

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiot Zamówienia obejmuje **dostawę, instalację i uruchomienie kompletnego radioteleskopu do obserwacji radiowych słońca i innych obiektów astrofizycznych** dla Ośrodka Edukacji Astronomicznej Uniwersytetu Wrocławskiego w Białkowie [dalej OEA]. Będzie on stanowił część wyposażenia stanowiska edukacyjnego „Radioastronomia” zainstalowanego w pracowni dydaktyczno-eksperymentalnej „Eksperymentarium” OEA.

OŚRODEK EDUKACJI ASTRONOMICZNEJ UW r w BIAŁKOWIE **STANOWISKO EDUKACYJNE „RADIOASTRONOMIA”- RADIOTELESKOP**

Przedmiot Zamówienia obejmuje **dostawę, instalację i uruchomienie kompletnego radioteleskopu** dla Ośrodka Edukacji Astronomicznej Uniwersytetu Wrocławskiego w Białkowie (dalej OEA).

Radioteleskop z racji swojego charakteru musi być obsługiwany przez osoby pełnosprawne. Jednakże urządzenia peryferyjne radioteleskopu do kontroli jego pracy jak i końcowa stacja robocza do podglądu wyników będzie umieszczona w miejscu zapewniającym dostęp dla osób niepełnosprawnych.

Radioteleskop powinien umożliwiać:

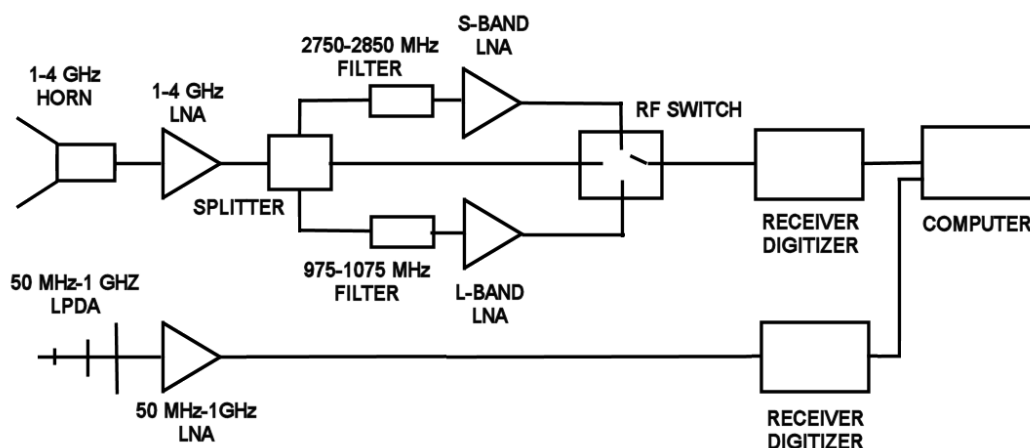
1. Prowadzenie rutynowych obserwacji radiowych Słońca i innych obiektów astrofizycznych
2. Bezwzględna kalibrację zgromadzonych danych obserwacyjnych, ich opracowanie i archiwizację.
3. Zapoznanie osób zwiedzających OEA z podstawowymi zasadami prowadzenia obserwacji radioastronomicznych przy wykorzystaniu radioteleskopu.
4. Zapoznanie osób zwiedzających OEA z metodami kalibracji i opracowania wyników obserwacji radioastronomicznych.
5. Zapoznanie osób zwiedzających OEA z podstawami technicznymi radioastronomii.

I. Specyfikacja istotnych parametrów technicznych radioteleskopu:

1. Radioteleskop powinien umożliwiać prowadzenie obserwacji radiowych Słońca i innych obiektów astronomicznych, jednocześnie w dwóch pasmach częstotliwości wybranych z dwu zakresów częstotliwości:
 - a) Pasmo I: pasmo o dowolnie wybranej szerokości z zakresu od 50 MHz do 1 GHz
 - b) Pasmo II: pasmo o dowolnie wybranej szerokości z zakresu częstotliwości od 1 GHz do 4 GHz; lub w zakresie 2750-2850 MHz lub w zakresie 975^(*) MHz -1075^(*) MHz.
Uwaga: symbol (*) oznacza, że dokładna wartość dolnej i górnej granicy zakresu częstotliwości powinna być ustalona przez Wykonawcę w porozumieniu z Zamawiającym przy uwzględnieniu ustaleń zawartych w punkcie II. 30.
2. Radioteleskop powinien być wyposażony w dwa kompletne systemy odbiorcze sygnałów radiowych: jeden dla zakresu częstotliwości od 50 MHz do 1 GHz oraz jeden dla zakresu od 1 GHz do 4 GHz. Oba systemy powinny obejmować wszelkie niezbędne składniki sprzętowe i programowe, w tym: wzmacniacze nisko-szumowe, przełączniki sygnału, rozdzielacze sygnału, wzmacniacze pośrednie, odbiorniki cyfrowe/digitizery,

okablowanie, okablowania itp. Oba systemy odbiorcze mogą wykorzystywać ten sam komputer sterujący.

Orientacyjny schemat ideowy radioteleskopu Zamawiający przedstawia na rysunku nr. 1. Zamawiający zastrzega, iż schemat ten może zawierać błędy i na Wykonawcy spoczywa obowiązek przygotowania oferty na dostawę radioteleskopu wyposażonego we wszystkie niezbędne do działania i użytkowania składniki sprzętowe i programowe (w tym składniki nie wykazane *explicite* przez Zamawiającego na rysunku), jak również nie zawierającej żadnych zbędnych składników, nawet jeżeli składniki takie zostały umieszczone na rysunku.



Rysunek 1. Orientacyjny schemat ideowy radioteleskopu.
Szczegółowy opis oraz zastrzeżenia zawarte są w tekście.

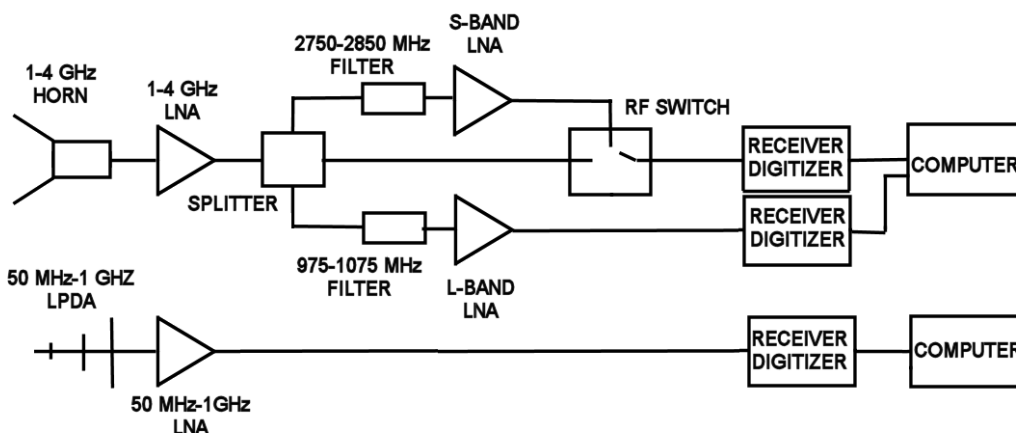
3. Radioteleskop powinien być wyposażony w ruchomą antenę paraboliczną o średnicy co najmniej 5 m, o następujących podstawowych parametrach:
 - a. zakres ruchu (obszar obserwacji): pełna półsfera ponad horyzontem;
 - b. kompletny system napędowy, w tym jednostka sterująca, napędy i ograniczniki ruchu, system bezwzględny pomiaru położenia anteny w obu osiach z dokładnością nie gorszą niż 0.01 stopnia, wszelkie inne niezbędne elementy. System napędowy powinien umożliwiać prowadzenie obserwacji Słońca oraz obiektów astrofizycznych;
 - c. kontrola ruchu i położenia czaszy teleskopu realizowana poprzez ADU oraz PC;
 - d. współczynnik VSWR (standing wave ratio) < 1.3;
 - e. szerokość wiązki w dowolnym kierunku (dla połowy mocy/-3dB): < 10°;
 - f. listki boczne wiązki nie silniejsze niż 0.05 (-13 dB) wiązki głównej.
4. Radioteleskop powinien być wyposażony w oświetlacz anteny parabolicznej (ang. *front-end receiver*) umożliwiający jednoczesny i niezależny odbiór sygnałów w pasmach L (1 GHz do 2 GHz) oraz S (2 GHz do 4 GHz);
5. Radioteleskop powinien być wyposażony w antenę typu logarytmiczno-periodycznego (LPDA), przymocowaną z boku anteny parabolicznej w ten sposób by umożliwiała odbiór sygnału z tego samego kierunku co antena paraboliczna, dla odbioru sygnału z zakresu 50 MHz do 1 GHz;
6. Odbiorniki cyfrowe/digitizery sygnału radiowego powinny spełniać co najmniej następujące wymagania:
 - a. pomiar i digitalizacja (konwersja analog/cyfra) sygnałów o częstotliwości od 50 MHz do co najmniej 3 GHz (preferowane 4 GHz);



- b. szerokość próbkowanego pasma częstotliwości sygnału: swobodnie wybieralna w zakresie od 1 kHz do 3 GHz (preferowane 4 GHz);
 - c. częstotliwość centralna próbkowanego pasma: swobodnie wybieralna w zakresie od 50 MHz do 3 GHz (preferowane 4 GHz);
 - d. ilość przedziałów częstotliwości w próbkowanym paśmie: nie mniej niż 600;
 - e. rzeczywista rozdzielczość bitowa konwersji sygnału A/D: co najmniej 24 bity;
 - f. efektywny zakres dynamiczny: co najmniej 110 dB;
 - g. rzeczywista efektywna częstotliwość próbkowania: co najmniej 1 mld próbek na sekundę oraz możliwość rejestracji dynamicznych widm radiowych zawierających pomiar w co najmniej 600 sąsiadujących przedziałach częstotliwości z czasową zdolnością rozdzielczą nie gorszą niż 0.001 sek;
 - h. poziom średniego wykrywalnego sygnału: nie mniej niż -150 dB.
7. Radioteleskop powinien być wyposażony w kompletny system kalibracyjny z wszelkimi niezbędnymi akcesoriami, w tym kalibracyjne źródło szumu, umożliwiające kalibrację radioteleskopu w zakresie częstotliwości od 50 MHz do 4 GHz.
8. Systemu komputerowego sterowania radioteleskopem powinien umożliwiać sterowanie pracą radioteleskopu automatycznie lub przez operatora;
9. Systemu komputerowego sterowania radioteleskopem powinien być wyposażony w:
- a. kompletny zestaw oprogramowania do odbioru, przetwarzania, wizualizacji i archiwizacji danych,
 - b. w oprogramowanie wspomagające prowadzenie obserwacji Słońca (np. odpowiednie prędkości śledzenia) oraz innych źródeł astrofizycznych,
 - c. wszelkie inne niezbędne elementy oprogramowania niezbędne dla pracy radioteleskopu.
10. Parametry techniczne komputera, w tym procesora, pamięci, karty graficznej, monitora i wszelkich innych niezbędnych składników sprzętowych i programowych powinny być dobrane przez Wykonawcę tak, by spełnienie były co najmniej następujące wymagania:
- a. możliwość sterowania jednocześnie pracą dwóch niezależnych kompletnych systemów odbiorczych (opisanych w punktach 1 i 2).
 - b. system operacyjny, niezbędne oprogramowanie dla prowadzenia obserwacji, redukcji danych i pokazów interaktywnych „na żywo”, bazy danych etc. zainstalowane na nieulotnej pamięci masowej typu SSD.
 - c. pojemność wolnej nieulotnej pamięci masowej do dyspozycji Zamawiającego co najmniej 0.5 TB.
 - d. klawiatura klasyczna mechaniczna i mysz bezprzewodowe.
 - e. monitor 4K, rozdzielczość natywna: 3840x2160 px, przekątna: ≥ 31 ", matryca IPS;
 - f. komputer powinien być wyposażony we wszystkie niezbędne interfejsy i złącza (w tym sieciowe), w tym w co najmniej dwa złącza USB 3.1 do wykorzystania przez Zamawiającego;
 - g. komputer powinien umożliwiać zdalne wykorzystanie jego zasobów sprzętowych i programowych z wykorzystaniem komputera zainstalowanego w pracowni „Eksploratorium” OEA lub komputera zainstalowanego w IA UW we Wrocławiu. Wybór technologii umożliwiającej połączenie komputera sterującego radioteleskopem z innym komputerem należy do Wykonawcy. Zamawiający dopuszcza zastosowanie typowego oprogramowania umożliwiającego zdalny dostęp do komputera (zdalne zarządzanie pulpitem) poprzez Internet.
 - h. w skład oprogramowania powinien wchodzić program do automatycznego tworzenia kopii zapasowej oprogramowania i zasobów, w tym na dysku zewnętrznym;

- i. wykonawca powinien zagwarantować udzielanie Zamawiającemu zdalnych konsultacji w przypadku problemów z działaniem lub wykorzystaniem oprogramowania;
 - j. Zamawiający wymaga możliwość instalowania na komputerze własnego oprogramowania i zasobów (np. edytory graficzne, edytory tekstu, bazy grafik i multimediiów itp.);
 - k. Zamawiający wymaga, aby jednostka wchodząca w skład komputerowego sterowania radioteleskopem była wyposażona we własny zasilacz awaryjny typu UPS z funkcją podtrzymania zasilania (co najmniej 30 minut) i filtrowania skoków napięcia.
11. Wymagane minimalne parametry środowiskowe radioteleskopu:
- a. Zakres temperatur roboczych anteny i elementów zewnętrznych radioteleskopu: -30°C do +50°C;
 - b. Zakres temperatur roboczych elementów wewnętrznych: 0°C do +50°C;
 - c. Zakres wilgotności względnej roboczej dla elementów zewnętrznych: $\leq 100\%$;
 - d. Zakres wilgotności względnej roboczej dla elementów wewnętrznych: $\leq 80\%$;
 - e. Eksploatacyjna prędkość wiatru nie mniejsza niż: 20 m/s (72 km/h);
 - f. Nieniszcząca prędkość wiatru nie mniejsza niż: 50 m/s (180 km/h);
 - g. Eksploatacyjne obciążenie lodem nie mniejsze niż: 10 mm;
 - h. Nieniszczące obciążenie lodem nie mniejsze niż: 25 mm.
12. Zamawiający informuje, iż planuje rozbudowę radioteleskopu w celu umożliwienia prowadzenia obserwacji radiowych Słońca i innych obiektów astronomicznych jednocześnie w trzech pasmach częstotliwości:
- c) Pasma I: pasmo o dowolnie wybranej szerokości z zakresu od 50 MHz do 1 GHz
 - d) Pasma II: pasmo 2750-2850 MHz lub pasmo o dowolnie wybranej szerokości z zakresu częstotliwości od 1 GHz do 4 GHz;
 - e) Pasma III: pasmo 975^(*) MHz -1075^(*) MHz, gdzie symbol (*) oznacza, że dokładna wartość dolnej i górnej granicy zakresu częstotliwości będzie uwzględniać ustalenia zawarte w punkcie II. 30.

Orientacyjny schemat ideowy radioteleskopu przedstawiony jest na rysunku nr. 2. Zamawiający zastrzega, iż schemat ten może zawierać błędy.



Rysunek 2. Orientacyjny schemat ideowy radioteleskopu po opcjonalnej (nie wchodzącej w skład opisu) rozbudowie.

II. Specyfikacja innych istotnych wymagań dla radioteleskopu:



1. Radioteleskop wraz z niezbędnym oprzyrządowaniem ustawiony zostanie na terenie Obserwatorium Astronomicznego IA UW r. w Białkowie, znajdującego się w bezpośrednim sąsiedztwie OEA.
2. Przewiduje się, że zespół antenowy radioteleskopu zostanie ustawiony w punkcie o współrzędnych N51^o.4730 E16^o.6589, znajdującym się w odległości około 90 m w kierunku S od tzw. pawilonu heliofizycznego OA UW r.
3. Niezbędne wyposażenie odbiorcze radioteleskopu, zasilanie, w tym zasilanie awaryjne, komputer sterujący itd. Zamawiający planuje zainstalować w tzw. pawilonie heliofizycznym OA UW r. Wykonawca zobowiązany jest sprawdzić, czy poziom zakłóceń elektro-magnetycznych w pawilonie heliofizycznym, wynikających z eksploatacji zainstalowanego tam sprzętu obserwacyjnego (napędy elektryczne, styczniki etc.), nie wyklucza instalacji wyposażenia radioteleskopu. W przypadku, gdyby w ocenie Wykonawcy instalacja składników radioteleskopu w pawilonie heliofizycznym nie była możliwa, Zamawiający udostępni izolowany kontener mieszkalny 10', ustawiony na terenie OA w odległości około 70 m od anteny radioteleskopu.
4. Długość niezbędnego okablowania powinna być określona przez Wykonawcę radioteleskopu przy uwzględnieniu rozmieszczenia składników radioteleskopu w pawilonie heliofizycznym lub w alternatywnej lokalizacji.
5. Demonstracje dydaktyczne obserwacji radioteleskopem, kalibracji, redukcji oraz wizualizacji wyników obserwacji będą prowadzone w pracowni dydaktyczno-eksperymentalnej „Eksploratorium” OEA, gdzie będzie zainstalowane stanowisko komputerowe umożliwiające zdalne wykorzystanie wszystkich zasobów sprzętowych i programowych (w tym możliwości obserwacyjnych, redukcji danych i opracowania wyników) komputera sterującego procesem obserwacyjnym radioteleskopu. Wybór technologii umożliwiającej połączenie komputera sterującego radioteleskopem z komputerem w „Eksploratorium” należy do Wykonawcy. Zamawiający dopuszcza zastosowanie typowego oprogramowania umożliwiającego zdalny dostęp do komputera (zdalne zarządzanie pulpitem) poprzez Internet.
6. W przypadku zastosowania przez Wykonawcę oprogramowania umożliwiającego zdalny dostęp do komputera (zdalne zarządzanie) poprzez Internet, Zamawiający preferuje oprogramowanie nie wymagające okresowych opłat licencyjnych. W przypadku konieczności opłacania okresowych opłat licencyjnych wysokość opłaty musi zostać zaakceptowana przez Zamawiającego.
7. Ciągi komunikacyjne w pawilonie heliofizycznym oraz w alternatywnej lokalizacji są ograniczone wielkością otworów drzwiowych (najmniejszy ma rozmiar 2 m na 0.8 m) oraz obejmują schody. Wykonawca zobowiązany jest upewnić się, że niezbędne składniki radioteleskopu, przewidziane do zainstalowania mogą być przetransportowane przez taki ciąg komunikacyjny.
8. Radioteleskop powinien zostać dostarczony, zainstalowany i uruchomiony przez Wykonawcę jako system gotowy do użycia (w formule „pod klucz”), zawierający wszystkie niezbędne do działania i użytkowania składniki sprzętowe i programowe (w tym składniki nie wymienione *explicite* przez Zamawiającego w niniejszej specyfikacji).
9. W przypadku, jeśli specyfikacja wymagań przygotowana przez Zamawiającego nie zawiera jakiegokolwiek elementu sprzętowego lub programowego radioteleskopu lub też czynności, które wg. *bona fide* Wykonawcy są niezbędne dla uruchomienia radioteleskopu w OEA i prowadzenia w pełni funkcjonalnych obserwacji oraz pokazów dydaktycznych, Wykonawca zobowiązany jest do zawarcia tych elementów lub czynności w swojej ofercie i wskazania ich. Na Wykonawcy spoczywa obowiązek upewnienia się, że jego oferta na radioteleskop jest kompletna.
10. Oferta na dostawę radioteleskopu musi obejmować przeszkolenie personelu OEA w eksploatacji instrumentu w zakresie: prowadzenia obserwacji, prowadzenie kalibracji instrumentu, opracowania, archiwizacji i wizualizacji wyników; a także w zakresie rutynowych czynności obsługowych i konserwacyjnych radioteleskopu.



11. Niezwłocznie po podpisaniu umowy na dostawę Wykonawca dostarczy Zamawiającemu specyfikację wymagań technicznych dla systemu zasilania radioteleskopu w energię elektryczną oraz projekt techniczny fundamentu dla montażu radioteleskopu.
12. Okablowanie łączące część antenową i część odbiorczą radioteleskopu powinno być zakopane w ziemi i odpowiednio zabezpieczone przez wpływem zewnętrznych zaburzeń elektromagnetycznych (w tym wyładowań atmosferycznych).
13. Wykonanie fundamentu radioteleskopu oraz doprowadzenie zasilania do miejsca montażu wyposażenia radioteleskopu w pawilonie heliofizycznym spoczywa na Zamawiającym.
14. W przypadku konieczności umieszczenia jakiegokolwiek składnika radioteleskopu w pomieszczeniu o kontrolowanych parametrach środowiska (klimatyzowanego), Wykonawca zobowiązany będzie do dostarczenia Zamawiającemu specyfikacji wymaganych parametrów (np. dopuszczalny zakres temperatur, wilgotności itp.).
15. Wykonawca udzieli Zamawiającemu co najmniej 36 miesięcznej gwarancji i rękojmi na kompletny radioteleskop.
16. W okresie gwarancji usunięcie awarii radioteleskopu skutkującej niemożliwością wykonywania obserwacji powinno nastąpić w czasie nie dłuższym niż 120 godzin od momentu zgłoszenia awarii, lub też w tym czasie Wykonawca dostarczy i zainstaluje identyczny funkcjonalnie sprawny składnik zastępczy na czas naprawy.
17. W okresie gwarancji usunięcie drobnych awarii powinno nastąpić w czasie nie dłuższym niż 14 dni od momentu zgłoszenia awarii.
18. W przypadku, gdy w okresie gwarancyjnym ten sam składnik radioteleskopu ulegnie awarii po raz trzeci, Wykonawca wymieni go na nowy bez wad.
19. W przypadku braku możliwości zgłoszenia awarii przez Zamawiającego z powodu leżącego po stronie Wykonawcy, za moment zgłoszenia przyjmuje się moment pierwszej próby powiadomienia, wykonanej także przy użyciu elektronicznych środków komunikacji.
20. W okresie gwarancji Wykonawca zapewni Nielimitowane i bezpłatne wsparcie techniczne i możliwość konsultacji poprzez telefon, komunikator internetowy i pocztę elektroniczną.
21. W przypadku konieczności naprawy jakiegokolwiek składnika radioteleskopu poza siedzibą OEA w Białkowie, w okresie gwarancyjnym transport tegoż składnika z i do siedziby OEA jest obowiązkiem Wykonawcy.
22. Wykonawca musi zagwarantować dostępność części zamiennych i materiałów eksploatacyjnych funkcjonalnie identycznych z dostarczonymi w ramach radioteleskopu przez okres co najmniej 10 lat.
23. W przypadku naprawienia przez Wykonawcę istotnych wad bezpieczeństwa lub wad funkcjonalności oprogramowania dostarczonego z radioteleskopem, poprawione wersje oprogramowania zostaną zainstalowane bezpłatnie przez Wykonawcę w instrumencie w OEA.
24. Dostarczony sprzęt i oprogramowanie radioteleskopu dla OEA musi spełniać wszystkie wymagania przewidziane prawem obowiązującym na terenie Polski oraz Unii Europejskiej i posiadać wszystkie wymagane certyfikaty i uzgodnienia, w tym w zakresie bezpieczeństwa, ochrony przeciw-porażeniowej i przeciw-pożarowej.
25. Zamawiający będzie miał nieograniczone prawo do wykorzystywania w dowolnej formie danych obserwacyjnych zebranych przy użyciu radioteleskopu.
26. Dostarczony radioteleskop dla OEA musi być fabrycznie nowy.
27. W skład radioteleskopu dla OEA musi wchodzić zestaw wszystkich niezbędnych licencji dla wszystkich składników oprogramowania, przy czym licencje nie mogą być ograniczone czasowo lub powiązane z jakimkolwiek elementem składowym radioteleskopu. Wymiana jakiegokolwiek składnika sprzętowego radioteleskopu nie może powodować wygaśnięcia licencji.
28. W skład radioteleskopu dla OEA musi wchodzić zestaw wszystkich niezbędnych podręczników dla dostarczonego oprogramowania.
29. Wykonawca zobowiązany jest zapewnić, że wszelkie rozwiązania sprzętowe i programowe zastosowane w radioteleskopie nie naruszają czyichkolwiek praw materialnych i własności intelektualnej.



30. Dokładna wartość dolnej i górnej granicy zakresu częstotliwości opisanych jako 975 MHz-1075 MHz powinna być ustalona przez Wykonawcę w porozumieniu z Zamawiającym przy uwzględnieniu, że:
- Pomiary poziomu zakłóceń e-m w OA w Białkowie wykazały istnienie bardzo silnego pasma zakłóceń poniżej częstotliwości 960 MHz. Widmo e-m w zakresie 900 MHz – 1100 MHz zmierzone w OA w Białkowie przedstawione jest na rysunku 3.
 - Szerokość pasma pomiarowego powinna wynosić 100 MHz.

