



**System
Elektroenergetyczny:
Bezpieczeństwo
Operacyjne i Rynkowe**

Modele finansowe i systemy wsparcia wielkoskalowych elektrowni jądrowych

Paweł Terlikowski & Marcin Palak
Politechnika Warszawska

Kazimierz Dolny, 17–19 marca 2026 r.

Wprowadzenie

Motywacja



Hyman George Rickower

urodzony w Makowie Mazowiecki admirał US Navy, nazywany również **ojcem atomowej marynarki wojennej**, w słynnym memorandum z 1953 roku sformułował fundamentalne rozróżnienie między reaktorem teoretycznym (*idealnym*) a rzeczywistym (*praktycznym*):

*„(...) a practical reactor plant can be distinguished by the following characteristics: (...) **It is behind schedule. It is requiring an immense amount of development on apparently trivial items (...). It is very expensive. It takes a long time to build (...). It is large. It is heavy. It is complicated.**”*

Powyższa charakterystyka pozostaje aktualna dla współczesnych inwestycji jądrowych. Nowoczesne modele finansowania i systemy wsparcia stanowią próbę mitygacji tych problemów.

Kontekst budowy elektrowni jądrowych w Polsce



Strategiczne cele energetyczne

Budowa elektrowni jądrowych wspiera transformację energetyczną i redukcję emisji przez zastąpienie węgla niskoemisyjnymi źródłami.

Ryzyko inwestycyjne i wyzwania

Projekty jądrowe mają unikalne ryzyka technologiczne, regulacyjne i finansowe związane z długim okresem realizacji.

Modele finansowania i wsparcie

Sukces projektów zależy od stabilnych modeli finansowych i instrumentów wsparcia redukujących ryzyko rynkowe (z wyłączeniem okresu budowy).

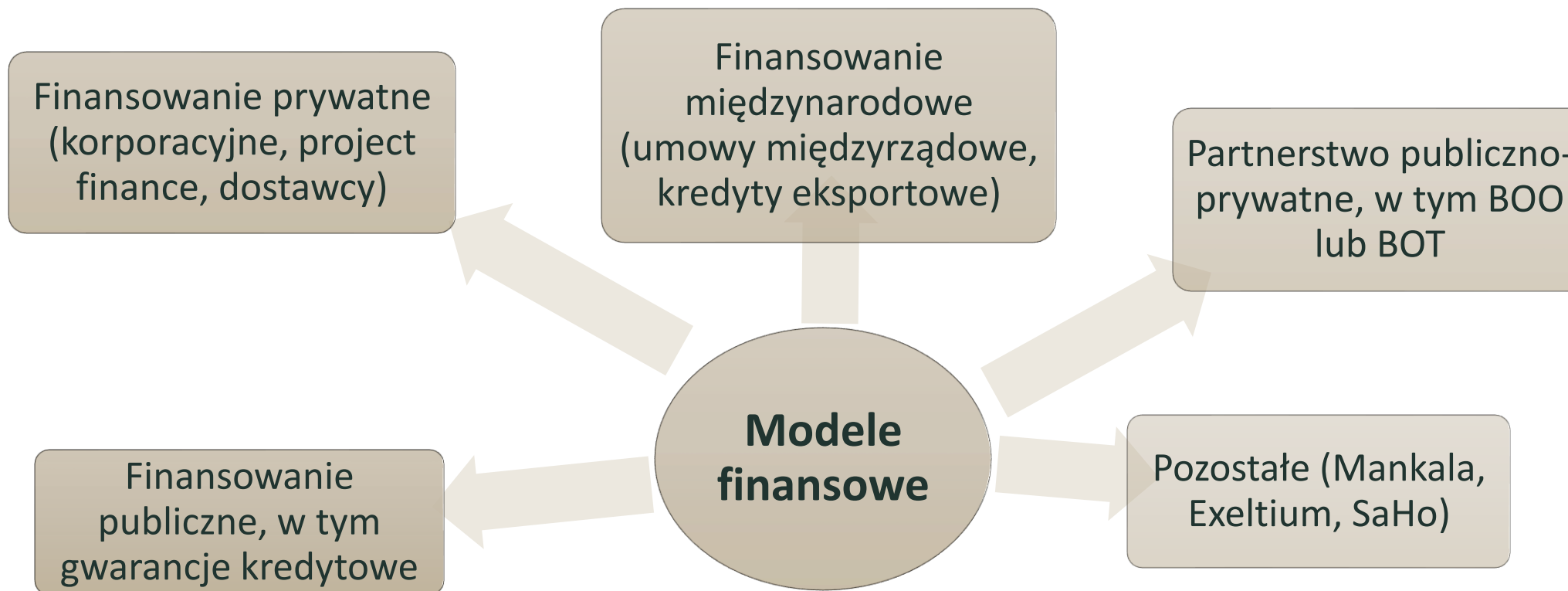
Doświadczenia międzynarodowe

Polska analizuje modele udanych projektów z różnych krajów, by wdrożyć najlepsze praktyki.



Modele finansowania

Modele finansowe



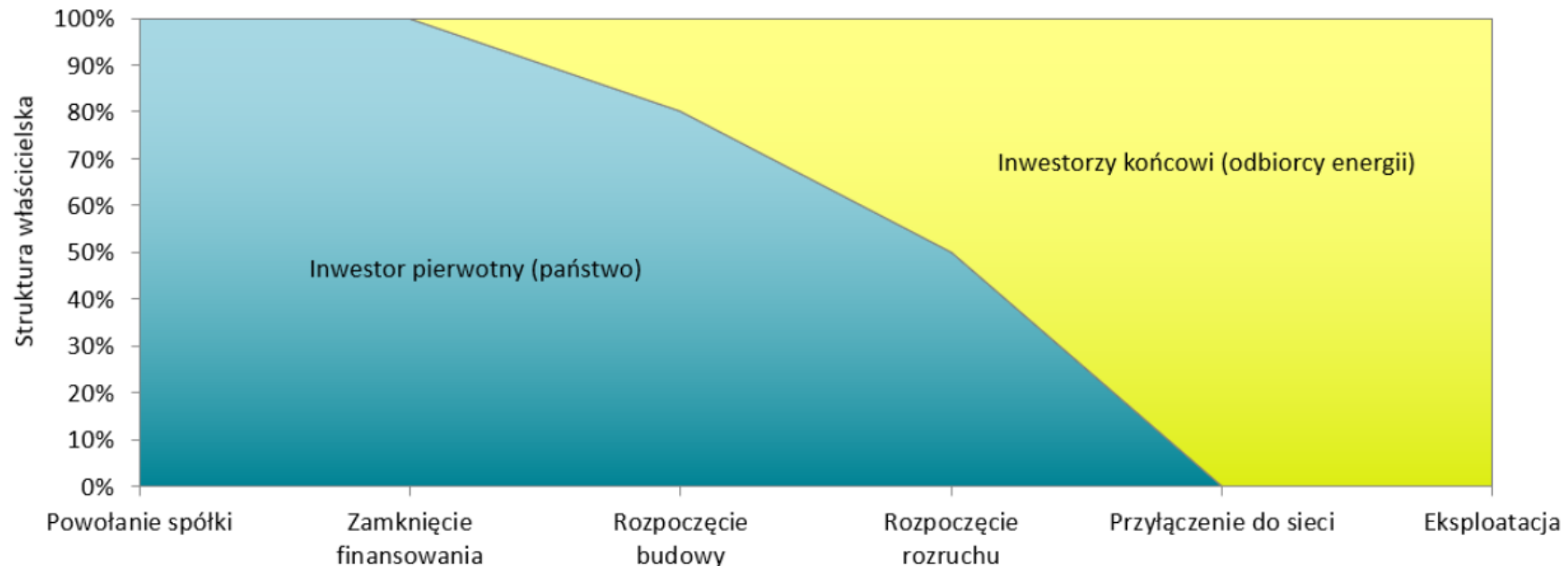
Umożliwiają ocenę opłacalności projektów jądrowych i analizę struktury kosztów, jednocześnie stwarzając możliwość identyfikacji ryzyka projektowego i zarządzania nim

Polski model biznesowy SaHo

Teoretyczny „idealny model” powinien cechować się m.in.: zgodnością z regulacjami UE i Polski, gwarancją odbioru energii, stabilnością przychodów, niskim kosztem kapitału, akceptacją społeczną, elastyczną strukturą własności, w szczególności wysokim udziałem państwa w fazie początkowej oraz minimalizacją obciążeń państwa w fazie eksploatacji.

Charakterystyka modelu SaHo

Państwo tworzy spółkę celową SPV jako inwestora pierwotnego odpowiedzialnego za budowę elektrowni jądrowej. SPV korzysta z kapitału publicznego i długu zabezpieczonego gwarancjami państwowymi do realizacji inwestycji. Po uruchomieniu elektrowni, lub nawet wcześniej, akcje są stopniowo przekazywane inwestorom końcowym, w tym przedsiębiorstwom przemysłowym.



Mechanizmy wsparcia

Porównanie kluczowych mechanizmów wsparcia



Kontrakty różnicowe (CfD)

CfD stabilizują przychody poprzez gwarancję ceny wykonania, przenosząc ryzyko rynkowe na stronę publiczną.

Umowy PPA

PPA gwarantują odbiór energii po ustalonej cenie, ważne dla inwestorów prywatnych i projektów BOO.

Rynek mocy

Rynek mocy zapewnia wynagrodzenie za gotowość do pracy.

Mechanizm RAB

Regulowana Baza Aktywów (RAB) obniża koszt kapitału poprzez pobieranie opłat w fazie budowy, ale jego akceptacja w UE jest ograniczona.



Przykład

EJ Lubiatowo-Kopalino

Model EJ Lubiatowo-Kopalino



Zatwierdzenie Komisji Europejskiej

Model Lubiatowo-Kopalino został zatwierdzony w 2025 r. jako zgodny z zasadami unijnymi pomocy publicznej, zapewniając stabilność projektu.

Struktura finansowania

Model łączy dokapitalizowanie państwowe, gwarancje kredytowe i 40-letni kontrakt różnicowy (z wynagrodzeniem za gotowość, by nie wypierać OZE z rynku), zapewniając efektywne finansowanie elektrowni.

Mechanizm obliczania ceny *strike price*

Wprowadzono model zdyskontowanych przepływów pieniężnych (DCF) dla ustalenia ceny wykonania i uniknięcia nadmiernej rekompensaty.

Znaczenie precedensowe

Decyzja wyznacza kierunek dla krajów UE, łącząc instrumenty publiczne w efektywne finansowanie dużych inwestycji jądrowych.

Rekomendacje
końcowe

Kluczowe wnioski dotyczące finansowania projektów jądrowych



- Skuteczne projekty jądrowe wymagają stabilności regulacji oraz aktywnego udziału państwa w finansowaniu i wsparciu inwestycji.
- W warunkach konkurencyjnych (bez dedykowanego systemu wsparcia) problem rywalizacji z OZE (rynek energii) oraz gazem (rynek mocy).
- Kluczowy współczynnik wykorzystania mocy.
- Rozbieżność interesów poszczególnych interesariuszy (m.in. państwo – LCOE, inwestor – bankowalność, odbiorca – niska cena, operator – dyspozycyjność, ale i wystarczalność).
- Nie ma modelu uniwersalnego, zatem potrzeba jest powtarzalnego i skalowalnego modelu finansowania dla kolejnych elektrowni jądrowych w Polsce.





Dziękuję za uwagę

dr inż. Paweł Terlikowski

Pawel.Terlikowski@pw.edu.pl

SEBOR'26



**System
Elektroenergetyczny:
Bezpieczeństwo
Operacyjne i Rynkowe**

Backup slides

Kazimierz Dolny, 17–19 marca 2026 r.

Główne założenia badawcze



- Analiza w cenach bieżących 2024 w USD, nominalna stopa dyskontowa
- 5 scenariuszy - różne modele finansowe wzbogacone mechanizmami wsparcia
- Dla każdego scenariusza wyznaczono NPV, LCOE oraz czas zwrotu z inwestycji
- Wszystkie ceny i kwoty zindeksowano odczytami oraz projekcjami inflacji
- Budowa 3xAP1000 (3750 MW brutto, 3351 MW netto), współczynnik wykorzystania mocy 90%, 7 lat budowy, 60 letni okres eksploatacji

Założenia analizy efektywności ekonomicznej



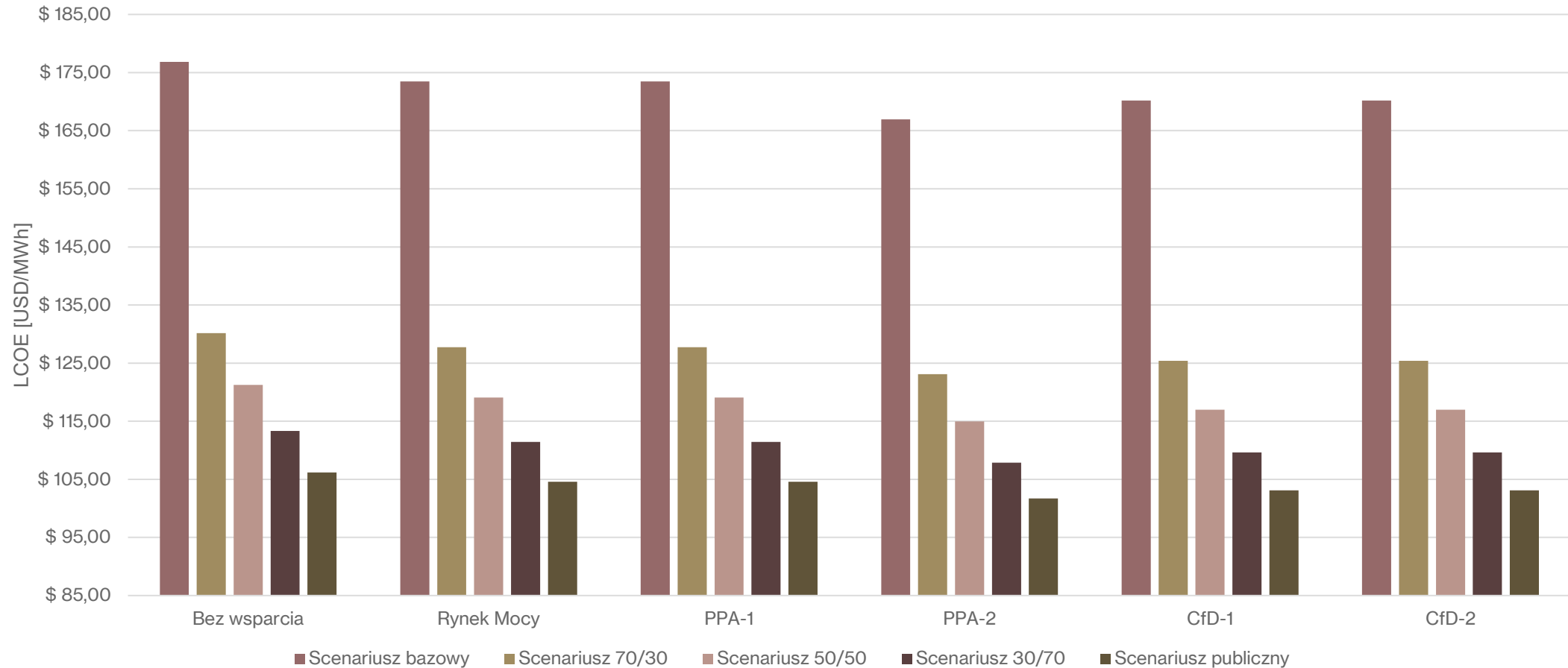
Scenariusz badawczy	Model finansowy	Nominalna stopa dyskontowa
Scenariusz bazowy	-	12,75%
Scenariusz 70/30	Equity – 70% / Debt – 30%	8,76%
Scenariusz 50/50	Equity – 50% / Debt – 50%	7,80%
Scenariusz 30/70	Equity – 30% / Debt – 70%	6,84%
Scenariusz publiczny	Kapitał publiczny – 100%	5,83%

System wsparcia	Czas trwania	Wpływ na stopę dyskontową
Rynek mocy	17 lat	- 0,25 p.p.
PPA-1 (EJ Akkuyu)	15 lat	- 0,25 p.p.
PPA-2 (EJ Barakah)	60 lat	- 0,75 p.p.
CfD-1	40 lat	- 0,50 p.p.
CfD-2 (EJ HPC)	35 lat	- 0,50 p.p.

Wyniki analizy efektywności ekonomicznej



Uśredniony jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej dla różnych scenariuszy z uwzględnieniem zastosowanych systemów wsparcia



Analiza wrażliwości - przykład



Wariant	Stopa dyskontowa
Pesymistyczny	7,84%
Bazowy	6,34%
Optymistyczny	4,84%

Wariant	LCOE [USD/MWh]
Pesymistyczny	121,58
Bazowy	109,62
Optymistyczny	100,42

Wariant	NPV [mld USD]
Pesymistyczny	9,177
Bazowy	19,041
Optymistyczny	35,785

