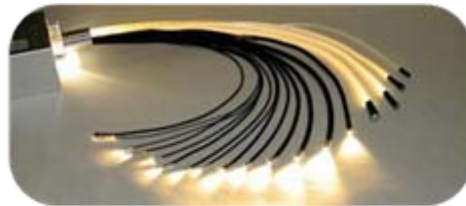


Mikro-Smart Grid oparty na mikroinstalacjach

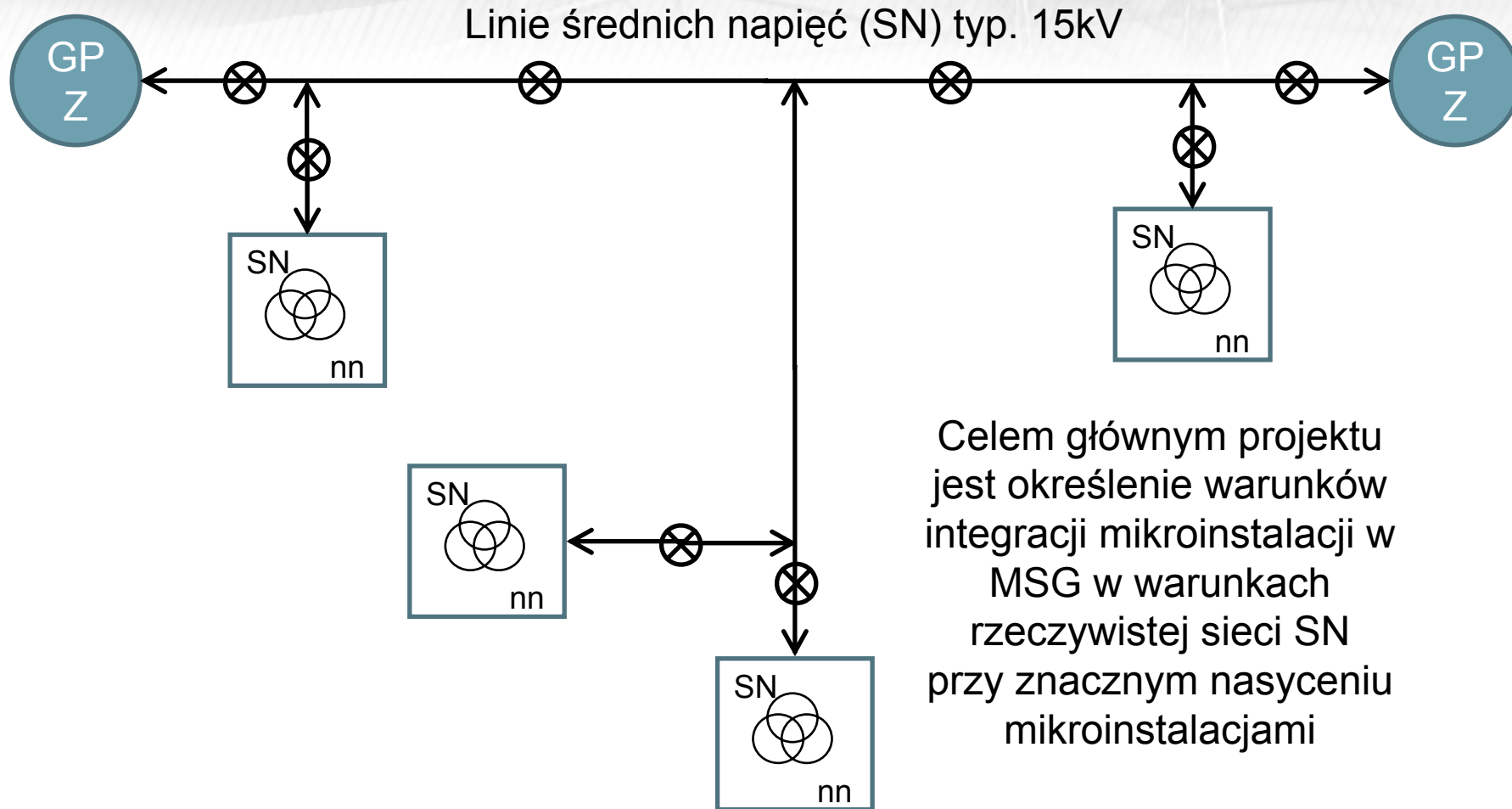


DR INŻ. JAROSŁAW TWORÓG

Tematy prezentacji

- Cele pilotowych inwestycji w zestawy 1000 mikroinstalacji w ramach pojedynczej sieci SN (projekty 1000MI)
- Interesariusze projektów
- Cechy mikroinstalacji i uwarunkowania rozwoju
- Cechy elementów składowych MI
- Usługi MSG
- Możliwości technicznej współpracy z telekomunikacją
- Spodziewane efekty pośrednie

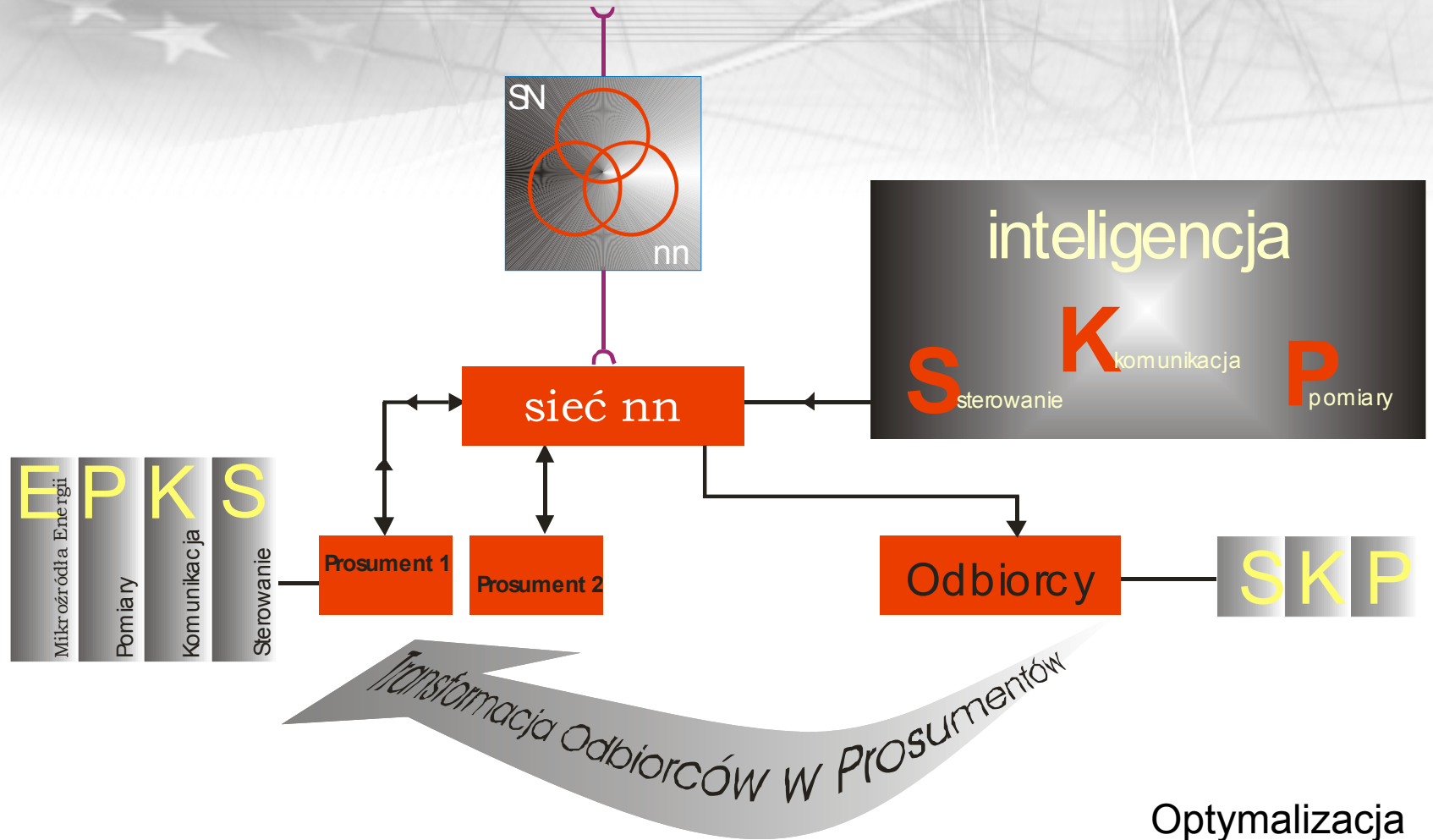
Wydzielona sieć mikro-SG – 1000 MI



GPZ – Główny Punkt Zasilający

⊗ Automatyczne sterowanie

Komórka inteligentnej sieci energetycznej



Optymalizacja zarządzania mikroinstalacjami na poziomie sieci nn

Główne cele pilotowych inwestycji 1000 MI

- Określenie wpływu mikroinstalacji na sieć ee
- Określenie minimalnych parametrów technicznych
- Określenie warunków technicznych połączenia sieci elektroenergetycznej i mikroinstalacji
- Określenie optymalnych parametrów MI w warunkach docelowego nasycenia w sieci (~10%) dla różnych typów zabudowy, struktury sieci 15kV
 - Określenie minimalnych wymagań na falowniki on-grid
 - Określenie optymalnych wielkości i proporcji różnych OZE w jednej MI (np. wielkości mocy PV i wiatraków przy danym poziomie zapotrzebowania na ee)
 - Określenie minimalnych wielkości magazynów ee w MI, przy których całkowite koszty kompensacji niestabilności OZE w sieci nn będą minimalne
 - Opracowanie rekomendacji dot. połączenia i sterowania magazynem energii w pojeździe elektrycznym podłączonym do sieci ee
- Określenie warunków rozbudowy mikroinstalacji
- Określenie standardowych wymagań budowlanych
- Określenie wymagań na sieć nn, SN i GPZ

Główne cele pilotowych inwestycji 1000 MI

- Sprawdzenie potrzeb w zakresie komunikacji elektronicznej
- Test współpracy portu komunikacyjnego licznika
- Uruchomienie pierwszych usług SG dla prosumentów
- Test współpracy AMI i z warstwą Internetu (transmisji danych IPv6)
- Test bezpieczeństwa opartego na IPv6
- Test usług dla mikroinstalacji obsługiwanych w „chmurze” w oparciu o technologię M2M
- Sprawdzenie systemu monitorowania sprawności generacji
- Opracowanie systemów reagowania - zarządzanie interwencyjne źródłami i magazynami prosumentów
- Integracja systemu AMI, SG i wirtualnej elektrowni
- Opracowanie modeli współpracy biznesowej z firmami telekomunikacyjnymi
- Określenie minimalnego poziomu dofinansowania, który będzie stymulujący dla inwestorów w MI
- Opracowanie mechanizmu redukcji dofinansowania
- Opracowanie strategii opłacalnego rozwoju MI
- Optymalizacja kosztów całkowitych budowy energetyki rozproszonej

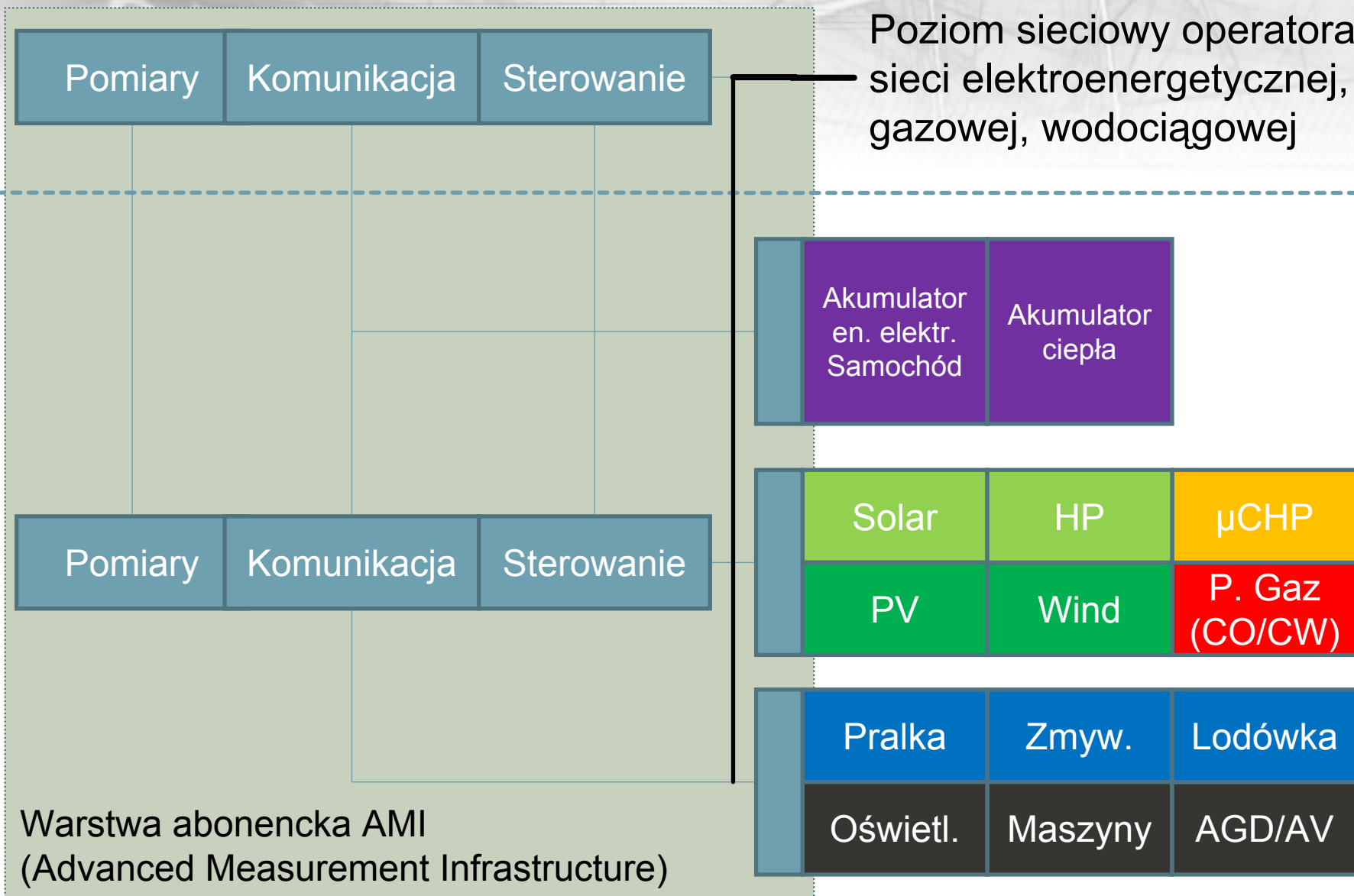
Budowa podstaw rozwoju

- Warunku prawne
 - Ustawa o odnawialnych źródłach energii
 - Ustawa o efektywności energetycznej
 - Ustawa – prawo energetyczne
- Warunki techniczne
 - Fabryczna produkcja elementów do zestawów mikrogeneracyjnych
 - Bliska perspektywa osiągnięcia niskich kosztów generacji w segmencie G i C
 - Duże możliwości dalszej redukcji technicznych kosztów produkcji wielkoseryjnej
 - Szybka implementacja postępu technicznego
 - Przełamanie bariery magazynowania energii ee
- Smart Grid
 - Jednorodność technologii ICT z koncepcji mikro-SG
 - Możliwość zdalnego zarządzania całością generacji rozproszonej
 - Skalowalność rozwoju
 - Redukcja kosztów transmisji na dalekie odległości (magazynować czy przesyłać?)
 - Redukcja emisji CO₂ z pełną rejestracją
- Struktura kosztów
 - Spadek kosztów materiałowych
 - Zamiana amortyzacji na koszty pracy
 - Możliwość tworzenia nowych miejsc pracy w dobie utraty miejsc pracy spowodowanych automatyzacją produkcji

Interesariusze projektu

- Firmy elektro-energetyczne
 - Operator systemu dystrybucyjnego
 - Spółka zajmująca się sprzedażą energii
 - Operator systemu AMI
 - Operator Informacji Pomiarowych
- Instytucje mające wpływ na kształtowanie warunków prawnych
 - Ministerstwo Gospodarki
 - Urząd Regulacji Energetyki
 - Urząd Komunikacji Elektronicznych
 - Główny Inspektor Ochrony Danych Osobowych
- Firmy sieciowe
 - Operator systemu dystrybucji gazu
 - Operator telekomunikacyjny
 - Dostawca usług informatycznych
 - Operator MSG
- Dostawcy sprzętu i oprogramowania
 - Dostawcy mikroźródeł
 - Dostawcy elektroniki energetycznej
 - Integratorzy systemów informatycznych
 - Integratorzy i instalatorzy mikroinstalacji
 - Dostawcy oprogramowania
 - Operatorzy aplikacji
- Jednostki naukowe
 - Jednostki badawczo-rozwojowe zajmujące się optymalizacją parametrów pracy mikroinstalacji
 - Jednostki badawczo- rozwojowe zajmujące się wydzielonymi elementami (panele PV, HAWT, falowniki itd.)
 - Jednostki zajmujące się magazynowaniem energii ee i motoryzacją elektryczną

Prosument w Ambient Intelligence



Elementy mikroinstalacji

- Źródła:
 - Wiatrak (200W – 20 kW)
 - PV (200W – panel 1m x 1,6m)
 - Pompa ciepła
 - μ CHP (ogniwo paliwowe, turbina)
 - Kolektor ciepła
- Akumulacji i stabilizacja
 - Akumulator stabilizujący (zwykle akum. żelowy)
 - Magazyn energii elektrycznej (litowo-jonowy)
 - Zbiornik ciepła PCM (w postaci wydzielonego zbiornika lub jako element powierzchni grzejnych w nieruchomości)
- Układy elektroniki energetycznej
 - Ładowarka typu BMS
 - Falownik (Inwerter)
 - Zintegrowane ładowarki z falownikami
- Układy sterowania i kontroli
 - System monitorowania pracy elementów składowych
 - Jednostka sterująca całością systemu energetycznego
 - Systemy komunikacji HAN/WAN
 - Elementy wykonawcze – elektrozawory, przełączniki
- Osprzęt montażowy – okablowanie, mocowania, połączenia

Przykład dużej mikroinstalacji hybrydowej

- Pokrycie dachowe panelami PV 32 m² (4kW)
 - koszt paneli aktywnych 900 zł x 20 = 18 000 zł
 - reszta dachu wypełniona atrapami do uzupełniania
 - Produkcja 5 MWh/rok
- Wiatrak przydomowy 10 kW
 - Koszt zestawu z masztem 70 000 zł
 - Produkcja roczna 14 MWh
 - Większość mocy wiatraka używana do ogrzewania
 - Głównym obciążeniem wiatraka są przewody grzejne w podłogach i grzałka w bojlerze
- Ogrzewanie elektryczne + magazyn energii cieplnej
 - posadzki PCM 20 000 zł (na ogrzewanie domu 240 m²)
 - przewody grzejne ogrzewania podłogowego 10kW (5500 zł)
 - Kocioł elektryczny 2,2kW/150l
- Falownik + ładowarka + akumulatory stabilizujące (na wyposażeniu wiatraka)
- Kompletny system energetyczny całkowicie pokrywający zapotrzebowanie dużego domu jednorodzinnego - koszt z montażem ok. 120 000 zł
- Koszt tradycyjnej instalacji z CO/CW
 - 5000 zł kocioł dwufunkcyjny
 - 36 000 zł – ogrzewanie podłogowe
- Różnica pomiędzy instalacją samowystarczalną i tradycyjną to 80 tys. zł
 - Dodatkowa inwestycja daje oszczędności rzędu 6500 zł rocznie
 - 14 MWh x 290 zł/MWh + 5MWh x 510 zł/MWh = 4000 zł + 2550 zł
 - 21 gr/kWh (zakup energii o wielkości 19MWh w rozliczeniu na 20 lat)
- Taka sama mikroinstalacja 3 lata temu kosztowała ok. 240 tys. zł
- Przy zastosowaniu magazynu energii powyższa MI zapewnia samowystarczalność energetyczną

Cechy mikroinstalacji

- Techniczne:
 - Każda mikroinstalacja wymaga indywidualnego projektu
 - Największy potencjał w nowych inwestycjach
 - Możliwość implementacji w nieruchomościach dowolnej wielkości zarówno w konfiguracji on-grid jak i off-grid
 - Trwałość średnia – 20-25 lat
 - Bardzo dynamiczny rozwój technologiczny powodujący wzrost jakości, trwałości i efektywności ekonomicznej
 - Rozwój magazynów energii będzie zmieniał założenia eksploatacyjne
- Ekonomiczne:
 - Całkowite koszty mikroinstalacji spadają średnio o ok. 20% rocznie
 - Praca on-grid zwiększa efektywność ekonomiczną
 - O sukcesie makroekonomicznym zdecyduje właściwy model win-win
- U o całościowej długoterminowej efektywności ekonomicznej decyduje integracja źródeł, ich skład, wielkość, skalowalność (możliwość rozwoju i modernizacji)

Dynamika cen mikroinstalacji

- Ceny lokalne zależą zarówno od cen światowych jak i wielkości lokalnego rynku – w Polsce ceny na OZE są o ok. 20-30% wyższe niż na głównych rynkach UE (powinno być odwrotnie)
- Spadek światowych cen źródeł OZE przewidywany jest na ok. od 10% do 15% rocznie
- Koszt pozyskania energii elektrycznej z mikroinstalacji będzie niższy od ceny detalicznej ee ok. 2015 roku
- Konfiguracja mikroinstalacji w dekadzie do 2020 roku w UE będzie zdeterminowana rozwojem technologicznym akumulatorów litowo-jonowych
- Rozwój mikroinstalacji będzie stymulować rozwój motoryzacji elektrycznej
- Planowanie rozwoju usług wynikających z rozwoju SM i SG powinno uwzględniać te prognozy

Rozwój paneli PV

- Panel 160x100cm daje min. 200 W
- Rocznie panel daje w Polsce ok. 250 kWh energii elektrycznej
- Minimalne koszty pośrednie instalacji
- Ilość energii potrzebnej na wyprodukowanie 1 panelu PV wynosi poniżej 1MWh
- W czasie życia w Polsce panel PV daje min. 6 MWh energii
- Trwałość min. 25 lat
- W styczniu 2011r. kosztował 300 € (USA)
- W marcu 2012 r. wskazuje 150 € (USA)
- Cena hurtowa w Chinach (120 €)
- Zakup 1W PV oznacza zakup 1,25kWh/rocznie czyli min. 25kWh/20lat
- Cena 1kWh rocznie:
 - 2012 - ok. 18 gr /kWh (4,5 zł za W)
 - 2013 – ok. 16 gr/kWh (4,0 zł za W)
 - 2014 – ok. 12 gr/kWh (3,0 zł za W)
 - 2015 – ok. 10 gr/kWh (2,5 zł za W)
- **W czasie Forum Gospodarczego TIME 2011 (org. KIGEiT) prognozowaliśmy, że cena za panel spadnie do 100€ do 2020 roku**



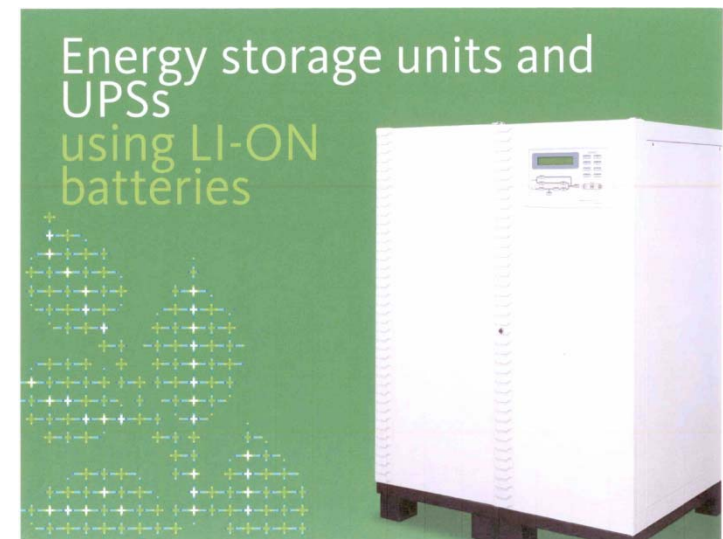
Dachowe źródło prądu – wiatrak

- Domowy wiatrak 1 kW
- VAWT – 3,5 MWh/rok (5m/s) – brutto 14000 zł (2012)
- HAWT – 2,0 MWh/rok (5m/s) – brutto 9000 zł (2012)
- Trwałość 20 lat
- W roku 2009 ceny wiatraków był o ok. 50% wyższe
- Ceny hurtowe w Chinach ok. HAWT – 1000 €
- Dynamiczny rozwój produkcji pozwala prognozować od 10% do 15% spadek cen rocznie
- 1W VAWT daje 3,5kWh/rocznie czyli ok.70 kWh/20lat
- 1W HAWT daje 2,0kWh/rocznie czyli ok.40 kWh/20lat
- Cena 1kWh rocznie VAWT (w kompletnej instalacji):
 - 2012 - ok. 20 gr/kWh (14 zł za W)
 - 2013 – ok. 17 gr/kWh (12 zł za W)
 - 2014 – ok. 16 gr/kWh (11 zł za W)
 - 2015 – ok. 13 gr/kWh (9 zł za W)
- Powyższe koszty zawierają elektronikę energetyczną, które umożliwia współpracę z panelami PV



Magazyn prądu – Li-ion

- Domowy akumulator 10 - 100 kWh
- Trwałość w wersji stacjonarnej 20 lat
- Obecnie nie ma uzasadnienia ekonomicznego (do stabilizacji stosuje się akumulatory kwasowe lub żelowe)
- Koszt magazynu energii Li-on będzie w najbliższych latach spadał w tempie ok. 15% - 20% rocznie
- Przewidywana dynamika cen
 - 2010 – ok. 2000 € /kWh
 - 2011 – ok. 1200 €/kWh
 - 2012 – ok. 800 €/kWh
 - 2013 – ok. 650 €/kWh
 - 2014 – ok. 500 €/kWh
 - 2015 – ok. 400 €/kWh



Stan i perspektywy rozwoju akumulatorów na bazie litu

- Stan – w zastosowaniach energetycznych dominują akumulatory wielkoformatowe (anoda - LiFePO_4)
 - Gęstość energii 90-110 Wh/kg (stan technologii akumulatorów do magazynów energii o trwałości gwarantowanej 8 lat)
 - Pojemność ogniwa do 3kWh (1000 Ah /3,3V) (33-36kg)
 - Bezpieczny poziom rozładowania 80%
 - Temperatury pracy od -45C do +85C
 - Czas szybkiego ładowania 20 min do 70%
 - Czas pracy w warunkach mobilnych 8 -10 lat (przy zachowaniu warunku max. rozładowania na poziomie do 70%)
 - Cena 260 Euro / kWh (2012 – netto w EU, hurt)
- Perspektywy
 - Gęstość energii >500 Wh/kg (LiFePO_4) - cienkowarstwowe
 - Gęstość energii >1kWh/kg (Li- air) (gęstość teoretyczna 12kWh/kg)



Usługi sieci SG (1)

- usługa dostarczania informacji potrzebnych konsumentowi i prosumentowi do podejmowania decyzji o uczestniczeniu w systemie energetycznym,
- usługi informacyjne o pochodzeniu dostarczanej energii,
- usługa dołączania i odłączania mikroźródła prosumenta od sieci dystrybucyjnej,
- usługi zarządzania automatycznym włączaniem i wyłączaniem odbiorników energii – automatyczne zarządzanie obciążeniem sieci konsumenta,
- wykorzystanie danych meteo do zarządzania działaniem źródeł i odbiorników energii,
- wykorzystanie magazynów energii, jakimi będą samochody elektryczne do bilansowania energii w sieci lokalnej,

Usługi sieci SG (2)

- usługa mobilnego billingu - rozliczanie konsumenta niezależnie od miejsca poboru energii, np. za ładowanie pojazdu elektrycznego niezależnie od miejsca poboru energii w oparciu o elektroniczną identyfikację środka transportu,
- powiązanie systemu zarządzania zakupem i sprzedażą energii będącej w dyspozycji prosumenta w oparciu o dynamicznie zmienne plany taryfowe - telematyczna optymalizacja kosztów korzystania z energii i mediów z wykorzystaniem dynamicznie zmiennych danych taryfowych,
- dostosowanie urządzeń użytkownika do stanu sieci energetycznej w sytuacjach awaryjnych i nadzwyczajnych – powszechny system przeciwdziałający blackout'om
- integracja usług dostawy ciepła, energii i wody na poziomie metrologicznym i billingowym (rozliczeniowym),
- możliwość zarządzania systemem mikroźródeł z konfiguracji elektrowni wirtualnej realizowanej i zarządzanej za pośrednictwem transmisji danych w technologii nazywanej popularnie „Internet of Things” (Internet rzeczy – przedmiotów - obiektów).

Warunki koniecznie rozwoju mikroinstalacji

- Ustalenie warunków integracji mikroinstalacji z systemem elektroenergetycznych (ustawa o OZE)
- Wykonanie pilotowych mikro-SG o warunkach pracy zbliżonych do rzeczywistych (20% nasycenie prosumentami – integracja z AMI i SM)
- Badania i monitoring eksploatacyjny - opracowanie rekomendacji techniczno-realizacyjnych dla inwestorów i deweloperów
- Uruchomienie portalu rejestracji generacji energii z OZE
- Wprowadzenie dopłat dla inwestycji w nieruchomości samowystarczalne energetycznie oparte na OZE
- Uwolnienie rynku energetycznego i otworzenie go na inwestycje
- Ustanowienie prosumenta (ustawa o prosumencie, ustawa o OZE)
- Powiązanie rozwoju mikroinstalacji z polityką rozwoju produkcji w Polsce
- Powiązanie polityki rozwoju mikroinstalacji z polityką rozwoju motoryzacji elektrycznej
- Opracowanie modeli biznesowych budowy systemów telematycznych opartych na sieciach NGN

Deklaracja KIGeIT

- Operatorzy telekomunikacyjni są gotowi do podjęcia działań w zakresie kooperacji i współpracy w sferze mikroinstalacji
- Polski przemysł ma potencjał i kompetencje, dzięki którym inwestycje w modernizację energetyki będą pobudzać rozwój produkcji ICT i przyrost miejsc pracy
- Technologie i produkty dla MSG mogą stać się polską specjalizacją przemysłową



www.kigeit.org.pl

Możliwość – implementacja IPv6



- ✓ **Skalowalność**
- ✓ **Bezpieczeństwo**
- ✓ **Częstość odczytu**

Wprowadzenie IPv6 do sieci SG to właściwe wykorzystanie renty zapóźnienia w rozwoju technologicznym polskich sieci ee

Wykorzystanie IPv6

– potencjalna renta zacofania

• Skalowalność

- IPv6 – ogrom adresów (ilość adresów: TP – 2^{107} ; NETIA – 2^{96} ; PTC – 2^{96}) -> jeśli na SG zużyjemy $\frac{1}{1000000}$ część tych adresów i założymy, że **KAŻDY Polak** zbuduje mikro instalacje, to na **jedną MI** przypadnie **4298402914185348176** adresów IPv6

• Bezpieczeństwo

- VPN i IPsec w wersji IPv4 i IPv6, które **sprawdzają się w 100% jako aktualne zabezpieczenia operacji bankowych**, mogą bez problemu działać w SG

• Częstość odczytu

- odczyt danych co 1 godzinę, 15 minut jest bezdyskusyjnie możliwy
- nawet jeśli chcielibyśmy czytać i przesyłać **dane co 1s**, przepływność takiej transmisji osiągnie **<1kbps**, co stanowi niewidzialne tło ruchu internetowego
- od dekady **naliczanie sekundowe** działa bez problemowo u **operatorów telekomunikacyjnych**

Potencjał (1 / 3)

- **personalizacja zarządzania MI**
 - zdalna kontrola
 - niezależne włączanie/wyłączanie poszczególnych elementów MI
 - www / smartphonowe API
 - integracja np. prognoz pogody



Potencjał (2/3)

- **Pomiar, nadzór, sterowanie**

- dane pomiarowe mogą być transmitowane bez opóźnień, przez istniejącą już sieć
- kontrola online
- ciągły dostęp do wszystkich elementów SG
- dwukierunkowa komunikacja z niskim opóźnieniem (liczonym w milisekundach)



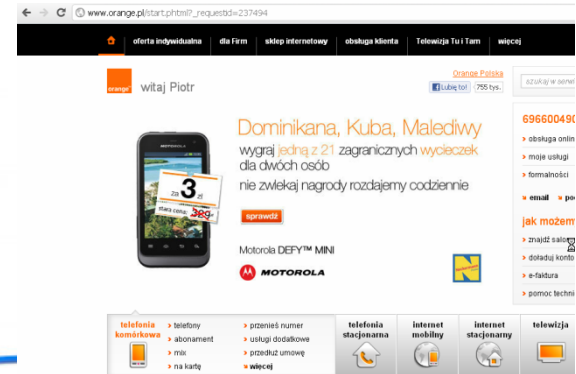
Potencjał (3 / 3)

- **IPv6**

- połączenia IPv6 do MI i interfejsów API
- połączenia IPv6 VPN
- dzięki IPv6 istnieje bezpośredni dostęp do mierników i wszystkich innych elementów systemów
- operatorzy telekomunikacyjni są w stanie obsłużyć miliardy urządzeń przy adresacji IPv6



Test integracji usług sieciowych

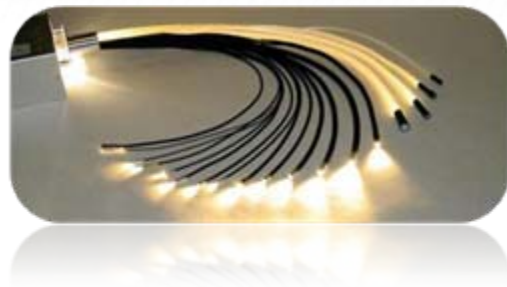


pomiar ,nadzór, sterowanie

IPv6

personalizacja

współpraca **operatorów telco** i **smart gridów** przyniesie korzyści obu stronom



Dziękuję za uwagę
dr inż. Jarosław Tworóg