

Polska Agenda Odporności Cyfrowej 2040

model strategicznego przygotowania
na antynomie cyfryzacji.

Scenariusz: Krótka kołdra

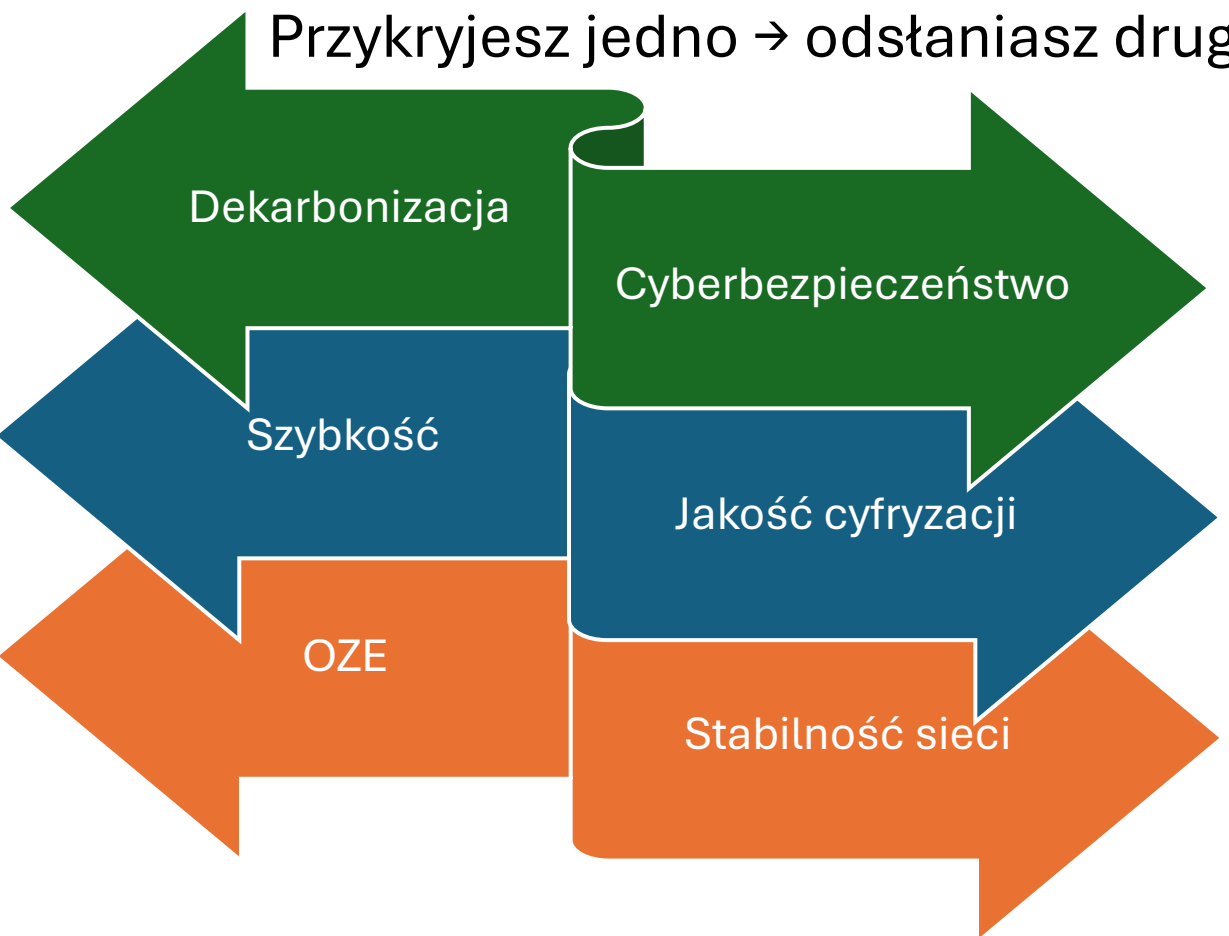
obszar strategiczny: Energetyka

Scenariusz transformacji cyfrowej polskiej energetyki — diagnoza i mapa drogowa do 2040

Metafora strategiczna: krótka kołdra

Zasoby do rozdzielania: kapitał, kadry, czas.

Przykryjesz jedno → odstawiasz drugie



Dekarbonizacja

Cyberbezpieczeństwo

Szybkość

Jakość cyfryzacji

OZE

Stabilność sieci

„Ograniczone zasoby finansowe, kadrowe i czasowe muszą być alokowane z chirurgiczną precyzją - każde zaniedbanie odstawia krytyczną słabość państwa.”

Trzy wektory zmian wymuszające wybory:

- **Dekarbonizacja** — odejście od węgla na rzecz zmiennych OZE
- **Deregulacja** — pasywni odbiorcy → aktywni prosumenci
- **Konwergencja** — zacieranie granic energetyki, transportu, ciepłownictwa

Pułapka niestabilności cyfrowej



Cztery filary pułapki:

1. Dominacja **SCADA z lat 90.** — jednokierunkowe, ślepe na prosumentów
2. **Fragmentacja** — „wyspy automatyzacji” bez interoperacyjności → straty **15–20 mld zł** do 2040
3. **Deficyt kadr** — 200–300 absolwentów rocznie vs. 5 000–7 000 potrzebnych
4. **Cyberluka** — poziom 2,1/5 wobec zagrożeń państwowych i hybrydowych

Skutki bierności: co tracimy bez działania

Ryzyko blackoutów

- OZE ponad 35% bez cyfryzacji - destabilizacja systemu

Straty z fragmentacji IT

- 15–20 mld zł do 2040

Utracone korzyści rynkowe

- 2–4 mld zł rocznie (brak arbitrażu energetycznego)

Całkowity koszt bierności

- 80–115 mld zł strat bezpośrednich do 2040

Utrata konkurencyjności

- Niemożność przyciągnięcia przemysłu high-tech

Zagrożenie bezpieczeństwa

- Infrastruktura krytyczna = cel ataku hybrydowego

Kluczowy argument: Bierność kosztuje więcej niż transformacja i grozi katastrofą systemową

Mapa drogowa 2025–2040: trzy fazy

Faza I (2025–2028): Inwestycje ratunkowe

- Światłowód do 100% stacji energetycznych
- Sensory IoT w 50% węzłów sieci
- Modernizacja 30–40% systemów SCADA
- Powołanie KRTE (Krajowa Rada Transformacji Energetycznej)
- 3 centra SOC (Security Operations Center) dla OT
- Nakłady: ok. 20 mld zł — priorytet absolutny

Faza II (2029–2035): Akceleracja

- Smart Grid w 80% sieci
- Integracja 1–2 mln pojazdów elektrycznych (V2G) = 4–10 GW elastyczności
- AI w 50% operacji sieciowych
- Nakłady: 150–300 mld zł
- Cele: dojrzałość 3,8/5, OZE 45–55%, SAIDI < 150 min/rok

Faza III (2036–2040): Optymalizacja i eksport

- 90% procesów autonomicznych
- Kryptografia post-kwantowa w całej infrastrukturze krytycznej
- Eksport technologii Smart Grid: 3–8 mld EUR rocznie
- Cele: dojrzałość 4,5/5, OZE 60–70%, SAIDI < 100 min/rok, zero curtailment

Cyberbezpieczeństwo: nowy wymiar obronności

Obecny stan:

- Poziom gotowości OT: **2,1/5** (NIST) — podstawowy, nieadekwatny
- Zależność od zagranicznych systemów sterowania: **ryzyko tylnych furtek**
- Deficyt specjalistów IT/OT bezpieczeństwa: część z luki **5 000–7 000**

Zagrożenia:

- Zorganizowane grupy przestępcze + **aktorzy państwowi**
- Ataki na SCADA → **fizyczny paraliż sieci dystrybucyjnej**
- Przyszłe zagrożenia kwantowe i kryptografia post-kwantowa

Odpowiedź strategiczna:

- Budowa **3 centrów SOC** dla infrastruktury OT
- Endogeniczne algorytmy sterowania
- Kryptografia **post-kwantowa** jako standard Fazy III

Dwa warianty sektora w 2040

	Transformacja	Bierności
Dojrzałość cyfrowa	4,5 / 5	~2,5 / 5
OZE w miksie	60–70%	maks. 35% (bez blackoutów)
SAIDI	< 100 min/rok	Rosnące blackouty
Curtailment	Zero	Odłączenia OZE
Eksport technologii	3–8 mld EUR/rok	Brak
EV w sieci	1–2 mln (4–10 GW)	Marginalne
Straty finansowe	Uniknięte	80–115 mld zł
Bezpieczeństwo	Suwerenność cyfrowa	Krytyczna podatność

Rekomendacje



**Natychmiastowe
uruchomienie Fazy I** — okno
możliwości: **2–3 lata**



**Powołanie Krajowej Rady
Transformacji
Energetycznej** — centralna
koordynacja transformacji



Masowy program kadrowy —
kształcenie 10× więcej
specjalistów IT/OT rocznie



**Strategia
cyberbezpieczeństwa
OT jako element strategii
obronnej państwa**



**Traktowanie cyfryzacji jako
inwestycji**, nie kosztu —
priorytet budżetowy

*„To nie jest transformacja energetyczna — to
cyfrowa modernizacja bezpieczeństwa
państwa.”*

Konkluzja: chirurgiczna precyzja alokacji

Stare myślenie

- Cyfryzacja = projekt IT
- OZE = ekologia
- Koszt transformacji

Nowe myślenie

- Cyfryzacja to infrastruktura bezpieczeństwa narodowego
- OZE bez cyfryzacji - zagrożenie dla sieci
- Koszt bierności jest wyższy



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

Scenariusz odpowiada na brutalne pytanie: *skąd tak naprawdę startujemy?* I odpowiedź jest wstrząsająca. Polska energetyka nie stoi u progu transformacji — ona stoi na **krawędzi „pułapki niestabilności cyfrowej”**. Wskaźnik dojrzałości cyfrowej: **2,1 na 5**. Dystans do Danii: **15 lat**. 70–80% operatorów sieci zarządza infrastrukturą krytyczną na systemach **SCADA z lat 90**. Kształcimy **200–300 specjalistów rocznie**, gdy potrzebujemy ich **5 000–7 000 natychmiast**.

Tytułowa metafora „**krótkiej kołdry**” jest precyzyjna i bezlitosna: masz ograniczone zasoby — pieniądze, ludzi, czas — i musisz wybierać, co zakrywasz. Każdy wybór coś odkrywa. Przykryjesz dekarbonizację — odślaniasz bezpieczeństwo. Zakryjesz cyberbezpieczeństwo — odślaniasz integralność systemu. Zainwestujesz w OZE bez cyfryzacji — ryzykujesz **blackouty przy udziale OZE powyżej 35%**.

Centralny mechanizm to **pułapka niestabilności cyfrowej** — samonapędzająca się spirala: im więcej OZE (konieczność polityczna), tym bardziej system potrzebuje inteligentnego zarządzania; im bardziej zależy od cyfryzacji, tym bardziej jest podatny na awarie przez przestarzałą infrastrukturę; im bardziej podatny — tym droższy każdy kolejny krok. Bez przerwania tej pętli **inwestycja w OZE sama w sobie staje się zagrożeniem bezpieczeństwa**.

Stawka jest jasna: transformacja kosztuje **400–900 mld zł**. Bierność kosztuje **80–115 mld zł strat** — plus potencjalna katastrofa systemowa. **Okno możliwości zamyka się w ciągu 2–3 lat**.