

Polska Agenda Odporności Cyfrowej 2040

model strategicznego przygotowania
na antynomie cyfryzacji.

Scenariusz: **Okno zasobów i potencjałów**

obszar strategiczny: Energetyka

Scenariusz cyfrowej transformacji polskiej energetyki do 2040 roku

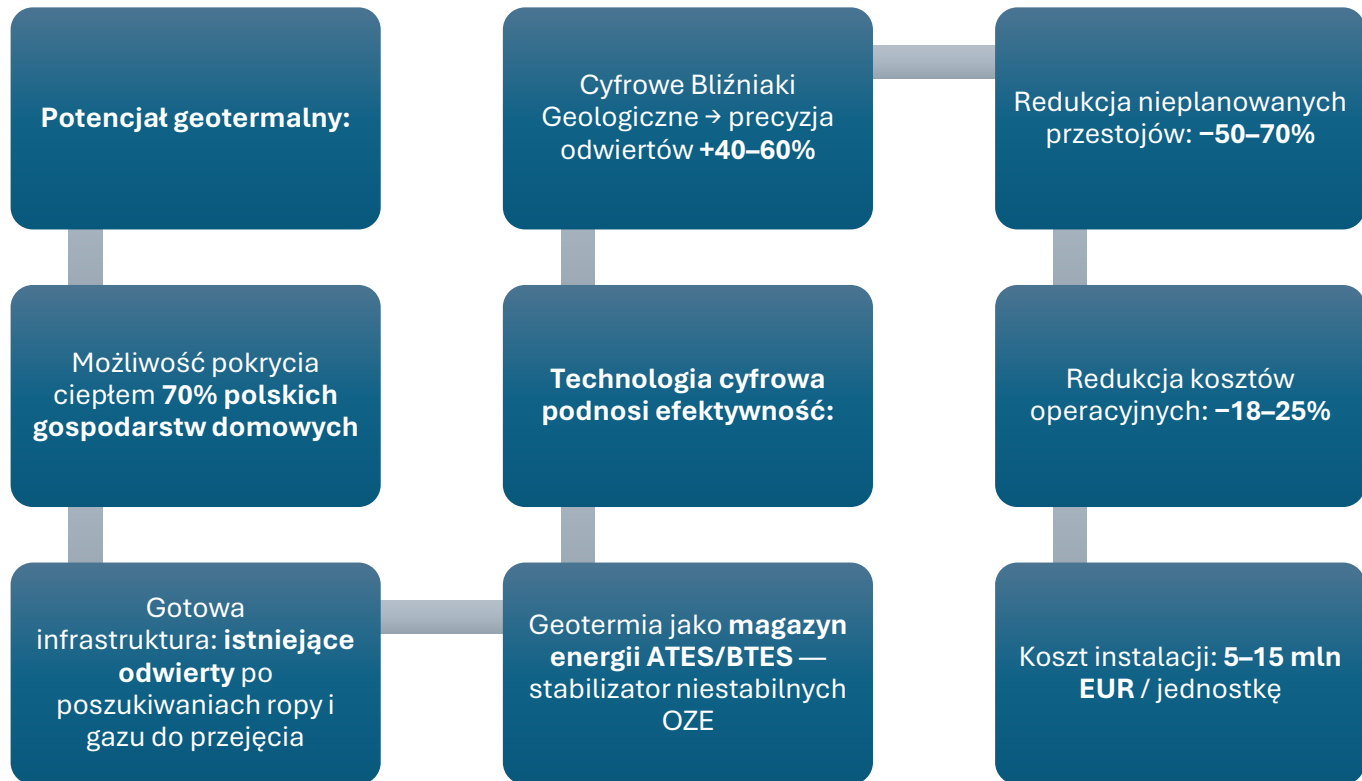
Nie wymiana aktywów, lecz metamorfoza

Zmiana paradygmatu

Stare myślenie	Nowe myślenie
Wymień węgiel na OZE	Zbuduj cyfrowy, adaptacyjny ekosystem
Sieć jako infrastruktura statyczna	Sieć jako żywy, samoorganizujący się organizm
Regulacje ex ante	Nadzór algorytmiczny i protokoły techniczne
Zależność od importu technologii	Suwerenność oparta na własnych zasobach

„Automatyzacja i cyfryzacja nie są narzędziami pomocniczymi — stanowią warunek osiągnięcia suwerenności energetycznej.”

Unikalna przewaga: polski potencjał geotermalny



CPES: energetyka jak żywy organizm

- *Od hierarchicznej sieci do samoorganizującego się ekosystemu biologicznego*
- **Architektura CPES (Cyber-Physical Energy Systems):**

- **Kluczowe zdolności:**
 - **Algorytm stada wilków** — metaheurystyka szukająca optymalnej konfiguracji systemu
 - **Self-healing grids** — automatyczna rekonfiguracja sieci po awarii
 - **DSR (Demand Side Response)** — centra danych jako wirtualne magazyny energii
 - **Smart Contracts** — rynek P2P bez pośredników → oszczędność **8–12 mld zł rocznie**

Siedem filarów transformacji

I. Geotermia jako fundament

- wykorzystanie istniejących odwiertów, ATES/BTES,

II. Nadzór algorytmiczny

- zastąpienie regulacji ex ante protokołami technicznymi,

III. Dynamiczny ekosystem

- orkiestracja źródeł w czasie rzeczywistym (CPES),

IV. Algorytmiczna alokacja kapitału

- tokenizacja aktywów, rentowne inwestycje,

V. Dyfuzja wiedzy (AI-ITS)

- systemy Inteligentnego Tutoringu wobec deficytu kadr,

VI. Most technologiczny (węgiel)

- IoT nakładki na stare bloki — ewolucja nie rewolucja,

VII. Produkcja na żądanie

- fabryki Przemysłu 4.0 jako stabilizatory sieci.

Filar VI: „Most Technologiczny” — co z węglem?

„Zamiast natychmiastowej, kosztownej likwidacji — ewolucyjna modernizacja cyfrowa”

Strategia „Cyfrowych Nakładek” (IoT Overlays):

- Instalacja **sensorów IoT** i analityki Big Data na starych blokach węglowych

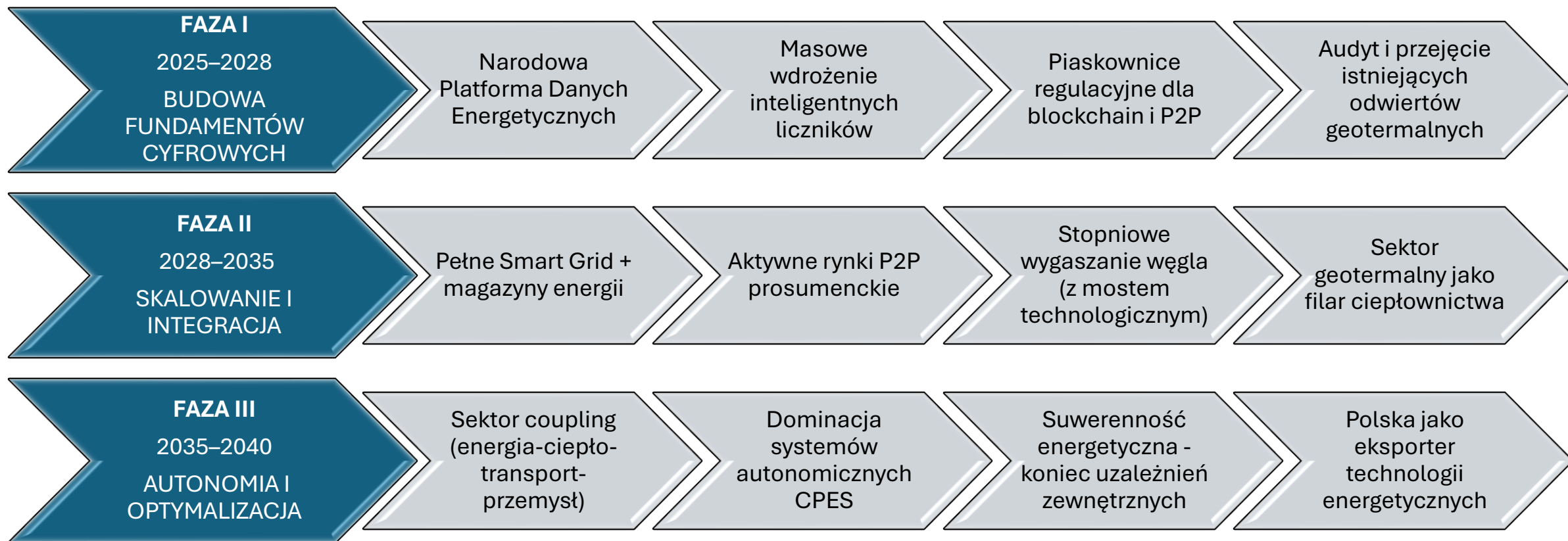
- Poprawa sprawności i **redukcja emisyjności** bez wymiany całego parku maszynowego

- Węgiel jako **stabilne źródło bazowe** w czasie budowy nowych mocy OZE i jądrowych

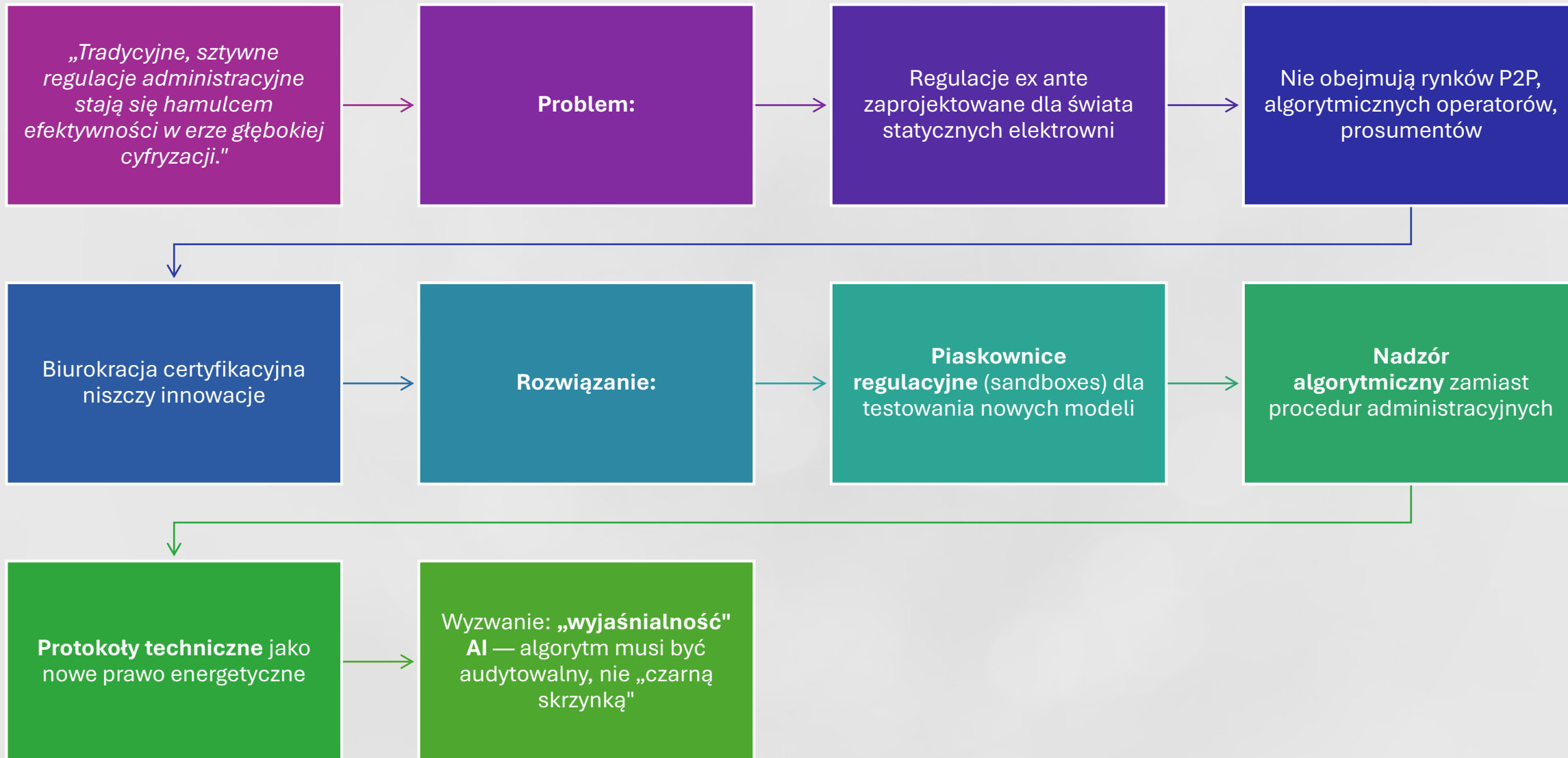
- Uniknięcie gwałtownych wydatków CAPEX i społecznych kosztów nagłej transformacji

- **Kluczowa zasada:** Transformacja energetyczna nie może być szybsza niż zdolność społeczeństwa do jej absorpcji

Trzy fazy transformacji



Paradoks Regulacyjny 2040



Ryzyka i bariery realizacji

Luka inwestycyjna

- Potrzeby: 800–1 200 mld zł do 2040 r.

Deficyt kadr

- Brakuje 40–50 tys. inżynierów cyfrowo-energetycznych

Ryzyko geologiczne

- Niepewność sukcesu odwiertów geotermalnych

Cyberbezpieczeństwo

- Systemy CPES i P2P podatne na cyberataki

Aktywa osierocone

- Utrata wartości inwestycji węglowych

Nieprzejrzystość AI

- „Czarne skrzynki” — ryzyko manipulacji rynkowych

Odpowiedź na deficyt kadr:

- Systemy AI-ITS (Inteligentny Tutoring) skrócenie czasu szkolenia o 30–50%
- Cel: utworzenie 120 000 nowych miejsc pracy w sektorze

Rekomendacje strategiczne

Narodowa Platforma Danych Energetycznych — infrastruktura cyfrowa jako priorytet równy fizycznej

Program Akceleracji Geotermii — gwarancje ryzyka geologicznego, audyt istniejących odwiertów, finansowanie publiczne

Piaskownice regulacyjne — przestrzeń do testowania blockchain, P2P, algorytmicznego zarządzania

Narodowy program kadr — Data Science i inżynieria energetyczna jako priorytet edukacyjny

Strategia IoT Overlays — cyfryzacja istniejącej infrastruktury węglowej jako most przejściowy

Cyberbezpieczeństwo CPES — odrębna strategia ochrony krytycznej infrastruktury cyfrowej

Tokenizacja aktywów energetycznych — przyciąganie kapitału prywatnego do luki inwestycyjnej

Konkluzja: okno możliwości

„Okno zasobów i potencjałów — Polska ma unikalną kombinację zasobów i momentu historycznego. Kwestia woli i szybkości decyzji.”

Trzy powody, dla których scenariusz jest realistyczny:

- Polska ma zasoby geotermalne — **unikalna przewaga komparatywna**
- Istniejąca infrastruktura odwiertów — **gotowa do przejęcia i przebudowy**
- Technologie CPES i blockchain są **dostępne dziś**, nie w przyszłości

Warunek krytyczny:

- Transformacja regulacyjna musi nadążać za transformacją technologiczną
- Bez piaskownic i nadzoru algorytmicznego — system cyfrowy zostanie uduszony przez prawo analogowe



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Polskie Towarzystwo Cyfrowe
<http://cyfryzacja.org>

Projekt finansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Edukacji i Nauki w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”.

Dofinansowanie: 1 467 000 zł, Całkowita wartość: 1 467 000 zł

Postscriptum: scenariusz na jedną stronę

To scenariusz **pożądany i ambitny**, tym razem dla obszaru energetyki. Polska wchodzi w transformację energetyczną nie jako spóźniony uczeń naśladowujący Zachód, lecz jako kraj z **unikalnymi, własnymi zasobami strategicznymi**, które przy mądrym zarządzaniu mogą stać się fundamentem prawdziwej suwerenności.

Narracja opiera się na przelomowym spostrzeżeniu: **modernizacja energetyki to cyfrowa metamorfoza całego systemu**. Polska stoi u progu przejścia od hierarchicznej, statycznej sieci elektroenergetycznej ku **żywemu, samoorganizującemu się organizmowi** — systemowi CPES (Cyber-Physical Energy Systems) inspirowanemu biologiczną homeostazą. Sieć, która „leczy się sama”, algorytmy działające jak stado wilków szukające optymalnego rozwiązania, prosumenci handlujący energią bezpośrednio przez blockchain — to nie science fiction, to technologia dostępna teraz.

Kluczowe odkrycie scenariusza: Polska ma **coś, czego inne kraje nie mają** — rozległy, w większości nieeksploatowany potencjał geotermalny (możliwość pokrycia ciepłem **70% gospodarstw domowych**) oraz sieć odwiertów poszukiwawczych po ropie i gazie, które można przejąć i przekształcić. Geotermia nie jest tylko źródłem ciepła — staje się **magazynem energii, stabilizatorem sieci i kotwicą suwerenności**.

Centralnym dramatem jest jednak **Paradoks Regulacyjny 2040**: im bardziej system staje się cyfrowy i adaptacyjny, tym bardziej tradycyjne regulacje administracyjne go duszą. Rozwiązaniem jest rewolucja regulacyjna — zastąpienie biurokratycznych procedur ex ante **nadzorem algorytmicznym i piaskownicami regulacyjnymi**. Polska musi zmienić nie tylko elektrownie, ale i sposób, w jaki prawo rozumie energetykę.