

Prof. Jan Popczyk, Instytut Elektroenergetyki  
i Sterowania Układów Politechniki Śląskiej

# POSTPRZEMYSŁOWA ENERGETYKA

PIĄTA FALA INNOWACYJNOŚCI – I część

**E**nergetyka węglowa (maszyna parowa) dała początek społeczeństwu przemysłowemu, ukształtowała je. Transport oparty na ropie naftowej, elektroenergetyka systemowa (w tym atomowa) i energetyka gazowa (w tym elektroenergetyka gazowa i ciepłownictwo) dopełniły proces uzależnienia społeczeństwa przemysłowego od sposobu funkcjonowania energetyki. Na początku XXI wieku przyszedł czas na odwrócenie porządku: mianowicie, na zbudowanie przez społeczeństwo wiedzy energetyki zrównoważonej, zapewniającej światu i indywidualnemu człowiekowi bezpieczeństwo energetyczne i ekologiczne. Energetyki pasującej do właściwości społeczeństwa wiedzy.

**W**szystkie dotychczasowe typy/etapy rozwoju energetyki cechowały się tym, że oprócz wielkich korzyści pozostawiały po sobie wielkie kłopoty do rozwiązania przez następne pokolenia. Energetyka węglowa pozostawia po sobie górnictwo, które trzeba restrukturyzować. Skalę trudności z tym związanych pokazuje Wielka Brytania, kolebka energetyki węglowej. Mianowicie, górnictwo brytyjskie (*British Coal*), które osiągnęło w 1913 r. szczytowe roczne wydobycie wynoszące 290 mln ton węgla, zatrudniało w 1920 r. 1,25 mln pracowników. W 1985 r., kiedy w brytyjskim górnictwie pracowało jeszcze ponad 220 tys. osób, doszło w nim do najcięższego strajku na świecie, który ostatecznie został przegrany przez górników. Dopiero wtedy nastąpiła skuteczna, chociaż niezwykle bolesna restrukturyzacja, trwająca prawie 10 lat, polegająca na prywatyzacji i pełnym uyrunkowieniu górnictwa w Wielkiej Brytanii (za Wielką Brytanią poszła cała Europa. Polska dużą część takiej restrukturyzacji ma niestety ciągle przed sobą).

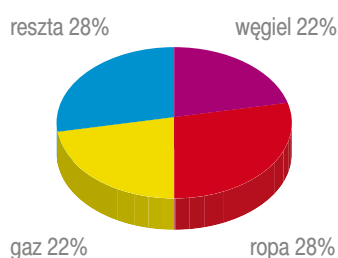
Transport (samochodowy od przełomu wieków XIX i XX, lotniczy od II wojny światowej) korzystający z ropy naftowej, a potem energetyka gazowa, rozwijająca się gwałtownie w ciągu ostatnich 20. lat, spowodowały uzależnienie świata demokratycznego od krajów niedemokratycznych i umożliwiły tym ostatnim terroryzm energetyczny na wielką skalę. Kryzysy naftowe w latach 70. ostatniego stulecia i bieżąca sytuacja w zakresie bezpieczeństwa dostaw ropy naftowej i gazu ziemnego, mająca znamiona permanentnego kryzysu energetycznego, obrazują już skalę trudności związanych z terroryzmem energetycznym. Jednak rozwiązanie problemu świat ma dopiero przed sobą. Trzykrotne od 2004 r. przerwy w dostawie gazu do UE, będące wynikiem rosyjskiej strategii politycznej względem Białorusi i Ukrainy, są sygnałem ostrzegawczym. Jeszcze silniejszym sygnałem są gwałtowne wzrosty cen giełdowych ropy w połowie 2008 r., które nadały swoistą dynamikę długotrwałemu światowemu kryzysowi finansowo-gospodarczemu.

Z kolei energetyka atomowa pozostawia po sobie wypalone paliwa jądrowe, którego utylizacja jest ciągle problemem. Skala trudności z tym związanych nie jest jeszcze światu w pełni znana. Wiadomo jednak z całą pewnością, że koszty są ogromne. Najbardziej spektakularnym przykładem ich pełnej (rynkowej) internalizacji jest ta zrealizowana w Wielkiej Brytanii. Jej wynik, to bankructwo przedsiębiorstwa *Nuclear Electric* (2002 r.). Drugim kłopotem, który powoduje energetyka atomowa jest ryzyko jej dyfuzji w obszar zbrojeń i zwiększone ryzyko wykorzystania do celów terrorystycznych. Iran, Korea Północna, Pakistan są w tym przypadku przykładami najwyraźniejszymi, ale nie jedyne.

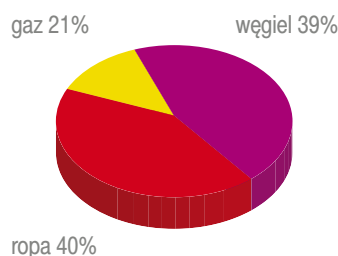
Oczywiście, najbardziej kłopotliwą spuścizną po całej energetyce społeczeństwa przemysłowego są, łącznie traktowane: emisja CO<sub>2</sub> oraz niska efektywność energetyczna konwersji paliw pierwotnych w energię końcową (użyteczną). Technologie węglowe i gazowe wykorzystywane do produkcji energii elektrycznej i ciepła, w tym dla potrzeb procesów technologicznych w przemyśle) oraz technologie transportowe są źródłem emisji CO<sub>2</sub> w procesach spalania (paliw kopalnych). Łatwo oszacować, korzystając z podstaw termodynamiki chemicznej procesów spalania, że jedna tona CO<sub>2</sub> powstaje ze spalania 500 m<sup>3</sup> gazu ziemnego, 400 l benzyny (0,31 tony oleju napędowego/opałowego) oraz 0,47 tony węgla kamiennego (0,56 tony węgla brunatnego). W obecnej strukturze paliwowej (w energii pierwotnej, której roczne światowe zużycie wynosi około 12 Gtoe<sup>1)</sup> węgiel, ropa i gaz mają udział około: 22%, 28% i 22%, odpowiednio. Resztę stanowią: energia odnawialna (tradycyjna biomasa, głównie drewno – 10%, wielkie elektrownie wodne – 7%, pozostała energia odnawialna – 5%) i energia elektryczna z elektrowni atomowych (6%).

Emisja jednostkowa CO<sub>2</sub> pochodząca ze spalania, odniesiona do 1 GJ energii pierwotnej, wynosi natomiast dla węgla, ropy i gazu, w przybliżeniu: 0, 10,

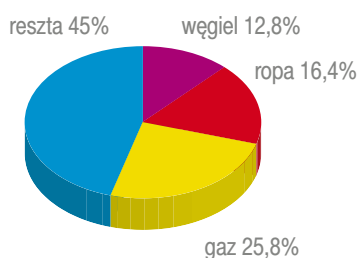
1) Tona oleju ekwiwalentnego (toe) jest równa 40,6 GJ, lub inaczej 11,3 MWh



Rys. 1. Struktura paliw pierwotnych (12 Gtoe, 2008) [1]



Rys. 2. Udział paliw kopalnych w emisji CO<sub>2</sub> (27 mld ton, 2008)



Rys. 3. Udział paliw pierwotnych w rynku energii końcowej (69 mln TWh, 2008)

0,075 i 0,056 tony, odpowiednio. Znacząc zużycie paliw można oszacować, że energetyka (szeroko rozumiana) jest przyczyną rocznej emisji CO<sub>2</sub> wynoszącej około 27 mld ton, z czego na węgiel przypada około 10,4 mld ton, na ropę około 10,7 mld ton i na gaz około 5,9 mld ton.

Sprawność w całym łańcuchu przemian energetycznych dla poszczegól-

nych paliw, dla dominujących technologii wykorzystujących te paliwa, jest następująca: węgiel (dostawa energii elektrycznej do odbiorców końcowych, realizowana z wykorzystaniem wielkoskalowych technologii wytwórczo-sieciowych) – 30%, ropa (samochód z silnikiem spalinowym) – 30%, gaz (dostawa energii elektrycznej i ciepła do odbiorców końcowych z wykorzystaniem technologii combi i kogeneracyjnych) – 60%. Efektem jest struktura udziałów paliw pierwotnych na rynku energii końcowej taka jak na rys. 3. Jest to struktura zupełnie inna niż na rys. 1, odnoszącym się do bilansu energii pierwotnej. Powodem jest struktura sprawności energetycznych (dla technologii wykorzystujących węgiel i ropę z jednej strony oraz gaz z drugiej) charakterystyczna dla energetyki społeczeństwa przemysłowego.

Emisja jednostkowa CO<sub>2</sub> odniesiona do 1 GJ energii końcowej (u odbiorcy) wynosi: 0,33, 0,28 i 0,09 tony, odpowiednio. Znowu, struktura tych emisji znacznie odbiega od struktury paliw kopalnych w bilansie energii pierwotnej (rys. 1). Ważniejsze jest jednak niezrównoważenie całkowitej alokacji emisji CO<sub>2</sub> (27 mld ton) na poszczególne paliwa kopalne w kontekście (całego) rynku paliw końcowych. To niezrównoważenie jest bardzo głębokie. W szczególności, paliwa kopalne odpowiedzialne (łącznie) za całą emisję CO<sub>2</sub> w energetyce mają udział na rynku energii końcowej wynoszący jedynie 55%.

Monopole i paramilitarna energetyka też jest uciążliwą pozostałością po charakterystycznym dla społeczeństwa przemysłowego modelu funkcjonowania energetyki. Model ten blokuje bardzo silnie innowacyjność. Na przykład energetyka atomowa, ale także górnictwo węglowe oraz biznesy naftowy i gazowy utrwalają porządek polityczno-korporacyjny i różne polityki energetyczne (nadbudowy), które w żadnym wypadku nie pasują do społeczeństwa wiedzy (bazy). Spadkiem po epoce przemysłowej są także nieefektywne przemysły wokółenergetyczne, np. nieefektywny

”

Oczywiście, najbardziej kłopotliwą spuścizną po całej energetyce społeczeństwa przemysłowego są, łącznie traktowane: emisja CO<sub>2</sub> oraz niska efektywność energetyczna konwersji paliw pierwotnych w energię końcową (użyteczną)

amerykański przemysł samochodowy. Dramatycznym dowodem na tę nieefektywność jest fakt, że odchodzą do historii takie firmy samochodowe jak *Chrysler* i *General Motors*. Podobieństwo obecnych kłopotów rządu amerykańskiego związanych z przemysłem samochodowym do kłopotów rządu brytyjskiego związanych z przemysłem węglowym dwie dekady temu jest aż nadto widoczne. Rozwiązania stosowane przez rząd amerykański (szeroko zakrojony program pomocy publicznej, z czym wiąże się powszechne już w mediach podkładanie pod skrót GM nazwy *Government Motors*) są jednak na razie odwrotne do tych, które zastosował rząd brytyjski (prywatyzacja *British Coal*). □



[www.klaster3x20.pl](http://www.klaster3x20.pl)