



**Konwersatorium INNOWACYJNA ENERGETYKA**  
**Integracja energetyki rozproszonej**  
**z siecią elektroenergetyczną**

**INTEGRACJA ENERGETYKI**  
**ODNAWIALNEJ (ROZPROSZONEJ,**  
**INNOWACYJNEJ). Przegląd**  
**zagadnień technicznych,**  
**ekonomicznych i prawnych**

**Jan Popczyk**

**Gliwice, czerwiec 2009**



# TRZY GŁÓWNY SIŁY

**I. KORPORACJA**  
(stara misja czy nowy interes?)

**II. RZĄD**  
(z korporacją czy ze społeczeństwem?)

**III. PROSUMENCI + DOSTAWCY URZĄDZEŃ**  
(z postępem technologicznym!)

# CZTERY DOTYCHCZASOWE FALE INNOWACYJNOŚCI

**I FALA**, początek epoki przemysłowej (maszyna parowa, 1705-1775)

**Początek kariery węgla**

**II FALA**, motoryzacyjno-elektrotechniczna/elektroenergetyczna (koniec XVIII, początek XIX wieku)

**Początek kariery ropy naftowej**

**III FALA**, wojskowo-wojenna (bomba atomowa, samolot odrzutowy, matematyczne podstawy badań symulacyjnych oraz maszyn cyfrowych, 1930-1945)

**Początek kariery energetyki atomowej**

**IV FALA**, komputerowo-internetowa. Fundament epoki wiedzy (1975-2001)

**Początek alokacji zasobów ze strony podaźowej (produkcja energii) na stronę popytową (zarządzanie energią).**

**Początek konkurencji w elektroenergetyce: sektor<sup>3</sup> niezależnych wytwórców (amerykańska ustawa PURRA) i**



# POTRZEBA ZMIANY PARADYGMATU

## TRZY GŁÓWNE ODWROTY JAKOŚCIOWE W ELEKTROENERGETYCE OD KONTYNUACJI

**Lata 70'** - wzrost rynku energii elektrycznej 2-krotnie wyższy od wzrostu GDP (PKB) przekształca się na świecie (USA, Zachodnia Europa) we wzrost 2-krotnie niższy

**1. Lata 80'** - następuje odwrót od zasady podwajania napięć znamionowych układów przesyłowych prądu przemiennego co 20 lat, a do końca stulecia świat całkowicie wycofuje się z projektów: 1050 kV - Włochy (odcinek eksperymentalny), 1200 kV - ZSRR (wybudowana i zlikwidowana linia) oraz 1500 kV - USA (testy laboratoryjne urządzeń)

**2. Lata 90'** - przełamanie monopolu (technicznego) za pomocą TPA

## KRYZYS, KTÓREMU KRES POŁOŻY

### V FALA

### INNOWACYJNOŚCI:

ENERGETYCZNO/ŚRODOWISKOWO/SPOŁECZNA

(FUNDAMENT EPOKI WODOROWEJ/BEZEMISYNEJ)

# **W FALA INNOWACYJNOŚCI**

**Istotne rozszerzanie obszaru innowcji (oprócz technologicznej coraz bardziej liczy się innowacyjność organizacyjna)**

- **Zmiana profilu ryzyka finansowania innowacyjności (z ryzyka osobistego na ryzyko biznesu prywatnego; Venture Capital; struktura publiczno-prywatna 1:3 finansowania segmentu R&D**
  - **Pakiet energetyczno-klimatyczny 3x20**
- **Rolnictwo energetyczne (innowacyjność w obszarze logistyki, innowacyjność w obszarze biotechnologii**
- **Technologie energetyczne wytwórczo-zasobnikowe (pompa ciepła, ogniwo fotowoltaiczne, samochód elektryczny, ogniwo paliwowe/wodorowe, ogniwo biopaliwowe/biowodorowe)**
- **Integracja systemów wspomaganiania OZE i redukcji emisji CO<sub>2</sub> (innowacyjność w obszarze regulacji)**

**Początek prymatu ochrony środowiska nad produkcją energii.**

**Początek integracji w podejściu do bezpieczeństwa (ekologicznego, energetycznego, żywnościowego, militarnego, publicznego, indywidualnego). Początek syntezy reform energetyki i rolnictwa. Początek kariery**



## **TRZY GŁÓWNE PLANY, W KTÓRYCH TRZEBA OBECNIE ROZPATRYWAĆ SYTUACJĘ W ELEKTROENERGETYCE**

**Plan I.** Unijny Pakiet energetyczno-klimatyczny 3x20. Amerykański (USA), a także japoński i chiński plan przewycięzania kryzysu za pomocą inwestycji w innowacyjną energetykę

**Plan II.** Redukcja paliw pierwotnych (obniżenie zależności świata demokratycznego od państw niedemokratycznych), redukcja emisji CO<sub>2</sub>, **synteza reform energetycznej i rolnej** (nowy wymiar zasobów)

**Plan III.** Pobudzenie innowacyjności w gospodarce (stworzenie nowego, obok wojskowego, poligonu innowacyjności), **ochrona** bezpieczeństwa energetycznego oraz **utrzymanie** bezpieczeństwa ekologicznego



# **KORELACJA POLSKICH PROCESÓW SPOŁECZNYCH I W ELEKTROENERGETYCE**

**Zmiany ustrojowe 1980/81,  
reforma w elektroenergetyce 1990-1995, do czasu  
wymknięcia się spod kontroli zakresu zastosowania  
KDT-ów**

**Stan wojenny, 1981-1983  
Konsolidacja elektroenergetyki, 2006-2007 i dalej**

**Okrągły stół, 1989  
Pakiet 3x20, 2007 i dalej**



## **MAMY KRYZYS ENERGETYKI, CZY KRYZYS MODELU FUNKCJONOWANIA ENERGETYKI?**

**Jaka energetyka jest potrzebna w społeczeństwie  
postprzemysłowym/wiedzy:**

**PARAMILITARNA,  
CZY ZDEMOKRATYZOWANA, URYNKOWIONA?**



# JAKA ENERGETYKA PASUJE DO WSPÓŁCZESNEJ SYTUACJI (na świecie i w Polsce)

**w której na jednym biegunie są:**

**upadek: Enron-u, Fannie Mae, Freddie Mac, Lehman Brothers  
i 40 innych wielkich banków USA,**

**Chrysler-a i GM,**

**wielka pomoc rządu rosyjskiego dla GAZPROM-u,**

**bardzo słabe wyniki Kompanii Węglowej, PKN ORLEN i LOTOS-  
u**

**a na drugim:**

**amerykański program pobudzenia gospodarki za pomocą  
innowacyjnej energetyki, ale także: unijny Pakiet 3x20,**

**japoński program technologiczny obniżenia energochłonności  
gospodarki, chiński program rozwoju energetyki odnawialnej**

**WIELKOSKALOWA, KORPORACYJNA  
czy ROZPROSZONA, KONKURENCYJNA?**



**CO TRZEBA W POLSCE ROZWIĄZAĆ ZA POMOCĄ  
INWESTYCJI, KTÓRE MUSZĄ BYĆ ZREALIZOWANE NA  
RZECZ BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO, ALE  
NIE NA RZECZ KORPORACJI ENERGETYCZNEJ**

- **Zrestrukturyzować rolnictwo (przygotować je do nadchodzącego wygaszania Wspólnej Polityki Rolnej)**
  - **Zmodernizować wieś (pobudzić jej rozwój)**
- **Dać przemysłowi zbrojeniowemu szansę wyjścia na produkcję cywilną (dóbr inwestycyjnych dla innowacyjnej energetyki)**
  - **Zmniejszyć energochłonność gospodarki (przenieść akcent z produkcji energii na jej zarządzanie)**
- **Pobudzić innowacyjność na wielką skalę (objąć nią dużą część gospodarki)**

## POLSKIE RYNKI PALIW I ENERGII 2008

| Paliwo          | Rynek paliw w jednostkach naturalnych na rok | Emisja CO <sub>2</sub> mln ton/rok | Rynek energii pierwotnej TWh/rok | Rynek energii końcowej TWh/rok |
|-----------------|--|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Węgiel kamienny | 80 mln ton                                   | 160                                | 600                              | 300                            |
| Węgiel brunatny | 60 mln ton                                   | 60                                 | 170                              | 40                             |
| Gaz ziemny      | 10 mld m <sup>3</sup>                        | 20                                 | 100                              | 84                             |
| Ropa naftowa    | 22 mln ton                                   | 70                                 | 220                              | 50                             |
| OZE             | -  | -                                  | -                                | 2,5/7,5 <sup>1</sup>           |
| Razem           | -  | 310                                | 1090                             | ~480                           |

<sup>1</sup>x/y – bez współspalania/ze współspalaniem.



## **WAŻNE DLA ENERGETYKI PRZYSZŁE DATY (HORYZONTY CZASOWE)**

**2012** - wygasa Protokół z Kioto

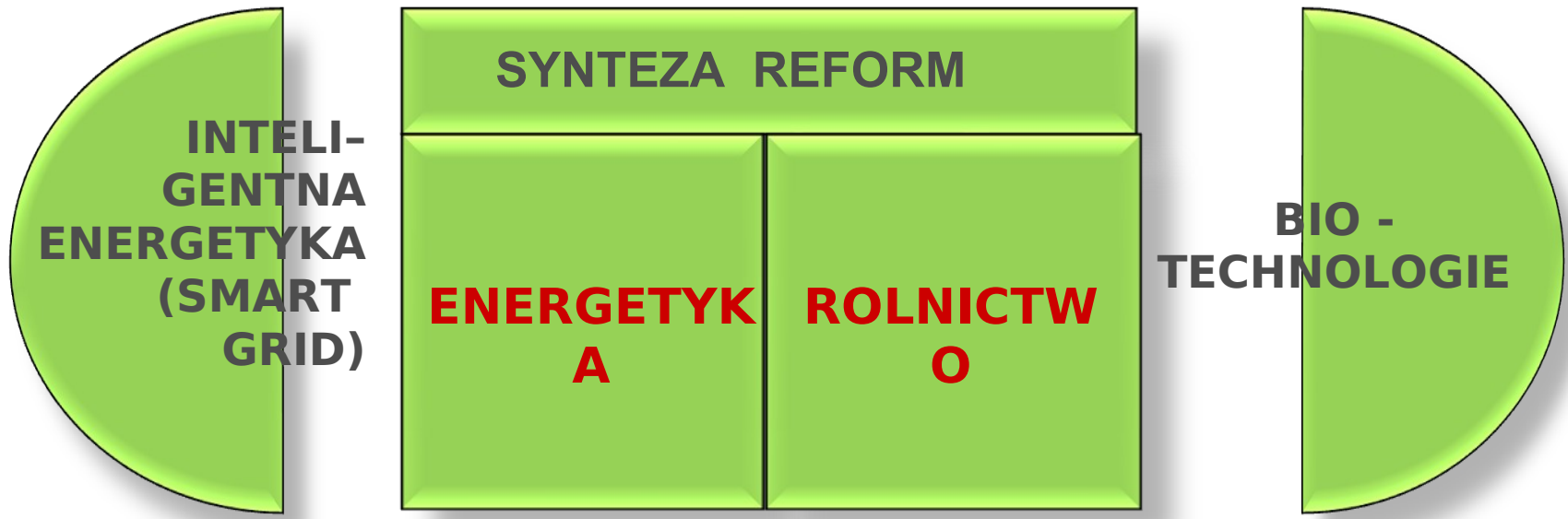
**2013** - kończy się bieżąca unijna perspektywa budżetowa

**2015** - realne są do osiągnięcia efekty z tradycyjnych technologii węglowych

**2020** - horyzont Pakietu 3x20

**2030** - horyzont pierwszych realnych efektów z elektrowni atomowych, horyzont komercjalizacji czystych technologii węglowych (CCS, IGCC)

**2050** - horyzont społeczeństwa wodorowego/bezemisyjnego



**Warszawa, czerwiec 2009**

# ROCZNE RYNKI KOŃCOWE 2020

(oszacowania praktycznie według trendu „business as usual”)

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

# POLSKIE PALIWA W PERSPEKTYWIE 2030

## Tradycyjne OZE:

- elektrownie wiatrowe
  - elektrownie wodne
  - paliwa biomasowe pierwszej generacji (biomasa biodegradowalna, biopaliwa płynne)
  - kolektory słoneczne
  - źródła geotermalne
- (18+6) TWh + ?**

2020 rok

**Energetyka wytworzona przez Pakiet 3x20**  
*energetyka odnawialna,  
energetyka innowacyjna,  
zuniwersalizowane technologie*  
energia elektryczna, ciepło,  
paliwa transportowe

**Paliwa płynne i gazowe z przeróbki węgla**

2030 rok

**Biogaz/biometan. Biomasowe paliwa drugiej generacji**  
**nie mniej niż 80 TWh (pp)**



# **KOGENERACJA MAŁOSKALOWA**

## **Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski**

**Agregat kogeneracyjny (silnikowy)**

**Zakres mocy (charakterystyczny dla Polski)**

**0,5...2 MW<sub>el</sub>**

**Uzysk energii elektrycznej i ciepła z 1 MWh**

**(pp), odpowiednio**

**(0,35 + 0,50) MWh**



# **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)**

**Oszacowanie udziału energii odnawialnej na rynkach  
końcowych**

- **energia elektryczna**, technologie dedykowane (energetyka wiatrowa i wodna) oraz produkcja w skojarzeniu z biogazem/biometanem  
**(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**



## 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):  $(0,35 \times 3,5 + 0,5) \text{ MWh} = 1,75 \text{ MWh}$**

# **SAMOCHOĐ ELEKTRYCZNY**

## **Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski (1)**

**Racjonalne założenia dla przykładowego samochodu Toyoty YARIS są następujące:**

**Emisja CO<sub>2</sub> wynosi około 140 g/km, czyli na 100 km przebiegu samochodu przypada około 14 kg CO<sub>2</sub>**

**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**



# **SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY**

## **Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski (2)**

**Energia pierwotna do wyprodukowania 27 kWh i emisja CO<sub>2</sub> 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**

## 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%)

**65 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 m<sup>3</sup> 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

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

### 2. Kogeneracja + samochód elektryczny

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

### 3. Kogeneracja + pompa ciepła

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



## **SEGMENTACJA TECHNOLOGICZNA**

**Segmentacja technologii charakterystyczna dla Polski: energetyka wielkoskalowa (tradycyjna) vs (i/lub) energetyka rozproszona/innovacyjna. Możliwość uzyskania efektów rynkowych z nowych inwestycji**





| Segment   | Horyzont czasowy |      |      |      |      |      |      |
|---|------------------|------|------|------|------|------|------|
|   | 2010             | 2012 | 2013 | 2015 | 2020 | 2030 | 2050 |
| <b>ENERGETYKA<br/>ROZPROSZONA,<br/>INNOWACYJNA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>konwergencja rynkowa</b></li> <li>- wytwarzanie i dostawa (zakup) oraz użytkowanie energii elektrycznej</li> <li>- usługi systemowe w obszarze operatorstwa dystrybucyjnego</li> <li>- systemy wspomaganie OZE</li> <li>- systemy zarządzania emisjami (w szczególności CO<sub>2</sub>)</li> <li>- internalizacja kosztów zewnętrznych</li> <li>- ujednoczenie podatków (w szczególności akcyzy)</li> <li>- jednolity rynek energii elektrycznej, ciepła i paliw transportowych</li> </ul> | x                |      |      |      |      |      |      |
|   |                  | x    |      |      |      |      |      |
|   | x                |      |      |      |      |      |      |
|   |                  | x    |      |      |      |      |      |
|   |                  |      | x    |      |      |      |      |
|   |                  |      |      |      | x    |      |      |
|   |                  |      |      |      | x    |      |      |

<sup>1</sup> brak możliwości budowy nowych źródeł ze względu na wymagania środowiska.

<sup>2</sup> brak perspektyw budowy nowych elektrowni.

<sup>3</sup> osiągnięcie dojrzałości technologicznej (duże ryzyko braku konkurencyjności).

<sup>4</sup> możliwość wybudowania (duże ryzyko braku konkurencyjności).

<sup>5</sup> osiągnięcie rynkowej konkurencyjności.





| Segment  | Horyzont czasowy |        |      |            |                                      |      |      |
|--|------------------|--------|------|------------|--------------------------------------|------|------|
|  | 2010             | 2012   | 2013 | 2015       | 2020                                 | 2030 | 2050 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nowe technologie dedykowane</b></li> <li>- zwiększanie zdolności przesyłowych istniejących sieci</li> <li>- kolektory słoneczne</li> <li>- mikroźródła wiatrowe</li> <li>- ogniwa fotowoltaiczne</li> <li>- elektrownie wodne ultraniskospadowe</li> <li>- nanogeneratory (technologie bezpieczeństwa osobistego i publicznego)</li> <li>• <b>zarządzanie energią (i bezpieczeństwem)</b></li> <li>- użytkowanie energii (DSM, RD)</li> <li>- dom (obiekt) inteligentny</li> <li>- elektrownia wirtualna</li> <li>- sieć inteligentna</li> </ul> | x                | x<br>x |      | x<br><br>x | x <sup>5</sup><br><br>x <sup>5</sup> |      |      |

<sup>1</sup> brak możliwości budowy nowych źródeł ze względu na wymagania środowiska.

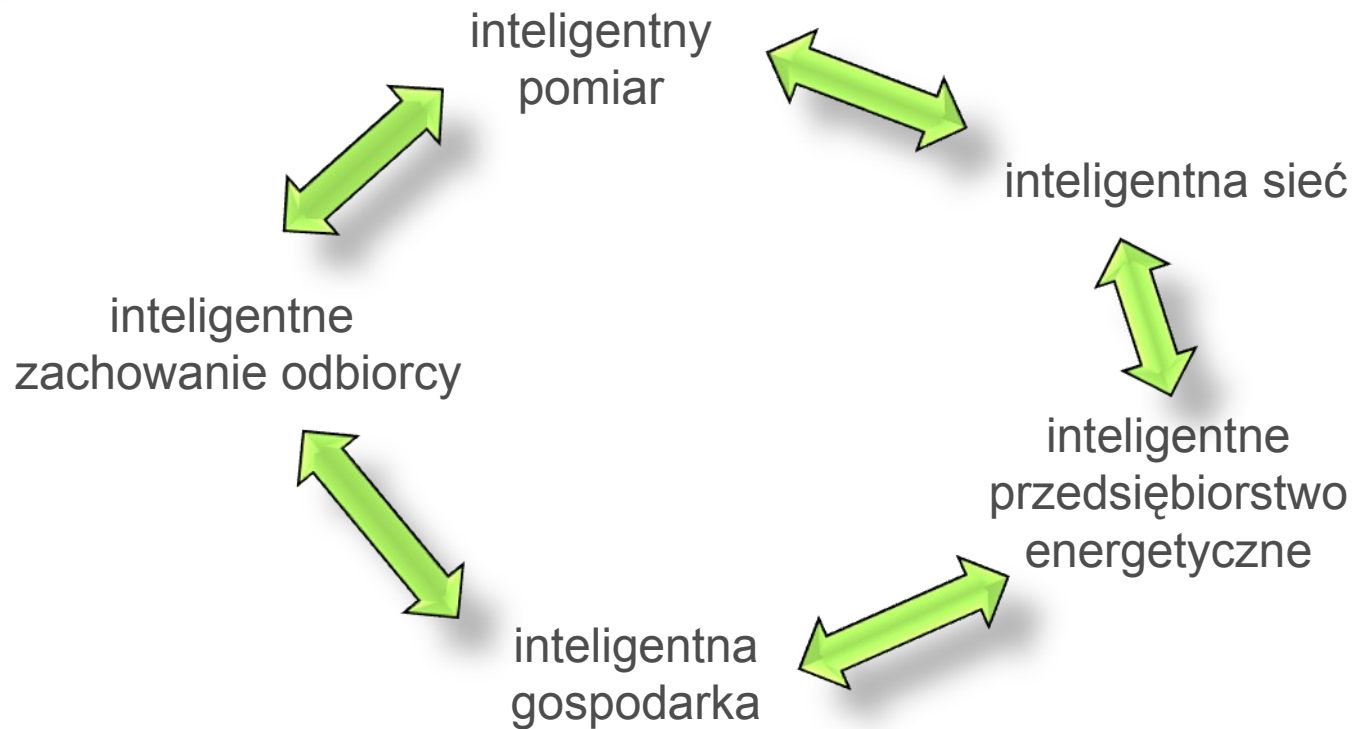
<sup>2</sup> brak perspektyw budowy nowych elektrowni.

<sup>3</sup> osiągnięcie dojrzałości technologicznej (duże ryzyko braku konkurencyjności).

<sup>4</sup> możliwość wybudowania (duże ryzyko braku konkurencyjności).

<sup>5</sup> osiągnięcie rynkowej konkurencyjności.

# Wyzwolenie synergii poprzez zamknięcie pętli „inteligencji”



Źródło: Tomasz Kowalak. URE - Departament Taryf

# **PRZYKŁADOWE PRAKTYCZNE PROBLEMY DO ROZWIĄZANIA W OBSZARZE REGULACJI**

**Usługa redukcji zapotrzebowania/obciążenia odbiorcy - problem, kto powinien usługę kreować/administrować: OSP, czy OSD?**

**Potrzeba wykreowania usługi zastępowalności inwestycji sieciowej (u operatora OSD) przez lokalne źródło wytwórcze (realizowane przez niezależnego wytwórcę), zwymiarowanej zgodnie z zasadą kosztu unikniętego**

**Zakres ekspertyzy przyłączeniowej źródła wytwórczego o mocy poniżej 5 MW (wymaganej zgodnie z rozporządzeniem przyłączeniowym do ustawy Prawo energetyczne)**

**Finansowanie przyłączenia źródła wytwórczego o mocy do 5 MW i powyżej 5 MW**

**Wymaganie stosunku mocy zwarciorowej w węźle sieci do mocy znamionowej źródła nie mniejszej niż 20 (Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Rozdzielczej)**