



Jacek MALKO*

O bardziej doskonałej Unii Europejskiej

STRESZCZENIE. Podstawowymi celami Unii Europejskiej, wyrażonymi w jej politycznych dokumentach strategicznych, jest stworzenie wspólnego systemu zarządzania energią o cechach zrównowżenia w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zwiększonego bezpieczeństwa dostaw energii dla Europy. Zasadniczą rolę do odegrania ma tu ogólnoeuropejska infrastruktura energetyczna. Ustanowiona w roku 2001 Rada Doradcza Europejskich Akademii Nauk (EASAC) zapewnia niezależne doradztwo decydentom w obszarze podejmowania kluczowych rozstrzygnięć politycznych. Artykuł podsumowuje problemy integracji systemów, sformułowane w raportach publikowanych przez EASAC w ostatnich latach i formułuje wnioski związane z wyzwaniami w obszarze analiz, projektowania i eksploatacji zintegrowanych systemów energetycznych oraz przyjmowania ścieżek realizacyjnych. Konieczne jest lepsze zrozumienie dynamiki działania, stanów przejściowych oraz tego, jak funkcjonuje system jako całość. Stosowane podejście systemowe musi uwzględniać społeczny odbiór integracji nowych technologii.

SŁOWA KLUCZOWE: systemy energetyczne, integracja, rozwój, cele

Długo oczekiwany dokument Komisji Europejskiej o unijnej polityce energetycznej (Komunikat... 2007), będący „okrętem flagowym” pakietu energetycznego z 2007 r., rozbudzał nadzieję na „bardziej doskonałą Unię” (jak to sformułowano w *cover story* czasopisma IEEE Power&Energy Magazine (wrzesień/październik 2013 (Holmes 2013))).

* Prof. dr hab. inż. – Instytut Energoelektryki, Politechnika Wroclawska, Wrocław; e-mail: jacek.malko@pwr.wroc.pl

John Holmes, profesor uniwersytetu w Oksfordzie, swoje rozważania o polityce energetycznej UE skupia na problemach następujących:

- ❖ europejska sieć energetyczna,
- ❖ energetyka solarna wysokotemperaturowa,
- ❖ zrównoważone technologie biomasy,
- ❖ wychwytywanie CO₂,

przegląd ten kończąc dyskusją i wnioskami. Artykuł jest podsumowaniem raportu, sporządzonego przez *The European Academies Science Advisory Council* (EASAC). Instytucja ta stanowi powołaną w 2000 r. reprezentację narodowych akademii nauk krajów członkowskich Unii *w celu zapewnienia niezależnego doradztwa dla europejskich decydentów, podejmujących kluczowe decyzje polityczne* (EASAC: Transforming... 2011). Celem europejskiej polityki w zakresie energii jest:

- ❖ stworzenie systemu energetycznego o cechach zrównoważenia oraz konkurencyjności,
- ❖ zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego dla 500 mln mieszkańców Unii.

Osiągnięcie tego celu może nastąpić przez stworzenie bardziej zintegrowanego systemu dostarczania energii, działającego w środowisku dobrze połączonego i konkurencyjnego rynku, zwłaszcza dla gazu i energii elektrycznej. Podstawowym narzędziem wspierającym te dążenia jest paneuropejska infrastruktura energetyczna, analogiczna do istniejących infrastruktur telekomunikacji i transportu. Polityka energetyczna UE, realizując cele cząstkowe (3 × 20 do 2020 r.) przewiduje, że podstawową rolę (opisaną w Europejskim Planie Strategicznych Technologii Energetycznych (SET-Plan) ma kontynuacja konwencjonalnych technologii energetycznych, o ile nie nastąpi radykalna zmiana podejścia i wybór priorytetów inwestycyjnych dla systemu energetycznego (European... 2010). Zasadniczą troską, wyrażoną w dokumentach strategicznych UE, jest nadal istniejąca fragmentacja rynku gazu i energii elektrycznej na rynki narodowe przy niewystarczających łączach fizycznych (interkonektorów) i licznych barierach dla otwartej i uczciwej konkurencji. Nowa europejska polityka infrastrukturalna wzywa do optymalizacji rozwoju sieci elektroenergetycznych, gazowych, ropy naftowej oraz CO₂ w skali kontynentalnej. Zaproponowane regulacje prawne umożliwiają pełne zintegrowanie wewnętrznego europejskiego rynku energii oraz ułatwienia w procedurach budowy kluczowych obiektów infrastruktury przesyłowej wraz z mechanizmami wsparcia (zarówno rynkowymi jak i bezpośrednimi z funduszy unijnych). Strategia europejska zachęca również do nadania priorytetu silnemu partnerstwu międzynarodowemu (zwłaszcza krajów sąsiednich), prowadzącego do integracji rynków i tworzeniu wspólnych ram regulacyjnych. Podkreślono niezbędność budowy nowych połączeń gazowych i elektrycznych oraz rozszerzenia europejskiego systemu dostaw energii poza granice Europy.

1. Europejska sieć elektroenergetyczna

Polityka energetyczna Europy dąży do stworzenia paneuropejskiego, konkurencyjnego rynku energii elektrycznej oraz znaczącego wzrostu udziału w mikście energetycznym

technologii, bazujących na zasobach odnawialnych. W nieodległej już przyszłości te dwa czynniki doprowadzą do transferu znacznych wartości energii elektrycznej na znaczne odległości i poprzez granice narodowe Europy. Konieczne jest również zapewnienie dostatecznych parametrów jakościowych energii. Studium EASAC (EASAC: Transforming... 2011) określa warunki rozwijania europejskich sieci elektroenergetycznych w sposób umożliwiający realizację celów strategicznych i przy spełnieniu fizykalnych i rynkowych aspektów tego projektu. Planowanie i rozwój sieci europejskich, umożliwiające ulokowanie inwestycji w zdolnościach przesyłowych we właściwych lokalizacjach, zmusza do znacznie lepiej skoordynowanego i zharmonizowanego podejścia opartego na wspólnych zasadach, praktykach i scenariuszach. Wspólne zasady planowania sieci winny być obowiązkowe dla operatorów sieci przesyłowych (OSP) i określone jako europejski standard planowania krótko- i długoterminowego. Winny one definiować zarówno metodykę określania przyszłościowych wymagań, jak i możliwych odchyłeń wraz z ich dopuszczalnymi skutkami. Co więcej, skonstruowane plany muszą być regularnie aktualizowane. Z uwagi na skalę sieci europejskich wymagane są procesy planistyczne zarówno odgórne (*top-down*) jak i oddolne (*bottom-up*), funkcjonujące w dobrze zdefiniowanym otoczeniu. Nieskoordynowane decyzje lokalne nieuchronnie prowadzić będą do problemów. Konieczne jest podjęcie decyzji odnośnie bezpieczeństwa operacyjnego (w odróżnieniu od bezpieczeństwa strategicznego) dostaw energii dla Europy jako całości, lecz niezbędne są też dalsze prace badawczo-wdrożeniowe dla odpowiednich podejść planistycznych. Należy większą uwagę poświęcić korzyściom, które mogą być uzyskane na drodze zarządzania zdolnościami przesyłowymi w celu uzyskania środków dla realizacji projektów, zwiększających przepustowość sieci. Dla wsparcia bardziej skoordynowanych i zharmonizowanych podejść planistycznych niezbędne staje się opracowanie wspólnych europejskich modeli sieci i rynku energii elektrycznej. Modele te winny być zdolne do symulacji rozptyłów mocy, wymiany mocy i energii oraz ekonomiki wytwarzania i przesyłu energii elektrycznej. Niezbędna jest również lepsza dostępność danych o infrastrukturze sieciowej. Pomyślna realizacja efektywnego europejskiego systemu przesyłowego wymaga przygotowania personelu o odpowiednich kwalifikacjach i doświadczeniu.

Funkcjonowanie sieci europejskiej w sposób zapewniający maksymalne korzyści, możliwe do uzyskania przy danej infrastrukturze, winno być realizowane z wykorzystaniem bardziej skoordynowanego podejścia, opartego na znacząco większej wymianie informacji. Taka koordynacja jest w pierwszej kolejności niezbędna na poziomie kształtowania polityki, dalej – przez właściwy rozwój infrastruktury i w końcu – w fazie działań operacyjnych. Działania operacyjne obejmują zakres od planowania obsługi i fizyczne planowanie obciążeń i rozptyłów z wyprzedzeniem od dobowego do czasu rzeczywistego dla zapewnienia bezpieczeństwa. Obok wykorzystania modelu systemu fizykalnego istnieje potrzeba transparentnych mechanizmów rynkowych, generujących prawidłowe sygnały cenowe, zapewniające skuteczne planowanie i eksploatację infrastruktury sieciowej. Rynek musi być kompatybilny z infrastrukturą fizykalną i działaniami eksploatacyjnymi. Ta kompleksowa koordynacja angażuje decydentów politycznych, regulatorów, właścicieli sieci, operatorów rynku oraz graczy rynkowych, co zmusza do klarownego zdefiniowania zakresów odpowiedzialności, zwłaszcza w stanach pracy nienormalnej.

Studium EASAC w zakresie stosowanych zachęt i subsydiów konkluduje, że istnieje potrzeba harmonizacji europejskiej dla stworzenia optymalnego systemu przesyłowego i uzyskania prawidłowych sygnałów cenowych. Zarządzanie ograniczeniami winno odbywać się dla całego terytorium Unii Europejskiej. Bardziej zintegrowany europejski system energetyczny wymaga systemu wielkoobszarowego sterowania, opartego na danych, pozyskiwanych w czasie rzeczywistym za pośrednictwem zaawansowanej telemetrii oraz z wykorzystaniem sterowania w czasie rzeczywistym. Wymaga to dalszych prac badawczo-rozwojowych.

Konieczne jest zapewnienie udziału w tych procedurach zarządzania stroną popytową, oddziałującego na przesyły energii elektrycznej i rozwój zróżnicowanych technologii użytkowania energii (w rodzaju wielkoskalowych pomp ciepła i samochodów elektrycznych).

2. Wysokotemperaturowa energetyka solarna

Energetyka skoncentrowanego promieniowania słonecznego (ang. *Concentrated Solar Power* – CSP) wraz z równolegle rozwijaną fotowoltaiką, jest traktowana jako komercyjnie dostępne źródło energii, wykorzystujące zasoby odnawialne Środkowego Wschodu i Afryki Północnej (ang. *Middle East and North Africa* – MENA), ale również i Europy Południowej. Integracja systemów elektroenergetycznych, postulowana przez studium EASAC (EASAC: Transforming... 2011), obejmuje również ocenę możliwości generowania energii w obiektach CSP oraz rozważa wyzwania i korzyści integracji geograficznej na równi z integracją ekonomiczną i polityczną. Uwzględniając koszty emisji CO₂ (z kosztami zewnętrznymi) dla elektrowni węglowych i gazowych – w wariantach bądź z układem CCS, bądź przy opłacie za pozwolenia na emisje zgodnie z unijnym schematem handlu emisjami ETS – oczekiwane obniżenie kosztów wytwarzania w technologii CSP (60% w następnych 10–15 latach) umożliwi uzyskanie konkurencyjności rynkowej przez tę technologię w odniesieniu do generacji w technologiach wykorzystujących paliwa kopalne w horyzoncie połowy lat 2020. Dla okresu przejściowego, studium (EASAC: Transforming... 2011) postuluje lepszą integrację rynków dla wykorzystania ich możliwości w zakresie przyspieszenia procesów „uczenia” przez innowacyjne technologie oraz wprowadzenia udoskonalonego schematu subsydiowania OZE. Działania te muszą być zharmonizowane i rozszerzone na terenie krajów unijnych w celu:

- ✧ odzwierciedlenia rzeczywistej wartości energii elektrycznej, dostarczanej do sieci (niepełnienie tego warunku skutkuje niewłaściwym wykorzystaniem źródeł CSP),
- ✧ skutecznego wspierania prac badawczo-wdrożeniowych z zapewnieniem, że realia rynkowe będą silnym bodźcem, umożliwiającym wejście na rynek przełomowych technologii,
- ✧ zapewnienia transparentności kosztów dla prawidłowego określenia współczynników uczenia rozważanych technologii,
- ✧ sukcesywnego w czasie obniżania subwencji.

Technologia CSP winna być traktowana jako zintegrowany projekt, realizowany w ciągu 40 lat do 2050 roku, przy czym rozwój CSP w Europie i obszarze MENA cechować będzie faza wstępnych inwestycji, trwająca 10–20 lat oraz finansowanie, mierzone w miliardach lub nawet dziesiątkach miliardów Euro (w zależności od postępu procesu uczenia technologii). Faza wstępna zadecyduje o stopie zwrotu z inwestycji w fazie wstępnej do 2050 roku i dalej. Parametry finansowe są zależne od przewidywanych kosztów emisji CO₂ i przyszłościowych cen paliw kopalnych.

Charakterystyczną cechą CSP w odniesieniu do wielu innych źródeł, wykorzystujących zasoby odnawialne, jest możliwość magazynowania przy względnie niskich nakładach, co elektrownie słoneczne czyni wielce użytecznymi w oferowaniu mocy dyspozycyjnej. Jednakże cecha ta jest sporadycznie kwestionowana, a studium EASAC na podstawie badań symulacyjnych stwierdza, że ekonomiczna wartość magazynowania termicznego nie powinna być oceniana na poziomie elektrowni, lecz na poziomie całego systemu: rzeczywista konfiguracja systemu elektroenergetycznego określa krzywą cen i stąd możliwe jest wykorzystanie przemieszczenia generacji w czasie. Ogólnie stwierdzić można, że większy udział energetyki solarnej w systemie zwiększa rolę technologii CSP, co oddaje potrzebę wykorzystania generacji także poza południowym szczytem obciążenia. Wynika stąd wnioski, że magazynowanie ciepła jest dziś mniej przydatne (przy niskim udziale technologii solarnych), lecz może wzrosnąć z czasem (gdy technologie te będą miały większy udział w *energy mix*). Stwierdzono, że należy podjąć dalsze badania symulacyjne systemu elektroenergetycznego Europy, łącznie z zastosowaniem stochastycznych modeli o wysokiej rozdzielczości dla określenia interakcji przy różnych wartościach udziału energetyki odnawialnej, zintegrowanej z systemami UE, MENA i EW/MENA. Wiedza, zdobyta w tych badaniach wraz z krzywymi uczenia dla technologii CSP i fotowoltaicznych, może być wykorzystywana dla określenia optymalnego mikstu technologii, wykorzystującego zasoby solarne. Zasoby te w Europie Południowej są na tyle znaczące, że możliwe jest ich wykorzystanie jako użytecznego udziałowca procesu, zmierzającego do stworzenia europejskiego systemu elektroenergetycznego o zerowej emisji węglowej do 2050 r.

Zasoby obszaru MENA są nawet lepsze i dalece większe. Gdy tylko kosztowo CSP osiągnie poziom technologii wykorzystujących zasoby kopalne, możliwe będzie uzyskanie potencjału transformacji, zmieniającej radykalnie system wytwarzania energii elektrycznej w Europie i strefie MENA. Wymaga to jednak przewyciężenia podstawowych wyzwań, związanych z integracją na poziomie fizycznym, rynkowym i politycznym. Technologie CSP (w odróżnieniu od innych OZE) umożliwiają zaktywizowanie znacznej liczby lokalnych dostawców energii elektrycznej, mogących w znacznym stopniu wykorzystać lokalną siłę roboczą i zaspokoić zapotrzebowanie na energię w regionie. Przy szybko rosnącym zapotrzebowaniu na energię elektryczną w obszarze MENA oczekuje się, że lokalne wytwarzanie będzie wykorzystywane lokalnie, nie zaś eksportowane do Europy, co ograniczy potrzebę budowy w tym regionie elektrowni, zasilanych paliwami kopalnymi. Dla racjonalizacji działań niezbędne jest opracowanie odpowiednich procedur finansowania inwestycji i uzgodnienia polityczne UE-MENA w krótko- i średnioterminowych horyzontach czasowych. Jednak bez silnego wsparcia finansowego (rzędu miliardów Euro) ze strony Europy technologie OZE (w tym CSP) nie mają szans na szybki rozwój w regionie

MENA. Wyzwaniem jest opracowanie podejścia skoordynowanego, dotyczącego symultanicznie wielu aspektów (w rodzaju ochrony inwestycji, zachęt w polityce energetycznej, prac badawczo-wdrożeniowych itp.) oraz identyfikującego warianty, prowadzące do obniżenia barier wejścia dla innych graczy rynkowych. W tym celu studium (EASAC: Transforming... 2011) formułuje zalecenie, by zdefiniować proces transformacji, opisując czynniki techniczne, polityczne i socjo-ekonomiczne, niezbędne dla zintegrowania systemów energetycznych EU-MENA oraz wymuszających wprowadzenie opcji technologicznych, wykorzystujących zasoby odnawialne w regionie MENA. Unia Europejska winna opracować instrumentarium opcji finansowania CSP w regionie MENA w odpowiedniej skali jako elementu polityki dobrego sąsiedztwa.

3. Zrównoważone technologie paliw bio

Unijna dyrektywa w sprawie energii odnawialnej (Directive 2009/28 EC 2009) z 2009 r. stanowi ważny element europejskiej polityki energetycznej, zakładającej w ramach zdefiniowanego celu 3x20 do 2020 r. Udział 20% OZE jest rozwinięty o warunek 10% udziału biopaliw w końcowym zużyciu energii w transporcie. Przy istniejących ograniczeniach systemowych oraz dostępności technologii warunek ten oznacza, że wykorzystywana będzie pierwsza generacja biopaliw, pochodząca z upraw, pierwotnie przeznaczonych na cele spożywcze. Raport EASAC w części poświęconej biopaliwom porusza szeroko rozposzechnione domniemania o skutkach wykorzystywania biomasy dla produkcji paliw dla celów transportowych i proponuje środki zapewniające, że takie paliwa spowodują rzeczywiste korzyści dla klimatu, nie szkodzące szerzej rozumianemu środowisku. Konieczne jest uwzględnienie podstawowych problemów integracji zakresu analiz systemowych, integracja systemów żywności i paliw oraz opracowanie optymalnych systemów oraz ścieżek wykorzystania energii solarnej w transporcie. Wynikają z tego dwa podstawowe wnioski, dotyczące zakresu analiz systemowych:

- ✧ ustalenie, że biopaliwa spełniają określone poziomy ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (GHGs) w odniesieniu do paliw ropopochodnych,
- ✧ ochrona środowiska przed negatywnymi aspektami produkcji biopaliw.

Raport (EASAC: Transforming... 2011) stwierdza, że metoda analizy cyklu życia, zalecana przez dyrektywę o zasobach odnawialnych (Directive 2009/28 EC 2009) jest niepełna i nie daje dostatecznie szerokiego widzenia odnośnego systemu. Nie rozważane są w niej niektóre istotne źródła emisji GHGs, łącznie z aspektami sekwestracji węgla i wtórnych skutków upraw energetycznych. Gdy uwzględnić te czynniki okazuje się, że redukcja emisji na skutek wprowadzenia biopaliw pierwszej generacji nie spełnia zasadniczo kryterium dla roku 2018 (redukcja emisji GHG na skutek stosowania biopaliw musi być nie mniejsza niż 60%) i – w pewnych przypadkach – nie spełnia również kryterium roku bieżącego (redukcja 35%). Konieczna staje się zatem rewizja metod analizy cyklu życia w celu uwzględnienia emisji, pochodzących z upraw biomasowych. Stwierdzono również,

że kryterium bioróżnorodności nie jest w tym przypadku adekwatne, gdyż pozostawia znaczne obszary bez prawnej ochrony, a ponadto kryterium to nie w pełni uwzględnia efekty zmian pośredniego użytkowania terenu. Zmusza to do zrewidowania kryterium ochrony różnorodności biologicznej. Aby zabezpieczyć się przed najgorszymi efektami zmian użytkowania gruntów konieczne jest wprowadzenie środków ochrony dla całości produkcji rolniczej, nie tylko dla zasobów, wykorzystywanych do wytwarzania biopaliw. O ile system nie obejmuje całości rolniczego użytkowania gruntów, nie będą wprowadzone spójne kryteria ochrony bioróżnorodności, a zapotrzebowanie na teren pod biopaliwa będzie prowadzić do zakłóceń, obszary predystynowane do spełnienia kryterium zrównoważenia będą wykorzystywane do produkcji biopaliw, zaś produkcja żywnościowa przemieszczona będzie do terenów, w których wykazanie zgodności może być trudniejsze.

Integracja systemów żywności i paliw, nieuchronnie wynikająca z produkcji biopaliw, wystąpi w skali europejskiej i prowadzić będzie do energetycznych skutków, szacowanych na 10% paliwowego celu UE (350 TWh), co z grubsza można ocenić na wartość równoważną produkcji żywności w Unii. Oceny globalne potencjału energii z biomasy (nie tylko z biopaliw) znajdują się w przedziale od poniżej 10% całkowitego zapotrzebowania na energię do wartości 100%. Założenia odnośnie przyszłego zużycia są podstawowe dla oceny strony popytowej, przy czym odnosi się do założeń dotyczących planowania i dostępności terenu po stronie podażowej. Na ogół przyjmuje się, że dostępne są technologie drugiej generacji, nie w pełni uwzględniając szerokie warunki zrównoważonego rozwoju, łącznie z możliwymi ryzykami klimatycznymi i środowiskowymi, charakterystycznymi dla intensyfikacji upraw rolnych. Obecne technologie produkcji biopaliw zależą od udziału masy roślinnej, nieprzydatnej w produkcji żywności. Stąd też wysuwane są obawy o konkurowanie produkcji żywności z produkcji paliw. W istocie można stwierdzić, że ceny żywności mogą być komentowane jako skutek produkcji biopaliw. Studium europejskie *Biofuels Baseline 2008* stwierdza, że zwiększone zużycie biopaliw w UE skutkuje zwiększeniem cen żywności, przy czym skutek ten jest bardziej umiarkowany w przypadku zbóż, a efekt największy odnotowano dla cen oleju.

Dążenie do bezpieczeństwa żywnościowego w kontekście rosnącego globalnie zapotrzebowania na żywność i paszę dla zaspokojenia potrzeb rosnącej populacji świata sugeruje, że przewidywać można kontynuację nacisku na wzrost produkcji żywności i ograniczenie wykorzystania tych płodów na cele produkcji paliw. Tak więc, preferowaną ścieżką dla przyszłości biopaliw jest wykorzystanie biopaliw drugiej generacji, opartych na niejadalnych częściach roślin łącznie ze słomą, drewnem i odpadami produkcji żywności, oraz biopaliw trzeciej generacji, bazujących na wodorostach (algach), przy czym jednak ta technologia osiągnie dojrzałość w dalszej przyszłości. Konieczne jest krytyczne podejście do tezy, że związane z tym zwiększenie obszarów upraw rolnych w Europie można z lepszym skutkiem wykorzystać do ograniczenia importu żywności, co prowadzi do zwiększenia bezpieczeństwa żywnościowego lub do produkcji biomasy na biopaliwa. Jeżeli analizy wykażą, że produkcja żywności jest opcją korzystniejszą, to wymagany przez UE cel udziału biopaliw do 2020 r. winien być osiągnięty głównie na drodze importu, co sprawia, że związane z tym ryzyko środowiskowe będzie wyeksportowane poza obszar UE. Studium (European Commission 2010) zauważa, że znaczna część żywności jest marnowana po

zbiorach i że może to stanowić istotny zasób dla produkcji zarówno biogazu jak i stałych półproduktów, które mogą powrócić do gleby. Prowadzi to do stwierdzenia o optymalnych systemach i ścieżkach pozyskiwania energii słonecznej dla celów transportu. Jednak dotychczas nie poświęcono należytej uwagi systematycznej analizie rozwiązań alternatywnych, łącznie z ograniczeniem zapotrzebowania na cele transportowe i zwiększeniem efektywności użytkowania. Przykładowo, energetyka solarna może być bardziej efektywnie wykorzystywana w systemach fotowoltaicznych niż przy pozyskiwaniu biopaliw z alg. Mamy zatem alternatywę: wytwarzanie energii elektrycznej w systemach PV dla zasilania zelektryfikowanych środków transportu. Podobnie zakładając, że dostępna jest biomasa z rolnictwa lub leśnictwa nie jest oczywiste, czy produkcja biopaliw, nawet przy wykorzystaniu technologii drugiej generacji, jest najbardziej efektywnym sposobem pozyskiwania energii. Jest to częściowo skutkiem zużycia energii w procesach produkcji biopaliw i częściowo wynika z niskiej sprawności silników wewnętrznego spalania. Spalanie bezpośrednie – np. w układach skojarzonych ciepłno-elektrycznych (CHP) potencjalnie prowadzi do większej efektywności, gdy energia elektryczna jest wykorzystywana do napędu lekkich środków transportu. Jednakże osiągnięcie istotnych efektów wymaga eksploatacji dużej liczby pojazdów tego typu, czego w Europie nie oczekuje się przed rokiem 2020. Celowe jest zatem zwrócenie uwagi na ciężki transport samochodowy, dla którego napęd elektryczny nie jest realną opcją w przewidywanej przyszłości. W silnikach wysokoprężnych realnymi opcjami paliwowymi są biodiesel i biogaz. Mimo, iż wiele krajów UE dysponuje rozległą siecią dystrybucji gazu, biogaz dla celów transportu nie posiada odpowiedniej infrastruktury tankowania paliw, a flota lekkich pojazdów wykorzystuje niszowy segment wyspecjalizowanych stacji paliwowych.

Zbudowanie odpowiedniej infrastruktury jest warunkiem, umożliwiającym wykorzystanie wysokiej efektywności biodiesla w horyzoncie krótko- i średnioterminowym. Dla ciężkiego transportu konkurować może w efektywności system zasilania biogazem. Wykorzystanie tego paliwa prowadzi do potencjalnych korzyści dla systemu elektroenergetycznego UE. Konieczność bilansowania popytu i podaży w czasie rzeczywistym stwarza istotne problemy przy przewidywanej wysokiej penetracji technologii OZE o wytwarzaniu nieciągłym i trudno przewidywalnym (technologie wiatrowe i solarne), a generacja z wykorzystaniem biopaliw problem ten może złagodzić.

Podsumowując ten wątek stwierdzić można, że przyszłe zrewidowanie polityki UE, winno zwrócić uwagę na podejście zintegrowane w zakresie energii, transportu i rolnictwa oraz na odpowiednio szerokie i długoterminowe zdefiniowanie optymalizowanych systemów.

4. Wychwytywanie i sekwestracja węgla (CCS)

CCS jest procesem, w którym CO₂, pochodzące ze spalania paliw kopalnych w elektrowniach i procesach w przemyśle, jest wychwytywane przed uwolnieniem do atmosfery

oraz następnie transportowane do bezpiecznych podziemnych składowisk. CCS jest ważnym elementem polityk i strategii unijnych, zmierzających do ograniczenia zmian klimatycznych. Jednakże doświadczenie z eksploatacji CCS w skali komercyjnej jest ograniczone, a postęp europejski we wdrażaniu obiektów pilotażowych i demonstracyjnych wyraźnie wyhamował w ostatnich latach. Studium (EASAC: Transforming... 2011) w zakresie CCS dokonuje przeglądu wyzwań, które muszą być brane pod uwagę dla zapewnienia, że ta technologia stanie się istotnym elementem unijnych strategii ograniczenia emisji i zmian klimatycznych, a zatem rozważyć należy jaki będzie jej udział w systemie UE do 2050 r. Problemy integracji systemów energii uwzględniają na poziomie europejskim: systemy infrastruktury CO₂, transportu i magazynowania energii; zarządzanie paliwami kopalnymi w pełnym cyklu życia (od kopalni po grób); struktury zachęt dla CCS; ocenę oddziaływania na środowisko oraz integrację różnych gałęzi przemysłu dla rozwoju systemów CCS. Całościowe (holistyczne) strategie podejścia do tworzenia europejskiej zintegrowanej infrastruktury transportowej CO₂ prowadzą do znacząco niższych wymagań funkcjonowania, wymagając mniejszej liczby korytarzy transportowych (a więc i mniejszej liczby zezwoleń, często trudnych do uzyskania) niż jest to konieczne w przypadku podejścia zindywidualizowanego. Ocenia się poziom oszczędności na 25–40% w porównaniu z nieskoordynowanymi łączami „od punktu do punktu”. Niezbędne działania wstępne obejmują lepsze rozpoznanie lokalizacji europejskich zdolności magazynowych, a charakterystyka taka wymaga określenia na poziomie UE. Konieczne jest także podejście regionalne, umożliwiające strategiczne zintegrowanie zasobów, miejsc magazynowania oraz sieci transportu CO₂ oraz wykorzystujące identyfikację i charakteryzowanie zdolności magazynowania.

Znaczącym wyzwaniem będzie opracowanie mechanizmów finansowania, umożliwiających rozbudowę infrastruktury transportowej i szczególnie adresowanych do uwarunkowań, polegających na konieczności początkowego przewymiarowania systemu rurociągów dla umożliwienia stopniowego łączenia źródeł CO₂ i miejsc magazynowania. Ponadto występują wyzwania bezpieczeństwa dla systemu zintegrowanego transportu i magazynowania, w tym:

- ✧ ograniczenia czasów, niezbędnych dla uzyskiwania pozwoleń dla projektów infrastrukturalnych na drodze usprawnienia procesów aplikacji oraz efektywnych mechanizmów angażowania opinii publicznej, co zapewni niezbędny poziom wsparcia obywatelskiego,
- ✧ opracowania wspólnych specyfikacji parametrów eksploatacyjnych rurociągów CO₂ dla ułatwienia integracji i bezpieczeństwa operacyjnego rurociągów CO₂.

Zastosowanie CCS stwarza potrzebę bardziej zintegrowanego podejścia w pełnym cyklu życia dla zarządzania paliwami kopalnymi w systemie energetycznym, wykorzystującym węgiel i gaz ziemny. Jest to szczególnie charakterystyczne dla kombinacji technologii CCS z technologiami pobudzania wydobywania ropy i gazu. Przewiduje się, że takie inicjatywy mogą ułatwić rozpowszechnienie CCS w Europie przez wygenerowanie strumienia finansowania CCS w rodzaju rozwiązań północnoamerykańskich.

Studium EASAC stwierdza, że najbardziej istotnymi elementami udziału CCS w spełnieniu europejskich uwarunkowań odnośnie redukcji gazów cieplarnianych będzie połączenie źródeł, magazynów CO₂ oraz akceptacji społecznej. Natomiast z punktu widzenia systemu energii elektrycznej kluczowe jest utrzymanie elektrowni, wykorzystujących

paliwa kopalne, w mechanizmie równoważenia podaży i popytu, niemal bliskich zeru emisjach GHGs i zasadniczej roli technologii opartych na zasobach odnawialnych. Takie usytuowanie CCS może zmniejszyć negatywną ocenę opartą na domniemaniu, że rozwój tej technologii opóźni rozpowszechnianie OZE. Jednakże wymaga to wykazania, że elektrownia z CCS wraz z nieodłącznym systemem transportu i magazynowania CO₂ może być eksploatowana w sposób bezpieczny w trybie pracy ze zmiennym obciążeniem.

Koszty emisji CO₂, wyrażone przez cenę pozwoleń w unijnym ETS, przewidziano jako odpowiednią zachętę do rozwoju technologii CCS. Jednakże ceny pozwoleń załamały się na skutek nadmiernego potencjału wytwórczego i dziś rozważane są dodatkowe mechanizmy wsparcia dla umożliwienia budowy instalacji demonstracyjnych i komercyjnych elektrowni pierwszej generacji. Podczas gdy ceny pozwoleń na emisję muszą być odpowiednio wysokie dla rozpowszechnienia CCS w Europie, należy podjąć środki przeciwdziałające przemieszczeniu do innych regionów gałęzi przemysłu o intensywnej emisji węgla (*carbon leakage*). Dobrze skonstruowany pakiet środków regulacyjnych i finansowych będzie nieodzowny dla przezwyciężenia tego zjawiska. W skali globalnej Unia Europejska winna dążyć do wpływania na procesy delokacji dla wprowadzenia wszędzie zalecanych standardów ochrony środowiska. Ilustruje to dobitnie waga określenia wartości granicznych i interakcji pomiędzy podsystemem (MENA, Europa) i całym systemem (globalną gospodarką). Podobnie system odpowiednich granic dla oceny w pełnym cyklu życia skutków środowiskowych jest zagadnieniem o istotnej wadze. Aczkolwiek instalacje wychwytywania CO₂ w elektrowniach ograniczą bezpośrednio emisje do atmosfery w granicach 85–98%, to emisje pośrednie z procesów pozyskiwania, przeróbki, transportu i magazynowania nie są w zasadzie eliminowane, mimo iż muszą być znaczne. Wartości uśrednione tych emisji w Europie wynoszą 80 i 140 gramów równoważnika CO₂ na kWh, odpowiednio dla technologii gazowych i węglowych. Zasadnicze wyzwanie dla CCS polega na konieczności integracji czterech sektorów, różniących się istotnie pod wieloma względami. Są to: zgazowywanie i chemiczne przetwórstwo, wytwarzanie energii elektrycznej, sieci przesyłowe oraz sekwestracja w złożach geologicznych. Każdy z tych sektorów dysponuje – lub musi dopiero stworzyć – własną kulturę i poziom ryzyka oraz stopy zwrotu i każdy uzależniony jest od różnych oferentów środków kapitałowych.

5. Dyskusja

Opracowanie EASAC (EASAC: Transforming... 2011) analizuje cztery zasadniczo różniące się aspekty nowoczesnych systemów, ale wspólnym problemem jest zwiększenie stopnia zintegrowania, prowadzące do specyficznych szans i wyzwań. Kluczowe stwierdzenie polega na konieczności adekwatnego wytyczenia granic systemu zarówno dla celów analizy jak i planowania zarządzania i regulacji tego systemu. Niewłaściwe określenie granic zmienia zachowanie podmiotów i umożliwia pominięcie w analizach ważnych czynników behawioralnych i finansowych. W pewnych przypadkach konieczne jest rozszerzenie

granic analiz poza system zaopatrzenia w energię – przykładowo, na drodze uwzględnienia powiązanych systemów żywnościowych, transportowych w przypadku sektora biopaliw oraz regionalnych systemów ekonomiki i polityki wraz z ich aspiracjami w przypadku CSP.

Znaczenie integracji systemów jest stale powracającym czynnikiem napędowym polityki energetycznej UE; rola Wspólnoty jest większa niż możliwości oddziaływań pojedynczych państw członkowskich, ale wymaga w skali międzynarodowej harmonizacji zachęt, regulacji itp. Utrata autonomii członków UE jest równoważona korzyściami, wynikającymi z funkcjonowania szerszych i bardziej efektywnych rynków. Integracja systemów energetycznych wymaga na ogół skutecznej koordynacji obszernej grupy graczy i uwzględnienia perspektywy długoterminowej. Konieczna jest również spójność różnych elementów systemu, przykładowo rynków i fizycznej infrastruktury. Raport (EASAC: Transforming... 2011) stwierdza, że UE nie poświęca należytej uwagi podejściu systemowemu w tworzeniu swej polityki i strategii energetycznej, zastępując to analizą rozwoju poszczególnych technologii. Na skutek tego europejską politykę energetyczną cechuje notoryczny brak spójności. Podobnie działania UE w zakresie badawczo-rozwojowym są nadal zbyt skoncentrowane na rozwoju indywidualnych technologii, co nie sprzyja osiągnięciu wymaganych celów unijnych.

Lepsze zrozumienie dynamiki, procesów przejściowych i integracji systemów wymaga podejścia interdyscyplinarnego. Systemowy punkt widzenia jak i lepsze zrozumienie dynamiki systemu są niezbędne dla wykorzystania możliwości poszczególnych technologii i zintegrowania mnogości niezbędnych elementów w celu stworzenia wysokoefektywnych i trwałych nowych ich kombinacji. Podejście systemowe musi też brać pod uwagę problemy akceptacji i integracji nowych technologii przez społeczeństwo.

Ważnym studium przypadku jest określenie przez UE celu, jakim jest osiągnięcie zasadniczo zdekarbonizowanego systemu elektroenergetycznego w horyzoncie roku 2050. Wymaga to stworzenia radykalnie odmiennego systemu, ale nie uzyskano jeszcze dostatecznie klarownej wizji funkcjonowania tej nowej struktury, jak poszczególne elementy nowego systemu będą ze sobą współpracować i jak przebiegać będzie proces przejścia. A także, jak oceniane technologie przejdą próbę symulacji systemowych, gdy system elektroenergetyczny zdominowany zostanie przez technologie, wykorzystujące zasoby odnawialne i jak to wpłynie nie tylko na technologie i infrastrukturę, ale również na rynki, zachowania odbiorców, infrastrukturę wiedzy, politykę i regulacje. Finansowanie badań systemowych jest obecnie ułamkiem wydatków UE na badania i rozwój, co musi ulec zmianie. Wskaźnik koszty/korzyści jest znacząco wyższy niż dla oceny postępu w technologiach, wymagających kosztownych procesów demonstracji eksperymentalnej. Szczególnie można zalecić wprowadzenie do SET-Planu platformy *energy systems*. Wykształci to mechanizm, wspierający zintegrowany rozwój społeczny, gospodarczy i techniczny europejskiego systemu energetycznego.

Europa cechuje się raczej ograniczonymi własnymi zasobami kopalnymi i większymi ograniczeniami w rozwoju energetyki niż w wielu innych regionach geopolitycznych świata, zwłaszcza uwzględniając czynnik ograniczenia emisji i zmian klimatycznych. Podejście systemowe jest zatem niezbędne dla możliwie najlepszego wykorzystania dostępnych zasobów oraz wskazania decydom politycznym rozwiązań, łączących wartości społeczne

i dobre wykorzystanie zasobów. Cechą tego podejścia jest również uzyskanie odpowiedzi na szereg istotnych pytań w rodzaju sposobu uzyskania bezpieczeństwa energetycznego czy też wzmocnienia odporności na zakłócenia.

Wnioski

„We współczesnym społeczeństwie większość energii dostarczana jest za pośrednictwem systemów energetycznych o cechach kompleksowości, zróżnicowania gospodarczego i generującego interakcje z innymi systemami i podsystemami. Przykładem może służyć wzrastająca wzajemna zależność systemów energii elektrycznej, gazu i transportu. Coraz większego znaczenia nabiera sposób konstruowania i integrowania tych systemów. Istnieje wiele możliwości poprawy ogólnych parametrów energetycznych przy wzrastającym poziomie integracji, ale postęp w tym kierunku jest zasadniczym warunkiem. Podejście systemowe umożliwi interdyscyplinarną ocenę czynników, decydujących o zachowaniu systemu jako całość, łącznie z procesami przejścia, niezbędnymi dla osiągnięcia założonych celów. Tylko na drodze zrozumienia jak funkcjonuje system jako całość i jak zintegrowany jest w strukturach społeczeństwa można uzyskać w praktyce zrealizowanie efektu synergii i uniknięcie sytuacji konfliktowych” (EASAC: Transforming... 2011).

Literatura

- Komunikat Komisji Europejskiej (...) – Europejska Polityka energetyczna KOM (2007)1, wersja ostateczna, Bruksela 10.01.2007.
- HOLMES, J. 2013. A More Perfect Union. IEEE Power&Energy Mag. Vol. 11, Nr 5, Sept./Oct. 2013.
- EASAC: Transforming Europe’s electricity supply: An infrastructure strategy for a reliable, renewable and secure power system. EASAC Policy Rep. 11 Nov. 2011.
- European Commission: Strategic Energy Technology Plan, Brussels 2010.
- Directive 2009/28/EC of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy... Brussels 2009.
- European Commission: Report from the Commission on indirect land use change (...) Brussels 22.12.2010.

Jacek MALKO

On a more perfect European Union

Abstract

The main goals of European Union, expressed in its political documents on energy policy are to establish a common energy system that is sustainable with respect to reducing greenhouse gas emissions and to improve the security of energy supplies to Europe. A pan-European energy infrastructure is seen as an essential enabler. The European Academies Science Advisory Council (EASAC) was established in 2001 by the national science academies of the EU member states to provide independent advice to EU policy makers on the science underpinning a key policy decisions. Article summarized the energy systems integration issues, addressed in studies undertaken by EASAC over the last years and draws some cross-cutting conclusions on the challenges associated with the analysis, designs and operation of integrated energy systems and how they may be met. A better understanding is needed of systems dynamics, transitions, integration and how the system as a whole works. Systems approaches must take into account the reception and integration of new technologies into society.

KEY WORDS: energy systems, integration, development, goals

