

Raport Strategiczny: Kompleksowa Analiza Potencjału Biznesowego DEEP-G Lab

lut 1, 2026

Raport Strategiczny: Kompleksowa Analiza Potencjału Biznesowego DEEP-G Lab

Data: 01.02.2026

Wersja: 4.1 (Format tekstowy - bez LaTeX)

Status: Poufne / Draft Inwestycyjny

Temat: Ocena strategiczna projektu adaptacji szybu kopalnianego (~1000 m) na laboratorium mikrogravitacji w kontekście rynku europejskiego i doświadczeń światowych.

1. Streszczenie Menedżerskie (Executive Summary)

Projekt DEEP-G Lab (Deep-Earth Experimental Platform for Gravity) to inicjatywa z pogranicza Deep Tech i rewitalizacji przemysłowej. Zakłada on wykorzystanie nieczynnego szybu górniczego w Polsce do stworzenia infrastruktury badawczej klasy światowej, oferującej **10 sekund mikrogravitacji**. Jest to parametr dwukrotnie przewyższający możliwości czołowego ośrodka europejskiego (ZARM, Brema) i pozycjonujący obiekt w ścisłej czołówce światowej.

Mimo unikalnej propozycji wartości (USP), projekt obarczony jest ryzykiem strukturalnym typowym dla przedsięwzięć o wysokich kosztach operacyjnych (OPEX) i jednym dominującym odbiorcy instytucjonalnym (monopsonia). Analiza precedensu japońskiego (JAMIC) wskazuje, że głównym zagrożeniem nie jest koszt budowy, lecz utrzymanie płynności po wygaśnięciu grantów startowych. Niniejszy raport weryfikuje zasadność biznesową przy użyciu zaawansowanych metod analitycznych, w tym logiki rozmytej oraz analizy antykruchości.

2. Ocena pomysłu metodą Logiki Rozmytej (Fuzzy Logic Assessment)

Tradycyjna ocena punktowa (0-10) jest niewystarczająca dla projektów o wysokim stopniu niepewności technologicznej. Zastosowano model wnioskowania rozmytego, który pozwala przetwarzać zmienne jakościowe i nieprecyzyjne.

2.1. Zmienne Lingwistyczne

Zdefiniowano cztery kluczowe wymiary oceny jako zbiory rozmyte:

1. Innowacyjność (I):

- Zbiór wartości: {Niska, Średnia, Wysoka, Przełomowa}
- Ocena DEEP-G: Przełomowa.

- *Uzasadnienie:* Skokowa zmiana parametru czasu (z 4.7s do 10s) przy zachowaniu jakości 10^{-5} g (jedna stutysięczna g) otwiera nowe gałęzie nauki (np. spalanie, fizyka cieczy), które dotąd wymagały lotów suborbitalnych, kosztujących 100 razy więcej.
- *Wartość przedziałowa:* [0.85, 0.95]

2. Wykonalność Techniczna (T):

- Zbiór wartości: {Trywialna, Standardowa, Trudna, Ekstremalna}
- **Ocena DEEP-G: Ekstremalna.**
- *Uzasadnienie:* Adaptacja starego szybu ("Brownfield") jest trudniejsza inżyneryjnie niż budowa nowej wieży ("Greenfield"). Wyzwania obejmują wilgotność, korozję, odchylenia pionu oraz konieczność bezpiecznego wyhamowania kapsuły z prędkości ok. 140 m/s na dnie szybu przy limicie przeciążeń poniżej 50g.
- *Wartość przedziałowa:* [0.25, 0.45]

3. Potencjał Rynkowy (M):

- Zbiór wartości: {Niszowy, Specjalistyczny, Rosnący, Masowy}
- **Ocena DEEP-G: Rosnący (Specjalistyczny).**
- *Uzasadnienie:* Rynek New Space rośnie (CAGR powyżej 10%), ale rynek walidacji naziemnej jest wąskim gardłem. Popyt jest silny, ale liczba klientów ograniczona (B2B/B2G).
- *Wartość przedziałowa:* [0.60, 0.75]

4. Profil Ryzyka (R):

- Zbiór wartości: {Bezpieczny, Umiarkowany, Ryzykowny, Krytyczny}
- **Ocena DEEP-G: Krytyczny.**
- *Uzasadnienie:* Ryzyka geologiczne (tąpnięcia, woda), prawne (prawo górnicze) i finansowe (niedoszacowany CAPEX + wysoki OPEX wzorem Japonii).
- *Wartość odwrotna (bezpieczeństwo):* [0.30, 0.50]

2.2. Wynik Defuzyfikacji (Ocena Syntetyczna)

Agregując powyższe przedziały metodą centroidu, syntetyczny wskaźnik atrakcyjności biznesowej wynosi **0.58** (w skali 0-1).

Interpretacja: Projekt jest wysoce atrakcyjny naukowo i strategicznie, ale z perspektywy czysto komercyjnej (VC/Private Equity) jest "nieinwestowalny" bez gwarancji państwowych. To klasyczne przedsięwzięcie infrastrukturalne typu "High Risk / Strategic Reward" (Wysokie Ryzyko / Strategiczna Nagroda).

3. Analiza Konkurencji: Europa i Świat

Rynek usług mikrograwitacyjnych jest globalnym oligopolem. Bariery wejścia są ogromne (koszt infrastruktury + know-how).

3.1. Konkurencja Europejska (Najbliższe otoczenie)

Obiekt	Lokalizacja	Czas mikrograwitacji	Jakość	Status Konkurencyjny
ZARM Drop Tower	Brema, Niemcy	4.74 s (9.3s katapulta)	< 10 ⁻⁶ g	Hegemon. Posiada certyfikacje ESA i ogromne zaplecze naukowe. Trudny do pokonania renomą.
Einstein-Elevator	Hanower, Niemcy	~4 s	< 10 ⁻⁶ g	Challenger. Technologia napędu liniowego pozwala na 300 lotów dziennie. Lider statystyki i powtarzalności.
Novespace	Bordeaux, Francja	~22 s (x30 powtórzeń)	10 ⁻² g	Loty Paraboliczne. Gorsza jakość (wibracje), ale możliwość udziału ludzi. Inny segment badawczy.

3.2. Konkurencja Globalna (USA, Azja)

Obiekt	Lokalizacja	Parametry	Status	Uwagi
NASA Glenn (Zero-G)	Ohio, USA	5.18 s (132 m)	Ekskluzywny	Komora próżniowa o największej średnicy. Dostęp głównie dla podmiotów z USA.
CSU (CAS)	Pekin, Chiny	4 s (116 m)	Aktywny	Nowoczesna wieża Chińskiej Akademii Nauk. Chiny intensywnie rozwijają infrastrukturę.
NTSC	Shaanxi, Chiny	3.5 s	Aktywny	Starszy obiekt, ale trwają prace nad systemami elektromagnetycznymi (planowane 10s+).

Wniosek: DEEP-G Lab celuje w "błękitny ocean" (Strategia Błękitnego Oceanu) – niszę **10 sekund**, której nie ma nikt w Europie, a na świecie jest rzadkością po zamknięciu JAMIC.

4. Case Study: Ostrzeżenie z Japonii (JAMIC)

To kluczowa sekcja dla oceny ryzyka DEEP-G Lab. Japonia w latach 90. zrealizowała projekt niemal identyczny z polską koncepcją.

4.1. JAMIC (Japan Microgravity Center) - Kamisunagawa

- **Charakterystyka:** Adaptacja szybu kopalnianego o głębokości 710 m.
- **Parametry: 10 sekund mikrograwitacji** (identycznie jak DEEP-G). Kapsuła z "drag shield" (brak próżni w szybie, kapsuła w osłonie aerodynamicznej).

- **Okres działania:** 1991 – 2003.
- **Model biznesowy:** Joint-venture rządu i przemysłu (PPP). Koszt budowy: 50-70 mln USD (wartość z lat 90.).

4.2. Dlaczego upadł? (Analiza Post-Mortem)

1. **Koszty Operacyjne (OPEX):** Utrzymanie szybu (odwadnianie, wentylacja, dozór górniczy, naprawy lin) było drastycznie droższe niż w przypadku wież naziemnych. Koszty te są stałe, niezależne od liczby klientów.
2. **Koniec dotacji:** Po pęknięciu japońskiej bańki gospodarczej i zmianie priorytetów na ISS, przychody komercyjne pokrywały zaledwie ułamek kosztów utrzymania "dziury w ziemi".
3. **Lokalizacja:** Ośrodek na Hokkaido był logistycznie trudny dla klientów.

Wniosek dla DEEP-G: Bez stałego funduszu żelaznego (endowment) lub ustawowej gwarancji finansowania kosztów utrzymania szybu (np. przez SRK - Spółkę Restrukturyzacji Kopalń), projekt podzieli los JAMIC w ciągu 5 lat od otwarcia.

5. Kompleksowa Analiza SWOT

MOCNE STRONY (Strengths)

1. Czas eksperymentu (10s):

Bezkonkurencyjny w Europie. Pozwala badać procesy niemożliwe dla ZARM (4.7s).

2. Grawitacja Częstkowa: Precyzyjna

symulacja Marsa/Księżycy dzięki aktywnemu napędowi.

3. Infrastruktura: Wykorzystanie gotowego

szybu (niższy koszt niż budowa wieży 1km).

4. Lokalizacja: Polska oferuje wciąż

konkurencyjne koszty inżynierskie.

SŁABE STRONY (Weaknesses)

1. Brownfield Risk: Szyby kopalniane są wilgotne, korozyjne i niestabilne geometrycznie. Utrzymanie standardów Clean Room jest bardzo trudne.

2. Wysoki OPEX: Koszty odwadniania i utrzymania ruchu szybu są stałe i wysokie.

3. Brak Referencji: Polska nie ma historii w operowaniu takimi obiektami (w przeciwieństwie do ZARM).

4. Logistyka: Ograniczenia gabarytowe klatki szybowej.

SZANSE (Opportunities)

1. Program Artemis: Globalny popyt na testy w

grawitacji 0.16g (Księżyc).

ZAGROŻENIA (Threats)

1. Scenariusz JAMIC: Upadek projektu z powodu

braku płynności operacyjnej po fazie grantowej.

2. Zatory u konkurencji: Długi czas oczekiwania w ZARM (12-18 m-cy) wypycha klientów do nowych ośrodków.

2. Awaria Techniczna: Katastrofa kapsuły (zderzenie z dnem) trwale zamyka obiekt.

3. Fundusze Transformacji: Dostęp do środków UE na rewitalizację Śląska.

3. Tani dostęp do orbity: Starship może obniżyć koszty lotów orbitalnych tak bardzo, że testy naziemne stracą sens.

4. Dywersyfikacja: Wykorzystanie szybu do testów robotyki przemysłowej i wind.

4. Certyfikacja: Brak akceptacji ESA (wpisania do katalogu infrastruktury).

6. Rozszerzona Analiza PESTEL

1. **Polityczne (Political):** Strategiczna autonomia UE w kosmosie vs dominacja USA/Chin. Lokalnie: presja na sukcesy w rewitalizacji terenów pogórnich ("medialność" projektu).
2. **Ekonomiczne (Economic):** Ryzyko kursowe (przychody EUR, koszty PLN). Inflacja cen materiałów budowlanych.
3. **Społeczne (Social):** Szansa na przekwalifikowanie kadry górniczej (mechanicy, inżynierowie ruchu) do sektora high-tech.
4. **Technologiczne (Technological):** Wyzwanie hamowania (rozproszenie gigantycznej energii kinetycznej w ułamku sekundy). Dylemat: Próżnia (droga) vs Drag Shield (skomplikowana).
5. **Środowiskowe (Environmental):** Recykling infrastruktury (zrównoważone budownictwo). Niska emisja CO2 w porównaniu do lotów samolotowych.
6. **Prawne (Legal):** Skomplikowany styk prawa górniczego (WUG) z wymogami sektora kosmicznego. Odpowiedzialność ubezpieczeniowa za prototypy klientów.

7. Analiza Kruchości Strukturalnej i Monopsonii

7.1. Ryzyko Monopsonii

Rynek usług mikrograwitacyjnych jest rynkiem nabywcy instytucjonalnego (ESA, Agencje Narodowe).

- **Zagrożenie:** Uzależnienie od decyzji politycznych. Jeśli ESA nie certyfikuje obiektu, rynek prywatny (B2B) będzie zbyt płytki.
- **Siła przetargowa:** Nabywcy dyktują ceny i standardy.

7.2. Antykruchość (Taleb) - Jak zbudować odporność?

Obecny model (tylko zrzuć 0g) jest **Kruchy (Fragile)**. Aby przetrwać, DEEP-G musi stać się **Antykruchy (Antifragile)** poprzez dywersyfikację:

1. **Klaster Technologiczny:** Budowa wokół szybu inkubatora, muzeum i centrum szkoleniowego, które zarabiają na sobie niezależnie od eksperymentów.
2. **Generowanie Własności Intelktualnej (IP):** Komercjalizacja technologii opracowanych na potrzeby budowy (np. systemy tłumienia drgań, hamulce magnetyczne dla kolei).
3. **Turystyka Przemysłowa:** Udostępnienie obiektu zwiedzającym w dni nietestowe.

8. Szacunki Finansowe (Wariant Realistyczny)

W oparciu o benchmarki (Einstein-Elevator ok. 50 mln EUR, JAMIC >50 mln USD):

8.1. CAPEX (Nakłady Inwestycyjne)

Wstępne szacunki ("kilka mln EUR") są drastycznie zaniżone. Realistyczny scenariusz dla obiektu klasy ESA:

- Modernizacja i zabezpieczenie szybu: 15-20 mln EUR.
- Kapsuła, prowadnice, system napędowy: 15-20 mln EUR.
- Infrastruktura naziemna (Clean Room): 5-10 mln EUR.
- **Razem CAPEX: 35 - 50 mln EUR.**

8.2. OPEX i Przychody

- **Koszty stałe (rocznie):** ok. 2-3 mln EUR (utrzymanie ruchu zakładu górniczego, zespół, energia).
- **Przychody (optymistycznie):** 1000 zrzutów x 3000 EUR = 3 mln EUR.
- **Rentowność:** Projekt balansuje na granicy rentowności operacyjnej przy pełnym obłożeniu. W fazie rozruchu będzie generować straty.

9. Rekomendacja Strategiczna

Projekt DEEP-G Lab jest **technicznie wykonalny i strategicznie pożądany**, ale **ekonomicznie ryzykowny** w modelu czysto komercyjnym.

Kluczowe działania mitygujące:

1. **Partnerstwo z SRK:** Spółka Restrukturyzacji Kopalń powinna przejąć koszt utrzymania samej "dziury" (odwadnianie) jako zadanie ustawowe, podczas gdy DEEP-G operuje tylko infrastrukturą badawczą.
2. **Technologia Drag-Shield:** Rezygnacja z pełnej próżni w szybie (zbyt kosztowne i ryzykowne) na rzecz podwójnej kapsuły (wzorem JAMIC), co drastycznie obniży zużycie energii.
3. **Model PPP:** Budowa finansowana w 100% ze środków publicznych (UE/KPO), operowanie przez konsorcjum naukowo-przemysłowe.