

# Aspekty projektowe kształtowania układów sieciowych ze źródłami rozproszonymi

**Gerhard Bartodziej**  
**Michał Tomaszewski**

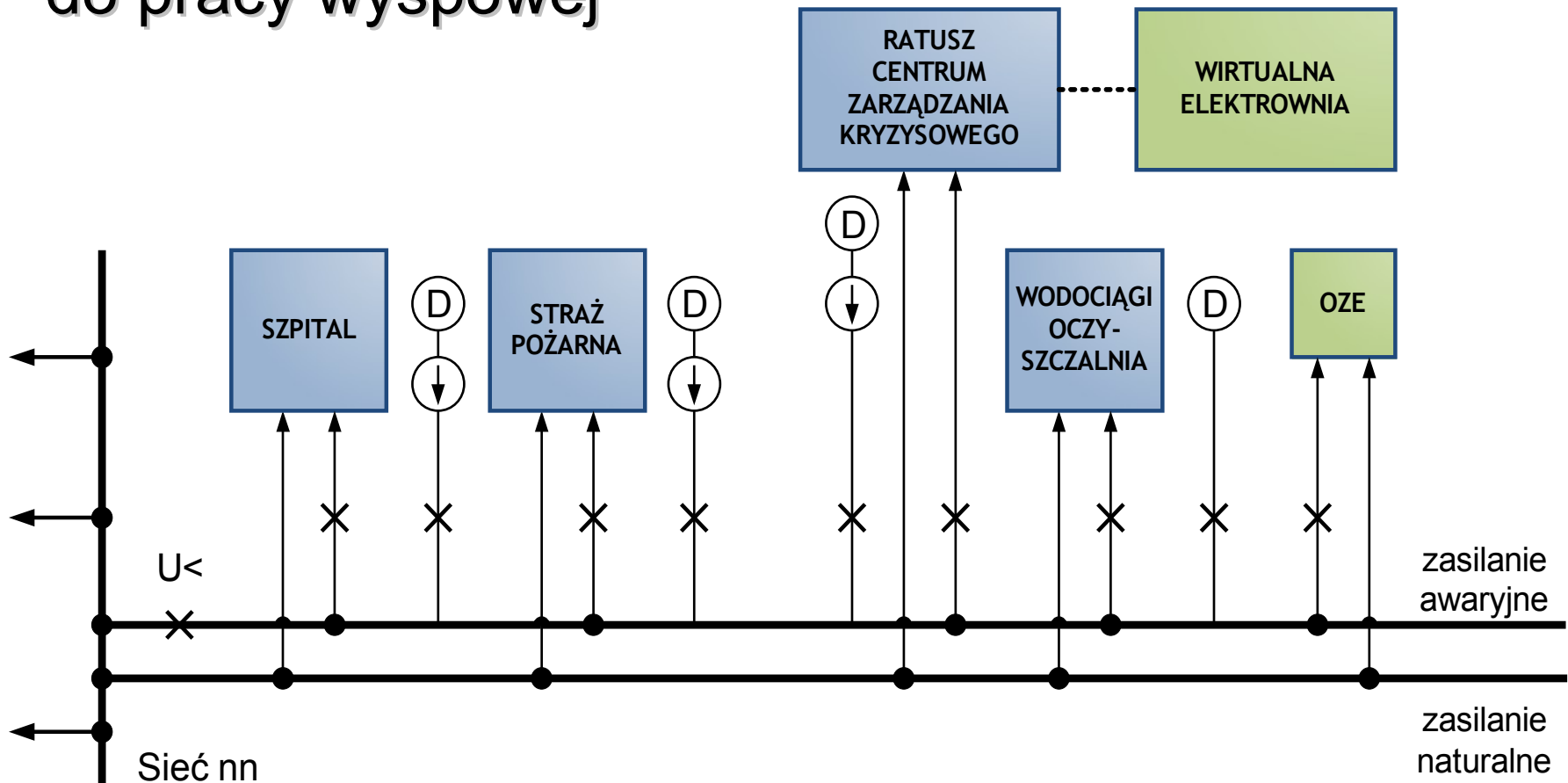
Instytut Elektrowni i Systemów Pomiarowych, Katedra Energetyki  
Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki  
Politechnika Opolska

---

Gliwice, 27.10.2009 r.

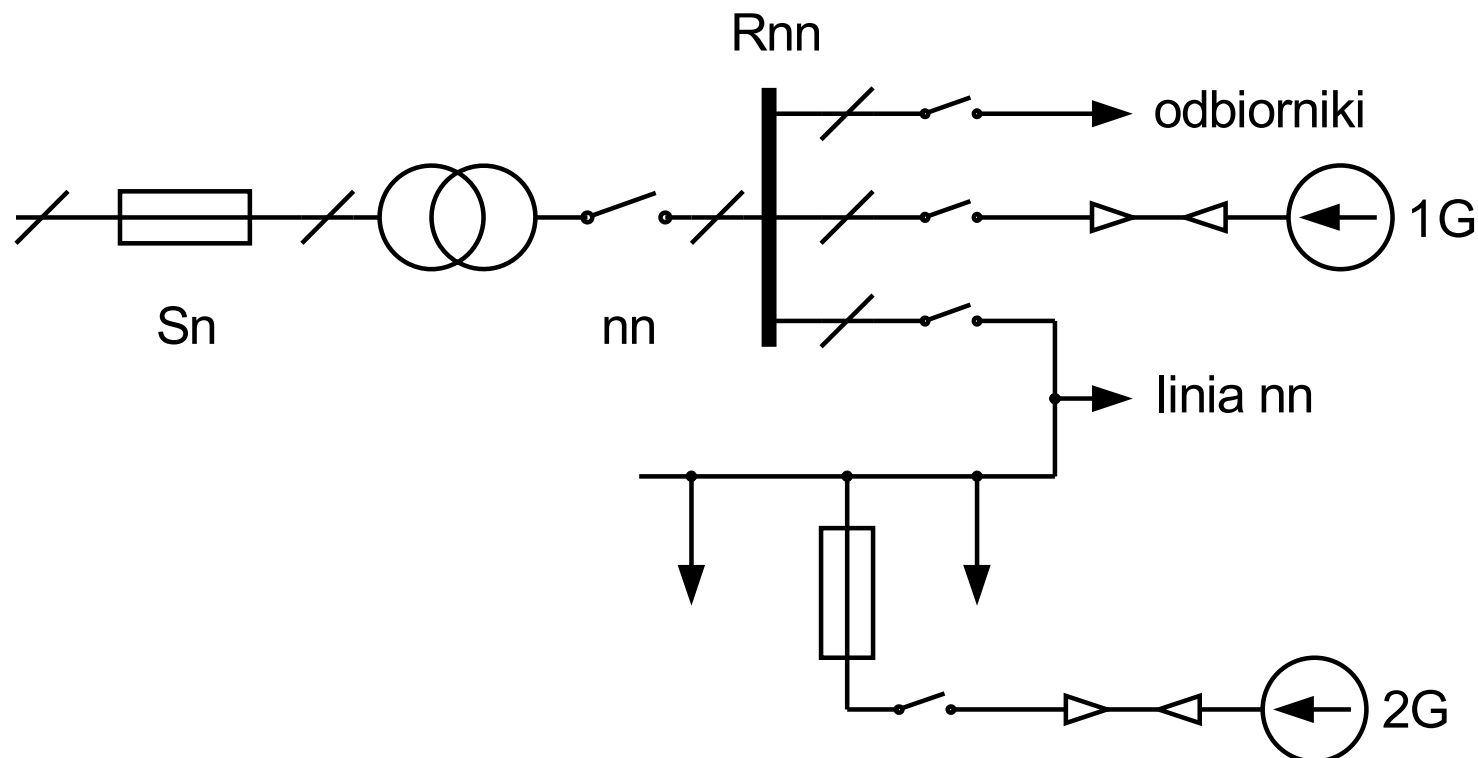
# Koncepcja sieci nn zapewniającej lokalne bezpieczeństwo energetyczne

## Integracja lokalnych źródeł energii elektrycznej do pracy wyspowej



# Przyłączanie źródła rozproszonego

- Do węzła sieciowego (rozdzielni) oddzielną linią, podobnie jak duże odbiorniki
- Bezpośrednio do odczepu linii, podobnie jak odbiorniki



# Moc źródła a napięcie sieci

Moc źródła	Miejsce przyłączenia
1-100kW 50-500kW	linia nn (rozdzielnia nn) rozdzielnia nn
0,1-1MW 0,5-10MW	linia sn (rozdzielnia Sn) rozdzielnia Sn
5-100MW >50MW	sieć 110kV sieć 220-400kV

- Skutki przyłączenia źródła regulowanego do linii:
  - Zmniejszenie obciążenia transformatora i sieci Sn (mocą czynną i bierną),
  - Zmiana rozptywu mocy w linii
  - Zmiana rozkładu napięcia w linii
- Skutki przyłączenia źródła regulowanego do rozdzielni:
  - Zmniejszenie obciążenia transformatora i sieci Sn mocą czynną i bierną,
  - Możliwość płynnej regulacji napięcia w rozdzielnicy nn

# Problem synchronizacji źródła

## A. Źródło z samoczynną synchronizacją

Wyposażenie źródła:

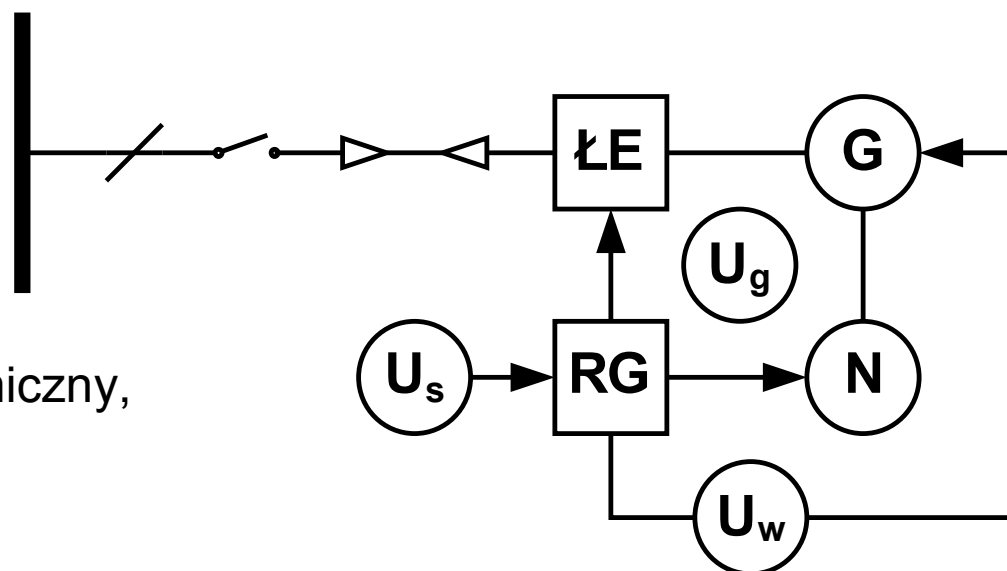
N – napęd generatora,

ŁE – łącznik energoelektroniczny,

R – regulator generatora,

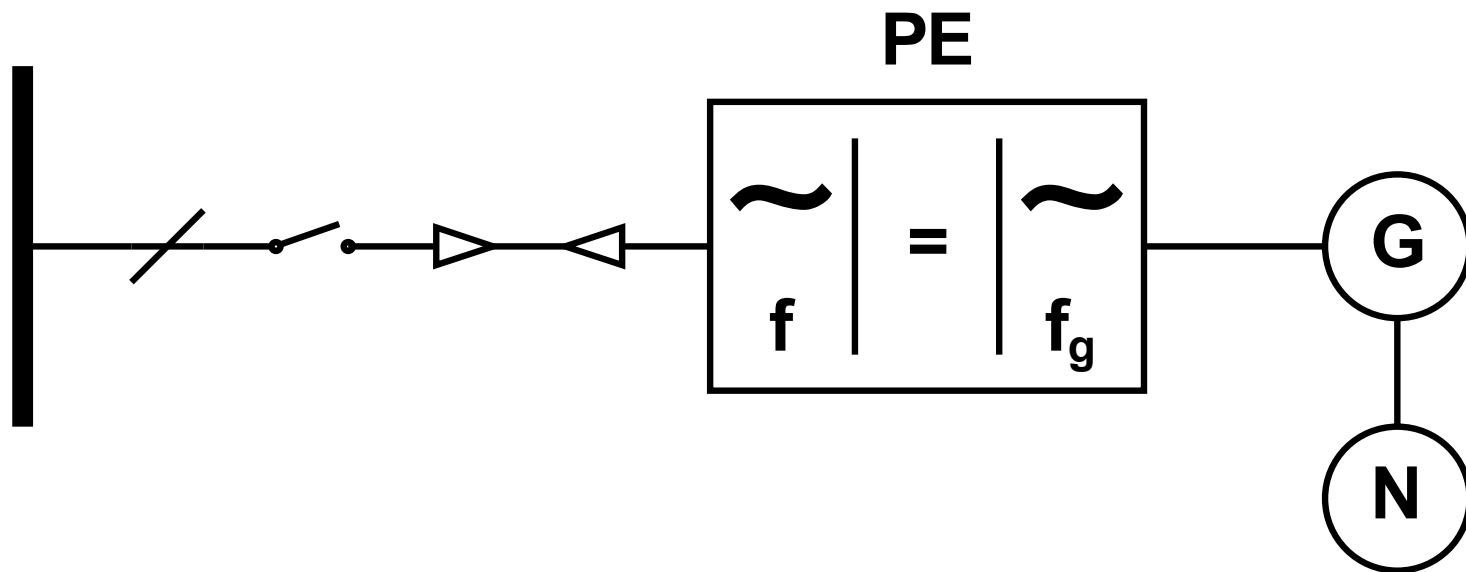
$U_s$  – napięcie sieci,

$U_n$  – napięcie generatora.



# Problem synchronizacji źródła

- A. Źródło współpracuje z przetwornicą energoelektroniczną sterowaną częstotliwością sieci



# Problem synchronizacji źródła

- A. Bezpośrednie załączenie małego źródła do sieci „sztywnej” (rozruch „silnikowy”)

Wady: stan nieustalony

– prądy wyrównawcze, wahania napięcia)

# Problem sztywności sieci

Stan idealny

$$\frac{S_z}{S_{ng}} \rightarrow \infty, \cos \varphi \rightarrow 0$$

gdzie:

$S_z$  – moc zwarciova

$S_{ng}$  – moc zwarciova generatora

Wymagania praktyczne:

$$\frac{S_z}{S_{ng}} \in [15..40]$$

Instrukcja przyłączeniowa firmy EnergiaPro wymaga:

$$\frac{S_z}{S_{ng}} > 20$$

Bez różnicowania właściwości źródeł. Jest to często przedmiotem sporów między stronami. Często trzeba sztucznie podnosić moc zwarciova, wymieniać transformatory na większe (mniej obciążone, o niższej sprawności), wymieniać zupełnie nieużyte rozdzielnice, ponosić wysokie nakłady na opłaty przyłączeniowe

# Teza:

- Każdy współczesny generator synchroniczny, ze współczesnym systemem regulacji i zabezpieczeń poprawi jakość energii elektrycznej w sieci, również w przypadku niezachowania warunku
- Generator zapewni płynną regulację mocy biernej i regulację poziomu napięcia  $\geq 20$

# Problem bezpieczeństwa eksploatacyjnego

- Dodatkowe źródło energii w sieci może stwarzać zagrożenie porażeniowe po wyłączeniu transformatora zasilającego.
- Konieczne jest zapewnienie szybkiego wyłączenia samoczynnego źródła po wyłączeniu transformatora zasilającego sieć
  
- Propozycje rozwiązania
  - a) Sprzężenie elektryczne obwodów wyłączników transformatora i generatora – rozwiązanie oczywiste przy przyłączaniu generatora do rozdzielni.
  - b) Trójfazowe zwarcie i doziemienie sieci po wyłączeniu wyłącznika transformatora – wyłączenie generatora poprzez zabezpieczenie podnapięciowe. Rozwiązanie przydatne dla generatora przyłączonego do linii w miejscu odległym od rozdzielni.
  - c) Przekierowanie sygnału o konieczności wyłączenia kanałem telekomunikacyjnym.

# Problem regulacji parametrów źródła

- Dopasowanie parametrów źródła do potrzeb odbiorników może być realizowane w obrębie przestrzennego systemu teleinformatycznego „**smart grid**”



<http://mendocoastcurrent.files.wordpress.com/2009/07/smartgrid-graphic.jpg>

# Problem ekspertyz przyłączeniowych

- Ekspertyzę winien sporządzać operator dla swej sieci (znajomość parametrów sieci i uwarunkowań eksploatacyjnych)
- Właściciel źródła winien mieć możliwość odwołania się do niezależnego eksperta
- Operator winien „z góry” przedstawić możliwości przyłączenia źródeł rozproszonych do swojej sieci (węzłów i linii). Wskazanie węzłów sieci 110kV, 20kV i 15kV, posiadających określoną zdolność przyjęcia energii ze źródeł rozproszonych, umożliwi optymalizację decyzji inwestycyjnych.

# Aspekty projektowe kształtowania układów sieciowych ze źródłami rozproszonymi

**Gerhard Bartodziej**  
**Michał Tomaszewski**

Instytut Elektrowni i Systemów Pomiarowych, Katedra Energetyki  
Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki  
Politechnika Opolska

---

Gliwice, 27.10.2009 r.