

Opis Przedmiotu Zamówienia

SZCZEGÓŁOWY OPIS ORAZ ZAKRES PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA DLA CZEŚCI III

1. Wstęp

Przedmiotem zamówienia jest opracowanie koncepcji, przeprowadzenie symulacji pod kątem optymalizacji lokalizacji oraz zbudowanie, integracja, rozmieszczenie, wdrożenie i przedoperacyjna eksploatacja (dla celów weryfikacji) szerokokątnego systemu obserwacyjnego, na terenie **Afryki Południowej**.

System obserwacyjny powinien składać się z sieci min. 4 stacji obserwacyjnych, wyposażonych w min. 6 kamer, oprogramowanie oraz serwisu chmurowego.

System ma na celu umożliwienie obserwacji (np. typu survey) oraz dokonywanie pomiarów położenia i jasności obiektów kosmicznych znajdujących się na niskich orbitach okołoziemskich (ang. High Low Earth Orbit / Low Earth Orbit – HLEO/LEO), jak również być wykorzystywany w ramach narodowego systemu świadomości sytuacyjnej w kosmosie. Przy realizacji zamówienia Wykonawca wykorzysta komponenty znajdujące się w posiadaniu Polskiej Agencji Kosmicznej.

2. Obowiązki Wykonawcy

- przeprowadzenie symulacji sieci, wskazującej optymalne rozmieszczenie stacji obserwacyjnych systemów obserwacyjnych na terenie Afryki Południowej, za pomocą oprogramowania Wykonawcy, a w razie potrzeby, dokonanie weryfikacji w oparciu o oprogramowanie Zamawiającego; symulacje powinny uwzględniać także optymalizację finansową, logistyczną i operacyjną przedsięwzięcia;
- doradztwo w zakresie podpisania umowy pomiędzy Polską Agencją Kosmiczną, a właścicielem lokalizacji, w których ma zostać rozmieszczona sieć stacji obserwacyjnych;
- doradztwo w zakresie kwestii prawnych, zezwoleń, odpowiedzialności oraz innych zobowiązań, które przyjmuje na siebie Polska Agencja Kosmiczna, wraz z eksploatacją sieci stacji obserwacyjnych, we wskazanych lokalizacjach;
- ubezpieczenie sprzętu w okresie do odbioru końcowego w docelowych lokalizacjach, z uwzględnieniem komponentów stanowiących własność Polskiej Agencji Kosmicznej oraz doradztwo w zakresie wyboru ubezpieczyciela systemów w okresie po oddaniu do użytkowania;

- przedstawienie szczegółowego harmonogramu wykonania umowy, zakupu brakujących komponentów oraz ich integracji w docelowych lokalizacjach, zawierającego kosztorys eksploatacji systemów;
- przygotowanie i przedstawienie Zamawiającemu do akceptacji projektu koncepcyjnego sieci, uwzględniających wykorzystanie komponentów, stanowiących własność Polskiej Agencji Kosmicznej (24 kamery FLIR);
- skomplementowania elementów przedmiotu Zamówienia, zgodnie z projektem koncepcyjnym, z uwzględnieniem komponentów posiadanych przez Polską Agencję Kosmiczną;
- pakowanie, transport oraz ubezpieczenie wszystkich elementów systemu obserwacyjnego do lokalizacji docelowych oraz pokrycie kosztów ceł, podatków oraz innych kosztów związanych z rozmieszczeniem systemu i jego instalacją;
- integracja sprzętu i weryfikacja poprawności działania na podstawie harmonogramu testów zaproponowanego przez Wykonawcę i zatwierdzonego przez Zamawiającego;
- szkolenie personelu w zakresie obsługi oprogramowania i użytkowania systemu;
- dostarczenie dokumentacji technicznej i użytkowej.

3. Specyfikacja szerokokątnego systemu obserwacyjnego

3.1 Opis systemu szerokokątnego

Szerokokątny system obserwacyjny przeznaczony jest do obserwacji obiektów kosmicznych na okołoziemskich orbitach typu HLEO/LEO oraz umożliwia detekcję i określenie parametrów orbitalnych wraz z identyfikacją obiektu, poprzez porównanie jego parametrów z dostępnymi bazami orbitalnymi. Detekcja i przetwarzanie danych odbywa się w czasie rzeczywistym. Surowe dane z kamer nie są archiwizowane, a stopień archiwizacji danych przetworzonych będzie opisany w projekcie sieci.

Każdy z trzech systemów, będących przedmiotem zamówienia, zbudowany jest według paradygmatu **edge computing**. System składa się z min. czterech stacji obserwacyjnych, wyposażonych w min. sześć kamer; wstępnie przetwarzających dane oraz z centralnego serwisu chmurowego, produkującego wyniki na podstawie danych otrzymywanych z całej sieci.

Stacje obserwacyjne posiadają bardzo duże pole widzenia (określone w dalszej części niniejszego dokumentu), co pozwala na zaobserwowanie w krótkim czasie większości obiektów znajdujących się na orbitach typu HLEO/LEO, o rozmiarze większym od przewidzianego specyfikacją, dostępnych dla szerokości geograficznych właściwych dla lokalizacji stacji.

3.2 Lokalizacja

Szerokokątny system obserwacyjny, będący przedmiotem zamówienia powinien zostać rozmieszczony na terytorium Afryki Południowej.

Zlokalizowanie w Afryce Południowej jest definiowane jako terytorium kontynentu afrykańskiego, położone na południe od równoleżnika 17 stopni południowej szerokości geograficznej.

System obserwacyjny powinien składać się z min. czterech detektorów (stacji obserwacyjnych), rozmieszczonych na zbliżonej długości geograficznej, a odległość między skrajnymi stacjami powinna mieścić się w przedziale 800-1500 km. Dokładna lokalizacja poszczególnej stacji powinna być wskazana przez Zamawiającego w wyniku symulacji dostarczonych przez przyjmującego zamówienie.

Symulacja powinna uwzględniać warunki pogodowe panujące w danych lokalizacjach (wynikające z danych archiwalnych) oraz wskazywać na sposób zwiększenia wydajności sieci (np. poprzez budowę dodatkowych stacji obserwacyjnych).

3.3 Sieć obserwacyjna

Wymagania/parametry:

1. konfiguracja geometryczna (nie uwzględnia warunków pogodowych) gwarantująca zdolność do obserwacji powyżej 95% obiektów na orbitach typu HLEO/LEO, zawartych w publicznie dostępnych katalogach (o wielkości zdefiniowanej zgodnie z opisem w punkcie 3), dostępnych dla danego zakresu szerokości geograficznych, zaobserwowanych co najmniej raz w ciągu roku;
2. zakres wysokości, dla którego przewidywane jest prawidłowe wykonywanie obserwacji obiektów kosmicznych – od 200 do 2000 kilometrów (nad powierzchnią Ziemi);
3. graniczne rozmiary obserwowanych obiektów:
 - a) przy wyłączonym binningu kamer 2x2: poniżej 1.2m dla całego zakresu wysokości, poniżej 0.6m dla wysokości poniżej 500km (wyznaczone dla obiektu sferycznego, kąt fazowy 50%, albedo 0.5),
 - b) przy włączonym binningu kamer 2x2: poniżej 0.7m dla całego zakresu wysokości, poniżej 0.4m dla wysokości poniżej 500km (wyznaczone dla obiektu sferycznego, kąt fazowy 50%, albedo 0.5).
4. precyzja wyznaczania pozycji:
 - a) przy wyłączonym binningu kamer 2x2: powyżej 150m dla wysokości 2000km, powyżej 13m dla wysokości 200 km,

- b) przy włączonym binningu 2x2: powyżej 300m dla wysokości 2000km, powyżej 26m dla wysokości 200km.

3.4 Stacja obserwacyjna i oprogramowanie

Stacja obserwacyjna to autonomiczne urządzenie obserwacyjne, wyposażone w zestaw kamer o dużym polu widzenia oraz w jednostki przetwarzające dane. Układ detekcji i przetwarzania powinien pozwolić na obserwację obiektów kosmicznych na orbitach HLEO/LEO (m.in. satelitów, elementów rakiet nośnych, ich szczątków itp.) w czasie rzeczywistym.

Stacja współpracuje z dedykowanym serwisem chmurowym przesyłając dane i telemetrię. Przewidywana sieć obserwacyjna powinna składać się z czterech stacji obserwacyjnych.

Wymagania/parametry:

Elementy obrazowania:	
Typ	wielokamerowy system obserwacyjnych
Syntetyczne pole widzenia:	co najmniej 56° x 15°
Typ sensora:	CMOS
Binning	1x1, 2x2
ADC	12-bit
Skala obrazu	9.8” na piksel, bez binningu
FPS	co najmniej 10 klatek na sekundę bez binningu, 12-bit
Zasięg gwiazdowy, bez binningu	+9.5 magnitudo dla ekspozycji 0.2s
Zasięg gwiazdowy, z binningiem:	+10.75 magnitudo dla ekspozycji 0.2s
Jednostki przetwarzające	
Jednostki przetwarzające (SBC)	Zbudowane w oparciu o komputery jednopłytkowe/przemysłowe
Pozostałe parametry	
Kanały komunikacji	LAN, LTE/GPRS – do transmisji danych i telemetrii
Służba czasu	Synchronizacja GPS, wymagana dokładność min. 0.001s

Sensory	co najmniej dwie pary sensorów wilgotności i temperatur
Obudowa	wodoszczelna, stopień ochrony IP65 lub lepszy

Cechy oprogramowania stacji:

- zapewnienie detekcji obiektów HLEO/LEO w czasie rzeczywistym;
- subpikselowy pomiar pozycji obiektu we współrzędnych klatki z równoczesną rejestracją czasu;
- konwersja współrzędnych kartezjańskich klatki na współrzędne równikowe (J2000) z wykorzystaniem modelu dystorsji dostarczanego przez serwis chmurowy;
- równoległa detekcja i przetwarzanie danych dla wielu obiektów;
- przesyłanie danych za pomocą dostępnych kanałów komunikacji do serwisu chmurowego;
- zbieranie i przesyłanie danych telemetrycznych;
- oprogramowanie pracujące pod kontrolą systemu LINUX.

3.5 Serwis chmurowy

Poprzez serwis chmurowy rozumie się infrastrukturę serwerową Zamawiającego, składającą się z jednostek przetwarzających dane i jednostek bazodanowych do archiwizacji danych.

Wymagania/parametry:

- przyjmowanie danych ze stacji obserwacyjnych;
- filtrowanie danych pod kątem wspólnych detekcji, w ramach sieci umożliwiających przeprowadzenie **triangulacji**;
- określanie pozycji dla obiektów wykrytych dla więcej niż jednej stacji, dla każdego dostępnego punktu danych;
- wyznaczanie elementów orbitalnych dla obiektów obserwowanych z więcej niż jednej stacji;
- identyfikacja obiektów przez porównanie uzyskiwanych elementów orbitalnych z dostępnymi katalogami;
- utrzymywanie wewnętrznego katalogu obserwowanych obiektów;

- przetwarzanie danych obserwacyjnych do formatu TDM (Tracking Data Message) w sposób pozwalający na precyzyjne określenie chwilowego położenia obiektu;
- przestrzeń dyskowa na potrzeby magazynowania danych;
- analiza astrometryczna pól widzenia stacji wchodzących w skład sieci:
 - składowanie danych telemetrycznych,
 - serwis udostępnia interfejs użytkownika pozwalający na kontrolowanie działania sieci, sprawdzanie i pobieranie wyników oraz telemetrii.

4. Etapy realizacji zamówienia

Wykonanie zamówienia będzie etapowe i sekwencyjne. Wykonanie szerokokątnego systemu obserwacyjnego jest podzielone na kilka faz.

4.1 Faza A – projekt sieci i symulacje lokalizacji stacji obserwacyjnych

Wykonawca przygotowuje i przedstawi Zamawiającemu do akceptacji projekt sieci szerokokątnego systemu obserwacyjnego. Projekt powinien być zgodny z wymaganiami specyfikacji przedstawionej w OPZ oraz uwzględniać komponenty znajdujące się w posiadaniu Polskiej Agencji Kosmicznej (**24 kamery FLIR**).

Przewidywana liczba kamer przypadająca system obserwacyjny to 24 (po 6 kamer w jednej stacji obserwacyjnej).

Projekt sieci powinien zawierać symulację lokalizacji i działania sieci stacji obserwacyjnych, biorąc pod uwagę różne warianty rozmieszczania elementów sieci. Głównym celem symulacji jest znalezienie optymalnej konfiguracji sieci, przy maksymalizacji efektywności wykrywania obiektów z zachowaniem wymaganej precyzji wyznaczania pozycji oraz rozmiaru granicznego dla potrzeb narodowego systemu SSA i EU-SST. W symulacji uwzględnione powinny być warunki pogodowe, określone na podstawie danych archiwalnych. Symulacja powinna również wskazywać na metody zwiększenia dostępności sieci, np. poprzez jej dalszą rozbudowę. Zamawiający może udostępnić Wykonawcy specjalistyczne oprogramowanie.

Przewidywany czas trwania: **max. 4 tygodnie (od daty podpisania Umowy)**

4.2 Faza B – Zakup i montaż elementów sieci

Wykonawca dokonuje zakupu i integracji elementów sieci w Polsce, wykorzystując komponenty stanowiące własność Polskiej Agencji Kosmicznej. Wykonawca dokonuje zakupu brakujących elementów, zgodnie z projektem systemu obserwacyjnego.

Przewidywany czas trwania: **max. 1,5 rok (od daty podpisania Umowy)**

4.3 Faza C – Instalacja oprogramowania stacji obserwacyjnych oraz serwisu chmurowego

Wykonawca wdraża, na infrastrukturze Zamawiającego serwis chmurowy, będący centralnym elementem sieci obserwacyjnej, pozwalający na przetwarzanie danych i kontrolę nad siecią, zgodnie ze specyfikacją przedstawioną w OPZ. Podsumowaniem etapu będą testy end-to-end z użyciem syntetycznych danych wzorcowych pozwalające ocenić prawidłowość przepływu i przetwarzania danych.

Przewidywany czas trwania: **max. 1,5 rok (od daty podpisania Umowy)**

4.4 Faza D – Rozmieszczenie, uruchomienie i weryfikacja systemu

Wykonawca instaluje cztery w pełni funkcjonalne stacje obserwacyjne na terenie Afryki Południowej i przeprowadza ich testy przedoperacyjne do grudnia 2022 roku. Dokładne lokalizacje stacji powinny być wskazane przez Wykonawcę na podstawie symulacji.

Weryfikacja poprawności działania systemu zostanie określona na podstawie listy kontrolnej testów, które zostaną zaproponowane na etapie projektu sieci i zaakceptowane przez Zamawiającego.

Przewidywany czas trwania: **max. do grudnia 2022.**

4.5 Wykonanie symulacji nowej generacji systemu

Wykonawca przygotowuje symulację nowej generacji szerokokątnego systemu obserwacyjnego, zgodnie ze wskazaniami przygotowanymi przez Zamawiającego.

Symulacja powinna uwzględniać:

- wyniki testowych obserwacji w ramach istniejącej sieci w zakresie widzialnym oraz podczerwonym;
- możliwość rozbudowy i/lub rekonfiguracji istniejących sieci obserwacyjnych, poprzez dołączenie kolejnych stacji obserwacyjnych;
- wykonanie kolejnych systemów obserwacyjnych, ze wskazaniem na optymalne lokalizacje;
- uwzględnienie w projekcie nowych rozwiązań technologicznych zastosowanie nowoczesnych komponentów;
- uwzględnienie możliwości obserwacji w paśmie podczerwonym;
- ewaluacja możliwości technicznych i zasadności zaimplementowania technik przetwarzania sygnału/obrazu m.in. takich jak synthetic tracking;

5. Gwarancja i serwis

Dostarczany sprzęt i oprogramowanie objęte są min. 2 letnią gwarancją (od daty odbioru), wsparciem technicznym oraz aktualizacjami. Serwis będzie świadczony w ramach pomocy zdalnej w polskich godzinach roboczych. Wykonawca zapewnia obsługę teleserwisową w języku polskim i angielskim umożliwiającą zdalną diagnostykę urządzenia z czasem reakcji max. 2 dni roboczych.

Maksymalny czas reakcji serwisu na zgłoszoną awarię wynosi max. 2 dzień roboczy od momentu zgłoszenia awarii.