców na zróżnicowanie cen energii elektrycznej.

Dr inż. Robert Wójcicki (Politechnika Śląska) w referacie „Systemy informatyczne dla ZKSE (zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny)” przedstawił perspektywy przeobrażenia systemu elektroenergetycznego w następstwie dynamicznego rozwoju technologii teleinformatycznych ICT. Postęp technologiczny w zauważalny sposób wpływa na szereg aspektów sektora usług umożliwiając bezpośredni kontakt usługodawców i usługobiorców z pominięciem pośredników, co sprzyja wykształceniu się silnej konkurencji wymuszającej wysoką jakość usług i niskie ceny, godząc jednocześnie w ukształtowane grupy interesów (przykład Uber i taksówkarze). Powyższe zmiany nie ominą także sektora elektroenergetyki, w którym należy oczekiwać nowych rozwiązań opartych o technologie ICT kształtujące wschodzący rynek energii. W szczególności zmiany te będą polegały na konkurencji między licznymi lokalnymi wytwórcami energii elektrycznej oraz bezpośrednim skojarzeniu wytwarzania z poborem, przy utrzymaniu publicznego charakteru sieci elektroenergetycznej. Rynek mocy – jak podkreślił prelegent, mógłby być dobrym rozwiązaniem pod warunkiem dobrowolnego uczestnictwa odbiorców, mających do wyboru

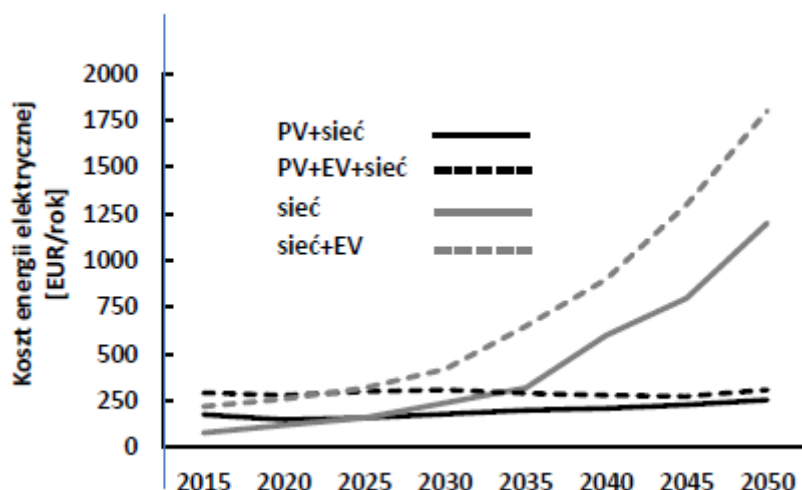


**Rys. 12. Rodzaje usług sieciowych w nowym rynku energii elektrycznej**

szereg różnych usług sieciowych poczynając od stałej mocy, a kończąc na poborze bez priorytetu (Rys. 12). Do najważniejszych technologii, kształtujących obecnie i w najbliższej przyszłości system elektroenergetyczny, zaliczył dr Wójcicki elektronikę, elektroenergetykę, technologie mikroprocesorowe, teletransmisję, bazy danych i Internet Rzeczy.

Dr inż. Józef Chmiel (prelegent) oraz mgr inż. Bogdan Wachowicz (Oddział Gliwicki SEP, Koło Terenowe nr 17), omówili temat „Krytyczna analiza racjonalności budowy elektrowni jądrowej w Polsce” wykorzystując materiały ze strony internetowej Ministerstwa Energii oraz źródła sieciowe poświęcone elektrowniom jądrowym IV generacji wykorzystującym wysokotemperaturowe reaktory chłodzone gazem (ang; *High Temperature Gas Reactor* – HTGR). Prelegent omówił potencjalne korzyści i słabe strony energetyki jądrowej. Do pierwszych zaliczył - cytując wypowiedzi polskich polityków – możliwość obniżenia emisji CO<sub>2</sub> przez polską energetykę (w ogólności gospodarke), zmniejszenia zapotrzebowania na gaz ziemny w wyniku wykorzystania reaktorów jako źródeł ciepła dla przemysłu, a ponadto zwiększenie innowacyjności gospodarki i wsparcie dla programu elektromobilności, oraz bezpieczeństwo eksploatacji reaktorów IV generacji (HTGR), w których wraz ze wzrostem temperatury dochodzi do zatrzymania reakcji jądrowej. Wśród drugich dr Chmiel wymienił brak określonego modelu finansowania programu o kosztach szacowanych na 60-75 mld złotych, brak komercyjnie dostępnej technologii reaktorów HTGR, brak testów bezpieczeństwa reaktorów HTGR przeprowadzonych przy pełnej mocy i z wyłączonym systemem chłodzenia, brak rzetelnej debaty publicznej na temat energetyki jądrowej, nierozwiązany problem składowania wypalonego paliwa jądrowego w Polsce, oraz ryzyko związane z eksploatacją EJ – poczynając od niewielkich awarii do katastrof o skali przypominającej awarię w EJ Fukushima w Japonii. W podsumowaniu dr Chmiel wypowiadając się w imieniu środowiska skupionego wokół Konwersatorium Inteligentna Energetyka, opowiedział się stanowczo przeciwko kontynuacji programu budowy elektrowni jądrowych w Polsce. Alternatywą jest stworzenie





**Rys. 13. Prognoza rocznego kosztu energii elektrycznej dla gospodarstw domowych w Indiach w horyzoncie 2050**

nowej energetyki, której propagowanie jest jednym z głównych celów działania Konwersatorium.

Dr Tomasz Müller (Stowarzyszenie Klaster 3x20) kontynuował rozważania na temat przeobrażenia energetyki Indii w referacie „Rola prosumentów w transformacji elektroenergetyki Indii w horyzoncie 2050” poświęconym rozwojowi sektora dachowych instalacji PV w gospodarstwach domowych. Po przedstawieniu głównych uwarunkowań rozwoju omawianego sektora w konwencji analizy SWOT, prelegent zwrócił uwagę na klimatyczne (produkcja energii elektrycznej w poszczególnych porach roku), społeczne (rozwój klasy średniej, kwestia rozdziału owoców wzrostu PKB), i prawne (wdrażanie mechanizmów net-meteringu) czynniki warunkujące perspektywy rozpowszechnienia technologii PV w Indiach. W dalszej części wystąpienia dr Müller omówił główne wnioski modelu prognostycznego dla prosumenckich instalacji wyposażonych w dachowe źródła PV i zasobniki, oraz – dodatkowo – w samochód elektryczny wykorzystywany do dojazdów do pracy (Rys. 13). Obniżenie rocznych kosztów energii elektrycznej (zwłaszcza w przypadku gospodarstw użytkujących pojazd elektryczny) oraz znaczny wzrost samowystarczalności energetycznej (w tendencji do prawie pełnej autonomii energetycznej w horyzoncie 2050) to czynniki odpowiedzialne za rozwój sektora prosumenckich instalacji fotowoltaicznych, zwłaszcza po 2030 roku. Prognozowana produkcja energii elektrycznej w omawianym sektorze ma sięgnąć 1440 TWh w horyzoncie 2050. Powiązanie rozwoju sektora technologii informatycznych z transformacją energetyki oraz pomyslnie prognozy wzrostu gospodarczego Indii do połowy bieżącego stulecia, uprawdopodobniają przedstawiony scenariusz dla sektora prosumenckich instalacji PV. W tym kontekście perspektywy dla omawianego sektora w Polsce są znacznie mniej pomyslnie z uwagi na przyjęcie zupełnie odmiennej wizji zmian w energetyce pogłębiającej izolację Polski na arenie międzynarodowej.

Głos w dyskusji zabrali: prof. J. Popczyk, dr inż. K. Bodzek, oraz dr inż. K. Sztymelski.

## Konwersatorium 2018/maj

Temat przewodni: **Zbliżanie badań i praktyki na platformie rynku wschodzącego energii elektrycznej (1)**

Agenda; 22 maj 2018

- dr inż. Jacek Biskupski – **Możliwość doprowadzenia do stanu zeroenergetyczności istniejącego monoenergetycznego budynku na bazie prosumenckich systemów PV i pomp ciepła w warunkach polskich**

Dyskusja panelowa (udział w dyskusji: J. Popczyk, T. Słupik, M. Fice, K. Sztymelski, A. Piłśniak, ..., J. Biskupski)

- Profesor Jan Popczyk, dr inż. Krzysztof Bodzek – **WME Wielkopolska Południowa (SBU). Wyniki Raportu BPEP (6)**

Dyskusja panelowa ( udział w dyskusji: J. Biskupski, K. Dębowski, R. Wójcicki, T. Müller, T. Słupik, ..., J. Popczyk, K. Bodzek)

(Z raportem można zapoznać się w [BŻEP](#) oraz na portalu [CIRE](#))

- Profesor Jan Popczyk, dr inż. Robert Wójcicki, dr inż. Krzysztof Sztymelski, dr inż. Adam Piłśniak, dr inż. Marcin Fice – **Systemy informatyczne dla ZKSE (zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny). Zapowiedź Raportu**

Miejsce: Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, ul. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, sala 615.

Termin kolejnego spotkania: 26 czerwca 2018 r.

### **Komunikat do Konwersatorium z dnia 24 kwietnia 2018 r.**

Przekształtniki energoelektroniczne dynamicznie wkraczają do energetyki i przyczyniają się, niezależnie od tego, czy tego chcemy czy nie, do jej transformacji. Tę dynamikę widać szczególnie w rozwiązaniach dla prosumentów, czyli w obszarze urządzeń małej mocy. Nie chodzi przy tym tylko o przekształtniki dla źródeł OZE, ale również dla odbiorników. Przekształtniki niedostępne powszechnie jeszcze kilka lat temu, głównie ze względu na duże koszty, aktualnie tworzą nowe możliwości do efektywnego zarządzania energią. Przykładem obrazującym nowe tendencje w energetyce może być wykonany przez dr. K. Sztymelskiego i dr. A. Piłśniaka eksperyment techniczny „Algorytmizacja interaktywnego dopasowania profili odbiorników i źródeł” w którym pokazano jak istotne jest wzajemne dopasowanie odbiorników i źródeł, w szczególności źródeł OZE. Dopasowanie odbiorników do źródła (i akumulatora) ułatwiają przekształtniki energoelektroniczne, jednak muszą być poprawnie dobrane. Nasycenie źródeł, odbiorników i akumulatorów przekształtnikami energoelektronicznymi zmienia zupełnie funkcjonalność budynkowej instalacji elektrycznej (mikroinfrastruktury elektroenergetycznej), mianowicie instalacja i związane z nią aparaty elektryczne (już często niepotrzebne) pełnią jedynie zredukowane funkcje przyłączeniowe. Pełne funkcjonalności przyłączonych do nich urządzeń są realizowane przez inteligentną infrastrukturę wyposażoną w przekształtniki, układy sterowania i komunikacyjne, które dbają o bezpieczne ich użytkowanie (bezpieczne dla użytkownika i mikroinfrastruktury).

Nowa architektura rynku energii elektrycznej tworzy, oprócz istniejącego rynku schodzącego WEK, dwa nowe rynki wschodzące, główny (1) i dopełniający (2). Rynek wschodzący (1) funkcjonuje na infrastrukturze sieciowej nN-SN i ściśle związany jest z rynkiem energii użytecznej czyli prosumenckimi energetycznymi łańcuchami wartości. Rynek wschodzący (2) funkcjonuje na infrastrukturze w postaci hybrydowych (AC-DC) układów dosyłowych (WN i NN) pozwalających dostarczyć energię elektryczną do korytarzy infrastrukturalno-urbanistycznych z elektrowni offshore, a potencjalnie także z multitechnologii C-GEN. W ramach rynku wschodzącego (1) wyróżniono trzy platformy prawno-regulacyjne (dr K. Bodzek [Wirtualny minisystem elektroenergetyczny. Wstępne analizy](#)) w których obowiązuje jednoskładnikowe, dynamiczne i rozproszone cenotwórstwo oraz zasada „wytwórca płaci” za wykorzystanie sieci zgodnie z rzeczywistym wykorzystaniem otoczenia sieciowego. Najszerszą koncepcyjnie platformą pozwalającą najszybciej i najmniejszym kosztem powiązać ze sobą wytwórców, prosumentów i odbiorców w minisystem jest platforma WME (wirtualny minisystem elektroenergetyczny). Obecnie platforma taka praktycznie zawsze jeszcze wymaga niewielkiego backupu z systemu KSE, ale w tendencji (horyzont 2040) roczne saldo często będzie zerowe. W przeprowadzonych badaniach symulacyjnych, dla platformy WME z rocznym zapotrzebowaniem 160 GWh (konsolidującej rzeczywiste podmioty) modelowano profile (zapotrzebowania, produkcji źródeł, bilanse) z rozdzielczością 5-minutową, a następnie „podążający” za tymi profilami koszt wytwarzania. Koszt ten (bez podatku VAT) zmienia się od 200 do ponad 600 złotych za MWh. Tak duże zmiany świadczą o potrzebie pilnego wprowadzenia nowego cenotwórstwa.

Wirtualne platformy usługowe obecnie są bardzo powszechne dzięki nowym technologiom informatycznym pozwalającym na łatwe skojarzenie ze sobą dostawcy usług z odbiorcą (dr R. Wójcicki: [Systemy informatyczne dla ZKSE \(zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny\)](#)). Przykładem może być UBER, JedziemyRazem czy AIRBNB. Serwisy te dysponują rozwiniętą architekturą techniczną, która może stanowić podstawę do nowego zwirtualizowanego KSE. Jako przykład w prezentacji podano rozwój systemu elektroenergetycznego USA na przestrzeni ostatnich 10 lat. System ewoluował od rozliczeń na podstawie rzeczywistych odczytów 10 lat temu, przez zmienne taryfy wielostrefowe aż po liczniki inteligentne i zaawansowane systemy dystrybucyjne obecnie. Przewiduje się, że w ciągu najbliższych lat pojawią się w pierwszej kolejności sieci automatyki domowej, inteligentne urządzenia, generacja rozproszona w zbilansowanych mikrosieciach, na taryfach czasu rzeczywistego kończąc. W ramach stopniowej transformacji energetyki powinni pojawić się niezależni operatorzy pomiarowi, operatorzy spółdzielni i wirtualni operatorzy współdzielący sieć nN-SN i rozliczający się za pomocą pakietowych transakcji na rynku wschodzącym (1).

Pomimo jednoznacznych światowych trendów w zakresie transformacji energetyki, rząd uporczywie lansuje budowę elektrowni jądrowej (EJ) i zapowiada blokadę działań na rzecz rozwoju morskiej energetyki wiatrowej do czasu podjęcia ostatecznej decyzji o budowie EJ. Pomimo niesprawdzonej i nieprzetestowanej technologii HTGR jej wdrożenie zostało ujęte w Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju i jest realizowane niezależnie od programu budowy elektrowni jądrowych (dr inż. J. Chmiel, mgr inż. B. Wachowicz [Krytyczna analiza racjonalności budowy elektrowni jądrowej w Polsce](#)). Na podstawie przytoczonych w prezentacji argumentów można wnioskować, że budowa elektrowni atomowych niesie za sobą znacznie więcej zagrożeń i szkód niż ewentualnych korzyści.

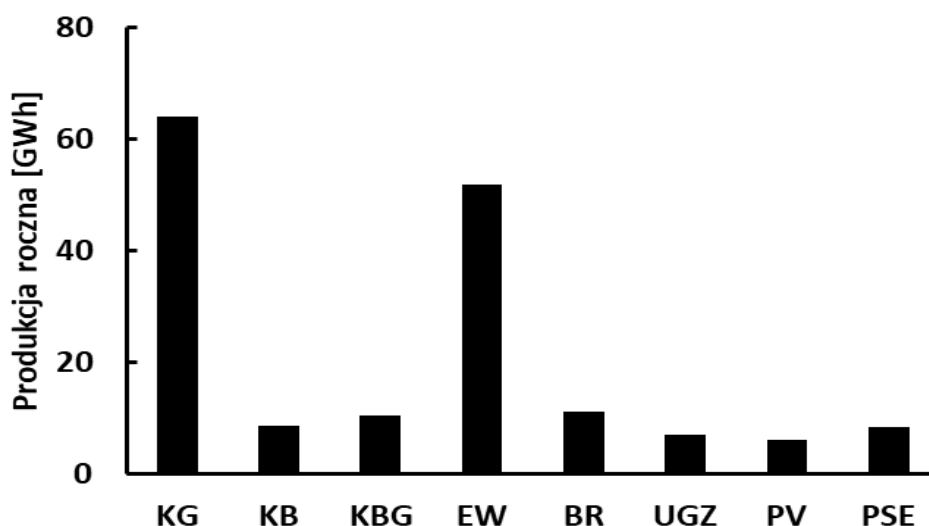
Obecna polityka klimatyczno-energetyczna Indii prowadzona przez rząd premiera Modiego kładzie szczególny nacisk na rozwój energetyki odnawialnej i prosumenckiej. W tym kontekście dr T. Müller w prezentacji [Rola prosumentów w transformacji elektroenergetyki Indii w horyzoncie 2050](#), przedstawił perspektywy rozwoju w horyzoncie 2050 systemów prosumenckich opartych o dachowe instalacje fotowoltaiczne, zasobniki energii elektrycznej i samochody elektryczne. Do połowy obecnego stulecia systemy te mogą stanowić jeden z filarów systemu elektroenergetycznego Indii, stanowiąc ucieleśnienie prosumenckich idei samowystarczalności energetycznej w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną oraz wykorzystania energii elektrycznej w celach transportowych, co pozostaje w wyraźnym kontraście ze scenariuszami dla elektroenergetyki Polski w horyzoncie 2050, nakreślonymi w dokumentach rządowych.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk**, dr **Józef Chmiel**, **Bogdan Wachowicz**, dr **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 **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 **Krzysztof Sztymelski** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w obszarze dyfuzji cenotwórstwa do inteligentnej infrastruktury, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr **Adam Piłśniak** (obszar działania: elektronika i metrologia, w tym jej praktyczne wykorzystanie w obszarze algorytmizacji inteligentnej infrastruktury, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr **Tomasz Müller** (nauki przyrodnicze i biologia, analityk SWOT w obszarze transformacji energetyki, Stowarzyszenie Klaster 3x20).

### **Omówienia wystąpień i dyskusji panelowej:**

Profesor Jan Popczyk poprosił zebranych o uczczenie pamięci minutą ciszy zmarłego w kwietniu profesora Stanisława Mierzwińskiego, który był częstym gościem naszego Konwersatorium. W krótkim wprowadzeniu profesor Popczyk zapowiedział zmianę formuły Konwersatorium polegającą na wprowadzeniu dyskusji panelowej ekspertów bezpośrednio po każdym wystąpieniu.

Dr inż. Jacek Biskupski z Krakowa w prezentacji „Możliwość doprowadzenia do stanu zeroenergetyczności istniejącego monoenergetycznego budynku na bazie prosumenckich systemów PV i pomp ciepła w warunkach polskich” stanowiącej streszczenie własnej pracy doktorskiej, podjął temat poprawy bilansu energii w jednorodzinnych budynkach mieszkalnych w Polsce. Główną tezą wystąpienia było stwierdzenie o możliwości osiągnięcia w warunkach polskich, zerowego bilansu energii w budynkach jednorodzinnych, poprzez wykorzystanie w nich odpowiednio dobranych źródeł OZE sprzężonych z siecią elektroenergetyczną stanowiącą rodzaj zasobnika energii. Dr Biskupski opracował dwa rozwiązania dla budynków już istniejących i nowobudowanych, polegające na instalacji, w pierwszym przypadku, instalacji PV stanowiącej źródło energii elektrycznej i kotła na biomasę produkowaną lokalnie (źródło ciepła) oraz, w drugim przypadku, na wykorzystaniu instalacji PV współpracującego z pompą ciepła jako jedyne źródła energii elektrycznej i ciepła (w obu przypadkach budynki wykorzystują sieć elektroenergetyczną jako zasobnik energii). Badanie rocznego bilansu



**Rys. 14. Struktura bilansu energetycznego WME Wielkopolska Południowa (SBU)<sup>11</sup>**

energetycznego budynków wyposażonych w instalację energetyczną o parametrach określonych przez dr Biskupskiego, potwierdziło możliwość uzyskania zerowego bilansu energii na granicy budynku przy uwzględnieniu strat wynikających z przechowywania energii w sieci elektroenergetycznej – straty te są wyrażone poprzez współczynnik net-meteringu. Doprowadzenie budynku do stanu zbliżonego do zero-energetyczności wymaga odpowiedniego doboru urządzeń OZE do danego budynku, poprawy szczelności budynku (dotyczy głównie wariantu z pompą ciepła), zastosowania systemu zarządzania budynkiem BMS (ang; *Building Management System*) oraz gruntowego wymiennika ciepła (dla wariantu z pompą ciepła). Istotną rolę odgrywają także środowiskowe oddziaływania przyjętych rozwiązań technicznych – w tym kontekście ujemną stroną zastosowania kotła na biomasę (paliwo stałe) jest emisja cząstek stałych do atmosfery, od wady tej wolne jest rozwiązanie z pompą ciepła wykorzystującą energię ze źródła PV.

W dyskusji panelowej wzięli udział kierownik Tomasz Słupik z Energopomiaru, dr inż. Marcin Fice, dr inż. Adam Pilśniak, dr inż. Robert Wójcicki, oraz dr inż. Krzysztof Sztymelski. Kierownik Tomasz Słupik zwrócił uwagę, że wszelkie przedsięwzięcia w sektorze energetyki – zarówno w skali gospodarstwa domowego, jak i w ramach energetyki krajowej czy globalnej – nie mogą być rozpatrywane bez uwzględnienia czynnika ekonomicznego. W tym kontekście poziom zamożności społeczeństwa w Polsce obok niedoskonałości technologii odnawialnych (np. konieczność udoskonalenia sposobów gromadzenia energii) są czynnikami ograniczającymi zmiany w energetyce, które powinny być rozłożone w czasie. W komentarzu dr Biskupski postawił tezę o potrzebie rozpatrywania przedsięwzięć w energetyce w aspekcie technicznym, ekonomicznym – tutaj kotły kondensacyjne jako źródło ciepła dla domu są jak dotąd rozwiązaniem tańszym w zakupie i w eksploatacji od pomp ciepła – oraz środowiskowym – oddziaływanie środowiskowe pompy ciepła będzie mniejsze, gdy będzie ona zasilana energią elektryczną wyprodukowaną przez instalację PV (w odróżnieniu od pompy ciepła wykorzystującej energię z sieci wyprodukowaną w blokach węglowych).

<sup>11</sup> Wyjaśnienie skrótów; KG – kogeneracja gazowa, KB – kogeneracja biomasowa, KBG – kogeneracja biogazowa, EW – elektrownia wiatrowa, BR – biogazownia rolnicza, UGZ – układ gwarantowanego zasilania, PV – elektrownia fotowoltaiczna, PSE – system elektroenergetyczny.

Dr Sztymelski zwrócił uwagę na znaczenie uwarunkowań prawnych i infrastrukturalnych w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych w energetyce; dla przykładu długość okresu rozliczeniowego w usłudze opomiarowania netto ma kapitalne znaczenie dla ekonomiki prosumenckich instalacji PV – optymalne dla gospodarstw domowych jest przyjęcie rocznego okresu rozliczeniowego, skrócenie tego okresu do dwóch czy trzech miesięcy znacząco zmniejsza opłacalność inwestycji w źródła PV. Z kolei obecność sieci gazowniczej w pobliżu domu, w istotny sposób wpływa na decyzje o wyborze źródła ciepła dla budynku jednorodzinnego – na zakup pomp ciepła częściej decydują się właściciele domów położonych z dala od sieci gazowniczej. W odpowiedzi Profesor Popczyk wskazał na fundamentalne znaczenie edukacji społeczeństwa w przebudowie energetyki – zmiany mentalności stanowią źródło zmian prawnych, które mogą być pożądane z punktu widzenia transformacji energetyki.

W dalszej części dyskusji rozpatrywano poruszony przez dr Pilśniaka problem bilansowania międzyfazowego w prosumenckich instalacjach PV. Zgodnie ze znowelizowaną ustawą o OZE z 1 lipca 2016 r., rozliczanie energii elektrycznej w gospodarstwie prosumenta wyposażonego w instalację PV dokonuje się z uwzględnieniem łącznego bilansowanie energii ze wszystkich faz – przedtem takie regulacje nie obowiązywały co ograniczało wykorzystanie wyprodukowanej energii elektrycznej na własne potrzeby. Jednak nowelizacja ustawy o OZE nie rozwiązuje całkowicie problemu bilansowania międzyfazowego, ponieważ nie dotyczy jednofazowych instalacji PV przyłączonych do trójfazowej instalacji elektrycznej.

Dr inż. Krzysztof Bodzek ponownie podjął tematykę wirtualnych minisystemów energetycznych w prezentacji „WME Wielkopolska Południowa (SBU). Wyniki Raportu BPEP (6)”. Teoretyczne opracowanie koncepcji wirtualnych minisystemów energetycznych jest szczególnie istotne dla Wielkopolski – regionu o znacznym potencjale energetyki odnawialnej (energetyka słoneczna, wiatrowa, energetyka biogazowa) posiadającego ponadto zasoby kopalnych nośników energii do wykorzystania w transformacji energetyki (gaz ziemny), zagrożonego przez rządowe plany rozwoju energetyki węglowej w oparciu o lokalne zasoby węgla brunatnego. Dr Bodzek przedstawił wstępne wyniki symulacji bilansu popytowo-podażowego dla minisystemu WME Wielkopolska Południowa (SBU) w oparciu o rzeczywiste dane na temat produkcji energii elektrycznej pozyskane od podmiotów zaangażowanych w tworzenie minisystemu obejmujących zarówno grupę samorządową CRK jak i niezależnych inwestorów NI. Ponadto minisystem obejmował także małe i średnie przedsiębiorstwa, prosumentów i gospodarstwa domowe. Wykorzystanie istniejących i projektowanych źródeł wytwórczych, a także układów awaryjnego zasilania i zasilania z sieci umożliwił dobre zbilansowanie minisystemu o zapotrzebowaniu rocznym wynoszącym 160 GWh, przy nadwyżce i deficycie w wysokości odpowiednio 5% i 6%. W dalszej części prezentacji dr Bodzek przedstawił strukturę bilansu energetycznego wraz z kosztami wytwarzania energii elektrycznej w wybranych dniach roku oraz strukturę rocznego bilansu energetycznego dla omawianego minisystemu (Rys. 14).

W otwartej dyskusji wzięli udział profesor Jan Popczyk, Tomasz Słupik, dr inż. Robert Wójcicki, dr inż. Jacek Biskupski, dr Tomasz Müller, i dr inż. Krzysztof Bodzek. Do dyskusji otwartej włączyli się także Aleksander Baranowski i prezes Piotr Budzisz. Dyskusja toczyła wokół problematyki wyboru optymalnej trajektorii przebudowy energetyki – dyskutanci zgodzili się bowiem co do tego, że energetyka wielkoskalowa WEK będzie musiała ustąpić miejsca nowej energetyce opartej o rozproszone źródła odnawialne. Z doświadczeń dr Biskupskiego wynika, że przekonanie to podzielają – i to w radykalnej formie – także

studenci. W dalszej części dyskusji rozważano gotowość energetyki prosumenckiej do zastąpienia energetyki tradycyjnej opartej o paliwa kopalne. Kierownik Słupik wyraził wątpliwości co do zdolności „nowej” energetyki do zapewnienia niezawodnego zasilania w energię elektryczną przy ograniczeniu negatywnego oddziaływania na środowisko wskazując min. na problemy eksploatacji (w okresie przejściowym) bloków węglowych przy niewielkim obciążeniu, a także pytając o funkcjonowanie systemu elektroenergetycznego opartego o źródła słoneczne i wiatrowe w bezwietrzne zimowe dni. Ponadto kierownik Słupik zapytał czy odnawialna energetyka rozproszona dysponuje obecnie gotowymi rozwiązaniami, które mogą być wdrażane w Polsce od zaraz. W odpowiedzi dr Wójcicki wskazał na znaczenie bilansujących źródeł gazowych oraz prosumenckich źródeł PV w stabilizacji systemu elektroenergetycznego w niesprzyjających warunkach atmosferycznych – te ostatnie mogłyby wydatnie zmniejszyć niedobory energii elektrycznej w sytuacjach kryzysowych jak ta z sierpnia 2015 r. Następnie prezes Budzisz podkreślił znaczenie uwarunkowań prawnych i finansowych dla rozwoju nowej energetyki, wskazując na rolę mechanizmów wsparcia dla rozwoju polskiego sektora indywidualnych instalacji PV – z zasadnością tego ostatniego przykładu polemizował dr Biskupski, który powiązał rozwój omawianego sektora z finansowaniem własnym prosumenckich instalacji PV. Na zakończenie dyskusji panelowej dr Müller zwrócił uwagę, że alternatywą dla zaprezentowanego projektu wirtualnego minisystemu energetycznego (i jemu podobnych) jest kontynuacja utrzymywania energetyki WEK, co może oznaczać rozwój nowych odkrywek węgla brunatnego – paliwa o znacznych kosztach środowiskowych wyrażających się min. wysoką emisją CO<sub>2</sub>. Ponadto dr Müller doszukał się podobieństwa między działaniem gospodarki obiegu zamkniętego, a funkcjonowaniem ekosystemów korzystających z energii ze źródeł odnawialnych (przede wszystkim ze Słońca) i krążenia materii w obiegu (prawie) zamkniętym. W podsumowaniu profesor Popczyk podkreślił możliwości redukcji krajowego zapotrzebowania na pierwotną energię chemiczną przy wykorzystaniu źródeł odnawialnych.

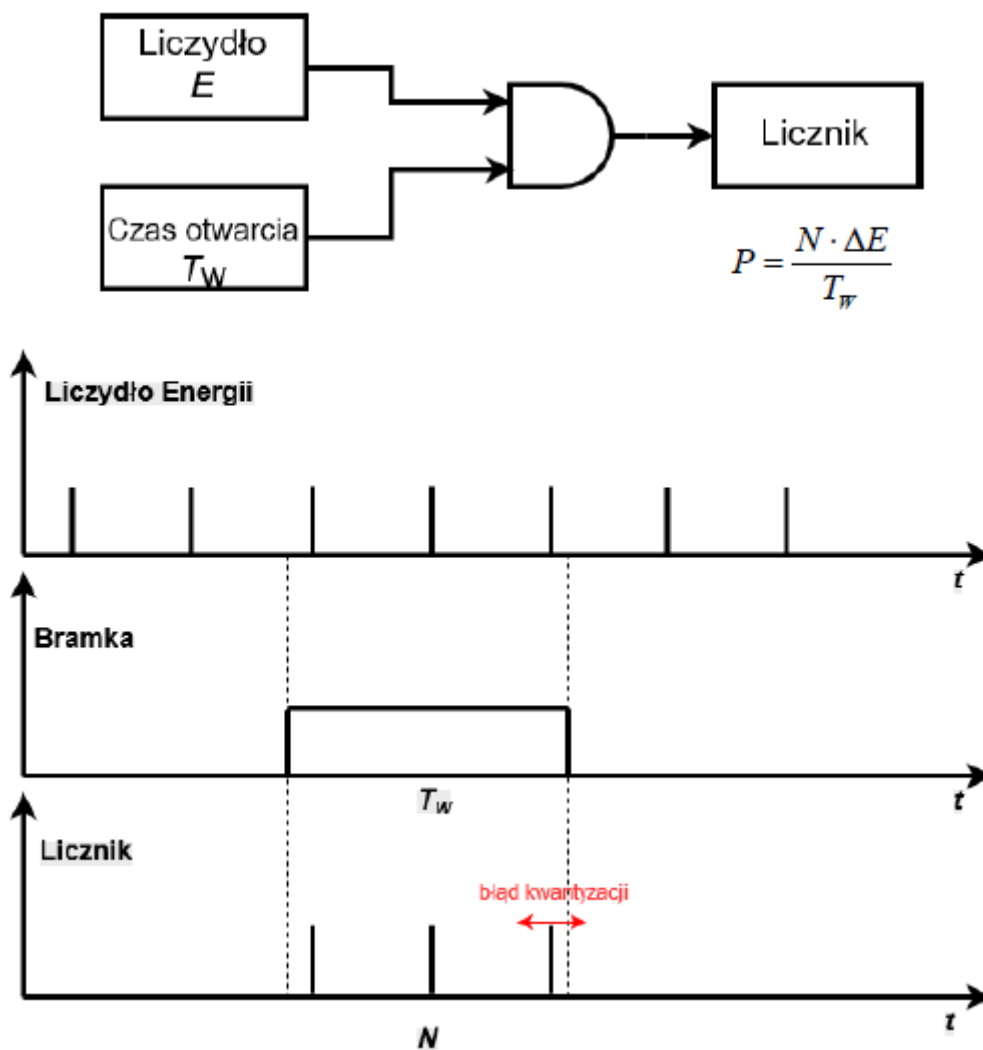
Dr inż. Robert Wójcicki omówił problematykę wykorzystania systemów informatycznych w energetyce w pierwszej części prezentacji „Systemy informatyczne dla ZKSE (zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny). Zapowiedź Raportu”. Kształtowanie się nowego rynku energii elektrycznej nie jest możliwe bez rozwoju infrastruktury umożliwiającej ciągły przepływ informacji między podmiotami w obrębie systemu elektroenergetycznego. W tym kontekście dr Wójcicki omówił wybrane wymagania techniczne a także wskazał przykładowe dylematy związane z przechowywaniem i przesyłaniem informacji. Prelegent oszacował ilość informacji w najmniejszej porcji danych pomiarowych obejmującej identyfikator licznika, czas pomiaru, moc bieżącą i energię czynną narastająco, (także po uwzględnieniu narzutów protokołów niezbędnych do przesyłu), jak również określił pojemność pamięci niezbędnej do przechowywania rocznych danych pomiarowych jednego klienta zbieranych w odstępach jednoczynowych. Pomiar i przesyłanie danych wymaga rozstrzygnięcia takich kwestii jak np. wybór mierzonych parametrów, wybór rozdzielczości pomiarów energii (1 Wh, 10 Wh, 100 Wh lub 1 kWh), i mocy (1 W, 10 W, 100 W lub 1 kW), oraz częstotliwości pomiarów, a także synchronizacja zegarów systemów nadawczego i odbiorczego. O wadze tych zagadnień może świadczyć fakt, że zastosowanie rozdzielczości pomiarów na poziomie 1Wh przy częstotliwości akwizycji danych około 1 min, prowadzi do dużej niedokładności pomiarów energii przy niewielkiej mocy odbiorników na poziomie 100 W. Pod koniec prezentacji dr Wójcicki przedstawił możliwości prezentacji danych pomiarowych dla źródeł PV dostępnych na amatorskim portalu PVmonitor.

Dr inż. Marcin Fice i dr inż. Adam Piłśniak (prelegent) przedstawili drugą część prezentacji „Systemy informatyczne dla ZKSE (zwirtualizowany krajowy system elektroenergetyczny). Zapowiedź Raportu”, w której omówili wybrane zagadnienia metrologiczne towarzyszące pomiarom energii i mocy. Pomiar dowolnej wielkości, a więc także energii lub mocy, charakteryzuje się błędem pomiaru i błędem metody (Rys. 15). W przypadku pomiaru mocy, błąd pomiaru jest następstwem niedoskonałego działania licznika energii odmierzającego określoną porcję energii zwaną kwantem, z kolei błąd metody wynika z przyjętego sposobu liczenia energii za pomocą wielkości dyskretnych czyli kwantów (błąd kwantyzacji – w jego wyniku bramka czasowa może przepuszczać różną liczbę kwantów energii, pomimo stałego przepływu energii). Sposobem na zmniejszanie błędu metody przy pomiarze mocy i energii jest dobór odpowiedniego okresu zliczania impulsów – błąd metody pomiaru energii maleje (a pomiaru mocy rośnie) wraz z wydłużaniem się tego okresu. Dla ilustracji omawianych zagadnień prelegent przedstawił wyniki pomiarów energii i mocy dla prosumenckiej instalacji fotowoltaicznej o mocy 2,5 kW<sub>p</sub>.

W otwartej dyskusji wzięli udział profesor Jan Popczyk, dr inż. Robert Wójcicki, dr inż. Jacek Biskupski, dr inż. Marcin Fice, i dr inż. Krzysztof Bodzek. Do dyskusji otwartej włączyli się także Aleksander Baranowski, prezes Piotr Budzisz a także przedstawiciele firmy „Elbik”. W toku dyskusji poruszono min. następujące kwestie;

- siłą sprawczą zmian w energetyce są technologie informatyczne o charakterze innowacji przełomowych – ich wdrażanie umożliwi nową organizację rynku energii elektrycznej – profesor Popczyk,
- w przyszłości należy się spodziewać obecności na rynku energii wielu uczestników, w tym prosumentów, którzy nie tylko będą reagować na sygnały wysyłane przez energetykę WEK, ale także sami będą tworzyć i wysyłać swoje własne sygnały wynikające z przyjętej strategii zarządzania energią w gospodarstwie domowym – dr inż. Biskupski,
- istotną kwestią pozostaje wzajemna relacja podmiotów z zakresu energetyki wielkoskalowej WEK i energetyki prosumenckiej, w nowym rynku energii elektrycznej – uczestnicy dyskusji wyrazili rozbieżne opinie na ten temat poczynając od wskazania na dominującą rolę prosumentów i niezależnych inwestorów oraz spółdzielni energetycznych w kształtującym się nowym rynku energii elektrycznej (profesor Popczyk), poprzez równoczesną aktywność na rynku podmiotów wywodzących się zarówno z energetyki WEK jak i „nowej” energetyki (dr Biskupski), a kończąc na stwierdzeniu, że droga do uzyskania przez prosumentów statusu pełnoprawnych uczestników gry rynkowej jest jeszcze daleka – przedstawiciel firmy „Elbik”),
- w przyszłości na rynku pojawią się oferty energetyki wielkoskalowej dla konsumentów (prosumentów), dostosowane do ich charakterystycznego profilu zapotrzebowania na energię – w tym kontekście dane o szczegółowym profilu zapotrzebowania konsumenta (prosumenta) będą wymagały ochrony – przedstawiciel firmy Elbik,
- wytwarzanie energii elektrycznej powinno być oddzielone od infrastruktury sieciowej o charakterze publicznym (analogia do publicznej własności sieci drogowej) – dr Wójcicki,
- w przyszłości należy oczekiwać dyfuzji cenotwórstwa do inteligentnej infrastruktury oraz dyfuzji inteligentnej infrastruktury do odbiorników energii elektrycznej – profesor Popczyk.





Rys. 15. Pomiar mocy przy wykorzystaniu liczydła energii<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Wyjaśnienie symboli; P – moc, N – liczba kwantów energii,  $\Delta E$  – ilość energii w jednym kwancie,  $T_w$  – czas zliczania kwantów energii.

## Konwersatorium 2018/czerwiec

Temat przewodni: **Prosumencki model energetyczny domu jednorodzinnego, modelowanie domu na platformie WME w kontekście trzech krytycznych pytań odnoszących się do transformacji energetyki**

Agenda 26 czerwca 2018

- **Panel dyskusyjny 1.** Paneliści: Piotr Brożyna (Prezes FV Energia), dr Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska), dr Marcin Fice (Politechnika Śląska), ...
- Pierwsze pytanie: **czy jest możliwe (w horyzoncie 2050) zastąpienie bloków węglowych źródłami rozproszonymi?**
- **Panel dyskusyjny 2.** Paneliści: Andrzej Jurkiewicz (Prezes eGmina, Infrastruktura, Energetyka), dr Krzysztof Sztymelski (Politechnika Śląska), ...
- Drugie pytanie: **na czym polega bariera monopolu sieciowego, i jak tę barierę można pokonać?**
- **Panel dyskusyjny 3.** Paneliści: Radosław Dymek (Prezes i-Energia), dr Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska)

Trzecie pytanie: **kto przeprowadzi (kto powinien przeprowadzić) transformację energetyki w Polsce?**

Miejsce: Politechnika Śląska, Wydział Elektryczny, ul. Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, sala 615.

Termin kolejnego spotkania: 25 września 2018 r.

### Komunikat do Konwersatorium z dnia 22 maja 2018 r.

Punktem wyjścia do dyskusji, która odbyła się w czasie majowego spotkania konwersatoryjnego, był konsensus uczestników (wszystkich: reprezentujących środowiska energetyki EP, NI oraz WEK; „praktyków” i pracowników naukowo-badawczych uczelni; energetyków, elektroenergetyków i informatyków) odnośnie tego, że transformacja energetyki jest nieunikniona, i że ta transformacja już się rozpoczęła. W czasie dyskusji wystąpiły jednak ostre różnice zdań odnośnie fundamentalnych pytań dotyczących transformacji, a w gruncie rzeczy odnośnie tego czym jest transformacja energetyki, jakie siły ją realizują (mają ją realizować). Istotę dyskusji odzwierciedlają trzy pytania zsyntetyzowane wokół tematyki będącej przedmiotem spotkania konwersatoryjnego (pytania, które w dużym stopniu zdominowały całą dyskusję). Są to następujące pytania:

1. Czy jest możliwe (nawet w długim horyzoncie) zastąpienie bloków węglowych źródłami rozproszonymi?
2. Na czym polega bariera monopolu sieciowego, i jak tę barierę można pokonać?
3. Kto przeprowadzi (kto powinien przeprowadzić) transformację?

W zakresie pierwszego pytania charakterystyczną tezę orzekającą o niemożliwości wyeliminowania bloków węglowych z miksu energetycznego prezentował T. Słupik, przy tym była to teza stawiana w sposób prowokacyjny (taki jej charakter podkreślał sam autor), w ujęciu „zero-jedynkowym” (czym zastąpić „już dzisiaj” wszystkie bloki węglowe, „już dzisiaj” definitywnie wyeliminowane); podkreśla się, że jest to postać tezy szeroko wykorzystywana przez środowisko energetyki WEK, pomijająca całkowicie perspektywę złożonego procesu

budowy mono rynku energii elektrycznej OZE, na który składają się procesy: pasywizacji budownictwa, elektryfikacji ciepłownictwa oraz elektryfikacji transportu (w konsekwencji pomijająca spowodowane tymi procesami transfery paliwowe: gazu ziemnego i paliw transportowych). Tej tezie J. Popczyk przeciwstawiał tezę mówiącą o możliwości sukcesywnego (według potrzeb) – aż do całkowitego zastąpienia w horyzoncie 2050 – bloków węglowych należących do energetyki WEK źródłami należącymi do energetyki EP-NI-WEK): wiatrowymi (lądowymi i, w kolejnych dekadach, morskimi), PV (dachowymi), kogeneracyjnymi biogazowymi klasy 1 MW i mikro-kogeneracyjnymi klasy 10-40 kW, a ponadto źródłami pomostowymi kogeneracyjnymi gazowymi (wykorzystującymi transfer gazu z rynku ciepła) oraz dieslowskimi (wykorzystującymi transfer paliw z rynku transportowego); przy tym podkreśla się, że integralną częścią tej tezy jest całkowicie nowa architektura rynku energii elektrycznej, z rynkiem wschodzącym (1) na infrastrukturze sieciowej nN-SN na obszarach wiejskich oraz rynkiem wschodzącym (2) w korytarzach infrastrukturalno-urbanistycznych na infrastrukturze sieciowej hybrydowej AC-DC (z przesyłowymi ciągami szkieletowymi AC 400-220kV).

W zakresie drugiego pytania charakterystyczną tezę o centralnym znaczeniu kompetencji oraz funkcji właścicielskiej w obszarze infrastruktury sieciowej w modelu klastrowym transformacji energetyki (zgodnym z ustawą OZE) prezentował P. Budzisz; podkreśla się, że jest to teza szeroko wykorzystywana przez środowisko operatorów OSD. Teza ta w szczególności koncentruje się na tradycyjnych kompetencjach operatorskich, na tradycyjnej zasadzie TPA, i na tradycyjnej metodzie tworzenia tariff. Takie podejście w gruncie rzeczy oznacza przeniesienie na grunt klastrów energii tradycyjnego modelu rynku energii elektrycznej (bez jego istotnych zmian merytorycznych), i zapewnienie korzyści ekonomicznych uczestnikom klastrów w trybie decyzji politycznych (systemów wsparcia, dotacji, selektywnych gwarancji). Tej tezie J. Popczyk przeciwstawiał tezę mówiącą o potrzebie tworzenia platform prawno-regulacyjnych w pełni konkurencyjnego rynku energii elektrycznej, ograniczającego rolę państwa do stosowania zasady subsydiarności, eliminującego socjalizację tariff oraz wielkie transfery sektorowe realizowane przez państwo. Na konkurencyjnym wschodzącym rynku energii elektrycznej (1) operatorzy sieciowi przedstawiają dwa rodzaje ofert opłaty systemowo-sieciowej na osłonach kontrolnych: jedną charakterystyczną dla węzłów z nadwyżką zdolności przyłączeniowych oraz drugą, charakterystyczną dla węzłów z deficytem zdolności przyłączeniowych. Dostęp do sieci jest realizowany zgodnie z zasadą TPA+ (poprzez inteligentne sieciowe terminale dostępne będące własnością podmiotów korzystających z sieci). W wypadku takich platform prawno-regulacyjnych funkcje właścicielskie odnoszące się do sieci tracą znaczenie krytyczne.

W zakresie trzeciego pytania charakterystyczną tezę o dokonującej się już (będącej w toku) transformacji energetyki WEK prezentował A. Baranowski. Podkreśla się znowu, że jest to postać tezy szeroko wykorzystywana przez całe środowisko energetyki WEK. Ta postać utożsamia transformację energetyki „w ogóle” z transformacją energetyki WEK (sprowadza transformację energetyki „w ogóle” do transformacji „wsobnej” energetyki WEK), a zarazem przyznaje energetyce WEK prawo do decydowania o kierunkach transformacji. Tej tezie J. Biskupski przeciwstawiał ostro tezę (odwołując się do własnych doświadczeń dydaktycznych) mówiącą o całkowicie odmiennym postrzeganiu transformacji przez młode pokolenie, w szczególności przez studentów kształcących się w obszarze energetyki. Pokolenie to sobie przyznaje prawo do decydowania o kierunkach transformacji energetyki (nie godzi się na zawłaszczanie tego prawa ani przez energetykę WEK, ani przez państwo). W rzeczywistości

pokolenie to chce w gruncie rzeczy budować nową energetykę (nie chce zajmować się kryzysem w starej energetyce). Nową energetykę chce budować zgodnie ze swoimi preferencjami (szczególnie środowiskowymi, ale także dotyczącymi ogólnego otwarcia na świat) i zgodnie z charakterystycznymi dla siebie kompetencjami (cyfrowymi). W nowej energetyce dostrzega zresztą szansę na swój start zawodowy (życiowy), jeśli nie w kraju to na świecie.

Wymienione trzy pytania i przebieg dyskusji konwersatoryjnej są z całą pewnością reprezentatywne ogólnie: dla polskiej elektroenergetyki (energetyki), dla szybko rozrastających się środowisk związanych z polityką klimatyczno-energetyczną, dla sektora MISP poszukującego nowych rynków aktywności (w szczególności trampoliny do transformacji swoich modeli biznesowych „pierwszej generacji” w modele „drugiej generacji”), dla wszystkich prosumentów (od „Kowalskiego” po KGHM), i dla młodego pokolenia szukającego swojej szansy życiowej. Wymienione trzy pytania „ciążą” nad całą dyskusją dotyczącą transformacji energetyki, i długo jeszcze będą ciążyły. Dyskusja wokół tych pytań powinna być, zgodnie z misją Konwersatorium Inteligentna Energetyka, ważnym przyczynkiem do racjonalizowania zrozumienia transformacji energetyki.

Podpisali: profesor **Jan Popczyk**, **Tomasz Słupik** (Kierownika Działu Turbinowego, Energopomiar Sp. z o.o.), dr **Jacek Biskupski** (obszar działania: domy zeroenergetyczne, twórca domu zero-energetycznego Galia, praktyczne łączenie ekonomiki i techniki w energetyce OZE), dr **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 **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 **Krzysztof Sztymelski** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w obszarze dyfuzji cenotwórstwa do inteligentnej infrastruktury, Politechnika Śląska –Wydział Elektryczny), dr **Adam Piłśniak** (obszar działania: elektronika i metrologia, w tym jej praktyczne wykorzystanie w obszarze algorytmizacji inteligentnej infrastruktury, Politechnika Śląska – Wydział Elektryczny), dr **Tomasz Müller** (nauki przyrodnicze i biologia, analizy SWOT w obszarze transformacji energetyki, Stowarzyszenie Klaster 3x20), dr **Marcin Fice** (obszar działania: elektrotechnika, w tym jej praktyczne wykorzystanie w badaniach symulacyjnych przebudowy zasobów regulacyjno-bilansujących na nowym rynku energii elektrycznej).

### **Omówienie wystąpień;**

Profesor Jan Popczyk otworzył szóste tegoroczne spotkanie w ramach Konwersatorium ze względu na niedyspozycję obecnego na sali kolegi Matulki z SEP u. We wprowadzeniu profesor Popczyk powitał gościa w osobie profesora Leszka Czarneckiego z Uniwersytetu Stanowego w Luizjanie, dokonał wprowadzenia do tematyki zaplanowanych dyskusji panelowych, oraz zwrócił uwagę na zmiany zachodzące w formule spotkań konwersatoryjnych. Program obecnego spotkania przewidujący przeprowadzenie trzech dyskusji panelowych o tematyce odnoszącej się do zagadnień poruszonych podczas spotkania majowego, wskazuje na zwiększenie znaczenia przykładanego w formule Konwersatorium do bezpośredniej wymiany poglądów. Odnosząc się do decyzji rządu Niemiec o redukcji zapotrzebowania na paliwa kopalne o 85% do 2050 roku, decyzji rządu stanowego Luizjany o instalowaniu od 2020

roku źródeł energii odnawialnej w każdym nowobudowanym domu, a także danych z raportu Mac Kinleya o wzroście sprzedaży nowych samochodów elektrycznych o 60% w 2017 r. (w stosunku do roku poprzedniego) prelegent wskazał na żywiłowo zachodzącą transformację energetyki w skali globalnej. W procesach tych coraz większą rolę odgrywają zjawiska mikroekonomiczne, na które składają się indywidualne decyzje prosumentów, samorządów i przedsiębiorców z sektora MISP, wpływające na makroekonomiczne wskaźniki rozwoju państwa takie jak PKB. W tym kontekście decyzje inwestycyjne dotyczące budowy domów zero-energetycznych lub modernizacji istniejących domów do tego standardu, będą miały istotne znaczenie dla perspektyw zastąpienia w Polsce bloków węglowych, źródłami odnawialnymi (panel pierwszy). Osiągnięcie tego celu nie będzie jednak możliwe bez pokonania bariery monopolu sieciowego (panel drugi) i określania harmonogramu odchodzenia od energetyki węglowej na rzecz energetyki odnawialnej (panel trzeci).

### **Panel dyskusyjny I; Czy jest możliwe (w horyzoncie 2050) zastąpienie bloków węglowych źródłami rozproszonymi?**

Paneliści: Piotr Brożyna (Prezes FV Energia), dr Krzysztof Bodzek (Politechnika Śląska), dr Marcin Fice (Politechnika Śląska), ...

Paneliści i inni uczestnicy dyskusji przedstawili szereg uwarunkowań procesu rezygnacji z energetyki węglowej;

- czynniki finansowe – prognozy wzrostu cen uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, wzrostu cen węgla i spadku cen paneli fotowoltaicznych uprawdopodobniają scenariusze zastępowania energetyki węglowej przez energetykę słoneczną. Wyrazem wzrostu kosztów pracy energetyki węglowej jest wzrost cen hurtowych energii elektrycznej i wzrost średnich cen dziennych energii elektrycznej w kontraktach dziennych – dr. Bodzek, dr Fice,
- czynniki techniczne – pojawienie się możliwości wzrostu proporcji energii pochodzącej ze źródeł PV wykorzystywanej bezpośrednio na poziomie prosumentów, osiedli, spółdzielni czy lokalnych systemów energetycznych (wzrost autonomizacji). Symulacje komputerowe wskazują na możliwość rocznego bilansowania produkcji i zapotrzebowania na energię elektryczną w systemach lokalnych (osiedle, miasto, gmina) przy wykorzystaniu źródeł odnawialnych o produkcji nieciągłej i ciągłej a także źródeł wykorzystujących paliwa z rynku transportowego i rynku ciepła. Po 2050 r. możliwe będzie wytwarzanie energii elektrycznej bez użycia paliw kopalnych. Z kolei już w najbliższym czasie można spodziewać się wykorzystania technologii Blockchain do zawierania umów między wytwórcami i odbiorcami energii elektrycznej – dr. Bodzek, dr Fice, dr Kiluk,
- czynniki organizacyjne (rynkowe) – należy oczekiwać zwiększenia aktywnej roli konsumentów (prosumentów), którzy dysponując możliwością produkcji i magazynowania energii elektrycznej, oraz deklarując elastyczność w sposobie jej zużywania, będą mogli negocjować warunki kontraktów z wytwórcami (zastąpienie układu klienckiego układem partnerskim). Technologia Blockchain znajdzie zastosowanie w ramach istniejącego systemu, na którym będzie działać istniejące podmioty takie jak operator pomiarowy i podmiot rozliczający – dr Kiluk,
- czynniki psychologiczne – wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych, takich jak chociażby instalacje PV, w sposób naturalny prowadzi do zmiany sposobu myślenia o gospodarowaniu energią w obrębie gospodarstwa domowego czy przedsiębiorstwa.

Rozpowszechnienie lokalnych źródeł wytwórczych OZE nie nastąpi bez zmiany mentalności obecnych odbiorców energii elektrycznej – Piotr Brożyna.

## Panel dyskusyjny II; **na czym polega bariera monopolu sieciowego, i jak tę barierę można pokonać?**

Paneliści: Andrzej Jurkiewicz (Prezes eGmina, Infrastruktura, Energetyka), dr Krzysztof Sztymelski (Politechnika Śląska), ...

Paneliści i inni dyskutanci wskazali na szereg aspektów omawianego problemu;

- transformacja energetyki pociąga z sobą zmianę układu sił na rynku energii – pozycja konsumentów, odgrywających dotąd bierną rolę, ulega wzmocnieniu, natomiast położenie podmiotów energetyki zawodowej (WEK) staje się coraz trudniejsze. Współczesny konsument zyskuje coraz większą swobodę w wyborze dostawcy energii (dotyczy energii elektrycznej i ciepła), a ponadto może samodzielnie produkować i gromadzić energię (szczególnie elektryczną). Co więcej rozpowszechnienie innowacyjnych technologii prowadzi do znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na energię, co łatwo wykazać na przykładzie krajowego rynku ciepła o rocznym zapotrzebowaniu na energię pierwotną wynoszącą około 200 TWh, który, po wprowadzeniu pasywizacji budynków (5 krotne zmniejszenie zapotrzebowania) i elektryfikacji ciepłownictwa (3 krotne zmniejszenie zapotrzebowania) osiągnie wielkość około 15 TWh rocznie – dr Sztymelski, Andrzej Jurkiewicz, prof. Popczyk,
- wzmocnienie pozycji konsumentów (prosumentów) wymaga wprowadzenia odpowiednich regulacji prawnych, których uchwalenie będzie sprzeczne z interesem energetyki zawodowej. Istotny jest aktywny udział konsumentów (prosumentów) w rekomendowaniu odpowiednich rozwiązań, z kolei rola środowiska naukowego powinna w tym zakresie polegać na zapewnieniu merytorycznego wsparcia (opartego na wiedzy) dla propozycji zmian legislacyjnych – prof. Popczyk,
- nowopowstający rynek energii powinien być oparty o mechanizmy konkurencji przy dążeniu do eliminacji systemów wsparcia – prof. Popczyk,
- szczegółowy charakter rozwiązań legislacyjnych nowego rynku energii powinien stać się przedmiotem debaty uwzględniającej wyniki prac badawczych wykorzystujących metodę modelowania. Dla przykładu wartość współczynnika net-meteringu trzeba dobrać w ten sposób by zachęcała prosumentów do inwestycji w źródła PV przybliżających Polskę do osiągnięcia przyjętych celów polityki klimatyczno-energetycznej UE, z drugiej strony zbyt wysoka wartość tych współczynników zniechęca prosumentów do inwestycji w zasobniki energii i utrudnia zwiększenie proporcji wyprodukowanej energii wykorzystywanej bezpośrednio na własne potrzeby – dr Sztymelski, prof. Popczyk,
- prosumenci są zainteresowani uchwaleniem przejrzystych i stabilnych regulacji określających zasady funkcjonowania na rynku domowych instalacji PV. Obecność takich regulacji ułatwia podjęcie decyzji o inwestycji w przydomowe instalacje wytwórcze wymagające znacznego (z perspektywy potencjalnych prosumentów) kapitału – dr Mendel.

### Panel dyskusyjny III. **kto przeprowadzi (kto powinien przeprowadzić) transformację energetyki w Polsce?**

Paneliści: Radosław Dymek (Prezes i-Energia), dr Krzysztof Dębowski (Politechnika Śląska)

Podczas dyskusji poruszono następujące zagadnienia;

- podmiotem, który przeprowadzi transformację sektora energetyki w Polsce na pewno nie będzie państwo, które jest zainteresowane uzyskaniem i utrzymaniem monopolu w każdej dziedzinie, a więc także w sferze produkcji, dystrybucji i obrotu energią. Umacnianie się monopolu państwa ogranicza możliwości przeprowadzenia istotnych zmian w energetyce polskiej w najbliższej przyszłości. W tej sytuacji jedynym czynnikiem zdolnym pobudzić przeobrażenia w sektorze energii może być oddolny ruch obywatelski wykorzystujący poprzez wzrost kompetencji społeczeństwa w zakresie możliwości realizacji usług energetycznych – ruch ten może wyrażać się poprzez budowę domów wyposażonych w instalacje wytwórcze (w tendencji samowystarczalnych energetycznie). Zdaniem uczestników panelu nie da się obecnie zaobserwować w społeczeństwie takiego wzrostu wiedzy i kompetencji, zaspokajanie potrzeb energetycznych jest postrzegane przez przedsiębiorstwa przede wszystkim w aspekcie finansowym z pominięciem czynników środowiskowych i wizerunkowych. Dalsze obniżenie się cen technologii wytwórczych może pobudzić budownictwo domów zdolnych do produkcji energii elektrycznej i ciepła (w tendencji domów samowystarczalnych energetycznie), co nastąpi gdy takie rozwiązania staną się bardziej opłacalne – Radosław Dymek, dr Dębowski, prof. Czarnecki, prof. Popczyk,
- brak regulacji prawnych otwierających możliwości wdrażania innowacyjnych technologii energetycznych stanowi skuteczną barierę dla transformacji energetyki, przedsiębiorcy nie będą bowiem inwestować w produkty i usługi, na które nie znajdą zapotrzebowania na rynku krajowym, pozostaje oczywiście jeszcze możliwość produkcji na rynki zewnętrzne. Prognozowany wzrost cen energii będzie sprzyjał rozwojowi kogeneracji w przemyśle, co w dalszej perspektywie czasowej może przyczynić się do kolejnego wzrostu cen energii poprzez zmniejszenie popytu na energię z sieci – dr Dębowski.