

Dariusz Dzirba

*Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A., Warszawa*

## Gazowe sieci inteligentne – opcja dla energetyki?

### Wprowadzenie

Gazownictwo będzie niewątpliwie odgrywało rosnącą rolę w szeroko pojętej energetyce. Czynniki ekologiczne i unijna polityka  $3 \times 20\%$  będzie zdecydowanie sprzyjać rozwojowi tego sektora. Tendencja ta może być szczególnie zauważalna w Polsce, gdzie udział gazu ziemnego w strukturze nośników energii (ok. 13%) jest dwukrotnie niższy niż średnia europejska, a wiele z naszych elektrowni systemowych wymaga modernizacji lub wręcz likwidacji.

Dla przeciętnego odbiorcy najbardziej istotne jest, aby dostawa energii była niezawodna i w możliwie niskiej cenie, pozwalając na zaspokojenie zasadniczych potrzeb, takich jak ogrzewanie i oświetlenie mieszkania czy zasilanie urządzeń domowych w energię elektryczną. Zapewne coraz większego znaczenia nabierze rosnąca świadomość ekologiczna, a więc zyskają na znaczeniu energie odnawialne. Natomiast cała „kuchnia” związana z produkcją energii ma dla większości odbiorców znaczenie drugorzędne. Niniejszy artykuł nie zajmuje się problematyką tzw. dużej czy klasycznej energetyki gazowej (elektrownie gazowe). To oczywiście istotny element zwiększenia zużycia

gazu, zmiany/ewolucji polskiego systemu energetycznego, a w konsekwencji modyfikacji *energy mix*. Celem niniejszego artykułu jest jednak zupełnie nowy obszar zainteresowania: próba innego spojrzenia na współdziałanie systemów elektroenergetycznego i gazowego z wykorzystaniem nowych możliwości współdziałania, jakie stwarza nowoczesny system gazowniczy.

Wydaje się, że w przyszłości będzie zachodzić coraz większa konwergencja systemów energetycznych, tj. energii elektrycznej i paliwa gazowego. Pomimo zasadniczych różnic tych systemów, końcowym celem jest zawsze dostarczenie odbiorcy końcowemu energii w pożądanej dla niego formie. Dzisiejsze zaawansowane technologie informatyczne, nowe możliwości systemu elektroenergetycznego (*smart grid*), zwiększający się udział energii odnawialnej, ale również zwiększone i dodatkowe możliwości, które mogą zaoferować nowoczesne systemy (sieci) gazowe, dają podstawy do konkretnych i praktycznych propozycji współdziałania systemu gazowego i elektroenergetycznego. Pozwoli to na optymalne wykorzystanie energii.

### Różnice i cechy specyficzne systemów

W tabelicy 1 przedstawiono kilka elementarnych różnic między systemem gazowniczym a elektroenergetycznym.

Występowanie różnic między oboma systemami nie oznacza, że nie mogą one ze sobą współpracować. Paradoksalnie, w wielu miejscach właśnie na skutek odmienności istnieje pole do wzajemnego uzupełniania czy współpracy tych systemów.

Warto traktować oba sektory nie jako rynkowych konkurentów, ale również jako partnerów, którzy mogą

uzupełniać swoje kompetencje/usługi. Dodajmy do tego, że transport gazu jest bardziej niezawodny i wiąże się z mniejszymi stratami niż transport energii elektrycznej. Problem jest tym bardziej istotny, że polski sektor elektroenergetyczny stoi w obliczu realnych zagrożeń w dostawach energii elektrycznej po latach 2015–2016 i deficytu mocy.

Sektor gazowy może być w tej sytuacji swoistym kołem ratunkowym dla sektora elektroenergetyki.

Tablica 1. Wybrane różnice między systemem gazowniczym a elektroenergetycznym

Atrybut	Gazownictwo	Elektroenergetyka
Rodzaj	energia pierwotna	energia przetworzona
Zakres odbioru/dostępność	zróżnicowana, zależna od stopnia gazyfikacji	powszechna
Możliwość magazynowania danego typu nośnika energii na dużą skalę (cechy akumulacyjne systemu)	jest	brak
Wpływ wyłączenia (odpowiedniej liczby) odbiorników na system w krótkim horyzontie czasowym	brak	jest
Straty na przesył/dystrybucji	małe	istotne
Niezawodność przesyłu/dystrybucji	bardzo duża	duża (*)
Liczba i różnorodność urządzeń wykorzystujących dany nośnik energii	mała	duża
Możliwość wprowadzenia na szeroką skalę zmiennych, dynamicznych taryf	mała	duża
Zróżnicowanie zużycia wśród różnych grup odbiorców indywidualnych	duże	małe/średnie
Wpływ na zużycie czynników niezależnych (pogoda itp.)	duży	mały/średni
Możliwość zmiany przyzwyczajzeń klientów co do pory i stopnia wykorzystania	znikoma	jest (w pewnym, ale zauważalnym zakresie)
Możliwość zdalnego włączenia odbioru (przy odpowiednim wyposażeniu licznika)	problematiczna (**)	jest
Możliwość (potencjalna) występowania odbiorcy indywidualnego jako źródła lokalnego	brak	jest
Możliwość tworzenia sieci inteligentnych na bazie indywidualnych odbiorców	brak	jest

(\*) – malejąca jednak przy ekstremalnych warunkach pogodowych

(\*\*) – technicznie (i prawnie) możliwe jest zdalne włączenie odbiorcy gazu, niemniej powszechną praktyką jest wysyłanie w takiej sytuacji ekip serwisowych

Podstawową niedogodnością i problemem systemu elektroenergetycznego jest brak praktycznej możliwości magazynowania energii elektrycznej. Coraz powszechniej stosowane odnawialne źródła energii z uwagi na swoją specyfikę (okresowość działania zależna np. od warunków pogodowych) powodują dodatkowe i duże niezrównoważenie systemów elektroenergetycznych. Często występuje nadmiar energii w okresach, gdy zapotrzebowanie na nią naturalnie maleje, np. w porach nocnych. Trwają co

prawda intensywne prace nad rozwiązaniem tego problemu (akumulatory litowe dla samochodów elektrycznych, wykorzystanie energii dla sprężania powietrza itp.), niemniej trudno mówić w najbliższej perspektywie o zadawalającym, tj. ekonomicznym i racjonalnym rozwiązaniu tego problemu. Sieć gazowa może w tej sytuacji przechwytywać część nadmiarowej (a więc bardzo taniej) energii i wykorzystywać ją w racjonalny sposób. Bardziej szczegółowo zostanie to opisane w dalszej części artykułu.

### Gazowa sieć inteligentna

Pojęcia *smart grid* czy „sieć inteligentna” na dobre zadamowały się wśród terminów związanych z nowymi technologiami w energetyce. *Smart grid* – niezależnie od wielu definicji czy określeń – rozumiane jest jako

sieć elektroenergetyczna spełniająca konkretne warunki i pozwalająca na określoną funkcjonalność. Definicję można znaleźć między innymi w [2]. Gazowa sieć inteligentna (*gas smart grid*) jest pojęciem nowym. Jakie są przesłanki

wprowadzenia tego pojęcia? Z pewnością z jednej strony może być to odpowiedź sektora gazowego na nowe podejście sektora energetycznego do kwestii postrzegania systemu sieciowego i potraktowania odbiorcy-prosumenta jako aktywnego elementu tego systemu.

Poważniejszą i bardziej istotną przyczyną zainteresowania jest konieczność nowego spojrzenia na system gazowy, wynikająca z nowych wyzwań i potrzeb, w tym z obszaru szeroko pojętej energetyki.

Również dostępność nowych narzędzi i technologii informatycznych pozwala na realizację wielu nowych pomysłów, których strategicznym celem jest lepsze gospodarowanie dostępną energią.

W aktualnych sieciach gazowych stosuje się nowe materiały, złożone układy telemetrii, monitorowania i diagnostyki, niemniej funkcjonalność i zasady działania systemu jako całości nie uległy zasadniczym zmianom. Jest jednak pewne, że pojawią się dodatkowe warunki, w których będzie musiał pracować przyszły system gazowy. Najważniejsze z nowych czynników przedstawiono poniżej:

- możliwość występowania w sieciach gazowych gazów o bardziej zróżnicowanym składzie (biogaz, biometan, gaz ziemny z domieszką wodoru);
- większa zmienność w zakresie dołączania i odłączania nowych źródeł gazu (np. gazu z łupków, biogazu i biometanu);
- większa zmienność w zakresie parametrów pracy (np. ciśnienia) dla wykorzystania w większym stopniu akumulacyjnych możliwości systemu gazowego;
- możliwość wykorzystania bardzo taniej energii elektrycznej (z sieci energetycznych *smart grids*);
- konieczność stosowania w większej skali dwukierunkowego przepływu gazu w sieciach.

### Cechy gazowej sieci inteligentnej

Poniżej przedstawiono bardziej szczegółową koncepcję gazowej sieci inteligentnej. Do nowych cech gazowej sieci inteligentnej należą:

- 1) akceptacja innego gazu niż dotychczas stosowany,
- 2) elastyczność,
- 3) nowe wykorzystanie paliw gazowych.

#### 1. Akceptacja innego gazu niż standardowy gaz ziemny

Realne jest, że w sieci gazowej będzie pojawiać się gaz z nowych/innych źródeł, w szczególności: biometan, biogaz, wodór (domieszkowo), rozprężony LNG. W warunkach polskich może być to dodatkowo gaz niekonwencjonalny (np. ze złóż gazu z łupków). Większa różnorodność

Oznacza to, że nowa sieć gazowa – *gas smart grid* – będzie musiała mieć bardziej dynamiczny charakter, w tym zdolność dostosowywania się do zmiennych warunków pracy i otoczenia.

Z uwagi na fakt, że pojęcie inteligentnej sieci gazowej jest w trakcie tworzenia, zbyt wczesne byłoby pokuszenie się o jej definicję. Dodajmy, że w ramach prac grupy roboczej Komisji Europejskiej ds. inteligentnych sieci działa grupa ekspertów EG4 z udziałem przedstawiciela PGNiG S.A. W wyniku prac tej grupy opracowany został raport dotyczący inteligentnych sieci gazowych *Smart Grid Aspects Related to Gas* [6]. Świadczy to o rosnącym zainteresowaniu tym nowym zagadnieniem.

Dla potrzeb niniejszego artykułu przedstawimy sposób rozumienia inteligentnych sieci gazowych w następujący sposób:

*Gas Smart Grid* – (gazowa sieć inteligentna, propozycja symbolu: <sup>G</sup>SG) jest dynamicznym podsystemem (siecią gazową) o zmiennej topologii, wyposażonym w systemy opomiarowania i sterowania, zintegrowanym z systemami teleinformatycznymi, które umożliwiają optymalizację jego pracy w czasie rzeczywistym oraz spełnianie obok podstawowych również funkcji dodatkowych, polegających na łatwym dołączaniu/odłączaniu nowych źródeł gazu, w tym innego niż standardowy gaz ziemny, na dwukierunkowy przepływ gazu, magazynowanie gazu/energii, które nie muszą być natychmiastowo wykorzystane.

Podana wyżej próba określenia jest własną propozycją autora, podkreślającą nowe potrzeby i możliwości sieci. W każdym przypadku warunkiem koniecznym będzie wykorzystywanie najbardziej zaawansowanych systemów teleinformatycznych umożliwiających spełnienie tych potrzeb.

gazów będzie wprowadzała większą zmienność w składzie (kaloryczności) paliwa. Nakłada to na <sup>G</sup>SG nowe potrzeby w zakresie:

- monitorowania składu gazu w czasie rzeczywistym,
- udoskonalenia narzędzi do analiz symulacyjnych i optymalizacyjnych,
- umożliwienia rozliczeń opartych na jednostkach energii,
- inteligentnych systemów autodiagnostyki gazociągów i armatury.

#### 2. Elastyczność

Inteligentna sieć gazowa powinna być znacznie bardziej elastyczna niż aktualne sieci. W różnych miejscach sieci

mogą pojawiać się nowe źródła gazu, wynikające np. z budowy biogazowni produkującej biogaz/biometan niewykorzystywany w kogeneracji, ale sprzedawany do systemu gazowego. Jest również prawdopodobne, że jeśli potwierdzą się dane o bogatych złożach gazu z łupków w Polsce, będziemy mieli do czynienia z wieloma nowymi źródłami gazu w systemie. Charakterystyka tych źródeł będzie o tyle nietypowa i niekorzystna (z punktu widzenia sieci gazowej), że w większości przypadków będą to źródła, których jednostkowa wydajność będzie relatywnie mała (biogaz) i zmienna w czasie (gaz z łupków). Przykładowo biogazownie o średniej wielkości to produkcja nie więcej niż kilkuset metrów sześciennych biogazu na godzinę. Z kolei charakterystyka niekonwencjonalnych złóż gazu wskazuje na dużą wydajność w pierwszym okresie i silnie malejącą – w kolejnych. Po kilkuletnim, rzadziej kilkunastoletnim czasie eksploatacji dane źródło gazu niekonwencjonalnego można uznać za wyeksploatowane. Skupienie tych źródeł może być przypadkowe, tzn. będą obszary, gdzie źródeł będzie bardzo dużo i gdzie mogą one zdecydowanie przewyższać możliwości odbioru gazu przez lokalną sieć dystrybucyjną. Wymagać to będzie nowego podejścia, w tym stworzenia łatwej i ekonomicznie akceptowalnej możliwości transportu gazu pomiędzy dwoma wybranymi punktami sieci gazowej.

Wprowadzenie wodoru do sieci gazowej jest już realną możliwością. Na tego rodzaju mieszaninę przyjęto nazwę: *hythane®* (hydrogen + methane) [4]. W Europie i na świecie istnieje już kilka instalacji testowych i pilotażowych. W przypadku wprowadzenia wodoru do sieci gazu ziemnego uzyskuje się zwiększenie wartości energetycznej takiego gazu. W bardziej odległej przyszłości można też będzie wykorzystać gaz ziemny jako „transporter” dla wodoru i stosując separację membranową, uzyskiwać z domowej sieci gazowej czysty wodór do zasilania własnego ogniwa paliwowego.

Oczywiście, fizyczna topologia sieci gazowej zawsze jest i będzie ustalona. W ramach tej topologii wymagane będą jednak znacznie większe możliwości przełączeń, opomiarowania i monitorowania stanu sieci. Urządzenia pomiarowe będą musiały pracować poprawnie w większym zakresie zmienności parametrów; zapewne większego znaczenia nabiorą nowe technologie pomiarowe, takie jak pomiary ultradźwiękowe. Pożądane cechy sieci inteligentnej w tym zakresie to:

- łatwa modyfikacja systemu (sieci gazowej),
- możliwość dołączania/odłączania nowych źródeł gazu o zmiennej wydajności (biogaz, wodór, gaz niekonwencjonalny),

- zastosowanie układów pomiarowych i odbiorczych dostosowanych do bardziej zmiennych warunków,
- pełne monitorowanie i sterowanie systemu w czasie rzeczywistym dla uzyskania maksymalnej efektywności układu,
- wymiana informacji pomiarowych i ich dostępność dla różnych interesariuszy/uczestników rynku,
- dwukierunkowy przepływ gazu.

### 3. Nowe wykorzystanie paliw gazowych

Wiele z podanych dalej przykładów wykorzystania gazu ma już zastosowanie w praktyce; niektóre nie są jeszcze na poziomie komercyjnego/dostępnego produktu. Nowe podejście będzie polegać na znacznie większej intensyfikacji takich działań i powszechnej komercjalizacji tych technologii.

Do przykładów wykorzystania gazu w ramach inteligentnej sieci gazowej należą między innymi:

- gazowe pompy ciepła (GPC),
- kogeneracja (w tym  $\mu$ CHP), trigeneracja,
- ogniwa paliwowe,
- urządzenia *dual fuel* (gaz/elektryczność),
- samochody na sprężony gaz ziemny *Natural Gas Vehicles*.

W podanych wyżej przykładach sieć gazowa pozwala na wykorzystanie gazu do rozproszonej produkcji energii elektrycznej.

W przypadku gazowych pomp ciepłych, gdzie kompresor napędzany jest przez silnik gazowy, można uzyskać oszczędności eksploatacyjne sięgające 30% oraz zdecydowanie niższy poziom emisji CO<sub>2</sub>. Układy kogeneracyjne są stosunkowo dobrze rozpoznane.

Ciekawą alternatywę stanowią ogniwa paliwowe. Urządzenia te są też rodzajem systemów kogeneracyjnych – zdecydowano się je wydzielić ze względu na ich duży potencjał i rosnące perspektywy. Ogniwa paliwowe nie są koncepcją nową – od wielu lat z powodzeniem stosuje się je jako generatory energii elektrycznej w sytuacjach, w których względy ekonomiczne nie są decydujące (technologia kosmiczna, wojskowa itp.). Technologia ogniwa paliwowych uznawana jest za jedną z realnych alternatyw energetyki rozproszonej przyszłości – jest ekologiczna i przyjazna dla środowiska naturalnego. Podczas pracy ogniwa emitują stosunkowo niewielkie ilości zanieczyszczeń, przy znikomej hałaśliwości urządzeń. Bezpośrednim paliwem dla ogniwa paliwowego (z pominięciem specjalnych rodzajów ogniwa) jest wodór.

Jak dotąd najprostszą i najbardziej ekonomiczną metodą uzyskiwania wodoru jest proces reformingu gazu ziemnego,

choć rozważa się jako realną opcję opisywaną wcześniej: produkcję wodoru z wykorzystaniem procesu elektrolizy i energii odnawialnych.

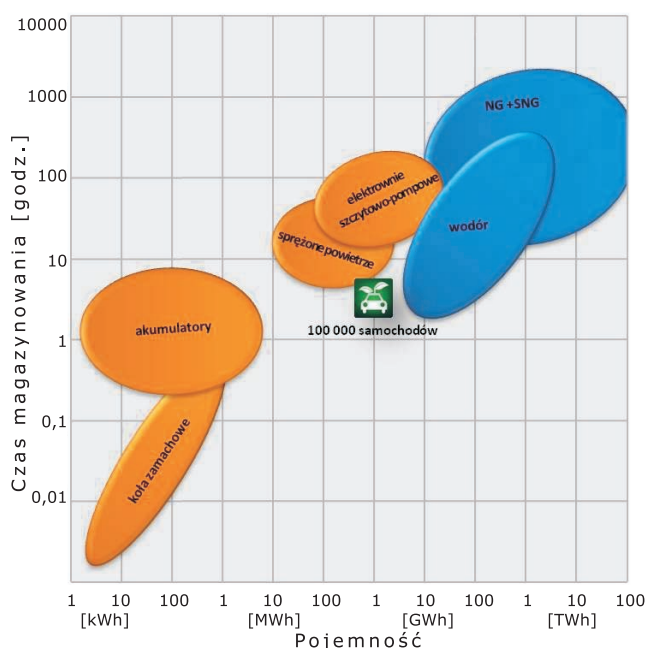
Wiele urządzeń domowych będzie mogło w przyszłości wykorzystywać do swojego działania zarówno prąd elektryczny, jak i gaz (wymienne). Przykładami są tu pompy ciepłe, piece kondensacyjne ze zbiornikami wody ciepłej itp. W zależności od sygnałów cenowych i profilu zapotrzebowania na energię elektryczną pochodzącą z systemu elektroenergetycznego otrzymujemy możliwość automatycznego przełączenia na paliwo gazowe, uzyskując zarówno indywidualny efekt ekonomiczny (tańsza energia w mieszkaniu), jak również odciążenie systemu elektroenergetycznego (zmniejszenie ryzyka rozległej awarii zasilania).

Większą niż dotychczas rolę powinna odgrywać motoryzacja oparta na sprężonym gazie ziemnym (CNG), czyli tzw. *Natural Gas Vehicles*. Rozważa się tu szersze zastosowanie biogazu/biometanu, np. wykorzystanie lokalnych sieci wyłącznie dla potrzeb tankowania samochodów. Z drugiej strony, dzięki zakładanej współpracy systemów elektroenergetycznego i gazowego powinna zwiększyć się ekonomika tzw. tankowania garażowego przy wykorzystaniu taniej/nadmiarowej energii elektrycznej w okresach nocnych bądź nadprodukcji.

Tym, co wydaje się najbardziej atrakcyjną i nową możliwością <sup>6</sup>SG, jest umożliwienie transferu energii pomiędzy sieciami elektroenergetyczną i gazową. Sieć gazowa może być postrzegana jako opcjonalny magazyn energii dla systemu energetycznego.

### Metody magazynowania energii

Na rysunku 1 pokazano różne metody magazynowania energii (na podstawie [3]) wraz z czasem jej przechowania.



Rys. 1. Efektywność i zakres metod przechowywania energii

Jak widać, najbardziej typowe metody, czyli magazynowanie energii przy użyciu akumulatorów, mimo dynamicznego rozwoju technologii ciągle charakteryzują się niewielką pojemnością i krótkim czasem „przechowywania”. Zmagazynowanie energii 1 GWh to konieczność wykorzystania aż 100 tysięcy samochodów elektrycznych, a 1 TWh wymaga abstrakcyjnej liczby 100 milionów pojazdów. Okres przechowywania to najwyżej kilka/kilkanaście godzin. Innymi metodami magazynowania

energii są elektrownie szczytowo-pompowe czy systemy akumulujące energię w postaci sprężonego gazu/powietrza, tzw. CAES (*Compressed Air Energy Storage*). Idea działania polega w obu przypadkach na wykorzystaniu taniej energii elektrycznej do zatłoczenia wody do tzw. zbiornika górnego bądź sprężenia powietrza czy innego gazu. Ponieważ ceny energii elektrycznej podlegają silnej fluktuacji sezonowej, a nawet dobowej, zmagazynowaną energię wody czy sprężonego powietrza można wykorzystać do produkcji elektryczności w okresach, gdy jest to najbardziej opłacalne i potrzebne. Obie te metody są złożone technologicznie i wymagają znacznych nakładów finansowych przy relatywnie niskiej sprawności układu. Nie wszędzie też można je stosować – istotna jest bezpośrednia zależność od sprzyjających czynników przyrodniczych i naturalnych, odpowiednich struktur geologicznych, zapór na rzekach itp. W przypadku CAES trudno mówić o rozwiniętej technologii – są to w dalszym ciągu bardziej działania o charakterze rozwojowym i badawczym. Dość znanym przykładem komercyjnego wykorzystania CAES jest magazyn sprężonego powietrza w Huntorf, gdzie wykorzystano kavernę po wyeksploatowanym gazie naturalnym. Pojemność zmagazynowanej energii to jedynie 0,04 TWh, a możliwość jej efektywnego wykorzystania ogranicza się do kilku godzin [3].

Za nowe, perspektywiczne metody przechowywania energii w długich okresach uważa się jej przechowanie w postaci wyprodukowanego wodoru lub gazu syntetycznego SNG z możliwością zatłoczenia do systemów gazowniczych. W obu sytuacjach sektor gazowy jest bezpośrednio zaangażowany w implementację tych rozwiązań.

Wodór może być wytwarzany przy użyciu standardowej metody elektrolizy, przy wykorzystaniu czasowego nadmiaru energii elektrycznej występującego zwykle w energetyce odnawialnej (wiatr, słońce). Koszt energii jest w tej sytuacji bardzo niski, a jej odbiór stanowi często ratunek dla systemu elektroenergetycznego, dla którego nadmiar energii jest istotnym problemem. Bywają sytuacje, gdy bardziej racjonalne jest dopłacanie (!) odbiorcom energii niż wyłączenie czasowe elektrowni konwencjonalnych. Sytuacja „ujemnych cen” energii zdarzała się już w Niemczech i Skandynawii, gdzie priorytet stanowi odbiór energii odnawialnych, np. z farm wiatrowych. W tej sytuacji wytwarzanie wodoru może być ekonomicznie opłacalne nawet w tak energochłonnej metodzie jak elektroliza. Do powszechnego obiegu weszły już określenia: *green hydrogen* czy *wind hydrogen*, czyli wodór uzyskany dzięki elektryczności wyprodukowanej przez farmy wiatrowe.

Czysty wodór jest gazem niesłychanie kłopotliwym w przechowywaniu (migracja gazu przez typowe materiały konstrukcyjne). Sieć gazowa jest w tej sytuacji doskonałym rozwiązaniem. Badania wykazują, że w standardowych sieciach może być stosowane nawet 15 ÷ 17% domieszki wodoru i nie jest wymagana zmiana armatury sieciowej [3]. Wielkości te należy traktować jako górne ograniczenia.

Symulacje wykonane w Niemczech [1] wskazują, że domieszka 15% wodoru może stanowić w ich systemie ekwiwalent zmagazynowanej energii w wielkości 60 TWh/rok. Jeszcze inaczej – na bazie tego opracowania – domieszka jedynie 4% wodoru do niemieckiego systemu gazowego zrównoważyłaby udział energii wiatrowej w wysokości 20%.

Inną opcją wykorzystania wodoru jest proces metanizacji, w którym w wyniku syntezy mieszaniny wodoru i dwutlenku węgla – postrzeganego jako ciepłarnianego wroga nr 1 – uzyskuje się metan.

### Przyszły makroukład energetyczny

Schemat działania takiego energetycznego i ekologicznego makroukładu można wyobrazić sobie w następujący sposób: odnawialne źródło dostarcza energię (solarną, wodną, ze spalania biogazu) do inteligentnej sieci elektroenergetycznej (*smart grid*) oraz biogaz – bezpośrednio – do gazowej sieci inteligentnej (*smart gas grid*). Nadmiar taniej energii z elektroenergetycznego *smart gridu* może być wykorzystany do produkcji wodoru (np. w energochłonnym procesie elektrolizy), skraplania gazu ziemnego bądź tankowania garażowego.

Zastępczy gaz naturalny produkowany z biomasy oraz biogaz uzyskiwany w biogazowniach po oczyszczeniu i uzdatnieniu mogą być wprowadzane do sieci gazowych. Wielkość produkcji gazu zależy od specyficznych warunków krajowych oraz metod dofinansowania (np. systemów tzw. kolorowych certyfikatów). 8 krajów europejskich już wtłacza biometan, tj. oczyszczony biogaz, do sieci gazowej. Liderem jest tu rynek niemiecki, gdzie plany zakładają uzyskanie i wprowadzenie do sieci gazociągów 6 mld m<sup>3</sup> biometanu do roku 2020. Nawet jeśli uznamy oszacowania dotyczące rynku polskiego w zakresie produkcji biometanu (3 ÷ 4 mld m<sup>3</sup>) za zbyt optymistyczne, to zapewne pojawi się na nim dodatkowy – trudny do oszacowania – wolumen gazu wprowadzanego do systemu gazowego. Regulacje prawne umożliwiają to już dzisiaj, obligując operatorów systemów dystrybucyjnych do odbioru i wprowadzenia biogazu do sieci (po spełnieniu określonych wymagań jakościowych).

Same systemy gazownicze można uznać za potężne magazyny energii. Ocenia się, że średniej wielkości system gazowniczy europejskiego kraju ma szacunkową pojemność kilkudziesięciu i więcej TWh. Przykładowo, system niemiecki (bardzo rozbudowana sieć gazociągów) daje możliwość akumulacji rocznej około 220 TWh (zgodnie z [5]). Należy pamiętać o podziemnych magazynach gazu, które dzięki specyficznemu sposobowi pracy spełniają rzeczywiste funkcje magazynowe. Oczywiście, z użytkowego punktu widzenia istotna jest dodatkowa możliwość zatłoczenia gazu do sieci gazowej – z eksploatacyjnego punktu widzenia kilkuprocentowe wahania ciśnienia i objętości są zupełnie normalne. W przełożeniu na energię są to wielkości daleko większe od charakteryzujących standardowe metody magazynowania energii.

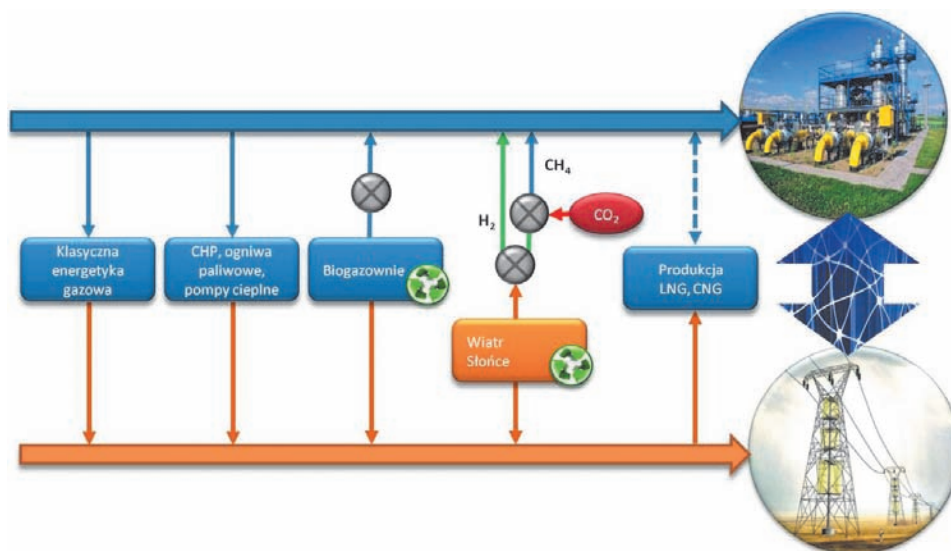
Wymienione wyżej przykłady wskazują, jak duży i przyszłościowy potencjał posiada system gazowy jako metoda magazynowania energii.

Z kolei wodór może być bezpośrednio wprowadzany do sieci gazowej lub też może być surowcem do produkcji metanu w procesie metanizacji. Energia jest więc przekazywana do wykorzystania z jednego systemu (elektroenergetycznego) do drugiego (gazowego), w którym może być łatwo zmagazynowana i wykorzystana w późniejszym czasie bądź użyta do zwiększenia jej zasobów. W tej sytuacji energia elektryczna jest efektywnie transferowana i wykorzystywana. Może zachodzić również proces odwrotny, tj. wykorzystania paliw gazowych do produkcji energii

elektrycznej, zarówno w dużych układach stacjonarnych (elektrownie gazowe), jak i w układach rozproszonych.

Produkowana rozproszona energia elektryczna (z gazu) zmniejsza obciążenie zarówno systemu przesyłowego/dystrybucyjnego elektroenergetycznego, jak również za-

potrzebowanie (szczególnie szczytowe), podnosząc niezawodność działania i zmniejszając ryzyko dużych awarii zasilania (*blackout*). Można to porównać do pełnienia funkcji elektrowni szczytowych pracujących w układzie rozproszonym.



Rys. 2. Konwergencja systemów elektroenergetycznego i gazowego – propozycja

## Podsumowanie

Potencjalne możliwości związane ze zwiększonym wolumenem gazu na rynku polskim w okresie średnio- i długoterminowym (gaz z łupków, gaz z terminala LNG) i w konsekwencji rosnącym udziałem gazu wśród różnych nośników energetycznych w Polsce będą wymagać uważnego spojrzenia na rozwój systemu gazowniczego nie tylko w kategoriach ilościowych, ale i jakościowych. Zaprezentowana w artykule koncepcja jest oczywiście wizją przyszłościową, niemniej wiele z elementów tej koncepcji jest już praktycznie wdrażanych i testowanych

na świecie. Wydaje się, że szczególnie interesująca jest zaprezentowana idea przyszłej konwergencji i współdziałania systemów gazowego i elektroenergetycznego. Z uwagi na polskie uwarunkowania elektroenergetyczne, pamiętając też o klasycznej energetyce opartej na gazie naturalnym, sektor gazowy powinien być racjonalnym i ważnym partnerem dla zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego kraju na bazie propozycji zawartych w artykule. Rozwój gazownictwa może być istotnym impulsem rozwojowym dla całej polskiej gospodarki.

## Literatura

- [1] Dietmar Schüwer: *The role of NG as an enabler for energy system transformation in Germany Results of a short study commissioned by Greenpeace Germany*. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy.
- [2] *Functional reference architecture for smart metering systems*. CEN/CENELEC/ETSI SMCG, 2011-02 CEN reference BT N 8590. 2011.
- [3] Gerald Linke: *Power Storage in Smart Natural Gas Grids: Fiction or Fact?* International Gas Union Research Conference. Seul 2011.
- [4] Isabelle Alliat: *The First Hythane® Refueling Station in France: A Successful Demonstration*. International Gas Union Research Conference. Seul 2011.
- [5] *Natural gas: option for biogas integration, source of efficient distributed generation, and storage of excess green*

*Power*. COP 16 IGU Worldwatch Symposium on Natural Gas Cancun, Mexico. 5 December 2010.

- [6] *Smart Grid aspects related to Gas*. EU Commission Task Force for Smart Grids. Expert Group 4, EG4/SEC0060/DOC. 2011.



Dr inż. Dariusz DZIRBA – Dyrektor Biura Rozwoju PGNiG SA. Autor i współautor około 50 publikacji, artykułów i posterów, przeszło 100 prac wdrożeniowych, sprawozdań, analiz, ekspertyz i opracowań z obszaru gazownictwa. Ekspert wielu programów rządowych.