



Akceptuję

SEKRETARZ STANU
W MINISTERSTWIE OBRONY NARODOWEJ

Cezary TOMCZYK

03 PAZ 2025

Mikroglob

Raport z Przeglądu Definicji Misji

1 / 1

Wersja/Revision

30.04.2025

Data publikacji

DYREKTOR
DEPARTAMENTU INNOWACJI

gen. bryg. Marcin GÓRKA



 **creotech**

SZEF
AGENCJI UZBROJENIA

gen. bryg. dr Artur KUPTEL

Tabela Informacyjna Dokumentu	
Pełna Nazwa Dokumentu	Raport z Przeglądu Definicji Misji
Lista dystrybucyjna	CTI RON Publiczny
Nr umowy	AU/135/V/2024
Status dokumentu	Publiczny
Nazwa pliku	MGB02-RP-CTI-PM-0203- Raport z Przeglądu Definicji Misji-V1.1
Wersja:	1
Rewizja:	1
Data:	30.04.2025



DZIENNIK ZMIAN				
Ver.Rev	Data	Zmodyfikowany przez	Zmieniona sekcja/paragraf	Opis
1.0	30.04.2025	JBO, NCZ	Całość	Pierwsze wydanie
1.1	30.04.2025	JBO, NCZ	Sekcja 2	Wyjaśnienie nazewnictwa raportów we wprowadzeniu.
			Sekcja 6.3	Nowa sekcja, dotycząca systemów wyniesienia.





Spis treści

1	Dokumenty stosowane i referencyjne	5
1.1	Obowiązujące dokumenty	5
1.2	Dokumenty referencyjne	9
1.3	Lista akronimów	9
2	Wprowadzenie	9
3	Zakres	10
4	Cel	10
5	Przegląd projektu	10
5.1	Podsumowanie statusu fazy	11
5.2	Organizacja i planowanie pracy	11
5.3	Podsumowanie oceny ryzyka	11
6	Status techniczny	12
6.1	Segment kosmiczny	12
6.1.1	Przegląd architektury	12
6.1.2	Wstępne wymagania i projekty podsystemów	12
6.1.3	Status definicji interfejsu	13
6.2	Segment naziemny	13
6.2.1	Architektura i koncepcja funkcjonalna	13
6.2.2	Definicja podsystemu i interfejsu	14
6.3	System wyniesienia	14
6.4	Inżynieria i integracja systemów	14
6.4.1	Identyfikowalność wymagań	14
6.4.2	Planowanie weryfikacji i walidacji	15
6.4.3	Koncepcja AIT	15
6.4.4	Podejście do planowania operacyjnego	15
7	Status zarządzania programem	15
7.1	Harmonogram i postępy w porównaniu z wartością bazową	15
7.2	Struktura podziału pracy i przegląd rezultatów	16
7.3	Zarządzanie konfiguracją i dokumentacja	16
7.4	Zarządzanie ryzykiem	16
8	Dostarczone i sprawdzone dokumenty	16
8.1	Dokumenty zaakceptowane na przeglądzie MDR	16
8.2	Dokumenty zaakceptowane na przeglądzie CVR	17
8.3	Dokumenty zaakceptowane na przeglądzie PRR	17
9	Wnioski	19



1 Dokumenty stosowane i referencyjne

Dokumenty mające zastosowanie i dokumenty referencyjne są wymienione w tabelach poniżej.

1.1 Obowiązujące dokumenty

Nie	Tytuł dokumentu	Identyfikator dokumentu	Ver.Rev
AD1.	Umowa MIKROGLOB02	AU/135/V/2024	20.12.2024
AD2.	Umowa MIKROGLOB01	132/V206/ZW/ZOT/USŁ/SS/2022/341	24.05.2023
AD3.	MGB01-L-M-D-000_02-ES-M2	Executive Summary M2	2.0
AD4.	MGB01-L-M-D-109_01-MDRORP	MDR Organization Review Procedure	1.0
AD5.	MGB01-L-Q-D-111_01-GAD	Glossary_of_abbreviations_and_definitions	4.0
AD6.	MGB01-L-M-D-208_01-CVRORP	CVR Organization Review Procedure	1.0
AD7.	MGB01-L-M-D-000_04-ES-M4	Executive Summary M4	3.0
AD8.	MGB01-L-M-D-000_02-M6	Executive Summary phase A2 M6	1.0
AD9.	MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Mission Description Document	1.0
AD10.	MGB01-L-M-D-321_01	PRR RID Summary	1.0
AD11.	MGB01-L-M-D-321_01	PRR RID Summary	1.0
AD12.	MGB01-L-M-D-110_01	MDR RID Summary	1.0
AD13.	MGB01-L-M-D-315_01-FR	Final Report	V1.0
AD14.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Annex 1 to Mission description document	1.0
AD15.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Annex 2 to Mission description document	1.0
AD16.	Załącznik 3 do MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Annex 3 to Mission description document	1.0
AD17.	MGB01-L-E-D-101_02-RJ	Requirements justification file	1.0
AD18.	MGB01-L-E-D-101_03-SEP	System engineering plan (phase 0)	1.0
AD19.	MGB01-L-E-D-101_04-TRSL	Technology Readiness Status List (phase 0)	1.0



AD20.	MGB01-L-M-D-102_01-SCH	Schedule (phase 0)	1.0
AD21.	MGB01-L-M-D-102_02-CER	Cost estimate report (phase 0)	1.0
AD22.	MGB01-L-E-D-103_01-SysCon	System concept report (phase 0)	1.0
AD23.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-103_01-SysCon	Appendix 1 to System concept report	1.0
AD24.	MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Trade off reports	1.0
AD25.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Annex 1 to Trade off reports Constellation design trade off report	1.0
AD26.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Annex 2 to Trade off reports Optical payload trade off report	1.0
AD27.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO-	Appendix 1 to Trade off reports Constellation design trade off report	1.0
AD28.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Appendix 2 to Trade off reports Optical payload trade off report	1.0
AD29.	MGB01-L-E-D-104_01-SDMP	Space debris mitigation plan	1.0
AD30.	MGB01-L-E-D-105_01-ConOps	Concept of Operations (preliminary)	1.0
AD31.	MGB01-L-E-D-106_01-MRS	Mission Requirements Specification	1.0
AD32.	MGB01-L-M-D-107_01-RR	Risk Register	1.0
AD33.	MGB01-L-E-D-207_01-MDD	Mission Description Document	2.1
AD34.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Annex 1 to Mission description document	1.0
AD35.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Annex 2 to Mission description document	1.0
AD36.	Załącznik 3 do MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Annex 3 to Mission description document	1.0
AD37.	MGB01-L-E-D-101_02-RJ	Requirements justification file	1.0
AD38.	MGB01-L-E-D-207_02-SEP	System engineering plan (phase A1 update)	2.1



AD39.	MGB01-L-E-D-101_04-TRSL	Technology Readiness Status List (phase 0)	1.0
AD40.	MGB01-L-M-D-102_01-SCH	Schedule (phase 0)	1.0
AD41.	MGB01-L-M-D-102_02-CER	Cost estimate report (phase 0)	1.0
AD42.	MGB01-L-E-D-207_04-SysCon	System concept report (phase A1 update)	2.1
AD43.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-103_01-SysCon	Appendix 1 to System concept report	1.0
AD44.	MGB01-L-E-D-207_05-TRO	Trade off reports (phase A1 update)	2.1
AD45.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Annex 1 to Trade off reports Constellation design trade off report	1.0
AD46.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Annex 2 to Trade off reports Optical payload trade off report	2.1
AD47.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Appendix 1 to Trade off reports Constellation design trade off report	1.0
AD48.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Appendix 2 to Trade off reports Optical payload trade off report	2.1
AD49.	MGB01-L-E-D-104_01-SDMP	Space debris mitigation plan	1.0
AD50.	MGB01-L-E-D-207_06-ConOps	Concept of Operations (phase A1 update)	2.1
AD51.	MGB01-L-E-D-106_01-MRS	Mission Requirements Specification	1.0
AD52.	MGB01-L-M-D-107_01-RR	Risk Register	1.0
AD53.	MGB01-L-E-D-206_01-GA	GAP analysis report	1.0
AD54.	MGB01-L-M-D-207_03-PMP	Project Management Plan	1.0
AD55.	MGB01-L-M-D-311_03-RMPD	Risk management policy document	1.0
AD56.	MGB01-L-M-D-311_04-RMP	Risk management plan	1.0
AD57.	MGB01-L-E-D-106_01-MRS	Mission_Requirements_Specification	V4.0
AD58.	MGB01-L-E-D-308_01-SEP	System engineering plan (detailed update A phase)	V4.0
AD59.	MGB01-L-E-D-308_02-TP	Technology plan	V1.0



AD60.	MGB01-L-E-D-308_03-IRD	Interface requirements document	V1.0
AD61.	MGB01-L-E-D-308_04-DD	Design definition title	V1.0
AD62.	MGB01-L-E-D-308_05-FT	Function tree	V1.0
AD63.	MGB01-L-E-D-308_06-ST	Specification tree	V1.0
AD64.	MGB01-L-E-D-308_07-TB	Technical budget	V1.0
AD65.	MGB01-L-E-D-308_08-PTRS	Preliminary technical requirements specifications for next lower level	V1.0
AD66.	MGB01-L-E-D-308_09-RTM	Requirements traceability matrix w.r.t. next lower level	V1.0
AD67.	MGB01-L-E-D-308_10-DJ	Design justification file	V1.0
AD68.	MGB01-L-E-D-308_11-TM	Technology matrix	V1.0
AD69.	MGB01-L-E-D-308_12-ConOps-	Concept of Operations (phase A update)	V4.0
AD70.	MGB01-L-E-D-309_05-CSD	Coordinate system document	V1.0
AD71.	MGB01-L-E-D-312_01-VP	Verification plan	V1.0
AD72.	MGB01-L-E-D-312_02-VCD	Verification control document	V1.0
AD73.	MGB01-L-E-D-313_01-GAP	Gap analysis report (updated)	V2.0
AD74.	MGB01-L-E-D-314_02-AR	Analysis report	V1.0
AD75.	MGB01-L-M-D-314_03-DNSH-	DNSH Analysis	V1.0
AD76.	MGB01-L-E-D-316_01-SRS	System Requirements Specification	V1.0
AD77.	MGB01-L-E-D-317_01-SSRS	Space Segment Requirements Specification	V1.0
AD78.	MGB01-L-E-D-318_01-GSRS	round Segment Requirements Specification	V1.0
AD79.	MGB01-L-E-D-319_01-USEROPP RS	User Operational Requirements Specification	V1.0
AD80.	MGB01-L-E-D-320_01-VALP	Validation Plan	V1.0
AD81.	MGB01-L-M-D-309_01-PMP	Project management plan	V2.0
AD82.	MGB01-L-M-D-309_02-PT	Product tree	V1.0
AD83.	MGB01-L-M-D-309_03-WBS	Work breakdown structure	V1.0
AD84.	MGB01-L-M-D-309_06-CMP	Configuration management plan_	V1.0



AD85.	MGB01-L-M-D-310_01-SCH	Schedule (phase A update)	V3.0
AD86.	MGB01-L-M-D-310_02-CER	Cost estimate report (phase A update)	V3.0
AD87.	MGB01-L-M-D-311_03-RMPD	Risk management policy document	V2.0
AD88.	MGB01-L-M-D-311_04-RMP	Risk management plan	V2.0
AD89.	MGB01-L-M-D-311_05-RAR	Risk assessment report	V1.0
AD90.	MGB01-L-M-D-311_06-RR	Risk Register	V2.0
AD91.	MGB01-L-Q-D-309_07-PAP	Product Assurance Plan (preliminary)	V1.0
AD92.	Załącznik 1 do MGB01-L-E-D-308_09- RTM	Requirements traceability matrix	V1.0
AD93.	Załącznik 2 do MGB01-L-E-D-308_09-RTM	Requirements traceability matrix w.r.t. next lower level	V1.0
AD94.	MGB01-L-E-D-322_01-OE	Orbital_Elements	V1.0
AD95.	MGB01-L-M-D-309_01-PMP- Appendix	List_of_Tailor_Document Appendix to Project management plan	1.1

1.2 Dokumenty referencyjne

Nie	Tytuł dokumentu	Identyfikator dokumentu	
RD1.	Planowanie i wdrażanie projektów	ECSS-M-ST-10C	Ad.1

1.3 Lista akronimów

Lista akronimów znajduje się w dokumencie AD5

2 Wprowadzenie

Niniejszy dokument został opracowany zgodnie z Umową nr AU/132/V-206/ZW/ZOT/USŁ/SS/2022/341 z dnia 24 maja 2023 r. (AD2). Sporządzono go w ramach realizacji zadań wynikających z Instrumentu na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF) oraz Krajowego Planu Odbudowy i Zwiększania Odporności (KPO).

Projekt MIKROGLOB jest realizowany w ramach Inwestycji A2.6.1 – „Rozbudowa krajowego systemu serwisów monitoringowych, produktów, narzędzi analitycznych i towarzyszącej infrastruktury wykorzystujących dane satelitarne”.

Niniejszy raport stanowi jedno z trzech sprawozdań (przegląd definicji misji, wstępny przegląd wymagań, krytyczny przegląd projektu) wskazanych w oficjalnej tabeli monitorującej KPO jako wskaźniki jakościowe dla kamienia milowego A9L.

Prace projektowe w ramach kamienia milowego A9L zostały podzielone zgodnie z metodyką ECSS na trzy etapy:



- Fazę O/A (tzw. studium wykonalności misji),
- Fazę B (wczesną definicję misji),
- Fazę C (szczegółową definicję misji).

Na potrzeby opracowania sprawozdań będących wskaźnikami jakościowymi kamienia milowego, stosując nazwy raportów podane w opisie dokumentacji KPO, zastosowane zostanie poniższe przyporządkowanie fazy do raportu:

- Faza O/A – Raport z Przeglądu Definicji Misji,
- Faza B – Raport z Wstępnego Przeglądu Wymagań,
- Faza C – Raport z Krytycznego Przeglądu Projektu.

Niniejszy dokument, Przegląd Definicji Misji, stanowi publiczne podsumowanie wyników Fazy O/A i towarzyszy obowiązkom sprawozdawczym Zamawiającego wobec instytucji polskich i unijnych.

Ze względu na przyrostowy charakter realizacji projektu, poniższe opracowanie odwołuje się do jednego lub większej liczby dokumentów źródłowych na raz. Odwołania do kilku dokumentów są zastosowane w szczególności tam gdzie zamawiający wyspecyfikował dostawy dokumentów w formie przyrostowej.

3 Zakres

Dokument obejmuje pełny zakres działań podjętych w fazie O i A projektu MIKROGLOB. Przeprowadzone prace doprowadziły do:

- definicji wysokopoziomowych celów misji i potrzeb użytkowników (AD3AD8
- konsolidacji wymagań na poziomie systemu (AD31AD76)
- opracowanie spójnej koncepcji misji i opcji architektonicznych (AD9AD42),
- zakończenie analiz wariantów i identyfikacja optymalnych rozwiązań (AD24AD44),
- opracowanie kluczowych dokumentów dotyczących planowania, zarządzania i ryzyka (AD54AD81AD87),
- ustanowienie technicznych i programowych podstaw dla następnego etapu (AD80AD83).

Raport odzwierciedla wkład Wykonawcy i uczestniczących podmiotów oraz dokumentuje formalny status przedstawiony podczas przeglądów MDR (AD12), CVR (AD6) i PRR (AD10).

4 Cel

Celem niniejszego dokumentu jest przedstawienie zwięzłego i uporządkowanego podsumowania wyników Fazy O/A, wykazującego gotowość techniczną projektu MIKROGLOB do przejścia do Fazy B.

Wspiera on uzasadnienie dalszego finansowania w ramach KPO i stanowi punkt odniesienia dla oceny zgodności projektu z celami mechanizmu RRF.

Ponadto raport ułatwia Wykonawcy wywiązywanie się z umownych obowiązków sprawozdawczych, określonych w §2 ust. 13 Umowy (AD1), w tym przekazywanie wymaganych informacji technicznych.

5 Przegląd projektu

Projekt MIKROGLOB to krajowa inicjatywa satelitarna mająca na celu zapewnienie strategicznych możliwości obserwacji Ziemi przy użyciu konstelacji mikrosatelitów. Faza O/A stanowiła podstawę dla projektu poprzez

**creotech**

identyfikację wymagań, identyfikując wymagania użytkowników (AD79), definiując cele systemu (AD31) oraz określając architekturę techniczną i programową (AD42AD76).

Działania w tej fazie obejmowały szeroko zakrojoną analizę misji, definicję funkcjonalności systemu oraz wstępne prace projektowe skoncentrowane na segmencie kosmicznym i naziemnym. Wyniki zostały zatwierdzone w trzech kolejnych etapach przeglądu: Mission Definition Review (MDR,AD12), Concept Verification Review (CVR,AD6) i Preliminary Requirements Review (PRR,AD10).

Na tym etapie wiele iteracji kluczowych dokumentów - takich jak Dokument Opisu Misji (AD9AD33), Plan Inżynierii Systemu (AD18AD58), Raport Koncepcji Systemu (AD22AD42) i Rejestr Ryzyk (AD32AD90) - pomogły osiągnąć odpowiednie przygotowanie na poziomie systemu i przygotować się do fazy szczegółowego projektowania.

Projekt został opracowany zgodnie ze standardami ECSS (RD1), zapewniając aktywne zaangażowanie interesariuszy i przestrzegając najlepszych praktyk w zakresie zarządzania ryzykiem i konfiguracją. Podstawy te umożliwiają pewne przejście do fazy B, w której szczegółowy rozwój podsystemów i definicje interfejsów będą kontynuowane w oparciu o zatwierdzony scenariusz bazowy.

5.1 Podsumowanie statusu fazy

Faza O/A projektu MIKROGLOB rozpoczęła się w celu zdefiniowania i walidacji koncepcji misji. Została ona podzielona na dwie główne podfazy:

- Faza O koncentrowała się na identyfikacji potrzeb użytkowników, określeniu celów misji i wstępnych badaniach koncepcyjnych (AD3)
- Faza A koncentrowała się na konsolidacji wymagań, doprecyzowanie architektury systemu i przygotowaniach do fazy szczegółowej definicji (AD42AD76).

Wszystkie zaplanowane kamienie milowe (MDR, CVR, PRR) zostały pomyślnie ukończone i zakończone przyjęciem przedłożonych pakietów dokumentacji (AD12AD6AD10). Prace przebiegały zgodnie z harmonogramem (AD20,AD85) i nie zaobserwowano żadnych poważnych opóźnień ani odchyleń.

Formalne zakończenie Fazy O/A nastąpiło wraz z pomyślnym PRR, potwierdzającym gotowość projektu do przejścia do Fazy B.

5.2 Organizacja i planowanie pracy

Faza O/A została przeprowadzona w oparciu o ustrukturyzowany plan prac dostosowany do standardów zarządzania projektami ECSS (RD1). Działania zostały pogrupowane w określone pakiety robocze obejmujące definicję misji, inżynierię systemu, ocenę technologii i planowanie programowe (AD83).

Realizacja prac przebiegała zgodnie ze Strukturą Podziału Pracy (WBS, AD83), zgodnie z podejściem przedstawionym w Planie Zarządzania Projektem (AD54AD81). Podział zadań między uczestniczącymi zespołami został jasno określony, a obowiązki przypisane do każdego produktu.

Regularne spotkania koordynacyjne, przeglądy dokumentacji i kontrola konfiguracji zapewniały terminowe postępy i zgodność z celami technicznymi i umownymi. Działania planistyczne obejmowały przygotowanie wstępnego harmonogramu (AD20AD85), szacunków kosztów (AD21AD86) oraz alokacji zasobów dla kolejnych faz.

5.3 Podsumowanie oceny ryzyka

Identyfikację i ocenę ryzyka w fazie O/A przeprowadzono zgodnie z planem zarządzania ryzykiem (AD88) i wytycznymi ECSS (RD1). Rejestr ryzyk (AD90) udokumentował ponad 20 ryzyk technicznych, programowych i operacyjnych, w tym zależność od uruchomienia, dojrzałość projektu, wyzwania związane z uruchomieniem i ograniczenia związane z dostawcami.





Każde ryzyko zostało ocenione pod kątem prawdopodobieństwa i wpływu przed i po ograniczeniu. Większość zidentyfikowanych zagrożeń została zredukowana do akceptowalnych poziomów dzięki działaniom zapobiegawczym, takim jak wczesne zdefiniowanie interfejsu, planowanie elastyczności rakiety nośnej, zaangażowanie dostawców i przygotowanie do uruchomienia.

Do końca fazy nie pozostało żadne krytyczne ryzyko. Ostateczny stan ryzyka pozwala na pewne przejście do fazy B.

6 Status techniczny

6.1 Segment kosmiczny

Segment kosmiczny systemu MIKROGLOB nie został opracowany w oparciu o jedno preferowane rozwiązanie w fazie O/A. Zamiast tego faza ta skupiła się na ocenie wykonalności wielu scenariuszy wdrożeniowych opartych na różnych konfiguracjach platform satelitarnych, typów ładunków użytecznych i ekosystemów dostawców (AD42AD44).

Każda opcja została opracowana na tym samym poziomie szczegółowości i udokumentowana w raportach Trade-off (AD44), raporcie koncepcji systemu (AD42) oraz specyfikacji wymagań segmentu kosmicznego (AD77). Obejmowały one założenia, budżety, ryzyko i oceny gotowości technologii.

Zamiast wybierać jedną ścieżkę rozwoju, wyniki zapewniły ustrukturyzowaną podstawę do podejmowania decyzji w przyszłości. Celem było zachowanie elastyczności i wsparcie Zamawiającego w procesie przetargowym, który miał zostać przeprowadzony przed rozpoczęciem Fazy B.

6.1.1 Przegląd architektury

Wszystkie cztery oceniane konfiguracje segmentu kosmicznego mają wspólny zestaw wysokopoziomowych zasad architektonicznych wywodzących się z wymagań na poziomie systemu (AD76) i zatwierdzonych za pomocą metodologii inżynierii systemu zdefiniowanej w Planie Inżynierii Systemu (AD58). Obejmują one:

- Konfiguracja orbitalna LEO zgodna z pożądaną częstotliwością obserwacji i widocznością segmentu naziemnego;
- Modułowa architektura magistrali umożliwiająca dostosowanie do różnych klas ładunku i dostawców;
- TT&C w paśmie S i łącza danych w paśmie X jako podstawowe interfejsy komunikacyjne;
- Kompatybilne interfejsy mechaniczne i elektryczne do integracji ładunku z wielu źródeł;
- Koncepcje przetwarzania pokładowego i autonomii misji oparte na zidentyfikowanych potrzebach użytkowników (AD79AD69)

Elastyczność i skalowalność koncepcji architektonicznych umożliwia dostosowanie do zmieniających się strategii zamówień i przyszłej ewolucji konstelacji. Szczegółowe podziały i założenia na poziomie podsystemów zostały ujęte w dokumencie definicji projektu (AD61).

6.1.2 Wstępne wymagania i projekty podsystemów

W fazie O/A opracowano wstępne definicje kluczowych podsystemów w oparciu o opcje architektury systemu opracowane w raporcie dotyczącym koncepcji systemu (AD42) i raportach dotyczących Trade-off (AD44). Wymagania zostały zdefiniowane na wysokim poziomie, odzwierciedlając podobieństwa między rozważanymi scenariuszami wdrożenia. Uwzględniono następujące obszary:

- System kontroli wysokości i orbity (AOCS): podstawowa koncepcja przewiduje połączenie kół reakcyjnych, trackerów i magnetowidów, wspierających zwinne wskazywanie i precyzyjne georeferencje;



- Podsystem zasilania elektrycznego (EPS): wstępne budżety uwzględniały rozmiar paneli słonecznych i autonomię baterii dla różnych wymagań dotyczących mocy ładunku;
- Command and Data Handling (C&DH): ogólna architektura awioniki oparta na modułowym komputerze pokładowym i konstrukcji odpornej na uszkodzenia;
- Podsystem komunikacji: proponowana architektura obejmuje dwuzakresową telemetrię (pasmo S) i szybkie łącze danych (pasmo X) z obsługą kompatybilności segmentu naziemnego;
- Interfejs ładunku i projekt strukturalny: sprawdzono wiele konfiguracji w celu obsługi zarówno krajowych, jak i zagranicznych ładunków optycznych, z uwzględnieniem marginesów interfejsu dla ograniczeń mechanicznych i termicznych.

Te wstępne definicje podsystemów zostały zebrane w Specyfikacji Wymagań Segmentu Kosmicznego (AD77), Dokumencie Definicji Projektu (AD61) i Planie Technologicznym (AD59), kładąc podwaliny pod przyszłe szczegółowe działania projektowe i zaopatrzeniowe.

6.1.3 Status definicji interfejsu

W fazie 0/A rozpoczęto definiowanie interfejsów na poziomie systemu i segmentu w celu wsparcia badań architektonicznych i oceny Trade-offów. Chociaż na tym etapie nie oczekiwano pełnej dokumentacji kontroli interfejsów, ustalono kilka kluczowych założeń i warunków brzegowych (AD60AD77).

W przypadku segmentu kosmicznego uwzględniono kwestie interfejsu:

- Interfejsy między ładunkiem a platformą: łącza mechaniczne, elektryczne i danych zostały określone w sposób ogólny, aby uwzględnić zarówno krajowe, jak i zagraniczne opcje ładunku optycznego. Ograniczenia obwiedni, limity mocy i obciążenia termicznego oraz zapotrzebowanie na przepustowość danych zostały opracowane na podstawie wyników Trade-offów (AD44AD59).
- Wewnętrzne interfejsy platformy: dane awioniki i podsystemów zostały wstępnie zdefiniowane przy użyciu modułowych i odpornych na uszkodzenia koncepcji odpowiednich dla różnych konfiguracji (AD61)
- Interfejsy kosmos-ziemia: Podstawowe założenia komunikacyjne obejmowały pasmo S dla TT&C i pasmo X dla danych ładunku, dostosowane do przyszłych możliwości stacji naziemnej (AD69AD78)

Chociaż nie dostarczono szczegółowych ICD - wstępny dokument wymagań dotyczących interfejsu (IRD,AD60) i powiązane założenia zostały zatwierdzone podczas przeglądu PRR.

6.2 Segment naziemny

Segment naziemny systemu MIKROGLOB został koncepcyjnie opracowany podczas fazy 0/A w celu zapewnienia kompatybilności z wieloma konfiguracjami segmentu kosmicznego oraz zapewnienia solidnych możliwości operacyjnych i zarządzania danymi. Podejście architektoniczne odzwierciedlało cel misji, jakim było dostarczenie terminowych, bezpiecznych i przyjaznych dla użytkownika usług obserwacji Ziemi (AD42AD50AD78).

6.2.1 Architektura i koncepcja funkcjonalna

Podstawowa architektura segmentu naziemnego obejmuje następujące elementy funkcjonalne:

- Flight Operations Segment (FOS): odpowiedzialny za dowodzenie i kontrolę satelity, odbiór telemetrii i monitorowanie stanu platformy;
- Payload Data Ground Segment (PDGS): obsługa odbioru surowych danych, przetwarzanie, archiwizacja i rozpowszechnianie produktów obserwacji Ziemi;
- Segment dostępu użytkownika (UAS): wspierający planowanie misji, interfejsy zadań użytkownika, dostęp do katalogu danych i zamawianie produktów.



creotech



System został zaprojektowany tak, aby był skalowalny i dostosowywał się do różnych konfiguracji misji, z modułową strukturą umożliwiającą integrację krajowych i/lub komercyjnych dostawców infrastruktury naziemnej. Założono, że sieci stacji naziemnych będą obejmować zarówno zasoby krajowe, jak i potencjalne międzynarodowe lokalizacje zapasowe.

Koncepcja operacyjna została opracowana w zaktualizowanej Koncepcji Operacji (AD50) i odzwierciedlona w Raporcie Koncepcji Systemu (AD42). Dokumenty te nakreśliły ramy czasowe usług, wymagania dotyczące opóźnień oraz interfejsy między elementami segmentu naziemnego a segmentem kosmicznym.

6.2.2 Definicja podsystemu i interfejsu

Wstępne definicje głównych podsystemów segmentu naziemnego zostały zawarte w specyfikacji wymagań segmentu naziemnego (AD78). Chociaż szczegółowe projekty na poziomie komponentów nie były wymagane w fazie O/A, zdefiniowano wysokopoziomowe funkcje, przepływy danych i parametry wydajności.

Założenia dotyczące interfejsu:

- łącze FOS-statek kosmiczny: wykorzystanie pasma S do TT&C z bezpiecznymi protokołami uplink/downlink;
- łącze odbiorcze PDGS: oparte na kompatybilności pasma X z przewidywanymi szybkościami transmisji danych;
- Integracja z UAS: wsparcie dla internetowego dostępu użytkowników, zapytań katalogowych i planowania;

Interfejsy wewnętrzne: interfejsy logiczne i interfejsy danych między podsystemami naziemnymi zostały nakreślone przy użyciu standardowych protokołów (np. CCSDS, standardy OGC, w stosownych przypadkach).

Podjęto również wstępne rozważania dotyczące bezpieczeństwa systemu, redundancji i autonomii operacyjnej, z myślą o wsparciu zarówno operacji nominalnych, jak i awaryjnych.

6.3 System wyniesienia

W ramach prac projektowych przeprowadzono rozeznanie rynku i zidentyfikowano szereg dostawców wyniesienia na orbitę, w tym przynajmniej dwóch kompatybilnych ze zidentyfikowanymi wcześniej konfiguracjami segmentu kosmicznego oraz z wymaganiami użytkownika końcowego, potwierdzając możliwość wyniesienia planowanej konstelacji satelitarnej na orbitę w terminach zgodnych z KPO.

6.4 Inżynieria i integracja systemów

Faza O/A projektu MIKROGLOB ustanowiła ramy inżynieryjne na poziomie systemu i zasady integracji, tworząc podstawy dla fazy B. Działania były prowadzone zgodnie z Planem Inżynierii Systemu (AD58), dostosowanym do ECSS-E-ST-10C (RD1) i miały na celu zapewnienie identyfikowalności, spójności i dojrzałości technicznej w całym systemie.

6.4.1 Identyfikowalność wymagań

Kompletna matryca identyfikowalności wymagań (RTM) została opracowana i udokumentowana w AD66 i dodatkach AD92 -AD93. Matryca ta łączy cele misji i wysokopoziomowe potrzeby użytkowników (AD31AD79) z wymaganiami systemowymi (AD76), a następnie ze wstępnymi wymaganiami dotyczącymi podsystemów i interfejsów (AD77AD78).

Struktura identyfikowalności zapewnia, że każde wymaganie pochodne jest uzasadnione i połączone ze źródłem, a każda potrzeba użytkownika jest reprezentowana w kategoriach technicznych.





6.4.2 Planowanie weryfikacji i walidacji

Wstępne planowanie weryfikacji i walidacji (V&V) zostało ukończone zgodnie z ECSS-E-ST-10-02 i jest udokumentowane w Planie Weryfikacji (AD71) i Dokumencie Kontroli Weryfikacji (AD72). Dokumenty te definiują podejście V&V, w tym:

- Metody weryfikacji (testy, analizy, inspekcje, przegląd projektu);
- Poziomy weryfikacji (system, podsystem, sprzęt);
- Przypisanie obowiązków weryfikacyjnych;
- Identyfikowalność V&V z wymaganiami.

Zainicjowano matrycę mapującą każdy wymóg do zamierzonej metody weryfikacji, która zostanie rozszerzona w fazie B.

6.4.3 Koncepcja AIT

Wstępna koncepcja montażu, integracji i testowania (AIT) została przedstawiona w dokumentach AD59 i AD61. Chociaż Faza O/A nie wymagała pełnego planu AIT, ustalono kluczowe zasady:

- Modułowa integracja platformy i ładunku w celu umożliwienia równoległego testowania strumieni;
- Znormalizowane interfejsy elektryczne i mechaniczne upraszczają procesy integracji;
- Definicja sekwencji integracji i etapów kampanii testowych (np. testy funkcjonalne, testy środowiskowe, kompleksowe symulacje misji).

Założenia AIT informowały o wymaganiach podsystemów i ograniczeniach interfejsów.

6.4.4 Podejście do planowania operacyjnego

Zasady planowania operacyjnego zostały zdefiniowane w Koncepcji Operacji (AD50AD69) i rozwinięte w Planie Inżynierii Systemu (AD58). Model operacyjny obejmuje:

- Wielofazowa strategia operacyjna (LEOP, uruchomienie, rutynowe, awaryjne);
- Funkcje autonomii pokładowej i logika zadań segmentu naziemnego;
- Harmonogramy dostarczania danych, monitorowania platformy i przydzielania ładunków;
- Definicje interfejsów między zespołami operacyjnymi a użytkownikami końcowymi.

Opracowano wstępne scenariusze planowania misji, usuwania awarii i konserwacji, aby zweryfikować wykonalność wielu opcji architektury.

7 Status zarządzania programem

7.1 Harmonogram i postępy w porównaniu z wartością bazową

Realizacja Fazy O/A przebiegała zgodnie z początkowym harmonogramem projektu, przedstawionym w dokumentach dotyczących harmonogramu (AD20AD85). Kluczowe kamienie milowe - w tym przegląd definicji misji (MDR), przegląd weryfikacji koncepcji (CVR) i wstępny przegląd wymagań (PRR) - zostały osiągnięte w zaplanowanych ramach czasowych.

Niewielkie korekty sekwencji działań zostały wprowadzone podczas Fazy A w celu uwzględnienia zaktualizowanych wniosków z Trade-offów (AD44), ale nie spowodowały one opóźnień na ścieżce krytycznej. Wykres Gantta projektu (AD85) odzwierciedla wszystkie osiągnięte kamienie milowe i stanowi punkt odniesienia dla planowania fazy B.



7.2 Struktura podziału pracy i przegląd rezultatów

Zaproponowana struktura podziału pracy (WBS, AD83) określiła hierarchiczną organizację działań projektowych w zakresie inżynierii systemowej, zarządzania ryzykiem, technologii i domen programowych. Struktura ta jest wspierana przez Drzewo Produktów (AD82) i będzie służyć jako podstawa do śledzenia rezultatów.

7.3 Zarządzanie konfiguracją i dokumentacja

Działania związane z zarządzaniem konfiguracją zostały wdrożone zgodnie z Planem Zarządzania Konfiguracją (AD84), zapewniając pełną kontrolę nad wersjami dokumentów, identyfikatorami i dziennikami zmian.

Wszystkie główne produkty podlegały kontroli konfiguracji, w tym dokumenty definiujące misję (AD9AD33), plany inżynieryjne (AD18AD58), linie bazowe wymagań (AD76) i analizy Trade-offów (AD44). W całym procesie zastosowano znormalizowany system numeracji dokumentów, ułatwiający identyfikowalność i audyty.

Wersje i przeglądy dokumentów były rejestrowane za pomocą podsumowań RID i procedur przeglądu (AD6AD12AD10). W fazie O/A nie zarejestrowano żadnych odstępstw konfiguracyjnych.

7.4 Zarządzanie ryzykiem

Procesy zarządzania ryzykiem były zgodne z dokumentem polityki zarządzania ryzykiem (AD87) i planem zarządzania ryzykiem (AD88). Rejestr Ryzyk (AD90) był prowadzony i regularnie aktualizowany podczas przeglądów technicznych.

W fazie O/A zidentyfikowano ponad 20 rodzajów ryzyka, obejmujących logistykę startową, niezawodność dostawców, dojrzałość technologiczną, definicję interfejsu i niepewność harmonogramu. Każde ryzyko zostało przeanalizowane pod kątem prawdopodobieństwa i wpływu przed i po wdrożeniu środków zaradczych oraz przypisano mu odpowiedzialnego właściciela.

Strategie łagodzące obejmowały identyfikację nadmiarowych dostawców, wczesne zamrożenie założeń projektowych i zdefiniowanie strategii rozwoju technologii (AD59). Elementy wysokiego ryzyka były systematycznie śledzone, a wszystkie otwarte ryzyka zostały obniżone do niskiego lub średniego poziomu przed przeglądem PRR.

Ustanowiona struktura zarządzania ryzykiem będzie kontynuowana w fazie B i później, przy użyciu zaktualizowanych progów i strategii ograniczania ryzyka w oparciu o nowe dane wejściowe podsystemu.

8 Dostarczone i sprawdzone dokumenty

8.1 Dokumenty zaakceptowane na przeglądzie MDR

Identyfikator dokumentu	Tytuł dokumentu	Rewizja
MGB01-L-M-D-000_02-ES-M2	Executive Summary M2	2.0
MGB01-L-E-D-101_01-MDD	Mission description document	2.0
MGB01-L-E-D-101_02-RJ	Requirements justification file	2.0
MGB01-L-E-D-101_03-SEP	System engineering plan (phase 0)	2.0



MGB01-L-E-D-101_04-TRSL	Technology Readiness Status List (phase 0)	2.0
MGB01-L-M-D-102_01-SCH	Schedule (phase 0)	2.0
MGB01-L-M-D-102_02-CER	Cost estimate report (phase 0)	2.0
MGB01-L-E-D-103_01	System concept report (phase 0)	2.0
MGB01-L-E-D-103_02-TRO	Trade off reports	2.0
MGB01-L-E-D-104_01-SDMP	Space debris mitigation plan	2.0
MGB01-L-E-D-105_01-ConOps	Concept of Operations (preliminary)	2.0
MGB01-L-Q-D-111_01-GAD	Glossary_of_abbreviations_and_definitions	2.0

8.2 Dokumenty zaakceptowane na przeglądzie CVR

Identyfikator dokumentu	Tytuł dokumentu	Rewizja
MGB01-L-M-D-000_04-ES-M4	Executive Summary M4	3.0
MGB01-L-E-D-206_01-GA	Gap Analysis report (preliminary)	3.0
MGB01-L-E-D-207_01-MDD	Mission description document (phase A1 update)	3.0
MGB01-L-E-D-207_02-SEP	System engineering plan (phase A1 update)	3.0
MGB01-L-M-D-207_03-PMP	Project management plan (preliminary)	1.0
MGB01-L-E-D-207_04-SysCon	System concept report (phase A1 update)	3.0
MGB01-L-E-D-207_05-TRO	Trade off reports (phase A1 update)	3.0
MGB01-L-E-D-207_06-ConOps	Concept of Operations (phase A1 update)	3.0
MGB01-L-Q-D-111_01-GAD	Glossary_of_abbreviations_and_definitions	3.0
MGB01-L-M-D-107_01-RR	Risk Register	1.0
MGB01-L-M-D-311_03-RMPD	Risk management policy document	1.0
MGB01-L-M-D-311_04-RMP	Risk management plan	1.0

8.3 Dokumenty zaakceptowane na przeglądzie PRR

Identyfikator dokumentu	Tytuł dokumentu	Rewizja
MGB01-L-E-D-308_01-SEP	System engineering plan (detailed update A phase)	4.0



MGB01-L-E-D-312_02-TP	Technology plan	1.0
MGB01-L-E-D-308_03-IRD	Interface requirements document	1.0
MGB01-L-E-D-308_04-DD	Design definition title	1.0
MGB01-L-E-D-308_05-FT	Function tree	1.0
MGB01-L-E-D-308_06-ST	Specification tree	1.0
MGB01-L-E-D-308_07-TB	Technical budget	1.0
MGB01-L-E-D-308_08-PTRS	Preliminary technical requirements specifications for next lower level	1.0
MGB01-L-E-D-308_09-RTM	Requirements traceability matrix w.r.t. next lower level	1.0
MGB01-L-E-D-308_10-DJ	Design justification file	1.0
MGB01-L-E-D-308_11-TM	Technology matrix	1.0
MGB01-L-E-D-308_12-ConOps	Concept of Operations (phase A update)	4.0
MGB01-L-M-D-309_01-PMP	Project management plan (phase A update)	2.0
MGB01-L-M-D-309_02-PT	Product tree	1.0
MGB01-L-M-D-309_03-WBS	Work breakdown structure	1.0
MGB01-L-M-D-309_04-WPD	Work package description	1.0
MGB01-L-E-D-309_05-CSD	Coordinate system document	1.0
MGB01-L-M-D-309_06-CMP	Configuration management plan	1.0
MGB01-L-Q-D-309_07_PAP	Product Assurance Plan (preliminary)	1.0
MGB01-L-M-D-310_01-SCH	Schedule (phase A update)	3.0
MGB01-L-M-D-310_02-CER	Cost estimate report (phase A update)	3.0
MGB01-L-M-D-311_03-RMPD	Risk management policy document	2.0
MGB01-L-M-D-311_04-RMP	Risk management plan	2.0
MGB01-L-M-D-311_05-RAR	Risk assessment report	1.0
MGB01-L-M-D-311_06-RR	Risk Register	2.0
MGB01-L-E-D-312_01-VP	Verification plan	1.0





MGB01-L-E-D-312_02-VCD	Verification control document	1.0
MGB01-L-E-D-313_01-GAP	Gap analysis report (updated)	2.0
MGB01-L-E-D-314_02-AR	Analysis report	1.0
MGB01-L-M-D-315_01-FR	Final Report	1.0
MGB01-L-M-D-315_02-FES	Final Executive Summary	1.0
MGB01-L-M-D-000_02-M6	Executive Summary phase A2 M6	1.0
MGB01-L-E-D-316_01-SRS	System Requirements Specification	1.0
MGB01-L-E-D-317_01-SSRS	Space Segment Requirements Specification	1.0
MGB01-L-E-D-319_01- USEROPP RS	User Operational Requirements Specification	1.0
MGB01-L-E-D-320_01-VALP	Validation Plan	1.0
MGB01-L-Q-D-111_01-GAD	Glossary_of_abbreviations_and_definitions	4.0
MGB01-L-E-D-106_01-MRS	Mission Requirements Specification	4.0

9 Wnioski

Faza 0/A projektu MIKROGLOB została pomyślnie zakończona, spełniając wszystkie wymagania umowne i techniczne określone dla tego etapu. Działania podjęte podczas tej fazy doprowadziły do konsolidacji wymagań na poziomie systemu i podsystemu, zdefiniowania podstaw architektury i interfejsów oraz opracowania kluczowych planów inżynierskich, weryfikacyjnych i operacyjnych zgodnie ze standardami ECSS.

Wszystkie formalne przeglądy - Mission Design Review (MDR), Concept Verification Review (CVR) i Preliminary Requirements Review (PRR) - zostały zakończone z wynikiem pozytywnym. Wymagane pakiety dokumentacji zostały przedłożone, zweryfikowane i zaakceptowane, tworząc kompleksową i spójną podstawę dla szczegółowej fazy projektowania. Obejmują one zarówno specyfikacje techniczne, jak i dokumentację zarządzania/kontroli, obejmującą segmenty kosmiczne i naziemne.

