

A photograph of a two-story building with a white upper section and a beige lower section. The building has a blue roof and blue decorative elements around the windows. A large blue circular logo with the letters 'TEL' is mounted on the right side of the building. The building is surrounded by trees and a paved area.

# Instytut Elektrotechniki Oddział w Gdańsku

**Powstanie inteligentnych sieci elektroenergetycznych – niezbędny warunek rozwoju i wykorzystania zielonej energetyki: odnawialnych źródeł energii.**

**Jan Iwaszkiewicz**

**Tomasz Rawiński**

**Instytut Elektrotechniki, Oddział w Gdańsku**

**Bogdan Sedler**

**Fundacja Naukowo-Techniczna „Gdańsk”**

# **Aktualne czynniki stwarzające nowe wymagania wobec energetyki:**

- ✓ **rozwój gospodarki oraz coraz większe znaczenie energii elektrycznej**
- ✓ **plany szerokiego wprowadzania OZE:  
Odnawialnych Źródeł Energii**
- ✓ **powstanie „gospodarki cyfrowej” -  
szerokie zastosowanie urządzeń  
cyfrowych i ich duże znaczenie**

## **Skutek zaistnienia nowych czynników:**

- ✓ **potrzeba opracowania i wdrożenia nowej sieci energetycznej/ systemu dostawy energii.**

### **Rozwiązanie: utworzenie nowej „inteligentnej” sieci - Smart Grid” która:**

- ✓ **będzie wykorzystywała tą samą podstawową infrastrukturę, która działa w chwili obecnej**
- ✓ **będzie zawierała zaawansowane rozwiązania i systemy monitorowania, sterowania oraz telekomunikacji, których zastosowania są obecnie w stanie początkowym .**

# Główne cechy nowej „inteligentnej sieci”:

- ✓ szeroka automatyzacja i wykorzystywanie większej „inteligencji” w działaniu sieci, monitorowaniu sytuacji lub nawet dla samoczynnego ustawiania uszkodzeń czyli „samonaprawy” (ang. self-healing)
- ✓ efekt końcowy: nowa “inteligentna sieć” - “smart grid” będzie bardziej elastyczna, niezawodna i lepiej przystosowana do zaspokojenia potrzeb nowych potrzeb energetycznych, a szczególnie potrzeb “cyfrowej gospodarki”.



## Wady/słabości obecnych sieci elektroenergetycznych

- ✓ Od wielu lat nakłady na modernizację sieci elektroenergetycznych w wielu krajach ( w Polsce, ale także w USA) były bardzo niskie, skutkiem tego obecne funkcjonowanie sieci powoduje coraz więcej problemów – w tym przerwy w dostawach energii oraz coraz większe straty
- ✓ Przykładowo, według analiz firmy Morgan Stanley, koszt dla gospodarki USA przerw w dostawach energii wynosi **w skali roku między 25 miliardów a 180 miliardów dolarów.**
- ✓ Straty energii w systemie przesyłu i dystrybucji energii w USA podwoiły się **od 5% w r. 1970 do 9.5% w r. 2001.**

## **Wady/słabości obecnych sieci elektroenergetycznych**

- ✓ **Straty energii w polskim systemie elektroenergetycznym są bardzo wysokie, dwukrotnie wyższe niż średnio w Europie.**
- ✓ **W listopadzie roku 2005 Delegatura NIK we Wrocławiu zakończyła kontrolę nr P/04/178 dotyczącą działalności zakładów energetycznych w zakresie ograniczania nieuzasadnionych strat energii wprowadzanej do sieci elektroenergetycznych - kontrolą objęto 17 zakładów energetycznych**

## **Wady/słabości obecnych sieci elektroenergetycznych - podsumowanie wyników kontroli NIK:**

- **Straty energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych w Polsce należały do najwyższych w Europie - według danych OECD/IEA z r.2004 wskaźnik strat w relacji do energii dostarczonej na rynek był w Polsce w 2002 r. wyższy o ponad 4 punkty procentowe od średniej europejskich krajów OECD**
- **Wartość strat w sieciach zakładów energetycznych w Polsce w 2003 r. osiągnęła wartość **1.577 mln zł****



## **Wady/słabości obecnych sieci elektroenergetycznych - podsumowanie wyników kontroli NIK:**

- **W badanych zakładach energetycznych straty energii elektrycznej obniżyły się z 8,9% energii wprowadzonej do ich sieci w 2001 r. (utracono 6.183,2 GWh energii) do 8,4% w 2003 r. (5.974,2 GWh) - wartość strat wzrosła z 713,6 mln zł w 2001 r. do 745,3 mln zł w 2003 r.**
- **Wysoki poziom strat wynikał głównie z niewykorzystywania możliwości ograniczania technicznych strat sieciowych energii elektrycznej oraz kradzieży energii.”**

## **Przyczyny słabości obecnych sieci elektroenergetycznych – nowe wyzwania:**

- ✓ **Istotne źródło słabości obecnej sieci: struktura zawierająca wielkie, centralne elektrownie przesyłające energię do odległych odbiorców poprzez długie linie przesyłowe**
- ✓ **Struktura taka stwarza liczne zagrożenia i wiele możliwości przerwania dostaw energii.**

# Przyczyny słabości obecnych sieci elektroenergetycznych – nowe wyzwania:

- potrzeba czy konieczność włączenia znacznej ilości rozproszonych źródeł energii, w szczególności działających niestabilnie jak źródła wiatrowe i słoneczne.
- Zmiana sposobu użycia elektryczności i duże wymagania wobec jej parametrów
- W “społeczeństwie cyfrowym” i “gospodarce cyfrowej” **jakość zasilania jest dużo ważniejsza niż była 15 lat temu**. Jakość ta jest ważna dla odbiorców indywidualnych, jak również dla firm jak np. producenci układów scalonych, u których nawet małe zakłócenia w zasilaniu mogą powodować duże szkody w produkcji.
- **Wniosek końcowy: sieci jakie istnieją obecnie nie dają możliwości spełnienia pojawiających się i przyszłych**

## Co czyni sieci „inteligentnymi”?

- ✓ Brak jest obecnie ogólnie przyjętej, w przemyśle energetycznym i poza nim, definicji znaczenia terminu czy koncepcji „inteligentne sieci” - „smart grid”.
- ✓ Firma ABB, czołowa firma w urządzeniach sieci elektroenergetycznych przyjmuje:  
istotę inteligentnych sieci, stanowią  
**możliwości i właściwości eksploatacyjne sieci,**  
**a nie wykorzystanie konkretnych technologii.**

## **Firma ABB, czołowa firma w urządzeniach sieci elektroenergetycznych przyjmuje:**

- **Istotę inteligentnych sieci, stanowią możliwości i właściwości eksploatacyjne sieci**
- **Nie jest istotne wykorzystanie konkretnych technologii.**
- **Wdrażanie technologii sieci inteligentnych będzie następowało w ciągu długiego okresu czasu, na bazie istniejących urządzeń i systemów będą wprowadzenie kolejne warstwy możliwości funkcjonalnych.**
- **Nowe technologie są sprawą kluczową, ale stanowią **jedynie środek do osiągnięcia celu** –sieci inteligentne winny być definiowane przez określenie ich szerszych właściwości funkcjonalnych i użytkowych.**

# Definicje sieci inteligentnych

**Ministerstwo Energetyki USA na podstawie wyników spotkania liderów przemysłu w czerwcu 2009r.wskazuje siedem zadań czy funkcji, które inteligentne sieci winny realizować:**

- 1. Optymalizacja wykorzystania zasobów oraz efektywności eksploatacyjnej.**
- 2. Wykorzystanie wszystkich rozwiązań w zakresie generacji i magazynowania energii.**
- 3. Zapewnić wymaganą jakość zasilania dla wszelkich potrzeb występujących w gospodarce cyfrowej.**
- 4. Przewidywać zakłócenia w pracy systemu i reagować na nie w trybie samonaprawy.**
- 5. Posiadać odporność na ataki fizyczne i cybernetyczne oraz katastrofy naturalne**
- 6. Umożliwiać czynne uczestnictwo odbiorców energii.**
- 7. Umożliwiać wprowadzanie nowych produktów, usług i rynków .**



# Definicje sieci inteligentnych

W Europie, raport Komisji Europejskiej określa sieć inteligentną, jako sieć która:

1. **jest elastyczna** czyli spełnia wymagania odbiorców i jednocześnie odpowiada na przyszłe zmiany i wyzwania,
2. **jest dostępna** czyli zapewnia połączenie wszystkich użytkowników sieci, a w szczególności połączenie odnawialnych źródeł energii oraz lokalnych generatorów o wysokiej efektywności, powodujących zerową lub niską emisję dwutlenku węgla.
3. **jest niezawodna** czyli zapewnia oraz poprawia bezpieczeństwo i jakość zasilania, zgodnie z wymaganiami ery cyfrowej, oraz posiada znakomitą odporność na zagrożenia i niepewności,
4. **jest ekonomiczna** czyli zapewnia usługi o najlepszej wartości poprzez innowacje, efektywne zarządzanie energią oraz „gładkie miejsce” dla konkurencji oraz działań regulacyjnych.

# Definicje sieci inteligentnych

Podejście firmy ABB - wykaz właściwości sieci inteligentnej podawany przez firmę ABB jest podobny do wykazu Ministerstwa Energetyki USA, lecz koncentruje się na ogólnych właściwościach.

Według podejścia ABB sieć inteligentna jest:

1. **Adaptowalna**, z mniejszym uzależnieniem od działań firm operatorskich, szczególnie w zakresie szybkich odpowiedzi na zmienne warunki,
2. **Przewidywalna**, poprzez wykorzystywanie danych eksploatacyjnych w praktyce konserwacji urządzeń czy nawet identyfikacji możliwych wyłączeń przed ich wystąpieniem. Sieć współdziała z odbiorcami oraz rynkami,
3. **Optymalna** poprzez maksymalizację niezawodności, dyspozycyjności, efektywności oraz sprawności ekonomicznej,
4. **Zabezpieczona** przeciw atakom oraz zaburzeniom o charakterze naturalnym.

## Czym sieci inteligentne różnią się od sieci obecnych? Syntetyczne podsumowanie różnic przedstawia tabela:

	<b>Sieć obecna</b>	<b>Sieć inteligentna</b>
<b>Telekomunikacja</b>	<b>Brak lub jednokierunkowa, zwykle nie w czasie rzeczywistym</b>	<b>Dwukierunkowa, W czasie rzeczywistym</b>
<b>Współdziałanie z odbiorcą</b>	<b>Ograniczone</b>	<b>Na szeroką skalę</b>
<b>Liczniki</b>	<b>Elektromechaniczne</b>	<b>Cyfrowe (umożliwiające ustalanie cen i Odczyt liczników w czasie rzeczywistym)</b>

## Czym sieci inteligentne różnią się od sieci obecnych?

	<b>Sieć obecna</b>	<b>Sieć inteligentna</b>
<b>Eksploatacja</b>	<b>Ręczna kontrola urządzeń</b>	<b>Zdalny monitoring, wyprzedzająca konserwacja, obsługa w czasie rzeczywistym</b>
<b>Generacja</b>	<b>Scentralizowana</b>	<b>Scentralizowana oraz rozproszona</b>
<b>Sterowanie przepływami energii</b>	<b>Ograniczone</b>	<b>W szerokim zakresie, zautomatyzowane</b>

## Czym sieci inteligentne różnią się od sieci obecnych?

	<b>Sieć obecna</b>	<b>Sieć inteligentna</b>
<b>Niezawodność</b>	<b>Podatność na awarie i kaskadowe wyłączenia, reakcja po awarii</b>	<b>Zautomatyzowane, czynna ochrona zapobiega wyłączeniom przed ich wystąpieniem</b>
<b>Przywrócenie działania po zaburzeniu</b>	<b>Ręczne</b>	<b>Samonaprawa</b>
<b>Topologia systemu</b>	<b>Promieniowa; ogólnie przepływ energii w jedną stronę</b>	<b>Sieć; wiele dróg przepływu energii</b>

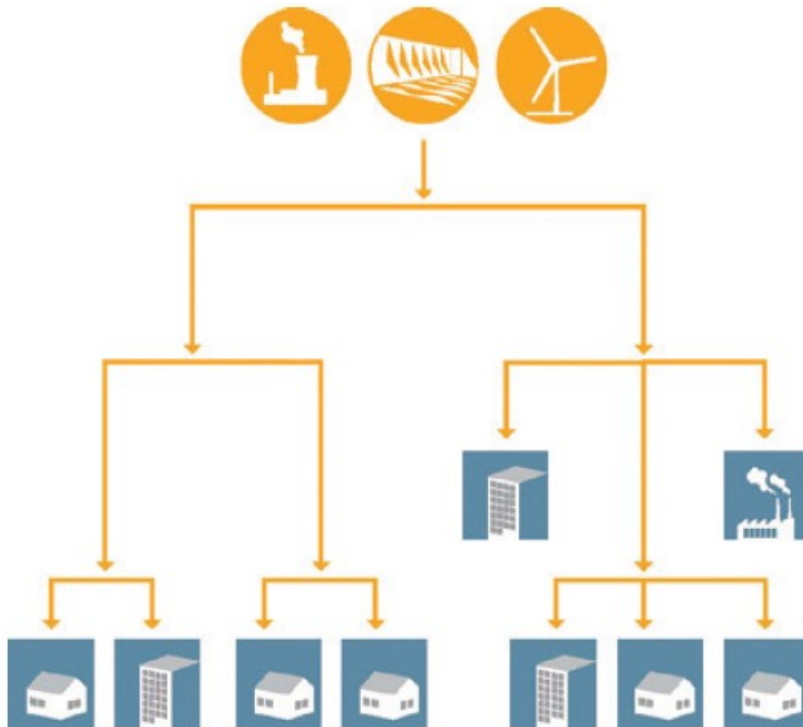
## Droga rozwoju obecnych sieci

- ✓ Ostatnio pozycja w tabeli, topologia określa co jest najbardziej zasadniczą zmianą, jaka jest potrzebna dla powstania rozwiniętej sieci inteligentnej – **jest to zmiana topologii**
- ✓ Obecne systemy energetyczne zostały zaprojektowane dla obsługi wielkich elektrowni zasilających odległych odbiorców poprzez system przesyłu i dystrybucji energii – przesył w tych sieciach jest zasadniczo jednokierunkowy .
- ✓ Przyszła sieć będzie systemem dwukierunkowym, w którym energia wytwarzana przez wiele małych, rozproszonych źródeł – uzupełniających wielkie elektrownie – będzie przepływać przez sieć w różnych kierunkach - struktura sieci będzie sieciowa, a nie hierarchiczna.



# Droga rozwoju obecnych sieci

Obecny hierarchiczny system energetyczny



Hierarchiczny system energetyczny – podobny do struktury organizacji, w której na szczycie znajduje się wielka elektrownia, odbiorcy na dole

Rozwinięta sieć inteligentna



Struktura sieciowa, która będzie charakteryzować rozwiniętą sieć inteligentną.

## **Korzyści: co jest dobrego w sieciach inteligentnych?**

- ✓ Przejście do rozwiniętej sieci inteligentnej przyniesie szereg korzyści dla szerokiej grupy podmiotów uczestniczących w przemyśle energetycznym.
- ✓ Operatorzy sieci uzyskają skokowe usprawnienie zdolności monitoringu i sterowania siecią - umożliwi to zapewnienie wyższego poziomu niezawodności systemu,
- ✓ Firmy dystrybucyjne uzyskają niższe straty techniczne w przesyłach, opóźnienie nakładów inwestycyjnych oraz obniżone koszty utrzymania ruchu.
- ✓ Środowisko odniesie korzyści w wyniku zmniejszenia szczytowego zapotrzebowania, rozpowszechnienia odnawialnych źródeł energii i związanego z tym zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub>, jak również zanieczyszczeń jak rtęć

## Korzyści finansowe z wprowadzenia sieci inteligentnych

- ✓ Amerykański EPRI: Electric Power Research Institute dokonał wyceny finansowych korzyści jakie powstaną w USA w wyniku wprowadzenia sieci inteligentnych.
- ✓ EPRI ocenia: inwestycje w rozwój technologii sieci inteligentnych i ich wdrożenie w wysokości 165 miliardów dol. przyniosą przychody w wysokości od **638 do 802 miliardów** dolarów.
- ✓ Oznacza to współczynnik przychód/koszt w wysokości od **4:1 do 5:1**.

## **Synergia między rozwiązaniami tworzącymi sieci inteligentne.**

- ✓ Wielu wypadkach między rozwiązaniami tworzącymi sieci inteligentne występuje relacja symbiozy czy synergii.
- ✓ Przykładowo, uzyskanie wysokiej niezawodności i efektywności są to dwa ważne cele w dowolnym systemie energetycznym.
- ✓ W sieciach inteligentnych rozwiązania wdrażane dla osiągnięcia wysokiej niezawodności powodują jednocześnie wzrost efektywności.
- ✓ A także odwrotnie.

## **Synergia między rozwiązaniami tworzącymi sieci inteligentne - urządzenia FACTS.**

- ✓ Urządzenia określane skrótem FACTS (flexible AC transmission systems), czyli elastyczne systemy transmisji prądu zmiennego są to urządzenia energoelektroniczne zapewniające optymalne warunki przesyłu energii przez linie przesyłowe, w szczególności zgodność fazy napięcia i prądu
- ✓ Wprowadzenie urządzeń FACTS powoduje zwiększenie niezawodności sieci, gdyż urządzenia te powodują, że linie przesyłowe stają się bardziej odporne oraz mniej wrażliwe na zaburzenia systemowe.

## **Synergia między rozwiązaniami tworzącymi sieci inteligentne - urządzenia FACTS.**

- ✓ **Jednocześnie urządzenia FACTS znacznie zwiększają przepustowość linii przepustowych i zmniejszenie strat (przez uzgodnienie fazy prądu i napięcia), co zwiększa efektywność ekonomiczną przesyłu.**
- ✓ **Jest to tylko jeden z przykładów w jaki sposób technologie sieci inteligentnych mogą prowadzić do jednoczesnego osiągnięcia wielu celów.**



# Podsumowanie

- ✓ Sieci inteligentne powstaną przez zastosowanie wielu technologii
- ✓ Korzyści wynikające z powstania tych sieci w rzeczywistości pojawią się także daleko poza systemem energetycznym.
- ✓ Przejście od obecnych sieci to inteligentnych sieci jutra będzie tak głęboką zmianą jak wszystkie postępy w systemach energetycznych w ciągu ostatnich stu lat, ale nastąpi w ułamku tego czasu.

# Podsumowanie

- ✓ Przejście to nie będzie jednak łatwe. Integracja wielu różnych inteligentnych technologii będzie kluczowa dla działania inteligentnych sieci i osiągnięcie tej integracji wymaga wprowadzenia wielu norm umożliwiających współdziałanie rozmaitych urządzeń.
- ✓ Realizacja potencjału inteligentnych sieci będzie wymagała uzyskania **nowego poziomu współpracy między przemysłem, grupami interesów i szczególnie instytucjami regulacyjnymi, które posiadają bezpośredni wpływ na przebieg procesu przemiany sieci.**

# Wnioski

- W ostatecznym wyniku,  
**rozwinięta sieć inteligentna**  
przyniesie korzyści wszystkim  
uczestnikom rynku energetycznego.

***Projekt podniesienia atrakcyjności inwestycyjnej  
powiatu Puck  
poprzez rozbudowę lokalnej inteligentnej  
infrastruktury energetycznej***

**Uzasadnienie projektu:**

- a) Wzmocnienie sieci elektroenergetycznej we wspomnianych regionach, ograniczenie ilości awaryjnych wyłączeń i czasu ich trwania;
- b) Stworzenie możliwości przyłączania nowych odbiorców
- c) Uzyskanie dodatkowych środków finansowych na wybudowanie kabli 30 kV i 15 kV w Powiecie Puck (środki mogą pochodzić z funduszy strukturalnych UE: Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego)
- d) Ułatwienie prowadzenia inwestycji na terenie trudnym inwestycyjnie poprzez włączenie samorządów
- e) Powiązanie źródeł odnawialnych; zbilansowanie popytu i podaży

***Projekt podniesienia atrakcyjności inwestycyjnej  
powiatu Puck  
poprzez rozbudowę lokalnej inteligentnej  
infrastruktury energetycznej***

**Efekty projektu:**

dla Powiatu Puck, poszczególnych gmin i miast:

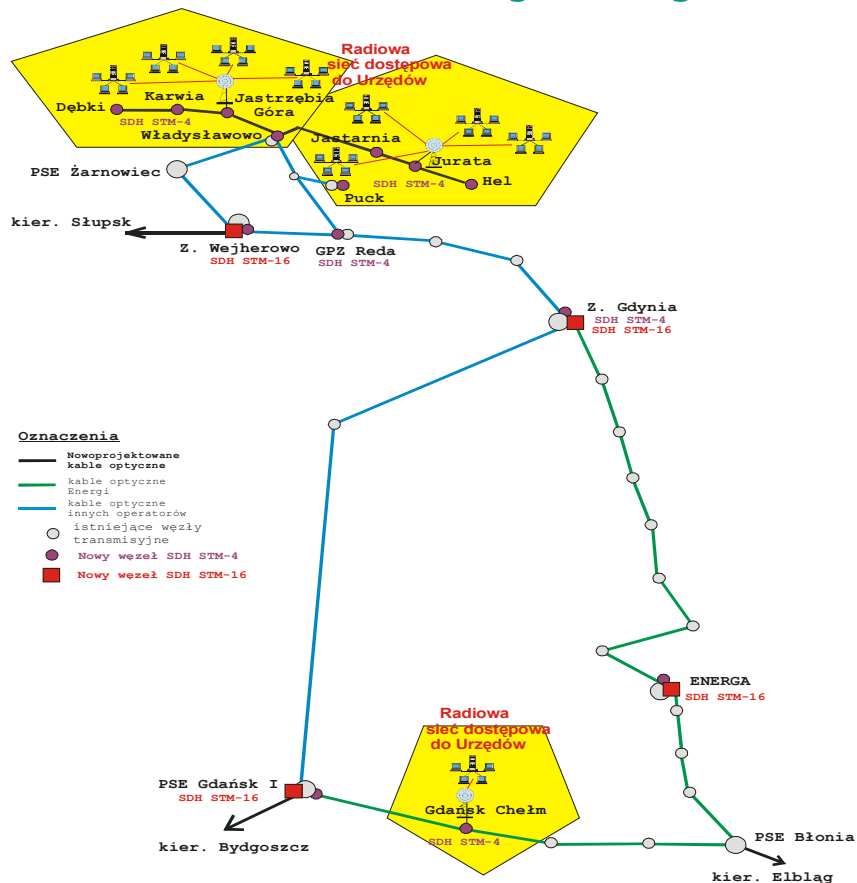
- a) Rozwój usług i turystyki;
- b) Zwiększenie atrakcyjności inwestycyjnej
- c) Zachowanie poziomu ekologicznego Półwyspu i Pasa Nadmorskiego

dla Operatora:

- a) Wzmocnienie sieci w trudnych obszarach
- b) Zwiększenie pewności zasilania w energię elektryczną
- c) Umożliwienie przyłączania nowych odbiorców
- d) Zmniejszenie strat przesyłowych; zbilansowanie popytu z podażą

# Projekt podniesienia atrakcyjności inwestycyjnej powiatu Puck

## poprzez rozbudowę lokalnej infrastruktury teleinformatycznej



Rys.1 Sieć optoteletransmisyjna dla Urzędów Administracji Państwowej w relacji: Powiat Puck - Urząd Wojewódzki Gdańsk





**Dziękuję za uwagę**