

ENERGETYKA PROSUMENCKA JAKO SKUTEK KONWERCENCJI POSTĘPU TECHNOLOGICZNEGO I ROZWOJU SPOŁECZNEGO

Popczyk J.

Zmiana paradygmatu rozwojowego energetyki – zamiast wprowadzenia. Jest to zmiana, którą w artykule rozpatruje się na gruncie teorii T. Kuhna (teoria struktur rewolucji naukowych) [1]. Zgodnie z tą teorią, nauka (i technika też) nie rozwija się ewolucyjnie, a za pomocą zwrotów (i przewrotów). Polegają one na zmianie paradygmatu (systemu pojęć i procedur, które wyznaczają sposób prowadzenia badań naukowych). Do zmiany paradygmatu na nowy dochodzi wtedy, kiedy nie można już do starego dopasować faktów. Taka sytuacja występuje właśnie w energetyce.

Najlepiej można ją zilustrować na przykładzie elektroenergetyki, która wchodzi współcześnie w etap zmian strukturalnych, najgłębszych od II wojny światowej. (Po II wojnie światowej w Europie Zachodniej nastąpiły zmiany polegające na bardzo szeroko zakrojonej nacjonalizacji i centralizacji elektroenergetyki, czyli na stworzeniu formuły monopolu narodowego, szczególnie w takich krajach jak Włochy, Francja, Wielka Brytania. Celem zmian było stworzenie elektroenergetyki zdolnej zapewnić wielkie ilości energii elektrycznej dla gospodarki odbudowującej się w poszczególnych krajach po zniszczeniach wojennych).

Wielki *blackout*, który wystąpił na kontynencie północnoamerykańskim (wschodnie wybrzeża USA i Kanady) w 1965 r., zapoczątkował w elektroenergetyce proces odwrotny do tego, który spowodowała II wojna światowa. Mianowicie, był to proces liberalizacyjny, obejmujący w szczególności trzy wielkie reformy.

Podstawą pierwszej reformy, w USA, była ustawa PURPA (1978-1982) kreująca sektor niezależnych wytwórców – ustawa ta po raz pierwszy w historii elektroenergetyki, rozpoczynającej się w końcu XIX wieku, wprowadziła konkurencję do wytwarzania energii elektrycznej (pierwszy etap konkurencji). Drugą reformą była brytyjska reforma prywatyzacyjno-liberalizacyjna (1989-1990) – likwidująca monopol narodowy/państwowy (w wymiarze jednego kraju) za pomocą najpierw decentralizacji organizacyjnej, potem prywatyzacji i wreszcie stopniowego zwiększania konkurencji za pomocą zasady TPA, zapewniającej odbiorcom dostęp do sieci elektroenergetycznych; był to drugi etap kreowania konkurencji na rynku energii elektrycznej. Trzecia reforma, w postaci trzech kolejnych unijnych pakietów liberalizacyjnych – od pierwszego, którego podstawę stanowiły dyrektywy „elektryczna” 1996/92 (projekt tej dyrektywy został ogłoszony w 1992 roku) oraz „gazowa” 1998/30 aż do trzeciego, mającego podstawę w dyrektywach: „elektrycznej” 2009/72/ i „gazowej” 2009/73 – ukształtowała jednolity europejski rynek energii elektrycznej działający w oparciu o zasadę TPA stosowaną powszechnie (bez wyjątków) w całej Europie; jest to trzeci etap kreowania konkurencji.

Trzy reformy (trzy etapy wdrażania konkurencji) były dobrym przygotowaniem do zmiany paradygmatu rozwojowego w energetyce, ale nie były wystarczające do tego, aby „rozładować” nagromadzony wcześniej potencjał niewspółmierności monopolistycznego sposobu funkcjonowania elektroenergetyki i nowych możliwości technologicznych oraz przemian społecznych (w sensie takim jak u Kuhna). Rozładowanie takie zapewniają dopiero

obecne zmiany energetyki WEK¹ w prosumencką; charakterystyczne zagadnienia makroekonomiczne, techniczne i mikroekonomiczne poświęcone transformacji energetyki WEK w EP jako innowacji przełomowej są przedstawione w szczególności w raportach [2, 3].

Symbolem współczesnej przebudowy energetyki, spełniającej kryterium zmiany paradygmatu w sensie teorii T. Kuhna, jest przełom niemiecki, wywołujący bardzo silne skutki w całej gospodarce (przełom znany pod nazwą *energiewende* – *German energy transition*). Jest to **najsilniejszy przełom w całej dotychczasowej historii elektroenergetyki** (istnieją przesłanki, aby szacować, że w ciągu półtora roku, od lipca 2011 do końca 2012, prosumenci niemieccy zainstalowali ponad 2 mln ogniów PV o przeciętnej mocy 7 kW każde, co w polskiej perspektywie jest niewyobrażalne).

Na obecnym etapie proces zmiany paradygmatu rozwojowego w upolitycznionej energetyce (na całym świecie, a w Polsce w szczególności) trzeba już rozpatrywać nie w kategoriach racjonalnego dyskursu, ale w kategoriach zjawiska znanego z psychologii, którego przykładem jest rysunek kaczki-królika. Na rysunku tym dostrzegamy kaczkę albo królika, ale praktycznie nie możemy ich zobaczyć równocześnie. Podobnie jest we współczesnej energetyce: widzimy ją jako WEK albo OZE/URE (prosumencką). Patrząc na energetykę WEK, wydaje się, że bez niej wszystko „runie”. Rozpatrując natomiast energetykę OZE/URE, wydaje się, że wszystko można za jej pomocą rozwiązać. Zapowiedzią zmiany paradygmatu rozwojowego w energetyce jest gwałtownie wzrastająca liczba nowych publikacji (w mniejszym stopniu jeszcze książek/podręczników). Szybki rozwój biblioteki BŻEP² jest tu dobrym przykładem³.



DIALEKTYKA PROCESU PRZEBUDOWY ENERGETYKI

Chociaż dokonująca się zmiana paradygmatu rozwoju energetyki nie ma podstaw naukowych stworzonych przez tradycyjne środowiska naukowe (to należy do istoty teorii Kuhna), to mimo wszystko, nie jest „wybrykiem natury”. Dawała się natomiast antycypować na gruncie podejścia dialektycznego, czyli następstwa kolejnych cykli, w których rzeczywistość można badać każdorazowo w kontekście tezy, antytezy i syntezy. W tabeli przedstawiono w uproszczeniu dialektykę procesu przebudowy elektroenergetyki od początku jej historii (koniec XIX wieku) do etapu energetyki prosumenckiej.

Podkreśla się, że w procesie przebudowy elektroenergetyki (we wszystkich procesach badanych dialektycznie) synteza wcześniejszego cyklu jest tezą w cyklu następnym. Proces pokazany w tab. 1 obrazuje w uproszczony sposób cykliczną przebudowę elektroenergetyki jako wynik rozwoju technologicznego oraz transformacji społeczeństwa (struktur społeczno-gospodarczych) w postaci ciągłego ścierania się i jednoczenia przeciwieństw (znoszenia się nieadekwatności między poziomem technologicznym oraz etapem rozwoju społecznego). Szerzej proces ten opisano (w sześciu aspektach) poniżej, przy tym w kontekście całej energetyki, a nie tylko elektroenergetyki. Podkreśla się, że definicję energetyki prosumenckiej, p. 4, powtarza się tu (oczywiście, z zastosowaniem koniecznych zmian

¹ W Raporcie stosuje się akronimy: EP – energetyka prosumencka, WEK – wielkoskalowa energetyka korporacyjna; OZE – odnawialne źródła energii, URE – urządzenia rozproszonej energetyki; SEE – system elektroenergetyczny (ogólnie), KSE – krajowy system elektroenergetyczny, MOA – układ hybrydowy obejmujący mikrowiatrak, ogniwo PV, baterię akumulatorów, EV – *electric vehicle*.

² Biblioteka Źródłowa EP, www.klaster3x20.pl (podstrona CEP – Centrum Energetyki Prosumenckiej).

³ W teorii Kuhna zmiana paradygmatu wiąże się nierozdzielnie ze zmianą języka w obszarze działania paradygmatu. W konsekwencji masowe pojawienie się książek/podręczników opisujących dany przedmiot badań nowym językiem jest warunkiem uznania, że zmiana paradygmatu nastąpiła.

redakcyjnych) w autorskiej wersji takiej jak w raporcie [2]. Z kolei omówienie syndromów *homo energeticusa i homo economicusa*, p. 5, oraz kwestii związanych z innowacyjnością przełomową, p. 6, znajduje się w raporcie [3]. Powodem powtórzeń jest silna integralność tych zagadnień z całą problematyką społeczną energetyki prosumenckiej, ale także ich nowość.

Tab. 1. Dialektyka procesu przebudowy elektroenergetyki

Cykl	Teza	Antyteza	Synteza
I cykl (koniec XIX wieku do zakończenia II wojny światowej)	subsidiarność I (skala krajowa)	korporacjonizm	monopol sieciowy, <i>utility</i> (PUP ¹)
II cykl (do ustawy PURPA w USA, 1978-82)	<i>utility</i> (PUP)	interwencjonizm państwowy	monopol narodowy (technologiczno-regulacyjny), WEK
III cykl (do reformy brytyjskiej, 1989-90)	WEK	społeczeństwo postindustrialne,	IPP ¹ , konkurencja I
IV cykl (do niemieckiego Energiewende, 2011 i dalej)	IPP	społeczeństwo informacyjne, subsidiarność II (UE)	TPA ² , konkurencja II
V cykl (horyzont Mapy Drogowej 2050)	TPA, OZE, smart grid	społeczeństwo obywatelskie, prosument, człowiek progresywny	EP, konkurencja III (energetyka postwęglowa)

¹ PUP – przedsiębiorstwo użyteczności publicznej (w USA – *utility*).

² IPP (*Independent Power Producers*) – niezależni wytwórcy.

³ TPA (*Third Party Access*) – dostęp stron trzecich do sieci (do rynku).

1. Energetyka w procesie rozwoju społeczeństw. Fundamentalne interakcje między rozwojem energetyki i społeczeństw trwają od XVIII wieku. Charakterystyczną dynamikę zmian w tym okresie można opisać następująco. Maszyna parowa umożliwiła rewolucję przemysłową, która zapoczątkowała rozwój społeczeństwa przemysłowego i dała podstawy rozwoju energetyki WEK (podstawą był bardzo szybki wzrost zapotrzebowania – głównie na cele produkcyjne – społeczeństwa przemysłowego na energię). W latach 1970. społeczeństwo przemysłowe w USA, Europie i Japonii zaczęło się przekształcać w społeczeństwo postprzemysłowe (postindustrialne), w którym zmieniło się miejsce tworzenia dochodu narodowego: przemieściło się ono z obszaru produkcji towarów do obszaru usług. W latach 1990. społeczeństwo na całym świecie zaczęło się przekształcać, za przyczyną Internetu, w społeczeństwo informacyjne. A dalej stawia się tu tezę, że kryzys finansowy i gospodarczy 2007-2013 stanie się początkiem budowy społeczeństwa wiedzy. Znakiem społeczeństwa wiedzy będzie człowiek produktywny [4], realizujący swoje cztery potrzeby: zakorzenienia, twórczości, tożsamości i relacji, w tym odpowiedzialności za innych. Społeczeństwo wiedzy będzie się kształtować jako wynik rozczarowania technologiami informacyjnymi (socjotechniką stosowaną za pomocą tych technologii) i będzie odpowiedzią na narastający kryzys zaufania do rządów i mediów w USA, UE i Japonii oraz na nową rolę Chin w globalnym układzie sił. Energetyka WEK, ukształtowana w społeczeństwie przemysłowym, zbyt wolno adaptująca się do nowych faz przemian społecznych (w dużym stopniu wzmacniająca kryzys zaufania społeczeństwa do „nadbudowy”) poniesie konsekwencję. Będzie nią wypieranie (energetyki WEK) przez energetykę prosumencką (OZE/URE), która pod względem swoich właściwości jest bardziej nowoczesna. Przede wszystkim jednak jest odpowiednia dla potrzeb społeczeństwa, w którym dojdzie do głosu prosumpcja trzeciej fali [5], ukierunkowana na efekty indywidualne (ekonomiczne) powiązane ze społecznymi i środowiskowymi.

2. Energetyka i sprawa jej adekwatności technologiczno-ustrojowej. W energetyce, jak w żadnym innym obszarze gospodarki, technologie w sposób bardzo ścisły warunkowały dotychczas organizację (zarządzanie) i ekonomikę. Nie ma więc wątpliwości, że te z kolei muszą być adekwatne do czterech charakterystycznych – ogólnych – ustrojów (systemów) społeczno-gospodarczych, którymi są: interwencjonizm (państwowy), korporacjonizm (zawodowy), subsydiarność (regionalna, samorządowa) i liberalizm (indywidualny, w sferze gospodarczej!). Energetyka WEK, będąca odpowiedzią na wielką dynamikę zapotrzebowania na energię, z super wielkimi projektami inwestycyjnymi i ekstremalnie wielkimi systemami, niezwykle skomplikowanymi pod względem technicznym, może dobrze funkcjonować tylko w środowisku interwencjonizmu państwowego i korporacjonizmu zawodowego. Szczególnie zaś tego środowiska wymaga energetyka jądrowa – paramilitarna, która nie ma nic wspólnego z demokracją, ani z rynkiem (M. Friedman posunął się dalej, powiedział że ropy naftowej i całej infrastruktury związanej z ropą, również nie można zaliczyć do elementów świata demokratycznego). Dlatego w społeczeństwie wiedzy, rynkowym i demokratycznym, zdolnym do autoograniczenia się w konsumpcji energii, energetyka WEK jest niewłaściwa. Subsydiarność (oparta na władzy samorządowej) i liberalizm (ukierunkowany na odpowiedzialność jednostki) tworzą natomiast właściwe środowisko do rozwoju energetyki prosumenckiej, która jest odpowiednia dla społeczeństwa wiedzy (obywatelskiego).

3. Energetyka i jej innowacyjny potencjał zasobowo-technologiczny. Energetyka oparta na paliwach kopalnych (węgiel, ropa, gaz ziemny) potrzebowała termodynamiki technicznej (w tym teorii spalania) i w tym obszarze rodził się ewolucyjny postęp przez 300 lat (od wynalezienia maszyny parowej). Energetyka jądrowa powstała w latach 1950. jako uboczna gałąź zbrojeń atomowych, o których w czasie drugiej wojny światowej zdecydowali politycy na podstawie propozycji fizyków jądrowych – możliwych po ich sukcesach naukowych z pierwszej połowy XX wieku, dotyczących budowy atomu, mechaniki kwantowej i reakcji termojądrowych (ciągle otwartą sprawą jest natomiast wykorzystanie osiągnięć fizyki jądrowej tylko na potrzeby energetyki – chodzi tu o technologie w postaci fuzji jądrowej, ale także mini reaktorów jądrowych). Z kolei energetyka odnawialna, mająca źródło w energii promieniowania słonecznego, rodzi się jako wielogałęziowy (obecnie głównie trójgałęziowy) segment technologiczny. Przede wszystkim są to technologie biomasowe obejmujące łańcuch przemian energetycznych od fotosyntezy – poprzez przemiany termodynamiczne (spalanie biomasy stałej), biotechnologiczne (technologie fermentacyjne w rolnictwie energetycznym i w gospodarce komunalnej, mikrobiologiczne ogniwa paliwowe), chemiczne (paliwa drugiej generacji produkowane metodami biochemicznymi i termochemicznymi) – do rynków końcowych. Rozwój w tym segmencie jest oparty na postępie biotechnologicznym, w tym w obszarze biotechnologii środowiskowej, ale także GMO. Drugim segmentem są technologie słoneczne w postaci „przetworników” fizycznych promieniowania słonecznego (kolektory słoneczne i ogniwa fotowoltaiczne, także układy skojarzone, albo inaczej hybrydowe) – rozwój tych technologii jest oparty głównie na postępie w obszarze elektroniki (technologie elektroniczne, nanotechnologie, grafen). Trzecim głównym segmentem są technologie wiatrowe – w ich przypadku rozwój jest oparty na postępie konstrukcyjnym przetworników mechanicznych energii wiatru. Oczywiście, największy potencjał wzrostu technologii odnawialnych tkwi obecnie w biotechnologiach i w elektronice.

4. Energetyka prosumencka – definicja. Przedstawia się tu trójczłonową definicję energetyki prosumenckiej. Jest to definicja autorska, ugruntowana w ramach licznych dyskusji i analiz bilansowych ukierunkowanych na implementację unijnej Energetycznej Mapy Drogowej 2050. Przede wszystkim jednak jest to definicja nawiązująca do szerokiej panoramy procesów społecznych i roli energetyki w tych procesach (uwzględniająca

wzajemne oddziaływania zjawisk społecznych, ogólnego rozwoju technologicznego i energetyki w zróżnicowanych pętlach sprzężeń zwrotnych). Praktycznie definicja nawiązuje (pośrednio) do takich kategorii jak: człowiek progresywny, prosumpcja trzeciej fali (technologicznej), synergetyka i piąta fala innowacyjności [6], trzecia rewolucja przemysłowa [7], ekonomika behawioralna [8], innowacja przełomowa [9]. Definicja w pierwszym członie odwołuje się do prosumenta. Prosument to dotychczasowy odbiorca, który podejmuje produkcję energii elektrycznej na własne potrzeby. (Komentarz 1, zawierający odwołania do tabeli. Jest to nowa jakościowo sytuacja. Mianowicie, oznacza ona historycznie trzeci etap przełamywania monopolu na rynku energii elektrycznej, pod względem technicznym najtrudniejszym do zdemonopolizowania. Dwa wcześniejsze etapy miały miejsce w ostatnich dwudziestu latach XX wieku. Pierwszy z nich – w tabeli cykl III – polegał na wejściu do gry w latach 1980. niezależnych wytwórców. Drugi natomiast – w tabeli cykl IV – na zastosowaniu w latach 1990. zasady TPA). Człony drugi i trzeci definicji są następujące. Drugi – energetyka prosumencka, to przejście od produktów (energia elektryczna, ciepło, paliwa transportowe) kupowanych osobno od sektorowych (branżowych) dostawców w energetyce sektorowej do prosumenckich łańcuchów wartości, czyli do gospodarki energetycznej integrującej popyt i podaż we wszystkich trzech segmentach produktowych. Trzeci – energetyka prosumencka, to synteza energetyki i inteligentnej infrastruktury zarządczej, czyli infrastruktury smart grid EP.

5. *Homo energeticus i homo economicus.* Dotychczasowi odbiorcy (nabywcy, klienci) na rynkach energii i paliw zostali ukształtowani przez korporacje w wielowiekowym procesie. W wypadku górnictwa węgla kamiennego praktycznie przez trzy wieki, a w wypadku gazu ziemnego i ropy naftowej przez półtora. Oczywiście, najgłębsze piętno wycisnęła na odbiorcach elektroenergetyka – sprzyjały temu technika i ekonomia. Punkt ciężkości w dokonującej się na świecie przebudowie energetyki leży jednak po stronie społecznej. Mianowicie, prosument, to generalnie (nie tylko w obszarze energii i paliw) ten, kto wprawdzie szuka możliwości obniżenia kosztów, ale przede wszystkim rozszerza odpowiedzialność za własną sytuację na obszar zaopatrzenia w energię, w powiązaniu z odpowiedzialnością za środowisko naturalne, także w powiązaniu z wykorzystaniem szans jakie daje inteligentna infrastruktura (smart grid EP) i wieloma innymi determinantami określającymi sytuację współczesnego człowieka. Oczywiście, postęp technologiczny jest ważny dlatego, że umożliwia transformację *homo energeticusa* w prosumenta. A nie jest to transformacja łatwa: zmiany społeczne (stylu życia) zawsze są powolne, bo bardziej głębokie, w porównaniu z technologicznymi. Podkreśla się tu, że między zmianami technologicznymi (obecnie bardzo szybkimi) i społecznymi zachodzą zmiany ekonomiczne wywołane wzrostem zasobności ludzi (wzrost zasobności jest związany ze wzrostem wydajności pracy w wymiarze indywidualnym i społecznym) – w tym wypadku dokonuje się transformacja *homo economicusa* (racjonalnego, samolubnego z trwałymi upodobaniami) w behawiorystę, którego decyzje ekonomiczne uwarunkowane są w dużym stopniu czynnikami psychologicznymi [8].

6. *Innowacja przełomowa.* Jest to innowacja zmieniająca trajektorię rozwoju, w odróżnieniu od innowacji zachowawczej (również radykalnej innowacji zachowawczej) [9]. Elektroenergetyka WEK jest obszarem w którym realizowane są już przez ponad 100 lat przyrostowe innowacje zachowawcze, o charakterze ewolucyjnym; oczywiście, wśród innowacji zachowawczych są też silne skoki technologiczne, będące radykalnymi innowacjami zachowawczymi (energetyka jądrowa, układy przesyłowe prądu stałego, bloki gazowe *combi*, instalacje odsiarczania, potencjalnie – technologie CCS, i wiele innych technologii). Generalnie, innowacje zachowawcze w elektroenergetyce WEK kształtowały

w niej warunki do zmian strukturalnych zachodzących w długim czasie (pierwsze cztery cykle w tabeli), pozostawiały jednak pozycję liderów rynku (przedsiębiorstw korporacyjnych na rynkach sektorowych) jako niezagrożoną. Istotą innowacji przełomowych jest tworzenie przez pretendenta nowych rynków, mianowicie rynków usług w postaci łańcuchów wartości: 1° - termodynamicznych – w kontekście bilansów, 2° - ekonomicznych – w kontekście użytkowników (paliw i energii), oraz 3° - bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego. Fakt, że energetyka prosumencka spełnia wszystkie kryteria innowacji przełomowej (w raporcie [3] przedstawia się mikrobiogazownię z zasobnikiem biogazu, zdolną do pracy w trybie *semi off grid*, jako technologię reprezentatywną z tego punktu widzenia; łańcuch wartości realizowanych przez taką mikrobiogazownię, zasygnalizowany w [3], obejmuje aż 7 wartości), ma dalekosiężne skutki. Mianowicie oznacza, że konflikt między liderami rynków sektorowych, stosujących tylko przyrostowe innowacje zachowawcze, i pretendentami do rynków łańcuchów wartości, stawiających na (posiadających) innowacje przełomowe ma bardzo głębokie podłoże i jest już nieunikniony.

DYNAMIKA ZMIAN

Głębsza analiza naszkicowanych w załączniku czterech historycznych fal innowacyjności (technologicznej, organizacyjnej), w szczególności zaś procesu decentralizacji napędu maszyn fabrycznych i decentralizacji terytorialnej całego przemysłu (druga fala innowacyjności), może być bardzo użyteczna w studiach nad decentralizacją (technologiczną i organizacyjną) współczesnej energetyki. Osobną sprawą jest potrzeba analizy postępu (technologicznego i w sferze zarządzania) w przemyśle motoryzacyjnym i w szczególności w rozwiązaniach samochodowych w całej historii i w ostatnim okresie. (Z punktu widzenia przebudowy elektroenergetyki od WEK do EP ważne jest, że moc zainstalowana w samochodach – w silnikach głównych tych samochodów – wzrosła w Polsce w ciągu ostatnich 25 lat około 5-krotnie, z około 200 GW do około 1000 GW. W tym samym okresie moc zainstalowana w KSE praktycznie nie wzrosła i jest obecnie 30-krotnie mniejsza od mocy zainstalowanej w samochodach. Szokująca jest również liczba silników wspomagających we współczesnym samochodzie, mianowicie jest to już często znacznie ponad 100 silników w jednym samochodzie).

W procesie dokonujących się zmian zaczął też przyspieszać (ogólnie na świecie) wzrost indywidualnej wydajności człowieka (produkcji godzinowej przypadającej na pracownika). Rifkin w swojej książce [7] idzie najdalej w zakresie antycypacji wzrostu wydajności pracy w wyniku postępu technologicznego (w tym zastosowania inteligentnych technologii) i przewiduje daleko idące skutki w strukturze zatrudnienia. Mianowicie, zmniejszające się zapotrzebowanie na zasoby pracy potrzebne w gospodarce (wchłaniane przez rynek) tworzą nadwyżkę tych zasobów, i to w bardzo dużym tempie. Tworzące się nadwyżki nie są możliwe do efektywnego zagospodarowania przez rządy (w obszarze działalności zdrowej administracji państwowej/publicznej wydajność też gwałtownie rośnie). Dlatego muszą być zaabsorbowane przez społeczeństwo obywatelskie do budowy kapitału społecznego. (Podkreśla się tu, że kapitał społeczny obecnie jest na świecie jedną z najważniejszych sił sprawczych rozwoju energetyki prosumenckiej, w Polsce na pewno ważniejszą już niż rząd).

Podstawową sprawą, którą trzeba odnotować z punktu widzenia dynamiki zmian jest fakt, że w ostatnich 50 latach (poczynając od lat 1960.) gwałtownie skrócił się okres dyfuzji wynalazków wśród gospodarstw domowych. Okres przyswajania innowacji przychodzących z obszaru przemysłu ICT przez 80...90% gospodarstw trwa około 10 lat i ciągle jeszcze ma on silną tendencję malejącą. Z punktu widzenia energetyki prosumenckiej ma to fundamentalne znaczenia, bo energetyka ta w dużym stopniu będzie tworzona w obrębie przemysłu ICT (energetyka słoneczna, technologie oświetleniowe led, smart grid). Znaczenie

(prorozwojowe) ma też fakt, że dotychczas zjawisko skracania się okresu dyfuzji wynalazków wśród gospodarstw domowych było charakterystyczne dla USA i Europy, a obecnie zaczyna obejmować cały świat, również Afrykę Subsaharyjską (w regionie tym, z liczbą ludności około 900 mln, liczba telefonów komórkowych wzrosła w ciągu kilku zaledwie lat do ponad 1,1 mld sztuk), czyli siła energetyki prosumenckiej (OZE/URE) z tego powodu będzie znacznie większa.

Poniżej przedstawia się dotychczasowe punkty zwrotne (kryzysy) w szerokim otoczeniu, czyli w obszarze całej synergetyki [6]. Zmiany w elektroenergetyce, z wyjściem na energetykę prosumencką (OZE/URE), trzeba rozpatrywać jako składową zmian w całej energetyce, na pewno też w optyce zmian w transporcie, rolnictwie i budownictwie, a te nigdy nie przebiegały bezkonfliktowo i zawsze były długotrwałe (patrz poniżej).

1. Energetyka. Na przykład doskonalenie maszyny parowej (do wprowadzenia regulatora Watta) trwało ponad 70 lat (1705-1780). Praktycznie tyle samo trwała restrukturyzacja górnictwa brytyjskiego (droga od szczytu do upadku), która miała miejsce 200 lat później (1913 – maksymalne wydobycie, wynoszące 290 mln ton, 1920 – maksymalne zatrudnienie, wynoszące 1,25 mln osób, 1985 – największy strajk w historii światowej, wygrany przez premier M. Thatcher).

2. Transport. W transporcie morskim rozwój napędu statków od maszyny parowej tłokowej do turbiny parowej trwał prawie 100 lat (1802-1897). W transporcie kolejowym minęło 180 lat od jego początków (1825-1830: pierwsza linia kolejowa i parowóz Rakietka zbudowany przez braci Stevensonów) do obecnego stanu, charakteryzującego się np. w Europie połową zelektryfikowanych linii kolejowych. W transporcie drogowym charakterystyczne etapy są następujące: lata 1880. – wynalezienie silnika spalinowego, a upowszechnienie samochodu znacznie później, mianowicie: lata 1920. – USA; lata 1950. – Europa; lata 1960. – Japonia. Wreszcie transport lotniczy, gdzie od wynalezienia turbiny gazowej (napędu odrzutowego) w latach 1930. do upowszechnienia transportu lotniczego (lata 1980.) minęło 50 lat.

3. Rolnictwo. Wzrost wydajności w rolnictwie, zapoczątkowany w 1904 r. opracowaniem syntezy amoniaku na skalę przemysłową, nie był dostatecznym argumentem, aby po 50 latach jego trwania uchronić Europę i świat przed ustanowieniem (Traktaty Rzymskie, 1957) bardzo kosztownej polityki WPR, która od 50 lat powoduje przysypywanie Europy górami zboża i podtapianie jeziorami wina i mleka. Te fakty nie są z kolei wystarczające, aby zapewnić postęp Rundy Doha (runda negocjacyjna WTO, zapoczątkowana w 2001 r., w której główne trudności związane z dalszą liberalizacją handlu światowego są związane właśnie z rynkiem produktów rolnych). Z kolei trudności w zapewnieniu postępu Rundzie Doha wcale nie hamują rozwoju technologii GMO, gwałtowny wzrost zastosowań GMO przypada właśnie na ostatnią dekadę. (Na świecie najczęściej modyfikowanymi roślinami są: kukurydza, pomidory, soja zwyczajna, ziemniaki, bawełna, melony, tytoń. W Europie najczęściej modyfikuje się: kukurydzę, rzepak, buraki cukrowe (obecnie są to najlepsze rośliny energetyczne), ziemniaki. Kraje produkujące najwięcej żywności GMO, to w kolejności: USA, Argentyna, Kanada, Brazylia, Chiny, RPA).

4. Budownictwo. Jest zaskakujące, że przełom energetyczny w postaci nowego budownictwa pasywnego, ze zużyciem energii na cele grzewcze wynoszącym 15 kWh/(m²·rok), nastąpił dopiero w pierwszej dekadzie XXI wieku (jego kolebką są Austria i Niemcy). Dla porównania, zużycie to w budynkach budowanych w Polsce w latach 1970. wynosiło około 300 kWh/(m²·rok). Nowe budownictwo pasywne, chociaż ma wielki potencjał obniżki jednostkowego zużycia energii (dla jednego domu), to nie ma potencjału potrzebnego do zmiany bilansu w całym budownictwie, bo udział nowych domów jest niewielki w całkowitych zasobach mieszkaniowych. Dopiero technologia głębokiej termomodernizacji wszystkich istniejących zasobów mieszkaniowych daje pożądaną potencjał. Technologia taka,

stworzona dla istniejących domów, wykorzystująca „pierwotną” technologię nowego domu pasywnego, pojawiła się na przełomie ostatniej i obecnej dekady; certyfikaty tej technologii określają zużycie energii grzewczej na poziomie 25-30 kWh/(m²·rok).

POTENCJAŁ OBNIŻKI CEN. Krytyczna analiza cen – trendy cenowe

Poniżej przedstawia się potencjał obniżki cen urządzeń (dóbr inwestycyjnych) dla energetyki prosumenckiej wynikający z efektu produkcji fabrycznej i efektu wzrostu rynków. Jako punkt wyjścia przyjmuje się rozwój sytuacji w elektronice. Na przykład, w wypadku ogniw fotowoltaicznych (i całej infrastruktury smart grid EP) zasadne jest nawiązanie do historii w przemyśle mikroprocesorowym. W 1965 r. Gordon Moore, założyciel Intela, prognozował, że złożoność obwodów scalonych w stosunku do ich ceny będzie się podwajała co roku (w okresie 1965-1975 prognoza ta praktycznie spełniła się prawie dokładnie, a istota procesu opisanego tą prognozą obowiązuje w gruncie rzeczy nadal)⁴. Oczywiście, doświadczenia z przemysłu mikroprocesorowego (ze wzrostu jego skali) można w różny sposób, ale zawsze bardzo ostrożny, wykorzystywać do antycypowania rozwoju poszczególnych technologii w energetyce prosumenckiej. Przy tym zasadnicza trudność w analizach cenowych dotyczących energetyki prosumenckiej jest związana z faktem, że nie są jeszcze ukształtowane łańcuchy wartości oraz instalacje realizujące te łańcuchy (łańcuchy wartości i instalacje są powiązane ze sobą w „uwikłany” sposób). Poniżej przedstawia się ceny (dynamikę zmian cenowych) w charakterystycznych segmentach energetyki prosumenckiej (dodatkowo dla dużych turbin wiatrowych, które są charakterystyczne dla segmentu IPP energetyki, czyli segmentu niezależnych wytwórców). Ze względu na zróżnicowanie technologiczne energetyki prosumenckiej sposób prezentacji cen jest bardzo eklektyczny. Podkreśla się przy tym, że o przyszłości energetyki prosumenckiej zadecydują koszty całych instalacji (zintegrowanych technologii), mniejsze znaczenie mają natomiast ceny odrębnych urządzeń.

1. Duże turbiny wiatrowe. Przed przejściem do analizy potencjału obniżki cen prosumenckich technologii w obszarach, w których elektronika ma główne znaczenie, trzeba uwzględnić jednak, że historycznie efekt produkcji fabrycznej i wzrostu rynku wystąpił najpierw w energetyce wiatrowej, w segmencie dużych turbin wiatrowych, o mocy jednostkowej 1-3 MW (stanowiących podstawę rozwoju farm wiatrowych budowanych w formule IPP, czyli przez pretendenta do rynku, ale inwestorów, a nie przez prosumentów).

W okresie ostatnich 40 lat duże turbiny wiatrowe taniały o 7% w wyniku każdego kolejnego podwojenia rynku; w okresie tym nastąpił wzrost łącznej mocy zainstalowanej farm wiatrowych od 0,3 GW (1984) do 240 GW (2011)⁵. Tej ostatniej mocy odpowiada roczna produkcja energii elektrycznej wynosząca ponad 500 TWh, co oznacza, że jest ona około 4,5 razy większa od rocznego zużycia energii elektrycznej w Polsce. Takiej produkcji energii elektrycznej w farmach wiatrowych odpowiada, przy strukturze paliw charakterystycznej dla polskiej elektroenergetyki, redukcja emisji CO₂ o około 450 mln ton, przy emisji CO₂ związanej z produkcją energii elektrycznej w Polsce wynoszącej około 120 mln ton.

2. Technologie domu pasywnego. Najsilniejszą (bilansowo) technologią przełomową jest dom pasywny, o zużyciu ciepła na cele grzewcze wynoszącym 15 kWh/m²·rok, czyli w Polsce 20 razy mniejszym niż zapotrzebowanie budynków oddanych do użytkowania do końca lat 70’ ubiegłego wieku i 8 razy mniejszym niż to, które jest obecnie wymagane przez przepisy

⁴ Greenspan A. *Era zawirowań. Krok w nowy wiek*. Warszawskie Wydawnictwo Literackie MUZA. Warszawa 2008.

⁵ Agencja Bloomberg New Energy Finance. Listopad 2011.

budowlane. Podkreśla się, że wykorzystanie technologii domu pasywnego do głębokiej termomodernizacji istniejących zasobów budynkowych umożliwia redukcję zużycia ciepła na cele grzewcze do poziomu (30-50) kWh/m²rok. Koszt takiej termomodernizacji wynosi około (15-20)% wartości budynku. Tradycyjna termomodernizacja (w zakresie obejmującym docieplenie ścian i stropów oraz wymianę okien, bez wymiany urządzeń grzewczych) w przypadku domu jednorodzinnego (kamienicy wspólnoty mieszkaniowej, bloku mieszkalnego spółdzielni mieszkaniowej) zapewnia redukcję zużycia ciepła grzewczego o (30-50)%. Koszt takiej termomodernizacji wynosi około 10% wartości rynkowej domu.

3. Ogniwa PV. W wypadku ogniw PV zasadne jest bezpośrednie nawiązanie do historii w przemyśle mikroprocesorowym, bo doświadczenia z przemysłu mikroprocesorowego (ze wzrostu jego skali) dadzą się łatwo przenieść na przemysł technologii elektronowych, w którym tkwi potencjał wzrostu efektywności energetycznej ogniw PV i obniżki ich cen. Doświadczenia te pozwalają w szczególności lepiej zrozumieć, jaka jest podstawa tego, że ogniwa PV w okresie ostatnich 30 lat taniały o 22% w wyniku każdego kolejnego podwojenia rynku (wzrostu łącznej mocy zainstalowanej). W rezultacie cena ogniw PV w 2010 r. wynosiła około 2,5÷2,8 €/W. W horyzoncie 2030 antycypuje się cenę 0,7÷0,9 €/W, a w horyzoncie 2050 cenę 0,6 €/W⁶.

W końcu 2011 roku na polskim rynku były już osiągalne ceny 1,5 €/W, ceny promocyjne na świecie – w Chinach, USA – spadły do 1€/W. Spadek cen w 2011 r. miał przyczynę w ponad dwukrotnym wzroście mocy zainstalowanej ogniw PV na świecie w latach 2010-2011, a ponadto wiązał się z radykalnym obniżeniem wsparcia dla tej technologii w Niemczech, mianowicie z obniżeniem cen *feed-in tariff* energii elektrycznej z ogniw PV o około 30%.

Rozwój technologii PV, która w XXI wieku (ostatnie 13 lat) stała się głównym kierunkiem rozwojowym w światowej energetyce, pokazuje czym jest współczesny wyścig technologiczny⁷. Mianowicie, w 2000 r. moc zainstalowana w energetyce PV wynosiła na świecie 1,4 GW, a inwestorzy/prosumenci płacili za ogniwa PV po 70 tys. \$/kW. Obecnie moc zainstalowana wynosi 140 GW, a inwestorzy/prosumenci płacą za ogniwa PV (łącznie z przekształtnikami energoelektronicznymi i montażem) niewiele ponad 1 tys. €/kW. Prognozy na 2014 r. mówią o dalszym wzroście mocy zainstalowanej o 50 GW. Zatem na koniec 2014 r. moc zainstalowana osiągnie 180 GW. Takiej mocy odpowiada roczna produkcja energii elektrycznej znacznie ponad 220 TWh, co stanowi prawie dwukrotność rocznego zużycia energii elektrycznej w Polsce. Podobnie jak to wskazano w odniesieniu do dużych turbin wiatrowych rozwój produkcji energii elektrycznej w ogniwach PV odpowiada określonej redukcji emisji CO₂ (o ponad 200 mln ton, przy podanej już wcześniej emisji związanej z produkcją energii elektrycznej wynoszącej w Polsce około 120 mln ton).

Wreszcie, i to jest najważniejsze, antycypowane inwestycje w energetykę PV w 2014 r. w wymiarze wartościowym wyniosą ponad 50 mld € (bardzo grube oszacowanie). Ponieważ technologie PV są technologiami rozwojowymi, to bez wątpienia związany z nimi rynek inwestycyjny, wart 50 mld €, jest istotnym poligonem innowacyjności i ważnym miejscem walki o przewagę konkurencyjną (firm, państw, regionów).

4. Mikrobiogazownie. W wypadku mikrobiogazowni, z agregatem kogeneracyjnym z jednostką napędową praktycznie taką jak silnik samochodowy, zasadny jest z kolei powrót do lekcji z odległej przeszłości, mianowicie do ceny samochodu Ford T. Cena ta w 1908 r. wynosiła 825 \$ (tą ceną Henry Ford rzucił na kolana europejskich producentów aut), a w 1916 r. już tylko 290 \$ (było to minimum ceny Forda T w całej jego świetnej historii).

⁶ *Solar Generation. Solar Photovoltaic Electricity Empowering the World.* European Photovoltaic Industry Association 6/2011.

⁷ D. Powers. *Commitment to solar shows progress.* INTERNATIONAL NEW YORK TIMES November 11, 2013.

Podkreśla się, że samochód Ford T był innowacją przełomową. Prosumencki łańcuch wartości z mikrobiogazownią zdolną do pracy w trybie *semi off grid* [3] też jest bez wątpienia (na obszarach wiejskich w Polsce) innowacją przełomową.

5. Żarówki led. W przypadku oświetlenia rewolucja cenowa, zapoczątkowana w Japonii, trwa od 2009 r. W latach 2009-2010 ceny żarówek led spadły w Japonii o 60%. Konkurencja czołowych firm w technice oświetleniowej (Philips, Osram, Toshiba, Sharp i innych) spowodowała, że roczny spadek cen oświetlenia led od 2011 r. wynosi na świecie 15-20% i przewiduje się, że taki spadek utrzyma się do 2015 r. (w okresie 2011-2015 ceny spadną o około 70%).

Oczywiście, z tak wielkimi spadkami cen wiąże się wielkie ryzyko błędu szacowania (niedowartościowania, przewartościowania) wpływu oświetlenia led na redukcję zużycia energii elektrycznej. Przykładem są tu prognozy globalnej firmy doradczej Frost & Sullivan. Firma ta w sierpniu 2011 roku antycypowała wzrost wartościowy światowego rynku oświetlenia led z 0,5 mld \$ w 2010 r. do 2 mld \$ w 2017 r. Ale już w grudniu 2013 r. ta sama firma antycypowała, że rynek wzrośnie z 3,6 mld \$ w 2011 r. do 23 mld \$ (w 2017 r.).

Gdyby uznać tę ostatnią antycypację za realną, to zakładając roczny spadek cen żarówek led wynoszący 20% łatwo oszacować, że globalny przemysł oświetleniowy w okresie 2011-2018 powiększy aż 30-krotnie swój wkład w redukcję zużycia energii elektrycznej. Byłby to wzrost ogromny, bo wkład początkowy (2011 r.) jest w przybliżeniu następujący: redukcja mocy – 160 GW, redukcja energii elektrycznej – 250 TWh, redukcja emisji CO₂ (dla struktury mocy wytwórczych takiej jak w Polsce) – 200 mln ton (do oszacowania wkładu początkowego założono, że cena żarówki led o mocy 10 W, zastępującej tradycyjną żarówkę 100 W, wynosiła w 2011 r. około 20 \$).

6. Samochody elektryczne (EV). Antycypowana obniżka cen wyposażenia elektrycznego samochodu EV (silnik elektryczny, przekształtnik energoelektroniczny, bateria akumulatorów, klimatyzacja, przeniesienie napędu) w latach 2013-2015, to około 40%.

Z tym się wiąże wzrost rynku sprzedaży samochodów elektrycznych. Mianowicie, antycypowany udział samochodów EV i hybrydowych (łącznie) w rynku sprzedaży zwiększy się w Japonii z 10 do 20% w okresie 2011- 2016, a w 2020 r. udział ten ma wynosić już 50%. W USA i w Europie udział ten w okresie 2011- 2016 zwiększy się praktycznie od zera do 10% i do 5%, odpowiednio; na świecie będzie to wzrost od 1 do 5%, tab. 2..

Tab. 2. Udział samochodów EV w sprzedaży nowych samochodów, przy całkowitym rynku sprzedaży w 2013 roku wynoszącym 83 mln samochodów (opracowanie własne, z wykorzystaniem prognoz Appleyard D., *Supercharging Renewables, Electric Vehicles Move into the Fast Lane*, Renewable Energy World Magazine 2010, vol. 13 nr 2 s. 26-34

Rok	USA	Japonia ¹	Niemcy	Francja	Norwegia	Europa	Świat
2000							10 tys.
2011	1%	10%				1%	1%
2013					10% ²		
2016	10%	20%	0,25 mln			5%	5%
2020		50%	1 mln	2 mln			
2030			5 mln				
2050			100% ³				

¹ Samochody hybrydowe i EV łącznie. ² IV kwartał. ³ W ruchu miejskim.

Przyszłość samochodu elektrycznego zapowiadają następujące, charakterystyczne informacje. Kapitalizacja amerykańskiej firmy Tesla wzrosła w tylko w 2013 r. o 350%, do około 20 mld \$ na koniec roku, czyli do połowy kapitalizacji GM (podkreśla się, że debiut giełdowy Tesli, który nastąpił w połowie 2010 r., był pierwszym na rynku motoryzacyjnym w

USA od 1956 r., a oczekiwana kapitalizacja przed debiutem wynosiła około 1 mld \$).

Sprzedaż samochodu Tesla w Europie rozpoczęła się w sierpniu 2013 r., a już we wrześniu udział luksusowego modelu Tesla Model S na rynku sprzedaży nowych samochodów w Norwegii wynosił 5,1%.

Podkreśla się, że Norwegia stała się w ostatnim kwartale 2013 r. najdynamiczniej rosnącym rynkiem sprzedaży samochodów EV na świecie. Oprócz luksusowej Tesli Model S, o zasięgu wynoszącym nawet ponad 300 km, bardzo szybko rośnie sprzedaż małego miejskiego samochodu Nissan Leaf. W ostatnich trzech miesiącach 2013 r. marki elektryczne – Tesla Model S oraz Nissan Leaf – miały już udział w rynku sprzedaży nowych samochodów wynoszący ponad 10%; na koniec 2013 r. łączna liczba zarejestrowanych samochodów EV wynosiła w Norwegii 21 tys. samochodów EV (oczywiście, przyczyny należy się doszukiwać między innymi w bardzo wysokim podatku, który Norwegia nakłada na samochody z silnikami na paliwa ropopochodne, a także w innych udogodnieniach dla kierowców, takich np. jak darmowe parkingi i możliwość jazdy pasami przeznaczonymi dla autobusów).

Nie jest zaskoczeniem, w przedstawionej powyżej sytuacji, że niemiecki przemysł motoryzacyjny (fabryki: Audi, BMW, Daimler, Ford, Opel, Porsche, Volkswagen) zapowiedział wypuszczenie na rynek 14 do 16 nowych modeli samochodów elektrycznych do końca 2014 r. Podkreśla się, że zapowiedź ta następuje po sukcesie BMW i3, miejskiego samochodu EV (o sukcesie BMW i3 świadczy fakt, że w 2014 r, czyli praktycznie w ciągu roku od rynkowej prezentacji, zostanie sprzedanych 10 tys. tych samochodów; zamówienia są większe, jednak ze względu na niewystarczające na razie moce produkcyjne część chętnych nie będzie mogła kupić samochodu w 2014 r.).

7. Poniżej konfrontuje się cenę energii elektrycznej pozyskiwanej z reprezentatywnej budynkowej (dom jednorodzinny) instalacji PME z ceną WEK. Do skonfrontowania wybiera się, w przypadku energetyki prosumenckiej, budynkowy układ hybrydowy MOA obejmujący: mikrowiatrak 2,5 kW (900 €/kW) + PV 3 kW (1100 €/kW), z baterią akumulatorów (200 €/kWh pojemności) i przekształtnikami energoelektronicznymi (1000 PLN/kW). Czas pracy układu hybrydowego – około 25 lat, produkcja energii elektrycznej w okresie całego życia układu – 150 MWh. Nakład inwestycyjny prosumenta (w całym okresie życia układu): mikrowiatrak i PV – 22,5 tys. PLN, akumulator i przekształtniki – 22,5 tys. PLN; razem 45 tys. PLN. Zatem wynik jest następujący: 0,3 PLN/kWh w przypadku mikroinstalacji prosumenckiej vs 0,6 PLN/kWh w przypadku zakupu energii od sprzedawcy z urzędu. (Przedstawione oszacowanie jest skrajnie uproszczone i wymaga pogłębionej weryfikacji. Z drugiej strony pokazuje ono, że konieczna jest już zmiana modeli ekonomicznych do oceny porównawczej efektywności inwestycji w energetyce WEK i w energetyce prosumenckiej).

8. Czas życia bloków WEK i „budowanie” podstaw pod *stranded costs*. Przedstawiona analiza potencjału obniżki cen, dotycząca wybranych technologii prosumenckich musi być zderzona z faktem, że czas życia bloków WEK, węglowych oraz jądrowych trzeba współcześnie szacować na około 40, do ponad 60 lat. Taki czas wynika z pierwotnego rezerwu takich bloków, wynoszącego 200 tys. godzin, i możliwości jego przedłużenia, za pomocą głębokiej rewitalizacji, do około 350 tys. godzin (a jednocześnie z coraz krótszych rocznych czasów wykorzystania mocy znamionowej, obniżających się w przypadku bloków węglowych nawet do 5000 godzin). Przy oszacowanym czasie życia bloków WEK inwestycje w te bloki nie mogą być obecnie traktowane inaczej jak tylko jako rządowo-korporacyjna „strategia” blokowania postępu technologicznego w elektroenergetyce (strategia „zamykania” rynku przed innowacjami przełomowymi). Z drugiej strony, ponieważ postępu w długim horyzoncie zahamować się na da, to inwestycje w postaci nowych bloków WEK staną się szybko źródłem *stranded costs*.

KONTEKST HISTORYCZNY I CZYNNIKI DOMINUJĄCE W PROCESIE

PRZEBUDOWY ENERGETYKI

Czy uprawniona jest teza, że świat wchodzi w energetykę OZE/URE w tym samym procesie, w którym 300 lat temu przestawiał się na węgiel (Wielka Brytania), 100 lat temu na ropę naftową (USA), 60 lat temu na energetykę jądrową (USA, Związek Radziecki), a 20 lat temu na gaz ziemny (Europa)? A dalej, że polski rząd niebezpiecznie petryfikuje krajową energetykę, zwłaszcza elektroenergetykę? I jeszcze dalej, że petryfikacja energetyki WEK nie może się udać w świetle analizy dynamiki procesu rozwojowego 2014-2050? Poniżej przedstawia się argumenty na rzecz zasadności postawionej tezy.

1. Czynniki dominujące. Odpowiedzi na postawione pytania poszukuje się na gruncie analizy sekwencji i horyzontów wzrostu potencjału siedmiu czynników dominujących, których działanie można antycypować na okres 2014-2050. Są one następujące: 1° - polityka (regulacje prawne: od regulacji ukierunkowanych na bezpieczeństwo energetyczne, następnie na bezpieczeństwo ekologiczne, do regulacji chroniących rynek konkurencyjny; w ekonomice: droga od inwestycji realizowanych w środowisku określonym przez rządową politykę energetyczną do pełnego ryzyka giełdowego), 2° - media (od kształtowania opinii pod „dyktat” interesów polityczno-korporacyjnych, do opinii odzwierciedlających interesy społeczeństwa prosumenckiego), 3° - samorząd (inwestycje publiczne, lokalne regulacje prawne, subsydiarność), 4° - nowe technologie (innowacyjność, głównie innowacyjność przełomowa, wykraczająca daleko poza energetykę, także na obszar mediów – komunikacji społecznej), 5° - „energetyczny” prosument (droga do mikroprzedsiębiorstwa, działającego w szczególności w środowisku smart grid EP, do ekonomii behawioralnej i do wzrostu kapitału społecznego), 6° - nowe przedsiębiorstwo (przedsiębiorstwo p2p: postkorporacyjne, działające w strukturze biznesu sieciowego), 7° - człowiek (człowiek progresywny, w ekonomice behawiorysta, prosument trzeciej fali).

Wymienione czynniki działają stale i „zachodzą” na siebie, a w kolejnych przedziałach czasowych ujawniają się jako dominujące. Regulacje prawne w UE będą decydować w horyzoncie 2020. Polskie regulacje, obecnie dotknięte głębokim kryzysem, zaczną się „synchronizować” z unijnymi w procesie głębokiej konwergencji na początku kolejnej dekady. Polskie media, tracące bardzo szybko wiarygodność w zakresie polityki energetycznej, mają szanse na jej podtrzymanie poprzez wprowadzenie do przestrzeni medialnej energetyki prosumenckiej, ale nie mogą się z tym spóźnić; antycypuje się tu, że zaangażowanie mediów będzie następować sukcesywnie, a szczyt zaangażowania nastąpi na przełomie obecnej dekady. Wpływ samorządów na rozwój energetyki prosumenckiej będzie się kształtował w rozpoczynającym się okresie budżetowym 2014-2020 (głównie w programach RPO), ale maksimum tego wpływu, związane z kształtowaniem subsydiarności, przypadnie dopiero na kolejną dekadę. Również w kolejnej dekadzie zacznie się ujawniać w Polsce wpływ innowacji przełomowych, i będzie to reakcja na skutki masowego obecnie transferu starych, w sensie innowacji przełomowych, technologii energetycznych do Polski (transfer kolonizacyjny, który ustanie, kiedy globalne firmy dóbr inwestycyjnych dla energetyki WEK już się zrestrukturują; oczywiście, trwający transfer wyrządzi nieobliczalne szkody, bo spetryfikuje dużą część polskiej elektroenergetyki). Trzy ostatnie z wymienionych czynników dominujących (energetyczny prosument, przedsiębiorstwo p2p oraz progresywny człowiek) ujawnią swoją siłę w praktyczny sposób w kolejnych dekadach, czyli w latach 2020., 2030. i 2040., odpowiednio.

2. Istniejące regulacje prawne. Rozpatrzmy bardziej szczegółowo pierwszy czynnik dominujący. Można bez wielkiego ryzyka stwierdzić, że trwająca unijna ofensywa regulacyjna jest ukierunkowana na przebudowę strukturalną rynków końcowych energii

elektrycznej, ciepła i paliw transportowych, traktowanych łącznie. Przebudowa ta będzie się odbywać pod wpływem technologii „popytowej” (obszar użytkowania energii) w postaci domu pasywnego i głębokiej termomodernizacji, dalej – technologii OZE/URE wytwórczych (biomasowych, słonecznych i mikrowiatrowych) oraz dwóch innych technologii wytwórczych: pompy ciepła i samochodu elektrycznego. Przebudowę tę rozpoczynają istniejące już regulacje unijne, a zwłaszcza dyrektywa 2009/28/WE określająca cele Pakietu 3x20 w zakresie OZE (początek integracji rynków energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych) i dyrektywa 2010/31/WE dotycząca domu zero-energetycznego. Przebudowa będzie z jednej strony zwiększać zapotrzebowanie na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych. Z drugiej strony będzie ona uwalniać wielkie ilości paliw kopalnych (przede wszystkim paliw ropopochodnych i gazu ziemnego, ale także węgla) wykorzystywanych dotychczas na rynkach transportowym i produkcji ciepła. Te uwolnione ilości paliw kopalnych radykalnie zwiększą konkurencję paliw kopalnych na rynku produkcji energii elektrycznej. Będzie to wynikiem uniwersalizacji rozproszonych technologii wytwórczych na rynku energii elektrycznej, czyli rozwoju energetyki OZE/URE.

3. Problemy, z obszaru regulacji, do rozwiązania w UE. Jednak, dalej w UE nierozwiązane pozostają dwa kluczowe obszary w energetyce, wymagające nowych regulacji. Po pierwsze, jest to integracja/koordynacja mechanizmów dotyczących redukcji emisji CO₂ w segmentach ETS i non-ETS. Po drugie, integracja/koordynacja mechanizmów dotyczących: 1° - wspomagania rozwoju OZE (choćby obecnie dotyczą one głównie produkcji energii elektrycznej, to bezwzględnie powinny dotyczyć też produkcji ciepła, a także chłodu), 2° - ulg podatkowych (stosowanych w przypadku paliw transportowych) oraz 3° - kar za emisję CO₂. Na początku trwającej dekady autor niniejszego Raportu stawiał hipotezę, że horyzont 2015 jest wystarczający do wstępnego ukształtowania brakujących regulacji integracyjnych (koordynacyjnych). Rozwój sytuacji potwierdza to, ale z drugiej strony nakazuje ostrożność.

Mianowicie, istotnym krokiem jakościowym (oznaczającym wyjście z regulacjami na obszar non-ETS) jest na pewno wniosek przyjęty w grudniu 2013 roku na posiedzeniu Komisarzy dotyczący dyrektywy mającej na celu ograniczenie emisji głównych zanieczyszczeń do powietrza z około 143 tys. średnich źródeł spalania (do średnich źródeł spalania zalicza się źródła o mocy cieplnej 1-50 MW). Ważny jest także ogłoszony w styczniu 2014 przez Przewodniczącego Komisji Europejskiej projekt Pakietu energetyczno-klimatycznego 2030 (decyzja Rady Europejskiej w sprawie tego Pakietu zostanie ogłoszona w marcu 2014 r.). Projekt określa następujące cele na 2030 r.: udział energii odnawialnej – 27%, redukcja emisji CO₂ – 40%.

Ogłoszone projekty (dotyczące średnich źródeł spalania oraz celów na 2030 r.) wskazują, że cel Mapy Drogowej 2050, mianowicie redukcja emisji CO₂ o 80-95%, jest coraz bardziej realistyczny. Wynika to choćby z faktu, że ogłoszone projekty pokazują „malejące” zapotrzebowanie na specjalne (bodźcowe) regulacje. Mianowicie, propozycje w ogóle nie zawierają celu w zakresie efektywności energetycznej, nie zawierają także indywidualnych celów dotyczących udziału energii odnawialnej w bilansach poszczególnych krajów członkowskich (sprawa tych udziałów jest pozostawiona do decyzji krajom członkowskim). To może oznaczać, że rozstrzygnęła się już gra o przewagi konkurencyjne w UE i najbardziej progresywne gospodarki nie potrzebują wsparcia dla OZE, mają za to interes, aby kary za emisję CO₂ były wysokie. Kraje, które wytworzyły u siebie w ostatnich latach konkurencyjność technologii OZE (np. Niemcy), mogą za ich pomocą bardzo skutecznie zredukować u siebie emisję CO₂, a także podwyższyć efektywność energetyczną. Z drugiej strony mogą liczyć na eksport technologii OZE do krajów, które takiej konkurencyjności nie wytworzyły (przede wszystkim Polska).

4. Chińska polityka energetyczna. W analizie sił sprawczych przebudowy energetyki w UE, a w szczególności w Polsce, nie można pominąć Chin. Podkreśla się, że „medialny” (mający źródło w rządowo-korporacyjnym lobbingu) przekaz dotyczący „czarnego” wizerunku chińskiej energetyki jest nieuprawniony. Otóż zgodnie z tym przekazem istotą chińskiej polityki energetycznej jest zapewnienie gospodarce taniej energii elektrycznej ze źródeł węglowych, czyli rozwój elektroenergetyki ukierunkowany na kontynuację historycznej trajektorii rozwoju światowej elektroenergetyki WEK. Taki rozwój elektroenergetyki jest przedstawiany jako główny motor wzrostu gospodarczego Chin. Zarazem jest to główny argument na rzecz petryfikacji polskiej elektroenergetyki (kontynuacji historycznej trajektorii rozwoju).

W rzeczywistości Chiny przyjęły w październiku 2012 r. dokument (Białą Księgę) pod nazwą „Chińska Polityka Energetyczna” i nadały mu rangę dokumentu zmieniającego model rozwojowy Chin. W szczególności dokument ten prezentuje chińską politykę energetyczną jako transformację do „zielonej”, a nawet „bez-węglowej” gospodarki⁸ i określa charakterystyczne cele na lata 2015 i 2020. Pierwsze z nich (2015 r.) są następujące: wzrost udziału OZE do 11,4%, redukcja energochłonności PKB o 16%, redukcja emisyjności (CO₂) PKB o 17%. Do końca 2020 r. Chiny mają sobie natomiast zapewnić: wzrost udziału OZE do 15-17% oraz redukcję emisyjności PKB o 40-45%.

Przedstawione dane zadają kłam rządowo-korporacyjnemu przekazowi powszechnemu w Polsce, że strategia (coraz mniej polityka) energetyczna UE jest szkodliwa poprzez jej ekologiczny radykalizm, a polityka energetyczna Chin jest polityką podtrzymywania wzrostu gospodarczego za pomocą kontynuacji starej trajektorii rozwoju elektroenergetyki (energetyki). Mianowicie, pouczające jest zestawienie celów dotyczących redukcji emisyjności: UE – 40% dopiero w 2030 r., Chiny – 40-45% już w 2020 r. Oczywiście, jest tu problem kryterium. W UE bazą jest bilans emisji (w tonach), w Chinach bazą jest emisyjność PKB. Podkreśla się, że coraz trudniej jest deprecjonować chińskie kryterium, które jest bliskie bardziej radykalnej koncepcji (kryterium), aby uprawnienia do emisji CO₂ były przydzielane na człowieka. W świetle postępującej globalizacji i wznoszenia się człowieka (na drabinie do poziomu człowieka produktywnego) ta koncepcja będzie zyskiwać coraz szerszą akceptację społeczną na świecie. Jednocześnie widać też, w świetle przedstawionych danych, jak groźna jest petryfikacja polskiej energetyki: jej skutkiem będzie wyłączenie bardzo ważnej części gospodarki z uczestnictwa w zmianach cywilizacyjnych.

5. Nierozwiązane sprawy na świecie. W skali całego świata nierozwiązane pozostają dwie sprawy, wychodzące poza zakres samej energetyki. Są to: polityka klimatyczna (po wygaśnięciu Protokołu z Kioto) oraz polityka handlowa (Runda Doha). Również w tym wypadku horyzont 2015 jest wystarczający do wstępnego ukształtowania brakujących regulacji. Trudności, które powstaną w procesie tworzenia globalnej infrastruktury regulacyjnej (prawnej) pod nowy typ rozwoju energetyki (synergetyki), mimo że wielkie – nie będą jednak większe od tych, które były związane z powołaniem WTO. Z tego punktu widzenia podkreśla się zwłaszcza fakt, że bardzo duża część wrażliwego prawa ochrony środowiska, obowiązującego wcześniej na poziomach narodowych i lokalnych, musiała być dostosowana do założeń WTO (w obszarze energetyki prawo ochrony środowiska jest sprawą równie wrażliwą jak w rolnictwie, a rolnictwo ma w WTO krytyczne znaczenie).

Źródła (do tekstu głównego i do załącznika)

⁸ Bogdan Góralczyk. Geostrategia energetyczna Chin. *Centrum Strategii Energetycznych w Instytucie Badań nad Gospodarką Rynkową*. Biuletyn CSE, styczeń 2014.

- [1] Seymour-Smith M. *100 najważniejszych ksiązek świata*. Świat Książki, Warszawa 2001.
- [2] [Popczyk J. Energetyka prosumencka. Od sojuszu polityczno-korporacyjnego do energetyki prosumenckiej w prosumenckim społeczeństwie. BŻEP, www.klaster3x20.pl \(CEP\).](#)
- [3] [Popczyk J. Energetyka prosumencka jako innowacja przełomowa. BŻEP, www.klaster3x20.pl \(CEP\).](#)
- [4] Chałubiński M. *Niepokoje i afirmacje Ericha Fromma*. Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2000.
- [5] Toffler A. *Trzecia fala*. PIW. Warszawa 1997. (Oryginalne wydanie w języku angielskim: 1980).
- [6] Popczyk J. *Energetyka postprzemysłowa. Piąta fala innowacyjności*. Wykład inauguracyjny w Politechnice Śląskiej. Wydawnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009.
- [7] Rifkin J. *Trzecia rewolucja przemysłowa*. Wydawnictwo Sonia Draga. Katowice 2012.
- [8] Kahneman D. (laureat Nagrody Nobla w dziedzinie ekonomii). *Pułapki myślenia*. Wydawnictwo Media Rodzina. Poznań 2012.
- [9] Chlebowski K. *Innowacje w energetyce. Dlaczego włączanie OZE do systemu energetycznego niszczy ich innowacyjny potencjał*. www.cire.pl.
- [10] Popczyk J. *Synergetyka*. Przegląd Elektrotechniczny. 6'2011.

Załącznik. CZTERY HISTORYCZNE FALE INNOWACYJNOŚCI I PIĄTA ANTYCYPOWANA

Wszystkie 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 u rynkowienu 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 dwudziestu lat spowodowały, aż do czasu rewolucji spowodowanej na początku obecnej dekady przez gaz łupkowy w USA, uzależnienie świata demokratycznego od krajów niedemokratycznych i umożliwiły tym ostatnim terroryzm energetyczny na wielką skalę. Kryzysy naftowe w latach 1970. ostatniego stulecia i sytuacja w zakresie bezpieczeństwa dostaw ropy naftowej i gazu ziemnego, miały do czasu rewolucji łupkowej, znamiona permanentnego kryzysu energetycznego, i ukazały skalę trudności związanych z terroryzmem energetycznym. (Trzykrotnie od 2004 roku przerwy w dostawie gazu do UE, będące wynikiem rosyjskiej strategii politycznej względem Białorusi i Ukrainy, były i są sygnałem ostrzegawczym. Jeszcze silniejszym sygnałem były gwałtowne wzrosty cen giełdowych ropy w połowie 2008 roku, które nadały swoistą dynamikę długotrwałemu światowemu kryzysowi finansowo-gospodarczemu).

Z kolei energetyka jądrowa pozostawiła już skutki dwóch wielkich katastrof cywilizacyjnych: Czernobyl i Fukushima. Ryzyka kolejnych katastrof praktycznie nie da się oszacować. Pewne jest natomiast, że energetyka jądrowa pozostawia po sobie na setki lat wypalone paliwo jądrowe, którego utylizacja jest ciągle problemem. Skala trudności z tym związanych nie jest jeszcze świata w pełni znana. Wiadomo jednak z całą pewnością, że koszty są ogromne. Najbardziej spektakularnym przykładem ich pełnej (rynkowej) internalizacji jest internalizacja zrealizowana w Wielkiej Brytanii. Jej wynik, to bankructwo przedsiębiorstwa *Nuclear Electric* (2002 r.). Drugim kłopotem, który powoduje energetyka jądrowa 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 jedynymi (Iran jest w obecnym stuleciu jedynym nowym państwem na świecie, które dołączyło do państw posiadających elektrownie jądrowe, pierwsza irańska elektrownia jądrowa została uruchomiona w 2011 r.).

Z punktu widzenia perspektyw energetyki i jej potencjalnej konwergencji z szerokim otoczeniem, czyli piątej fali innowacyjności (rozpoczynającej się) warto prześledzić cztery wcześniejsze fale (historyczne). Przy tym ważne jest uchwycenie związków między sytuacją technologiczną i czterema ustrojami społecznymi: interwencjonizmem państwowym (charakterystycznym dla okresów rozwoju technologii wielkoskalowych), korporacjonizmem (charakterystycznym w okresach kształtowania się grupowych interesów zawodowych), subsydiarnością (będącą podstawowym ustrojem politycznym UE, obliczoną na wyrównywanie szans regionów) oraz liberalizmem (charakterystycznym dla okresów skokowego wzrostu wydajności pracy człowieka, obliczonym na przedsiębiorczość produktywnego⁹ człowieka). Ważne jest także uchwycenie zjawiska opóźnionego wzrostu indywidualnej wydajności człowieka (produkcji godzinowej przypadającej na pracownika), które oznacza, że często innowacyjność jednej fali powoduje wzrost tej wydajności dopiero w okresie następnej fali¹⁰.

Pierwsza fala: górnictwo i maszyna parowa, fabryka i kolej. Na swój sposób była to fala najważniejsza, bo zapoczątkowała epokę przemysłową i karierę węgla. Istotą rewolucji przemysłowej była produkcja fabryczna oraz transport kolejowy. Początki przemysłu włókienniczego, to lata 1770. (przędzalnictwo) i 1780. (tkactwo). Potem był przemysł młynarski i papierniczy. Początki transportu kolejowego, to lata 1830. Podstawą rewolucji przemysłowej była oczywiście maszyna parowa zapewniająca potrzebną energię do napędu maszyn fabrycznych i parowozów. Paliwem był węgiel.

Inspiracją dla Thomasa Newcomena, konstruktora pierwszej maszyny parowej (próżniowej), zbudowanej w latach 1705-1712, o bardzo niskiej sprawności energetycznej, wynoszącej zaledwie kilka procent (około 5%) były trudności właścicieli kopalń węgla, rudy żelaza, a także rud metali kolorowych. Rosnący popyt na te surowce powodował, że zwiększała się szybko głębokość pokładów, które trzeba było eksploatować, a to pociągało za sobą potrzebę odwadniania kopalń. W ciągu kilkudziesięciu lat Newcomen zbudował w swoich warsztatach około 100 próżniowych maszyn parowych o mocy kilku kilowatów (pierwsza miała moc mechaniczną 5,5 KM, czyli 4 kW), ale zdolnych pracować w sposób ciągły i wypompowywać wodę w sposób opłacalny dla właścicieli kopalń (pierwsza wypompowywała około 550 l wody na minutę).

Ulepszona maszyna parowa (ale jeszcze bez regulatora odśrodkowego prędkości), którą można było wykorzystać w przemyśle, została zbudowana i wprowadzona na rynek przez wynalazcę i przedsiębiorcę Jamesa Watta (firmę *Baulton & Watt*) dopiero w latach 1768-

⁹ W sensie takim jak u Fromma [4].

¹⁰ W praktyce opóźniony wzrost wydajności oznacza opóźnioną, w stosunku do fali innowacyjności, stabilizację inflacji i stóp procentowych na niskim poziomie.

1775, czyli 70 lat po zbudowaniu pierwszej maszyny przez Newcomena. Regulator odśrodkowy, dzięki któremu Watt zapisał się do historii rewolucji przemysłowej, został wynaleziony z dalszym jeszcze, kilkunastoletnim, opóźnieniem, mianowicie w 1788 roku. W tym samym roku maszyna parowa, napędzająca turbinę łopatkową, została zastosowana w transporcie wodnym i ogólnie rozpoczęła się epoka automatyzacji, i węgla.

Bardzo istotną cechą rozwoju przemysłu opartego na maszynie parowej była centralizacja napędu i wynikające stąd konsekwencje w zakresie sposobu budowania fabryk i organizacji produkcji. Mianowicie, centralny napęd w fabrykach wymuszał wielopiętrowe, bardzo zwarte przestrzennie, rozwiązania budowlane tych fabryk. Ponadto wymuszał „infrastrukturę” przenoszenia napędu od wielkiej maszyny parowej do maszyn technologicznych. Istotą tej infrastruktury był system przekładni pasowych przenoszących napęd z maszyny parowej na centralne wały na poszczególnych piętrach (napęd grupowy), a z tych wałów na poszczególne maszyny na piętrze (napęd indywidualny). Takie rozwiązania zapewniały obniżenie awaryjności i wzrost sprawności napędu, tym samym obniżenie jego kosztów. Z drugiej strony miały poważne konsekwencje w zakresie organizacji produkcji. Mianowicie, produkcji opartej na takim systemie napędu praktycznie nie można było przeorganizować, a w każdym razie nie było to łatwe.

Maszyna parowa w skokowy sposób zwiększyła społeczną (i indywidualną) wydajność pracy, poprzez społeczny podział tej pracy. To było bezpośrednią przyczyną narodzin liberalizmu (indywidualizmu) gospodarczego w drugiej połowie XVIII wieku. Zapewne rozwój przemysłu przedziałniczego i widoczny już na horyzoncie rozwój przemysłu tkackiego pozwoliły Adamowi Smithowi sformułować, w książce *Badania nad naturą i przyczynami bogacenia się narodów* (1776 r.) podstawy nowoczesnej (wówczas) ekonomii w postaci tezy, że praca i jej społeczny podział jest kluczem do zwiększania bogactwa indywidualnego i społecznego.

Nie mniej ważne było to, że teza Smitha została sformułowana w czasie, kiedy coraz szersze środowisko tworzącego się przemysłu dojrzało do jej przyjęcia. W rezultacie mógł nastąpić przełom: liberalizm zastąpił merkantylizm, według którego o bogaceniu się narodów decydował „dodatni” import (nieprzetworzonych surowców – bogactw naturalnych, w tym przede wszystkim złota). Istotą tego przełomu była zamiana gry gospodarczej o sumie zerowej, takiej jak w merkantylizmie (tyle ile importujący zyskuje, tyle eksportujący traci) na grę o sumie dodatniej (za pomocą pracy każdy może się bogacić).

Druga fala: samochód i samolot, elektryka i elektroenergetyka. Ta fala, motoryzacyjno-elektrotechniczna/elektroenergetyczna, przypadająca na koniec XIX i początek XX wieku, początkująca karierę ropy naftowej i elektryczności, objęła bardzo rozległy obszar i całkowicie zmieniła sposób funkcjonowania człowieka i społeczeństw. Kluczowymi wynalazkami i czynnikami tworzącymi tę falę były:

1. Gazowy silnik spalinowy z zapłonem elektrycznym i związana z tym wynalazkiem rewolucja technologiczno-organizacyjna (1859-1901). Rewolucję tę tworzyli odkrywcy zjawisk fizycznych, ale przede wszystkim wynalazcy-konstruktorzy: Jean J. Lenoir, Nikolas Nikolaus Otto, Wilhelm Daimler, Karl Benz, Wilhelm Maybach, Henry Ford. Jednoczenie jednak byli to przedsiębiorcy, założyciele fabryk: Otta, Daimlera, Maybacha, Forda. Potrafili wykreować legendarne marki samochodowe: Mercedes, Ford. Byli geniuszami zarządzania i organizacji – Fordowi świat zawdzięcza taśmę produkcyjną, i związaną z nią wydajność oraz jakość fabryczną.

2. Samolot silnikowo-śmigłowy, 1903-1908 (bracia Orville i Wilbur Wright), praktyczny samolot, który umożliwił rozwój transportu powietrznego i jednocześnie był warunkiem koniecznym przyszłych wypraw kosmicznych.

3. Drugą falę cechowała jednak przede wszystkim szczególna intensywność innowacji

w obszarze elektryki. Alessandro Volta dał światu źródło prądu stałego (stos Volty, 1800). Michael Faraday (prawdopodobnie największy eksperymentator w historii ludzkości) dał światu między innymi elektrolizę. Alexander Bell wynalazł telefon (1876 r.) i choć wcale o tym nie myślał, to stworzył podstawy pod rozwój przyszłej telekomunikacji. Thomas Edison (największy wynalazca) wynalazł żarówkę (1879) i zbudował pierwszy system elektroenergetyczny (prądu stałego) obejmujący elektrownię zasilającą komercyjny system dystrybucji energii elektrycznej na Manhattanie (1882). Nikola Tesla stworzył podstawy pod system prądu przemiennego (transformator i systemy przesyłowe energii elektrycznej), czyli pod rozwój elektroenergetyki¹¹ oraz wirujące pole magnetyczne (w szczególności elektryczny silnik indukcyjny, 1883). Guglielmo Marconi wynalazł radio (1896), którego naturalnym następstwem stała się później telewizja (1936 – uruchomienie pierwszego stałego programu telewizyjnego w Wielkiej Brytanii). Każdy z wymienionych wynalazków zmieniał świat.

Aby wynalazki w elektryce (i w dziedzinach związanych) były możliwe, wcześniej ludzie tej miary co Charles Coulomb, Andre Ampere, Michael Faraday i James Maxwell musieli odkryć fundamentalne prawa fizyczne i sformułować najbardziej owocne w historii koncepcje teoretyczne.

Coulomb formułując podstawowe prawo elektrostatyki (mówiące, że siła działająca między dwoma elektrycznie naładowanymi ciałami jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między ich środkami) pokazał, że newtonowskie prawo powszechnego ciążenia znajduje odzwierciedlenie w elektryczności i stworzył punkt wyjścia do spekulacji, że istnieje pokrewieństwo między grawitacją, elektrycznością (polem elektrycznym) i magnetyzmem. O wszechstronności Columba świadczy fakt, że był także inżynierem wojskowym i budował fortyfikacje.

Ampere (matematyk), twórca elektromagnetyzmu (sam Ampere nazywał zjawiska, które badał, elektrodynamiką), sformułował prawo, które znowu nawiązywało do oddziaływań odwrotnie proporcjonalnych do kwadratu odległości, tak jak w prawie powszechnego ciążenia. Mianowicie, że siła oddziaływania magnetycznego między dwoma przewodami z prądem jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu ich odległości. Ponadto, wynalazł solenoid (cewkę elektromagnetyczną).

Farady odkrył zjawisko indukcji elektromagnetycznej, które jest podstawą działania silnika elektrycznego, ale także generatora elektrycznego i transformatora (mianowicie, Farady pierwszy wyszedł z koncepcją pól elektrycznego i magnetycznego i wzajemnego ich oddziaływania, co doprowadziło go następnie do wniosku, że prąd można wytwarzać drogą magnetyczną). Farady sformułował podstawowe prawo elektrolizy: że masa substancji wydzielonej na jednej z elektrod jest proporcjonalna do ładunku elektrycznego przepływającego przez elektrolit, a masy rozmaitych substancji otrzymywanych na obu elektrodach wskutek przepływu tego samego ładunku elektrycznego są proporcjonalne do ich równoważników chemicznych.

Maxwell (matematyk, fizyk) stworzył jednolitą matematyczną teorię elektromagnetyzmu opisująca związki między polami elektrycznym i magnetycznym. W szczególności wyjaśnił zagadnienie promieniowania elektromagnetycznego: wytworzył doświadczalnie fale magnetyczne i elektryczne emitowane przez przewód z przemiennym prądem elektrycznym i tym samym wykazał, że światło jest formą promieniowania elektromagnetycznego.

4. Odrębną sprawą było „zarządzanie” innowacyjnością w czasie drugiej fali, zwłaszcza na jej początku. Potrzebny jest także powrót (symbolicznie) do czasów, w których Edison

¹¹ W Europie pierwszy układ przesyłowy prądu przemiennego (15 kV) połączył (1891) elektrownię wodną w Lauffen (nad rzeką Neckar) ze światową wystawą we Frankfurcie n. Menem (odległość 175 km).

zarejestrował 1097 patentów, a Tesla 700. Podkreśla się, że wielcy wynalazcy-elektrycy z drugiej fali innowacyjności, podobnie jak w przemyśle samochodowym, prawie zawsze byli przedsiębiorcami, założycielami wielkich firm. Edison stworzył laboratorium zwane “fabryką wynalazków” w Menlo Park w stanie New Jersey oraz General Electric, Bell – firmę AT&T (która z największym trudem została podzielona przez rząd amerykański, celem wywołania konkurencji w telekomunikacji, dopiero w 1982 r.), a Marconi – Wireless Telegraph and Signal Company Ltd, przekształconą w 1900 r. w firmę Marconi Wireless Company, czyli do czasów, w których sukcesy elektryki wiązały się z działalnością łączącą badania i praktykę, w tym praktykę gospodarczą. Historyczna konkurencja między gigantami wynalazczości, Edisonem (i firmą General Electric) oraz Teslą (i firmą Westinghouse Electric Company) przesadziła o wyborze systemu prądu przemiennego na rzecz drugiego z nich.

5. Energia elektryczna (wykorzystana do oświetlenia przez Edisona w 1888 r. do oświetlenia dolnego Manhattanu), mimo ewidentnej przewagi (technologicznej, energetycznej i ekonomicznej), wcale łatwo nie wygrywała konkurencji z energetyką parową. Świadczy o tym fakt, że dopiero po czterdziestu latach połowa fabryk amerykańskich została zelektryfikowana. Wynalezienie silnika elektrycznego nie zapewniło bowiem automatycznej rewolucji w napędzie fabrycznym, mimo przewagi tego silnika nad maszyną parową. Ograniczeniem były stare miejskie (skupione w miastach) fabryki, koncepcyjnie dostosowane do scentralizowanego napędu parowego. Dlatego potrzebna była przebudowa całej koncepcji organizacyjnej produkcji fabrycznej. Mianowicie potrzebna była budowa niskich fabryk, o dużej powierzchni, zapewniającej łatwy transport materiałów, z maszynami technologicznymi posiadającymi indywidualny napęd w postaci małych silników elektrycznych o bardzo wysokiej (w porównaniu z maszynami parowymi) sprawności energetycznej. W takich fabrykach maszyny technologiczne można było łatwo przestawiać, tym samym łatwo było przeorganizowywać produkcję (zwiększała się elastyczność organizacyjna produkcji). „Wyprowadzanie” amerykańskich fabryk poza centra miejskie na prowincję zaczęło przyspieszać po I wojnie światowej, wraz z szybkim rozwojem transportu samochodowego. W tym procesie decentralizacji terytorialnej przemysłu ukształtowała się potęga pasa przemysłowego USA na Zachodnim Wybrzeżu.

6. Z drugą falą innowacyjności technicznej/technologicznej i rozwojem przemysłów oraz nowych rodzajów infrastruktury (elektroenergetyka, telekomunikacja, drogi) wiązały się głębokie zmiany w zarządzaniu. Równoległe do taśmowej produkcji samochodów wdrożonej przez Forda zapoczątkowany został rozwój nauki o zarządzaniu. Prekursorem tego rozwoju był Frederic Taylor (inżynier), który wykorzystał chronometraż do normowania czasu pracy, które stało się podstawą bardzo istotnego wzrostu jej wydajności. Jednocześnie druga fala innowacyjności miała zasadniczy wpływ na ewolucję ładu korporacyjnego. Mianowicie, wcześniej (XIX wiek) właściciele (udziałowcy), posiadający często pakiety kontrolne, bezpośrednio uczestniczyli w zarządzaniu korporacjami, czyli byli inwestorami strategicznymi (posiadali *know how*), a ład korporacyjny przypominał zdrowy demokratyczny system przedstawicielski. Wraz z ewolucją instytucji finansowych właściciele akcji stawali się inwestorami finansowymi (oczekiwali odpowiedniego zwrotu z zainwestowanego kapitału), a ciężar zarządzania przesunął się na zarządy. W rezultacie zarządzanie korporacyjne zaczęło ewoluować w kierunku modelu autorytarnego, który stopniowo zaczął się degradować; obecny wielki kryzys zaufania publicznego do korporacji jest wynikiem takiego procesu. W tym kontekście elektroenergetyka WEK była, ze względu na swoje cechy (monopol, odpowiedzialność za bezpieczeństwo energetyczne), szczególnie podatna na degradację (była nią szczególnie zagrożona).

Trzecia fala: wynalazki na potrzeby II wojny światowej, energetyka jądrowa. Była to fala wojskowo-wojenna (ta właściwość fali jest ważna, jeśli uwzględni się, że obecnie poligon

innowacyjności przenosi się z obszaru wojskowego do energetyki). Fala ta (technologie wytworzone przez nią i potrzeby związane z powojenną odbudową gospodarek realizowaną w oparciu o kontynuację technologiczną oraz efekt skali) przyczyniła się po drugiej wojnie światowej w zasadniczy sposób do kariery interwencjonizmu państwowego (John Keynes¹²). Podkreślić trzeba, że interwencjonizm państwowy w skrajnej postaci został zastosowany w elektroenergetyce (nacjonalizacja elektroenergetyki i centralizacja we Włoszech, Francji i Wielkiej Brytanii). Na trzecią falę, która stworzyła technologiczne podstawy pod elektroenergetykę jądrową, złożyły się przede wszystkim:

Bomba atomowa została skonstruowana w wyniku bezpośredniego zaangażowania się uczonych tej miary co Albert Einstein (który podpisał list napisany przez Leo Szilarda i wysłał go w sierpniu 1939 r. w imieniu najwybitniejszych fizyków jądrowych do Prezydenta USA Franklina Roosevelta. W liście tym stwierdza się, że „Energia atomowa jest w zasięgu ręki. Wojna jest nieuchronna. Prezydent powinien zdecydować, co mają w tej sytuacji zrobić uczeni” (Bronowski J. *Potęga wyobraźni*. PIW, Warszawa 1988).

Aby energia atomowa znalazła się w zasięgu ręki potrzebne były sukcesy naukowe w dziedzinie fizyki jądrowej, od stałej Maksa Plancka (1900) i modelu atomu Ernesta Rutherforda (1911), po patent Szilarda dotyczący „reakcji łańcuchowej” (zarejestrowany w 1934). W długim ciągu wielkich odkryć uczestniczyli: Ludwig Boltzmann (wzór na entropię), Niels Bohr (kwantowa teoria światła), Werner Heisenberg (zasada nieoznaczoności), James Chadwick (odkrycie neutronu), Enrico Fermi (budowa wysokostrumieniowego reaktora izotopowego).

Szilard w 1945 r., kiedy wojna w Europie praktycznie była wygrana, a bomba atomowa już praktycznie gotowa podjął krucjatę na rzecz wstrzymania ataku atomowego na Japonię. Jednak po śmierci prezydenta Roosevelta w kwietniu 1945 r. nie miał już szans na sukces w tym zakresie. Z kolei Oppenheimer, przerażony skutkami zniszczeń spowodowanych przez bomby atomowe zrzucone na Hiroszimę i Nagasaki, powiedział: „I stałem się śmiercią, tym, który gruchocze światy” (cytat z *Bhagawadgita*, użyty przez Oppenheimera).

Pierwsza połowa XX wieku należała w nauce bez wątpienia do fizyków jądrowych. Większość z nich, uznając swoją porażkę w wymiarze humanistycznym, porzuciła fizykę i zajęła się biologią. W rezultacie druga połowa XX wieku należała do elektroników i biologów, którzy tworzyli podstawy pod czwartą falę innowacyjności. Pierwsi, wśród nich Jan Czochralski (wynalazca metody otrzymywania monokryształów krzemu, 1917), tworzyli podstawy pod rewolucję mikroprocesorową i technologie PV. Drudzy, tworzyli podstawy pod zrozumienie życia i rozwój biotechnologii. Krokiem milowym było odkrycie w 1953 r. budowy DNA przez Jamesa Watsona i Francis Cricka.

1. Samolot odrzutowy, który zrewolucjonizował transport powietrzny i otworzył wrota do rozwoju technologii raketowych. Patent (Frank Whittle) na silnik odrzutowy został zarejestrowany w 1930 r. Wdrożenie produkcji (Frank Whittle oraz Firma Power Jets) i rozpoczęcie użytkowania samolotu nastąpiło dopiero w warunkach wojennych (1941-1944). Turbiny samolotowe stały się w przyszłości podstawą rozwoju gazowych technologii wytwórczych w elektroenergetyce.

2. Bomba atomowa, która została skonstruowana w ramach Programu Manhattan, kierowanego przez Roberta Oppenheimera (rozpoczęcie 1942); 1945 r. – pierwsza próba na pustyni stanu Nowy Meksyk, a następnie ataki na Hiroszimę i Nagasaki. Pierwsze

¹² John M. Keynes stworzył teoretyczne podstawy interwencjonizmu państwowego w okresie międzywojennym. Dzięki temu po II wojnie światowej politycy mieli gotowe narzędzie do wykorzystania.

elektrownie jądrowe, jako skutek wyścigu nuklearnego, zostały włączone do eksploatacji w ZSRR (1954) i w USA (1957).

3. Podstawy teoretyczno-praktyczne komputeryzacji, których twórcą był Alan Turing. Podstawy te zostały stworzone na drodze od skonstruowania, z udziałem Biura Szyfrów polskiego wywiadu zorganizowanym przez Jana Kowalewskiego (głównym kryptologiem w Biurze był Marian Rojewski), „bomb” – maszyn-cyklometrów deszyfrujących kod „Enigmy” (1940 r.) do testu Turinga (urządzenia liczące a inteligencja, 1950 r.).

Podkreśla się, że innowacje z okresu II wojny światowej miały bardzo silny efekt „odłożony w czasie”. Mianowicie, komercjalizacja technologii wojskowych (częściowo także wdrożenie rozwiązań, które wymyślono jeszcze w latach 1930.) umożliwiły utrzymanie niskiej inflacji i niskich stóp procentowych na początku drugiej połowy XX wieku, aż po lata 1960.

Czwarta fala: elektronika i komputery, telekomunikacja i Internet, zasada TPA i energetyka gazowa. Jej istotą była (i ciągle jeszcze jest) innowacyjność komputerowo-internetowa, a w elektroenergetyce także rozwój gazowych technologii wytwórczych. Czwarta fala stała się fundamentem społeczeństwa informacyjnego na świecie, a w Europie dokonywała się ona w okresie wzrostu znaczenia subsydiarności (akcesji do Wspólnot Europejskich takich państw jak: Wielka Brytania, Dania, Irlandia, Grecja, Hiszpania, Portugalia, Austria, Finlandia, Szwecja). Na falę tę złożyły się w szczególności:

1. Utworzenie firmy Microsoft (1975 r.), której założycielami byli: Bill Gates i Paul Allen oraz firmy Apple (1981 r.) – jej założycielami byli Steven Wozniak, Steven Jobs i Ronald Wayne. Analiza odmienności dotychczasowych strategii firm Microsoft i Apple na rynku informatyczno-komputerowym może się okazać bardzo ważną przesłanką rozwoju energetyki w społeczeństwie wiedzy (por. w ramach opisu piątej fali).

2. Wypuszczenie (1981 r.) na rynek przez firmę IBM (*International Business Machines Corporation*) komputera osobistego (IBM jest firmą notowaną na *New York Stock Exchange* od 1915 r.). Liczba rocznych patentów rejestrowanych przez IBM w ostatnich 20 latach wynosiła od około 1000 do około 3500. W 2005 r. IBM sprzedał biznes produkcyjny do Chin (Lenovo) uznając, że produkcja komputerów przestaje być przyszłościowa, przyszłościowe stają się natomiast usługi (w tym wypadku informatyczne).

3. Amerykańska wydajność wzrosła w okresie 1955-2005 (50 lat), czyli z gruba w okresie czwartej fali innowacyjności, około 2,8 razy. Zdecydowały o tym: odłożony w czasie efekt innowacji z okresu II wojny światowej, ale przede wszystkim miliony innowacji wdrażanych rocznie związanych z zastosowaniem półprzewodników. Szczególne przyspieszenie w tym obszarze nastąpiło po 1965 r.

4. Stworzenie przez Tima Berners-Lee strony World Wide Web (1989 r.) i następnie ewolucyjne poszerzanie jej funkcji, np. takich jak e-mail (geneza: pomysł Internetu pojawił się w 1980 r. w związku z potrzebą polepszenia komunikacji w wielkim projekcie badawczym, angażującym tysiące naukowców, prowadzonym w Europejskim Laboratorium Fizyki Cząstek w Genewie – CERN).

5. Wykorzystanie gazu ziemnego jako paliwa w elektroenergetyce zapoczątkowało decentralizację wytwarzania energii elektrycznej, a ta stała się podwaliną pod rozwój energetyki OZE/URE. Szczególne znaczenie dla zapoczątkowania decentralizacji technologicznej elektroenergetyki miały dwie gazowe technologie wytwórcze: technologia *combi* i silnikowe źródła kogeneracyjne. Technologia *combi* (gazowo-parowa), czyli wytwarzanie energii elektrycznej w „kaskadowym” układzie (od jednej strony turbina gazowa i generator, a od drugiej kocioł odzysknicowy – „opalany” spalinami z turbiny gazowej – turbina parowa i generator) pozwoliła osiągnąć dwa bardzo pożądane efekty równocześnie: wzrost sprawności wytwarzania energii elektrycznej do 55%, a nawet do 60%, i obniżenie ekonomicznych mocy jednostkowych nawet do kilku MW. Tym samym technologia ta

umożliwiła zbliżenie wytwarzania energii elektrycznej do odbiorców końcowych i ograniczenie łańcucha technologicznego dostaw energii elektrycznej w części związanej z sieciami elektroenergetycznymi.

6. Drugi segment technologii gazowych stanowią rozproszone technologie kogeneracyjne (ogólnie poligeneracyjne). Chodzi zwłaszcza o źródła wytwórcze z silnikiem gazowym jako jednostką napędową, przeznaczone głównie dla energetyki prosumenckiej budynkowej, o łącznej sprawności energetycznej wytwarzania energii elektrycznej i ciepła (ewentualnie chłodu) przekraczającej nawet 80%. Potencjał rozwojowy tego segmentu technologicznego wiąże się bezpośrednio z wykorzystaniem bazy, „oswojonej” bardzo dobrze przez potencjalnych prosumentów, w postaci bardzo zaawansowanego już technologicznie spalinowego silnika samochodowego.

7. Powszechne wykorzystanie zasady TPA w elektroenergetyce w latach 1990. (po raz pierwszy w 1990 r. w ramach brytyjskiej reformy prywatyzacyjno-liberalizacyjnej) było innowacją organizacyjno-ekonomiczną. Oczywiście, innowacja ta nie mogłaby zostać zastosowana bez dokonania wcześniej przewrotu technologicznego w obszarze elektroniki i teleinformatyki.

Piąta fala: synergetyka, energetyka prosumencka, BPM i mur B-I. Stawia się tu hipotezę, że piąta fala będzie, w porównaniu z wcześniejszymi, bardziej „rozmyta” (zmeni się istotnie charakter innowacji przełomowych, z technicznych na techniczno-społeczne, czyli będą one związane w dużym stopniu ze zmianą stylu życia, i wynikającym stąd nowym sposobem kreowania potrzeb), bardziej demokratyczna (egalitarna), ale też bardziej dynamiczna (w kontekście zmian społecznych). Poniżej przedstawia się trzy główne składowe tej fali. 1.

1. Synergetyka, czyli droga do wzrostu wydajności. Zjawisko opóźnionego, czyli, przejściowego, wzrostu indywidualnej wydajności człowieka, spowodowanego komputeryzacją i Internetem, złagodziło, z dużym prawdopodobieństwem, skutki kryzysu mającego w USA źródło w sposobie funkcjonowania korporacji (w szczególności na rynkach ubezpieczeniowo-finansowych), a w UE kryzysu obejmującego finanse publiczne i banki (kryzys w USA rozpoczął się w 2007 r., a kryzys w UE ujawnił się w 2009 r.). Trwałych źródeł dalszego wzrostu wydajności pracy należy szukać w synergetyce, tzn. w wykorzystaniu możliwości działania w obszarze strukturalnej nieefektywności, obejmującym energetykę, budownictwo, transport, rolnictwo. Pojęcie synergetyki wprowadzone zostało przez autora niniejszego Raportu w 2009 r. [6], przy czym wówczas jeszcze bez pełnej świadomości jego potencjału objaśniającego, do opisanego tego co można, w kontekście energetyki, antycypować jako jedną z głównych składowych piątej fali innowacyjności.

O ile istotą fal pierwszej do czwartej były wynalazki techniczne, które tworzyły branże: górniczą, elektroenergetyczną (w tym energetykę jądrową), paliw płynnych, samochodową, telekomunikacyjną i inne, oraz zmieniały życie codzienne człowieka, to istotą piątej fali będzie synteza prowadząca do ulepszeń technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych powodujących wielką alokację zasobów, na bardziej zrównoważoną, i także przekładającą się na zmiany życia codziennego człowieka. Znaczenie synergetyki wynika z faktu, że w jej obszarze istnieje szczególnie duży potencjał poprawy i wypełnienia sieci współzależnych technologii, którego wykorzystanie było dotychczas niemożliwe ze względu na bariery międzykorporacyjne. Oczywiście, pokonanie tych barier z samej natury wymaga innowacji przełomowych, które będą wdrażali pretendenci do nowych rynków, ale już nie produktowych (energia elektryczna, ciepło, paliwa transportowe), a rynków usług ukierunkowanych na realizację prosumenckich łańcuchów wartości [2].

W takim kontekście synergetyka – zdefiniowana jako synteza długoterminowych przemian strukturalnych obejmujących budownictwo (inteligentny dom zero/plus-

energetyczny), transport (samochód elektryczny), rolnictwo (rolnictwo energetyczne – mikrobiogazownie, biogazownie, biorafinerie) i energetykę (energetyka OZE/URE), które będą się dokonywać w środowisku smart grid EP i z troską o bezpieczeństwo ekologiczne – staje się bardzo użytecznym pojęciem do wyrażenia holistycznego podejścia na rzecz zarządzania ulepszeniami [10].

Przed wszystkim jednak synergetyka oznacza, w tym ostatnim aspekcie, że jeśli fale pierwsza do czwartej były naznaczone piętnem geniuszu wynalazców, to piąta fala będzie przede wszystkim zbiorowym wysiłkiem społeczeństwa prosumenckiego (społeczeństwa wiedzy, człowieka produktywnego).

2. Energetyka prosumencka, czyli droga do wznoszenia się człowieka. Energetykę prosumencką należy rozumieć szeroko, mianowicie jako obejmującą wszystkich obecnych odbiorców energii elektrycznej, w tym przemysłowych [2]. Jednak rozwój energetyki prosumenckiej będzie miał kolebkę na obszarach wiejskich i w energetyce budynkowej [3]. W aspekcie społecznym „twarzą” energetyki prosumenckiej w Polsce mógłby być „krajowy program rewitalizacji zasobów mieszkaniowych (ogólnie budynkowych) oraz restrukturyzacji rolnictwa i modernizacji obszarów wiejskich”, rozpatrywany w horyzoncie 2050 [3]. Wartość takiego programu, gdyby został podjęty, mogłaby się wiązać z masowym, i bardzo silnym zaangażowaniem społeczeństwa w realizację różnorodnych celów (poza zasadniczym, którym jest efektywność: energetyczna, ekologiczna i ekonomiczna). W tym celu tak ważnego jak budowa inteligentnej infrastruktury (infrastruktury nowej generacji) użytecznej dla potrzeb edukacji (e-learning) oraz dla potrzeb telepracy. Pod tym względem użyteczna wydaje się analiza odmienności dotychczasowych strategii firm Microsoft i Apple na rynku informatyczno-komputerowym, bo może się ona okazać ważną przesłanką rozwoju energetyki w społeczeństwie wiedzy.

Mianowicie, chodzi o zasadniczą różnicę strategii produktowych na rynku informatyczno-komputerowym, czyli przeciwstawienie: strategia produktów otwartych (systemy operacyjne dające użytkownikom możliwość realizacji procesów/potrzeb twórczych, Microsoft) vs strategia produktów zamkniętych (zintegrowana w obszarze sprzętowo-programowym, ukierunkowana nie na twórczość, a na konsumpcję – Apple). Jest jasne, że ta sama sprzeczność (fundamentalna) będzie miała charakterystyczną dynamikę w kolejnych fazach procesu wypierania energetyki WEK przez energetykę prosumencką (OZE/URE). W pierwszej fazie energetyka prosumencka (OZE/URE) będzie źródłem procesów/potrzeb twórczych. W drugiej fazie (dojrzałej) będzie obszarem konsumpcji (mikrosieci prosumenckich będą, co do istoty – w płaszczyźnie integracji – zbliżone do iPadów).

3. BPM i przełamywanie muru B-I, czyli synteza zarządzania i sterowania obiektowego. Wokół BPM (*Business Process Management*) i przełamywania muru B-I (biznes-informatyka)¹³ rozwija się obecnie ważna dyskusja na świecie; efektywne wykorzystanie informatyki i sterowania w zarządzaniu procesowym (ogólnie) staje się wielkim wyzwaniem. W takim kontekście, BPM i przełamywanie muru B-I, jest dopełnieniem dwóch pierwszych składowych piątej fali innowacyjności. Przy tym kluczowe znaczenie ma fakt, że energetyka prosumencka w naturalny sposób tworzy środowisko do powiązania zarządzania (w obszarze sieciowej struktury biznesu na rynku EP), czyli procesów biznesowych, ze sterowaniem technicznym (PME – prosumenckie mikroinstalacje energetyczne). Oczywiście, jeśli budowa inteligentnej infrastruktury, o której jest mowa w p. 2, byłaby realizowana, to bariera B-I byłaby łatwiejsza do pokonania.

Datowanie (wersja oryginalna) – 5.02.2014 r. Wersja zmodyfikowana (1) – 16.10.2014 r.

¹³ Zaborowski M. *Komputerowe systemy sterowania i zarządzania*. Wykład, na prawach rękopisu. Gliwice 2013.