

Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia

Dotyczy – **Usługa opracowania studium wykonalności dla polskiego wkładu do misji planetarnych NASA w zakresie technologii lądownika.**

1. Definicje i podstawowe skróty

O ile w niniejszym Szczegółowym Opisie Przedmiotu Zamówienia wyraźnie inaczej nie wskazano, poniższe terminy będą miały następujące znaczenie:

Tabela 1 Definicje i skróty

Dokumentacja	Dokumentacja wytworzona w ramach Przedmiotu Zamówienia
EDL	Entry, Descent and Landing
GNC	Guidance, Navigation and Control
Jetpack	Plecak odrzutowy, system lądownika
JPL	Jet Propulsion Laboratory
MAHD	Mid-Air Helicopter Delivery
MarsWRF	Mars Weather Research and Forecasting Model
MSH	Mars Science Helicopter
NASA	National Aeronautics and Space Administration
Przedmiot Umowy lub Przedmiot Zamówienia	Całość prac realizowanych na podstawie niniejszej umowy, mających na celu osiągnięcie rezultatu tj. opracowanie polskiego systemu lądownika dla helikoptera marsjańskiego.
RPY	Roll, Pitch, Yaw (Kąty RPY)
SOPZ	Szczegółowy Opis Przedmiotu Zamówienia, niniejszy dokument stanowiący Załącznik nr 1 do Umowy
TRL	Technology Readiness Level
Umowa	Umowa określająca warunki realizacji zamówienia, do której załącznikiem jest niniejszy SOPZ
Zamawiający	Polska Agencja Kosmiczna (POLSA)

2. Cel i przedmiot zamówienia

Celem zamówienia jest opracowanie studium wykonalności systemu lądownika dla helikoptera marsjańskiego w ramach polskiej kontrybucji do misji marsjańskich realizowanych przez NASA.

Postępowanie prowadzone jest w ramach prac Polskiej Agencji Kosmicznej związanych z budowaniem partnerstwa strategicznego z NASA oraz realizacją zadania „Identyfikacja

misji i analiza wykonalności dla polskiego wkładu do misji NASA w zakresie technologii lotnych – Faza 0/A”.

Projekt powinien przyczynić się do:

- 1) Wzmocnienia doświadczenia lotnego polskiego przemysłu w misjach kosmicznych, których celem jest eksploracja Marsa,
- 2) Zwiększenia pozycji polskiego sektora kosmicznego z dostawców technologii i komponentów kosmicznych (Tier IV) do dostawców zintegrowanych systemów lotnych (Tier III),
- 3) Minimalizacji kosztów i ryzyka misji marsjańskich oraz maksymalizacji wydajności lotu helikoptera marsjańskiego, zwiększenia masy ładunku naukowego oraz umożliwienia dostępu do bardziej niebezpiecznych i położonych wyżej terenów na Marsie w misji MSH,
- 4) Wzmocnienia strategicznego partnerstwa z NASA JPL poprzez opracowanie produktu wpisującego się w potrzeby misji marsjańskich planowanych w latach 2026-2040.

3. Wymagania segmentu lotnego i harmonizacji

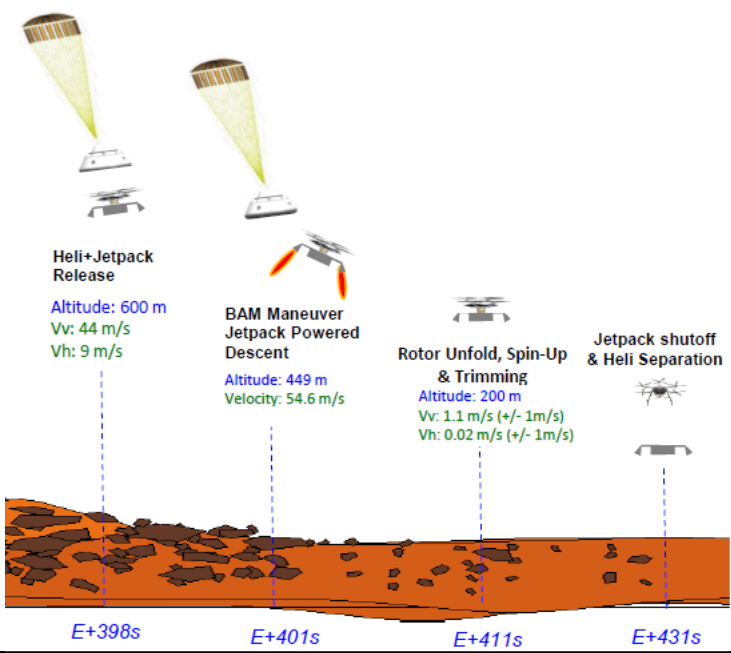
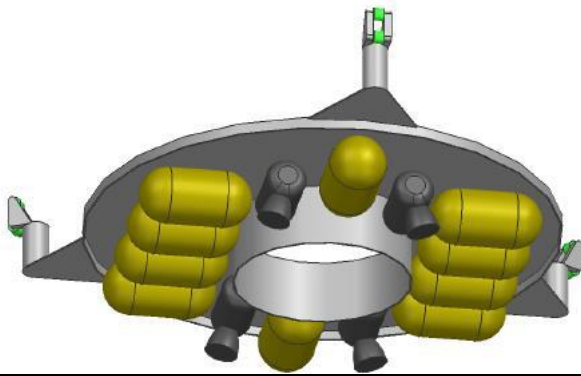
Wykonawca zobowiązany jest do realizacji zamówienia zgodnie z wymaganiami projektowymi dla misji MSH

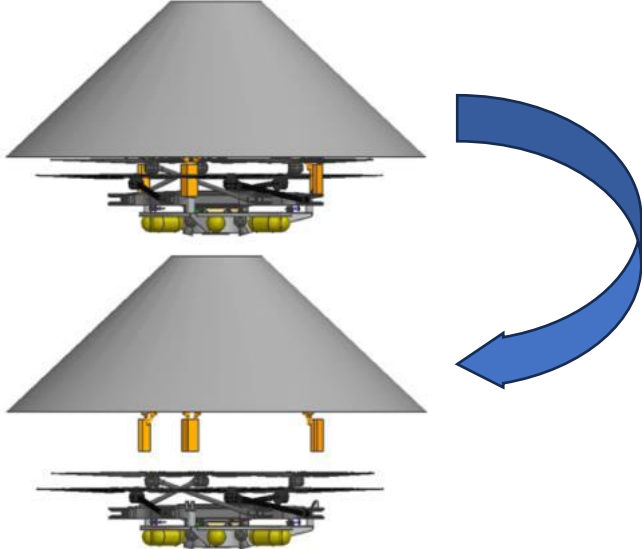
- mieścić się w tradycyjnej osłonie aerodynamicznej o średnicy 2,65 m i kącie stożka 70 stopni;
- wykorzystywać elementy, systemy i podsystemy na poziomie gotowości technologicznej >TRL5 (ang. Technology Readiness Level)
- używać awioniki helikoptera marsjańskiego (MSH) do sterowania systemem lądownika

oraz wymaganiami technicznymi segmentu lotnego systemu lądownika i helikoptera w misjach eksploracyjnych Marsa określonych w ramach ekspertyzy dot. polskiego wkładu do partnerstwa pomiędzy Polską a NASA JPL w misjach kosmicznych opracowanej na zamówienie Zamawiającego w 2023 r. i zawartych w Tabeli 2 i Tabeli 3.

Tabela 2 Wymagania techniczne segmentu lotnego platformy lądownika i helikoptera do badania powierzchni Marsa

Identyfikator wymagania	Treść wymagania
WYM-A-SL-01	System lądownika używa architektury Mid-Air Helicopter Delivery (MAHD). Wymaganie w oparciu o ekspertyzę zamówioną przez POLSA. Ref. Publikacja: M. Veismann et al., "Study of Rotor-Jetpack-Wind Aerodynamic Interaction for Mid-Air Helicopter Delivery on Mars," 2023 IEEE

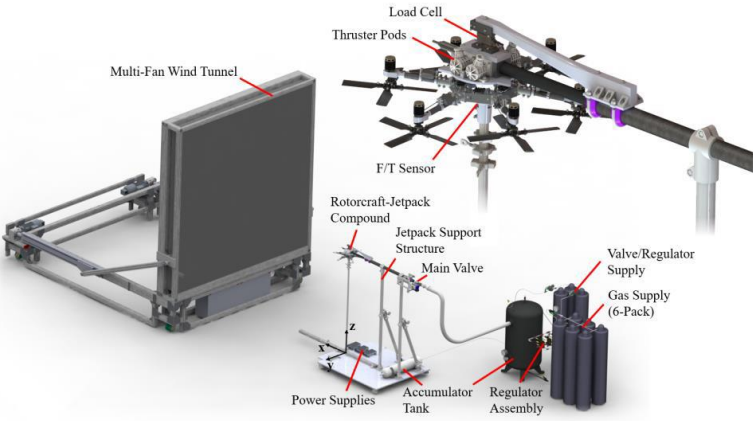
	Aerospace Conference, Big Sky, MT, USA, 2023, pp. 1-16, doi: 10.1109/AERO55745.2023.10115979.
WYM-A-SL-02	Reprezentatywna misja referencyjna jest wykonywana wiosną w kraterze Jezero, w przybliżeniu w lokalne południe z typowymi warunkami atmosferycznymi i stanem zapylenia.
WYM-A-SL-03	Reprezentatywna misja referencyjna dla projektowania rozwiązania jest następująca: 
WYM-A-SL-04	Konceptcja referencyjna budowy systemu napędowego 
WYM-A-SL-05	Konceptcja mechanizmu separacji

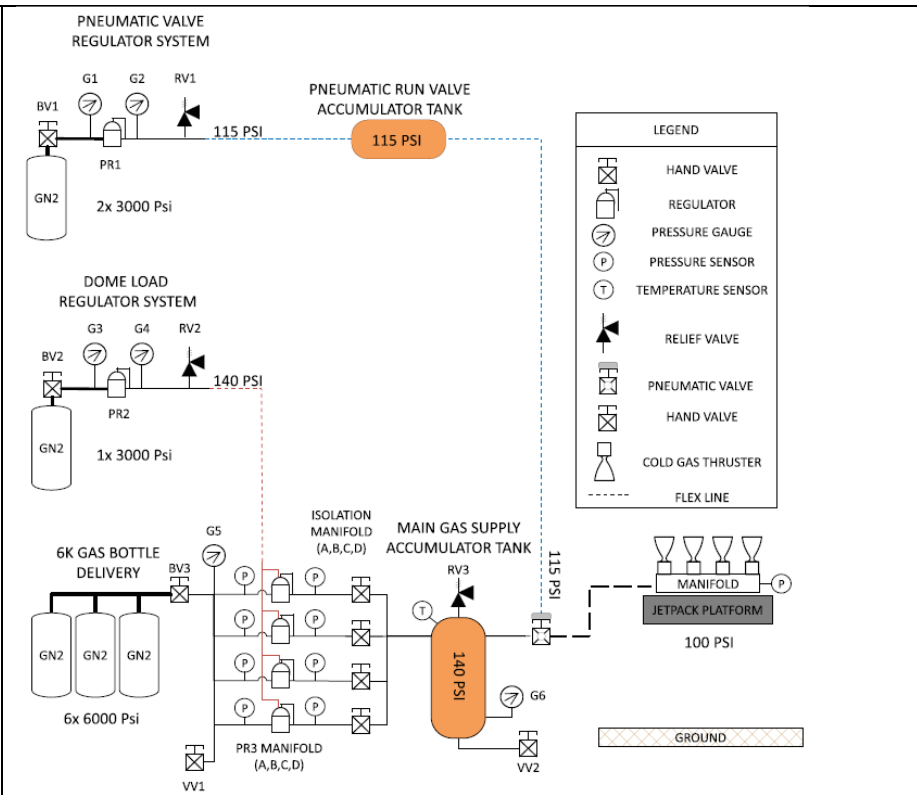
	
WYM-A-SL-06	<p>Algorytm GNC systemu lądownika pozwala ustabilizować platformę w warunkach dynamiki wiatru zgodnej z modelem MarsWRF i parametrami wiatru mierzonymi z częstotliwością nie mniejszą niż 1Hz. Wymaganie w oparciu o ekspertyzę zamówioną przez POLSA. Ref. Publikacja: Toigo, A., M. I. Richardson, and C. E. Newman. "MarsWRF: a general purpose, local to global numerical model for the Martian climate and atmosphere." Seventh International Conference on Mars. Vol. 1353. 2007.</p>
WYM-A-SL-07	<p>Algorytm GNC helikoptera współdzieli platformę obliczeniową z algorytmem GNC dla procedury EDL.</p>
WYM-A-SL-08	<p>Algorytm GNC systemu lądownika zawiera szybką pętlę sprzężenia zwrotnego dla kontroli kątów RPY oraz wolną pętlę sprzężenia zwrotnego dla prędkości liniowych.</p>
WYM-A-SL-09	<p>Obwiednia serwomechanizmu wyrównania lotu systemu lądownika w całości mieści się wewnątrz obwiedni lotu helikoptera.</p>
WYM-A-SL-10	<p>Masa systemu lądownika wynosi 84kg, a masa helikoptera 31,2kg.</p>
WYM-A-SL-11	<p>Pochodzący od śmigłowca Ingenuity referencyjny profil aerodynamiczny łopaty CLF5605 jest zoptymalizowany dla ostatecznego układu wirników.</p>
WYM-A-SL-12	<p>Wartości referencyjne łopat: masa 52,5g (1 łopata) i częstotliwość 1,5 /obr.</p>

Wymagania harmonizacyjne platformy lądownika

Tabela 3 Wymagania harmonizacyjne dla platformy lądownika do misji marsjańskiej

Identyfikator wymagań	Treść wymagań
-----------------------	---------------

WYM-A-HA-01	Jednostki uczestniczące w rozwoju podsystemów to NASA JPL, NASA Ames, Caltech. Stosują się normy i procedury ogólne obowiązujące w tych jednostkach, które należy wdrożyć w podmiotach współpracujących w zakresie adekwatnym do faktycznej współpracy.
WYM-A-HA-02	Symulacje dla helikoptera są prowadzone w środowisku MATLAB/Simulink oraz środowiskach HeliCAT, NDARC, CAMRAD II. Należy zapewnić wymianę informacji na poziomie tych środowisk.
WYM-A-HA-03	Symulacje procedury EDL prowadzone są w środowisku DSENDS rozwijanym w JPL. Należy zapewnić wymianę informacji dla tego środowiska.
WYM-A-HA-04	<p>Wstępne testy dynamiki helikoptera odbywają się w środowisku zbliżonym do naturalnego po zastosowaniu fizycznych praw podobieństwa do przeskalowania modeli. Należy rozważyć i zbadać możliwość wykorzystania tych stanowisk testowych.</p> 
WYM-A-HA-05	Testy dynamiki jetpacka po jego przeskalowaniu odbywają się z użyciem napędów typu cold-gas zamiast napędów zasilanych hydrazyną. Należy rozważyć i zbadać możliwość wykorzystania tych stanowisk testowych.

	
WYM-A-HA-06	Podczas prac nad algorytmami należy zadbać o czystość patentową i brak kolizji z rozwiązaniami zastrzeżonymi.
WYM-A-HA-07	Należy zapoznać się z matrycą testowania i zapewnić oprogramowanie stanowiące interfejs z każdym stanowiskiem testowym każdego z modeli.
WYM-A-HA-08	Budżet masy i mocy systemu wynika z kompromisu zapewniającego realizację celów systemu.
WYM-A-HA-09	Zapewnienie kompatybilności symulacji przepływowych ze środowiskami wykorzystywanymi w misji MSH.

4. Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia

W ramach zamówienia Wykonawca zobowiązany jest do realizacji poniższych zadań:

1. Przygotowanie Planu Realizacji przedmiotu zamówienia
 - Plan realizacji stanowi dokument organizacyjny
 - Wykonawca sporządzi i przedstawi Zamawiającemu szczegółowy Plan realizacji zamówienia podczas Kick-off-Meeting projektu (Tabela 4).
2. Określenie architektury systemu, zapewniającej odpowiednie parametry pracy systemu lądownika.

3. Porównanie architektury MAHD z alternatywnymi metodami EDL w celu dostarczenia misji na Marsa składającej się wyłącznie z helikoptera.
4. Analiza założeń i wymagań misji MSH.
5. Analiza założeń, celów i wymagań zamówienia.
6. Określenie znaczenia (naukowego i technicznego) i możliwości systemu lądownika opracowanego w oparciu o architekturę MAHD.
7. Określenie i analiza możliwych rozwiązań technologicznych niezbędnych do wytworzenia systemu lądownika / jetpack dla helikoptera marsjańskiego o pożądanych parametrach, wraz z jego częściami składowymi i możliwymi trybami pracy w oparciu o elementy na poziomie TRL>5, zwłaszcza w zakresie rozwiązań dotyczących napędu, sterowania i nawigacji (GNC), struktury, zasilania i wykorzystanych mechanizmów oraz innych niezbędnych dla realizacji zamówienia systemów.
8. Opisanie konstrukcji mechanicznej systemu lądownika i wszystkich interfejsów.
9. Określenie zapotrzebowania na efekty działania urządzenia w przestrzeni kosmicznej, potencjał do naukowego lub komercyjnego wykorzystania technologii.
10. Określenie potencjału rozwijania współpracy międzynarodowej w trakcie prac projektowych oraz na etapie zagospodarowania efektów działania systemu (np. komercjalizacji),
11. Określenie możliwości szerokiego zaangażowania polskiego przemysłu w proces wytworzenia systemu lądownika,
12. Opracowanie wstępnego planu realizacji projektu technologicznego i jego kosztorysu,
13. Określenie podmiotów prowadzących działalność gospodarczą na terenie RP, które mogłyby zostać włączone w proces tworzenia produktu.
14. Dokonanie oceny ryzyka wraz z propozycją działań zaradczych.

5. Wymagane dokumenty

Wykonana usługa powinna być opisana za pomocą kompletu dokumentacji:

1. **Streszczenie** - maksymalnie 350 słów z uwzględnieniem opisu systemu lądownika i korzyści z jego wykorzystania do zastosowań w misjach marsjańskich.
2. Opracowanie **Studium wykonalności**, które będzie uwzględniało wszystkie podpunkty opisane w pkt. 4. „Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia” i będzie spójne z Planem Realizacji Zamówienia. Dokument powinien być opracowany według standardów NASA, analogicznie do fazy 0/A w metodologii ECSS.
3. **Prezentacja multimedialna** w formacie .pptx na poziomie popularnonaukowym zawierająca przedstawienie zakresu pracy i otrzymanych wyników, składająca się z nie więcej niż 20 slajdów, w dwóch wersjach językowych polskiej i angielskiej.

6. Dane, materiały i źródła informacji

1. Do realizacji Zamówienia Wykonawca wykorzysta wszystkie niezbędne źródła informacji, w tym w szczególności:

- a. dokumenty (publikacje, artykuły naukowe, itp.) zawierające odpowiednią do przedmiotu zamówienia wiedzę,
 - b. krajowe i zagraniczne dokumenty strategiczne, programy i plany w zakresach spraw objętych zamówieniem,
 - c. obowiązujące przepisy prawa lub ich projekty - ustawy, akty wykonawcze, w zakresach spraw objętych zamówieniem,
2. Zamawiający udostępni Wykonawcy, po zawarciu umowy, materiały będące w posiadaniu Zamawiającego, związane z przedmiotem zamówienia.

7. Pozostałe, wymagane przez Zamawiającego warunki niezbędne do realizacji przedmiotu zamówienia

1. Koszt niewypowiadalnej przez pierwsze 20 lat obowiązywania, bezterminowej i niewyłącznej licencji na wykorzystanie analizy/studium przez Zamawiającego nie może przekroczyć kwoty 10 tys. PLN brutto.
2. Realizacja Zamówienia będzie się odbywać na zasadach i w zakresie określonym w Umowie.
3. Podczas realizacji Umowy Wykonawca będzie ściśle współpracował z osobami odpowiedzialnymi za realizację Umowy po stronie Zamawiającego.
4. Zamawiający do odbioru prac powoła komisję odbiorową.
5. Zamawiający zastrzega sobie prawo między innymi do:
 - a. organizowania spotkań roboczych w formie i terminie ustalonym przez Zamawiającego,
 - b. zgłaszania uwag i proponowania zmian na każdym etapie realizacji Umowy,
 - c. żądania od Wykonawcy przedstawiania wyników prac częściowych dotyczących realizowanej Umowy w dowolnym terminie.
6. Wykonawca celem realizacji zamówienia może organizować spotkania z ekspertami z przemysłu oraz nauki, zbierać informacje za pomocą ankiet oraz wykorzystywać inne dostępne narzędzia celem realizacji zadania. Działania takie będą uzgodnione z Zamawiającym i przedstawiciel(-e) Zamawiającego będzie mógł (będą mogli) być obecni na tych spotkaniach. Dodatkowo, Zamawiający **może** wesprzeć działania tego typu stosowną dokumentacją (listem przewodnim) czy dystrybucją zaproszeń/ankiet, etc.

8. Harmonogram spotkań w trakcie realizacji zamówienia

Wykonawca jest zobowiązany poddać się okresowym przeglądom prac:

Tabela 4 Harmonogram spotkań

Spotkanie I – Kick-off-Meeting (KO)	Do 7 dni od podpisania umowy
Spotkanie II – Progress Meeting 1 (PM1)	Do 6 tygodni od podpisania umowy

Spotkanie III – Progress Meeting 2 (PM2)	Do 12 tygodni od podpisania umowy
Spotkanie IV – Final Review (FR)	Do 15 tygodni od podpisania umowy, ale nie później niż 6 grudnia 2024 r.

Spotkanie I – Plan realizacji przedmiotu Umowy

Celem Spotkania I będzie przedstawienie Zamawiającemu szczegółowego Planu realizacji przedmiotu Umowy.

Spotkanie II – wstępny przegląd prac (Progress Meeting 1)

Podczas Spotkania II Wykonawca przedstawi prezentację podsumowującą zrealizowanie 20% prac, zaprezentowaną i omówioną podczas spotkania, powstanie protokół ze spotkania PM1.

Spotkanie III – śródkresowy przegląd prac (Progress Meeting 2)

Podczas Spotkania III Wykonawca przedstawi prezentację podsumowującą zrealizowanie 60% prac, zaprezentowaną i omówioną podczas spotkania, powstanie protokół ze spotkania PM2.

Spotkanie IV – Podsumowanie i prezentacja wyników prac

Zadaniem Wykonawcy jest prezentacja studium wykonalności systemu lądownika dla helikoptera marsjańskiego w ramach polskiej kontrybucji do misji marsjańskich realizowanych przez NASA JPL oraz pozostałych dokumentów końcowych zgodnych z wymogami opisanymi w pkt. 5. „Wymagane dokumenty”.

Wykonawca jest zobowiązany do uwzględnienia uwag Zamawiającego, na każdym etapie realizacji.

9. Termin realizacji zamówienia

Zamówienie powinno być zrealizowane w ciągu 15 tygodni od dnia podpisania umowy, jednak nie później niż do dnia 6 grudnia 2024 r.

10. Wykonanie usługi

Wymagane dokumenty powinny zostać dostarczone do OT WAW Polskiej Agencji Kosmicznej (adres: ul. Prosta 70, 00-838 Warszawa) w wersji elektronicznej w formacie edytowalnym, tj. przekazanie plików roboczych/otwartych dokumentów w formatach źródłowych/otwartych umożliwiającymi ich modyfikację i edycję tekstów przez Zamawiającego w j. polskim; wraz ze streszczeniem i prezentacją multimedialną w j. polskim i angielskim oraz wersję elektroniczną podpisaną przez Wykonawcę podpisem elektronicznym kwalifikowanym.