

TRENDY ROZWOJU GOSPODARKI ENERGETYCZNEJ W WARSZAWIE¹

Jan Popczyk

Teza. Kończy się okres monopolu operatorów branżowych w gospodarce energetycznej (w ogóle, również w Warszawie), charakterystycznego dla schyłkowej fazy rozwoju energetyki społeczeństwa przemysłowego (w szczególności dla etapu funkcjonowania zasady TPA). Rozpoczyna się budowa nowego układu sił (i interesów). Jest to układ, który ma podstawy w przewrocie technologicznym i w nowym łańcuchu wartości, charakterystycznym dla tworzącego się społeczeństwa wiedzy.

Dokumenty stanowiące uwarunkowania dla gospodarki energetycznej w Warszawie. W referacie punktem wyjścia do analizy gospodarki energetycznej w Warszawie są istniejące regulacje prawne i dokumenty związane z tematyką, od unijnych, poprzez krajowe do uchwał Rady m. st. Warszawy. W szczególności są to:

- [D.1] Pakiet energetyczno-klimatyczny 3x20. Komisja Europejska, Bruksela 2008.
- [D.2] Polityka energetyczna Polski do 2030. Projekt (Ministerstwo Gospodarki, sierpień 2009).
- [D.3] Strategia Rozwoju Miasta Stołecznego Warszawy do 2020. Rada m. st. Warszawy, 2005.
- [D.4] Polityka energetyczna miasta stołecznego Warszawy do 2020. Rada m. st. Warszawy, 2006.
- [D.5] Strategia Zrównoważonego Rozwoju Systemu Transportowego w Warszawie w latach 2007-2015 (projekt). Rada m. st. Warszawy, 2008.

Ponadto, referat uwzględnia działania przygotowawcze, w szczególności Konferencje w Poznaniu (2008) i w Kopenhadze (2009), które mają doprowadzić do nowego porozumienia międzynarodowego na rzecz ochrony klimatu. W referacie te działania podkłada się (umownie) pod dokument (nieistniejący jeszcze) o roboczej nazwie:

- [D.6] Globalne porozumienie, które zastąpi Protokół z Kioto po jego wygaśnięciu w 2012 roku (porozumienie określające zobowiązania państw w ramach Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian Klimatu).

WPROWADZENIE

Skrajne upolitycznienie polskiej energetyki w ciągu ostatnich 15 lat spowodowało wytworzenie się sojuszu polityczno-korporacyjnego, który konserwuje stare (branżowe) zasady funkcjonowania energetyki (blokuje bardzo potrzebne głębokie zmiany strukturalne) i

¹ Referat ma w całości charakter propozycji pewnej koncepcji metodycznej (przede wszystkim). Liczby prezentowane w referacie mają z kolei na ogół charakter bardzo grubych oszacowań własnych. Czyli referat jest podstawą do debaty na temat gospodarki energetycznej Warszawy (ma służyć zwiększeniu efektywności takiej dyskusji, a także zwiększeniu efektywności dalszych działań Miasta). Referat nie może natomiast być traktowany, jako źródło zweryfikowanych danych liczbowych.

jest na razie niezdolny do rzeczywistego otwarcia się na nowe rozwiązania [D.1]. Widać to zwłaszcza z analizy polityki energetycznej Polski [D.2].

Jest to wprawdzie polityka zgodna z kryteriami poprawności politycznej, bo lingwistycznie równoważy: z jednej strony rozwój energetyki węglowej i tradycyjnych paliw transportowych, z drugiej strony energetyki atomowej i odnawialnej, a z trzeciej jeszcze działania proefektywnościowe. Jest ona również poprawna politycznie z tego względu, że akcentuje (także lingwistycznie) wyjście na obszar innowacyjności. Jednak w rzeczywistości polityka ta, gdyby ją traktować poważnie, blokowałaby innowacyjność. Pod tym względem charakterystyczne są dwie sprawy. Po pierwsze, w polityce „domyka” się bilanse energetyczne dla 2030 roku za pomocą bloków atomowych 1600 MW, które z innowacyjnością nie mają nic wspólnego. Tym samym determinuje się w dużym stopniu rozwój polskiej energetyki, co najmniej do 2080 roku. Po drugie, w polityce nie ma nic o rozwoju takich segmentów rynkowych jak segment samochodów elektrycznych, pompy ciepła uwzględnione są tylko w aspekcie energetyki geotermalnej, segment ogniw fotowoltaicznych jest uwzględniony mniej niż symbolicznie, itd.

Duże niebezpieczeństwo związane z kształtem polityki energetycznej Polski (polityki prezentowanej przez obecny rząd) polega na tym, że za tym kształtem „idą”: praktyka korporacyjnej energetyki i polityki energetyczne gmin. Przykład Warszawy jest pod tym względem bardzo charakterystyczny. Mianowicie, wyrazem złej praktyki korporacyjnej energetyki jest uzurpatorskie podejście operatorów branżowych do decydowania o energetyce w relacjach z odbiorcami i z Miastem [1].

Jeszcze dalej idą pod tym względem propozycje SEP (Kongres z okazji 90-lecia Stowarzyszenia, wrzesień 2009), które praktycznie całkowicie pozbawiają Miasto, gdyby zostały wdrożone, podmiotowości w obszarze energetyki [2], [3] i [4]. (Autor artykułu [4] krytykując mechanizmy rynkowe w energetyce, bez ich zrozumienia, wyraża w niezachwiany sposób przekonanie o konieczności centralnego planowania w horyzoncie minimum 30 – 40 lat i formułuje następujący wniosek: „Kongres SEP i Władze SEP zwrócą się do Premiera RP i Parlamentu RP o bezpośrednie podporządkowanie Premierowi RP Pełnomocnika Rządu ds. Programu Polskiej Energetyki Jądrowej tak, aby mógł on mieć jednakową egzekucję w stosunku do wszystkich ministerstw”. Wniosek ten brzmi złowieszczo z tego powodu, między innymi, że został sformułowany w kontekście propozycji budowy elektrociepłowni jądrowej dla Warszawy).

Dokumenty [D.3], [D.4] i [D.5], strategiczne w przypadku Warszawy, pokazują z kolei, że Miasto w ogóle na przykład nie wiąże energetyki z transportem (nie uwzględnia tym samym wielkich konsekwencji rozwoju rynku samochodów elektrycznych)².

Dopełnieniem przedstawionych uwag jest analiza bieżącej sytuacji na świecie (USA, Japonia, Chiny) i w szczególności w UE. Sytuacja ta, rozwijająca się pod wpływem kryzysu gospodarczego, wskazuje na początek globalnej przebudowy energetyki [5]. Jedną z najważniejszych cech tej przebudowy jest rosnące poparcie dla jednolitej, na mieszkańca ziemi, alokacji uprawnień do emisji CO₂ (rozdz. 1) oraz innowacyjność, szczególnie w dwóch obszarach: wykorzystania energii odnawialnej i poprawy efektywności wykorzystania energii w ogóle.

Z tego punktu widzenia niezwykle charakterystyczne jest powołanie w ostatnim czasie Rosyjsko-Niemieckiej Agencji ds. Energii, której głównym celem jest zwiększenie efektywności wykorzystania energii w Rosji, o 40% do 2020 roku, oraz pomoc stronie rosyjskiej w rozwoju energetyki odnawialnej. Oczywiście, łatwo odczytać strukturę interesów, którą Agencja będzie współtworzyć, bo przecież skutki wysokich cen gazu ziemnego i ropy, a także wysokich cen know-how oraz dóbr inwestycyjnych dla innowacyjnej

² Częściowym usprawiedliwieniem dla Miasta jest to, że dokumenty były tworzone przed końcem 2008 roku, kiedy o samochodzie elektrycznym, jako o produkcie rynkowym, mało kto miał odwagę mówić w Polsce.

energetyki dla Rosji i Niemiec będą się kompensować. Zapłacą natomiast w dwójnasób ci, którzy są uzależnieni od rosyjskich (i nie tylko rosyjskich) paliw węglowodorowych oraz nie rozwijają know-how oraz dóbr inwestycyjnych dla innowacyjnej energetyki.

Innym charakterystycznym sygnałem dotyczącym rozwoju sytuacji jest realizacja wielkiego przedsięwzięcia biznesowego w postaci kontraktu na zakup przez Chiny od amerykańskiej firmy First Solar instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy 2000 MW. Przedsięwzięcie to należy rozpatrywać w świetle amerykańskiego zadłużenia w Chinach i ekspansji amerykańskich innowacyjnych technologii energetycznych na globalny rynek. Oznacza ono, że strategia obrony amerykańskich interesów za pomocą innowacyjnych technologii energetycznych przynosi rezultaty. W konkretnym przypadku, ekspansji dostaw amerykańskich na rynek chiński, korzyść jest po obu stronach i jest związana z możliwością redukcji nierównowagi w amerykańsko-chińskiej wymianie handlowej. Zapłacą znowu ci, którzy są zadłużeni w USA, z drugiej natomiast strony nie rozwijają własnego know-how oraz nie budują własnych zdolności produkcyjnych na rynku dóbr inwestycyjnych dla innowacyjnej energetyki.

Coraz silniej ujawniające się różnice w postrzeganiu energetyki przez świat, w tym UE ([D.6] i [D.1]) oraz przez polski sojusz polityczno-korporacyjny ([D.2] i [1]) niosą z sobą w przypadku Warszawy (wielkiej, zwartej aglomeracji, jednocześnie centrum administracji państwowej) wielkie wyzwanie. Tym wyzwaniem jest potrzeba/konieczność modernizacji polityki energetycznej Warszawy, w taki sposób, aby dopuszczała on ryzyko charakterystyczne dla innowacyjnego rozwoju (ryzyko polityki zgodnej z trendami światowymi i unijnymi), ale była zarazem wolna od ryzyka niewykorzystania szans (ryzyka związanego z polską polityką kontynuacji).

Główną cechą nowej polityki Warszawy powinna być orientacja na coraz bardziej świadomych mieszkańców i, w efekcie, na coraz pełniejszą internalizację kosztów zewnętrznych energetyki. Dlatego, że nie ma już wątpliwości, iż świadomi mieszkańcy będą coraz mniej chętni do tego, aby opłacać zinternalizowane koszty zewnętrzne powodowane przez innych, ale będzie też z ich strony coraz większa zgoda na opłacanie zinternalizowanych kosztów zewnętrznych powodowanych przez samych siebie.

1. INTERNALIZACJA KOSZTÓW ZEWNĘTRZNYCH (NIE TYLKO ŚRODOWISKA)

Jest to sprawa, której nadaje się w niniejszym referacie specjalne znaczenie. Przyjmijmy za punkt wyjścia definicję, według której koszty zewnętrzne są różnicą kosztów społecznych i prywatnych. W perspektywie tej definicji internalizacja kosztów zewnętrzny obejmuje nie tylko koszty środowiska naturalnego. **Obejmuje ona także wszystkie koszty podobne do tych, które były spowodowane (i ciągle są powodowane) przez dotychczasowe etapy rozwoju energetyki.** (Na przykład w transporcie są to ciągle nieopłacane jeszcze w ogromnej większości koszty dróg i parkingów).

Tabela 1

Alokacja rocznych emisji CO₂, całkowitych i na mieszkańca

	USA	Chiny	UE (łącznie)	Rosja	Indie	Japonia	Polska	Świat (łącznie)
Emisja całkowita, mld ton	6	5	2	1,6	1,4	1,3	0,32	27
Emisja na Mieszkańca, ton	19,4	3,6	4,1	11,4	1,2	10,0	8,4	4,0

Jeśli chodzi o internalizację kosztów ochrony klimatu, to w tym zakresie w ostatnich latach zrobiony został w energetyce wielki krok. Jednak doświadczenia związane z wdrażaniem Protokołu z Kioto pokazują, że główny problem świat ma przed sobą. Oczywiście, fundamentalną sprawą jest alokacja tych kosztów w skali globalnej. Analizując tabelę 1 można dojść do wniosku, że budowie demokratycznego społeczeństwa globalnego najlepiej przysłużyłaby się, po wygaśnięciu Protokołu z Kioto (koniec 2012 roku), równomierna alokacja na mieszkańca. Koszty takiego rozwiązania poniosłyby głównie USA, Rosja i Japonia (względnie również Polska, niestety). Korzyści odniosłyby głównie Indie (względnie również Afryka, która w tabeli nie jest uwzględniona).

Inkorporacja kosztów zewnętrznych środowiska (emisji CO₂) do kosztów paliwa. Wyniki takiej inkorporacji przedstawia tabela 2. Podkreśla się, że inkorporacja stanowiąca źródło środków pozyskiwanych przez państwo w trybie podatku musi spowodować znaczną zmianę przepływów finansowych między sektorami: prywatnym i publicznym (odbiorcami, przedsiębiorstwami i państwem). Wykorzystanie tak wielkich środków (rocznie 51 mld zł) jest sprawą fundamentalną z punktu widzenia strategii rozwojowej państwa.

Efektywne wykorzystanie środków mogłoby się wiązać w szczególności z: (1^o) przejściowym finansowaniem energetyki odnawialnej/rozproszonej (energetyki poza obszarem nonETS) za pomocą certyfikatów inwestycyjnych (dla tej energetyki certyfikaty „eksploatacyjne”, powiązane z energią, mają zbyt duże koszty administracyjne), (2^o) przejściowym finansowaniem odbiorców wrażliwych (o niskich dochodach). Podkreśla się, że obowiązek wspomagania odbiorców wrażliwych w UE już istnieje. Pierwszy z podanych sposobów wykorzystania środków, łącznie z samą inkorporacją kosztów, wymaga natomiast uzgodnień unijnych o dużym stopniu złożoności (nadaje się na linię przewodnią polskiej prezydencji w 2011 roku).

Tabela 2

Koszty środowiska inkorporowane do kosztów węgla kamiennego, węgla brunatnego oraz do gazu ziemnego, łączne dla polskiej energetyki (elektroenergetyki i ciepłownictwa) wielkoskalowej i rozproszonej

	Koszt paliwa bez inkorporowanego kosztu środowiska	Koszt paliwa z inkorporowanym kosztem środowiska	Rynek energii końcowej
	mld zł	mld zł	TWh/rok
Węgiel kamienny	21	21 + 29	300
Węgiel brunatny	6	6 + 11	40
Paliwa transportowe	(38 + 18)	(38 + 18) + 7	50
Gaz ziemny	12	12 + 4	84

Uwagi do tabeli 2

Uwaga 1. Do obliczeń przyjęto koszt mialu węglowego na poziomie 200 zł/tonę. Koszt energii pierwotnej w węglu brunatnym przyjęto na poziomie 80% kosztu energii pierwotnej w węglu kamiennym w postaci mialu węglowego. Koszt węgla kamiennego w postaci groszku przyjęto na poziomie 400 zł/tonę. Koszty węgla kamiennego (mialu i groszku) nie uwzględniają kosztu transportu.

Uwaga 2. W przypadku paliw transportowych drugi składnik kosztowy w nawiasie oznacza koszt akcyzy. Do obliczeń przyjęto rzeczywistą strukturę zużycia paliw transportowych, akcyzę na poziomie obowiązującym w 2009 roku (Pb – 1,9 tys. zł/tonę, ON – 1,3 tys. zł/tonę, LPG – 0,7 tys. zł/tonę) oraz rynkowe ceny jednostkowe z połowy 2009 roku (Pb – 5,5 tys. zł/tonę, ON – 4,2 tys. zł/tonę, LPG – 2,2 tys. zł/tonę).

Uwaga 3. Koszt gazu ziemnego, uwzględniający uzmiennioną opłatę przesyłową, przyjęto na poziomach: 1100 zł/tys.m³ dla mocy (w paliwie pierwotnym) ponad 100 MW (taryfa E3a), 1300 zł/tys.m³ dla mocy powyżej 6 MW (taryfa W6) i 1800 zł/tys.m³ dla ludności (taryfa W1).

Uwaga 4. Koszt uprawnień do emisji CO₂ przyjęto na poziomie rekomendowanym dla analiz rozwojowych: 40 euro/tonę (180 zł/tonę).

2. BENCHMARKING, NAWIĄZUJĄCY DO ROZWIĄZAŃ PAKIETU 3X20, JAKO NARZĘDZIE POLITYKI ENERGETYCZNEJ WARSZAWY

Uprawniona jest ogólna hipoteza, że w okresie zmian strukturalnych (wstęp, rozdz. 1) benchmarking powinien stopniowo stawać się w przypadku Warszawy najważniejszym narzędziem kreacji polityki energetycznej. Przy tym zasady/procedury benchmarkingu są oczywiście jeszcze sprawą otwartą (i długo takie pozostaną). Ale jest jasne, że interesujące są na przykład porównania Warszawy w środowiskach odniesienia określonych zarówno przez tabelę 1 (emisja CO₂ na mieszkańca Warszawy), jak i tabelę 2 (skutki inkorporacji kosztów zewnętrznych do kosztów paliw dla całej Warszawy). Porównania te, kiedy zostaną wykonane, pozwolą ocenić miejsce Warszawy w procesach przemian i skutki zmian, które nieuchronnie będą następować.

Oczywiście, wykonanie już choćby tylko takich najprostszyc porównań (wpisanie Warszawy w tabelę 1, wykonanie oszacowania dla Warszawy takiego jak przedstawione w tabeli 2) wymaga innych baz danych niż te, którymi posługują się operatorzy branżowi. Również innych niż te, które są dostępne w postaci statystyk GUS. W rzeczywistości potrzebny będzie benchmarking w odniesieniu do innych jeszcze, charakterystycznych wielkości. Dlatego bazy danych potrzebne do zarządzania gospodarką energetyczną Warszawy muszą być bardzo starannie zaprojektowane (jedną z najważniejszych rzeczy jest, aby bazy te były tak proste jak prosty jest rynek, i tak efektywne jak rynek).

Proponuje się na początek (do dyskusji) ogólną zasadę polegającą na ukształtowaniu bazy danych pozwalającej w łatwy sposób monitorować realizację przez Warszawę celów Pakietu 3x20. Taki sposób budowy bazy danych zapewni Warszawie wiele korzyści. Trzy z nich są następujące. Po pierwsze, Warszawa stanie się w kraju liderem (wzorem dla wszystkich innych gmin – łącznie 2500 gmin – w zakresie tworzenia „infrastruktury” (statystycznej) na rzecz realizacji celów Pakietu 3x20. Po drugie, Warszawa stanie się punktem odniesienia dla wszystkich polskich gmin, niezależnie od różnic – z punktu widzenia gospodarki energetycznej – między Warszawą i tymi gminami (efektem będzie wzrost pożądanej aktywności energetycznej polskich gmin). Po trzecie, Warszawa przyczyni się do współzawodnictwa na rzecz realizacji celów Pakietu 3x20 między unijnymi metropoliami.

Tabela 3

Polskie cele Pakietu 3x20 (wyliczone dla horyzontu 2020, przy uwzględnieniu trendu „business as usual”

Cele	[%]	Wartości bezwzględne
Udział energii odnawialnej	15	96 [TWh]
- w tym paliw transportowych	10	21 [TWh]
Redukcja emisji CO ₂	20	60 mln [t]
Poprawa efektywności energetycznej	20	180 [MWh]

Nadanie Pakietowi 3x20 specjalnego znaczenia oznacza, że cele i mechanizmy tego Pakietu trzeba jak najszybciej dokładnie rozpoznać. W tym miejscu za szczególnie ważne uznaje się, jako punkt wyjścia, oszacowanie celów Pakietu dla Polski (za tym oszacowaniem będą mogły pójść oszacowania dla Warszawy). Za pierwsze przybliżenie polskich celów proponuje się wartości przedstawione w tabeli 3. Wartości te zostały bardzo grubo

oszacowane na podstawie danych z tabel 10, 11 i 12. Podkreśla się, że do oszacowania wymaganego udziału energii odnawialnej w rynku paliw transportowych przyjęto w tym miejscu obecną perspektywę rozwoju tego rynku, tzn. wykorzystanie wyłącznie biopaliw pierwszej generacji (estry, etanol). Oczywiście, rozwój rynku samochodów elektrycznych całkowicie zmieni obecną perspektywę. Z kolei do wyznaczenia celu w zakresie redukcji emisji CO₂ przyjęto cały rynek tych emisji (ETS i nonETS). W tym przypadku założono wyprzedzająco, że pojawią się odpowiednie regulacje prawne w UE (kompletne) i w Polsce na rzecz takiego rozwiązania (i w obszarze nonETS będą to na przykład w Polsce certyfikaty inwestycyjne, zamiast dotychczasowych eksploatacyjnych).

Tabela 4

Siły „sprawcze” Pakietu 3x20

Technologia/mechanizm	Współczynnik/rozwiązanie
Samochód elektryczny	Mnożnik 2,5 przy zaliczaniu do celu energii elektrycznej (odnawialnej) wykorzystanej do napędu samochodu
Pompa ciepła	Zaliczenie do celu ciepła produkowanego przez pompę
Paliwa drugiej generacji	Mnożnik 2 przy zaliczaniu paliw do celu
Aukcjoning emisji CO ₂	Plan (harmonogram) redukcji emisji wolnej od opłaty, cena uprawnień do emisji (cena referencyjna Komisji Europejskiej dla potrzeb decyzji inwestycyjnych: 40 euro/tona CO ₂)

W tabeli 4 przedstawiono główne siły sprawcze, które zapewnią realizację celów Pakietu 3x20. Podkreśla się, że tak skonstruowane siły działają przede wszystkim na rozwój energetyki rozproszonej. To oznacza, że chociaż obowiązek rozliczenia celów Pakietu 3x20 będzie należał do poszczególnych krajów członkowskich, to właśnie w wymienionych siłach sprawczych, i w procesach „od dołu do góry”, należy szukać głównych podstaw pod restrukturyzację gospodarki energetycznej (to oznacza, że branżowa gospodarka energetyczna będzie stopniowo zastępowana gospodarką na poziomach: od prosumenta, poprzez gminę – również taką jak Warszawa, kraj, aż do UE).

Samochód elektryczny. W kontekście uwag sformułowanych powyżej do tabeli 3, dotyczących celu związanego z rynkiem paliw transportowych, podaje się przykład efektywności technologii, która całkowicie odmieni warszawską energetykę. Jest to mianowicie spektakularne porównanie samochodu na biopaliwa pierwszej generacji z samochodem elektrycznym, tabela 5. Wyniki te mają charakter fundamentalny (fizyczny).

Mają one także podstawy w regulacjach unijnych związanych z Pakietem 3x20. Ważne przy tym jest, że są to regulacje istniejące już formalnie, jednak świadomość ich skutków praktycznie jeszcze nie istnieje. Zwłaszcza chodzi tu o świadomość odnośnie współczynnika obowiązującego przy zaliczaniu, do celu określonego w Pakiecie 3x20, energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych wykorzystywanej do napędu samochodów elektrycznych, wynoszącego 2,5³).

Uzupełnieniem do tabeli 5 są prognozy rozwoju rynku samochodów elektrycznych. Tempo tego rozwoju budzi jeszcze wiele wątpliwości, ale może ono zaskoczyć świat. Na przykład według prognozy Instytutu Rolanda Bergera samochody elektryczne będą stanowić 25% rynku samochodów już w 2015 roku. Według prognoz japońskich udział samochodów elektrycznych w całym rynku samochodowym wyniesie w 2020 roku 20%, a w 2030 roku będzie to już 40%. To oznacza wytworzenie wielkiego rynku „ssącego” energię elektryczną

³ Sprawa jest ciągle jeszcze dyskusyjna w kategoriach prawnych. Mianowicie, są wątpliwości (ma je autor Referatu) dotyczące tego, jaki rodzaj energii odnawialnej wykorzystanej do produkcji energii elektrycznej będzie upoważniał do zastosowania współczynnika 2,5.

ze źródeł odnawialnych: z biogazu/biometanu, a na pewno z paliw biomasowych drugiej generacji (i prawie na pewno nie z paliw pierwszej generacji i nie ze współspalania).

Wyniki przedstawione w tabeli 5 nie pozostawiają wątpliwości odnośnie możliwości wypełnienia przez Polskę celów Pakietu 3x20. Jest jednak jasne, że odbędzie się to z naruszeniem interesów potężnych istniejących grup biznesowych (korporacyjnych), i z wytworzeniem nowych grup interesów rynkowych, bardziej ukierunkowanych na konkurencję i na gminy/miasta.

Tabela 5

Wyniki wykorzystania 1 ha gruntów rolnych na rynku transportu, przy zastosowaniu samochodu tradycyjnego (z silnikiem wysokoprężnym) i elektrycznego

Lp.	Wielkości	Samochód	
		tradycyjny	elektryczny
1.	Rzepak i buraki energetyczne, odpowiednio Energia pierwotna, w jednostkach naturalnych	estry 1,0 tona	biometan 8 tys, m ³
2.	Energia pierwotna	11 MWh	80
3.	Energia końcowa	11 MWh	32 MWh _{el} + 36 MWh _c
4.	Przejechana droga [tys. km]	40	119
5.	Energia zaliczona do zielonego celu w Pakiecie 3x20	11 MWh	32 MWh _{el} · 2,5 + 36 MWh _c = 112 MWh

Pompa ciepła. Samochód elektryczny jest technologią, która na całym świecie dopiero nadchodzi. Pompa ciepła jest natomiast w wielu krajach (na przykład w Szwecji) technologią powszechnie stosowaną. W innych krajach rynek pomp ciepła wszedł już w fazę bardzo szybkiego rozwoju. Na przykład w 2007 roku nastąpił gwałtowny wzrost liczby zainstalowanych pomp ciepła we Francji i w Niemczech (50 i 45 tys. pomp, odpowiednio). W wyniku działania rozwiązań Pakietu 3×20 (zaliczenia ciepła produkowanego w pompach ciepła do celu dotyczącego udziału energii odnawialnej w rynkach końcowych) ten trend będzie się umacniał w całej UE. Dlatego trzeba rozpocząć pilnie analizy dotyczące wykorzystania pomp ciepła w Polsce. Taka potrzeba istnieje w szczególności w Warszawie. Chodzi mianowicie o zastosowanie najmniejszych pomp przez prosumentów (właściciele indywidualnych domów). Dalej, zastosowanie średnich pomp przez deweloperów (budujących osiedla), przez inwestorów biurowców, a także w obiektach użyteczności publicznej. Wreszcie, zastosowanie dużych pomp przez przedsiębiorstwa energetyczne (głównie Vattenfall i SPEC).

Przy tym podstawowe założenia służące do modelowania pomp ciepła w bilansie energetycznym (Polski, Warszawy) są proste. Mianowicie, w dalszej części referatu wykorzystuje się do oszacowania potencjalnego wpływu tej technologii na przebudowę struktury (polskiego) bilansu energetycznego jej sprawność na poziomie 3,5 (jest to ostrożne założenie). Dalej, do zasilania pomp ciepła zakłada się wykorzystanie energii elektrycznej ze źródeł kogeneracyjnych gazowych (biogazowych/biometanowych) małoskalowych, produkujących energię elektryczną ze sprawnością: $(0,35 + 0,50) = 0,85$. Stąd wynika uzysk ciepła z 1 MWh w paliwie pierwotnym wynoszący: $(0,35 \cdot 3,5 + 0,5) \text{ MWh} = 1,75 \text{ MWh}^4$.

Paliwa drugiej generacji. Współcześnie znaczenie paliw pierwszej, drugiej i trzeciej generacji należy rozpatrywać głównie w kontekście paliw pozyskiwanych z rolnictwa energetycznego i lasów energetycznych oraz w kontekście utylizacji odpadów w rolnictwie żywno-

⁴ Sprawą otwartą jest natomiast jeszcze system wspomagania produkcji ciepła w pompach ciepła zasilanych energią elektryczną ze źródeł biogazowych/biometanowych).

ściowym i przetwórstwie rolno-spożywczym, a także z utylizacji odpadów biodegradowalnych w gospodarce komunalnej (dalej określanymi łącznie biopaliwami). Postęp w dziedzinie pozyskiwania takich paliw będzie miał fundamentalne znaczenie z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem energetycznym w perspektywie do 2020 roku, a z dużym prawdopodobieństwem nawet do 2030 roku. Jednoznaczne zakwalifikowanie wymienionych paliw do poszczególnych generacji nie jest jednak jeszcze możliwe. Najwięcej kłopotów sprawia przy tym definicja paliw drugiej generacji. Rolnicy na ogół definiują je jako te, których produkcja nie jest konkurencyjna względem produkcji żywności. Energetycy natomiast jako te, które mają wysoki (na przykład 1,6) stosunek energii na wyjściu z procesu do energii włożonej w procesie pozyskiwania paliwa. W świetle obydwóch wymienionych kryteriów biopaliwa płynne (etanol i estry) produkowane obecnie z ziarna zbóż (takich jak kukurydza, pszenica i inne) oraz z rzepaku są jednoznacznie paliwami pierwszej generacji, bo ich produkcja dokonuje się w bezpośredniej konkurencji do produkcji żywności, a stosunek energii zawartej w tych paliwach do energii włożonej w procesie ich pozyskiwania wynosi około 1. Powstaje natomiast trudność w odpowiedzi na pytanie, do której generacji zaliczyć biogaz? Na przykład w klasyfikacji europejskiej jest on zaliczany zarówno do paliw pierwszej jak i drugiej generacji. W pierwszym segmencie są: gaz wysypiskowy, z oczyszczalni ścieków, z biogazowni utylizujących odpady rolnicze i z przetwórstwa rolno-spożywczego. W drugim segmencie będą natomiast jednoznacznie (po skomercjalizowaniu technologii, obecnie ciągle jeszcze tylko demonstracyjnych) paliwa gazowe (także płynne) ze zgazowania (upłynniania) celulozy w postaci słomy, drewna, wyłoków z trzciny cukrowej itp. Jeśli chodzi o biogaz produkowany z całych roślin energetycznych zielonych (takich jak kukurydza, buraki pastewne/półcukrowe i inne) w procesie zgazowania biologicznego (fermentacyjnego), i ewentualnie oczyszczony do postaci gazu ziemnego wysokometanowego, to proponuje się [J. Popczyk], aby kwalifikować go do paliw drugiej generacji. Dlatego, że stosunek energii zawartej w tym paliwie do energii włożonej w procesie jego pozyskiwania jest duży, wynosi na ogół ponad 1,6. Powodem jest także to, że konkurencja między produkcją paliwa i żywności nie ma w tym wypadku charakteru bezpośredniego (na rynku zbożowym), a jedynie pośredni (dotyczący zasobów gruntów uprawnych). Wodór produkowany (w przyszłości) bezpośrednio z biomasy, bez przechodzenia przez fazę gazową, będzie jednoznacznie paliwem trzeciej generacji.

Wielkości benchmarkingowe. Propozycja podstawowej listy wielkości, które mogłyby stanowić przedmiot benchmarkingu (niezależnie od formy, w jakiej będzie on stosowany) jest przedstawiona w tabeli 6. Podkreśla się, że jest to propozycja służąca jedynie do dyskusji, a jej istotą jest inna agregacja, w stosunku do dotychczas stosowanej. W szczególności w propozycji tej uwzględnia się wielkości, które wyraźnie są zdefiniowane w regulacjach konstytuujących Pakiet 3x20. Energia elektryczna, ciepło i paliwa transportowe nie są natomiast odrębnie uwidocznione.

Tabela 6

Propozycja (wyjściowa) listy wielkości służących (potencjalnie) benchmarkingowi, ukierunkowana na potrzeby Warszawy, uwarunkowana rozwiązaniami Pakietu 3x20

Wielkość	Jednostki	Uwagi
Rynek energii końcowej (łącznie)	MWh	
Rynek paliw pierwotnych („import”, łącznie)	MWh	
Rynek energii odnawialnej (łącznie)	MWh	
Redukcja zużycia energii (łącznie)	MWh/GJ/toe	względem trendu „business as usual”
Produkcja energii w skojarzeniu	MWh/GJ	także w poligeneracji
Produkcja energii połączona z utylizacją odpadów	MWh/GJ	

Emisje CO₂ (łącznie)	t	z uwzględnieniem „importu” energii elektrycznej
--	---	---

W kolejnych tabelach przedstawiono rozwinięcia (uszczegółowienia) do tabeli 6. W żadnym wypadku nie są to jednak rozwinięcia kompletne. Mają one jedynie charakter wrywkowy. Ich celem jest wskazanie na charakterystyczne, nowe potrzeby w zakresie opisu gospodarki energetycznej Warszawy, a także pobudzenie dyskusji odnośnie tych potrzeb.

Tabela 7

Rynek końcowy energii elektrycznej (rozszerzenie tabeli 6)

Wielkość	Jednostki	Uwagi
Energia elektryczna (łącznie)	MWh	
w tym:		
- energia elektryczna zużyta do zasilania samochodów elektrycznych	MWh	
- energia elektryczna zużyta do zasilania pomp ciepła	MWh	

Tabela 8

Rynek paliw pierwotnych (rozszerzenie tabeli 6)

Wielkość	Jednostki	Uwagi
Węgiel	MWh/tpu	do produkcji energii elektrycznej i ciepła
Gaz ziemny	MWh/1000 Nm ³	do produkcji energii elektrycznej i ciepła
Paliwa transportowe		
w tym:		
- paliwa pierwszej generacji (biopaliwa)	MWh/toe	
- paliwa drugiej generacji	MWh/toe	

Tabela 9

Rynek energii odnawialnej (rozszerzenie tabeli 6)

Wielkość	Jednostki	Uwagi
Energia zakupiona (na rynku równoległym – certyfikaty)	MWh	
Energia elektryczna wyprodukowana w technologiach dedykowanych	MWh	
w tym:		
- małe elektrownie wiatrowe	MWh	
- ogniwa fotowoltaiczne	MWh	
Ciepło wyprodukowana w technologiach dedykowanych	MW/GJ	
w tym:		
- pompy ciepła	MW/GJ	
- kolektory słoneczne	MWh/GJ	
- kotły na biomasę stałą (pelet, brykiety)	MWh/GJ	

3. WYJŚCIOWY (2010) BILANS ENERGETYCZNY I CO₂ DLA POLSKI I DLA WARSZAWY

Próba zbudowania dla Warszawy zintegrowanego (obejmującego trzy rynki końcowe: energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych) bilansu energetycznego, ukierunkowanego na realizację celów Pakietu 3x20 jest niezwykle pouczająca. Mianowicie, w polityce

energetycznej Warszawy [D.4] uwzględnia się w sposób tradycyjny (w optyce sektorów, przede wszystkim operatorów) elektroenergetykę, ciepłownictwo i gazownictwo, a nie ma w ogóle w tej polityce bardzo potrzebnej optyki rynków konkurencyjnych energii elektrycznej, ciepła i gazu ziemnego. Zwłaszcza nie ma zapowiedzi budowy środowiska regulacyjnego na rzecz rozwoju konkurencji na tych rynkach (chodzi o budowę środowiska regulacyjnego w tej części, której dotyczą kompetencje Miasta, ale również o wpływanie na regulacje tworzone na poziomie rządowym i parlamentarnym). Nie ma też zapowiedzi działań Miasta na rzecz wspomagania rozwoju nowych technologii/rozwiązań energetycznych.

Tabela 10

Podstawowe dane dla Polski i Warszawy wykorzystane do szacunków w zakresie gospodarki energetycznej i w obszarach powiązanych

	2010	2020
Liczba ludności [mln]	38,0	36,5
- w tym Warszawa	1,7	1,9
Liczba samochodów osobowych [mln]	18	30
- w tym Warszawa	0,9	1,6
Liczba autobusów [tys.]	95	150
- w tym Warszawa	1,8	2,5

Jednak zasadniczą sprawą jest fakt, że polityka energetyczna Warszawy nie obejmuje dotychczas w ogóle transportu. Jest to sytuacja, która musi ulec zasadniczej zmianie. Dlatego w tabeli 10 przedstawiono dane, które oprócz liczby ludności uwzględniają liczbę samochodów/autobusów. Proponuje się przyjąć te dane jako bazowe (podstawowe), zarówno dla kraju jak i dla Warszawy, do szacunków w zakresie gospodarki energetycznej i w obszarach powiązanych.

Tabela 11

Polskie rynki (2009) paliw pierwotnych, emisji CO₂ oraz energii końcowej (sprzedaż do odbiorców końcowych, czyli bez potrzeb własnych źródeł wytwórczych i bez strat sieciowych) w wymiarze ilościowym (obszerne komentarze do tabeli są dostępne w monografii [5])

Paliwo	Rynek w jednostkach naturalnych na rok	Emisja CO ₂ mln ton/rok	Rynek paliw pierwotnych, TWh/rok	Rynek energii końcowej, TWh/rok
Węgiel kamienny	80 mln ton	170	600	300
Węgiel brunatny	60 mln ton	70	170	40
Gaz ziemny	10 mld m ³	20	100	84
Ropa naftowa	22 mln ton	40	220	50
Energia odnawialna	-	-	-	2,5/7,5
Razem	-	300	1090	480

Podkreśla się, że w propozycji tej zasadnicze znaczenie przywiązuje się do liczby samochodów/autobusów. Ma to związek z faktem, że rozwój rynku samochodów elektrycznych w największym stopniu wpłynie w kolejnych latach na gospodarkę energetyczną, kraju i Warszawy. Będzie to przede wszystkim wpływ na całą strukturę bilansu paliwowo-energetycznego, bo rozwój rynku samochodów elektrycznych pociągnie za sobą zmiany we wszystkich segmentach energetycznych, w szczególności pobudzi rozwój energetyki odnawialnej oraz infrastruktury Smart Grid. Dla Warszawy znaczenie rozwoju rynku samochodów elektrycznych oznacza dodatkową wielką szansę. Jest to szansa na istotne upodmiotowienie Miasta w zakresie energetyki.

W tabeli 11 przedstawiono wielkość polskich rynków paliw pierwotnych, emisji CO₂ oraz energii końcowej dla kraju w 2008 roku. Z kolei w tabeli 12 przedstawiono polskie rynki końcowe (2009, 2020), w ujęciu obowiązującym w Pakiecie 3×20, oraz paliw pierwotnych (2020) i emisji CO₂ (2020) dla trendu „business as usual” Podobne tabele (z wielkościami rynków) należy opracować dla Warszawy. Przy tym należy się liczyć z tym, że struktura rynków końcowych w Warszawie będzie się zmieniać inaczej niż struktura rynków końcowych w kraju.

Na podstawie danych przytoczonych w [D.4] i tabeli 12 można obliczyć, że w 2009 roku udział warszawskiego rocznego rynku energii elektrycznej (7 TWh) w rocznym rynku krajowym wynosi około 4,5%. W przypadku ciepła jest to natomiast około 5,8% (warszawski roczny rynek ciepła w 2009 roku wyniesie około 14 TWh).

Tabela 12

Polskie i warszawskie rynki końcowe (2009, 2020), w ujęciu obowiązującym w Pakiecie 3×20, oraz paliw pierwotnych (2020) i emisji CO₂ (2020) dla trendu „business as usual”

Rynek końcowy	2009 MWh (rk)	2020 MWh (rk)	2020 MWh (pp)	2020 mln ton CO ₂
Energia elektryczna	155	190	380	130
Ciepło	240	240	340	100
Paliwa transportowe	150	210	210	30
Razem	545	640	930	260
Udział energii odnawialnej	2,5/7,5	96	105	-

Dynamika wzrostu rynku końcowego energii elektrycznej dla Warszawy będzie większa niż dla kraju. Na przykład, według strategii [D.4] roczne zużycie energii elektrycznej w Warszawie wzrośnie w okresie 2009 do 2020 z 7,0 TWh do 10,5 TWh, czyli o 50% (oczywiście, przedstawiona prognoza nie uwzględnia rozwoju rynku samochodów elektrycznych, w takim razie jest bardzo mocno zaniżona).

Udział warszawskiego rocznego rynku energii elektrycznej w rocznym rynku krajowym wyniesie w takim razie w 2020 roku około 5,5%. Udział warszawskiego rynku ciepła w rynku krajowym z dużym prawdopodobieństwem nie zmieni się natomiast (nastąpi kompensacja dwóch przeciwstawnych czynników (wzrostu liczby ludności w Warszawie z jednej strony, a z drugiej wykorzystania większego potencjału obniżki energochłonności budynków).

4. NOWY ŁAŃCUCH WARTOŚCI

Nie ma wątpliwości, że energetyka, która zacznie się kształtować pod wpływem Pakietu 3x20, wytworzy (w gospodarce energetycznej) całkowicie nowy łańcuch wartości. W odniesieniu do Warszawy będzie to łańcuch, w którym udział będą mieli przede wszystkim dostawcy urządzeń oraz dostawcy paliw i energii na rynek energetyki odnawialnej, a także dostawcy nowych urządzeń i technologii dla potrzeb infrastruktury Smart Grid. W łańcuchu tym bardzo istotne znaczenie – ale malejące – będą mieli oczywiście operatorzy na rynku operatorstwa, który będzie rynkiem coraz bardziej konwergentnym. Wreszcie, w łańcuchu szybko będzie rosło znaczenie odbiorców (w mniejszym stopniu odbiorców biernych, w dużym natomiast stopniu prosumentów, deweloperów, samorządów). Poniżej przedstawia się cztery charakterystyczne uwagi związane z tak rozumianym łańcuchem wartości⁵.

⁵ Można rozważać inne łańcuchy wartości. Na przykład z materiałów europejskiej konferencji/wystawy „Bioenergy EUROPE” (Bruksela, kwiecień 2010) wynika (w energetyce biomasowej) „nowy/długi/rynkowy”

1. Uznaje się całą złożoność struktury ryzyka obciążającego rozwój warszawskiej energetyki. Do analizy tego ryzyka na pewno użyteczna jest struktura ogólnie wykorzystywana w energetyce, mająca charakter „przedmiotowy”. (Jest to struktura, w której wyróżnia się przede wszystkim ryzyko regulacyjne i ryzyko rynkowe. Pod ryzykiem rynkowym kryje się np. alokacja zasobów ze strony podażowej na popytową, czyli inwestycje w efektywność energetyczną, ale kryje się także konwergencja rynków końcowych. W strukturze ogólnie wykorzystywanej w energetyce w mniejszym natomiast stopniu eksponuje się dotychczas ryzyko technologiczne).

2. W niniejszym referacie przyjmuje się jednak, jako ważniejszą z punktu widzenia energetyki warszawskiej, strukturę ukierunkowaną na inną segmentację, bardziej podmiotową. W strukturze tej wyróżnia się trzy segmenty. Są to: (1°) segment mikrosystemów energetycznych prosumenta (odbiorcy), (2°) segment minisystemów energetycznych dewelopera, (3°) segment systemu energetycznego Miasta.

3. Jako spójną, ze strukturą przedstawioną w p. 2, przyjmuje się odpowiednią strukturę o charakterze „przedmiotowym”. Obejmuje ona cztery segmenty (ogniwa łańcucha). Są to: (1°) nakłady inwestycyjne (ceny dóbr inwestycyjnych), (2°) koszty kapitału (stopy procentowe, inflacja, podatki), (3°) przychody ze sprzedaży energii i paliw (ceny energii i paliw), (4°) koszty zewnętrzne (systemy wspomaganie OZE oraz redukcji CO₂).

4. Z segmentacją przedstawioną w p. 3 związana jest charakterystyczna alokacja korzyści poszczególnych uczestników łańcucha wartości. Końcowy rozkład korzyści, z efektu lokalnej konwergencji, między lokalnych interesariuszy (prosumenci, deweloperzy, samorząd) i korporacje (operatorzy) będzie zależał od ukształtowania łańcucha wartości w biznesie powstałym w wyniku upodmiotowienia energetyki warszawskiej. W grze o interesy korporacje będą dominować w pierwszym ogniwie. Interesariusze lokalni mogą uzyskać przewagę w ogniwach drugim i trzecim. W ogniwie czwartym korzyści będą zależeć silnie od regulacji prawnych. Na obecnym etapie istnieje szansa, aby Miasto zyskało duży udział w kształtowaniu regulacji prawnych na rzecz zrównoważonego podziału korzyści – z internalizacji kosztów ochrony klimatu (kosztów emisji CO₂), i przede wszystkim korzyści z internalizacji kosztów ochrony gleby (środowiska lokalnego) – między korporacje i interesariuszy lokalnych.

Mikrosystem energetyczny prosumenta. Dom prosumenta (energetycznego). Z tym domem (i z samym prosumentem) będzie związany mikrosystem energetyczny, który będzie częścią *Smart Grid*-u (będzie połączony z silnoprądową siecią elektroenergetyczną – rozdzielczą, zarządzaną przez OSD – i przede wszystkim z infrastrukturą teleinformatyczną służącą do zarządzania *Smart Grid*-em). Sam mikrosystem będzie zintegrowaną (w dużej części tylko informatycznie) technologią energetyczną. Będą się na nią składać (potencjalnie) takie części składowe (do wyboru) jak: piec/kocioł na biomasę stałą (pelett), kolektor słoneczny, pompa ciepła, mikroelektrownia wiatrowa, dom pasywny, samochód elektryczny, ogniwo fotowoltaiczne, ogniwo paliwowe (i ewentualnie inne). Jest oczywiście sprawą otwartą to, kto przejmie rynek domów prosumenta. Z największym prawdopodobieństwem będą to dostawcy urządzeń oraz paliw. Na pewno żadna z dotychczasowych korporacji (elektroenergetyczna, ciepłownicza, gazowa, górnicza, paliw płynnych, samochodowa) nie będzie miała wielkiego udziału w tym rynku. Ale też żadna z korporacji nie jest bez szans na

łańcuch wartości, którego ogniwami są: (1°) przemysł, bioenergetyczny, (2°) przemysł biogazowy, (3°) przemysł biopaliw (II generacji), (4°) regulatorzy, (5°) producenci i dystrybutorzy, (6°) instytucje finansowe, (7°) stowarzyszenia i konsultanci, (8°) instytucje unijne, (9°) firmy inżynierskie, (10°) eksport/import usług, (11°) deweloperzy projektów, (12°) instytucje edukacyjne, naukowe, badawcze, (13°) firmy Public relation.

wejście na ten rynek. A rynek jest bardzo atrakcyjny, będzie się szybko rozwijał i będzie redukował tradycyjne rynki branżowe. Dlatego każde przedsiębiorstwo korporacyjne musi jak najszybciej zacząć tworzyć sobie portfel z kurczącego się starego rynku branżowego i rozwijającego się nowego rynku domów prosumenta, bo od skuteczności w tym zakresie będzie zależała jego przyszłość.

Minisystem energetyczny dewelopera. W systemie tym z dużym prawdopodobieństwem dominującymi technologiami energetycznymi będą kogeneracja i trójgeneracja na gaz ziemny. Poza tym minisystem energetyczny dewelopera będzie podobny do mikrosystemu energetycznego prosumenta. Różnica między nimi, poza kogeneracją i trójgeneracją, będzie dotyczyła głównie skali urządzeń i struktury infrastruktury.

System energetyczny Miasta. Ten system będzie wynikiem syntezy minisystemu energetycznego dewelopera (w zastosowaniu do budynków miejskich, szkół, szpitali itp.) oraz innych działań wchodzących w zakres kompetencji/odpowiedzialności Miasta. Wśród tych innych działań do najważniejszych należą działania wynikające z ustawy o zarządzaniu kryzysowym, dotyczące oddolnego systemu bezpieczeństwa elektroenergetycznego uwzględniającego udział energetyki rozproszonej w obronie Warszawy przed skutkami blackoutu (w tym wnioski wynikające na przykład z awarii szczecińskiej w 2007 roku, dotyczące zarządzania likwidacją skutków awarii i współodpowiedzialności operatorów, samorządu i służb publicznych [6]). Wśród innych działań do bardzo ważnych należą także działania dotyczące modernizacji newralgicznych obszarów funkcjonowania Miasta, takich jak: (1°) transport, (2°) ochrona środowiska (na przykład utylizacja przeterminowanej żywności ze sklepów/supermarketów w biogazowni, spalanie śmieci), (3°) bezpieczeństwo publiczne (Smart Grid).

5. PIĄTA FAŁA INNOWACYJNOŚCI. SYNEREGTYKA

Uznaje się, że projektowanie gospodarki energetycznej Warszawy powinno obecnie uwzględniać środowisko, które wytworzy piąta fala innowacyjności. Z tego powodu przytacza się tu sygnałnie analizę czterech wcześniejszych fal. Z punktu widzenia energetyki, w analizie takiej pożądane jest uwzględnienie związków między sytuacją technologiczną i ustrojami społecznymi: interwencjonizmem państwowym (charakterystycznym dla okresów rozwoju technologii wielkoskalowych), korporacjonizmem (charakterystycznym na etapach kształtowania się grupowych interesów zawodowych), subsydiarnością (będącą podstawowym ustrojem politycznym UE) oraz liberalizmem (charakterystycznym dla okresów silnego wzrostu indywidualnej wydajności pracy człowieka).

Pierwsza fala. Na swój sposób była to fala najważniejsza, bo zapoczątkowała epokę przemysłową i karierę węgla. Jej istotą było wynalezienie maszyny parowej, która w skokowy sposób zwiększyła indywidualną (i społeczną) wydajność pracy. To było bezpośrednią przyczyną narodzin liberalizmu (indywidualizmu) gospodarczego (druga połowa XVIII wieku, Adam Smith), i zarazem nowoczesnej ekonomii.

Druga fala. 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. Kluczowymi wynalazkami i czynnikami tworzącymi tę falę był najprzód gazowy silnik spalinowy z zapłonem elektrycznym i związana z tym wynalazkiem samochodowa rewolucja technologiczno-organizacyjna. Potem żarówka, maszyna elektryczna i rozwój

elektroenergetyki. Jeszcze później telefon i radio, którego naturalnym następstwem stała się telewizja. Wreszcie samolot silnikowo-śmigłowy, podstawa rozwoju transportu powietrznego.

Trzecia fala. Była to fala wojskowo-wojenna (ta właściwość fali jest ważna, jeśli uwzględnimy, 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 M. Keynes⁶). Podkreślić trzeba, że interwencjonizm państwowy w skrajnej postaci został zastosowany w elektroenergetyce (nacionalizacja elektroenergetyki i centralizacja we Włoszech, Francji i Wielkiej Brytanii). Trzecia fala, która dała technologiczne podstawy pod elektroenergetykę atomową, przyniosła przede wszystkim bombę atomową. Także samolot odrzutowy, który zrewolucjonizował transport powietrzny i otworzył wrota do rozwoju technologii raketowych. Wreszcie podstawy teoretyczno-praktyczne komputeryzacji, których twórcą był Alan Turing.

Czwarta fala. Jej istotą była (i ciągle jeszcze jest) innowacyjność komputerowo-internetowa, ale także rozwój gazowych technologii energetycznych. Czwarta fala stała się fundamentem epoki wiedzy 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, (2°) wypuszczenie na rynek przez firmę IBM komputera osobistego, 1981, (3°) stworzenie przez Tima Berners-Lee strony World Wide Web (1989) i następnie ewolucyjne poszerzanie jej funkcji, np. takich jak e-mail, (4°) rozwój technologii gazowych (takich jak technologia *combi* oraz rozproszone technologie kogeneracyjne/poligeneracyjne przeznaczone dla prosumentów).

Nadchodząca piąta fala⁷. Ta fala będzie falą energetyczno-środowiskowo-społeczną, a jej istotą będzie przekraczanie granic między segmentami wymienionymi w zastosowanej „zbitce” słownej (i nie tylko tymi). Z przekraczania granic wynikną masowe efekty synergiczne (także oszczędnościowe i koordynacyjne). Dlatego też proponuje się tu wprowadzenie zamiennie, w stosunku do nazwy „energetyka postprzemysłowa” nazwy „synergetyka” [5].

W perspektywie synergetyki znaczenie piątej fali polega nie tylko na tym, że stanowi ona fundament epoki wodorowej/bezemisyjnej), ale także na tym, że znacznie rozszerza obszar innowacyjności. W rezultacie na piątą falę będą się składać:

1. Innowacyjność „twarda” i „mięka”. Pierwszą będzie innowacyjność technologiczna (techniczna). Drugą będzie innowacyjność w obszarze ekonomiki, regulacji (prawnych), organizacji/zarządzania i komunikacji ze społeczeństwem. Oczywiście, celem innowacyjności drugiej będzie pobudzanie innowacyjności pierwszej.
2. W obszarze innowacyjności twardej chodzi o masowe zastosowanie „fabrycznych” technologii energetycznych w postaci takich urządzeń, jak pompa ciepła, kolektor słoneczny, ogniwo fotowoltaiczne, samochód elektryczny, ogniwo paliwowe/wodorowe, ogniwo biopaliwowe/biowodorowe i wielu innych. Chodzi także o wykorzystanie technologii energetyczno-utylicacyjnych, takich jak utylizacja odpadów (komunalnych, przemysłowych, rolniczych), i takich jak utylizacja procesowego ciepła odpadowego w przemysłach energochłonnych. Chodzi o wykorzystanie technologii zintegrowanych funkcjonalnie, wytwórczo-zasobniko-

⁶ John M. Keynes stworzył teoretyczne podstawy interwencjonizmu państwowego w okresie międzywojennym. Dzięki temu po II wojnie światowej politycy mieli gotowe narzędzie do wykorzystania.

⁷ Falę tę charakteryzuje się ogólnie, a nie tylko z punktu widzenia wąsko rozumianej gospodarki energetycznej Warszawy.

wych, takich jak farma wiatrowa i elektrownia szczytowo-pompowa, farma wiatrowa i ogniwo wodorowe i wiele innych. Chodzi o technologie bezpieczeństwa lokalnego i indywidualnego, takie jak wiejska biogazownia zintegrowana ze źródłem kogeneracyjnym, samochód elektryczny wykorzystany w czasie blackoutu, ogniwo paliwowe zasilające urządzenia elektroniczne. Wreszcie chodzi o przeniesienie akcentu z produkcji na zarządzanie energią (Smart Grid, wirtualne źródło poligeneracyjne, pasywny dom).

3. Z punktu widzenia innowacyjności miękkiej reprezentatywne, i zarazem najważniejsze, znaczenie będą miały obszar ekonomiki i regulacji. W pierwszym przypadku chodzi głównie o nowy profil ryzyka finansowania innowacyjności, w szczególności o zamianę ryzyka osobistego na ryzyko biznesu prywatnego i ryzyko partnerstwa publiczno-prywatnego (*Private Equity, Venture Capital*, struktura publiczno-prywatna finansowania segmentu R&D typu 1:3). W drugim przypadku chodzi głównie o integrację systemów wspomagania OZE i redukcji emisji CO₂, a także nową koordynacją systemów podatkowych.

4. W ujęciu praktycznym na piątą falę będą się składały działania (i wynalazki) pobudzone przez rozwiązania Pakietu 3×20, które w UE w założeniu stanowią siłę sprawczą innowacyjności (w szczególności taką siłą może się okazać konwergencja rynków końcowych energii elektrycznej, ciepła i transportu, stanowiąca istotę Pakietu).

5. Piątą falę będzie stanowił rozwój rolnictwa energetycznego (chodzi tu o nową jakość, która zostanie wytworzona w wyniku syntezy reform energetyki i rolnictwa i pobudzi rozwój innowacyjnych technologii około-rolniczych, około-energetycznych i około-ekologicznych, mianowicie: (1°) biotechnologii środowiskowej (utyliczacja odpadów w gospodarce komunalnej, w produkcji rolnej, w przetwórstwie rolno-spożywczym, w przemyśle), (2°) biotechnologii wytwarzania biopaliw, biometanu, wodoru z biomasy (w tym z celulozy) oraz (3°) technologii teleinformatycznych dla potrzeb technicznych i rynkowych usieciowanej (wirtualnie) energetyki rozproszonej, w tym dla wirtualnych technologii poligeneracyjnych.

6. Ważnym kierunkiem w obrębie piątej fali będzie wykorzystanie dwóch efektów w energetyce, mianowicie „fabrycznej produkcji” i „inteligentnego obiektu”. Pierwszy dotyczy inwestycji i budowy, drugi eksploatacji i operatorstwa (w przeszłości prowadzenia ruchu). Zastąpienie placów budowy elektrowni (stacji transformatorowo-rozdzielczych, linii elektroenergetycznych) produkcją „źródeł/infrastruktury” w fabrykach oznacza zastąpienie efektu skali efektem produkcji seryjnej i jest zmianą jakościową, o wielkim potencjale innowacyjności. Podobnie, zmianą jakościową o wielkim potencjale jest zastąpienie tradycyjnej eksploatacji serwisowaniem urządzeń, a tradycyjnego prowadzenia ruchu operatorstwem bezobsługowym w formule wirtualnego źródła poligeneracyjnego i obiektu inteligentnego.

Potencjał wpływu samochodu elektrycznego na przebudowę polskich rynków paliw i energii, w tendencji⁸. Zgodnie z dyrektywą w sprawie promowania energii ze źródeł odnawialnych biopaliwa drugiej generacji będą liczone (w celu wynikającym z Pakietu 3×20) podwójnie, a energia elektryczna wykorzystywana do zasilania samochodów elektrycznych 2,5-krotnie. Warto w związku z tym przeprowadzić choćby uproszczoną analizę bilansów energetycznego i emisji CO₂ związanych z zastosowaniem takich samochodów. Dwa skrajne przypadki analizy są szczególnie interesujące. Są to: bilans dla indywidualnego/konkretnego samochodu oraz ocena zmian struktury całego rynku paliw i energii.

Racjonalne założenia, chociaż bardzo uproszczone, dla przykładowego samochodu średniej klasy, mianowicie Toyoty YARIS, są następujące. Emisja CO₂ wynosi dla tego samochodu około 140 g/km, czyli na 100 km przebiegu samochodu przypada około 14 kg CO₂. Zużycie benzyny na 100 km wynosi około 6 l, czyli około 55 kWh w paliwie pierwotnym.

⁸ Wszystkie oszacowania przedstawione w tym punkcie mają charakter zdroworozsądkowy, są bardzo przybliżone. Ich celem jest budowa nowego obrazu energetyki, mającej podstawy w nowych technologiach.

Przyjmując sprawność benzynowego silnika spalinowego na poziomie 0,3 otrzymuje się energię użyteczną, odniesioną do przebiegu 100 km, równą 16,5 kWh.

W takim razie energia elektryczna zużyta przez samochód elektryczny, liczona na 100 km przebiegu, wynosi około 27 kWh⁹ (przyjęto sprawność silnika elektrycznego 0,8, sprawność akumulatora 0,8 oraz sprawność przekształtnika 0,95). Energia pierwotna do wyprodukowania tej energii w elektrowni węglowej kondensacyjnej, z uwzględnieniem strat sieciowych, wynosi około 85 kWh, czyli jest ponad półtorakrotnie większa od energii pierwotnej w przypadku samochodu spalinowego. Emisja CO₂ związana z produkcją energii elektrycznej wynosi około 25 kg, tzn. jest prawie 1,8 razy większa od emisji w przypadku samochodu spalinowego.

Sytuacja odwraca się zdecydowanie na korzyść samochodu elektrycznego, jeśli zrobić założenie, że do napędu tego samochodu będzie wykorzystywana energia elektryczna produkowana w skojarzeniu. Mianowicie, energia pierwotna potrzebna do wyprodukowania 27 kWh energii elektrycznej w dużej (zawodowej) elektrociepłowni węglowej wynosi około 33 kWh. To oznacza, że zużycie energii pierwotnej (w węglu) przez samochód elektryczny wynosi w przypadku produkcji skojarzonej tylko 60% zużycia energii pierwotnej (w benzynie) przez samochód spalinowy. Emisja CO₂, odniesiona do przebiegu 100 km, jest natomiast w przypadku energii elektrycznej produkowanej w skojarzeniu równa około 12,5 kg, czyli 90% emisji samochodu spalinowego.

Jeszcze korzystniejsza sytuacja jest w przypadku wykorzystania do zasilania samochodów elektrycznych energii elektrycznej produkowanej w małych gazowych (na gaz ziemny) źródłach kogeneracyjnych. Wtedy zużycie energii pierwotnej (w gazie ziemnym) przez samochód elektryczny jest tylko nieco większe od 50% zużycia energii pierwotnej (w benzynie) przez samochód spalinowy. Emisja CO₂, odniesiona do przebiegu 100 km, jest natomiast w przypadku energii elektrycznej produkowanej w małym gazowym źródle kogeneracyjnym równa 6 kg, czyli 40% emisji samochodu spalinowego.

Najprostsze przełożenie faktu, że (1°) energia elektryczna wykorzystywana do zasilania samochodów elektrycznych będzie się liczyła w udziale energii odnawialnej na rynkach końcowych dwu i półkrotnie oraz (2°) przedstawionych powyżej wyników analizy zużycia energii pierwotnej i emisji CO₂ dla indywidualnego samochodu elektrycznego na tendencję dotyczącą zmiany ogólnej struktury rynku paliw i energii jest następujące.

1. Po pierwsze, nastąpi wzrost rynku biogazu rolniczego i produkcji skojarzonej, z wykorzystaniem dwóch technologii (1°): biogazowni zintegrowanych technologicznie ze źródłami kogeneracyjnymi oraz (2°) biogazowni produkujących biogaz na rynek, wykorzystywany do produkcji skojarzonej w lokalizacjach dobrze do tego uwarunkowanych (załączany do sieci gazowej w postaci oczyszczonej lub surowej bądź transportowany systemami CNG lub LNG). Równolegle zahamowany zostanie wzrost rynku tradycyjnych paliw transportowych. Ten proces, polegający w Polsce na rynkowym wyparciu 90 TWh paliw transportowych za pomocą 45 TWh energii w biogazie (biometanie) wykorzystanym do produkcji energii elektrycznej w źródłach kogeneracyjnych ma potencjał redukcji obniżki zapotrzebowania energii na rynkach końcowych z około 640 TWh (tabela 4, zapotrzebowanie określone bez uwzględnienia samochodu elektrycznego) do około 595 TWh.

2. Po drugie, w długim horyzoncie nastąpią głębsze zmiany strukturalne polegające na rynkowym transferze obecnych paliw transportowych na rynek paliw poligeneracyjnych. Ten proces, polegający na rynkowym wyparciu 150 TWh paliw transportowych, w tendencji, za pomocą 75 TWh energii w paliwach transportowych wykorzystanych do produkcji energii

⁹ Wartość ta musi być zweryfikowana za pomocą danych eksploatacyjnych (pomiarowych). Według danych pochodzących ze środowiska Green Stream rzeczywiste zużycie energii elektrycznej jest znacznie mniejsze. Mianowicie, wynosi około 10 kWh na 100 km przebiegu i 1 tonę masy samochodu (według tych danych zużycie jest w przybliżeniu proporcjonalne do masy samochodu).

elektrycznej w źródłach kogeneracyjnych ma potencjał redukcji obniżki zapotrzebowania energii na rynkach końcowych o dalsze 75 TWh, do 520 TWh. Trzeba jednak podkreślić, że tego potencjału nie da się wykorzystać bez rozwoju technologii zasobnikowych na rynku energii elektrycznej. Technologie te, jeśli się pojawią, zmieniają ekonomikę poligeneracji. Będzie to związane z tym, że ustąpi ograniczenie w postaci nieefektywności ekonomicznej produkcji energii elektrycznej przy niskich czasach wykorzystania mocy szczytowych ciepła.

3. Wykorzystanie potencjałów zasygnalizowanych w p. 1 i 2 powoduje wzrost, w stosunku do oszacowania przedstawionego w tabeli 2 (bez uwzględnienia samochodu elektrycznego) rynku energii elektrycznej, produkowanej w rozproszonych technologiach poligeneracyjnych, o około 100 TWh. Podkreśla się, że wzrost ten nie nastąpi, jeśli do jego pokrycia miałyby być wykorzystana produkcja energii elektrycznej w elektrowniach węglowych (kondensacyjnych).

4. Globalny projekt zamiany samochodu spalinowego na elektryczny można w wielkim uproszczeniu porównać ze zrealizowanym w przeszłości projektem elektryfikacji kolei (zamiana parowozu na elektrowóz). Znaczenie energetyczne wdrożenia samochodu elektrycznego do transportu drogowego jest jednak znacznie większe niż elektryfikacji kolei. Tempo tego wdrożenia budzi jeszcze wiele wątpliwości, ale może ono zaskoczyć świat (według prognozy Instytutu Rolanda Bergera samochody elektryczne będą stanowić 25% rynku samochodów już w 2015 roku).

Efekt wykorzystania 1 mln ha gruntów ornych do celów energetycznych¹⁰. Energia pierwotna (z 1 mln ha dobrych gruntów, które są do wykorzystania w rolnictwie energetycznym bez najmniejszego ryzyka dla rolnictwa żywnościowego, tabela 6) wynosi około 8 mld m³ biometanu, inaczej jest to około 80 TWh, jeszcze inaczej około 13,7 mln ton węgla (energetycznego, wskaźnikowego), wreszcie jest to około 23 mln ton węgla równoważnego (na rynkach końcowych).

Trzy progresywne technologie, bazujące na zasobach rolniczych wynoszących 1 mln ha (ich wykorzystanie jest racją stanu) dają następujące wyniki:

1. Produkcja energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji: $80 \cdot (0,35 + 0,50)$ TWh, czyli 28 MWh energii elektrycznej i 40 MWh ciepła, łącznie 68 TWh (praktycznie tyle ile potrzeba z rolnictwa energetycznego).

2. Kogeneracja plus samochód elektryczny: $80 \cdot (0,35 \cdot 2,5 + 0,50) = 70$ TWh „zaliczone” na rynku energii elektrycznej (na rynku transportu) i 40 MWh ciepła, łącznie 110 TWh, czyli więcej niż wynosi cały polski cel.

3. Kogeneracja plus pompa ciepła: $80 \cdot 1,75$ MWh = 140 TWh (jednorodnie na rynku ciepła), czyli znacznie więcej niż cały polski cel.

WNIOSKI

1. Przyjmując za punkt wyjścia Pakiet 3x20 uznaje się, że pożyteczne jest zdefiniowanie na potrzeby całej warszawskiej przestrzeni publicznej Projektu pn. „Synergetyka Warszawy”. Oczywiście należałoby określić główne właściwości tego Projektu. Proponuje się przyjąć, że są to: (1°) pełna spójność Projektu z celami Pakietu 3x20, (2°) konwergencja rynków energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych, (3°) przeniesienie akcentu z produkcji energii na zarządzanie informacją (Smart Grid), (4°) nowa struktura energetyki (Synergetyka – nowy łańcuch wartości, a w tym łańcuchu między innymi: mikrosystem energetyczny prosumenta, minisystem energetyczny dewelopera, system energetyczny Miasta), (5°) integracja bezpieczeństwa energetycznego, ekologicznego, publicznego (wykorzystanie Smart Grid-u do

¹⁰ Te obliczenia przytacza się po to, aby uzasadnić, że spełnienie celów Pakietu 3x20 przez Polskę nie stanowi problemu (i jednocześnie pokazać, gdzie są zasoby umożliwiające wykorzystanie tych zasobów).

budowy bezpieczeństwa publicznego), (6°) wykorzystanie lokalnych zasobów, rozwiązywanie za pomocą inwestycji nabrzmiałych problemów (np. w obszarze lokalnego bezpieczeństwa energetycznego, ochrony środowiska, transportu, bezpieczeństwa publicznego).

2. Kluczową sprawą jest włączenie w zakres polityki energetycznej (synergetyki) Warszawy transportu. W szczególności samochód elektryczny trzeba postrzegać jako siłę sprawczą przebudowy bilansu paliwowo-energetycznego i bilansu emisji CO₂ Warszawy. Samochód elektryczny, stanowiący bardzo istotną część Smart Gridu, trzeba także widzieć jako siłę sprawczą przebudowy sposobu zarządzania energią na rynkach końcowych Warszawy i przebudowy (za pomocą oddolnego filaru) systemów bezpieczeństwa energetycznego. (Oczywiście, samochód elektryczny i Smart Grid przyczynią się do zrewolucjonizowania zarządzania transportem w Warszawie). Miasto powinno niezwłocznie przystąpić do realizacji programu „Stołeczny transport elektryczny” (w tym zakup autobusów elektrycznych, wprowadzenie bezpłatnego parkowania samochodów elektrycznych itp.).

3. Drugą kluczową sprawą jest wykorzystanie przez Miasto szans wynikających z rozwiązań Pakietu 3x20 i z kształtującego się nowego łańcucha wartości: od paliw, poprzez dobra inwestycyjne dla synergetyki, do zaspokojenia potrzeb mieszkańców. Z tego punktu widzenia potrzebna jest szybka zmiana polityki energetycznej Warszawy polegająca na zrównoważeniu branżowego (elektroenergetyka, ciepłownictwo, gazownictwo) hierarchicznego systemu operatorskiego konwergentnym sieciowym systemem trójwarstwowym, obejmującym warstwę mikrosystemów energetycznych prosumenta, warstwę minisystemów energetycznych deweloperów oraz warstwę systemu energetycznego Miasta (obejmującą obiekty miejskie, przedsiębiorstwa miejskie itp.).

4. Ważną sprawą jest zablokowanie odradzającej się paramilitaryzacji i centralnego zarządzania energetyką (w tym centralnego planowania). Odradzająca się paramilitaryzacja i centralne zarządzanie mają wsparcie zwłaszcza w rządowej strategii konsolidacji całej energetyki i rozbudowy energetyki jądrowej w szczególności. Skrajnym przykładem mentalności zwolenników energetyki jądrowej [4] jest całkowite podporządkowanie energetyki Warszawy strukturom korporacyjnemu. Dopuszczenie do odrodzenia się dominacji korporacyjnej (ukształtowania się energetyki paramilitaryzacji) jest drogą do konfrontacji ze społeczeństwem wiedzy, które w Warszawie będzie się kształtować najszybciej (biorąc pod uwagę Polskę).

CYTOWANE ŹRÓDŁA

- [1] Bezpieczeństwo energetyczne Warszawy – gwarantem sprawnego funkcjonowania Miasta. Materiały V Forum Operatorów Systemów Odbiorców Energii i Paliw. Biuro Infrastruktury Urzędu m. st. Warszawy, 2008.
- [2] Kasprzyk S. Program polskiej energetyki jądrowej. Najkorzystniejsze lokalizacje, moce w lokalizacjach, rozwój i modernizacja linii i rozdzielni najwyższych napięć. Energetyka, Zeszyt Specjalny. Sierpień 2009. Energetyka, Zeszyt Specjalny. Sierpień 2009.
- [3] Reński A. Elektrownie i elektrociepłownie jądrowe źródłem ciepła dla systemów ciepłowniczych.
- [4] Burski J. Elektrociepłownie jądrowe dla Warszawy, czyli jak ogrzać i oczyścić miasto stołeczne. Energetyka, Zeszyt Specjalny. Sierpień 2009.
- [5] Popczyk J. Postprzemysłowa energetyka. Piąta fala innowacyjności. Wykład inaugurujący rok akademicki 2009/2010 w Politechnice Śląskiej.
- [6] Problemy rozległych awarii sieci elektroenergetycznych. Pod redakcją G. Bartodzieja i M. Tomaszewskiego. W druku (Wydawnictwo Nowa Energia).