

NA WĘGIEL CZY NA OZE

Jan Popczyk

Warszawa, 12 stycznia 2018

**RZĄD OGŁASZAJĄC PROGRAM ELEKTROMOBILNOŚCI
POWINIEN OGŁOSIĆ RÓWNOCZEŚNIE KONIEC INWESTYCJI
W ENERGETYKĘ WĘGLOWĄ**

**ELEKTROWNIA OSTROŁĘKA C ?
REWITALIZACJA BLOKÓW 200 MW ?**

NIE !

PAKIET 3X20

przede wszystkim siła sprawcza, ale także program operacyjny

| Technologia/mechanizm | Współczynnik/rozwiązanie |
|-----------------------------------|--|
| Samochód elektryczny | Mnożnik 2,5 przy zaliczaniu do celu energii elektrycznej (odnawialnej) wykorzystanej do napędu samochodu |
| Pompa ciepła | Zaliczenie do celu ciepła produkowanego przez pompę |
| Paliwa drugiej generacji | Mnożnik 2 przy zaliczaniu paliw do celu |
| Aukcjoning emisji CO ₂ | Plan (harmonogram) redukcji emisji wolnej od opłaty, cena uprawnień do emisji (cena referencyjna Komisji Europejskiej dla potrzeb decyzji inwestycyjnych: 40 euro/tona CO ₂) |

Integracja trzech rynków końcowych
(energia elektryczna, ciepło, paliwa transportowe)



Polskie cele 3x20 (w scenariuszu „business as usual”)
15% – 100 TWh, 20% – 60 mln ton, 20% – 180 TWh

UWAGA: samochód elektryczny i pompa ciepła są racjonalnymi technologiami w kontekście polityki energetyczno-klimatycznej, ale tylko wtedy, gdy ich energią napędową jest energia elektryczna ze źródeł OZE.

UNIJNY PAKIET ENERGETYCZNY 2015

(konsolidacja koncepcji przebudowy energetyki, w horyzontach 2020, 2030 i 2050)

W unijnym dokumencie *ENERGY UNION PACKAGE* wymienia się między innymi trzy kluczowe powody koniecznej przebudowy unijnej energetyki. Mianowicie, podkreśla się, że nie można przyszłości UE opierać na:

- 1. przestarzałych technologiach energetycznych (paliwa kopalne, nieefektywność energetyczna),**
- 2. przestarzałym modelu biznesowym energetyki (bardzo silny korporacjonizm, niedostateczna konkurencja),**
- 3. imporcie paliw (400 mld €/rok; w Polsce import paliw i dóbr inwestycyjnych dla energetyki należy szacować na około 76 mld PLN).**

[European Commission] ***ENERGY UNION PACKAGE. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE, THE COMMITTEE OF THE REGIONS AND THE EUROPEAN INVESTMENT BANK. A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy. Brussels, 25.2.2015. COM(2015) 80 final.***

SYNTEZA TRAJEKTORII TRANSFORMACYJNEJ ENERGETYKI W GLOBALNEJ PERSPEKTYWIE

| | 2015-2016 | 2050 | roczna stopa zmiany |
|--|-----------------------------|------|---------------------|
| Ludność | | | |
| | mld | | ‰ (wzrost) |
| OECD | 1,2 | 1,3 | 2,1 |
| Chiny | 1,4 | 1,5 | 2,0 |
| Indie | 1,3 | 1,9 | 10,2 |
| Afryka S. | 0,9 | 1,9 | 20,4 |
| Reszta świata | 2,2 | 2,4 | 2,2 |
| Cały świat | 7,0 | 9,0 | 8,1 |
| Schyłkowe rynki paliw kopalnych i tradycyjnej energetyki jądrowej | | | |
| | jednostki naturalne | | % (redukcja) |
| Węgiel, mld ton | 7+1 | 0,8 | 7 |
| EJ, tys. TWh | 3 | 0,3 | 7 |
| Ropa, mld ton | 4 | 0,8 | 5 |
| Gaz, bln m³ | 2 | 0,4 | 5 |
| Wschodzące rynki wytwórcze energii elektrycznej OZE | | | |
| Energetyka | tys. TWh | | % (wzrost) |
| Wodna | 4 | 5 | 0,5 |
| Wiatrowa | 1 | 30 | 12 |
| PV | 0,3 | 20 | 14 |
| Biomasowa | 0,3 | 10 | 10 |
| Rynki energii użytecznej (elektrycznej), ekwiwalentny w 2016 i antycypowany w 2050 (rynkі usług energetycznych kształtujące się w nowym środowisku technologicznym w obszarze efektywności energetycznej oraz użytkowania energii elektrycznej) | | | |
| | energia użyteczna, tys. TWh | | % (wzrost) |
| Świat | 37 | 75 | 2,2 |

SAMOCHÓD ELEKTRYCZNY

Potencjalny wpływ na przebudowę struktury bilansu energetycznego Polski

Racjonalne założenia dla samochodu Toyota YARIS są następujące:

Emisja CO₂: 140 g/km, czyli na 100 km przebiegu: 14 kg CO₂

**Zużycie benzyny na 100 km wynosi około 6 l,
czyli około 55 kWh w paliwie pierwotnym**

**Sprawność optymalna benzynowego silnika spalinowego 0,3,
sprawność eksploatacyjna całego układu napędowego (silnika i przeniesienia
momentu napędowego) 0,15,
czyli energia użyteczna, odniesiona do przebiegu 100 km,
równa się około 8 kWh**

**Energia elektryczna zużyta przez samochód elektryczny, liczona na 100 km przebiegu,
równa się 15 kWh (sprawność optymalna silnika elektrycznego wynosi 0,9, ale
eksploatacyjną przyjęto na poziomie 0,7, sprawność akumulatora 0,8 oraz sprawność
przekształtnika 0,95). Dane pomiarowe zużycia energii elektrycznej w warunkach
eksploatacyjnych potwierdzają tę wartość !**

Wyniki wykorzystania 1 ha gruntów ornich na rynku transportu, przy zastosowaniu samochodu tradycyjnego (z silnikiem wysokoprężnym) i elektrycznego (opracowanie własne)

| Wielkości | Samochód | |
|--|---------------------------|--|
| | tradycyjny | elektryczny |
| Rzepak i buraki energetyczne, odpowiednio; energia pierwotna w jednostkach naturalnych | estry 1,0 tona | biometan 8 tys. m³ |
| Energia pierwotna | 11 MWh | 80 MWh |
| Energia końcowa | 11 MWh | 32 MWh_{el} +36 MWh_c |
| Przejechana droga [tys. km] | 40 | 119 |
| Energia zaliczona do zielonego celu w Pakiecie 3x20 | 11 MWh | 32 MWh_{el} · 2,5 +36 MWh_c = 112 MWh |

**SYNTEZA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOŚCIOWEGO,
ENERGETYCZNEGO, EKOLOGICZNEGO (1)**
porównanie zapotrzebowania na żywność i na ciepło grzewcze

| Lp. | Wyszczególnienie | Zapotrzebowanie roczne |
|---|--|--------------------------------|
| Zapotrzebowanie żywieniowe | | |
| 1. | Człowiek | (400-1600) kWh |
| Zapotrzebowanie na ciepło grzewcze | | |
| 2. | Dom zbudowany w latach 70. (XX w.) | (200-500) kWh/m ² |
| 3. | Dom spełniający wymagania dyrektywy 2002/91/WE | Poniżej 120 kWh/m ² |
| 4. | Dom energetycznie zrównoważony | 30 kWh/m ² |
| 5. | Dom pasywny | 15 kWh/m ² |

SYNTEZA BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOŚCIOWEGO, ENERGETYCZNEGO, EKOLOGICZNEGO (2)

**bilans żywnościowo-energetyczny dla domu 2050
(zamieszkiwanego przez 3-osobową rodzinę)**

Dzienne zapotrzebowanie żywnościowe na osobę (energia pierwotna): 2 kWh – dieta wegetariańska, 10 kWh – dieta mięsna.

Roczne zapotrzebowanie żywnościowe na rodzinę (energia pierwotna): 2,2 MWh – dieta wegetariańska, 11 MWh – dieta mięsna.

Roczne zapotrzebowanie domu (pasywnego)/rodziny na energię elektryczną: AGD (łącznie z pompą ciepła) i samochodem elektrycznym – 12 MWh (zastępuje obecne: 4 MWh – energia elektryczna, węgiel/ciepło 35 MWh, benzyna – 11 MWh).

Roczne zasoby rolnictwa energetycznego (20% ziemi uprawnej) na rodzinę (0,3 ha) – 24 MWh (w energii pierwotnej, np. w biometanie).

Inne roczne zasoby OZE przypadające na dom (w Polsce): ogniwo fotowoltaiczne, 15 m² – 4 MWh; mikrowiatrak, 3 kW – 4 MWh.

**MAKROEKONOMICZNE ZNACZENIE
PIĘCIU STRUKTURALNIE NIEEFEKTYWNYCH SEKTORÓW GOSPODARCZYCH
synteza danych dla 2016 r.**

| Lp. | Sektor | Udział w PKB (1,8 bln PLN) | Wartość ryнку, mld PLN | Komentarz |
|------------|--|---|---------------------------------------|---|
| 1 | Rolnictwo | 4% | 70 | w tym rolnictwo energetyczne |
| 2 | Budownictwo | 6% | 110 | tylko budownictwo mieszkaniowe |
| 3 | Transport | 10% | 180 | prywatny transport drogowy, bez paliw transportowych |
| 4 | Energetyka | 10% | 190 | cała energetyka (energia elektryczna, paliwa transportowe, ciepło) |
| 5 | Gospodarka obiegu zamkniętego | 1% | 20 | ścieki wraz z odpadami stałymi |

**Trzy określenia
dla dokonującej się cywilizacyjnej przebudowy energetyki**

ZMIANA TRAJEKTORII ROZWOJU ENERGETYKI
(istotą zmiany trajektorii są innowacje przełomowe
i pretendenci-przedsiębiorcy
oraz wynalazcy/naukowcy i prosumenci)

po między:

ZMIANĄ PARADYGMATU ROZWOJOWEGO
(zmiana paradygmatu oznacza nowy język opisu energetyki,
jest to zadanie dla instytucjonalnej nauki)

i

REWOLUCJĄ ENERGETYCZNĄ
(istotą rewolucji jest utrata zdolności Imperium/władz
do zarządzania zmianami;
rewolucja oznacza środowisko kryzysowe i degradację nauki)

RYNKI GLOBALNE, tys. TWh

ENERGIA PIERWOTNA

(energia chemiczna w węglu kamiennym i brunatnym, ropie naftowej i gazie ziemnym powiększona o energię jądrową w paliwach jądrowych załadowanych do reaktorów w elektrowniach jądrowych)

| 2016 | 2050 |
|------------|----------------|
| 190 | 380 (P) |

ENERGIA KOŃCOWA

(energia elektryczna, ciepło, paliwa transportowe)
w środowisku technologicznym energetyki WEK
i „biernych” odbiorców

| 2016 | 2050 |
|-----------|----------------|
| 83 | 170 (H) |

ENERGIA UŻYTECZNA

(elektryczna OZE)
w środowisku technologicznym energetyki EP-NI-WEK
(technologie: ICT, OZE, LED, PH, HP, EV, UPS)

| 2016 | 2050 |
|---------------|---------------|
| 37 (H) | 75 (A) |

**Rynki energii pierwotnej, końcowej i użytecznej w globalnej perspektywie
i w horyzoncie 2050;** (P) – prognoza, (H) – rynek hipotetyczny,
albo ekwiwalentny, (A) – antycypacja

RYNKI POLSKIE, TWh

ENERGIA PIERWOTNA

energia chemiczna w węglu kamiennym i brunatnym, ropie naftowej i gazie ziemnym powiększona o energię jądrową w paliwach jądrowych załadowanych do reaktorów w elektrowniach jądrowych (dwie elektrownie jądrowe, 2x1600 MW każda)

| 2016 | 2050 |
|-------------|----------------------|
| 1000 | 1500/3000 (P) |

ENERGIA KOŃCOWA

energia elektryczna, ciepło, paliwa transportowe, pozyskiwane z paliw kopalnych

| 2016 | 2050 |
|------------|-----------------|
| 600 | 1100 (H) |

ENERGIA UŻYTECZNA

na mono rynku energii elektrycznej OZE

| 2016 | 2050 |
|----------------|----------------|
| 200 (H) | 200 (A) |

Rynki energii pierwotnej, końcowej i użytecznej, w TWh/rok, w polskiej perspektywie i w horyzoncie 2050; (P) – prognoza, (H) – rynek hipotetyczny, albo ekwiwalentny, (A) – antycypacja

CZTERY CAŁKOWICIE NOWE ŚRODOWISKA ROZWOJOWE, W KTÓRYCH BĘDZIE SIĘ DOKONYWAĆ TRANSFORMACJA ENERGETYKI

- 1. Technologiczne** (w miejsce technologii WEK: technologie ICT, OZE, LED, PH, HP, EV, UPS)
- 2. Ekonomiczne** (w miejsce *project finance*, taryf socjalnych i transferów cenowych za pomocą opłaty systemowo-sieciowej (w energetyce WEK): ekonomika kosztów unikniętych, kosztów krańcowych krótkookresowych i długookresowych/inwestycyjnych, partycypacja prosumencka)
- 3. Biznesowe** (w miejsce modeli korporacyjnych WEK: partycypacja prosumencka, *joint venture*, *private equity*)
- 4. Społeczne** (w miejsce akceptacji przestarzałych koncepcji rynku energii elektrycznej WEK: otwarcie społeczeństwa na nowe technologie i całkowicie nowe modele rynkowe (wielka zdolność do dyfuzji radykalnych zmian rynkowych, innowacyjności rynkowej))

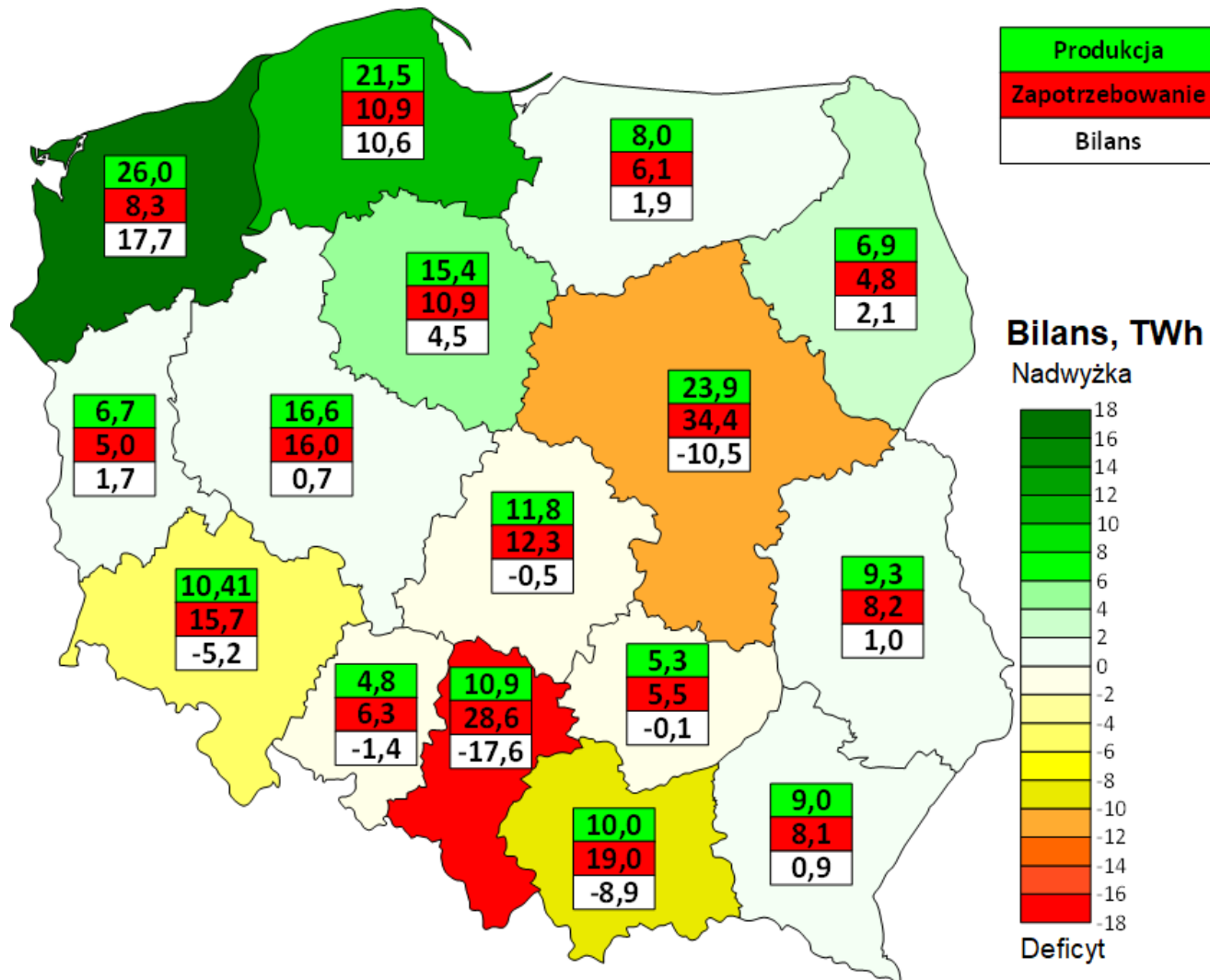
**CENY, KTÓRYCH PRZEKROCZYĆ SIĘ NIE DA,
ALBO KTÓRYCH PRZEKROCZENIE
JEST GROŻNE DLA KAŻDEGO KTO TO ZROBI !!!**

| | | | | | | | | | |
|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|---|------------|
| — | OK5 | — | OK4 | — | OK3 | — | OK2 | — | OK1 |
| | ↓ | | ↓ | | ↓ | | ↓ | | ↓ |
| | 160 | | 350 | | 450 | | 550 | | 650 |

CENY PRZECIĘTNE ROCZNE, W PLN/MWh

**wartości charakterystyczne dla metodologii stosowanej
w funkcjonującym cenotwórstwie**

ANTYCYPACJA BILANSU POPYTOWO-PODAŻOWEGO ENERGII ELEKTRYCZNEJ W POLSCE (2050)



dr inż. Krzysztof Bodzek

SZACUNKI SKUTKÓW TRANSFORMACJI ENERGETYCZNEJ W ASPEKTCIE BILANSÓW ENERGETYCZNYCH I KOSZTÓW USŁUG ENERGETYCZNYCH

| Potrzeby energetyczne | 2016 | | Horyzont czasowy: 2020(2025) / 2030(2040) / 2050 | |
|---|-----------------|-------------|---|--------------|
| | Bilans | Koszty | Bilans | Koszty |
| Gospodarstwo domowe (dom jednorodzinny) – 2020(2025) | | | | |
| Energia elektryczna | 4 MWh | 3 tys. PLN | ~3 MWh | < 2 tys. PLN |
| Potrzeby ciepłownicze | 35 MWh (ciepło) | 7 tys. PLN | ~3 MWh (energia elektryczna) | < 2 tys. PLN |
| Potrzeby transportowe | 10 MWh (paliwo) | 5 tys. PLN | ~3 MWh (energia elektryczna) | < 2 tys. PLN |
| Razem | ~50 MWh | 15 tys. PLN | ~10 MWh | < 6 tys. PLN |
| Gmina wiejska – 2030(2040) | | | | |
| Energia elektryczna | 10 GWh | 6 mln PLN | 8 GWh | < 5 mln PLN |
| Potrzeby ciepłownicze | 90 GWh | 10 mln PLN | 10 GWh (energia elektryczna) | 5 mln PLN |
| Potrzeby transportowe | 30 GWh | 20 mln PLN | 10 GWh (energia elektryczna) | 5 mln PLN |
| Razem | 130 GWh | ~35 mln PLN | ~30 GWh | < 15 mln PLN |
| Kraj – 2050 | | | | |
| Energia elektryczna | 125 TWh | 60 mld PLN | 95 TWh | 60 mld PLN |
| Potrzeby ciepłownicze | 200 TWh | 30 mld PLN | 30 TWh (energia elektryczna) | 20 mld PLN |
| Potrzeby transportowe | 200 TWh | 100 mld PLN | 50 TWh (energia elektryczna) | 30 mld PLN |
| Razem | 525 TWh | 190 mld PLN | 175 TWh | 110 mld PLN |

INNOWACJA PRZEŁOMOWA (1)

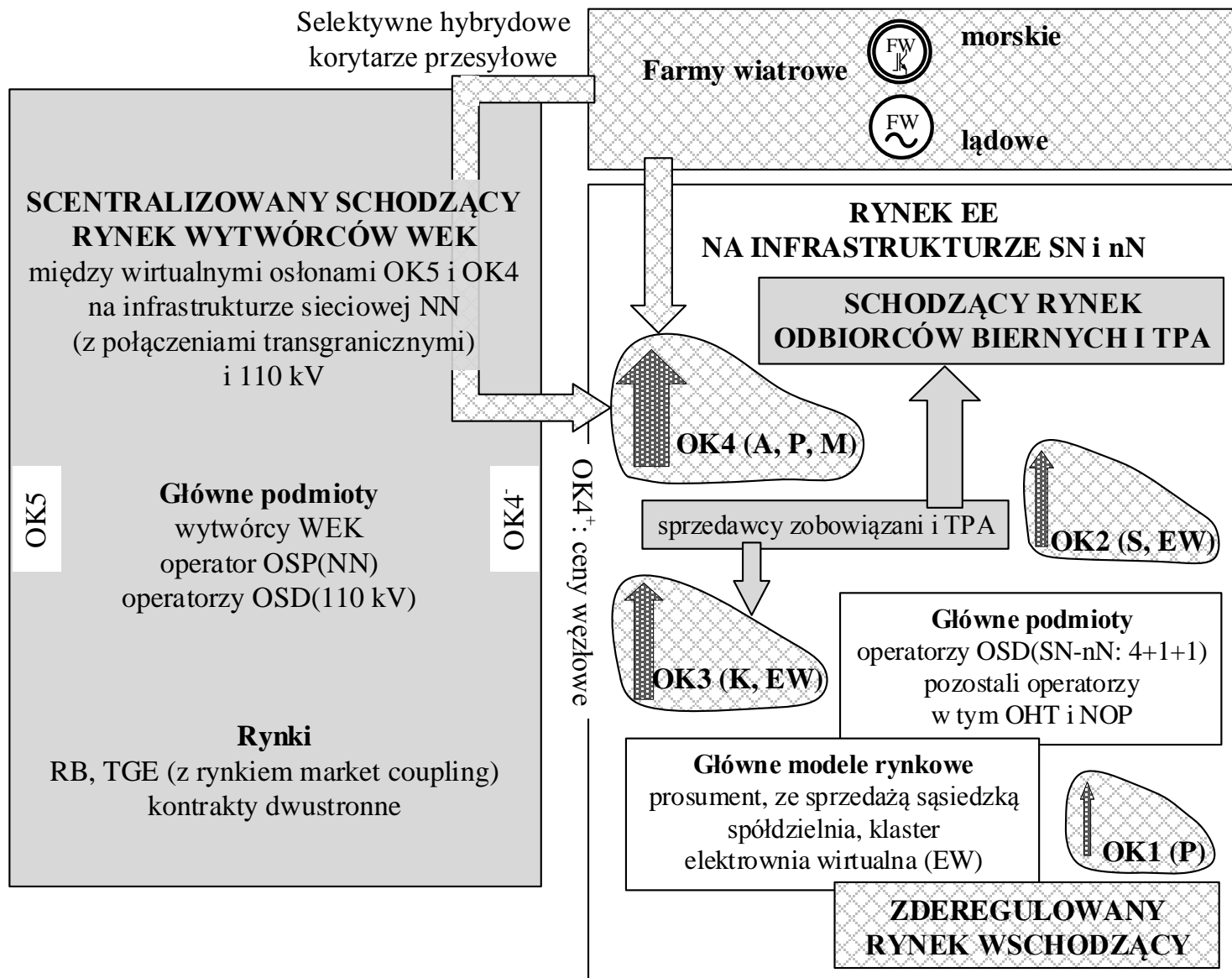
Jest to innowacja, która przerywa tok rozwoju określonej branży (sektora), w odróżnieniu od innowacji przyrostowej zapewniającej kontynuację rozwojową (technologiczną). W BŻEP i na Konwersatorium Inteligentna Energetyka nadaje się energetyce prosumenckiej status innowacji przełomowej, bo odwraca ona porządek ukształtowany na wielkich rynkach energii w całym dotychczasowym historycznym procesie ich rozwoju; to odwrócenie porządku ma podstawowe znaczenie z punktu widzenia rozróżnienia innowacji przyrostowej i przełomowej. Mianowicie, innowacja przyrostowa zapewnia ulepszenie produktu/usługi, ale nie zmienia organizacji wielkiego rynku, w szczególności nie zmienia sposobu zachowania się klienta (w elektroenergetyce – odbiorcy). Innowacja przełomowa prowadzi zaś wprost do zmiany rynku, do transformacji klienta w prosumenta; podkreśla się jednak, że innowacje przełomowe często mogą nie być, nawet w długim czasie, akceptowane przez klientów.

INNOWACJA PRZEŁOMOWA (2)

Dlatego w energetyce prosumenckiej ważne jest jak najszybsze rozpoczęcie dopasowywania rynku do nowych technologii. Na przykład, ważne jest współcześnie, aby zaniechać dopasowywania OZE (bardzo istotna potencjalnie części energetyki prosumenckiej) do „głównych” (wielkich, sektorowych) rynków energii, a zacząć dopasować rynek energetyki prosumenckiej do OZE (ogólnie trzeba działać na rzecz zmiany upodobań prosumentów; nie ma natomiast już praktycznie szans na ukształtowanie odmiennych, od dotychczas stosowanych, umiejętności korporacyjnych firm energetycznych (firm zasiedziały na rynku), wyspecjalizowanych i zależnych od swoich historycznych praktyk w zakresie stosowania tradycyjnych technologii na tradycyjne energetyczne (paliwowe) rynki.

ARCHITEKTURA RYNKU ENERGII

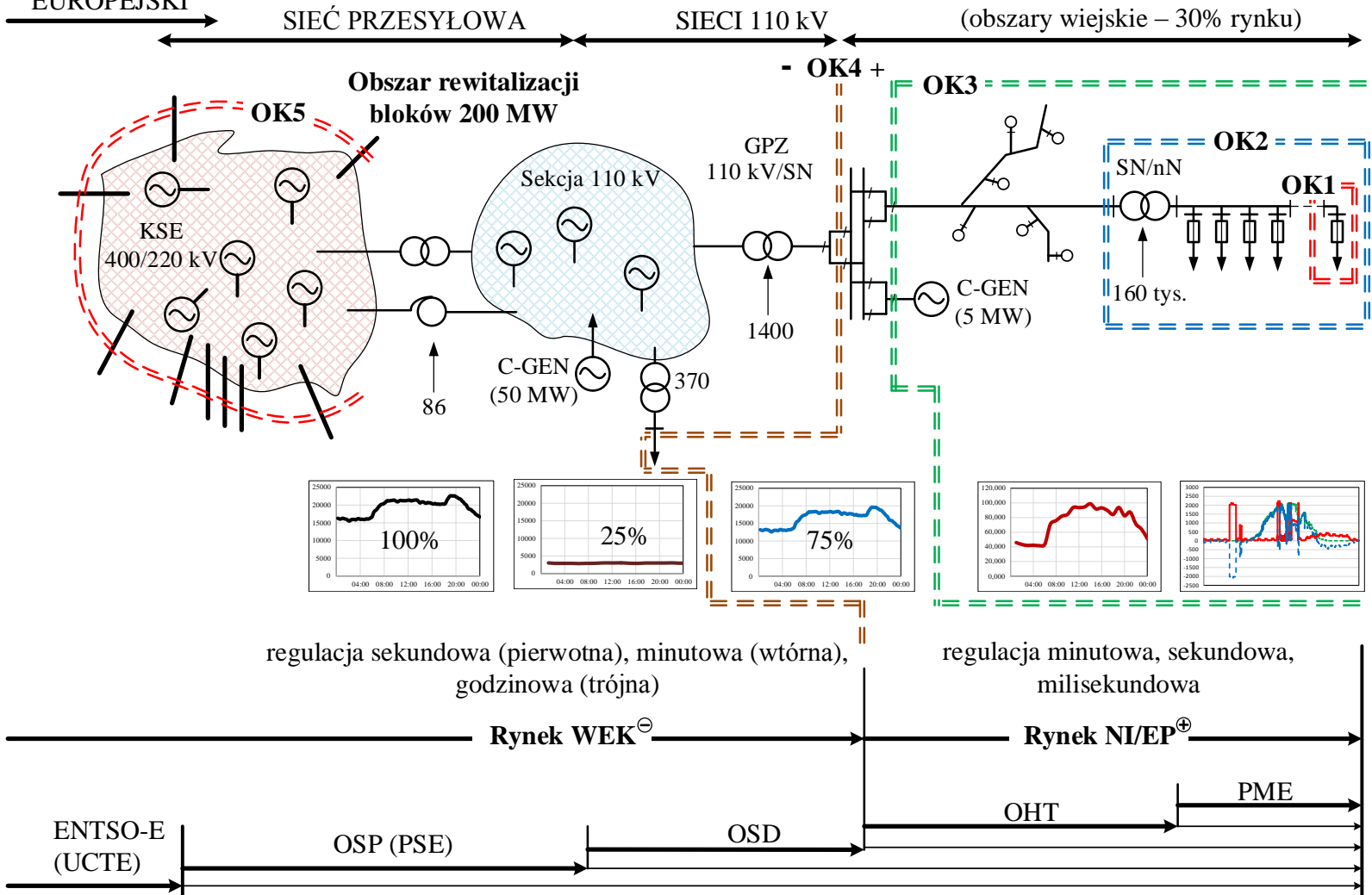
RYNEK EE W PROCESIE TRANSFORMACJI ENERGETYKI W HORYZONCIE 2050



TRANSFORMACJA POLSKIEJ ENERGETYKI – PUNKT WYJŚCIA

JEDNOLITY
RYNEK
EUROPEJSKI

KLASTRY ENERGETYCZNE
SPÓŁDZIELNIE ENERGETYCZNE
(obszary wiejskie – 30% rynku)



regulacja sekundowa (pierwotna), minutowa (wtórna),
godzinowa (trójna)

regulacja minutowa, sekundowa,
milisekundowa

Rynek WEK[⊖]

Rynek NI/EP[⊕]

ENTSO-E
(UCTE)

OSP (PSE)

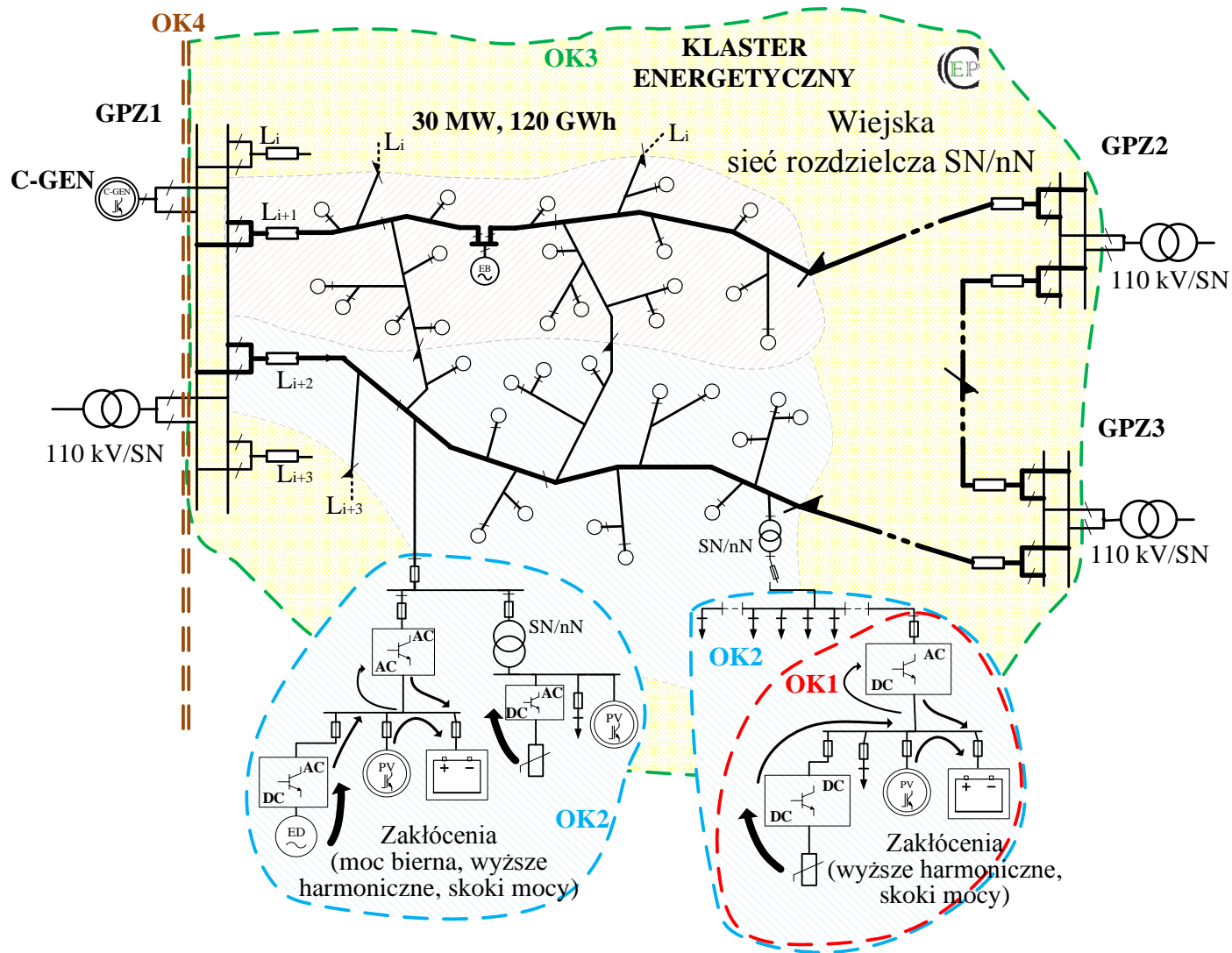
OSD

OHT

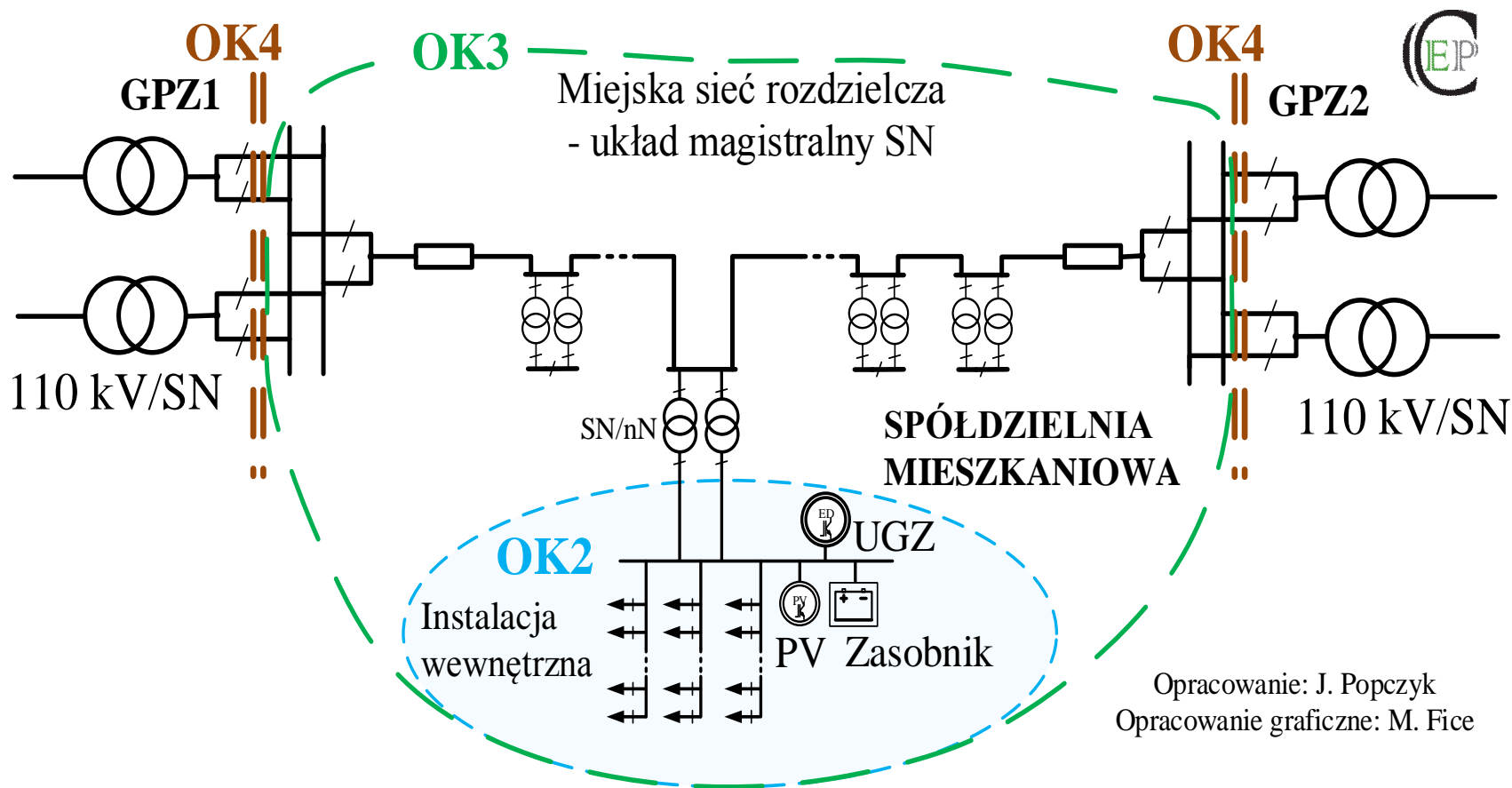
PME

Cena CK w grupie obecnych
taryf G, PLN/MWh

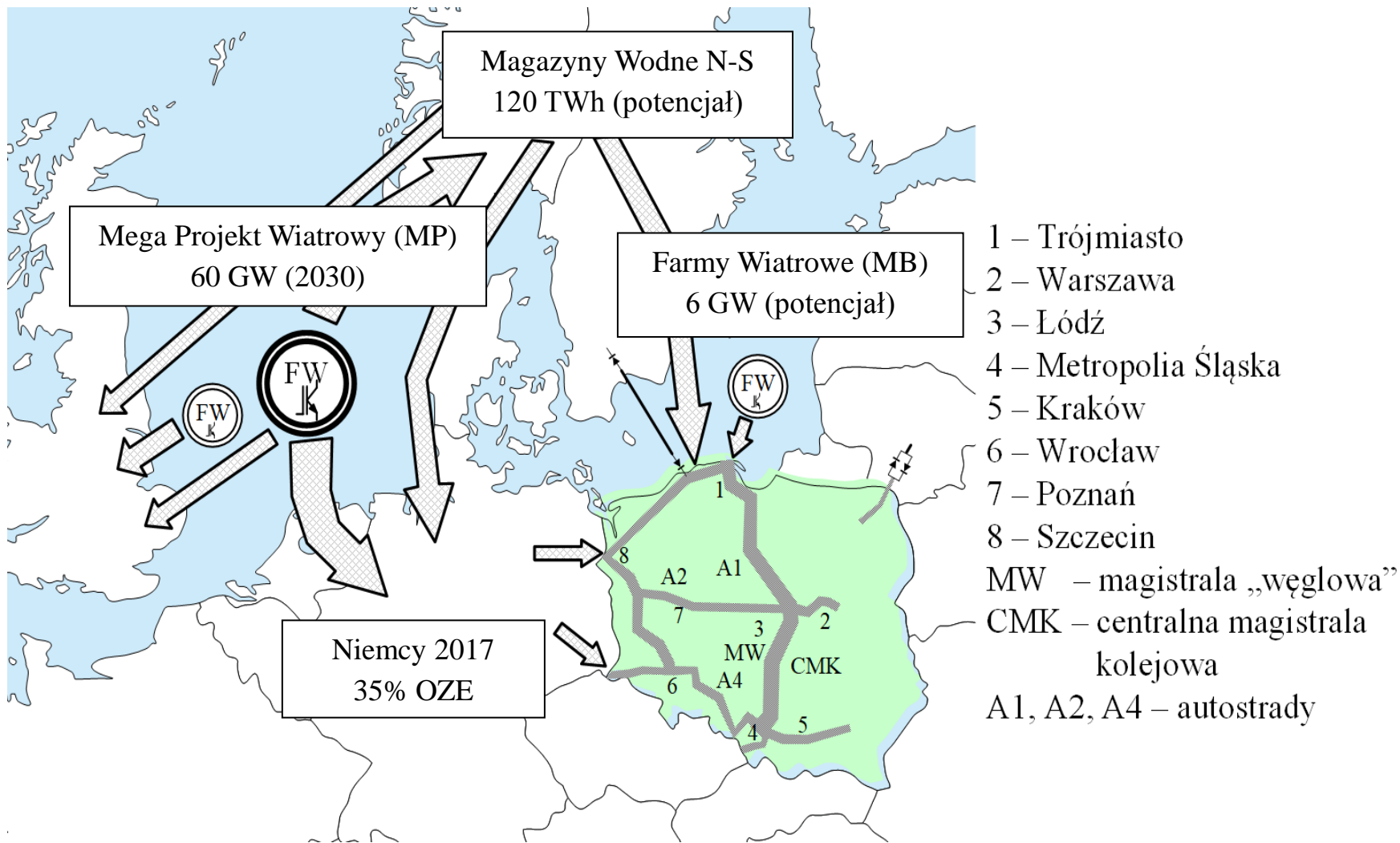
→ trajektoria WEK[⊖]: 460 + 440 + 100 = **1000**
→ trajektoria NI/EP[⊕]: 400 + 80 + 120 = **600**



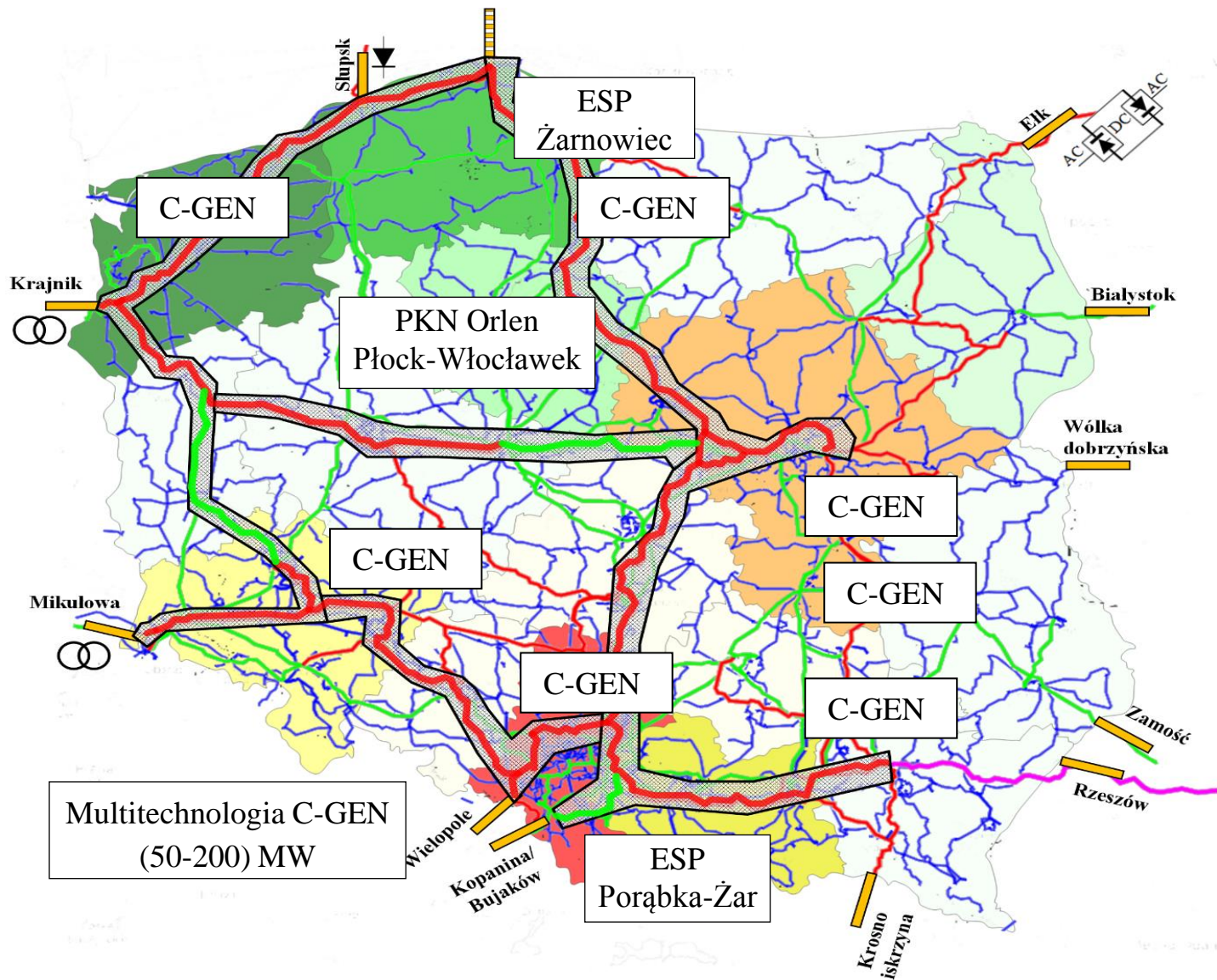
**Klaster energetyczny na obszarach wiejskich.
Integracja sieci SN z infrastrukturami energetycznymi
nowego typu w osłonach OK1 i OK2**



Miejski magistralny układ sieciowy SN



**Antycypacja transformacji KSE
i rynku schodzącego między osłonami OK5 i OK4
w kontekście północnoeuropejskiej strefy rynku energii elektrycznej**



Hybrydowe (AC-DC) dostępne korytarze przesyłowe, otwierające polskim strefom/korytarzom urbanistycznym dostęp do północnoeuropejskich zasobów wiatrowych *offshore* (Morze Północne, Bałtyk) i skandynawskich (Norwegia, Szwecja) wodnych zasobów magazynowych (z tymi zasobami może potencjalnie konkurować multitechnologia C-GEN)