

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA – SPECYFIKACJA TECHNICZNA

Lp.	Minimalne wymagane parametry techniczne
1.	<p>Zaprojektowanie, wykonanie, dostawa, instalacja, przetestowanie i uruchomienie kompletnych, gotowych do użytkowania dwóch systemów: systemu bezluzowego napędu oraz systemu sterowania dla 6 metrowego radioteleskopu w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego w Białkowie wraz ze szkoleniem pracowników Zamawiającego, oraz integracja systemu odbiorczego radioteleskopu wraz z integracją systemu sterowania z systemem odbiorczym radioteleskopu.</p> <p>Dostawa musi obejmować wszelkie niezbędne urządzenia elektryczne, elektroniczne i mechaniczne, oprogramowanie, oraz wszystkie inne składniki dowolnego typu, w tym składniki niewymienione wprost w niniejszym opisie, w pełni funkcjonalnych i kompletnych systemów, ich integrację wzajemną oraz integrację z systemem odbiorczym radioteleskopu.</p> <p>Szczegółowy opis radioteleskopu oraz posiadanego i dostarczanego systemu odbioru zawiera Załącznik nr 1 i 2 do niniejszego OPZ.</p>
2.	<p>Jeśli w tej specyfikacji nie wymieniono jakiś elementów sprzętowych lub programowych systemu napędowego lub systemu sterowania radioteleskopem lub jakiegokolwiek interfejsu, niezbędnych do zapewnienia pełnej kompatybilności systemów napędowego, odbiorczego i sterującego, lub które według Wykonawcy są niezbędne do uruchomienia i eksploatacji w pełni funkcjonalnego radioteleskopu służącego do przeprowadzania w pełni funkcjonalnych obserwacji, Wykonawca zobowiązany jest do uwzględnienia tych elementów w swojej ofercie. Wykonawca ponosi odpowiedzialność za zapewnienie kompletności swojej oferty. Zamawiający zakłada działanie Wykonawcy zgodnie z zasadą działania „w dobrej wierze” i z należytą starannością.</p> <p>W ramach realizacji zamówienia Wykonawca dostarczy, zainstaluje i uruchomi na 6-m radioteleskopie należącym do Zamawiającego kompletny przedmiot zamówienia w formule „pod klucz”, w tym urządzenia elektryczne, elektroniczne, mechaniczne wchodzące w skład systemów ze wszystkimi podzespołami, częściami, oprogramowaniem, interfejsami i materiałami niezbędnymi do uruchomienia i użytkowania oraz zapewnia, że będą ze sobą w pełni kompatybilne wzajemnie oraz z systemem odbiorczym radioteleskopu, a także niezbędne do uruchomienia i eksploatacji w pełni funkcjonalnego radioteleskopu służącego do przeprowadzania w pełni funkcjonalnych automatycznych obserwacji astronomicznych oraz obserwacji prowadzonych pod nadzorem operatora (osoby nadzorującej obserwację).</p>
3.	<p>Radioteleskop wyposażony w: bezluzowy system napędowy i system sterowania oraz po zintegrowaniu jego systemu odbiorczego oraz zintegrowaniu systemu odbiorczego z systemem sterowania, będących łącznie przedmiotem zamówienia, musi umożliwiać radioastronomiczne obserwacje: Słońca, wybranych obiektów astrofizycznych (w tym obowiązkowo standardowych obiektów kalibracyjnych: Tau-A, Cas-A, Cyg-A oraz Vir-A w celach kalibracji absolutnej) oraz obiektów Układu Słonecznego (np. Jowisza).</p>
4.	<p>System sterowania teleskopem musi umożliwiać wykonywania wszystkich typowych działań związanych z prowadzeniem obserwacji, w tym w pełni funkcjonalnych obserwacji obiektów astronomicznych:</p>

	<p>a) automatycznie (bez nadzoru operatora), zgodnie ze skryptami operacyjnymi/obserwacyjnymi generowanymi przez dostarczone oprogramowanie. Inicjalizacja automatycznych obserwacji musi być możliwa lokalnie lub zdalnie (poprzez Internet);</p> <p>b) lokalnie pod bezpośrednim nadzorem operatora;</p> <p>c) zdalnie przez Internet pod bezpośrednim nadzorem operatora.</p>
5.	<p>System napędowy radioteleskopu musi być systemem typu dual-drive oraz musi spełniać następujące wymagania techniczne:</p> <p>5.1. Zakres ruchu anteny: pełna półsfera nad horyzontem; zakres ruchu w azymucie 540 stopni (± 270 stopni od kierunku południowego S w obu kierunkach) oraz zakres ruchu w elewacji 90 stopni (od horyzontu do zenitu).</p> <p>5.2. System napędowy radioteleskopu musi umożliwiać śledzenie i skanowanie różnych obiektów (Słońca, wybranych obiektów Układu Słonecznego, wybranych obiektów astrofizycznych) w różnych układach współrzędnych (np. horyzontalnym, równikowym przy użyciu różnych punktów równonocy, i galaktycznym).</p> <p>5.3. Oprogramowanie systemu napędowego radioteleskopu musi zawierać wyznaczoną przez wykonawcę tabelę poprawek umożliwiających transformację współrzędnych astronomicznych obserwowanych ciał niebieskich do odpowiadających im rzeczywistych chwilowych nastaw instrumentu.</p> <p>5.4. Radioteleskop wyposażony w: bezluzowy system napędowy i system sterowania oraz po zintegrowaniu jego systemu odbiorczego oraz zintegrowaniu systemu odbiorczego z systemem sterowania, będących łącznie przedmiotem zamówienia, musi umożliwiać obserwacje Słońca, obiektów Układu Słonecznego i innych obiektów astrofizycznych z dokładnością śledzenia nie gorszą niż 0,05 stopnia kąтового niezależnie w każdej z osi. Dokładność śledzenia jest zdefiniowana jako maksymalna różnica bezwzględna między rzeczywistym kierunkiem osi wiązki anteny a rzeczywistą pozycją obserwowanego obiektu astronomicznego; musi ona zawsze być mniejsza niż 0,05 stopnia kąтового w każdej osi.</p> <p>5.5. System napędowy na obu osiach radioteleskopu musi być bezluzowy, a dokładność sterowania musi zapewniać prawidłową pracę i odporność radioteleskopu na zaburzenia spowodowane wiatrem o średniej prędkości do 50 km/h oraz porywami wiatru do 75 km/h.</p> <p>5.6. System napędowy na obu osiach musi być wyposażony w ograniczniki (wyłączniki krańcowe), zapobiegające przekroczeniu dozwolonego zakresu ruchu anteny. Wykonawca musi również wyczyścić wszystkie przewody antenowe i zastosować niezawodne połączenia, odporne na czynniki środowiskowe.</p> <p>Uwaga: W tej chwili ograniczniki ruchu nie zostały uruchomione i antena nie jest w żaden sposób zabezpieczona przed przekroczeniem maksymalnego dopuszczalnego kąta obrotu w azymucie.</p> <p>5.7. Czas trwania technicznego, szybkiego obrotu anteny w azymucie o 540 stopni nie powinien przekraczać 15 minut.</p>

	<p>5.8. Czas trwania technicznego, szybkiego obrotu anteny o 90 stopni w elewacji nie powinien przekraczać 10 minut.</p> <p>Uwaga: Radioteleskop ma zainstalowany system jedno-silnikowy napędu anteny w azymucie, który ma luz mechaniczny w głównej przekładni. Wykonawca musi zaprojektować, wykonać i zainstalować bezluzowy system napędowy anteny typu dual drive.</p>
6.	<p>Minimalne parametry środowiskowe wymagane dla bezluzowego systemu napędowego oraz dla systemu sterowania radioteleskopem:</p> <p>a) zakres temperatury pracy zewnętrznych elementów radioteleskopu: od -30°C do +50°C;</p> <p>b) zakres wilgotności względnej pracy zewnętrznych elementów radioteleskopu: do 100%.</p>
7.	<p>System sterowania radioteleskopem musi umożliwiać wszystkie działania wchodzące w zakres prowadzenia naukowych obserwacji radioastronomicznych, w szczególności system sterowania musi być wyposażony między innymi w: kompletny system oprogramowania do sterowania anteną teleskopu, odbioru, kalibracji, przetwarzania, wizualizacji, zapisu danych surowych i skalibrowanych, automatycznego tworzenia kopii zapasowych oprogramowania i danych na dysku zewnętrznym, udostępniania danych oraz wszelkie inne oprogramowanie niezbędne wg Wykonawcy zgodnie z zasadą działania „w dobrej wierze” i należyta starannością. Oprogramowanie musi być gotowe do prowadzenia obserwacji Słońca (np. odpowiednie prędkości śledzenia), obiektów Układu Słonecznego (np. planety) i obiektów astrofizycznych (w tym obowiązkowo Tau-A, Cas-A, Vir-A i Cyg-A). Oprogramowanie musi być dostarczone w wersjach najnowszych w dniu podpisania Umowy.</p>
8.	<p>System sterowania radioteleskopem musi być w pełni kompatybilny z systemem napędowym oraz systemem odbiorczym oraz musi zostać zintegrowany z systemem odbiorczym radioteleskopu, złożonym z:</p> <ul style="list-style-type: none"> - odbiornika typu "front-end receiver", wzmacniacz LNA, diody szumowej (kalibratora) produkcji firmy POAM Electronics Ltd. (UK) będących w posiadaniu przez Zamawiającego; - odbiorników/digitizerów wyprodukowanych przez firmę Italspezio (Włochy) będących w trakcie dostawy; - niezbędnych elementów okablowania, komputera odbiorników.
9.	<p>System sterowania radioteleskopem musi być wyposażony w oprogramowanie umożliwiające kalibrację danych obserwacyjnych w czasie rzeczywistym (natychmiast po rejestracji).</p>
10.	<p>Zebrane surowe dane obserwacyjne oraz dane skalibrowane muszą być natychmiast dostępne (w czasie rzeczywistym) do transmisji przez Internet do zewnętrznych odbiorców i muszą być dostępne dla zewnętrznego oprogramowania dostarczonego przez Uniwersytet Wrocławski do eksportu danych online w czasie rzeczywistym.</p>
11.	<p>System sterowania radioteleskopem musi być wyposażony w graficzny interfejs użytkownika (GUI), umożliwiający: wprowadzanie i uruchamianie wcześniej przygotowanych skryptów obserwacyjnych; ustawianie parametrów procesu obserwacji; manualne sterowanie anteną; prowadzenie, kontrolowanie przebiegu i kontrolowanie wyników obserwacji pod nadzorem obserwatora; generowanie skryptów obserwacyjnych i wszystkich innych działań niezbędnych do prowadzenia obserwacji</p>

	astronomicznych, zgodnie z zasadą działania "w dobrej wierze" i z należytą starannością Wykonawcy.
12.	System sterowania radioteleskopem musi akceptować i wykorzystywać precyzyjne sygnały czasu (10 MHz i 1 s) rozprowadzane za pośrednictwem sieci LAN przez zegar atomowy zainstalowany w obserwatorium.
13.	System sterowania radioteleskopem musi wykorzystywać dane z lokalnych czujników meteorologicznych (przynajmniej z czujnika prędkości wiatru typu Dopplera) i automatycznie ustawiać antenę radioteleskopu w bezpiecznej pozycji w przypadku niebezpiecznych dla niej warunków środowiskowych, w szczególności jeśli średnia prędkość wiatru przekracza 50 km/h lub porywy wiatru przekraczają 75 km/h (obie wartości muszą być możliwe do regulacji). Ta funkcjonalność musi być zawsze aktywna, nawet gdy radioteleskop nie wykonuje obserwacji (proces typu demon).
14.	<p>System musi być wyposażony w dedykowany/e komputer/komputery, niezbędne do działania bezluzowego systemu napędowego, systemu sterowania i systemu odbiorczego. Ich procesory, pamięć, karty graficzne, monitor/monitory oraz wszystkie inne niezbędne podzespoły sprzętowe i programowe, muszą zostać wybrane przez Wykonawcę, ale muszą obejmować:</p> <p>a) system operacyjny (OS), całe oprogramowanie do odbioru i kalibracji danych obserwacyjnych, itp., zainstalowane na dysku SSD;</p> <p>b) wolną przestrzeń pamięci masowej SSD o pojemności >10 TB dla danych obserwacyjnych;</p> <p>c) wszystkie niezbędne interfejsy i złącza, w tym sieć Internetową 1/10 GHz oraz co najmniej dwa nie używane złącza USB 3.2.</p> <p>W przypadku awarii zewnętrznego zegara atomowego, teleskop musi być w stanie wykonywać obserwacje przy użyciu własnego zegara.</p> <p>Uwaga: Niezbędne części systemu napędowego, systemu sterowania i systemu odbiorczego mogą być zainstalowane w istniejącym pawilonie obserwacyjnym (kontenerze), znajdującym się około 10 metrów na północ od anteny. Kontener jest wyposażony w 10-kWh trójfazowe zasilanie bezprzerwowe UPS, system klimatyzacji/ogrzewania, sieć elektryczną i Internetową. Antena i kontener są chronione przez 21-metrowy piorunochron zainstalowany między kontenerem a anteną.</p>
15.	System napędowy i system sterowania radioteleskopem oraz integracja systemu odbiorczego wraz z integracją systemu starowania z systemem odbiorczym radioteleskopu muszą zostać uruchomione przez Wykonawcę jako systemy gotowe do użycia (w formule "pod klucz"), łącznie tworzące w pełni sprawny radioteleskop, i zawierające wszystkie niezbędne podzespoły sprzętowe i programowe do regularnej pracy (w tym komponenty niewymienione wyraźnie przez Zamawiającego w tej specyfikacji). Zamawiający zakłada działanie Wykonawcy zgodnie z zasadą działania „w dobrej wierze” i z należytą starannością.
16.	Wykonawca przeprowadzi szkolenie co najmniej 3 osób personelu IA UW r w obsłudze systemu napędowego, systemu sterowania radioteleskopem oraz systemu odbiorczego, w tym rutynowych czynności serwisowych i konserwacji oraz standardowej eksploatacji radioteleskopu. Szkolenie musi odbyć się w Obserwatorium Astronomicznym UW r w Białkowie w systemie „na żywo”, w ilości co najmniej 5 dni roboczych, w tym co najmniej 3 dni obserwacji treningowych. Szkolenia mają obejmować pełny zakres funkcjonalności wskazanych w OPZ, m.in. prowadzenie obserwacji radioastronomicznych Słońca, wybranych obiektów astrofizycznych (w tym obowiązkowo standardowych obiektów kalibracyjnych: Tau-A, Cas-A, Cyg-A oraz Vir-A w celach kalibracji absolutnej) oraz

	<p>obiektów Układu Słonecznego (np. Jowisza), kalibrację zgromadzonych danych obserwacyjnych, ich opracowanie i archiwizację.</p> <p>Czas trwania i zakres merytoryczny szkolenia mają być wystarczające dla nabycia niezbędnych kompetencji przez osoby szkolone.</p>
17.	Wykonawca dostarczy kompletny zestaw podręczników i instrukcji użytkowania dotyczących sprzętu i oprogramowania, w języku polskim lub angielskim.
18.	Co najmniej 24-miesięczna gwarancja na przedmiot zamówienia zgodnie ze złożoną Ofertą, w tym co najmniej 1 raz w roku przegląd okresowy mający na celu zapewnienie stałej sprawności przedmiotu zamówienia.
19.	Zgodnie z wymogami prawa, urządzenia peryferyjne systemu napędowego wykorzystywane do kontrolowania działania radioteleskopu (prowadzenia obserwacji astronomicznych) muszą być dostępne dla osób z niepełnosprawnościami.

Załącznik 1 – OPIS RADIOTELESKOPU

Antena paraboliczna o średnicy 6 m, zamontowana na montażu alt-azymutalnym, zainstalowana jest w Białkowie na terenie Obserwatorium Astronomicznego Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego. Współrzędne geograficzne anteny wynoszą około N51°.4730, E16°.6589.

Antena jest zainstalowana na betonowym fundamencie w kształcie ściętego ostrosłupa o wysokości 3 m nad poziom gruntu. Na północ od anteny zlokalizowany jest klimatyzowany pawilon obserwacyjny wyposażony w energię elektryczną, trójfazowy zasilacz UPS 10 kWh o dużej mocy oraz instalację elektryczną i internetową. Antena i pawilon połączone są rurami kablowymi. Pomiędzy anteną a pawilonem zainstalowano maszt odgromowy o wysokości 21 m. Teren ogrodzony jest lekkim ogrodzeniem.



Zwierciadło anteny jest litą aluminiową paraboloidą o średnicy 6 m, wspartą na kratownicy przestrzennej. Odbiornik typu „front-end” zamontowany jest na trójnogu. W pobliżu osi symetrii anteny pozostawiona jest szczelina odwadniająca.

Napęd azymutalny anteny ma luz obwodowy wynoszący 0,15 stopnia. Oś istniejącego enkodera azymutalnego jest połączona z kolumną anteny pośrednio, poprzez przekładnię przyspieszającą o przełożeniu około 13:10, która ma nieznaną luz, powodujący dodatkowe błędy o nieznaną wielkość w pomiarze kąta obrotu anteny w azymucie. Oś azymutalna teleskopu jest odchylona od pionu o około 1 stopień.

Elementy wykonawcze elektromechanicznych ograniczników ruchu anteny w azymucie są zamontowane bezpośrednio na osi napędowej enkodera i obracają się wraz z osią, ale nie są ustawione. Popychacze układu ogranicznika zainstalowane są na osi napędowej enkodera i załączają się okresowo co 360 stopni obrotu osi enkodera, natomiast antena musi pracować w azymucie do 540 stopni. Ograniczniki ruchu nie zostały uruchomione i antena nie jest w żaden sposób zabezpieczona przed przekroczeniem maksymalnego dopuszczalnego kąta obrotu w azymucie.

Wszystkie przewody antenowe wymagają oczyszczenia i zastosowania niezawodnych połączeń, odpornych na czynniki środowiskowe.

Załącznik nr 2 – OPIS SYSTEMU ODBIORCZEGO

Podstawowe parametry "front-end receiver" radioteleskopu 6-m UWr:

RX pasmo 1000 - 4000 MHz
RX polaryzacja Liniowa V lub H
Straty na odbicie < -18 dB
Max. moc 100 W CW
RX złącze N-Type żeńskie
Materiał Aluminium
Uszczelnienie 1.5 PSI
Max. prędkość wiatru operacyjna 80 Km/h
Max. prędkość wiatru nie niszczącego 160 Km/h
Zakres temperatur -40° to +70°C
Zakres temperatur użytk. -50° to +80°C
Wilgotność 0 do 100%

Podstawowe parametry LNA radioteleskopu 6-m UWr:

Zakres częstotliwości 1-4 GHz
Wzmocnienie 32-36-40 dB (min-typowe-max)
Płaskość wzmocnienia $\pm 0.5 \pm 1.5$ dB (min-typowe-max)
Zmiany wzmocnienia temperaturowe (-45 do +85) ± 1.0 dB
Liczba szumowa 0.4-0.7-1.0 dB (min-typowe-max)
Wejściowe VSWR $\approx 2.0-2.5 :1$ (min-typowe-max)
Wyjściowe VSWR $\approx 1.7-2.0 :1$ (min-typowe-max)
Wyjściowy 1dB punkt kompresji (P1dB) 10-13-? dBm (min-typowe-max)
Moc saturacji wyjścia (Psat) $\approx -15-?$ dBm (min-typowe-max)
Wyjściowy "Third Order Intercept" (OIP3) $\approx -20-?$ dBm (min-typowe-max)
Prąd zasilania (Vcc=+15V) $\approx 100-130$ mA (min-typowe-max)
Izolacja S12 $\approx -55-?$ dB (min-typowe-max)
Waga 0.71 uncji
Impedancja 50 Ohm
Wejście/wyjście złącza N-Type – żeńskie
Obudowa wodoodporna PVC
Materiał Aluminium

Podstawowe parametry kalibratora radioteleskopu 6-m UWr:

Pasmo 1-4 GHz
Wyjście ENR 6 dB
Kalibracja 500 MHz kroki
Współczynnik temperaturowy mniej niż 0.009 dB/°C
Temperatura operacyjna 0°C do +55°C
Zasilanie +28 VDC ± 2 VDC dla 15 mA (typowo)
VSWR mniej niż 1.15:1
Współczynnik napięcia < 0.002 dB/ ΔV

Podstawowe parametry odbiornika USRP X30

DC zasilanie 12V
Moc 35W
Konwersja ADC 200 MS/s
Rozdzielczość ADC 14 bitów

Konwersja DAC 800 MS/s
Rozdzielczość DAC 16 bitów
Dokładność wewnętrzna 2.5 ppm
RF liczba szumowa (50MHz-4GHZ) <5 dB
Nierównowaga IQ <-30 dBc
RX IIP3 (>35 MHz) 8-13 dBm
Wymiary (1U) 26.7x21.8x4.1 cm
Masa 1.6 kg