

Jacek MALKO*

Globalizacja w energetyce — wybrane problemy

STRESZCZENIE. Globalizacja definiowana jest jako formy działania odnoszące się do całego świata lub co najmniej jego istotnej części. Globalizacja, procesów decyzyjnych odgrywa ważną rolę w dziedzinach bezpieczeństwa dostaw energii i przejawiających się w postaci awarii katastrofalnych (*black-out'ów*) w elektroenergetyce. Innym problemem o wymiarze globalnym jest zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola, traktowane jako szansa zrównoważonego rozwoju sektora energetyki. Dokumenty UE: dyrektywa IPPC i załączniki BREF, odnoszą się między innymi do wielkich obiektów energetycznych (LCP). W artykule przedstawione są przypadki zagrożeń i szans dla elektroenergetyki.

SŁOWA KLUCZOWE: energetyka, globalizacja, szanse, zagrożenia

Motto 1: „... *Kapitalizm zyskał popularność na całej kuli ziemskiej, doprowadzając do materialnego rozwoju wielu części świata i scalając je w żelaznej klatce, którą obecnie nazywamy globalizacją*”.

Francis Fukuyama
NY Times Book Review
14 marca 2005 r.

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

Recenzent: prof. dr hab. inż. Roman NEY

Motto 2: „Ludzie na całym kontynencie chcą, aby UE zajęła się wyzwaniami i możliwościami przed którymi stają ich kraje. Globalizacja to prawdopodobnie największe z tych wyzwań, ale to jednocześnie szansa (...). Europa nie może zatrzymać globalizacji, nie może jej też ignorować. Musimy ją dostrzec i reagować na nią po to, aby utrzymać się z naszych gospodarek”.

Douglas Alexander
Minister ds. Europejskich UK
GW, 24 czerwca 2005

Wprowadzenie

Zacytowane powyżej opinie o zjawisku, zwanym globalizacją, nie przybliżają jednak jego istoty. Najnowsza na rynku krajowym encyklopedia PWN-GW (2005) daje definicję szerszą i wolną od emocji.

„Globalizacja gospodarki: złożony, wielowymiarowy proces pogłębienia międzynarodowego podziału pracy, zwiększenia obrotów handlu międzynarodowego, nasilenia przepływów kapitału, ludzi, technologii i towarów, przenikania się kultur i narastania zależności między krajami (...) Globalizacja gospodarki jest spowodowana przez czynniki technologiczne, ekonomiczne i polityczne. Najważniejsze czynniki technologiczne to upowszechnianie takich wynalazków jak: komputery, internet, telefon komórkowy, łączność satelitarna, rozwój transportu (...). Czynniki ekonomiczne to rozwój korporacji międzynarodowych (m.in. nasilenie fuzji w latach 90 XX w.), przemiany systemowe i otwarcie wielu gospodarek narodowych dla napływu towarów i kapitału. Czynniki polityczne to (m.in.) popieranie ekspansji międzynarodowych korporacji przez kraje macierzyste, demokratyzacja i rynkowa gospodarka”.

Raport Instytutu Globalnych Sieci Energetycznych (GENI) [1] zjawisko globalizacji opisuje w realiach systemów zaopatrzenia w energię.

„Trzydzieści lat temu R.B. Fuller zaproponował łączenie systemów regionalnych jedną ciągłą globalną siecią elektroenergetyczną. Podczas gdy wizja ta jest nadal daleka od urzeczywistnienia, postęp techniczny sprawił, iż już dziś możliwe jest łączenie narodowych i regionalnych sieci przesyłu energii. Linie przesyłowe umożliwiają przedsiębiorstwom energetycznym wyrównanie maksymalnych i minimalnych wartości zapotrzebowania za sprawą przepływów dobowych Wschód-Zachód i przepływów sezonowych Północ-Południe. Powstania inicjatywy łączenia infrastruktury sieciowej nadało najwyższy priorytet działania w kierunku zdefiniowanym hasłem: „zapewnić całej ludzkości dostęp do energii w możliwie najkrótszym czasie na drodze spontanicznej współpracy bez narażania środowiska lub szkodzenia komukolwiek”. Badania wykazują, że podstawowe korzyści będą rezultatem rozwoju sieci energetycznych. Są to:

- ✧ podniesienie poziomu życia całej ludzkości,
- ✧ zmniejszenie skażenia środowiska,
- ✧ zmniejszenie skutków eksplozji demograficznej,
- ✧ zwalczanie klęski głodu,
- ✧ pobudzenie międzynarodowej wymiany handlowej, oraz
- ✧ intensyfikacja pokojowej współpracy międzynarodowej” [1].

Powszechna i głęboka transformacja sektorów infrastrukturalnych — w tym i sektorów zaopatrzenia w energię — stworzyła zasadniczo różne od dotychczasowych i bardziej złożone uwarunkowania zarówno wewnętrzne (silne i słabe strony przedsiębiorstw), jak i zewnętrzne (zagrożenia i szanse w otoczeniu konkurencyjnym). Tak więc przydatnym narzędziem okazuje się znana już od dziesięcioleci metoda *SWOT* (*Strengths and Weakness, Opportunities and Threads* [2]), przy czym szeroko rozumiane otoczenie określone jest przez powszechne procesy globalizacyjne. Dalsze rozważania będą zawężone do sektora zaopatrzenia w energię elektryczną (silnie przecież powiązanego z sektorem paliw) i będą charakteryzować czynniki zagrażające bezpieczeństwu energetycznemu oraz szanse wynikające z postępu technicznego i dywersyfikacji źródeł energii elektrycznej. Wybór zakresu rozważań wynika zarówno z wagi elektroenergetyki (zwanej zasadnie sektorem infrastruktury krytycznej), jak i z oczywistych ograniczeń objętości artykułu.

Globalizacja: zagrożenia

Najbardziej spektakularnym zagrożeniem, związanym z bezpieczeństwem energetycznym, jest awaria katastrofalna systemu elektroenergetycznego, określana potocznie terminem *black-out*.

„Rozległe awarie systemowe nie są już rzadkimi zjawiskami nawet w uprzemysłowionych krajach Europy Zachodniej” [3]. Zjawisko to znajduje swe uzasadnienie w sferze teorii: głęboko osadzony w realiach systemowych raport [4] Departamentu Energii USA stwierdza: „Teoria chaosu i dynamiki nieliniowej sugerują, iż szeroko rozprzestrzeniające się stany katastrofalne będą faktami nieuniknionymi”. Pogląd ten odbiega od niedawnych deklaracji, wygłaszanych po analizie wielkiej dwudniowej awarii Zachodniego Wybrzeża USA w lipcu 1996 r. Sekretarz ds. Energii (US DOE) w piśmie do prezydenta stwierdził, że „dokonano aktywnego przeglądu wielkich awarii, przeanalizowano istniejące regulacje odnośnie do niezawodności pod kątem możliwych zmian zgodnych z ewolucją elektroenergetyki i podjęto działania dla wzmocnienia bezpieczeństwa pracy narodowego systemu elektroenergetycznego” [5]. Tej wiary w naprawialność błędów, którym przypisano sprawstwo awarii, nie zakłócił przewlekły kryzys kalifornijski lat 2000/2001. Wyraźne przyczyny zakłóceń w dostawach energii elektrycznej leżały tam po stronie niewłaściwych działań regulatora — władz stanowych, prowadzących do deficytu mocy wytwórczych i rozre-

gulowania mechanizmów rynku energii elektrycznej. Nadal podtrzymywano przekonanie, że „przedsiębiorstwa energetyczne są zdolne do zarządzania generacją i sterowania obciążeniami infrastruktury przesyłowej, mimo iż procesy deregulacji ograniczyły możliwości centralnego sterowania, co mogło spowodować większe ryzyko stanów awaryjnych” [6]. Kolejna wielka amerykańska awaria systemowa w sierpniu 2003 r. stała się wstrząsem dla polityków, chociaż nie stanowiła niespodzianki dla energetyków („Wielki *black-out* zaskakuje polityków, lecz nie społeczność energetyków” — taki był tytuł artykułu redakcyjnego w prestiżowym czasopiśmie Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników w IEEE z września 2003 r.). Najbardziej czułym elementem infrastruktury dostaw energii okazała się sieć przesyłowa działająca w nowych uwarunkowaniach rynkowych. „Przemysł elektroenergetyczny został poddany restrukturyzacji od struktur w pełni regulowanych do stanu, w którym istnieje znacząca konkurencja w wytwarzaniu i sprzedaży. Wraz z postępującą transformacją sektora w kierunku bardziej konkurencyjnych rynków coraz większym zagrożeniem stało się obniżenie niezawodności. Sieć przesyłowa stanowi kręgosłup rozwoju konkurencji przez zapewnienie możliwości transportu wytwarzanej energii pomiędzy obszarami generacji i konsumpcji. Wraz z ewolucją konkurencyjności znacząco wzrasta liczba transakcji realizowanych za pośrednictwem sieci. Co więcej, sieć przesyłowa jest wykorzystywana w sposób uprzednio niestosowany: większość obecnych systemów przesyłu nie była zaprojektowana dla pełnienia funkcji „elektrycznych autostrad” dla dostarczania wielkich wartości energii na długie odległości lub dla realizacji stale wzrastającej liczby transakcji na konkurencyjnych rynkach hurtowych. W systemach przesyłowych występują znacznie częściej niż w przeszłości ograniczenia wynikające z odmiennego zarządzania zasobami wytwórczymi przez tradycyjne pionowo zintegrowane przedsiębiorstwa i przez nowych niezależnych producentów” [3].

Powszechność przyjętych rozwiązań strukturalnych, rozwój konkurencji i działanie mechanizmów rynku uczyniły problemy amerykańskie uniwersalnymi w skali globalnej. Uświadomiła to seria wielkich awarii, które z kontynentu północnoamerykańskiego przeniosły się na teren europejski. Rok 2004 odnotował m.in. katastrofalne zakłócenia w systemach brytyjskim, skandynawskim, włoskim i greckim [7, 8]; awarie dotknęły następnie również w Polsce aglomerację warszawską i wrocławską, a niedawny *black-out* regionu moskiewskiego z pewnością nie zamyka tej listy. Koncentrując się na naszym kontynencie nie można nie postawić pytania podstawowego: dlaczego europejski sektor energii elektrycznej tak łatwo ulega destrukcji Komisja Europejska Dyrektywą 96/92/EC (która weszła w życie w lutym 1997 roku, a następnie radykalizowana została w Dyrektywie 2003/54/EC) wprowadziła liberalizację wewnętrznego unijnego rynku energii elektrycznej, a zasady tej liberalizacji znajdują realizację w legislacjach narodowych państw członkowskich. Postulowane otwarcie rynku dla odbiorców przemysłowych od lipca 2004 roku (i pełne otwarcie dla wszystkich odbiorców od roku 2007) ulegnie zapewne opóźnieniu w poszczególnych krajach, a osiągnięte dotychczas rezultaty są rozczarowujące. Prezydent Międzynarodowej Federacji Odbiorców Przemysłowych (IFIEC) — Peter Calaes alarmuje, iż tylko w ciągu ostatniego roku ceny energii elektrycznej wzrosły o 35–50%, czego nie jedyną przyczyną

jest podwojenie rynkowych cen węgla. Szok cenowy ma swe główne źródło w braku konkurencyjności. Oligopol pięciu wielkich przedsiębiorstw energetycznych kontroluje rynek Niemiec, Francji i krajów Beneluksu, a ograniczenia przesyłowe łączy transgranicznych utrudniają obrót w skali międzynarodowej. Ale nawet doskonałość mechanizmów rynkowych nie zwiększy podaży energii. Według danych Międzynarodowej Agencji Energii (IEA), wyspecjalizowanego organu OECD, połowa bloków energetycznych w Europie pozostaje w eksploatacji ponad 25 lat, co oznacza konieczność ich wymiany w następnym ćwierćwieczu. Ocena kosztów tego przedsięwzięcia mówi o potrzebie zaangażowania 1,3 biliona USD w ciągu najbliższego trzydziestolecia. Podobnie alarmistyczne w tonie są wnioski, przedstawione w głośnym raporcie Bostońskiej Grupy Konsultingowej (BCG, [9]). Nieatrakcyjność podsektora wytwórczego dla inwestorów wynika z niskich cen energii elektrycznej. Cena 25–30 Euro/MW·h odpowiada krótkoterminowym kosztom krańcowym wytwarzania i odstrasza od angażowania kapitału w budowę nowych mocy. Obserwowany wzrost cen do około 35 Euro/MW·h nadal kształtuje się poniżej progowej wartości około 40 Euro/MW·h, uważanej za minimalną dla zwrotu zainwestowanego kapitału. Doraźnym rozwiązaniem pozostaje utrzymywanie w eksploatacji jednostek przestarzałych i zamortyzowanych, ale nie jest to sposób na obniżenie cen.

Innym problemem — nie tylko europejskim — jest zapewnienie niskich kosztów wytwarzania przy wypełnieniu zobowiązań ograniczenia emisji, narzuconych przez regulacje UE i akty międzynarodowe. Nadal utrzymywane decyzje o rezygnacji z energetyki jądrowej (przy odrębnym stanowisku jedynie Francji i Finlandii) nie dają większego pola manewru rządów, odpowiedzialnym za bezpieczeństwo energetyczne. Klasyczne technologie węglowe są kosztowne, technologie gazowe wprowadzają czynnik uzależnienia od dostaw z niepewnych politycznie krajów Afryki Płn. i Azji Środkowej, technologie odnawialne (OZE) mimo szybkiego tempa penetracji rynkowej nadal stanowią jedynie uzupełnienie bilansu i cechują się często ograniczoną dyspozycyjnością.

Również pilne są potrzeby inwestycyjne w obszarze sieci przesyłowych i dystrybucyjnych, przy czym infrastruktura sieciowa ma cechy monopolu naturalnego, co ogranicza mechanizmy konkurencyjności na rzecz nie zawsze skutecznej regulacji. Również w europejskim kontekście aktualne są zalecenia DOE 6, formułujące warunki bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej:

- ✧ większa pewność regulatora o tym, kto odpowiada za utrzymywanie i modernizację elementów sieci przesyłowej,
- ✧ identyfikacja i usuwanie ograniczeń zdolności przesyłowych,
- ✧ budowa nowych linii przesyłowych,
- ✧ maksymalizacja wykorzystania istniejącej infrastruktury sieciowej,
- ✧ opracowanie nowych zaawansowanych materiałów i technologii przesyłu materiałów,
- ✧ pobudzenie tendencji do racjonalnego użytkowania energii elektrycznej,
- ✧ egzekwowanie prawnych zobowiązań w zakresie niezawodności,
- ✧ ściśle przypisanie odpowiedzialności za stan i pracę sieci przesyłowej.

Równie istotne jak pragmatyczne zalecenia prewencyjne są próby fizycznej interpretacji samego zjawiska rozwoju awarii katastrofalnej. Klasyką w tej mierze jest publikacja z roku 1996 [10], wprowadzająca pojęcie infrastruktur krytycznych. Przykładami takich infrastruktur są systemy komputerowe, energii elektrycznej czy też komunikacji.

W latach ostatnich te infrastruktury zintegrowały się w bardzo znacznym stopniu, tworząc nową superinfrastrukturę, obejmującą różnorodne systemy, rządzące się własnymi prawami fizycznymi, oddziałujące na siebie wzajemnie i wchodzące w rozległe interakcje na krytycznych poziomach operacyjnych [10]. Przykładem takiej superinfrastruktury jest zintegrowana infrastruktura energii elektrycznej, komunikacji i informatyki (*Power, Communication and Computer* — PCC). W celu zrozumienia i zdefiniowania formalnej teorii systemów oddziałujących interakcyjnie infrastruktur PCC z punktu widzenia niezawodności, ważnymi problemami bieżących badań w zakresie systemów elektroenergetycznych stały się analizy typów awarii, odporności systemów na awarie katastrofalne, oraz środków i metod zapobiegania tym awariom, powodowanym przez czynniki techniczne, ludzkie lub naturalne. Spowodowało to równocześnie ewolucję nowych narzędzi operacyjnych: zaawansowanych systemów automatyki zabezpieczeniowej, monitorowania i sterowania. Niezbędne jest również wprowadzenie do systemów elektroenergetycznych nowych urządzeń, zwiększających odporność na awarie katastrofalne. „W skrócie myślowym można stwierdzić, iż takie urządzenia zmieniają naturę systemu elektroenergetycznego: od kruchej (*brittle*) do bardziej elastycznej (*ductile*)” [10].

Zadaniem współczesnych systemów energii elektrycznej jest zapewnienie pokrycia zapotrzebowania odbiorców w sposób efektywny i ekonomiczny. Jednakże konieczność synchronicznej pracy wielu elementów powoduje skłonność do rozpadu systemu na skutek katastrofalnych zakłóceń. Zjawisko to przypomina pęknięcie kruchej struktury pod wpływem udaru. Struktura elastyczna będzie natomiast deformować się w otoczeniu zakłócenia i zapobiegać rozprzestrzenianiu tego zakłócenia w sposób kaskadowy. Jak zatem uczynić system elektroenergetyczny bardziej elastycznym w reakcji na zakłócenie katastrofalne i jakie skutki uboczne będą rezultatem takiej transformacji?

„Zwiększenie cechy elastyczności struktury wymaga wprowadzenia dodatkowych elementów strukturalnych o określonych właściwościach, co związane jest z dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi” [10]. Dla systemów elektroenergetycznych takimi elementami strukturalnymi są łącza stałoprądowe (HVDC) oraz inne sterowalne urządzenia w rodzaju stabilizatorów, sterowanych szeregowych i równoległych elementów indukcyjnych i pojemnościowych, ograniczników dynamicznych itp., określonych wspólnym mianem FACTS — elastycznych systemów sterowania w sieciach przemiennoprądowych. Elementy takie nie są nowością we współczesnych systemach, jednakże nie jest ich wiele, a dobór i lokalizacja wynika na ogół ze specyficznych uwarunkowań miejscowych. Spowodowanie, by cały system nabrał większej elastyczności będzie wymagać zakrojonych na wielką skalę badań odnośnie do rozmieszczenia dodatkowych elementów strukturalnych i ich pożądanych właściwości dynamicznych. Może również powstać potrzeba wprowadzenia elementów całkowicie nowych i stwarza to poważne wyzwanie przed konstruktorami. Niezbędne są

dwa typy elementów, które odgrywać mogą rolę aktywną w sytuacji rozwijającej się awarii katastrofalnej. Pierwszym z nich są elementy, ograniczające zakłócenie do małego obszaru (określane są one terminem układów rozcinających — *Partitioners*). Drugi typ ma za zadanie tłumić kołysania mocy w przypadku ich wystąpienia — stąd określenie układy tłumiące — *Dampers*. Elementy te pozostają „uśpione” w warunkach normalnej pracy systemu, nie zakłócając efektywności i ekonomiki eksploatacji. Jednakże po wykryciu początków rozwoju wielkiego zakłócenia urządzenia typu P i D, rozmieszczone w strategicznych punktach, stają się aktywne i powodują ograniczenie awarii do niewielkiego fragmentu systemu, umożliwiając normalne funkcjonowanie części nie dotkniętych awarią. Wykrywanie rozwoju zdarzenia o potencjalnie katastrofalnych skutkach jest nową funkcją automatyki zabezpieczeniowej, realizowaną na poziomie hierarchicznym systemowego centrum dyspozycyjnego. Dyspozytor (operator systemu), po otrzymaniu komunikatu o zagrożeniu, wysyła polecenia, aktywujące „układy rozcinające” w odpowiednich fragmentach sieci. W sposób oczywisty wymaga to stworzenia wyspecjalizowanych technik analitycznych w systemowych ośrodkach dyspozycji ruchu dla wykorzystania możliwości automatyki wraz z rozległym systemem monitorowania i komunikacji.

Operator systemu decyduje (w oparciu o dane z monitoringu), które urządzenia mają być pobudzone w celu ograniczenia zakłócenia do niewielkiego obszaru i zapobieżenia możliwości kaskadowego rozwoju zdarzeń. Istotnym czynnikiem w tych działaniach jest możliwość symultanicznego monitorowania elementów systemu w czasie rzeczywistym. Postęp technologii, prowadzący do skomputeryzowanych pomiarów wielkości wraz z możliwościami transmisji, synchronizowanych przez globalny system pozycjonowania (GPS) z dokładnością mikrosekundową oraz szerokopasmową komunikacją, wykorzystującą szybkie łącza światłowodowe, umożliwia dziś śledzenie na bieżąco zjawisk dynamicznych w rozległych systemach elektroenergetycznych. Wraz z doskonaleniem technik analizy informacji w czasie rzeczywistym operator systemu uzyskał mocne narzędzia nowoczesnego monitorowania i zapobiegania rozwojowi zdarzeń katastrofalnych. Rozległe studia, badające wykorzystanie pomiarów w czasie rzeczywistym jako sygnałów sprzężenia zwrotnego dla sterowania w sieciach przemiennoprądowych najwyższych napięć oraz stabilizatorów systemowych i elastycznych układów sterowania wykazały, że zastosowanie takiej koncepcji sterowalnych elementów systemowych wpływa istotnie na zachowania systemu elektroenergetycznego po wystąpieniu poważnych zakłóceń. Skuteczność przeciwdziałania rozwojowi i ograniczenia skutków takich zjawisk zależy od skutecznej integracji krytycznych infrastruktur dostaw energii, komunikacji i sieci komputerowych.

W ramach odpowiedzialności za bezpieczeństwo pracy systemów energetycznych operatorzy opracowują zasady postępowania dla zapobieżenia oraz — o ile działania prewencyjne okażą się nieskuteczne — dla odbudowy systemu po awarii katastrofalnej [11, 12]. Koncepcja przeciwwawaryjnej ochrony systemu elektroenergetycznego opiera się na rozbudowie struktury informacyjnej sterowania pracą systemu oraz wyspecyfikowaniu stanów awaryjnych [13]. W przeświadczeniu o nieuchronności takich zdarzeń czyni się zatem — w oparciu

o specyficzne realia — wiele dla minimalizacji związanego z nimi ryzyka. Potwierdza to znaną skądinąd zasadę, iż rozwiązywanie problemów globalnych (tu — awarie katastrofalne w systemach elektroenergetycznych) następuje w istotnej mierze na drodze działań lokalnych.

Globalizacja: szanse

Koniecznym, aczkolwiek niewystarczającym warunkiem bezpieczeństwa energetycznego jest odpowiedni poziom zdolności wytwórczych i przesyłowych. Jednakże w ogólnym obrazie gospodarki światowej konieczne jest uwzględnienie podziału na kraje o rozwiniętej gospodarce rynkowej (organizacyjnie tworzące blok OECD) oraz kraje rozwijające się. Mamy zatem do czynienia z dwiema „subglobalizacjami” opisanymi w zakresie polityk energetycznych w sposób następujący [14]:

OECD. Kontynuowane są tendencje zapewnienia odpowiedniego poziomu inwestycji i dobrze funkcjonujących rynków, tak więc polityka winna skupiać się na rynkowej konkurencyjności zasobów. Czynnikiem zniechęcającymi przed rozwojem nowych technologii są subsydiowanie paliw kopalnych, wysoki koszt wejścia na rynek oraz ekonomia skali. Rezygnacja z subsydiów i internalizacja społecznych kosztów zewnętrznych spalania paliw kopalnych na drodze działań fiskalnych będą pomocne dla eliminacji nieprawidłowości rynku.

Dla pobudzenia zapotrzebowania na nowe technologie oraz prac rozwojowo-wdrożeniowych niezbędna jest konsekwentna polityka wyznaczania celów, wprowadzenia standardów udziału OZE i programy handlu emisjami. Opcje te umożliwiają przedsiębiorstwom energetycznym elastyczne reagowanie, prowadzące do możliwości wyboru sposobu działania dla optymalizacji struktury produkcji i sprzedaży.

Kraje rozwijające się. Niestabilność rynków ogranicza konkurencyjność, gdyż inwestorzy unikają chorych ekonomik. Zwiększenie atrakcyjności dla narodowych i międzynarodowych inwestorów w sektorze energetycznym wymaga podstawowych reform w zakresie prawnym, instytucjonalnym i społecznym. Możliwe jest uzyskanie sukcesu przez lokalne projekty gdy nastąpi efekt synergii działań państwa i inicjatyw indywidualnych w celu pobudzenia konkurencyjności. Problemy zaopatrzenia w energię będą również łągodzone na drodze ograniczenia subsydiowania paliw kopalnych. Ograniczenie lub eliminacja subsydiów zapewnia wewnętrzne zachęty do inwestowania, polepsza perspektywę dla inwestorów zewnętrznych oraz zwiększa możliwości państwa w zakresie inwestowania w inne cele rozwojowe. Subsydia prowadzące do niedoszacowania ceny energii elektrycznej, obciążały kraje rozwinięte kosztem 130 mld USD rocznie w ciągu ubiegłego dziesięciolecia. Jeśli uznaje się za niezbędne subsydiowanie, to winno ono zapewniać rozważenie celów finansowych, społecznych i ochrony środowiska.

Polska jako członek OECD swoją politykę energetyczną harmonizuje z krajami UE. Liczne uwarunkowania wynikają tu z konieczności dostosowania na przykład praktyki organizacyjnej i inwestycyjnej do wymogów, narzuconych przez legislację wspólnotową.

Dokumentem unijnym, najsilniej bodajże ingerującym w procesy inwestowania i eksploatacji złożonych systemów technicznych we wszystkich sektorach gospodarki, jest Dyrektywa Rady Unii Europejskiej 96/61/EC z dnia 24 września 1996 r., dotycząca zintegrowanego zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń [15]. Dyrektywa, powołująca się na pierwotne źródło prawa europejskiego, jakim jest Traktat założycielski Wspólnoty Europejskiej oraz uwzględniając propozycje zgłoszone przez Komisję Europejską oraz opinie Komitetu Gospodarczo-Społecznego UE deklaruje zgodność z podstawowymi celami i zasadami polityki unijnej w zakresie ochrony środowiska. Polityka ta „polega w szczególności na zapobieganiu, ograniczaniu i — tak dalece jak to jest możliwe — eliminacji zanieczyszczeń przez udzielanie priorytetu działaniom u źródeł (zanieczyszczeń) oraz zapewnianie właściwego zarządzania zasobami naturalnymi w zgodności z zasadą zanieczyszczający płaci oraz zasadą zapobiegania emisjom” [15]. Celem zintegrowanego podejścia do kontroli zanieczyszczeń jest zapobieżenie emisjom do atmosfery, wód lub gleby tam gdzie jest to możliwe, dla uzyskania wysokiego poziomu ochrony środowiska w ujęciu kompleksowym.

Dyrektywa (powszechnie określana jako IPPC) ustala ogólne ramy zintegrowanego zapobiegania i kontroli zanieczyszczeń. Zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju wartości graniczne, parametry lub równoważne środki techniczne winny wynikać z najlepszych osiągalnych technik dla zapewnienia wysokiego poziomu ochrony środowiska jako całości.

Pojęcie najlepsze osiągalne techniki (BAT) zdefiniowane jest następująco: „najbardziej efektywne i zaawansowane stadium w rozwoju działalności i metod ich prowadzenia, które wykazuje praktyczną stosowalność poszczególnych technik dla zapewnienia podstawy tworzenia granicznych wartości emisji jako skutecznego środka prewencji, lub gdy nie jest to osiągalne — uzyskanie redukcji emisji i całościowego oddziaływania na środowisko”. Dalej definiowane są poszczególne człony akronimu BAT:

- ✧ **najlepsze** (*best*) — oznacza najbardziej efektywne (techniki) dla osiągnięcia wysokiego ogólnego stopnia ochrony środowiska jako całości;
- ✧ **osiągalne** (*available*) — oznacza techniki rozwinięte w stopniu umożliwiającym stosowanie w odnośnym sektorze przemysłu, w warunkach zasadności technicznej i ekonomicznej, z uwzględnieniem kosztów, uzyskiwanych korzyści oraz tego, czy techniki są wykorzystywane czy też wytwarzane w rozważanym państwie członkowskim i czy są one dostępne dla operatora;
- ✧ **techniki** (*techniques*) — obejmują zarówno stosowane technologie jak i metody projektowania, budowy, obsługi, eksploatacji i utylizowania instalacji.

Państwa Członkowskie są — zgodnie z Artykułem 11 Dyrektywy — zobowiązane do zapewnienia, by kompetentne organy śledziły lub były informowane o rozwoju najlepszych dostępnych technik, pomocnych w osiągnięciu celów kontroli i redukcji emisji.

Liczne dokumenty unijne przedstawiają i rekomendują technologie oceniane jako BAT w różnych dziedzinach gospodarki: przykładowo od intensywnego tuczu trzody chlewnej (kod ILF), przez spalanie odpadów (WI), aż po procesy przetwarzania metali nieżelaznych (NFM). Poczesne miejsce w obszarze BAT zajmują technologie efektywnego użytkowania energii (ENE) i stosowane w wielkich obiektach energetycznego spalania (LCP). Ważny w skali nie tylko europejskiej sektor wytwarzania energii elektrycznej i ciepła opisywany jest z perspektywy najlepszych technologii w dokumencie [16], odnoszącym się do obiektów energetycznych o znamionowej mocy cieplnej powyżej 50 MW. W opracowaniu tego dokumentu uczestniczyło przeszło 60 przedstawicieli sektorów energetycznych krajów członkowskich, operatorów sieci, przedstawicieli administracji państwowej, dostawców wyposażenia i ekologicznych organizacji pozarządowych (NGO), skupionych w Technicznej Grupie Roboczej (TWG). Dokument znany jest jako BREF (*Best Available Techniques REference*), a jego wersja z listopada 2004 r. została przyjęta jako końcowa na brukselskim posiedzeniu Forum Wymiany Informacji 20 grudnia 2004 r.

Podstawą oceny działań w obszarze scentralizowanych obiektów wytwórczych (energetyki zawodowej i przemysłowej) jest analiza stanu i prognoza zasobów, ich struktury i wykorzystywanych technologii.

W krajach UE wykorzystywane są wszystkie dostępne typy źródeł energii dla wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. Dobór paliw pierwotnych w poszczególnych krajach członkowskich jest zdeterminowany głównie przez dostęp do zasobów o znaczeniu lokalnym lub narodowym: węgla kamiennego i brunatnego, biomasy, torfu, ropy naftowej i gazu ziemnego. Od roku 1990 udział paliw kopalnych w wytwarzaniu energii elektrycznej zwiększył się o 16%, a zapotrzebowanie wzrosło o 14%. Udział zasobów odnawialnych (zdominowanych przez hydroenergetykę i biomasę) w strukturze paliw dla elektroenergetyki wykazuje większą dynamikę — około 20%. Wielkie obiekty energetycznego spalania, o zakresie produkcji wynikającym z zapotrzebowania, stanowią bądź systemowe źródła energii elektrycznej i ciepła (energetyka zawodowa), bądź też budowane są na potrzeby procesów przemysłowych, zaspokajając zapotrzebowanie na parę, ciepło i energię elektryczną (energetyka przemysłowa).

Źródła energii elektrycznej wykorzystują obszerny zakres technologii spalania paliw. Dla paliw stałych technologie spalania w palnikach pyłowych w złożu fluidalnym oraz z wykorzystaniem palenisk rusztowych są traktowane jako BAT zarówno dla obiektów istniejących jak i nowo projektowanych. Dla paliw ciekłych i gazowych do BAT zalicza się: kotły, silniki tłokowe oraz turbiny gazowe. Wybór systemu dla każdego obiektu opiera się na przesłankach ekonomicznych, technicznych, ekologicznych oraz lokalnej specyfice, obejmującej dostępność paliw, wymagania eksploatacyjne, uwarunkowania rynkowe i infrastrukturę sieciową.

Wymagania dla BAT opisują poziomy emisji w oparciu o średnie wartości dobowe, standardowe warunki otoczenia i standardowy poziom CO₂ (zależy od typu paliwa), odpowiadające typowemu obciążeniu. Przyjęte w dokumencie [16] wartości odnoszą się do transportu, magazynowania i wstępnego przetwarzania paliwa pierwotnego, sprawności

ciepłej techniki spalania, emisji pyłu, SO₂, NO_x, CO, metali ciężkich, skażenia wody, odpadów oraz współspalania.

Podstawowymi celami Dyrektywy ICPP jest możliwie najlepsze zarządzanie zasobami energetycznymi i efektywne wykorzystanie paliw. Tak więc sprawność cieplna stanowi ważny wskaźnik poziomu emisji. Za szczególnie skuteczny sposób ograniczenia emisji uznaje się skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, a ogólnym wskazaniem jest budowa instalacji kogeneracyjnych wszędzie tam, gdzie zapotrzebowanie na ciepło użytkowe decyzję taką uzasadnia.

Podjęte przez UE działania w zakresie efektywności energetycznej precyzują m.in. kierunek zbieżny z koncepcją BAT:

„Zniesienie luki między udanymi pokazami nowatorskich technologii, a ich efektywnym wkroczeniem na rynek. Miałoby to przynieść masowe rozpowszechnienie i rozpoczęcie w całej Unii inwestycji na wielką skalę w nowe i najlepiej sprawdzające się technologie” [17].

Do realizacji tego celu potrzebne są nowe instrumenty, które funkcjonując na szczeblu Unii Europejskiej, mogłyby być dostosowywane do zróżnicowania i specyfiki sektorów energetyki odnawialnej oraz do efektywności energetycznej. Instrumenty te powinny wspierać repliki pierwszych rynkowych rozwiązań sprawdzonych technologii o istotnym znaczeniu dla Europy. W ten sposób Unia będzie dokonywać podziału ryzyka związanego z ekonomicznym wykorzystaniem wyników badań technicznych i rozwojowych.

Omawiane nowe instrumenty byłyby głównym następcą obecnego programu Inteligentna energia — Europa 2003—2006. Powinno to zapewnić lepsze wykorzystanie (poprzez szerszą skalę wdrożeń w całej UE i eksport) wyników projektów oraz promocję podstawowych technologii związanych ściśle z konkurencyjnością. Działania na szczeblu UE, zharmonizowane z inicjatywami krajowymi i przedsięwzięciami międzynarodowych instytucji finansowych, są konieczne do efektywnej realizacji tego zadania [14].

Dyrektywa IPPC znajduje swoje rozwinięcie w licznych dyrektywach sektorowych, precyzujących warunki np. dla technologii bazujących na zasobach odnawialnych, ustalających specyficzne poziomy emisji lub precyzujących zasady promowania skojarzonego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. W ramach regulacji ogólnych rolę szczególną odgrywa dokument [16], rekomendujący specyficzne techniki z uwagi na typ paliwa, technologie spalania, efektywność energetyczną oraz poziomy emisji. Ten „dokument referencyjny” jest dobrym odniesieniem przy optymalizacji rozwiązań w procesie modernizacji w oparciu o zasadę najlepszej dostępnej techniki, dając wyjątkową szansę realizacji wizji trwale zrównoważonego sektora zaopatrzenia w energię: zasadnego ekonomicznie, przyjaznego środowisku i akceptowalnego społecznie. Przykładem uregulowań dokumentu BREF-LCP mogą być wartości sprawności, wymaganych dla określonych typów paliwa i stosowanych technik jego wykorzystywania (tab. 1).

TABELA 1. Wartości sprawności cieplnej przy stosowaniu BAT dla bloków opalanych węglem kamiennym i brunatnym

TABLE 1. Levels of thermal efficiency associated with the application of BAT measures for coal and lignite fired combustion plants

Paliwo	Techniki	Sprawność cieplna netto [%]	
		obiekty nowe	obiekty istniejące
Węgiel kamienny i brunatny	skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej (CHP)	75–90	75–90
Węgiel kamienny	palniki pyłowe	43–47	Osiągalne polepszenie sprawności zależy od specyfiki bloku, lecz jako odniesienie można przyjąć, że zastosowanie BAT w istniejących obiektach umożliwia osiągnięcie wartości 36–40% lub przyrostu sprawności powyżej 3%
	spalanie fluidalne	>41	
	spalanie fluidalne (złoża ciśnieniowe)	<42	
Węgiel brunatny	palniki pyłowe	42–45	
	spalanie fluidalne	>40	
	spalanie fluidalne (złoża ciśnieniowe)	>42	

Źródło: BREF, Nov. 2004 [16]

Próba podsumowania

Niezmiernie złożony i kontrowersyjny proces globalizacji, stanowiącej jeden z dominujących megatrendów współczesności, wymyka się próbom opisu w nader skrótovej formie referatu sesyjnego. W poczuciu tych ograniczeń przedstawiono wybrane aspekty globalizacji w kategoriach zagrożenia bezpieczeństwa i szanse postępu technicznego w obszarze transgranicznych systemów zaopatrzenia w energię. Świadomość zagrożeń daje szansę działań prewencyjnych lub ograniczenia niekorzystnych skutków; prawidłowa ocena szans umożliwi natomiast maksymalizację wynikających z nich korzyści.

Literatura

- [1] Global Energy Network Institute, 2004 — A compelling global strategy for peace and sustainable development. GENI Reports.
- [2] MALKO J., 2004 — Metoda SWOT w analizie strategicznej rozwoju elektroenergetyki. Wokół Energetyki nr 6(22).
- [3] WHITLOW D., 2004 — How to avoid the nightmare scenario. Enr. Pow. News.

- [4] US Department of Energy — Final Report on the August 14, 2003, Blackout in the United States and Canada: Causes and Recommendations. US — Canada System Outage Task Force, DOE, Washington, Apr. 2004.
- [5] US Department of Energy — The Electric Power Outages in the Western United States. DOE/PO-050, Washington, Aug. 1996.
- [6] US Department of Energy — Grid 2030 — A National Vision for Electricity Second 2000 Years. DOE Report, Washington Aug. 2003.
- [7] MALKO J., 2003 — Black-out czyli zdarzenia katastrofalne w krytycznych systemach infrastrukturalnych. Wokół Energetyki nr 5(15).
- [8] BLACKABY N. — EU acts to keep the lights on. PEI, March 2004.
- [9] The Boston Consulting Group — Keeping the Lights On — Navigating Choices in European Power Generation. BCE Report, Boston 2003.
- [10] TARMLONGLAK S., HOROWITZ S.H., PHADKE A.G., THORP J.S. — Anatomy of power Delivery, vol. 11, No 2, Apr. 1996.
- [11] Instytut Automatyki Systemów Energetycznych — Materiały Konferencji „Problemy obrony i odbudowy systemu elektroenergetycznego w warunkach rynku energii elektrycznej”. Wrocław, październik 1999.
- [12] Polskie Sieci Elektroenergetyczne — Instrukcja postępowania dyspozytorskiego w czasie awarii katastrofalnych. Warszawa, grudzień 2004.
- [13] KŁOS A., PASKA J., 2005 — Ochrona systemu elektroenergetycznego przed wielkimi awariami systemowymi — zarys koncepcji. Materiały Konferencji APE'05. Gdańsk — Jurata, czerwiec 2005
- [14] European Commission — Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: The share of renewable energy in the EU. Brussels 2004.
- [15] Council Directive 96/61/EC of 24 Sept. 1996 concerning integrated pollution prevention and control OJ L 257 of 10 Oct. 1996.
- [16] European Commission — Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Draft Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, Seville (Esp.). Nov. 2004.
- [17] European Commission — Energy and Transport Report 2000–2004. Luxembourg 2004.

Jacek MALKO

Globalisation in energy sector — selected problems

Abstract

Globalisation is defined as activity related to on involving entire world or at last substantial its part. Globalisation related to decision making process plays important role in areas security of energy supply and come out as a catastrophic failure or black-out. Another global issue is pollution prevention and control treated as a chance of sustainable development of energy sector. EU documents: IPPC directive and accompanying reference brochure BREF refer among others for large combustion plants (LCP). In the paper case studies of thread and chance for energy sector are presented.

KEY WORDS: power system, globalisation, threats, oportunities