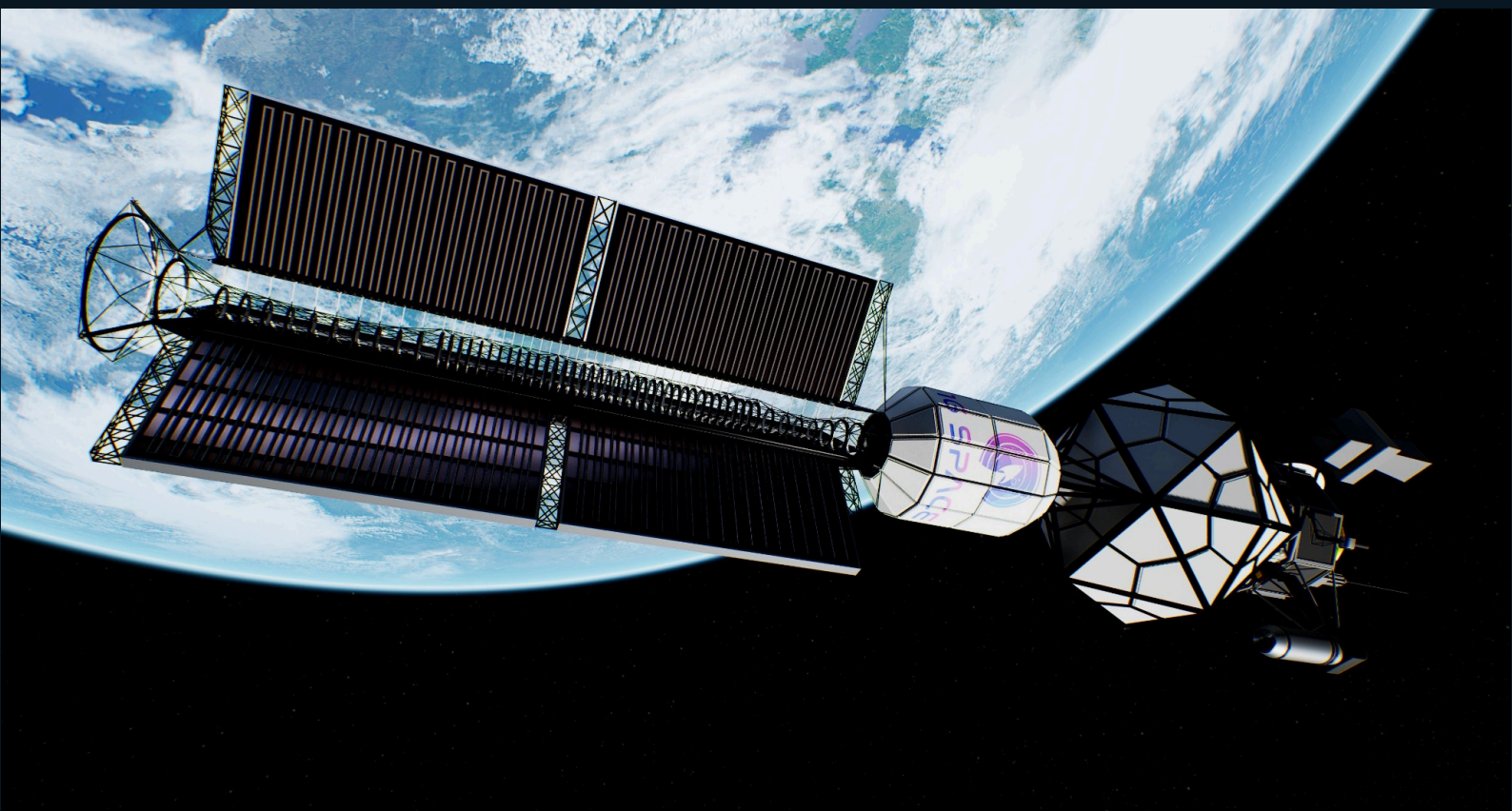


ACEP



Misja i statek kosmiczny

Alpha Centauri Exploratory Probe



Wizualizacja statku nad Ziemią

Badania układu Proximy

ACEP to bezzałogowy statek badawczy przeznaczony do eksploracji Proximy Centauri i jej planety Proxima b. Łączy lot międzygwiazdny, obserwacje orbitalne i warunkowe badania atmosfery w jednej autonomicznej misji.

OŚRODEK MIĘDZYGWIEZDNY

Pomiary pyłu, cząstek i promieniowania między gwiazdami.

OBSERWACJE PLANETY

Mapowanie planety oraz badania jej powierzchni i atmosfery.

BADANIA LOKALNE

Pomiary warunków podczas zniżania sondy Atmos w atmosferze.

Dlaczego Proxima b?

Pomiary z bliska pozwalają zbadać, jak pobliska planeta reaguje na oddziaływanie swojej gwiazdy i czy zachowała atmosferę.

Proxima Centauri

Aktywny czerwony karzeł



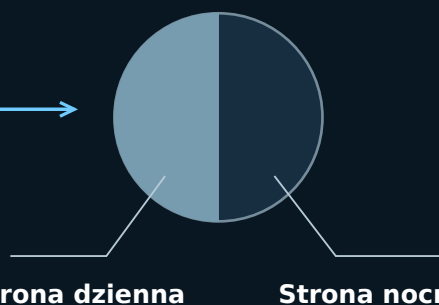
Orbita niemal kołowa

Mimośród 0,02 · prędkość orbitalna ≈ 47 km/s

Schemat bez zachowania skali.

Proxima b

Cel misji ACEP



0,0485 au

średnia odległość od gwiazdy

4,25

roku świetlnego od Słońca

11,18

doby ziemskiej na obieg

7,25

mln km od gwiazdy

Rok trwający jedenaście dni

Proxima Centauri to najbliższa Słońcu gwiazda. Proxima b krąży po niemal kołowej orbicie w odległości około 20 razy mniejszej niż dystans Ziemia-Słońce. Mimo tak bliskiej orbity słabo świecący czerwony karzeł dostarcza na jednostkę powierzchni zaledwie około 64% energii otrzymywanej przez Ziemię. Jego rozbłyski czynią przetrwanie atmosfery kluczowym zagadnieniem badawczym.

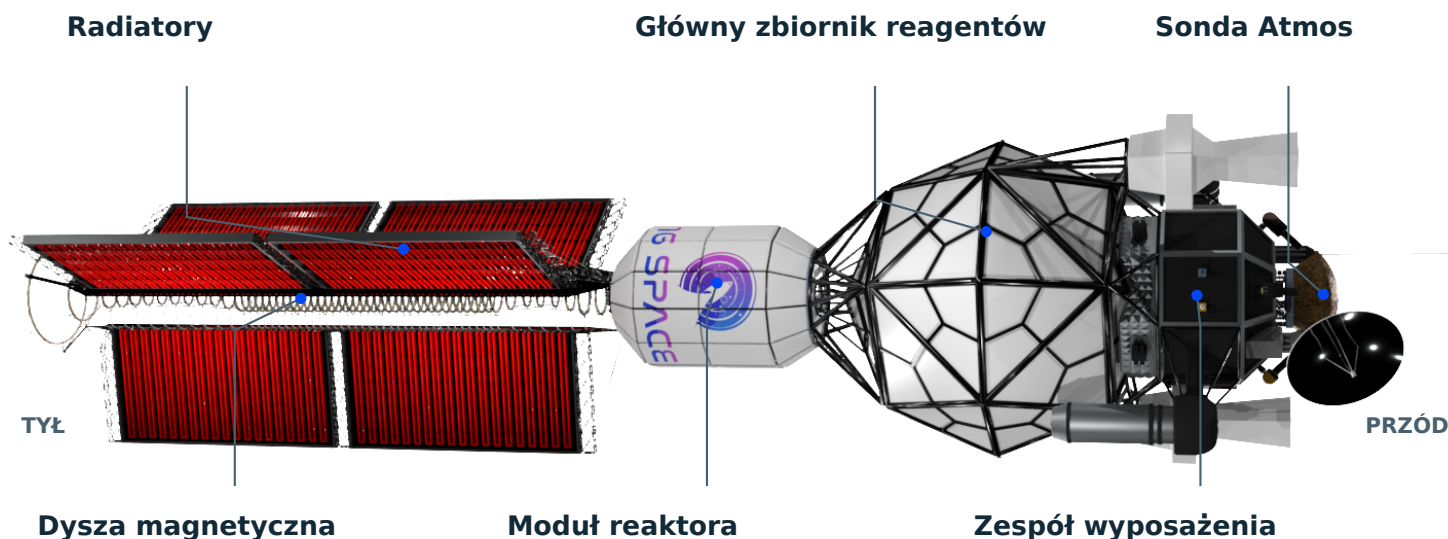
Świat o obrocie synchronicznym

W danych odniesienia misji ACEP Proxima b obraca się synchronicznie: jeden obrót trwa tyle co obieg, więc ku gwiazdzie zwrócona jest stale ta sama półkula. Granicę między stałą stroną dzienną a nocną nazywa się terminatorem. ACEP bada różnice temperatur oraz transport ciepła przez atmosferę, jeśli jest obecna.

Rok świetlny to miara odległości; jednostka astronomiczna (au) odpowiada w przybliżeniu odległości Ziemia-Słońce. Mimośród określa wydłużenie orbity; dla koła wynosi zero. Minimalna masa 1,06 masy Ziemi wynika z ruchu gwiazdy; rzeczywista masa zależy od nachylenia orbity.

Architektura statku

Kratownica nośna łączy zespół napędowy, główny zbiornik reagentów i przedni zespół wyposażenia.



Widok z boku; elementy wewnętrzne pominięto.

16,80 m

długość całkowita

4,60 m

maks. średnica po złożeniu

1 000 kg

masa sucha, łącznie z Atmos

Zasilanie i gospodarka cieplna

Trzy generatory termoelektryczne mają łączną moc znamionową 100 kW. Dwa akumulatory po 500 Wh zapewniają 1 kWh pojemności znamionowej. Radiatory mają 54 m² efektywnej powierzchni emisji.

Zapasy reagentów

Masa z pełnym załadunkiem to 78 146 kg: 77 100 kg głównego materiału zasilającego, 32,0 kg antyprotonów i 14,0 kg wodoru metalicznego oraz masa suchego statku.

MADS: aktywna mikrofalowa osłona przeciwołamkowa. Sposób stabilizacji wodoru metalicznego jest nieujawniony. Przód i tył to stałe końce statku; podczas reorientacji zmienia się ich położenie względem trajektorii.

Wyposażenie i systemy zewnętrzne

Z przodu mieszczą się systemy obliczeniowe, nawigacyjne i naukowe. Dwie anteny tubowe MADS chronią podczas przyspieszania. Dwa nadajniki optyczne wysyłają dane na Ziemię; radio odbiera dane z Atmos.

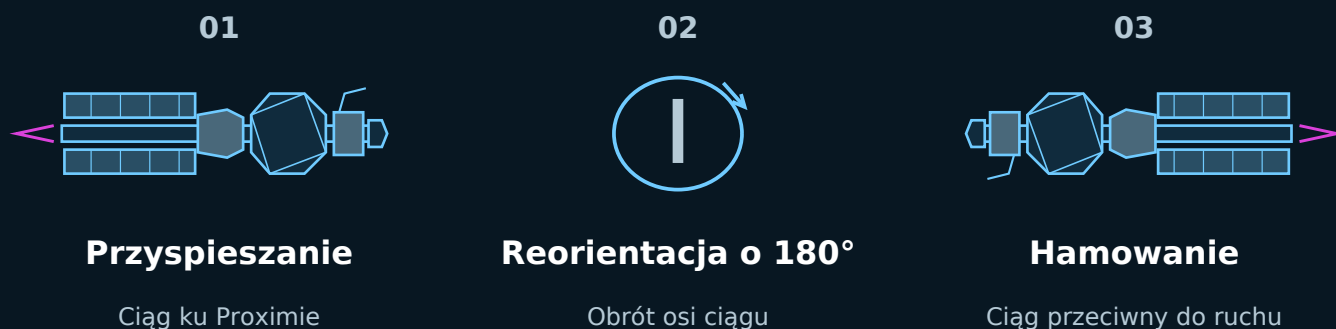
Napęd manewrowy

Trzy zespoły silników mają po cztery wyloty; dowolne dwa zapewniają pełną sprawność przy działających wspólnych podsystemach. Wodór metaliczny wytwarza ciąg i ciepło bez utleniacza.

Przyspieszanie i hamowanie

Ciągła praca napędu przyspiesza ACEP w pierwszej części lotu i hamuje go po reorientacji w połowie trasy.

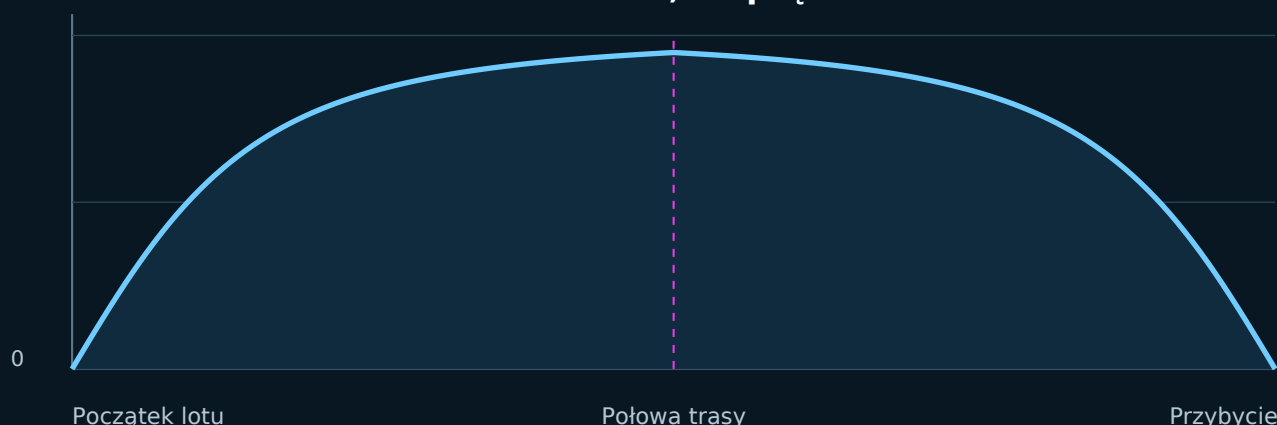
KIERUNEK LOTU / PROXIMA



Obrót zmienia orientację statku, ale nie kierunek lotu.

PRĘDKOŚĆ W ZIEMSKIM UKŁADZIE ODNIESIENIA

94,9% prędkości światła



1288 dni

upływa na pokładzie ACEP

5,8 roku

upływa w ziemskim układzie odniesienia

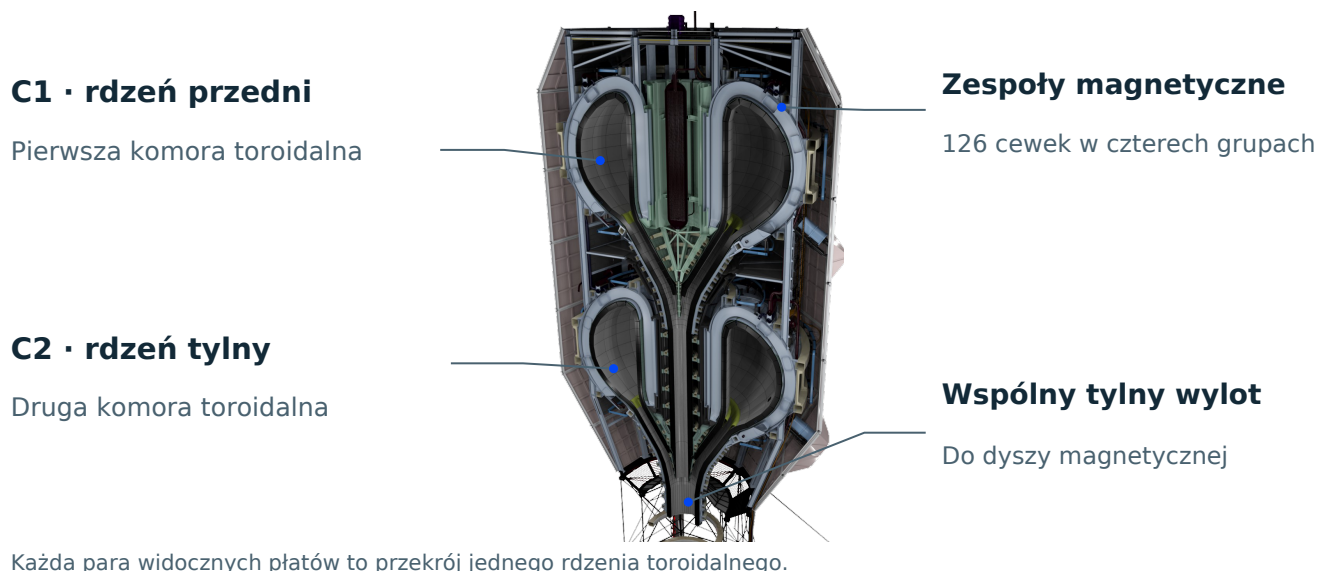
Przyspieszenie własne 1 g, mierzone na pokładzie, jest równe standardowemu przyspieszeniu ziemskiemu. Reorientacja przypada w dniu 644. Efekty relatywistyczne powodują różny upływ czasu na pokładzie i w ziemskim układzie odniesienia; oba zegary działają prawidłowo.

MADS zapewnia ochronę podczas przyspieszania. Kontrolowane przekazanie ochrony wymaga odpowiedniego pokrycia podczas reorientacji; potem MADS pozostaje wyłączony, a statek chroni strumień wylotowy skierowany przed niego. Szczegóły przekazania ochrony i granice jej skuteczności są nieujawnione.

Oś pozioma: czas w ziemskim układzie odniesienia. Pominięto reorientację i lokalne manewry przybycia.

Wnętrze reaktora dwurdzeniowego

Dwurdzeniowy reaktor fuzyjny z magnetycznym uwięzieniem plazmy, wspomagany antyprotonami (DCMCAAFR)



Uwięzienie i kontrolowane wyprowadzanie plazmy

Dwie komory toroidalne leżą kolejno wzdłuż osi statku. Nadprzewodzące zespoły magnetyczne utrzymują i kształtują plazmę — zjonizowany gaz. Pola wyprowadzające kierują oba strumienie do wspólnego tylnego kanału przejściowego i dyszy magnetycznej. Ukierunkowany wypływ wytwarza ciąg o przeciwnym zwrocie.

Fuzja ze wspomaganie antyprotonowym

Reaktor otrzymuje materiał zasilający proton-bor-11 i dozowane antyprotony. Szczegółowy łańcuch reakcji, uzyski energetyczne i procesy konwersji są nieujawnione. Osiągi określają efektywne parametry napędu i zapasy reagentów. Naładowaną plazmą sterują pola magnetyczne. Promieniowanie fotonowe i cząstki wtórne wymagają osłon i odprowadzania ciepła.

Sterowanie i izolacja usterek

Każdy rdzeń ma własne układy uwięzienia, wtrysku, diagnostyki i zabezpieczeń. AURAI wybiera tryb pracy; lokalne sterowniki regulują pola, zasilanie i plazmę. Każdy z rdzeni może pracować ciągle przy łącznym zapotrzebowaniu do 187,5 MW, jeśli nie są przekroczone limity wymaganych podsystemów. Zabezpieczone urządzenia zachowują niezbędne chłodzenie i uwięzienie materii.

375 MW

moc znamionowa zespołu reaktora

100 kW

łączna moc znamionowa modułów TEG

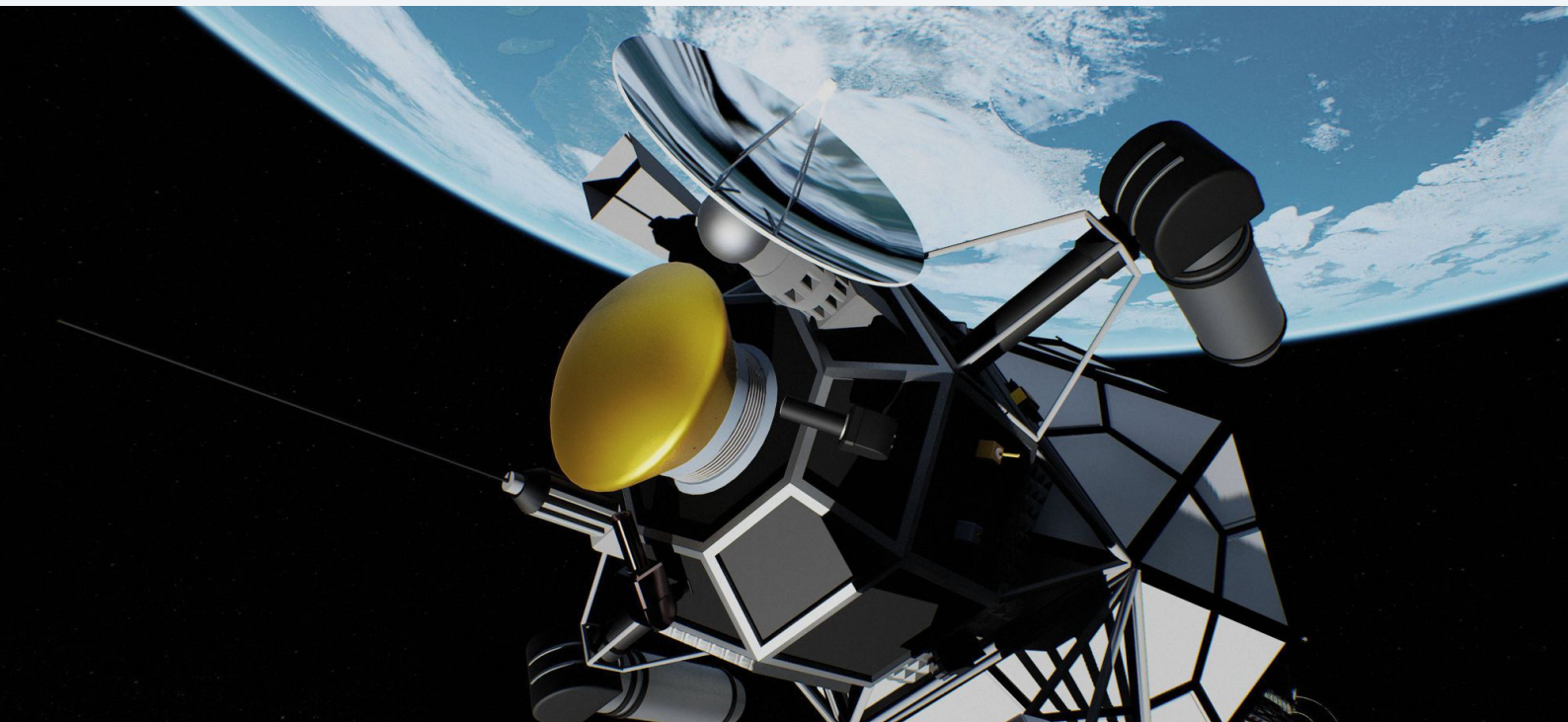
6 MW

referencyjna moc emisji przy 1 300 K

Generatory termoelektryczne przetwarzają odzyskane ciepło na energię elektryczną; radiatory odprowadzają ciepło odpadowe. Moc reaktora i moc strumienia wylotowego to odrębne wielkości. Szczegółowe bilanse energetyczne i cieplne oraz uwięzienie antyprotonów są nieujawnione.

Z orbity do atmosfery

Statek macierzysty bada rozległe obszary planety. Atmos uzupełnia te obserwacje bezpośrednimi pomiarami wzdłuż jednej trajektorii zniżania.



ZESPÓŁ PRZEDNI

Atmos to złota kapsuła wejścia atmosferycznego z przodu statku.

Wizualizacja statku nad Ziemią.

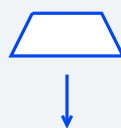


Obserwacje orbitalne

Nominalna wysokość 200 km

Niemal kołowa orbita polarna umożliwia szerokie mapowanie. Ruch orbitalny to ciągły swobodny spadek wokół planety. Osiągnięta orbita wynika z lokalnych pomiarów grawitacji i geometrii.

Obrazy i mapy termiczne ukazują struktury i rozkład temperatur. Spektroskopia rozpoznaje substancje chemiczne na podstawie ich widm; dalmierz laserowy mierzy odległość.



Zniżanie sondy Atmos

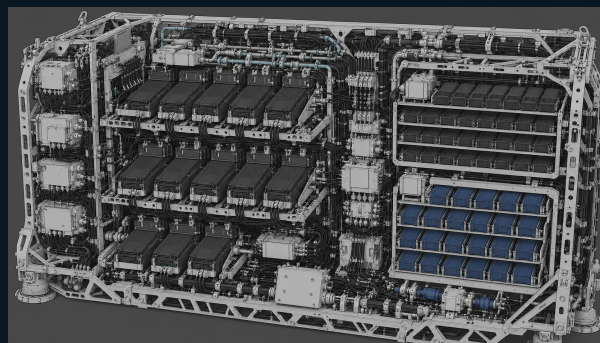
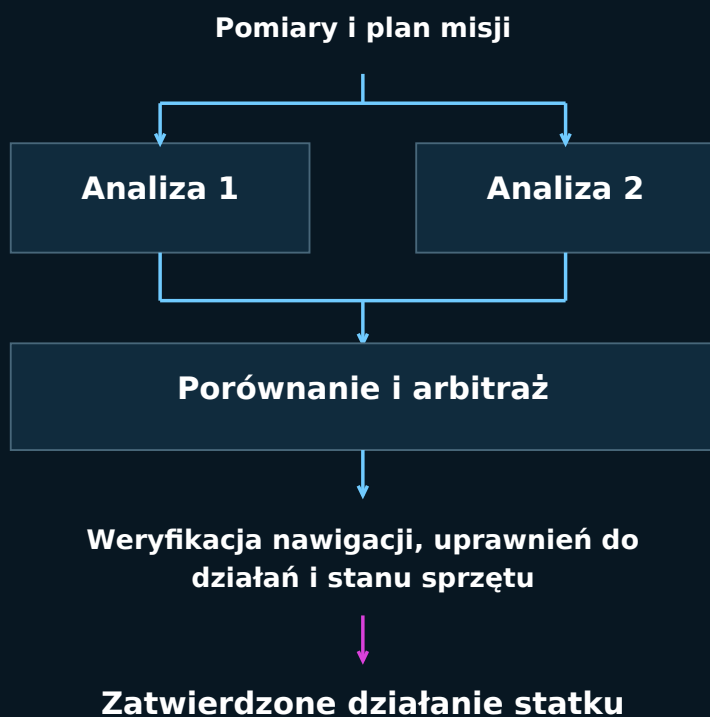
Odłączana sonda o masie 50 kg

Atmos mierzy ciśnienie i temperaturę oraz bada gazy i cząstki. Osłona ablacyjna odprowadza ciepło przez ubytek materiału. Akumulatory zasilają aparaturę; łącze radiowe przesyła dane do ACEP.

Odłączenie wymaga odpowiednich warunków atmosferycznych i wejścia. Atmos nie ma spadochronu ani systemu lądowania lub odzysku; wynikiem badań są dane odebrane i zachowane na pokładzie ACEP.

AURAI i decyzje pokładowe

Autonomiczna zunifikowana redundantna inteligencja analityczna integruje dane misji, przewiduje wyniki działań i wykrywa rozwijające się usterki.



Zespół obliczeniowy AURAI

INFRASTRUKTURA OBLICZENIOWA

3

CPU

10

GPU

32

dyski SSD

20

modułów archiwum

Dwie logiczne instancje analityczne porównują oceny. Współdzielą część sprzętu i danych; zgodność nie wyklucza wspólnego błędu. Rozbieżność wstrzymuje działanie lub uruchamia określoną bezpieczną reakcję. Przy jednej sprawnej instancji zapisane sekwencje misji są wykonywane w zatwierdzonych granicach; kluczowe decyzje nie są samodzielnie zmieniane.

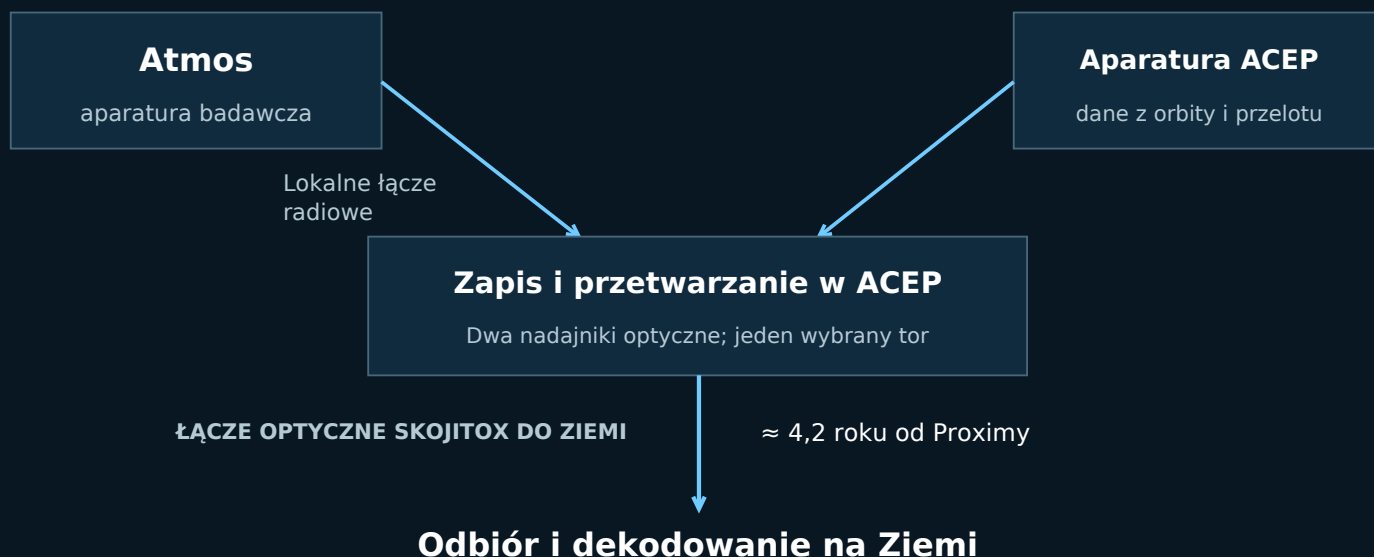
2 zespoły główne + 1 pomocniczy • 4 zasilacze
1 kontroler SSD • 1 kontroler archiwum holograficznego

CPU realizują obliczenia ogólne; GPU — równoległe. Dyski SSD zapewniają pamięć półprzewodnikową, a moduły holograficzne — długoterminową archiwizację.

Chroniona funkcja integracji danych nawigacyjnych w AURAI łączy pomiary inercyjne, optyczne i zweryfikowane pomiary pulsarów w zakresie rentgenowskim. Układ naprowadzania, nawigacji i sterowania wykorzystuje zatwierdzony stan do kierowania statkiem. Pulsary to wirujące gwiazdy neutronowe widoczne jako źródła regularnych impulsów.

Ze statku na Ziemię

Lokalne łącze radiowe, pamięć pokładowa i optyczne łącze do Ziemi zapewniają zapis i przesyłanie danych naukowych misji.



Łącze międzygwiazdne jest wyłącznie nadawcze: brak toru komend i potwierdzeń z Ziemi do statku. Pozyskanie, transmisja i odbiór danych mają różne znaczniki czasu. Samo nadanie nie potwierdza dostarczenia.



Centrum Kontroli Misji

ACEP Advanced Telemetry

ACEP to statek kosmiczny. ACEP Advanced Telemetry to interfejs monitorowania misji, który przedstawia stan nawigacji, napędu, zasilania, łączności i badań z perspektywy statku.

Odświeżanie interfejsu na żywo nie usuwa międzygwiazdowego opóźnienia sygnału.

KAŻDĄ WARTOŚĆ ODCZYTUJ W KONTEKŚCIE

Źródło i status / Czas zdarzenia i układ odniesienia / Jednostki i niepewność
Rozróżniaj wartości zmierzone, odtworzone, przewidywane i niedostępne.