

# **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-zastępowańnych, 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 zamknięcia pętli** (ECLSS/obieg wody, odpady, stabilność). Empirycznie wiemy, że opłacalność zamknięcia 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)
Entity["company","Planet Labs PBC","earth imaging company"]	subskrypcje danych EO + przejście w stronę „AI-enabled solutions”	przychód FY2025: <b>244,352 mln USD</b>	mieszanka komercyjna i rządowa; duże kontrakty wieloletnie
Entity["company","Spire Global, Inc.","space data analytics"]	dane satelitarne + analityka (pogoda, morski/lotniczy tracking itp.)	przychód 2024: <b>110,5 mln USD</b>	popyt sektorowy (B2B), kontrakty + zobowiązania usługowe
Entity["company","BlackSky Technology Inc.","satellite imagery analytics"]	obrazowanie + „AI-derived insights” (analityka)	przychód 2024: <b>102,1 mln USD</b> , z czego 70,1 mln w segmencie imagery+software analytics	popyt silnie „security/near-real-time”

Model realny	Co jest „produktem”	Skala przychodów lub kontraktu	Struktura popytu (czyli: kto płaci)
<b>Entity["company", "Maxar Intelligence", "geospatial intelligence"] + „Luno A”</b>	usługi analityczne + automatyczne detekcje obiektów (AI/ML)	kontrakt: <b>290 mln USD / 5 lat (IDIQ)</b>	jasno instytucjonalny: zleceniodawcą jest <b>Entity["organization", "National Geospatial-Intelligence Agency", "us geospatial agency"]</b>
<b>ISS National Lab jako platforma R&amp;D: Entity["organization", "ISS National Laboratory", "us national lab on iss"] zarządzana przez Entity["organization", "CASIS", "iss national lab manager"]</b>	dostęp do środowiska mikrogravitacji, zasobów i „pipeline'u" badań; wytwarzane wyniki i dane	NASA finansuje zarządzanie: do <b>15 mln USD rocznie</b> (początkowo), a w wydłużonym horyzoncie CA miało rosnąć do łącznego kosztu <b>196 mln USD</b> ; CASIS rapportuje generowanie finansowania zewnętrznego	mieszany: prywatny sektor generuje dużą część ładunków (np. ~80% payloadów komercyjnych w FY24), ale platforma jest <b>subsydiowana</b> i oparta o zasoby stacji <span style="color: #ccc;">6</span>
Transformacja do komercyjnej stacji: <b>Entity["company", "Starlab Space LLC", "commercial space station"]</b> (CAPEX-kotwica)	przyszłe usługi stacji	prospekt wskazuje koszt zaprojektowania, wytworzenia i wyniesienia stacji: <b>~2,8-3,3 mld USD</b> ; stacja „obecnie nie generuje przychodów i nie oczekuje się tego w najbliższym czasie”	popyt oczekiwany: NASA i inni klienci, ale to nie jest model „data-only”

### Kontrapunkt kluczowy: gdzie rośnie rynek danych kosmicznych i dlaczego

Najbardziej „pieniężny” segment danych kosmicznych to obserwacja Ziemi, ale wzrost rynku jest napędzany wprost przez **duże kontrakty obronne** (wysoka wartość problemu, silny niedobór „aktualnej świadomości sytuacyjnej”). 8 To jest istotne, bo pokazuje mechanizm, o którym piszesz: opłacalność bierze się z celu i problemu, nie z danych jako takich. Jednocześnie to **kontrapunkt**: EO jest

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).<sup>9</sup>

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.**<sup>10</sup>

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.

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

NASA publikuje planistyczne masy dzienne potrzeb (żywność, woda, tlen itd.).<sup>11</sup> (dla mas: <sup>12</sup>) 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.**<sup>11</sup>

Jednocześnie NASA raportuje demonstrację **98% odzysku wody** w ECLSS oraz wskazuje, że wcześniej było to **93-94%**.<sup>1</sup>

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

### CAPEX kotwiczący: skala miliardowa dla stacji komercyjnej

W publicznym prospekcie wskazano, że koszt zaprojektowania,tworzenia i wyniesienia stacji Starlab szacowany jest na **~2,8-3,3 mld USD.**<sup>14</sup>

To jest wyjątkowo istotne, bo jest to rzadki, jawnym 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:  $r = 10\%$  (optimistycznie) 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

```
graph 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 >= R_min?}; E -->|Tak| F[Model data-only możliwy\nnie sfalsyfikowany]; E -->|Nie| G[Model data-only sfalsyfikowany\lub 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. <sup>15</sup>

- Spire: **110,5 mln USD** przychodu w 2024. <sup>13</sup>

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

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. <sup>5</sup>  
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 obronne/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**. <sup>17</sup>

- 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. <sup>18</sup>

- ISS National Lab rapportuje, że w FY24 ~**80%** dostarczonych payloadów było komercyjnych. <sup>19</sup>

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 rzad wielkości „premium-data”: np. publiczne komunikaty o partnerstwach licencyjnych wskazują kierunek (płatenie za treści), a doniesienia mówią o wartości >250 mln USD w 5 lat dla umowy z News Corp (rzad ~50 mln USD/rok). <sup>20</sup>

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 **≥0,5–1,2 mld USD rocznie**, która jest typowo potrzebna do domknięcia NPV dla kapitałochłonnej infrastruktury zamieszkałej w LEO. <sup>21</sup>

# 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 rzedu 2,8–3,3 mld USD i realistycznym OPEX rzedu setek mln USD/rok wymaga przychodów rocznych rzedu **~0,9–1,3 mld USD**. <sup>14</sup>
- 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. <sup>22</sup>
- 3) Największe kwoty w space-data (AI/ML insights) pojawiają się głównie w kontraktach instytucjonalnych, co strukturalnie tworzy anchor. <sup>5</sup>
- 4) Najbliższy analog „zamieszkałej platformy badań” (ISS National Lab) ma jawnego komponent finansowania publicznego i oparcie o zasoby stacji. <sup>23</sup>

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 obserwowanych 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 jawnie 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 (rzedu 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. <sup>1</sup>

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”. <sup>24</sup>

- 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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](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](https://openai.com/index/news-corp-and-openai-sign-landmark-multi-year-global-partnership/?utm_source=chatgpt.com)