

Ekonomiczna falsyfikacja modelu „data-only” dla wioski kosmicznej jako centrum produkcji danych dla AI na bazie istniejących zjawisk rynkowych

Model idealnej wioski kosmicznej i hipoteza „data-only” w logice rynku danych

W Twojej ramie interpretacyjnej (która jest zgodna z ekonomią rynków danych) opłacalność nie wynika z „posiadania danych”, lecz z **posiadania danych, których brakuje**: danych rzadkich, trudno-zastępowalnych, rozwiązujących aktualny problem o wysokiej wartości (bezpieczeństwo, odporność infrastruktury, przewaga strategiczna, krytyczne decyzje). Tylko taki typ danych utrzymuje wysoką cenę w czasie, zanim rynek się nasyci lub przesyci (spadek ceny do kosztu krańcowego).

W tym raporcie testuję **hipotezę „data-only”** w najostrzejszej formie: zamieszkała destynacja na orbicie (wioska/habitat LEO) ma być ekonomicznie samodzielna, a dominującym strumieniem przychodów ma być sprzedaż *produktów danych* „space-origin” dla rozwoju AI. Kryterium ekonomiczne ma postać standardowego warunku opłacalności inwestycyjnej:

$$NPV = -K + \sum_{t=1}^T \frac{(R_t - O_t)}{(1+r)^t} \geq 0$$

gdzie K to CAPEX, O_t OPEX, R_t przychody, r stopa dyskontowa (ryzyko i koszt kapitału), T horyzont. W szczególności, przy uproszczeniu do stałych wartości rocznych R i O :

$$R_{\min} = O + \frac{K}{A(r, T)} \quad (\text{próg sprzedaży rocznej dla } NPV \geq 0)$$

To jest „twarda bariera” niezależna od narracji technologicznej.

W modelu idealnym (synergicznym) wioska kosmiczna może wytwarzać trzy klasy „danych brakujących” (rozumianych jako rynkowo rzadkie):

- (1) **dane operacyjne i decyzyjne** z autonomii i zarządzania zasobami w środowisku wysokich konsekwencji (safety-critical),
- (2) **dane biologiczno-behawioralne** długotrwałego życia w zamkniętym układzie (adaptacja, zdrowie, kooperacja),
- (3) **dane systemów zamykania pętli** (ECLSS/obieg wody, odpady, stabilność). Empirycznie wiemy, że opłacalność zamykania pętli (np. wody) ma ogromne znaczenie logistyczne i stanowi realną dźwignię kosztową, ale jednocześnie sama w sobie nie gwarantuje domknięcia ekonomii przedsięwzięcia. ¹

Kluczowa teza, którą sprawdzam poniżej, brzmi: **czy rynek prywatny rzeczywiście płaci dziś (lub płaciłby w dającej się wykazać skali) za „brakujące dane habitatu” w wielkości co najmniej setek**

milionów do ponad miliarda USD rocznie, czyli skali potrzebnej do domknięcia kosztów zamieszkałej infrastruktury LEO.

Modele rzeczywiste i ich kontrapunkty: gdzie dziś faktycznie powstaje pieniądz za dane kosmiczne

Poniższe przypadki to „istniejące zjawiska” (empiryczne modele), które można traktować jako przybliżenia elementów wioski „data-only”, oraz kontrapunkty pokazujące, gdzie logika ekonomiczna się odwraca.

Empiryczna tabela porównawcza modeli „space-data”

Model realny	Co jest „produktem”	Skala przychodów lub kontraktu	Struktura popytu (czyli: kto płaci)
<code>entity["company","Planet Labs PBC","earth imaging company"]</code>	subskrypcje danych EO + przejście w stronę „AI-enabled solutions”	przychód FY2025: 244,352 mln USD	mieszanka komercyjna i rządowa; duże kontrakty wieloletnie
<code>entity["company","Spire Global, Inc.,"space data analytics"]</code>	dane satelitarne + analityka (pogoda, morski/lotniczy tracking itp.)	przychód 2024: 110,5 mln USD	popyt sektorowy (B2B), kontrakty + zobowiązania usługowe
<code>entity["company","BlackSky Technology Inc.,"satellite imagery analytics"]</code>	obrazowanie + „AI-derived insights” (analityka)	przychód 2024: 102,1 mln USD , z czego 70,1 mln w segmencie imagery+software analytics	popyt silnie „security/near-real-time”

w ogromnej mierze realizowane przez **bezzałogowe konstelacje**, więc kosztowy profil jest nieporównywalnie korzystniejszy niż zamieszkały habitat.

Kotwice kosztowe CAPEX i OPEX dla LEO: co wynika z danych publicznych

OPEX górnego rzędu: koszt ISS jako granica empiryczna

Raport audytowy [entity:"organization","NASA Office of Inspector General","audit office"] wskazuje, że **ISS i powiązane operacje oraz badania kosztują ok. 4,1 mld USD rocznie** (skala budżetowa, rząd wielkości). ⁹

To nie jest „koszt wioski danych”, ale jest najtwardszą kotwicą dla „zamieszkałej infrastruktury LEO” o istotnej złożoności operacyjnej.

Ceny cienia zasobów: logistyka i czas załogi jako ekonomiczne ograniczenia

W analizach polityki cenowej zasobów stacji (komercyjne wykorzystanie, prywatne misje astronautów) przytaczane są stawki refundacyjne: **upmass (cargo pasywny) 20 000 USD/kg, downmass 40 000 USD/kg, trash disposal 20 000 USD/kg, crew time 130 000 USD/h.** ¹⁰

Te wartości mają znaczenie dowodowe: w środowisku kosmicznym „koszt danych” jest w dużej mierze kosztem *zasobów krytycznych* (masa, energia, czas człowieka), a nie kosztem dysku lub transferu.

Dolna granica resupply na podstawie „rachunku masy” człowieka i efekt ekologii

NASA publikuje planistyczne masy codzienne potrzeb (żywność, woda, tlen itd.). ¹¹ (dla mas: ¹²)

W szczegółowych opracowaniach NTRS dla misji habitatu podawane są m.in.: **żywność 2,4 kg/dzień/os., woda do picia 2,8 kg/dzień/os., woda do żywności 0,5 kg/dzień/os., tlen 0,9 kg/dzień/os.** ¹¹

Jednocześnie NASA raportuje demonstrację **98% odzysku wody** w ECLSS oraz wskazuje, że wcześniej było to **93–94%**. ¹

To umożliwia bardzo konkretne wnioskowanie ekonomiczne: zamykanie pętli wody może obniżyć koszty logistyki, ale **nie usuwa** dominujących kosztów resupply (zwłaszcza żywności i części). ¹³

CAPEX kotwiczący: skala miliardowa dla stacji komercyjnej

W publicznym prospekcie wskazano, że koszt zaprojektowania, wytworzenia i wyniesienia stacji Starlab szacowany jest na **~2,8–3,3 mld USD**. ¹⁴

To jest wyjątkowo istotne, bo jest to rzadki, jawny rząd wielkości CAPEX „wioski/habitatu” – i bez niego nie da się prowadzić uczciwej analizy progu NPV.

Próg sprzedaży dla $NPV \geq 0$: scenariusze i wrażliwość

Przyjmuję horyzont ekonomiczny $T = 10$ lat (konserwatywnie dla ryzyk technologicznych i rynkowych), oraz dwie stopy dyskontowe: $r = 10\%$ (optymistycznie) i $r = 15\%$ (bardziej konserwatywnie dla przedsięwzięć wysokiego ryzyka). Wtedy:

$$R_{\min} = OPEX + \frac{CAPEX}{A(r, 10)}$$

gdzie $A(r, 10)$ to czynnik renty (annuity factor).

Tabela progów przychodowych

CAPEX (mld USD)	OPEX (mld USD/rok)	R_{\min} przy 10% (mld USD/rok)	R_{\min} przy 15% (mld USD/rok)
1	0,2	0,36	0,40
1	0,4	0,56	0,60
3	0,4	0,89	1,00
3	0,8	1,29	1,40
3	1,2	1,69	1,80

Interpretacja „wprost pod Twoje kryterium falsyfikacji”: aby model „data-only” był opłacalny dla „stacji-klasy Starlab” (CAPEX ~3 mld USD) przy OPEX rzędu 0,4–0,8 mld USD/rok, rynek musiałby dostarczyć **~0,9–1,3 mld USD rocznie** stabilnych przychodów z danych (bez kotwicy instytucjonalnej). Sama ta skala jest punktem testowym.

Diagram relacji: CAPEX/OPEX → próg popytu

flowchart TD

A[CAPEX: budowa i wyniesienie stacji] --> C[R_min: próg sprzedaży rocznej]

B[OPEX: operacje, logistyka, personel, ryzyko] --> C

D[Stopa dyskontowa r i horyzont T] --> C

C --> E{Czy rynek prywatny zapewnia $\geq R_{\min}$?

E -->|Tak| F[Model data-only możliwy\nnie sfalsyfikowany]

E -->|Nie| G[Model data-only sfalsyfikowany\nlub wymaga hybrydy]

W sensie ekonomicznym jest to „dowód progowy”: jeśli empiryczne R_{priv} (rynek prywatny) jest trwale $< R_{\min}$, to model jest obalony bez potrzeby dodatkowych założeń.

Konfrontacja progu z rynkiem: czy istnieją realne sygnały popytu 0,5–1,2 mld USD rocznie bez anchor tenant

Dane twarde: skala przychodów „space-data” jest dziś rzędu setek milionów, nie miliardów na podmiot

Najbliższe analogi „data-only” (bezzałogowe) pokazują następujące skale: - Planet: **244,352 mln USD** przychodu FY2025. ¹⁵

- Spire: **110,5 mln USD** przychodu w 2024. ³

- BlackSky: **102,1 mln USD** przychodu 2024, z czego **70,1 mln USD** w segmencie imagery + software analytics. ¹⁶

To są modele, w których „dane + analityka/insights” są rdzeniem biznesu. Jednocześnie to modele o koszcie bazowym nieporównywalnie korzystniejszym niż zamieszkały habitat (brak kosztu życia i ryzyk załogowych). Wobec tego ich przychody są dobrym **kontrapunktem**: skoro rynek space-data (w najbardziej dojrzałej formie) nie generuje typowo $>0,5$ mld USD/rok na firmę, oczekiwanie, że uczyni to

habitat z dużo wyższym progiem kosztowym, wymagałoby wskazania nowej „kategorii brakujących danych” o znacznie większym popycie.

Duże kontrakty istnieją, ale są w dominującej mierze instytucjonalne

Kontrakt 290 mln USD/5 lat „Luno A” (AI/ML detekcje obiektów i analityka) jest wymiernym przykładem wysokiej wartości danych i „insights”, ale nabywcą jest instytucja publiczna. ⁵

To jest dokładnie mechanizm Twojej tezy („brakujące dane rozwiązujące problem”), ale jednocześnie jest to mechanizm, który w praktyce **tworzy anchor tenant** (publiczny popyt bazowy). W szczególności: jeśli największe kieszenie popytu są obrotowe/państwowe, model „bez finansowania instytucjonalnego jako podstawy” staje się mało prawdopodobny.

Najlepszy analog „zamieszkałej platformy badań” jest jawnie subsydiowany

Model ISS National Lab (CASIS): - NASA pierwotnie określa wartość cooperative agreement na **do 15 mln USD rocznie**. ¹⁷

- W raporcie (PDF) wskazano, że w 2017 r. NASA wydłużyła cooperative agreement do września 2024 r., zwiększając jego łączny koszt do **196 mln USD**, a CASIS wygenerował **>180 mln USD** finansowania zewnętrznego. ¹⁸

- ISS National Lab raportuje, że w FY24 ~**80%** dostarczonych payloadów było komercyjnych. ¹⁹

To jest fundamentalny kontrapunkt: nawet przy rosnącym udziale komercji i realnym popycie na „unikalne środowisko”, model operuje na bazie zasobów i finansowania publicznego, a nie jako „czysty data-only”.

Analog cen „premium data” w AI: nawet bardzo duże umowy licencyjne są typowo dziesiątkami mln USD rocznie

Umowy licencyjne platform AI z wydawcami pokazują rząd wielkości „premium-data”: np. publiczne komunikaty o partnerstwach licencyjnych wskazują kierunek (płacenie za treści), a doniesienia mówią o wartości >250 mln USD w 5 lat dla umowy z News Corp (rząd ~50 mln USD/rok). ²⁰

Ten kontrapunkt jest ważny: jeśli nawet „premium content” o globalnym rynku jest licencjonowany w dziesiątkach mln USD rocznie na umowę, to dojście do 0,9–1,3 mld USD rocznie bez anchor tenant wymagałoby dziesiątek równoległych umów tej skali lub jednej kategorii danych o nadzwyczajnym budżecie prywatnym.

Wniosek empiryczny w świetle zebranych modeli

W oparciu o przychody wiodących firm space-data (100–250 mln USD/rok) oraz strukturę największych kontraktów (dominacja instytucji publicznych w największych kwotach), **brak jest empirycznych przesłanek**, że istnieje dziś stabilny, prywatny popyt na dane „habitat-origin” w skali $\geq 0,5\text{--}1,2$ mld USD rocznie, która jest typowo potrzebna do domknięcia NPV dla kapitałochłonnej infrastruktury zamieszkałej w LEO. ²¹

Rozstrzygnięcie falsyfikacyjne i „warunki odfalsyfikowania” modelu data-only

Rozstrzygnięcie na dzień analizy

W świetle zidentyfikowanych, rzeczywistych modeli rynkowych i kotwic kosztowych, **model „data-only” dla zamieszkałej wioski kosmicznej w LEO jest ekonomicznie sfalsyfikowany jako baza strategiczna**, ponieważ:

- 1) **Próg sprzedaży dla $NPV \geq 0$** przy CAPEX rzędu 2,8–3,3 mld USD i realistycznym OPEX rzędu setek mln USD/rok wymaga przychodów rocznych rzędu **~0,9–1,3 mld USD**. ¹⁴
- 2) Empiryczne „data-only” modele space-data (bezzałogowe) działają w **~0,1–0,25 mld USD/rok** na firmę, a ich koszt bazowy jest lżejszy niż habitat. ²²
- 3) Największe kwoty w space-data (AI/ML insights) pojawiają się głównie w kontraktach instytucjonalnych, co strukturalnie tworzy anchor. ⁵
- 4) Najbliższy analog „zamieszkałej platformy badań” (ISS National Lab) ma jawny komponent finansowania publicznego i oparcie o zasoby stacji. ²³

To rozstrzygnięcie nie mówi, że „biznes danych w kosmosie nie ma sensu”. Mówi, że **„data-only, zamieszkałe, bez anchor tenant”** nie ma obecnie empirycznie wykazywalnej podstawy popytowej w skali, która domyka koszty.

Co musiałoby zostać wykazane empirycznie, aby model data-only przestał być sfalsyfikowany

Ponieważ – jak słusznie zauważasz – tego nie da się „wydedukować” w próżni, tylko trzeba znaleźć istniejące zjawiska, warunki odfalsyfikowania mają postać obserwowalnych faktów rynkowych:

- **Nowa kategoria brakujących danych:** powstaje segment rynku prywatnego, w którym *habitat-origin data products* są nie tylko unikalne, ale również masowo potrzebne (duży TAM), i nie da się ich zastąpić satelitami, symulacją, analogami naziemnymi lub syntetycznymi danymi.
- **Kontrakty prywatne o skali setek mln USD rocznie:** pojawiają się jawne umowy lub raportowane przychody z prywatnego rynku danych w skali $\geq 0,5$ –1,2 mld USD/rok dla pojedynczej destynacji/konstelacji usług (nie mylić z wartością łączną rynku).
- **Drastyczna redukcja OPEX:** redukcja kosztów życia/logistyki dzięki rozwiązaniom ekologiczno-pasywnym i automatyzacji (np. dalsze domykanie pętli ponad wodę) w skali, która obniża R_{\min} do poziomu porównywalnego z rynkiem space-data (rzędu 0,2–0,4 mld USD/rok). Obecne dane o 98% odzysku wody pokazują, że dźwignie istnieją, ale nie ma dowodu, że ich suma obniży OPEX o rząd wielkości. ¹

W Twojej logice rynkowej jest jeszcze jedno kryterium: **ryzyko nasycenia**. Nawet jeśli „brakujące dane” wygenerują trend i popyt, to w domenach, gdzie możliwa jest szybka konkurencja (alternatywne czujniki, analogi, symulacje), cena ma tendencję do spadku, co jest toksyczne dla modelu o bardzo wysokich kosztach stałych.

W efekcie główny, twardy wniosek strategiczny pozostaje spójny z empiryką: jeśli celem jest „wioska kosmiczna” jako źródło danych/kompetencji AI, najbardziej realny ekonomicznie jest **model hybrydowy (platforma usług + dane premium)** z istotnym klientem instytucjonalnym, a nie „czysty data-only”. ²⁴

- 1 13 **NASA Achieves Water Recovery Milestone on International Space Station - NASA**
https://www.nasa.gov/missions/station/iss-research/nasa-achieves-water-recovery-milestone-on-international-space-station/?utm_source=chatgpt.com
- 2 15 21 22 **pl-20250131**
https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1836833/000183683325000050/pl-20250131.htm?utm_source=chatgpt.com
- 3 **EX-99.1**
https://ir.spire.com/sec-filings/all-sec-filings/content/0000950170-25-047783/spir-ex99_1.htm?utm_source=chatgpt.com
- 4 16 **BlackSky Technology Inc. - BlackSky Reports Fourth Quarter and Full Year 2024 Results**
https://ir.blacksky.com/news-events/press-releases/news-details/2025/BlackSky-Reports-Fourth-Quarter-and-Full-Year-2024-Results-03-06-2025/default.aspx?utm_source=chatgpt.com
- 5 **Maxar Selected for NGA's \$290 Million, 5-Year Luno A IDIQ Contract | Maxar**
https://www.maxar.com/press-releases/maxar-selected-for-nga-s-290-million-5-year-luno-a-idiq-contract?utm_source=chatgpt.com
- 6 17 23 **NASA Names CASIS To Manage Space Station National Lab Research - NASA**
https://www.nasa.gov/news-release/nasa-names-casis-to-manage-space-station-national-lab-research-2/?utm_source=chatgpt.com
- 7 14 **sec.gov**
https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1788060/000162828025030832/voyager-424b4finalprospect.htm?utm_source=chatgpt.com
- 8 **Planet Labs signs \$230 million deal to build satellites for Asian customer**
https://www.reuters.com/markets/deals/planet-labs-signs-230-million-deal-build-satellites-asian-customer-2025-01-29/?utm_source=chatgpt.com
- 9 24 **NASA Office of Inspector General NASA's Management**
https://oig.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/09/ig-24-020.pdf?utm_source=chatgpt.com
- 10 **Toward the LEO economy: A value assessment of commercial space stations for space and non-space users - ScienceDirect**
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576524007306?utm_source=chatgpt.com
- 11 12 **NASA Provides Updated International Space Station Transition Plan - NASA**
https://www.nasa.gov/humans-in-space/nasa-provides-updated-international-space-station-transition-plan/?utm_source=chatgpt.com
- 18 **National Aeronautics and Space Administration**
https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/09/iss-cooperative-agreement-irt-final-report.pdf?utm_source=chatgpt.com
- 19 **Executive Summary - ISS National Lab**
https://issnationallab.org/about/annual-quarterly-reports-metrics/fy24-annual-report/fy24-executive-summary/?utm_source=chatgpt.com
- 20 **A landmark multi-year global partnership with News Corp | OpenAI**
https://openai.com/index/news-corp-and-openai-sign-landmark-multi-year-global-partnership/?utm_source=chatgpt.com