

AGH – Wydział Elektryczny Seminarium

„Inteligentne systemy dostawy energii elektrycznej”

INNOWACYJNA ENERGETYKA Jan Popczyk

Kraków, 4 marca 2010

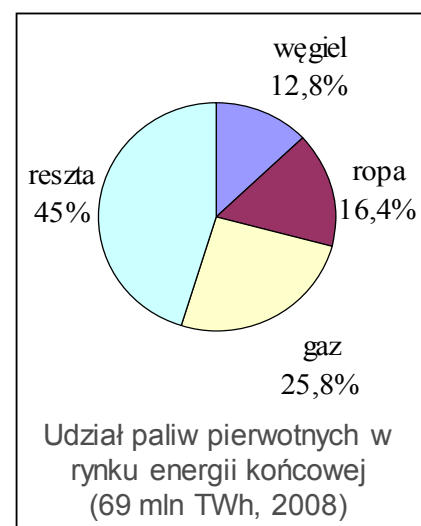
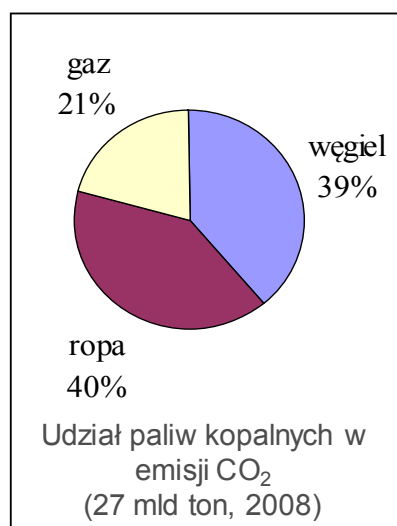
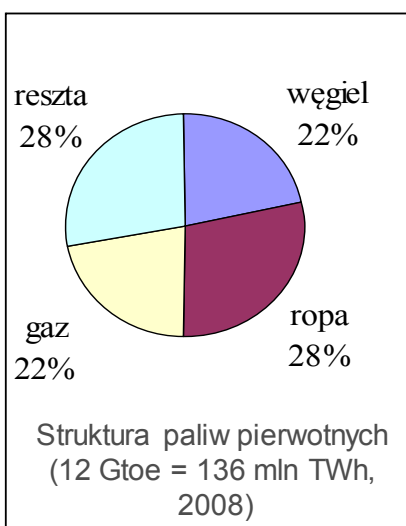
1

Punkt wyjścia:


DOMINACJA PALIW KOPALNYCH (I ENERGETYKI ZBUDOWANEJ NA TYCH PALIWACH)

vs

SPOŁECZEŃSTWO WIEDZY



2



1990-210

JAK POLSKA ELEKTROENERGETYKA ZATOCZYŁA KOŁO!

1990 – rozpoczęcie pierwszej reformy

Uwarunkowania:

- zmiany ustrojowe (Polska)
- TPA (baza pod reformy w elektroenergetyce, W. Brytania)

Antyreformy/remonopolizacja 1995-2009:


utworzenie przedsiębiorstw, które nie mogą upaść, ale mogą i przejmują rolę regulatorów rynku (jedno z wyraźnie zidentyfikowanych źródeł kryzysu amerykańskiego/światowego)

2010 – na progu nowej reformy

Uwarunkowania:

- pokryzysowe układanie świata
- rewolucja technologiczna (przenosiny poligonu innowacyjności z obszaru zbrojeń do energetyki, spektakularne wykorzystanie przez polityków strachu podsycanego bezpieczeństwem energetycznym i efektem klimatycznym)

3



**KONCEPCJA POWRACAJĄCEGO CYKLU ROZWOJOWEGO
w energetyce, i nie tylko
(propozycja autorska)**

LISTA 6 CZYNNIKÓW DOMINUJĄCYCH

1. Polityka/ państwo (UE/Polska) – regulacje prawne
2. Samorząd (gmina, miasto, region)
– inwestycje infrastrukturalne
3. Nowe technologie (w tym nauka) – piąta fala innowacyjności
4. Nowy odbiorca (prosument) – mikroprzedsiębiorstwo
5. Nowe przedsiębiorstwo
– struktura sieciowa, interaktywne relacje z prosumentem
3. Człowiek (progresywny) – wykształcenie (w tym edukacja)

4




CYKL ROZWOJOWY 2010-2050

Status roku 2010

- Początek nowego układania świata po kryzysie:
- przyspieszenie przebudowy roli regionów (USA, Chiny, UE, Indie, Rosja, Brazylia, Indonezja)
 - przyspieszenie przebudowy społeczeństwa przemysłowego w społeczeństwo wiedzy

Potrzeba ewentualnej rewizji horyzontu 2050
(z punktu widzenia koncepcji powracającego cyklu rozwojowego)

5



DYNAMIKA CYKLU ROZWOJOWEGO 2010-2050

sekwencja i horyzonty wzrostu potencjału czynników dominujących

- Polityka (regulacje) – 2010...2015**
- Samorząd (inwestycje infrastrukturalne) – 2015...2020**
- Nowe technologie (innowacyjność) – 2020...2025**
- Prosument (mikroprzedsiębiorstwo) – 2025...2030**
- Nowe przedsiębiorstwo (p2p) – 2030...2040**
- Człowiek (progresywny) – 2040...2050 (i nadal)**

6



PRZEBUDOWA GOSPODARKI **alokacja kapitału wywołana kryzysem (1)**

Interesująca jest pod tym względem analiza alokacji kapitału, jaka dokonuje się w ramach wychodzenia światowej gospodarki z kryzysu gospodarczego

Jest to przepływ kapitału z tradycyjnych segmentów gospodarki (między innymi z tradycyjnej energetyki) do segmentów innowacyjnych (do energetyki odnawialnej/innowacyjnej)

Fakt ten bardzo silnie obrazują wzrosty indeksów giełdowych w USA w 2009 roku:
DJIA (indeks gospodarki tradycyjnej) – **22,1 %**
S&P (indeks bankowy) – **28,6 %**
NASDAQ (indeks technologiczny) – **51,8 %**

7



PRZEBUDOWA GOSPODARKI **alokacja kapitału wywołana kryzysem (2)**

1. Napędem nowych technologii w dziedzinie energetyki odnawialnej do 2020 roku będzie sytuacja w USA (strategia wyjścia z kryzysu za pomocą inwestycji w ten segment (aktualnie trzeci priorytet polityki amerykańskiej, po reformach służby zdrowia i rynków finansowych)
2. Napędem będzie dążenie przemysłu europejskiego (głównie niemieckiego) do utrzymania istotnej roli na rynku dostaw dóbr inwestycyjnych dla energetyki odnawialnej
3. Napędem będą strategie Chin i Indii. Są to strategie obliczone na wejście do gry na rynku dostaw dóbr inwestycyjnych dla energetyki odnawialnej, ale także ukierunkowane na zmianę struktury energetyki (w Chinach, Indiach) na bardziej nowoczesną
4. Napędem będzie sytuacja w Izraelu, polegająca na **integracji innowacyjności w przemyśle wojskowym z innowacyjnością w energetyce** (dążenie Izraela do uniezależnienia się od paliw kopalnych, w tym ropy i gazu, których ten kraj nie posiada, także dążenie do alokacji części kosztów zbrojeń na energetykę i do zmniejszenia dolegliwości wielkich kosztów zbrojeń za pomocą eksportu dóbr inwestycyjnych i know-how dla energetyki odnawialnej)

8



PROBLEMY, KTÓRE POWINNIŚMY ROZWIĄZAĆ

USA: najważniejsze jest trwałe przełamanie kryzysu gospodarczego

UE: trzeba zrealizować Pakiet 3x20, i nie mniej ważne – trzeba stworzyć podstawy pod wygaszenie Wspólnej Polityki Rolnej

Chiny, Indie: kluczowe jest zapewnienie gospodarkom energii, pobudzenie (gospodarcze) regionów zapóźnionych, ale też odbudowa środowiska (!)

Afryka: wykorzystanie rolnictwa do obrony przed dalszym wykluczeniem kontynentu, przełamania kryzysu cywilizacyjnego

Polska: potrzebne jest przyspieszenie rozwoju, który zapewni dojście polskiej gospodarki do średniego poziomu unijnego w okresie do 2030 (realizacja celów Pakietu 3x20, zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, restrukturyzacja rolnictwa, modernizacja wsi, pobudzenie rozwoju przemysłu dostaw dóbr inwestycyjnych, zapewnienie równowagi – eksport/import – bilansu płatniczego całego kraju i poszczególnych gmin)

9



SOJUSZ ROSYJSKO-NIEMIECKI

Powołanie 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

(powołanie Agencji należy rozpatrywać łącznie z realizowanym gazociągiem północnym)

Łatwo odczytać strukturę interesów, którą sojusz będzie współtworzył. Mianowicie, skutki wysokich cen gazu ziemnego i ropy, a także wysokich cen know-how oraz dóbr inwestycyjnych dla innowacyjnej 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

10



SOJUSZ CHIŃSKO-AMERYKAŃSKI

Realizacja przedsięwzięcia biznesowego – kontraktu na zakup przez Chiny od amerykańskiej firmy First Solar instalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy 2000 MW

(kontrakt należy rozpatrywać łącznie z EXPO 2010 w Szanghaju)

Strukturę interesów, w którą wpisuje się kontrakt, łatwo zrozumieć w świetle amerykańskiego zadłużenia w Chinach i ekspansji amerykańskich innowacyjnych technologii energetycznych na globalny rynek. Przedsięwzięcie to oznacza, że Chiny i USA zaczynają rozwiązywać swoje kłopoty. Zapłacą znowu w dwójnasób ci, którzy z jednej strony są zadłużeni w USA, z drugiej natomiast nie rozwijają własnego *know-how* oraz nie budują własnych zdolności dóbr inwestycyjnych dla innowacyjnej energetyki

11



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)

12



PAKIET ENERGETYCZNO-KLIMATYCZNY 3X20

(przede wszystkim siła sprawcza, ale także program operacyjny)

Integracja trzech rynków końcowych
(energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych)

Cele 3x20

(dla Polski 15 – 96 TWh, 20 – 60 mln ton, 20 – 180 TWh)

Systemy wspomaganie OZE i redukcji emisji CO₂

(ETS oraz non-ETS)
(nie są skoordynowane)

Action Plan

Główna teza: Jeśli zrealizowany zostanie cel dotyczący udziału energii odnawialnej na rynkach końcowych energii, to praktycznie automatycznie zostaną zrealizowane dwa pozostałe

13



CO DLA POLSKI (1)

- **energetyka atomowa** (Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Energetyka, zeszyt specjalny. Sierpień 2009), czy **Smart Grid** (dla Polski, dla operatorów dystrybucyjnych) ?
 - energetyka paramilitarna, czy energetyka zakorzeniona w demokracji i rynku (właściwa dla społeczeństwa wiedzy)
 - dostawa energii (i paliw), czy zwiększenie dobrobytu i jakości życia mieszkańca za pomocą energetyki (synergetyka) ?
 - ile operatorów, a ile gmin/miast i prosumentów (Kowalskich, deweloperów, wspólnot/spółdzielni mieszkaniowych) ?
- ile ekonomiki IRR/NPV, ile ekonomiki *venture capital* oraz *private equity*, ile *benchmarkingu*, wreszcie ile ekonomiki „wartości psychologicznej” ?
 - ile odpowiedzialności energetyk korporacyjnych, a ile regionów/gmin za realizację celów Pakietu 3x20 ?
 - ile (w liczbach) źródeł kogeneracyjnych, samochodów elektrycznych, pomp ciepła, kolektorów słonecznych, ogniw fotowoltaicznych, domów inteligentnych ?

14



CO DLA POLSKI(2)

- dom energetyczny (oferta ENERGI, Targi CENERG 2010, 4 marca) i setki tysięcy mikrowiatraków (kilka tysięcy zostało już „nielegalnie” podłączonych do instalacji odbiorców), pomp paliwowych, ogniw fotowoltaicznych, samochodów elektrycznych, czy zablokowanie przebudowy regulacji?

- nowy zawód – specjalista w dziedzinie energetyki odnawialnej (integrator usług infrastrukturalnych, instalator) – zawód nr 1 na liście rankingowej zawodów w UE), czy zablokowanie rozwoju usług w tym obszarze?

15



POLITYKA ENERGETYCZNA POLSKI DO 2030 ROKU projekt przyjęty przez rząd

Projekt spełnia kryteria „poprawności politycznej” (z punktu widzenia tych kryteriów projekt można uznać za dobry)

Problem polega na tym, że projektowanie polityki energetycznej 20 lat naprzód, ze skutkami do 2080 roku (elektrownie atomowe), według obecnych wyobrażeń, jest (w okresie przewrotu technologicznego) niemożliwe i niewłaściwe

Tradycyjna polityka energetyczna hamuje innowacyjność. Argument na potwierdzenie tezy: w projekcie nie ma nic o samochodzie elektrycznym, a o pompach ciepła mówi się tylko w aspekcie energetyki geotermalnej.

Z drugiej strony te dwie technologie będą wpływać w zasadniczy sposób na przebudowę struktury polskiego bilansu energetycznego

**Wnioski ekonomistów wynikające z kryzysu
finansowego/gospodarczego:
(Podręczniki ekonomii do wymiany!!!)**

A co z podręcznikami do elektroenergetyki/energetyki?

16



Test wiarygodności polskiej polityki energetycznej

- zrobiony przez pryzmat EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ (stanowiącej sztandarowe hasło polityki energetycznej) i przez pryzmat nadprodukcji zboża

17



Test (1). PRZEŁOM MENTALNOŚCIOWY NA WSI

2009/2010 – rolnicy zmieniają paliwo: węgiel na zboże (żyto – 15 GJ/t, 250 zł/t, węgiel – 25 GJ/t, 700 zł/t)

Stosunek ceny GJ energii pierwotnej z węgla i ze zboża: 1,7

18

Test (2). NADPRODUKCJA ZBOŻA W 2009 ROKU I DZIAŁANIA RZĄDU MAJĄCE NA CELU SKIEROWANIE TEGO ZBOŻA DO WSPÓŁSPALANIA

Nadprodukcja 4 podstawowych zbóż w 2009 roku: 4...6 mln ton.
 Perspektywa wykorzystania do **współspalania**. Przy takim wykorzystaniu uzysk energii odnawialnej końcowej wyniesie około **4...6 TWh**

- Zasoby ziemi uprawnej wykorzystane do nadprodukcji: 1,1...1,7 mln ha. Możliwa do uzyskania energia odnawialna końcowa w przypadku zastosowania technologii biogazowych i kogeneracyjnych małej skali: **75...116 TWh**
- Wykorzystanie odłogów i ziemi wyłączanej z upraw (łącznie około 2 mln ha ziemi średnio-urodzajnej) stanowi potencjał produkcyjny wynoszący około **80 TWh**

19

Test (3). Wyniki wykorzystania 1 ha gruntów rolnych na rynku transportu, przy zastosowaniu samochodu tradycyjnego (z silnikiem wysokoprężnym) i elektrycznego

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

20



Test (4). BILANS ENERGETYCZNYCH W TRZECH SEGMENTACH

- Zakup udziałów w złożu ExxonMobil, budowa portu gazowego i kontrakt gazowy z Gazpromem (na 10,3 mld m³ gazu do 2037 roku)
- Energetyka atomowa (budowa w okresie 2020-2030 2 elektrowni po dwa bloki, 1600 MW każdy)
- Energetyka wiatrowa (instalacja 9000 MW)

Dodatkowe wprowadzenie, do 2030 roku, na rynki końcowe – odpowiednio – około (110 + 50 + 20) TWh energii, przy łącznym wymiarze tych rynków w 2030 roku wynoszącym około 640 TWh (takim jak w 2020 roku)

21



Test (5). CAŁY BILANS ENERGETYCZNY NA POCZATKU 2010 ROKU OBRAZUJĄCY WIELKIE RYZYKO

Potencjalna dodatkowa podaż (gazownictwo, energetyka atomowa, energetyka wiatrowa, rolnictwo energetyczne) na rynki końcowe – około **360 TWh** (około **55%** rynków końcowych 2020/2030)

Dodatkowa podaż będzie konkurować (pośrednio) z obecną podażą energii pierwotnej wynoszącą:

- górnictwo węgla kamiennego – 600 TWh (80 mln ton/rok)
- górnictwo węgla brunatnego – 170 TWh (60 mln ton/rok)
 - gazownictwo – 100 TWh (10 mld m³/rok)
 - paliwa płynne – 220 TWh (22 mln ton/rok)

22



Historyczna „nauka” wynikająca z przebudowy fabryk opartych na centralnym napędzie (silnik parowy) na fabryki z urządzeniami napędzаныmi indywidualnie (za pomocą silników elektrycznych, a dalej – współczesna „nauka” wynikająca z rozwoju mechatroniki

23



INTEGRACJA RYNKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ I TRANSPORTU

Bardzo pouczające jest nowe spojrzenie na rynek energii elektrycznej i transportu. Przyjmijmy, że liczba odbiorców energii elektrycznej wynosi w Polsce w wielkim przybliżeniu 16 milionów (od czasu zakończenia elektryfikacji w latach sześćdziesiątych liczba ta rośnie bardzo powoli). Podobna jest liczba samochodów, ale doszliśmy do tej liczby głównie w ostatnich 20 latach

Moc zainstalowana w silnikach samochodowych wynosi ponad 1000 GW, czyli jest 30 razy większa od mocy zainstalowanej w elektrowniach/elektrociepłowniach. Każdy z silników samochodowych nadaje się, po niewielkich tylko przeróbkach, do wykorzystania jako jednostka napędowa agregatu kogeneracyjnego (w tym np. agregatu mikrobiogazowni)

Czyli w wielkim przybliżeniu: wykorzystanie silników samochodowych, jednego na trzydzieści, może zapewnić (hipotetycznie) Polsce moc wytwórczą wystarczającą do pokrycia obecnego zapotrzebowania na rynku energii elektrycznej

24



CZYNNIKI PRZYSPIESZAJĄCE UPODMIOTOWIENIE WOJEWÓDZTW ORAZ MIAST/GMIN

- 1. Szansa na pobudzenie gospodarcze województwa i gmin
za pomocą innowacyjnej energetyki rozproszonej
(wykorzystanie lokalnych zasobów)**
- 2. Odpowiedzialność za bezpieczeństwo energetyczne,
zwłaszcza na rynkach energii elektrycznej i ciepła.
Znaczenie tego czynnika zaczęło bardzo szybko rosnąć
pod wpływem rozwiązań ustawy o zarządzaniu kryzysowym**

ROZLEGŁE AWARIE W SYSTEMACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

Szczecin – marzec 2008

Polska – październik 2009

Małopolska i Śląsk – styczeń 2010

POTRZEBA BUDOWY DRUGIRGO FILARU BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO

25



INWESTYCJE DO 2020 ROKU

W WYMIARZE ŚWIATA

**30 bilionów USD (inwestycje w całą energetykę, to są środki, które
mogą, powinny i będą zmieniać świat)**

W WYMIARZE EUROPY (Financial Times, 4.02.2010)

**200 mld £ (inwestycje poza transportem, o następującej strukturze:
53 – ciepło odnawialne, w tym produkowane w pompach ciepła, 60 –
OZE na rynku energii elektrycznej, 3 – gazociągi i terminale LNG, 6 –
elektrownie jądrowe, 11 – źródła węglowe i gazowe, 26 –
inteligentne opomiarowanie, efektywność wyzwolona za pomocą
Smart Grid-u, 40 – sieci przesyłowe i rozdzielcze)**

W WYMIARZE POLSKI

**150 mld zł (inwestycje w energetykę odnawialną, to są środki które
mogą i powinny, ale czy zmienią Polskę?)**

DLA PORÓWNANIA

Roczne nakłady na zbrojenia – 1,5 biliona USD

**Roczne nakłady potrzebne na zahamowanie głodu
(na świecie głoduje 1,3 mld ludzi) – 40 mld euro**

26



**„IM GŁĘBIEJ SPOGLĄDAMY W PRZESZŁOŚĆ,
TYM WIĘCEJ MOŻEMY ZOBACZYĆ W PRZYSZŁOŚCI”
(Winston Churchill)**

27



TRZY DEKADY (W PERSPEKTYWIE ELEKTROENERGETYKA)

LATA 90.

**POJAWIA SIĘ INTERNET
NASTĘPUJĄ ZMIANY USTROJOWE W EUROPIE ŚRODKOWEJ**

OBECNA DEKADA (DEKADA STRATEGII LIZBOŃSKIEJ)

**PĘKA BAŃKA INTERNETOWA
NASTĘPUJE ZAMACH NA WTC
CHINY WCHODZĄ DO GLOBALNEJ GRY
KRYZYS GOSPODARCZY ROZLEWA SIĘ NA ŚWIAT**

DEKADA KOLEJNA (DEKADA PAKIETU 3X20)

**CO PO KIOTO (PO 2012)?
CO ZE WSPÓLNĄ POLITYKĄ ROLNĄ (PO 2014)?
CO Z RUNDĄ (WTO) DOHA?**

28



**CZTERY HISTORYCZNE FALE INNOWACYJNOŚCI
ICH POWIĄZANIE Z ENERGETYKĄ I OSADZENIE W SYSTEMACH
SPOŁECZNYCH
(ostatnie 300 lat)**

LIBERALIZM (A. Smith)
- RYZYKO PRYWATNE

Pierwsza fala: MASZYNA PAROWA

**Druga fala: MOTORYZACYJNO-
ELEKTROTECHNICZNA/ELEKTROENERGETYCZNA**

INTERWENCJONIZM (J. M. Keynes)

**Trzecia fala, wojskowo-wojenna (mobilizacja wojenna):
BOMBA ATOMOWA. ENERETYKA JĄDROWA**

KORPORACJONIZM

SUBSYDIARNOŚĆ (EWG, UE)

**Czwarta fala: KOMPUTEROWO-INTERNETOWA.
ZASADA TPA, ENERETYKA GAZOWA**

LIBERALIZM (społeczeństwo wiedzy)
- RYZYKO PUBLICZNO-PRYWATNE

Piąta fala (wstępująca): SYNERGETKA

29



**DWA HISTORYCZNE ETAPY EKONOMIKI W ENERGETYCE (ostatnie 60
lat) JAKO PODSTAWA DO UKSZTAŁTOWANIA NOWEGO ETAPU**

**ETAP 1. MONOPOLE NARODOWE (KAPITALIZM), GOSPODARKA
CENTRALNIE PLANOWANA (SOCJALIZM) – EKONOMIKA
KOSZTOWA, BEZ RYZYKA, ZE SKUTKAMI W POSTACI OGROMNYCH
*STRANDED COSTS***

**ETAP 2. ENERGETYKA WIELKOSKALOWA, ZASADA TPA – EKONOMIKA
WSKAŹNIKÓW *NPV* oraz *IRR*, BEZ MODELOWANIA ZARZĄDZANIA
RYZYKIEM,**

**ETAP 3 (wstępujący). ENERGETYKA ROZPROSZONA, FUNKCJONUJĄCA
W ŚRODOWISKU RYZYKA, CHARAKTERYSTYCZNYM DLA
SPOŁECZEŃSTWA WIEDZY (*VENTURE CAPITAL, PRIVATE EQUITY,
EKONOMIKA WARTOŚCI PSYCHOLOGICZNEJ*)**

**WYTWARZA SIĘ NOWY ŁAŃCUCH WARTOŚCI: WARTOŚĆ JEST
ALOKOWANA Z OBSZARU PRODUKCJI DO OBSZARU ZARZĄDZANIA
ENERGIĄ (SMART GRID). Na tym procesie wyrosną
przedsiębiorstwa nowej generacji**

30

**TRZY ZWIASTUNY ZWROTU/PRZEWROTU W ENERGETYCE
INACZEJ - TRZY WIELKIE BŁĘDY PROGNOSTYCZNE
(ostatnie 30 lat)**

w obszarach:

zapotrzebowania na energię elektryczną (i energię w ogóle)

maksymalnych napięć znamionowych w układach przesyłowych

konfrontacji: rynek (ułomny, zasada TPA) vs monopol (regulacyjny)

31

**CZAS ZMIANY PARADYGMATU ROZWOJOWEGO W ENERGETYCE,
W SENSIE TEORII STRUKTUR REWOLUCJI NAUKOWYCH
T. KUHNA**

**ENERGETYKA
SPOŁECZEŃSTWA
PRZEMYSŁOWEGO,
PARAMILITARNA!**



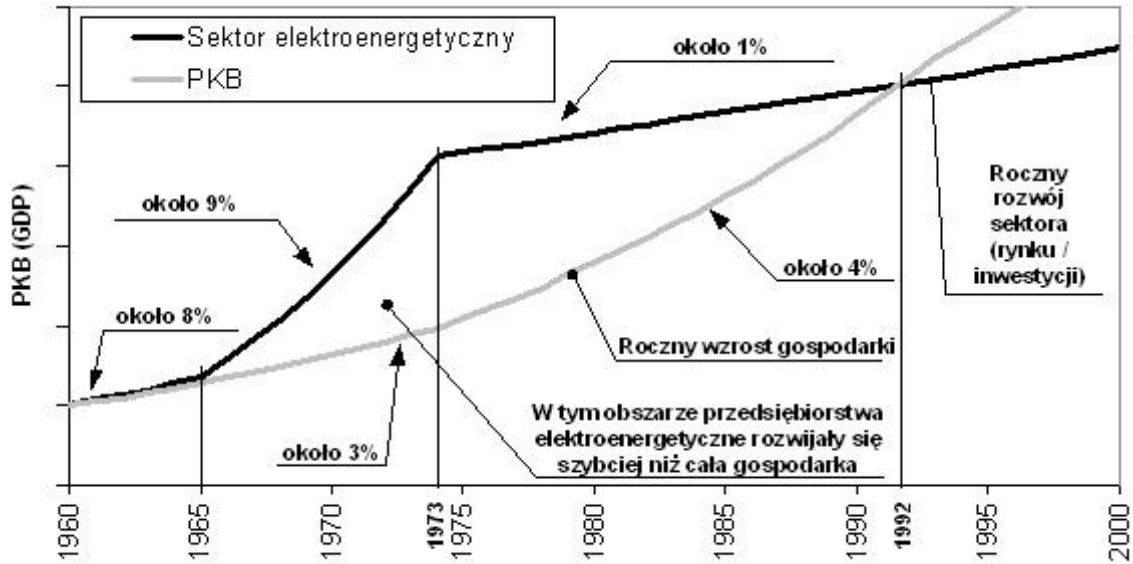
**ENERGETYKA
SPOŁECZEŃSTWA
WIEDZY,
INNOWACYJNA?**

Kaczka, czy królik?

32

Przezwrot (lata 70.):

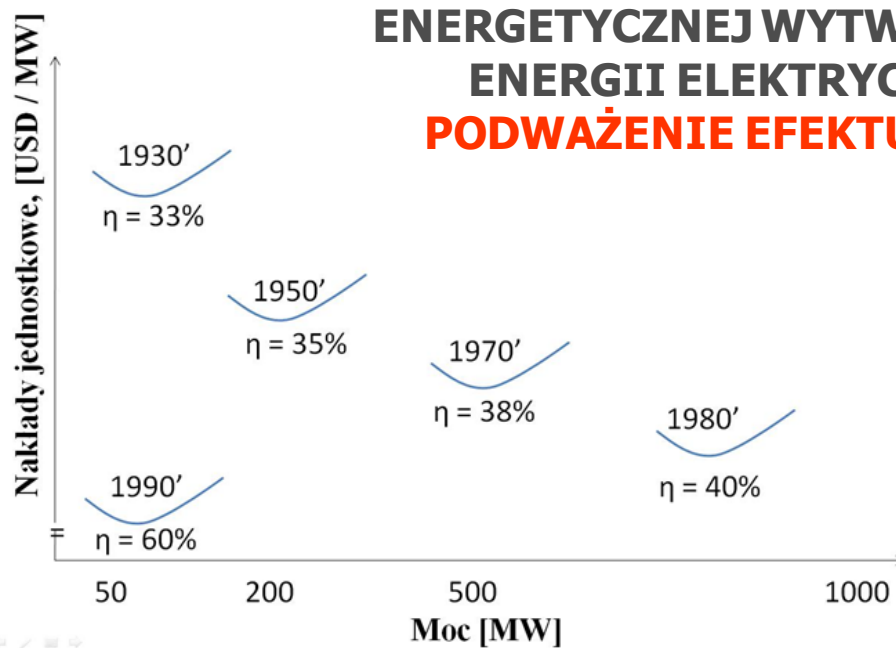
WZROST RYNKU ENERGII ELEKTRYCZNEJ vs WZROST PKB (GDP)



33

Przezwrot (lata 90.):

SKOKOWY WZROST SPRAWNOŚCI ENERGETYCZNEJ WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ **PODWAŻENIE EFEKTU SKALI**



34

OGRANICZENIA FIZYCZNE W OBSZARZE EFEKTU SKALI

$$P_{\text{nat}} = \frac{U_n^2}{Z_f}$$

gdzie: P_{nat} – moc naturalna (podstawowe kryterium zdolności przesyłowej układów przesyłowych prądu przemiennego najwyższych napięć), U_n – napięcie znamionowe układu przesyłowego prądu przemiennego, Z_f – impedancja falowa (praktycznie mająca stałą wartość w układach najwyższych napięć, rzędu 250...270 Ω)

$$U_{50\%} = k \frac{3400}{1 + 8/d}$$

gdzie: $U_{50\%}$ – napięcie, przy którym występuje 50-procentowe prawdopodobieństwo przeskoku w przerwie powietrznej [kV]; d – długość przerwy powietrznej [m], k – współczynnik zależny od kształtu elektrod

$$U_n = 3000 \text{ kV}$$

35

OD ERO (MONOPOLU) DO TARYFY WĘZŁOWEJ (TPA)

EKONOMIKA KOSZTÓW (MONOPOLU)

Zadanie ERO:

$$K(\mathbf{P}_G) = \sum_{i=1}^{n_G} k_i(P_{Gi})$$

Bilans mocy:

$$\sum_{i=1}^{n_G} P_{Gi} - \sum_{i=1}^{n_w} P_{Li} = 0$$

KKW/KCW (LMP):

$$LMP_i = SRMC_i = \frac{\partial K(\mathbf{P}_G)}{\partial P_{Li}}$$

ERO i OPF:

$$KCZ(\mathbf{P}_{Gp}, \mathbf{P}_{Gr}) = \sum_{i=1}^{n_G} \left[\sum_{p=m+1}^{m+n} C_{ip} P_{Gip} - \sum_{r=1}^m C_{ir} (P_{Gir}^o - P_{Gir}) \right]$$

$$LMP_i = SRMC_i = \frac{\partial KCZ(\mathbf{P}_{Gp}, \mathbf{P}_{Gr})}{\partial P_{Li}}$$

Interpretacja: $LMP_i = \left(1 + \frac{\partial P_{str}}{\partial P_{Li}} \right) LMP_b + \frac{\partial Q_{str}}{\partial P_{Li}} LMP_{qb} + \sum_{g=1}^{n_g} \mu_g^{\max} \frac{\partial S_g}{\partial P_{Li}} + \sum_{j=1}^{n_w} (-\mu_{Uj}^{\min} + \mu_{Uj}^{\max}) \frac{\partial U_j}{\partial P_{Li}}$

EKONOMIKA WARTOŚCI (U WYTWÓRCÓW I ODBIORCÓW)

36

CZEGO ŚWIAT POWINIEN SIĘ STARAĆ UNIKNAĆ? (wybrane przykłady)

Katastrof środowiskowych (Czernobyl)

**Katastrof bardzo wielkich elektrowni wodnych
(Itaipu – Ameryka Południowa, Suszyskaja – Rosja)**

**Bolesnych restrukturyzacji wielkich przemysłów
(górnictwo – Wielka Brytania, przemysł samochodowy - USA)**

**Nadmiernej emisji CO₂
(świat – 27 mld ton/a)**

**Streded costs
(np. USA, lata 90 – 30 mld USD/a)**

Terroryzmu energetycznego

37

PROPOZYCJA DLA POLSKI

**OD REFORM SEKTOROWYCH (1990-2009)
DO NARODOWEGO PROGRAMU
WOKÓŁ ENERGETYCZNEGO (2010-2020)**



SYNERGETYKA

38

POLSKIE RYNKI PALIW I ENERGII 2008

Paliwo	Rynek paliw w jednostkach naturalnych na rok	Emisja CO ₂ mln ton/rok	Rynek energii pierwotnej 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
OZE	-	-	-	2,5/7,5 ¹
Razem	-	300	1090	~480

¹x/y – bez współspalania/ze współspalaniem.

39

ROZNE RYNKI KOŃCOWE 2020

(oszacowania praktycznie według trendu „business as usual”)

Rynek końcowy	2009 TWh (rk)	2020 TWh (rk)	2020 TWh (pp)	2020 mln CO ₂
Energia elektryczna	155	190	380	130
Ciepło	240	240	340	100
Paliwa transportowe	150	210	210	30
Razem,	545	640	930	260
w tym energia odnawialna	2,5/7,5	96	105	-


40



POTENCJAŁ ALOKACJI (W TENDENCJI) ROLNICTWA ŻYWNOŚCIOWEGO W ENERGETYCZNE

Wielkość	2008	2020
Ludność [mln]	38	36,5
Użytki rolne [mln ha]	18,6	17,9
Roczne zapotrzebowanie na żywność (na zboże) [mln ton]	26	26
Wydajność zbóż [ton/ha]	3,5	7,0
Użytki rolne niezbędne do pokrycia potrzeb żywnościowych [mln ha]	7,4	3,7
Dostępne zasoby rolnictwa energetycznego [mln ha]	11,2	14,2
Obliczeniowa wydajność energetyczna gruntów rolnych (produkcja paliw II generacji), pp [MW/ha]	50	> 80
Zredukowana wydajność energetyczna gruntów rolnych (produkcja paliw II generacji), pp [MW/ha]	40	> 60
Potencjał rolnictwa energetycznego, pp [TWh/rok]	450	> 850
Osiągalna energia końcowa możliwa do pozyskania z rolnictwa energetycznego [TWh/rok]	360	> 720

41



TRZY MAŁOSKALOWE TECHNOLOGIE O NAJWIĘKSZEJ SILE PRZEBUDOWY STRUKTURY BILANSU ENERGETYCZNEGO (technologie podstawowe)

Agregat kogeneracyjny (silnikowy)
Pompa ciepła
Samochód elektryczny

INFRASTRUKTURA SMART GRID
(wspomagająco-integrująca)

42



ALOKACJA POLSKIEGO CELU PAKIETU 3X20 NA RYNKI KOŃCOWE

energii elektrycznej, ciepła, paliw transportowych (oszacowania praktycznie **według trendu „business as usual”**, z uwzględnieniem zasobów rolnictwa energetycznego i powiązanej z tymi zasobami kogeneracji rozproszonej)

Oszacowanie udziału energii odnawialnej na rynkach końcowych

- **energia elektryczna**, technologie dedykowane (energetyka wiatrowa i wodna) oraz produkcja w skojarzeniu z biogazu/biometanu
(24 + 18) TWh
- **ciepło**, produkcja w skojarzeniu + produkcja w kotłach na biogaz/biometan oraz w kolektorach słonecznych
(26 + 7) TWh
- **paliwa transportowe**, samochody na biogaz/biometan
21 TWh

43



POMPA CIEPŁA

Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski

Sprawność pompy ciepła: 3,5

Sprawność źródeł kogeneracyjnych gazowych/biogazowych małoskalowych produkujących energię elektryczną wykorzystywaną do zasilania pomp ciepła: $(0,35 + 0,50) = 0,85$

Uzysk ciepła z 1 MWh (pp): $(0,35 \cdot 3,5 + 0,5) \text{ MWh} = 1,75 \text{ MWh}$

44



SAMOCCHÓD ELEKTRYCZNY

Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski (1)

Racjonalne założenia dla przykładowego samochodu Toyoty YARIS są następujące:


Emisja CO₂ wynosi 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**

Sprawność benzynowego silnika spalinowego na poziomie 0,3, czyli energia użyteczna, odniesiona do przebiegu 100 km, równa się **16,5 kWh**

Energia elektryczna zużyta przez samochód elektryczny, liczona na 100 km przebiegu, równa się 27 kWh (przyjęto sprawność silnika elektrycznego 0,8, sprawność akumulatora 0,8 oraz sprawność przekształtnika 0,95). **Rzeczywiste doświadczenia wskazują na istotnie mniejszą wartość!**

45



SAMOCCHÓD ELEKTRYCZNY

Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski (2)

Energia pierwotna do wyprodukowania 27 kWh i emisja CO₂ związana z tą produkcją wynoszą dla poszczególnych technologii wytwórczych (z uwzględnieniem strat sieciowych):

Elektrownia węglowa kondensacyjna: **85 kWh (pp), 25 kg**

Duża (zawodowa) elektrociepłowna węglowej: **33 kWh (pp), 12,5 kg**

Małe gazowe (na gaz ziemny) źródło kogeneracyjne: **31 kWh (pp), 6 kg**

Małe źródło kogeneracyjne na biometan: **31 kWh (pp), 0 kg**

46



PROGNOZY ROZWOJU RYNKU SAMOCHODÓW ELEKTRYCZNYCH

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:

2020 rok – 20%
2030 roku – 40%

47



TRANSFER PALIW Z RYNKÓW:

transportowego (ropopochodne paliwa płynne) i ciepła (gaz ziemny) na rynek energii elektrycznej

Skutek:
rozwój rynku rozproszonych technologii poligeneracyjnych

48

Efekt wykorzystania

1 mln ha gruntów ornych wysokiej wartości (pozostałych po ograniczeniu upraw buraka cukrowego i po zamianie upraw rzepaku na uprawę buraka energetycznego oraz kukurydzy energetycznej)
lub 1,5 mln ha gruntów ornych przeciętnej wartości

Punkt wyjścia:

96 TWh (rk) – wymagany udział energii odnawialnej (cel 15%)
70 TWh (rk) – zapotrzebowanie energii końcowej z rolnictwa energetycznego, jeśli będzie realizowany trend „business as usual”

Energia pierwotna (z **1/1,5 mln ha**): 8 mld m³ biometanu, inaczej 80 TWh, inaczej 13,7 mln ton węgla (energetycznego, wskaźnikowego), inaczej **23 mln ton węgla równoważnego**

1. Produkcja energii elektrycznej i ciepła w kogeneracji

$$80 \cdot (0,35 + 0,50) = (28 + 40) \text{ TWh} = 68 \text{ TWh}$$

2. Kogeneracja + samochód elektryczny

$$80 \cdot (0,35 \cdot 2,5 + 0,50) = 96 \text{ TWh (rynek transportu)}$$

3. Kogeneracja + pompa ciepła

$$80 \cdot 1,75 \text{ MWh} = 140 \text{ TWh (rynek ciepła)}$$

49

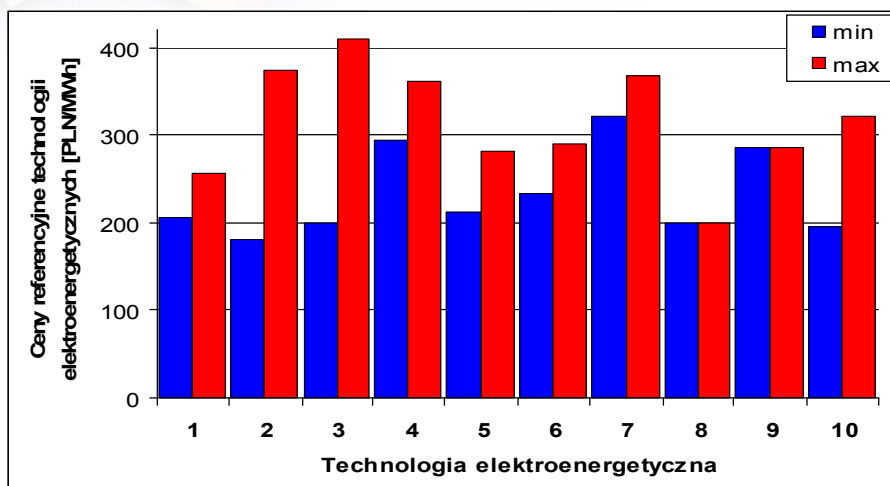
Koszty środowiska (2008) inkorporowane do kosztów paliwa, łączne dla energetyki (elektroenergetyka, ciepłownictwo wielkoskalowe/sieciowe i rozproszone, transport)

	Koszt paliwa bez inkorporowanego kosztu środowiska [mld zł/rok]	Koszt paliwa z inkorporowanym kosztem środowiska [mld zł/rok]	Rynek energii końcowej, TWh/rok
Węgiel kamienny	21	21 + 29	300
Węgiel brunatny	6	6 + 11	40
Paliwa transportowe	38 + 18 ¹	(38 + 18 ¹) + 7	50
Gaz ziemny	12	12 + 3	84

¹ Akcyza

50

Koszty referencyjne dla różnych technologii



Technologie: 1. – blok jądrowy, sieć przesyłowa, 2 – blok na węgiel brunatny, sieć przesyłowa, 3 – blok na węgiel kamienny, sieć przesyłowa, 4 – kogeneracyjne źródło gazowe, sieć 110 kV, 5 – kogeneracyjne źródło gazowe, sieć ŚN, 6 – kogeneracyjne źródło gazowe, sieć nN, 7 – zintegrowana technologia wiatrowo-gazowa, sieć 110 kV, 8 – biometanowe źródło kogeneracyjne, sieć ŚN, 9 – mała elektrownia wodna, sieć ŚN, 10 – ogniwo paliwowe [H. Kocot]

51

INNE NAJPROSTSZE OSZACOWANIE

Blok Łagisza (nadkrytyczny, fluidalny)

Nakłady inwestycyjne – 1,8 mld zł

Sprawność netto – 42 %

Emisja CO₂ – 0,8 t/MWh

Czas wykorzystania mocy znamionowej – 7000 h/rok

Koszty jednostkowe u odbiorców końcowych [zł/MWh]:

amortyzacja (30 lat) – 20

koszt kapitału transferowalnego (IRR 8%) – 60

koszt węgla – 100

koszt uprawnień do emisji CO₂ – 120

koszty stałe uzmiennione – 20

opłata przesyłowa – 100

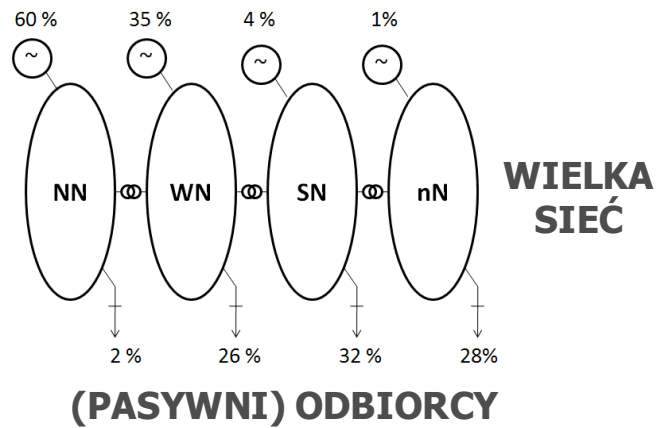
Razem – 420 zł/MWh

52

POLSKI SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY (2009)

WĘGIEL (KAMIENNY, BRUNATNY)

WIELKOSKALOWI WYTWÓRCY

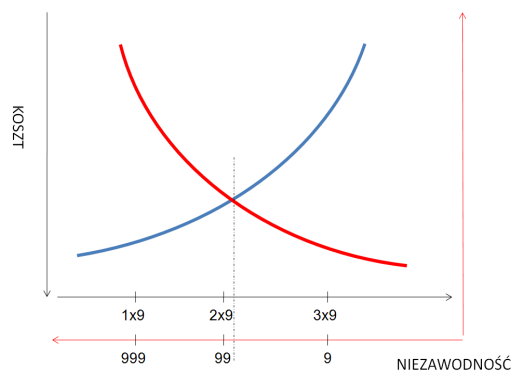


JEDEN FILAR BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROENERGETYCZNEGO

POLSKI SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY (2050)

ENERGETYKA INTELIGENTNA

PALIWA KOPALNE

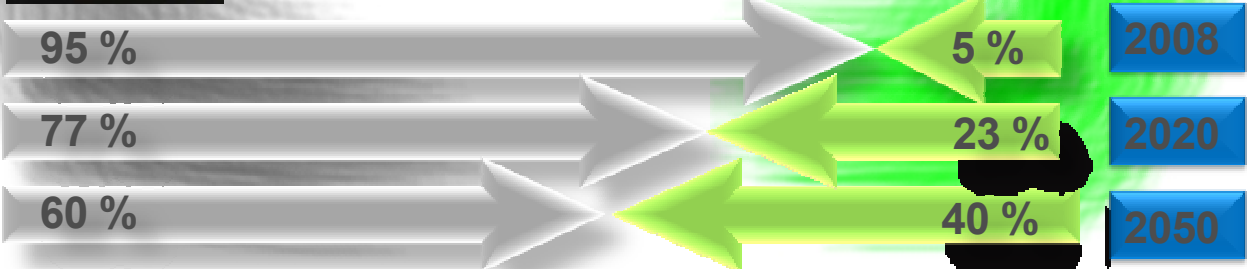


- Paliwa odnawialne
- Samochód elektryczny
- Czyste wytwarzanie
- Sieć nN (SN)
- Smart Grid



I FILAR BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO II FILAR

- Obiekt inteligentny
- DSM → RD



Smart Grid: mniej produkcji, więcej zarządzania energią

Czego potrzebuje świat w dziedzinie energetyki od elektryków w kolejnych dekadach ?

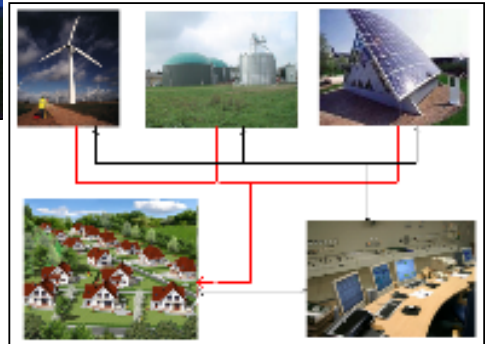


samochodów:
hybrydowych, elektrycznych, wodorowych
(środek transportu, technologia zasobnikowa,
środek indywidualnego bezpieczeństwa
elektroenergetycznego)

inteligentnych: domów,
obiektów
(mikrosystem energetyczny
prosumenta)

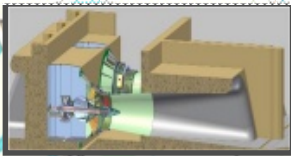


Elektrowni wirtualnych
(kilkaset tysięcy rozproszonych
źródeł odnawialnych)



OGNIWA FOTOWOLTAICZNE KOLEKTORY SŁONECZNE

MAŁE ELEKTROWNIE
WODNE



WIATRANKI



PLAN GMINY

BRYKIECIARNIA, PELECIARNIA,
BIOWĘGIEL

EC BIOMASOWA
(BIOGAZOWNIA, ORC)

POLIGENERACYJNE
ŹRÓDŁO WYTWÓRCZE
SMART GRID

POMPA CIEPŁA

GEOTERMIA

AUDYT
ENERGETYCZNY

SAMOCHOD ELEKTRYCZNY
Z INFRASTRUKTURĄ

