

Prof. dr hab. inż. Wojciech Nowak, Dyrektor Centrum Energetyki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

# Energetyka przyszłości

## Centrum Energetyki AGH

Czytając różne opracowania można zauważyć, że ewidentnie maleje rola węgla we współczesnej energetyce, w której trwa obecnie rewolucja. Rewolucja ta dotyczy przede wszystkim obniżania kosztów wytwarzania energii z OZE, ograniczenia oddziaływania energetyki na zdrowie, innej roli węgla oraz nowych modeli biznesowych. Możemy dzisiaj dyskutować co zastąpi źródła węglowe, może będzie to energetyka rozproszona i prosumencka, wysokosprawna kogeneracja, albo energetyka jądrowa?



Energetyka współcześnie zmierza do bycia smart - inteligentne liczniki, systemy zdalnego odczytu danych, zarządzanie i monitorowanie energią, smart city, smart Home. Dąży do wielu nowoczesnych rozwiązań tj. inteligentne oświetlenie z wykorzystaniem LED, rozwiązania mobilne, Meter data management (MDM) w obszarze sprzedaży, Demand response - reagowanie na zmiany zapotrzebowania na energię oraz konieczności rozwijania projektów innowacyjnych i elastycznego testowania nowych rozwiązań z zachowaniem rozsądnych wydatków.

Mix energetyczny, magazyny energii oraz Demand response, to te elementy które będą kształtowały energetykę przyszłości. Rozwój technologii i O&M koncepcje muszą dostosować się do zmieniających się wymagań rynku, z czego wynika potrzeba zmiany myślenia w kierunku mniejszych, elastycznych i tanich bloków. Oczywiście systemy te również się zmieniają: system energetyczny z centralizowanego opartego o węgiel na zdecentralizowany i OZE, odbiorcy przemysłowi

inwestują w budowę własnych mocy wytwórczych. Największym wyzwaniem będzie elastyczność eksploatacyjna przy wysokich sprawnościach czyli ekonomia skali zastąpiona przez tanię i pewne rozwiązania energetyczne. W Centrum Energetyki AGH narodził się program 200+, czyli rewitalizacja i odbudowa mocy na bazie bloków 200 MW. Program prawdopodobnie zostanie uruchomiony jeszcze w tym roku. Istotnym elementem tej modernizacji będzie elastyczność eksploatacyjna bloków z zachowaniem wszystkich wymagań ochrony środowiska.

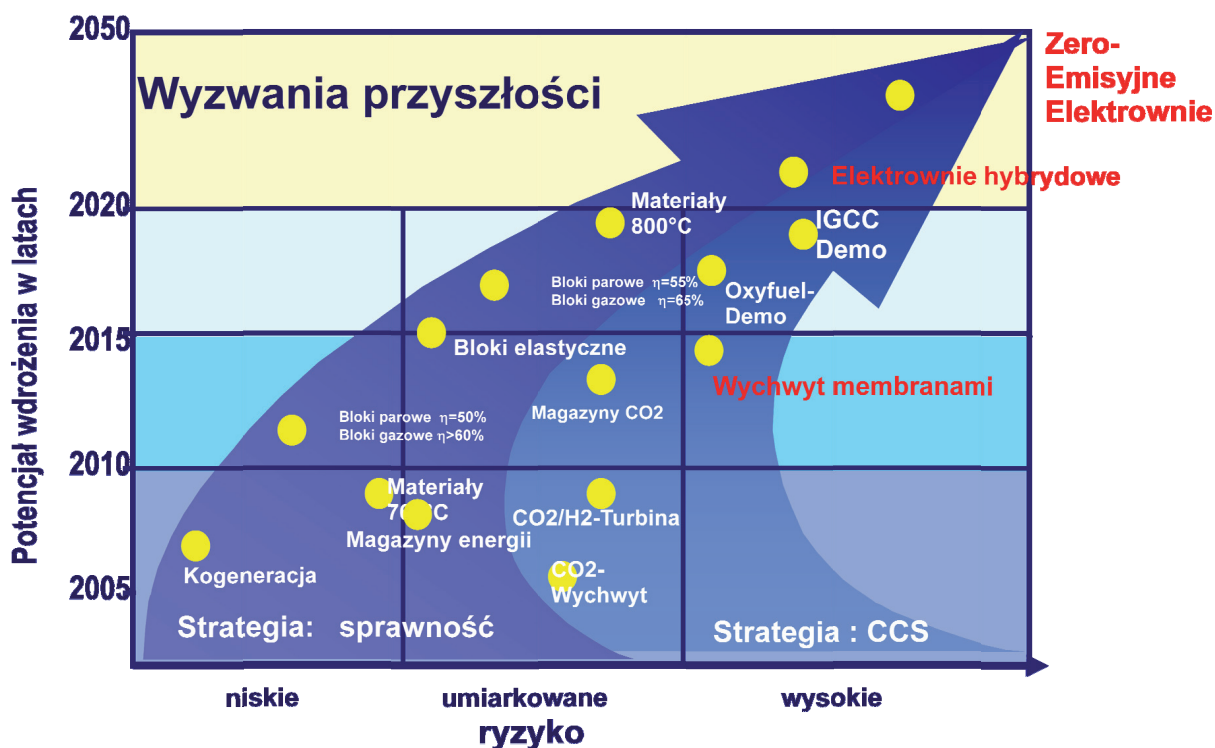
Postęp technologiczny stanowi obecnie problem z CO<sub>2</sub>, który kreuje nowe pomysły nie tylko w energetyce. Energetyka przyszłości to nowe nośniki energii, które w wyniku bezpośredniej konwersji pozwolą wytworzyć pracę użyteczną. Priorytet znajdzie się w technologiach nowych materiałów, procesów chemicznych, fotowoltaiki, superkondensatorów czy katalizatorów. Pojawi się potrzeba kontroli kompleksowych, funkcjonalnych, high tech. materiałów i procesów chemicznych.

## ■ Obszary rozwoju energetyki przyszłości na AGH

W Centrum Energetyki na AHG rozwijanych jest wiele obszarów m.in.:

- Inteligentna sieć energetyczna - inteligentne odbiorniki, magazynowanie, procesory, małe generatory.
- Elastyczność eksploatacyjna - zintegrowana dynamiczna optymalizacja bloków, dopasowanie podaży do popytu, układy rozproszone.
- Generacja energii - nowe koncepcje wysokosprawnych bloków, zgazowanie, Oxy-spalanie, poprawa sprawności, biomasa i RDF.
- Turbiny - szybkie zmiany obciążenia, nowe materiały, ceramika, turbiny CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>
- Paliwa, optymalizacja w zależności od obciążenia i emisji - biopaliwa II generacji, gaz łupkowy, paliwa alternatywne.
- Bloki hybrydowe, zero emisyjne - CCS, CCSU, RES + węgiel, PV, ogniwa paliwowe.

Celem rozwoju wyżej wymienionych



Rys. 1. Potencjał wdrożenia energetyki zeroemisyjnej (źródło: John Topper. IEA Clean Coal Centre)

obszarów będzie dążenie do energetyki zeroemisyjnej. Na rys. 1. zaprezentowano potencjał wdrożenia energetyki zeroemisyjnej.

Oczywiście ryzyko jest różne, a potencjał wdrożenia w latach dosyć długi. Niemniej jednak niektóre technologie są już bardzo dobrze rozwinięte.

### ■ Energetyka oparta na węglu co dalej?

Najlepsze rozwiązanie stanowi poprawa efektywności energetycznej procesów pozyskania, przetwarzania, transportu i użytkowania nośników energii. Poprawa efektywności energetycznej zaś, to przede wszystkim zmniejszenie niedoskonałości termodynamicznej procesów energetycznych, tzn. m.in.:

podwyższenie sprawności termicznej obiegów cieplnych, skojarzone wytwarzanie ciepła i elektryczności, wykorzystanie energii odpadowej.

W wyniku zmian technologicznych obecnie szeroko dyskutowany w energetyce jest wskaźnik redukcji emisji CO<sub>2</sub> - 550 g CO<sub>2</sub>/kWh. Wskaźnik zwiastuje koniec energetyki węglowej, ponieważ żaden najnowocześniejszy blok nie ma parametrów, które mogłyby go spełnić. Wskaźnik ten będzie miał bardzo duży wpływ na zmiany w energetyce. Znaczna redukcja możliwa jest tylko jeżeli wprowadzi się CCS. Wzrost sprawności daje znaczne efekty, ale dopiero CCS prowadzi do zdecydowanej redukcji CO<sub>2</sub>. AGH koordynowało kilka programów w zakresie modernizacji energetyki węglowej - system usuwania, transportu i składowania dwutlenku węgla (CCS). Powstały trzy opcje technologiczne takie jak: układ zgazowania węgla, obszar wysokosprawnych bloków z wychwytem CO<sub>2</sub> oraz obszar spalania tlenowego. Demonstracyjne instalacje w energetyce już się pojawiły. Powstają również kolejne programy gdzie i jak zagospodarować wychwycone CO<sub>2</sub>.

Co do przyszłości zgazowania, mamy obecnie różne zdania na ten temat. Przyszłość zgazowania widzimy tylko do produkcji energii elektrycznej, natomiast

występuje również obszar włączenia tego układu w chemię i produkcję paliw czy np. metanolu.

### ■ Nowa generacja energii z OZE

Energetyka z OZE ma w pełni zrównoważony łańcuch energetyczny, wystarczy na wiele lat, nie zanieczyszcza środowiska oraz nie pozostawia żadnych zmian. Stawia jednak przed branżą wiele wyzwań tj.: mniejsze koszty, wyższa sprawność PV, materiały 3 generacji, nanomateriały, magazyny energii elektrycznej/ciepła/chłodu. Elementami energetyki przyszłości są również nowe technologie zarówno z OZE, jak również w zakresie rozwoju e-mobility oraz efektywności energetycznej. Oczywiście mamy już wiele wyzwań i rozwiązań również dla powyższej energetyki. Inteligentna sieć przyszłości musi być oparta o efektywność energetyczną i redukcję CO<sub>2</sub> dzięki OZE i CHP, stabilizacji sieci energetycznej i bezpieczeństwu dostaw energii. Pracujemy nad wizją gminy samowystarczalnej energetycznie. Obecnie dla 17 gmin w Polsce przeprowadziliśmy pełną wizję i strategię czyli przeskok do nowego, zdecentralizowanego, zdekarbonizowanego świata energii. Być może doprowadzi to również to do wzrostu mikrokogeneracji domowej.

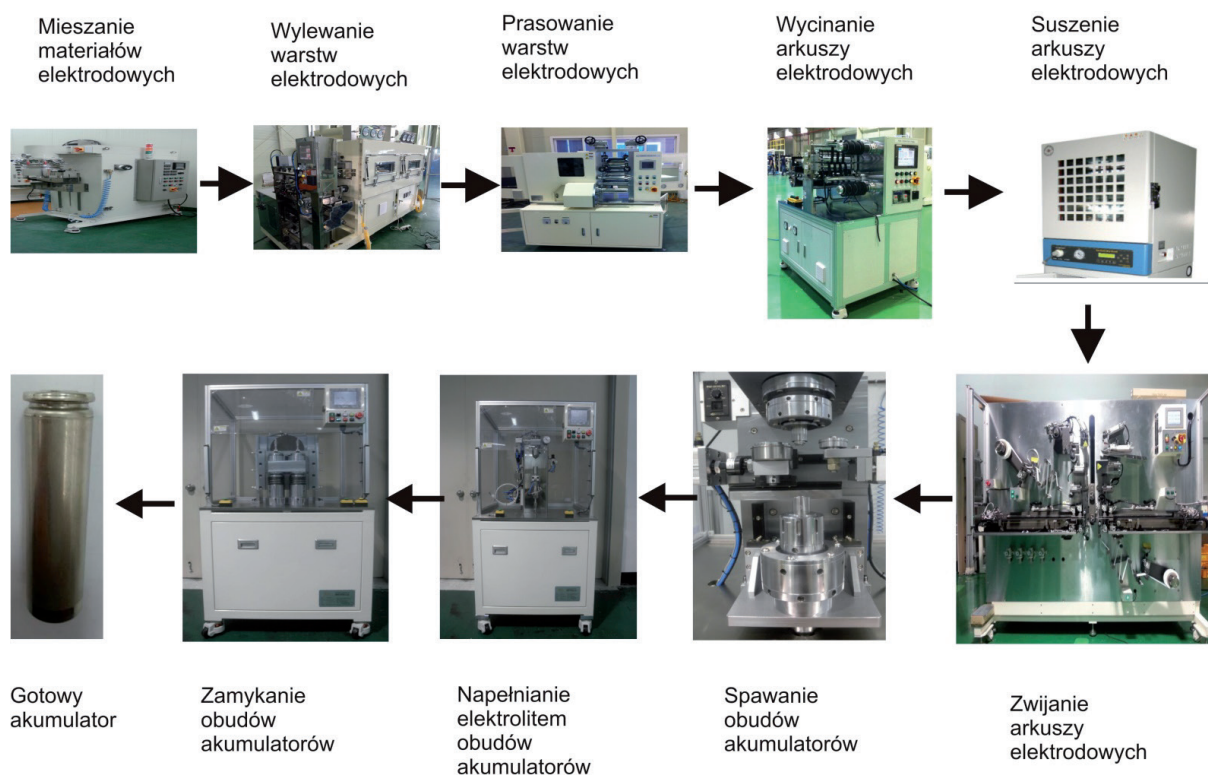
Planowanie przyszłości energetyki musi uwzględniać wiele opcji dotychczas niebranych pod uwagę!

Obszary badań AGH w tym zakresie są bardzo różne. Za przykład można podać badania generatorów do odzysku ciepła ze spalin małych kotłowni czy badania odzysku ciepła z produkcji energii elektrycznej w termogeneratorach.

### ■ Program selektywnej elektryfikacji ciepłownictwa

AGH wprowadziło program selektywnej elektryfikacji ciepłownictwa. Pierwszeństwo wytwarzania ciepła należy do ciepła sieciowego i gazu, są jednak gminy w Polsce, które nie mają żadne-

go z tych rozwiązań. W tym przypadku proponujemy, aby po specjalnej taryfie którą nazywamy G12 antysmogową (wynosząca ok. 0,24 PLN za 1 kWh brutto), wprowadzić technologię pieców akumulacyjnych. Piece te są na rynku i można je zainstalować również w obiektach istniejących. Być może taryfę uda się wprowadzić do końca tego roku. Porównując cenę ciepła sieciowego, na wysokim parametrze, przed domowym wymiennikiem, na poziomie 60 do 70 PLN za 1 GJ brutto, do ceny 1 GJ ciepła pochodzącego z wykorzystania energii elektrycznej, która wynosi w taryfie G12 (dla przykładowego odbiorcy w tej taryfie w 2016 r.: koszt zakupu energii elektrycznej: 0,217 PLN, usługa dystrybucyjna: 0,130 PLN, VAT: 0,079 PLN, łącznie: 0,426 PLN/kWh) ok. 118 PLN za 1 GJ, koszt tego drugiego medium jest prawie dwukrotnie wyższy. Zważywszy, że cena zakupu 1 kWh energii elektrycznej to ok. 0,55 PLN/1 kWh w taryfie G11, natomiast 0,43 PLN w taryfie G12. Taryfa antysmogowa dla celów grzewczych musiałaby wynosić jak podano wyżej. ok. 0,24 PLN za 1 kWh brutto. Gospodarstwo domowe w domu jednorodzinny, które zużywa ok. 50 GJ ciepła rocznie uzyskałoby pokrycie różnicy między kosztem ogrzewania energią elektryczną, a kosztem ciepła sieciowego w specjalnej taryfie za energię elektryczną w wysokości ok. 2650 zł na rok, taryfa antysmogowa finansowana jest w postaci opłaty w taryfie operatora systemu przesyłowego, a rozliczana poprzez operatorów systemów dystrybucyjnych, objęcie selektywnym programem elektryfikacji ciepłownictwa 100 tys. odbiorców, o profilu ogrzewania opisanym wyżej wymagałoby zaangażowania środków w wysokości 265 mln zł rocznie, w rozwiązaniu docelowym urządzenia grzewcze/punkty poboru wyposażone są w systemy umożliwiające zarządzanie popytem (DSM), to jest możliwość umownego, zdalnego sterowania odbiornikiem przez lokalnego Operatora Systemu Dystrybucyjnego OSD. Usługę agregacji redukcji popytu mogą zapewnić powołane w tym celu podmioty.



Rys. 2. Laboratorium magazynowania energii w ogniwach litowych znajdujące się na AGH

## ■ Mikrogeneratory, układy wielopaliwowe - OZE

### □ Magazyny energii

AGH pracuje obecnie nad produkcją baterii litowo-jonowych i sodowych. Baterie sodowe traktowane są jako przyszłość. Oczywiście potrzeba tutaj przełomowych technologii, szczególnie w zakresie wzrostu gęstości magazynowania w bateriach oraz wzrostu w chemicznych + ogniach paliwowych. Na rys. 2. – Laboratorium magazynowania energii w ogniach litowych znajdujące się na AGH.

Rodzi się pytanie czy będzie nas stać na akumulatory Li-ion, ponieważ ulokowanie litu na terenach niestabilnych politycznie, ciągły wzrost zapotrzebowania na ten pierwiastek oraz jego ubogie źródła powodują gwałtowny wzrost ceny litu w przeciągu ostatnich lat. Poszukujemy alternatywnych ogni Li-ion: ogniwa K-ion, ogniwa Na-ion, ogniwa Al-ion.

### □ Emobility

AGH pracuje nad magazynowaniem energii w samochodach nowej generacji. E-samochód pod względem zużycia energii można traktować jak duże gospodarstwo domowe. Na razie w Polsce jest kilkaset e-samochodów. Kiedy technologia stanie się tańsza zwiększy się potencjał rynku dzięki niższym kosztom na 100 km w porównaniu do samochodów z silnikiem spalinowym: ok. 10 zł vs. 32 zł. Rozwój rynku będzie także zależał od poziomu opodatkowania energii elektrycznej. Obecnie opodatkowanie benzyny i oleju napędowego to ok. 60% ceny detalicznej.

### □ Panele PV

Rynek oraz sprawność paneli fotowoltaicznych gwałtownie rośnie. Aktualne trendy to przede wszystkim poprawa sprawności ogni, moduły dwustronne i optymalizacja produkcji ogni. AGH uczestniczy w modyfikacji architektury panelu fotowoltaicznego poprzez: zastosowanie warstw antyrefleksyjnych

zwiększających transmisję tafli szklanej do 97-98%, zastosowanie folii laminacyjnej nowej generacji, zastosowanie warstwy grzewczej zapewniającej usuwania śniegu i lodu.

### □ Ogniwa paliwowe

Na AGH znajduje się mocne laboratorium zajmujące się ogniwami paliwowymi przede wszystkim dla szybowców i samolotów. W ostatnim czasie udało się również uzyskać grant na chemiczne źródła wodoru do zasilania ogni paliwowych dedykowanych dla bezzałogowych aparatów latających - dronów.

### □ Biopaliwa trzeciej generacji

□ *Materiał powstał na podstawie przedstawionej prezentacji podczas X Konferencji Problemowej ENERGETYKON 2017- Energia-Klimat-Gospodarka-Społeczeństwo, która odbywała się 16 listopada 2017 r. w Centrum Energetyki AGH w Krakowie*