Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

ITC

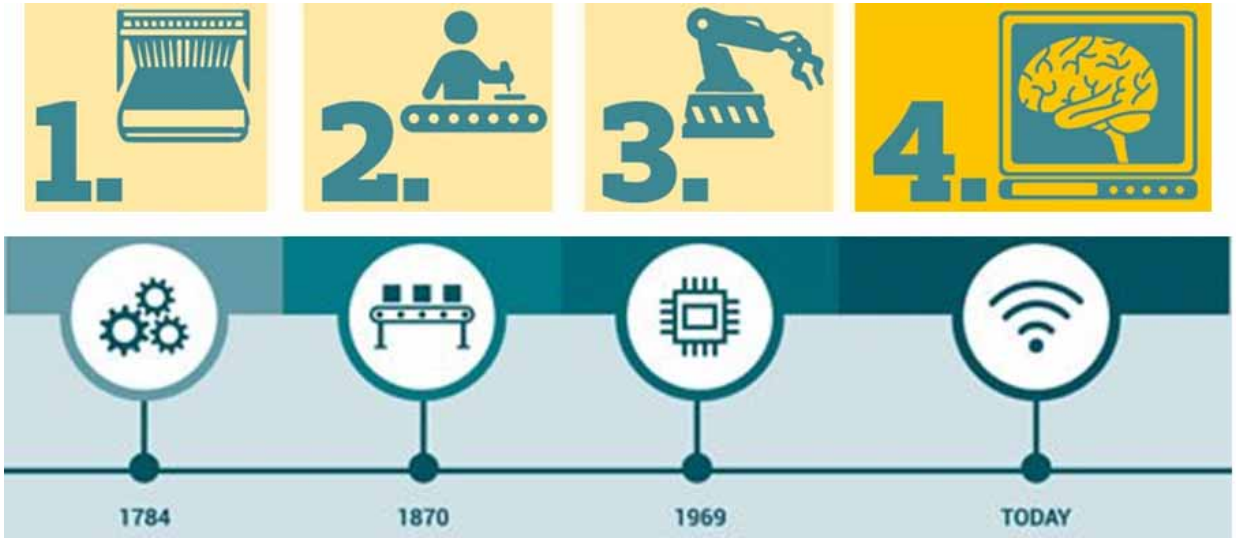
R

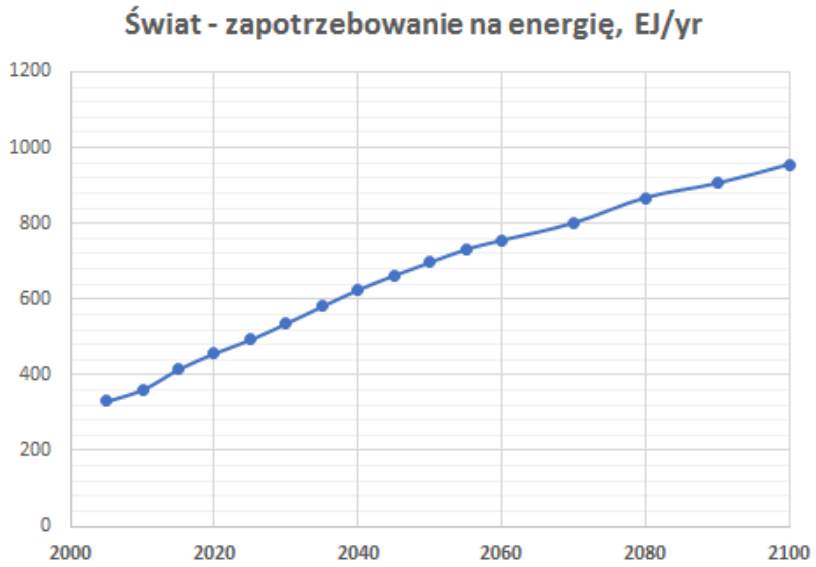
U

E

Struktury techniczne nowoczesnej energetyki wspierające OZE i efektywność energetyczną

dr inż. Sławomir Bielecki



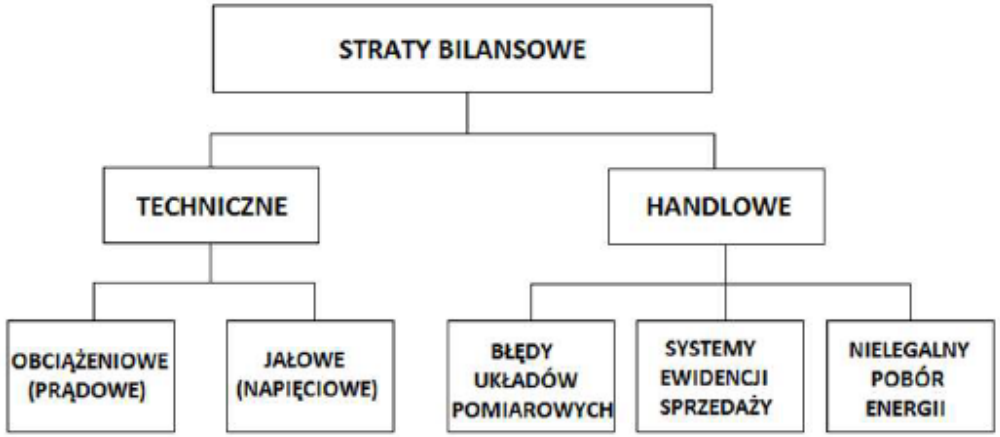


Scenariusz referencyjny wg modelu *ADVANCE-Remind*

Politechnika Warszawska

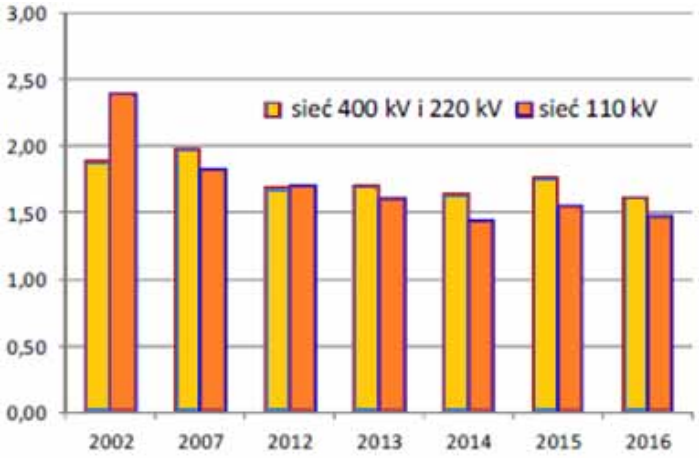
Efektywność energetyczna – zasobem energetycznym

Efektywność energetyczna procesu przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej



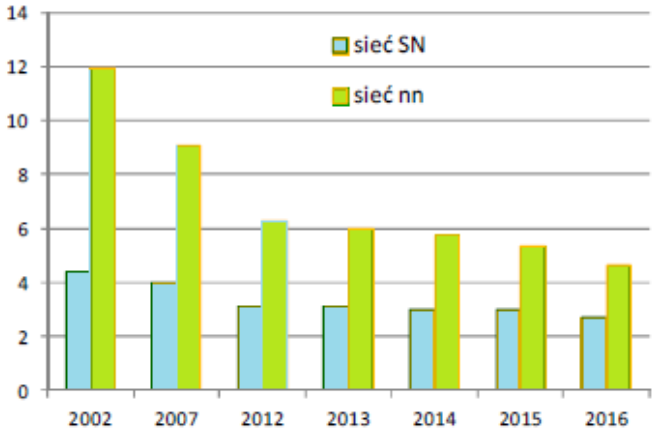
Art. 19. 1. **ustawy o efektywności energetycznej z 2016 r.** wskazuje rodzaje działań, które mają ograniczyć straty energii w sieciach elektroenergetycznych:

- związane z poborem energii biernej,
- sieciowe związane z przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej,
- na transformacji.



Procentowy wskaźnik strat $\Delta E_{\%}$ w sieciach NN i WN

PL - przesył

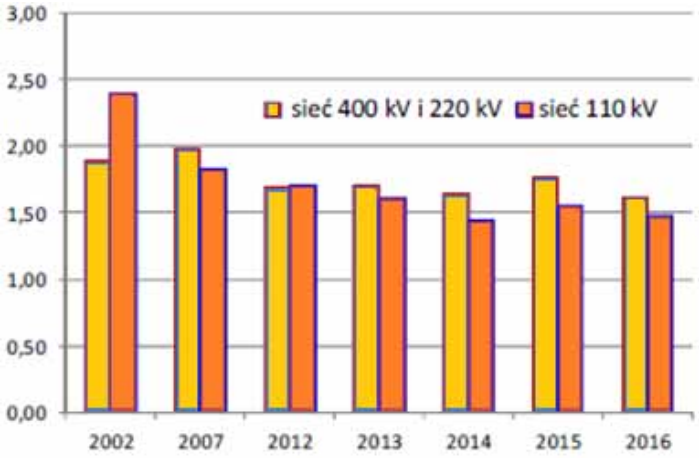


Procentowy wskaźnik strat $\Delta E_{\%}$ w sieciach SN i nn

PL - dystrybucja

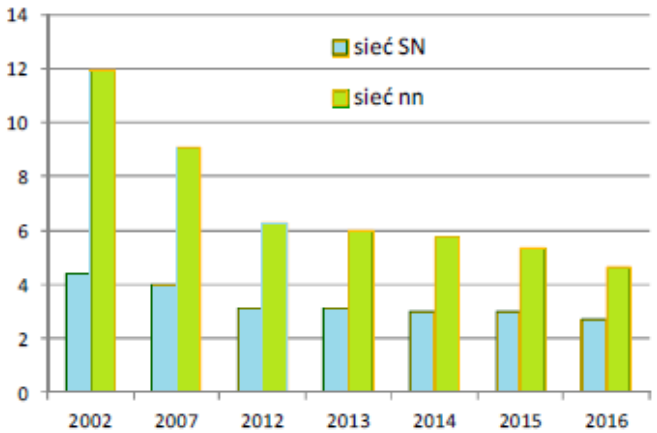
Minimalizacja strat energii:

- ✓ Bilansowanie energii czynnej i biernej w obszarach sieci
- ✓ Optymalizacja (regulacja) poziomów napięć i rozpływów mocy w sieci
- ✓ Poprawa infrastruktury sieciowej
- ✓ Koordynacja harmonogramów remontów linii z odstawieniami jednostek wytwórczych



Procentowy wskaźnik strat $\Delta E_{\%}$ w sieciach NN i WN

PL - przesył

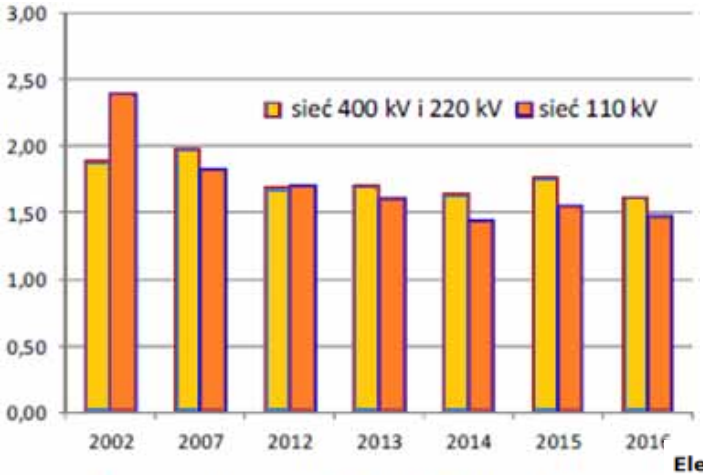


Procentowy wskaźnik strat $\Delta E_{\%}$ w sieciach SN i nn

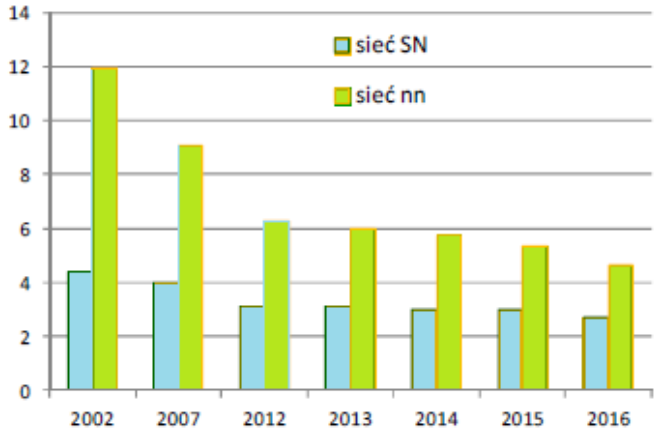
PL - dystrybucja

Minimalizacja strat energii:

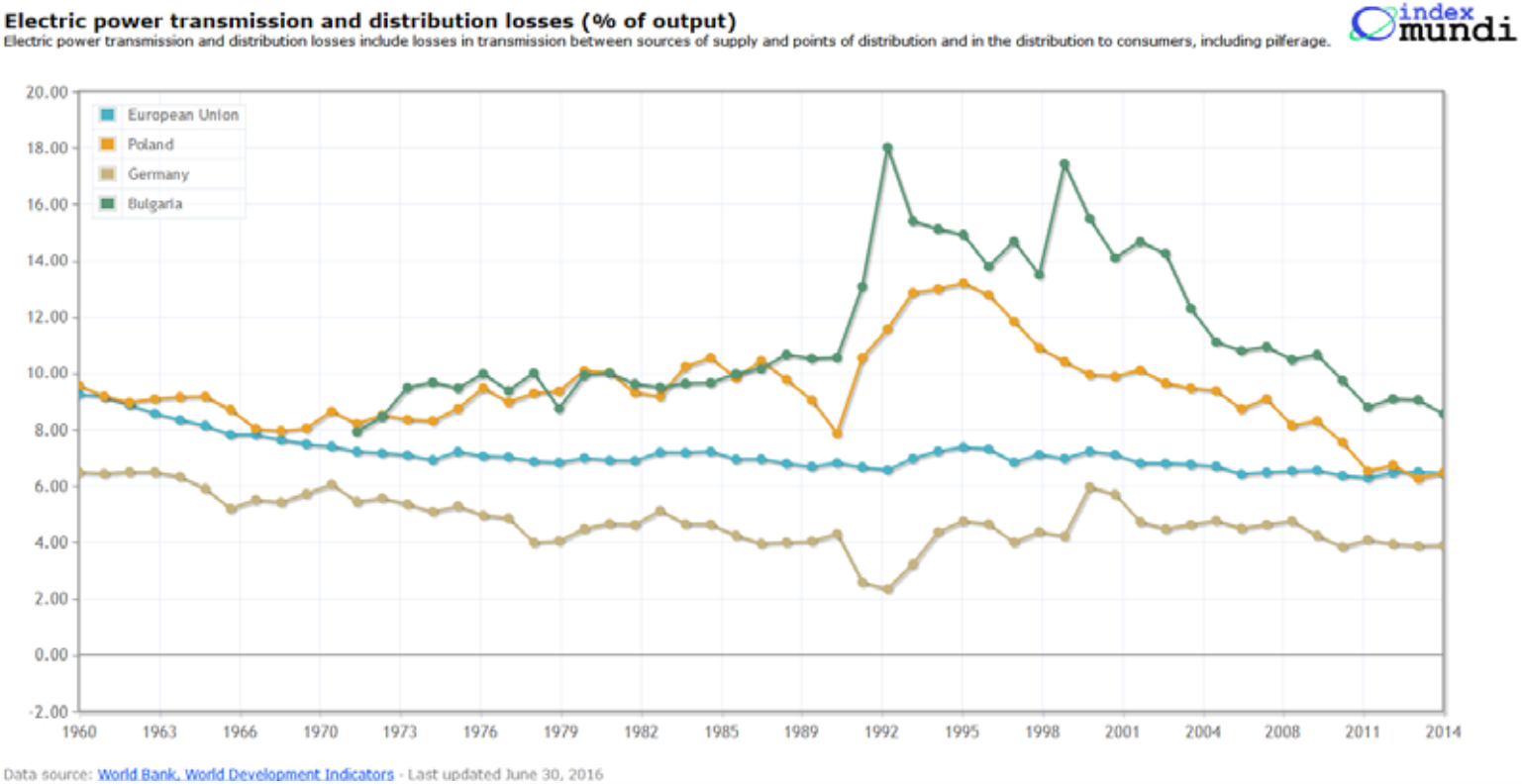
- ✓ Bilansowanie energii czynnej i biernej w obszarach sieci
- ✓ Optymalizacja (regulacja) poziomów napięć i rozpływów mocy w sieci
- ✓ Poprawa infrastruktury sieciowej
- ✓ Koordynacja harmonogramów remontów linii z odstawieniami jednostek wytwórczych
- ✓ **Skrócenie łańcucha dostaw poprzez fizyczne zbliżenie wytwarzania do odbiorcy, prosumpcja**



Procentowy wskaźnik strat $\Delta E_{\%}$ w sieciach NN i WN

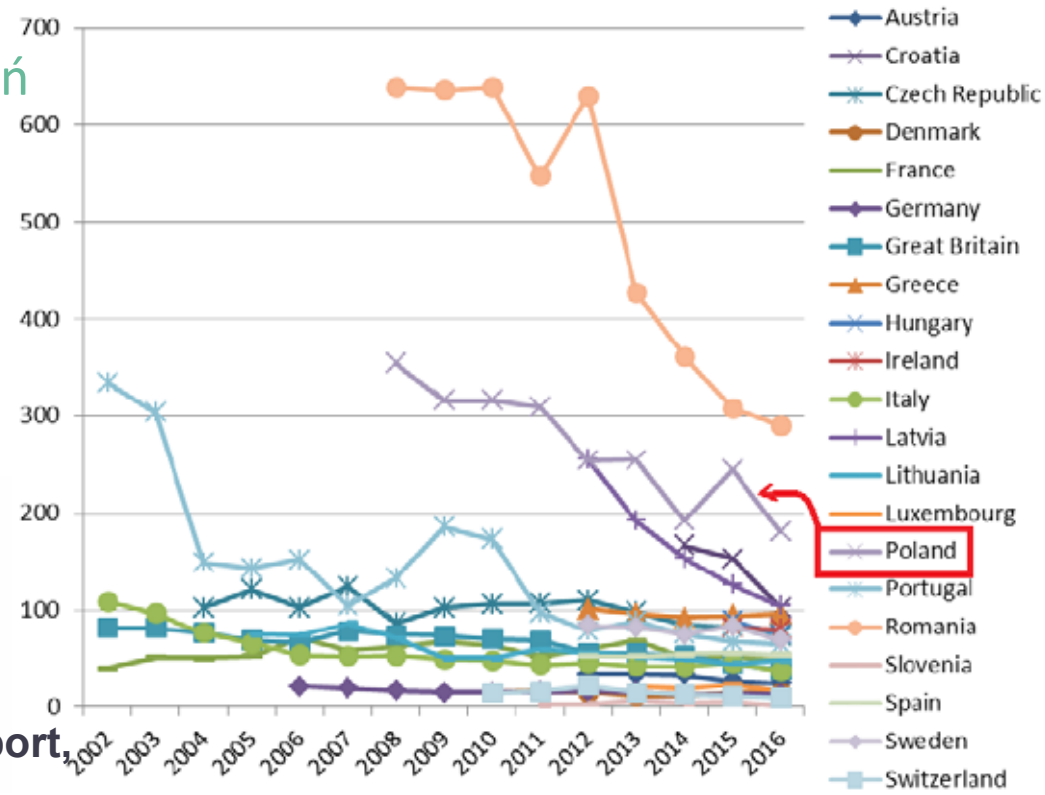


Procentowy wskaźnik strat $\Delta E_{\%}$ w sieciach SN i nn



- Obecny krajowy mechanizm naliczania opłat przesyłowych nie uwzględnia kosztów strat przesyłania i ograniczeń sieciowych
- Koszty przenoszone są na odbiorców i uśredniane w ramach danej grupy (metoda znaczka pocztowego)
- Brak sygnałów rynkowych do inwestycji w podsystemy: wytwórczy i sieciowy

Zmiana mechanizmu rozliczeń – uwzględnienie rzeczywistych strat dostarczania energii i ograniczeń sieciowych --> impulsy ekonomiczne do rozwoju segmentu mikroenergetyki (poza kwestiami niezawodności dostaw)



Wskaźniki nieplanowanych przerw (tzw. SAIDI) w min./odbiorcę wg. CEER Benchmarking Report, 2018

Politechnika Warszawska

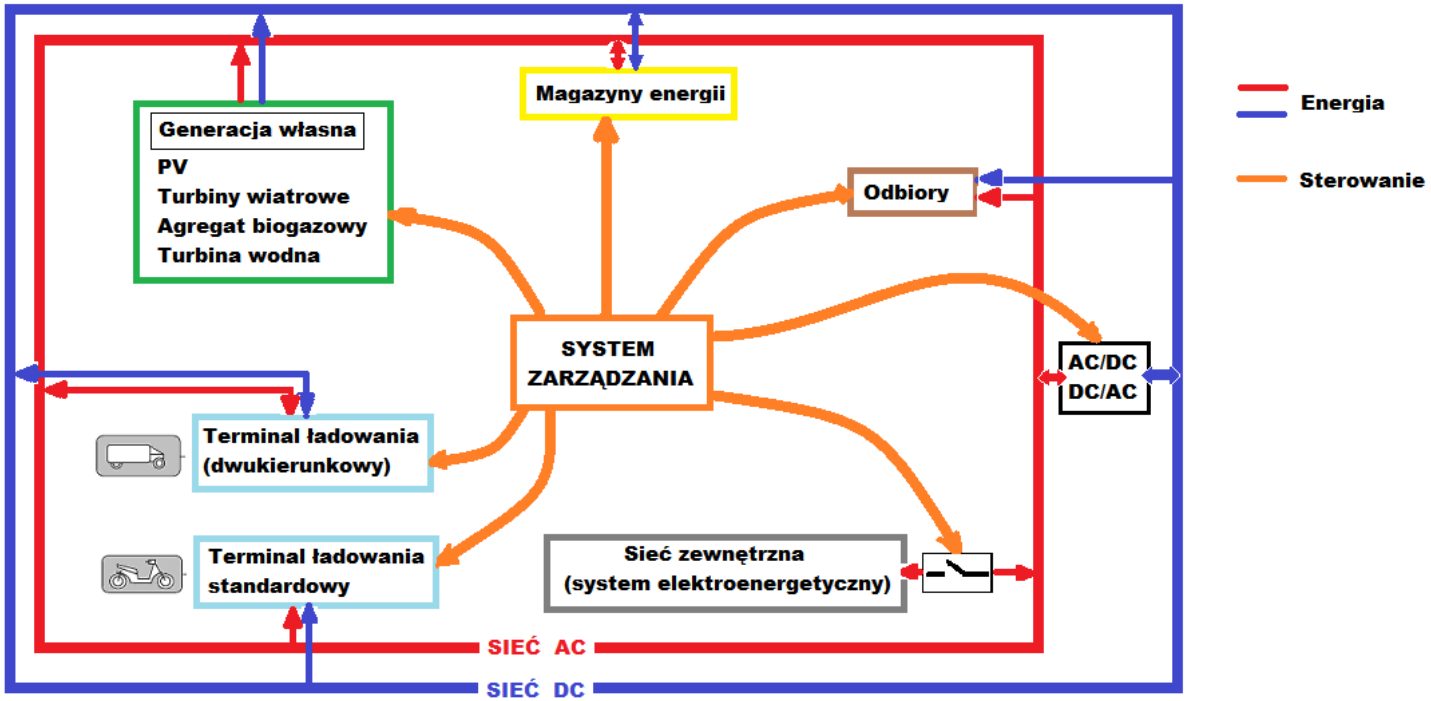
Struktury w ramach nowego kształtu energetyki

- techniczne:
  - mikrosieci energetyczne
  - wirtualne elektrownie

- formalno-prawne:
  - klastry energii
  - spółdzielnie energetyczne

Microgrid – mikrosieć

Mikrosieć energetyczna to układ obejmujący generację energii oraz jej pobory (docelowo nie tylko elektrycznej), zarządzany autonomicznie.



- Źródła (głównie OZE)
- Zasobniki energii
- Odbiory sterowalne
- Układy sterowania

Wielonośnikowy system zaopatrzenia w energię – konwersja różnych postaci energii, np.:

- ko-, tri-generacja
- (bio)gaz
- energia elektryczna
- paliwa

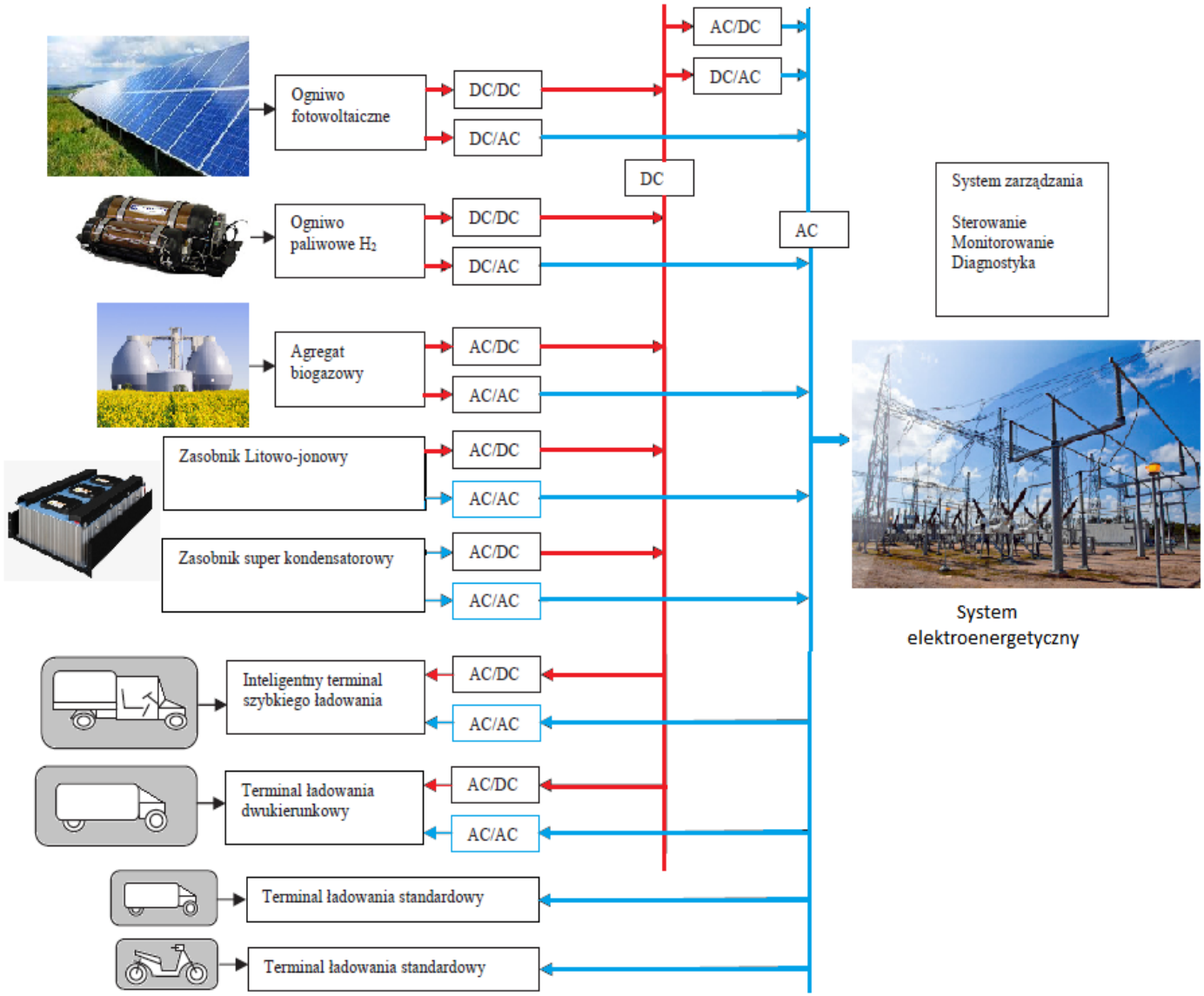
Politechnika Warszawska

Aspekt inwestora

- Mikrosieć zarządza wytwarzaniem i poborem energii w taki sposób, by **zoptymalizować** koszty zużytej energii elektrycznej.

Aspekt spółki energetycznej:

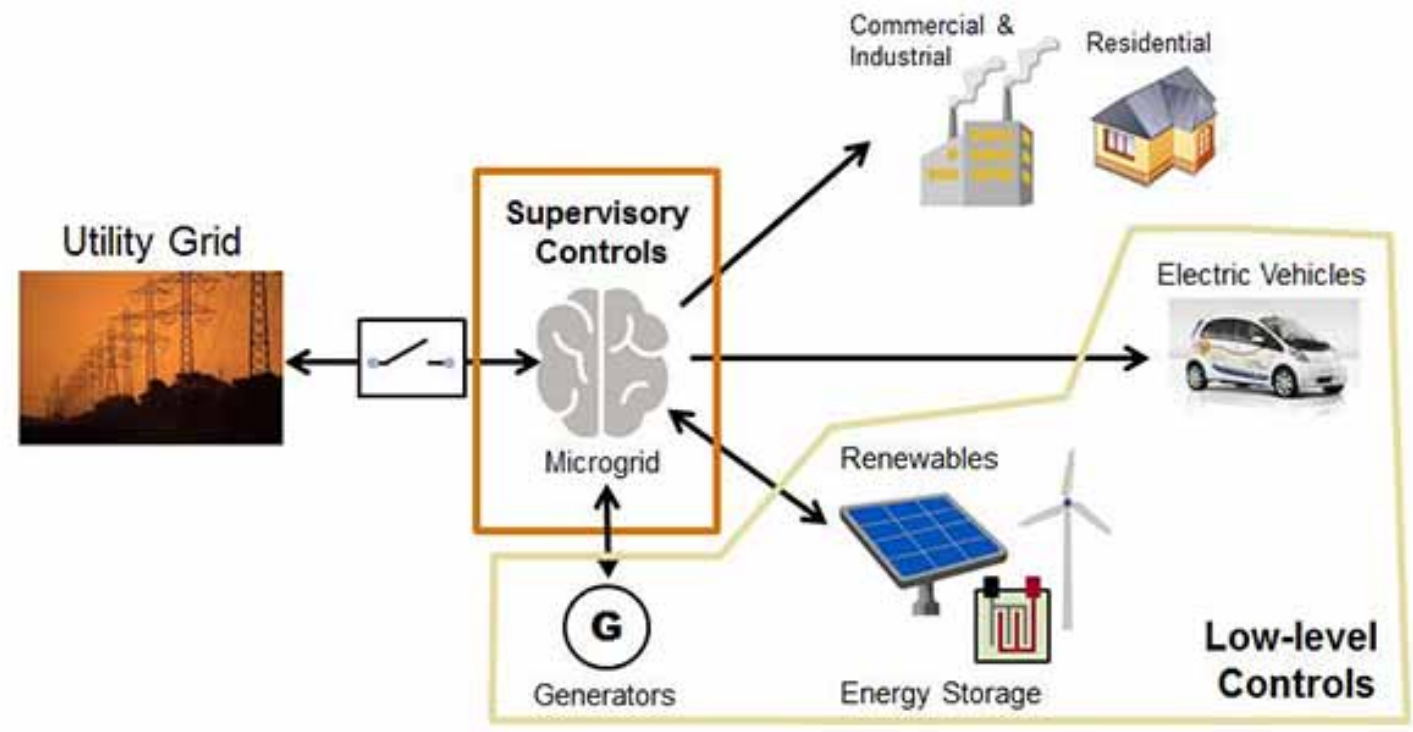
- Mikrosieci wpływają na **parametry energii elektrycznej** i świadczenie usług systemowych



Politechnika Warszawska

Mikrosieci komercyjne (indywidualizowane projekty na bazie tworzenia systemów EMS) dla np.:

- gospodarstw produkcji rolnej
- zakładów przemysłowych
- kompleksów hotelowych
- kompleksów szpitalnych
- kampusów uczelni
- parków biurowych
- osiedli mieszkaniowych
- parków przemysłowych



Obecnie łączna **moc mikrosieci** zainstalowanych na świecie to ok. **21 GW**.

Penetracja OZE nie musi generować problemów technicznych

- Bilansowanie:
  - Popyt to też fluktuacje
  - Hydroelektrownie i niektóre biogazownie potrafią zmieniać produkcję w krótkim czasie, stabilizując SEE
  - Generatory jednak tracą stopniowo na sprawności, pracując ze zmieniającym się obciążeniem
- Środek:
  - Stabilizowanie zapotrzebowania strony odbiorców
  - Przechowywanie energii

Politechnika Warszawska

Penetracja OZE nie musi generować problemów technicznych

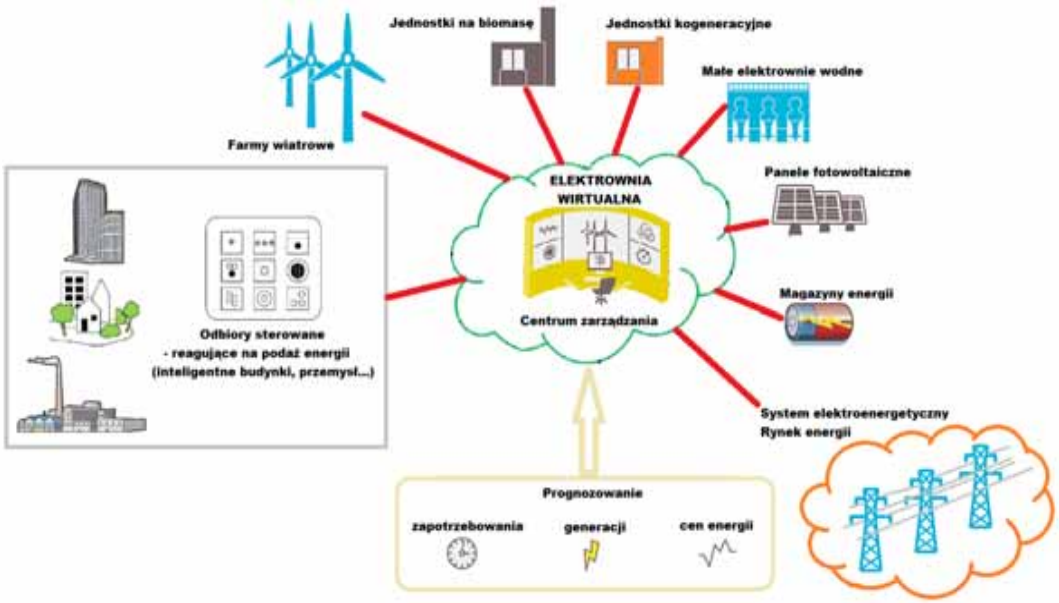
- Bilansowanie:
  - Popyt to też fluktuacje
  - Hydroelektrownie i niektóre biogazownie potrafią zmieniać produkcję w krótkim czasie, stabilizując SEE
  - Generatory jednak tracą stopniowo na sprawności, pracując ze zmieniającym się obciążeniem
- Środek:
  - Stabilizowanie zapotrzebowania strony odbiorców ← **DSR VPP**
  - Przechowywanie energii ← **MEE**

Politechnika Warszawska

VPP – wirtualna elektrownia

- Struktury wytwórczo-odbiorcze (+ MEE) mogą być integrowane w większe jednostki (względem SEE)
- Dodając system zarządzający => sterowaniu zewnętrzne (wymiana z SEE)
- Integracja nie musi być „fizyczna" (sieć/mikrosieć) na obszarze, może być „wirtualna".

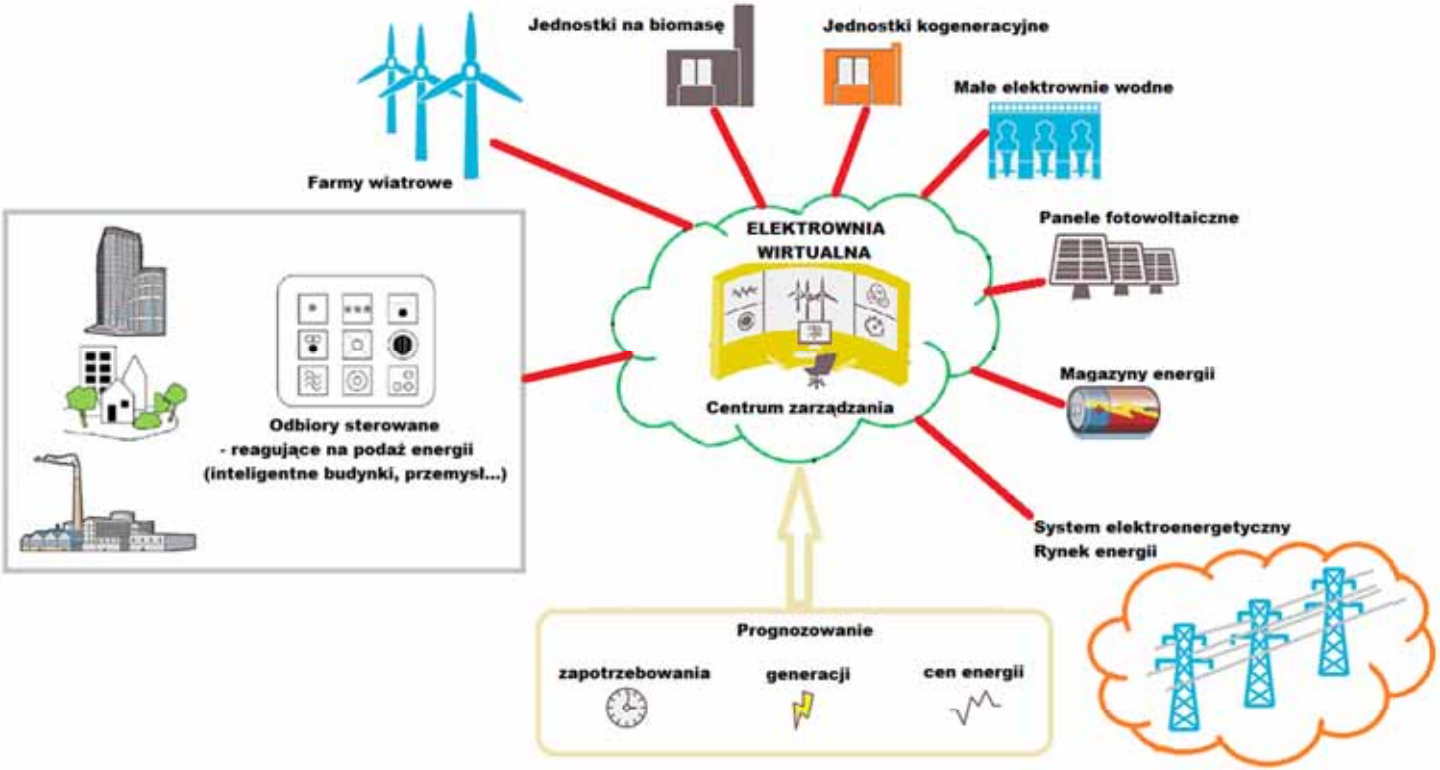
Wirtualna elektrownia (ang. *Virtual Power Plant*) jest zarządzanym przez swojego operatora, **obiektem informatycznym**. Tworzy ona zagregowaną, za pomocą rozwiązań teleinformatycznych (czyli wirtualnie), strukturę obejmującą sterowalne w pewien sposób jednostki (wytwórcze, odbiorcze i zasobnikowe). Takie struktury mogą świadczyć usługi systemowe, wspomagając pracę całego SEE (na rzecz OSP) lub lokalnie (na rzecz OSD).



VPP – wirtualna elektrownia

Elementy (o charakterze techniczno-organizacyjnym) **VPP** :

- jednostki wytwórcze rozproszone,
- jednostki odbiorcze o dającym się sterować zapotrzebowaniu na energię (w tym **prosumenckie**),
- układy MEE,
- sieci teleinformat., infrastruktura telemetryczna,
- system zarządzania,
- mechanizmy rynku energii.



VPP – spójna, zamknięta i sterowalna struktura, nie służy jedynie wytwarzaniu energii, ale racjonalnej kontroli jej zużycia, również w ujęciu potrzeb SEE.

VPP – wirtualna elektrownia

Model biznesowy funkcjonowania VPP

- Tworzy grupę bilansującą
- Obejmuje obszar obrotu energią, jej wytwarzania, świadczenia usług systemowych na rzecz operatorów sieci (OSD i OSP)
- Agregacja handlowo-techniczna jednostek wchodzących w skład grupy
- Operator VPP - pośrednikiem, umożliwiającym pojedynczym, mniejszym podmiotom, aktywny udział w rynku energii (mniejsze jednostki wytwórcze, oparte na OŹE i składające się na GR mają utrudniony dostęp do rynku z uwagi na zbyt małą zdolność produkcyjną oraz mają ograniczoną zdolność indywidualnego prognozowania i sterowania własną produkcją)
- Odpowiednia agregacja – efekt skali i synergii
- Aktywacja jednostek generacji rozproszonej w celu reagowania na bodźce rynkowe oraz rozwój rynku poprzez poprawę mechanizmów bilansowania zapotrzebowania sieci elektroenergetycznej

VPP – wirtualna elektrownia

Model biznesowy funkcjonowania VPP

- VPP to nie tylko wytwórcy, ale i jednostki odbiorcze - usługi redukcji zapotrzebowania (tzw. generacja negawatów)
- Operator VPP zarządza regulacyjnością i generacją całej grupy:
  - zawierając kontrakty OTC,
  - dokonując obrotu na giełdach energii
  - uczestnicząc w rynku bilansującym
  - przejmuje ryzyko cenowe wynikające z systemu działających mechanizmów rynku energii (korzystne z punktu widzenia właścicieli rozproszonych jednostek wchodzących w skład grupy).

W pełni działającej strukturze, optymalizacja pozycji handlowej jest dokonywana w 15-minutowych przedziałach czasowych, 24 godziny na dobę przez profesjonalny **zespół tradingowy**. Jego zadania obejmują **analizy trendów rynkowych, prognoz cenowych, prognoz zapotrzebowania i podaży energii, podejmowanie decyzji, kontrola i sterowanie jednostkami grupy w ustalonych zakresach**.

VPP – wirtualna elektrownia

Model biznesowy funkcjonowania VPP

Uczestnictwo w aukcjach na rynku usług systemowych, w zakresie:

- rezerwy regulacyjnej mocy czynnej **P** (symetryczne dostarczanie zadeklarowanej mocy):
  - pierwotnej (sekundowej),
  - wtórnej (minutowej),
  - trójnej (godzinowej);
- pracy według harmonogramu operatora – planowania koordynacyjnego;
- sterowania pracą sieci (regulacja napięcia, odciążanie gałęzi).

VPP – wirtualna elektrownia

Model biznesowy funkcjonowania VPP

Uczestnictwo w aukcjach na rynku usług systemowych, w zakresie:

- ❑ rezerwy regulacyjnej mocy czynnej **P** (symetryczne dostarczanie zadeklarowanej mocy):
  - ➢ pierwotnej (w ciągu do 30 s),
  - ➢ wtórnej (w ciągu do 5 min),
  - ➢ trójnej (w ciągu do 15 min);

OSP

- ❑ pracy według harmonogramu operatora – planowania koordynacyjnego;
- ❑ sterowania pracą sieci (regulacja napięcia, odciążanie gałęzi).

OSD

Dobre możliwości regulacyjne **P**:

- ✓ Rozproszone MEE
- ✓ Mikroelektrociepłownie
- ✓ Niektóre hydroelektrownie

VPP – wirtualna elektrownia

Model biznesowy funkcjonowania VPP

Harmonogramowanie przez OSP w zakresie wyrównywania krzywej zapotrzebowania dobowego na energię (“ścinanie szczytów” i “wypełnianie dolin”), na podobnej zasadzie jak dla elektrowni szczytowo-pompowych, jest możliwe dla struktur elektrowni wirtualnych dysponujących **dużymi zasobami magazynującymi lub zarządzającymi wieloma odbiorami o niskim priorytecie zasilania**.

Możliwe jest, aby VPP pełniła również usługi na rzecz **odbiorców indywidualnych**, nie wchodzących w skład jej struktury, ale fizycznie zlokalizowanych w pobliżu jej infrastruktury, np.:

- ✓ zasilanie rezerwowe
- ✓ poprawa jakości energii (profilu napięcia).

VPP – wirtualna elektrownia

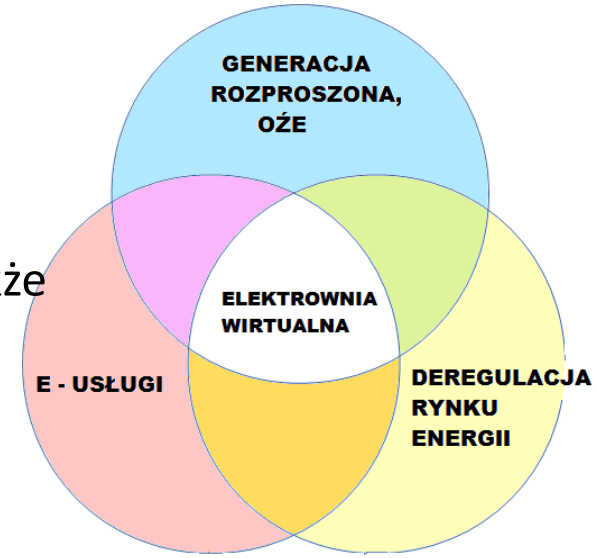
Tworząc VPP należy mieć na uwadze następujące kwestie:

- każda jednostka ma **prawo wyboru organizacji** z którą chce współpracować, grupa członków wirtualnej elektrowni nie jest statyczna, (słabość powiązań);
- należy przyjąć **jeden unormowany standard komunikacji** między jednostkami a operatorem elektrowni;
- możliwość **zmiany wybranej strategii zachowania jednostek** w zależności od decyzji ich właściciela lub operatora elektrowni;
- system musi być **chroniony** przed zewnętrznymi zagrożeniami i posiadać procedury na wypadek utraty powiązań komunikacji.

VPP – wirtualna elektrownia

VPP w praktyce

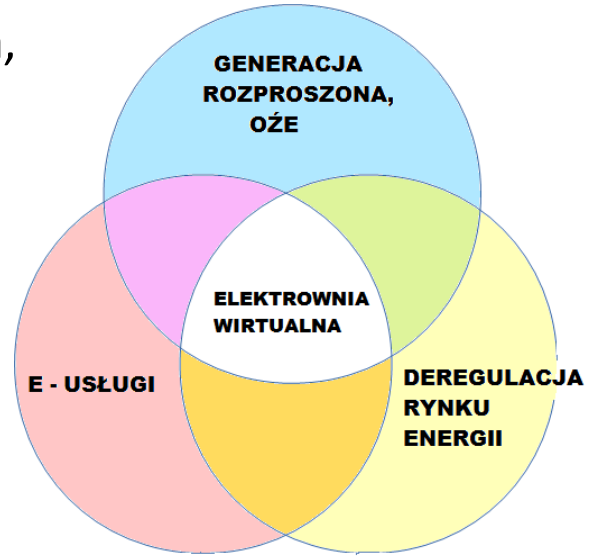
- Najwięksi operatorzy wirtualnych elektrowni **w Europie** zarządzają rozproszonymi jednostkami o mocy zainstalowanej przeszło **3 GW**, szacuje się, że **obecnie na świecie moc wszystkich VPP to ok. 100 GW**.
- Liderem i pionierem takich rozwiązań jest **rynek niemiecki**, gdzie wirtualne elektrownie świadczą **usługi** w zakresie obrotu energią, a także regulacji częstotliwości i mocy (**systemowe**).
- **W Polsce** nie zbudowano jeszcze powszechnego rynku opartego na mechanizmach DSR (*Demand Side Response*), dyscyplinującego i racjonalizującego pobieranie energii przez pojedynczych odbiorców. Mimo to, rozpoczynają działalność **pierwsze krajowe firmy**, oferujące część usług w ramach wirtualnej elektrowni. Rozwój tego typu struktur będzie stymulowało uwolnienie **krajowego rynku mocy**.



VPP – wirtualna elektrownia

VPP w praktyce

- Kluczem powodzenia rozwoju inicjatyw VPP **nie jest sama technologia**, gdyż ta jest już **dostępna** (np. mikrogeneracja, rozwiązania IT), lecz **rachunek ekonomiczny** i odpowiednio dobrany **model biznesowy** działalności. To musi uwzględniać realia i **kształt rynku**.
- Znaczenie mają **kwestie polityczne** i ogólna niechęć do **zmian**, co dotyka struktury energetyki.
- Przełomem powinno być dokonanie **cyfryzacji sieci przesyłu i dystrybucji energii oraz umożliwienie dostępu do informacji** o stanie pracy sieci dla wszystkich jej użytkowników (**Smart Grid** - na bieżąco optymalizowana z udziałem jej użytkowników i temu celowi służyć będą mechanizmy **VPP**).



VPP, mikrosieć energetyczna

- predestynowane do:
  - agregacji źródeł OZE (zwiększenia ich udziału w miksie energetycznym) – dekarbonizacji energetyki, zmniejszenia emisji szkodliwych gazów
  - efektywnego użytkowania energii (korzyści z lokalnego wykorzystywania dostępnych zasobów)
  - rozwoju prosumpcji
  - zwiększenia niezawodności i bezpieczeństwa energetycznego
  - realizacji usług na rzecz zewnętrznej sieci (bilansowanie, poprawa jakości energii)
  - poprawy innowacyjności gospodarki
- VPP – nieograniczona terytorialnie (struktura informatyczna)
- mikrosieć – ograniczona terytorialnie (struktura fizyczna)

Art. 74. 1. Władze publiczne prowadzą politykę zapewniającą bezpieczeństwo ekologiczne współczesnemu i przyszłym pokoleniom.

KONSTYTUCJA

RP z 2 kwietnia 1997 r.

Protestuję przeciwko (…) promowaniu energetyki opartej na węglu…

Fragment Listu śp. Piotra Szczęsnego, 19.10.2017r.

„Musimy pozostawić paliwa kopalne pod ziemią i skupić się na zrównoważonym rozwoju i skoro rozwiązania w ramach systemu są tak trudne do znalezienia, powinniśmy zmienić sam system”

Greta Thunberg

Politechnika Warszawska

Politechnika Warszawska

Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

ITC

R U E

Dziękuję za uwagę

slawomir.bielecki@pw.edu.pl