

Bartosz **DYBAŁ**
Andrzej **HUŃKIEWICZ**

JEDNOSTKA ANTENOWA JAT-122

Streszczenie: W artykule zaprezentowano budowę jednostki antenowej JAT-122, zespołów wchodzących w jej skład oraz osprzętu niezbędnego podczas remontów. Zwrócono uwagę na jej bardzo wysokie parametry techniczne i wskazano sposoby ich osiągnięcia. Opisano krótko technologię montażu bloku antenowego i wymiany łożyska głównego. Wyszczególniono korzyści dla Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Urządzeń Mechanicznych możliwe do uzyskania w wyniku pomyslniej realizacji tego obiektu.

1. WSTĘP

Od pewnego czasu OBRUM współpracuje z Przemysłowym Instytutem Telekomunikacji PIT i Centrum Naukowo-Produkcyjnym Elektroniki Profesjonalnej RADWAR wytwarzając nośniki urządzeń radiolokacyjnych na podwoziach kołowych i gąsienicowych (SPR-22, CAR-1100, JBR-15 (rys.1)). Jednostka antenowa JAT-122 jest obiektem stacjonarnym – nośnikiem radaru dalekiego zasięgu i wchodzi w skład wyrobu RST-12M.

Jednostka JAT-122 posadowiona jest na szczycie wieży antenowej o wysokości około 27 m, przykryta kopułą o dużej średnicy chroniącą przed szkodliwym działaniem zmiennych warunków atmosferycznych (Rys.2). Wnętrze kopuły jest klimatyzowane w czasie pracy radaru, a jej wielkość umożliwia dokonywanie niezbędnych operacji montażowych i obsługowych przy użyciu składanego żurawia teleskopowego oraz narzędzi i przyrządów specjalnych.



Rys.1. Urządzenia radiolokacyjne wykonywane przez OBRUM

2. UZASADNIENIE PODJĘCIA REALIZACJI TEMATU JEDNOSTKI ANTENOWEJ JAT-122

Są co najmniej dwa powody:

- udział w programie wykonania stacji radiolokacyjnej o najwyższych parametrach technicznych z perspektywą udziału w międzynarodowym przetargu na wyposażenie tego rodzaju stacji trzech krajów NATO.
- duże wymiary, dokładność wykonania i oczekiwany czas bezawaryjnej pracy, minimalizacja czasu czynności obsługowych i usuwanie ewentualnych awarii wymaga zastosowania nowych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych i wykonawczych.

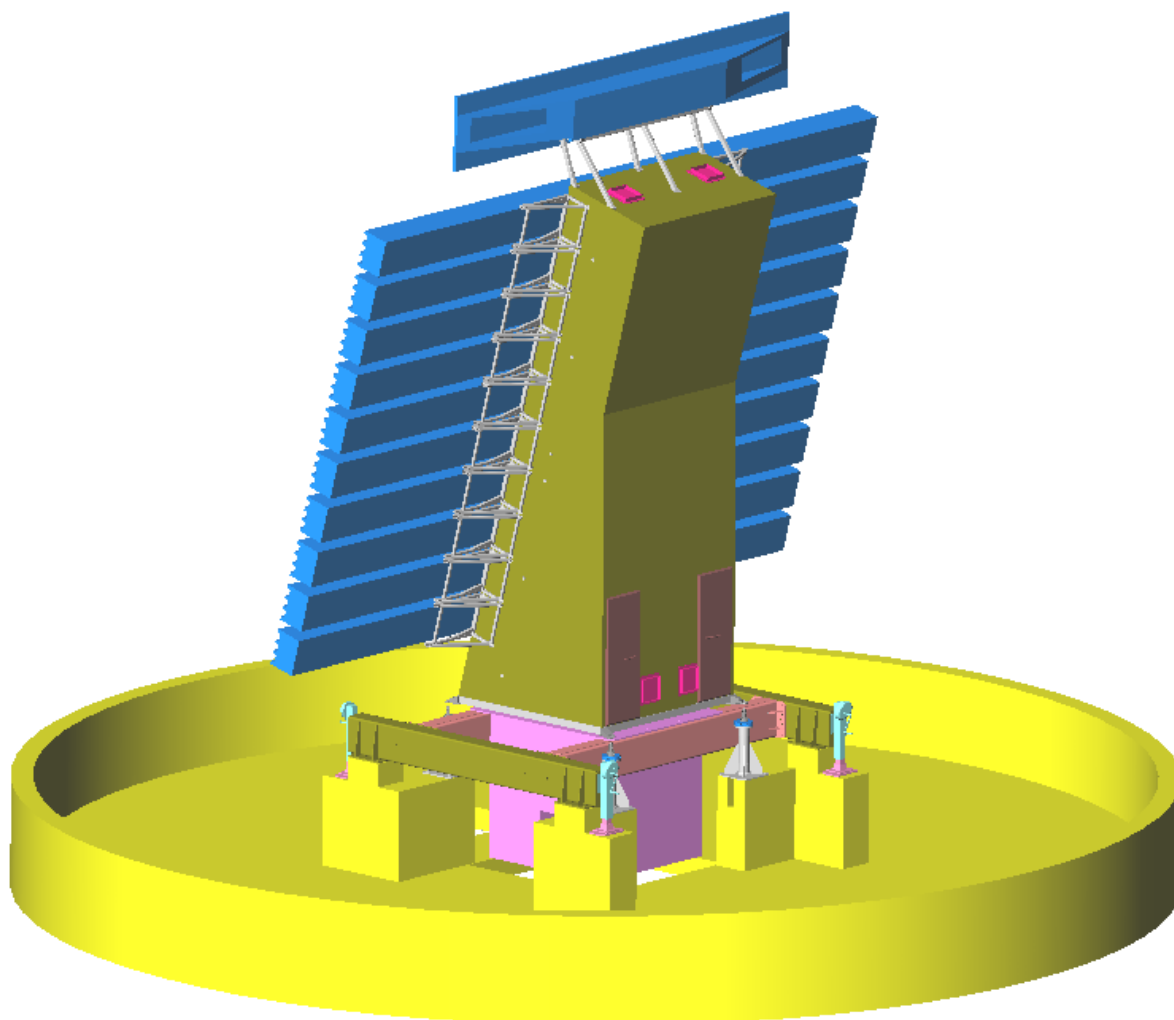
Współpraca z Przemysłowym Instytutem Telekomunikacji w zakresie realizacji konstrukcji jednostki antenowej JAT-122 stawia przed OBRUM nowe problemy inżynierskie [1]. Ich przezwyciężenie wymaga dużego wysiłku kadry naukowo-badawczej i technicznej. Jeżeli wszystkie pomysły, projekty i ich realizacja w postaci gotowego wyrobu zostaną pozytywnie zweryfikowane podczas badań i późniejszej eksploatacji przysporzy to OBRUM-owi szeregu korzyści:

- finansowe,
- wzięcie udziału w przetargu o międzynarodowym zasięgu,
- rozwój nowej myśli technicznej w Ośrodku,
- wzrost doświadczenia kadry biorącej udział w realizacji projektu,
- wzrost prestiżu ośrodka,
- umocnienie pozycji OBRUM-u jako strategicznego partnera PIT.



Rys.2. JAT-122 na wieży (wizja)

3. BUDOWA JEDNOSTKI ANTENOWEJ



Rys.3. Widok ogólny jednostki antenowej JAT-122

W skład JAT-122 wchodzi zespół:

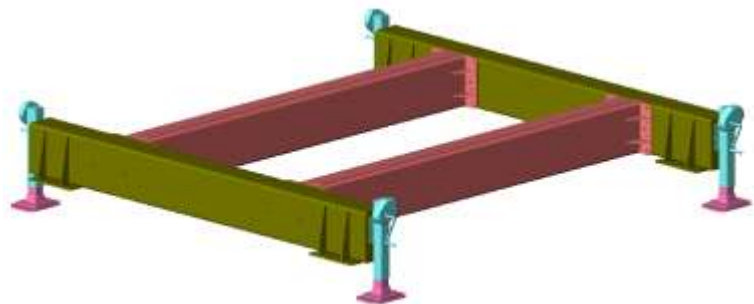
- rama z układem podporowym umożliwiającym wypoziomowanie jednostki na szczycie wieży,
- kabina podantenowa,
- kabina antenowa,
- wsporniki do mocowania anteny głównej i systemu identyfikacji AFF-600,
- antena główna,
- antena systemu identyfikacji AFF-600,
- zespół urządzeń do montażu i wymiany bloków anteny głównej,
- zespół urządzeń do wymiany łożyska głównego.

4. CHARAKTERYSTYKA ZESPOŁÓW JEDNOSTKI ANTENOWEJ

Rama z zespołem podporowym [5] ma zapewnić stabilne posadowienie jednostki na górnym podejściu wieży antenowej oraz możliwość jej wypoziomowania. Rama, ze względu na konieczność łatwego transportu i montażu na wieży tak dużych elementów, zbudowana jest z czterech belek o przekroju prostokątnym łączonych ze sobą za pomocą złącz śrubowych. Na końcach belek głównych umocowane są podpory śrubowe z napędem



Rys.5. Kabina podantenowa



Rys.4. Rama z zespołem podporowym

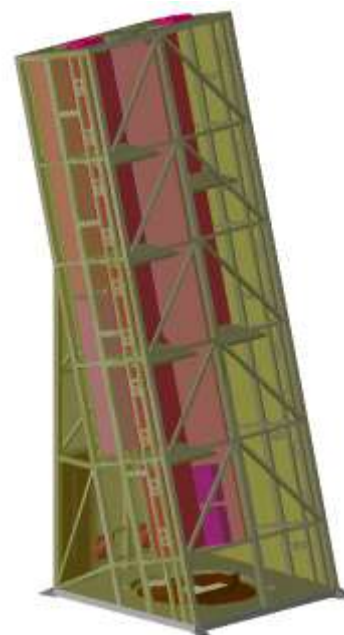
ręcznym (do poziomowania) oraz łapy w formie nakładek z otworami do stabilnego posadowienia na fundamentach po wypoziomowaniu. Dwie belki poprzeczne łączące belki główne przeznaczone są do posadowienia kabiny podantenowej. Sztywność ramy musi zagwarantować utrzymanie odchyłki osi wirowania kabiny antenowej z zespołem anten w granicach w $\pm 14'$.

Kabina podantenowa KPA-122 [2] w formie prostopadłościanu posiada u góry płytę nośną do zamocowania łożyska głównego wraz z dwoma napędami obrotu oraz złącza obrotowego. We wnętrzu kabiny znajdują się, oprócz napędów i złącza obrotowego z falowodem, zespoły: elektroniczne, ogrzewania, wentylacji, oświetlenia i inne niezbędne do funkcjonowania stacji. Wnętrze kabiny wyłożone jest wykładziną izolacyjną i blachami ze stopu aluminium. Drzwi i pokrywy umożliwiają łatwy dostęp do wewnętrznych zespołów. Kabina szczelna elektromagnetycznie montowana jest do ramy za pośrednictwem złączy śrubowych. Do górnej ruchomej części łożyska przykręcona jest płyta kabiny antenowej.

Kabina antenowa [6] o kształcie prostopadłościanu o przekroju prostokątnym pochylona jest do pionu (podstawy) o kąt $15 \pm 0,1^\circ$, jest konstrukcją szkieletową z zamkniętych profili. Pokrycie zewnętrzne stanowi cienka blacha stalowa, a wewnętrzne izolacja termiczna oraz blachy aluminiowe. Do części dolnej stanowiącej przestrzenną płytę przykręcone jest łożysko, za pośrednictwem którego następuje integracja z kabiną

podantenową. Odpowiednie ukształtowanie podstawy umożliwi podłączenie falowodu oraz linii kablowych wychodzących ze złącza obrotowego. W kabiny znajdują się dwa kanały komunikacyjne z pomostami i drabinami umożliwiające serwisowanie urządzeń elektronicznych zamontowanych wewnątrz kabiny. Dojście do tych kanałów jest zapewnione przez drzwi usytuowane na tylnej ścianie. Na dachu kabiny znajduje się właz umożliwiający serwisowanie anteny AFF-600. Na bocznych ścianach kabiny przykręcone są wsporniki, do których mocowane są bloki antenowe anteny głównej, które po zamontowaniu stanowią płaszczyznę wspartą na ścianie przedniej kabiny. Na dachu kabiny zamontowana jest za pomocą wspornika antena identyfikacji.

Wykonanie baz i otworów do zamontowania wsporników anteny jest problemem wykonawczym ze względu na duże gabaryty kabiny, a jednocześnie „ostre” tolerancje. Dodatkową trudnością jest ustalenie osi wirowania zespołu antenowego tak, aby znajdowała się ona możliwie blisko środka masy. Oczywiście jest, że również ta kabina jest szczelna elektromagnetycznie oraz posiada zaczepy i uchwyty transportowe.



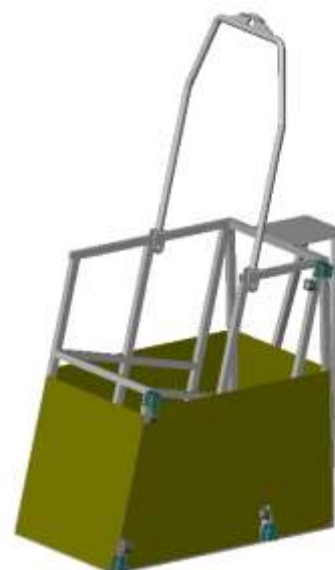
Rys.6. Kabina antenowa



Rys.7. Wsporniki do mocowania anten

Wsporniki do mocowania anten wykonane z profili zamkniętych mocowane na ścianach bocznych kabiny antenowej i jej dachu (AFF-600) wymagają precyzyjnego ustawienia zapewniającego stabilne osadzenie anten bez przekoszeń i skręceń. Istnieje możliwość regulacji ustawienia na połączeniach stożkowych.

Antena główna o wymiarach 9690×6600×300 jest płaską konstrukcją przestrzenną złożoną z dziesięciu bloków antenowych mocowanych za pomocą wsporników do kabiny antenowej. Bloki antenowe mogą być montowane i wymieniane niezależnie i w dowolnej kolejności. Przyjęto, że czynności te wykonywane będą w pozycji pracy anteny, czyli w położeniu odchylenia od pionu 15°. Stanowi to bardzo poważny problem technologiczny (wysokość od podestu wieży > 10 m) i wymaga zastosowania specjalnego oprzyrządowania.



Rys.8. Kosz do wymiany wierszy anteny

Antena systemu identyfikacji AFF-600 o wymiarach 6540×1035×70 mocowana do wspornika na górnej ścianie kabiny antenowej jest odchylona od pionu o 2°.

Urządzenie do montażu i wymiany bloków anteny głównej [3] [4] stanowi zespół przyrządów, zawiesi, uchwytów, trawersy oraz koszy montażowych umożliwiających precyzyjne manewrowanie blokiem antenowym, gdy zachodzi potrzeba jego zamontowania lub wymiany. Składany żuraw teleskopowy o odpowiednim udźwigu stanowiącym wyposażenie wieży jest niezbędny do przemieszczenia bloków w pionie i w poziomie przy użyciu wyżej wymienionego



Rys. 9 Stojak



Rys. 10 Urządzenie transportowe z łożyskiem

oprzyrządowania. Sposób wymiany boków jest rozwiązaniem oryginalnym. Mamy nadzieję, że zostanie zweryfikowany pozytywnie w czasie badań i eksploatacji.

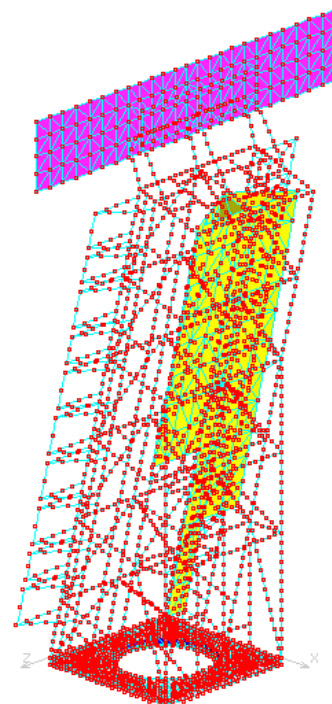
Zespół urządzeń do wymiany łożyska głównego stanowią stojaki, wsporniki, i urządzenie transportowe służące do wymiany łożyska głównego zgodnie z opracowaną technologią.

5. WYZWANIA TECHNICZNE

Jednostka antenowa JAT-122 należy do grupy wyrobów nie projektowanych i nie wytwarzanych wcześniej przez OBRUM. Ze względu na wymaganą dokładność, sztywność konstrukcji oraz czas eksploatacji i jednocześnie duże wymiary, koniecznym było przeprowadzenie optymalizacji postaci konstrukcyjnej, zastosowanie niestandardowych technologii, oraz optymalnego doboru materiałów.

Szczególnie podatna na odkształcenia za względu na duże obciążenia i jednocześnie małą masę własną jest kabina antenowa, dlatego prace konstrukcyjne były wspomagane obliczeniami wytrzymałościowymi dokonany metodą elementów skończonych. Przeprowadzone analizy pozwoliły przyjąć, że optymalne jest zastosowanie konstrukcji szkieletowej z profili zamkniętych. Kolejnym problemem stanowiło bardzo dokładne wyznaczenie środka ciężkości masy wirującej. Było to istotne ze względu na konieczność

„umieszczenia” osi wirowania jak najbliżej środka ciężkości w celu minimalizacji niekorzystnej siły odśrodkowej. Obliczenie położenia środka ciężkości



Rys.11. Model do obliczeń numerycznych kabiny antenowej

wykonywane były przy użyciu trójwymiarowych programów inżynierskich (rys.11).

Ponieważ JAT w czasie pracy umieszczona jest na wieży pod kopułą, a więc w miejscu o małej przestrzeni (w porównaniu z wymiarami jednostki) i nie dostępnym z zewnątrz, koniecznym było opracowanie technologii montażu i serwisowania możliwych do przeprowadzenia w tych specyficznych warunkach oraz zaprojektowanie i wykonanie osprzętu do realizacji prac zgodnie z przyjętymi technologiami. Analiza wykazała, że szczególnie trudne do przeprowadzenia są dwie czynności [7]:

- montaż wierszy anteny głównej,
- technologia wymiany łożyska głównego.

Montaż wierszy anteny głównej realizowany jest z zastosowaniem osprzętu opisanego w poprzednim rozdziale. Przeprowadzany jest w pozycji pracy jednostki, a więc płaszczyzna mocowania pochylona jest od pionu o 15° . Pochylenie to wymusza zastosowanie osprzętu do precyzyjnego pochylenia i prowadzenia wiersza antenowego w czasie montażu. Szczególnie newralgiczny jest ostatni etap, tj. precyzyjne zbliżenie wiersza do wsporników tak, by wiersz trafił w otwory montażowe i jednocześnie by nie uległy uszkodzeniu wiersze sąsiednie.

Technologia wymiany łożyska głównego polega na uniesieniu za pomocą podpór regulacyjnych całej jednostki antenowej o $150\div 250$ mm, podparciu za pomocą stojaków części, odkręceniu śrub łączących łożysko z kabiną podantenową, opuszczeniu za pomocą podnośników regulacyjnych ramy głównej z kabiną podantenową, odkręceniu łożyska od kabiny antenowej oraz jego wysunięciu przy użyciu specjalnego wózka łożyska pomiędzy kabin i dalsze jego przemieszczenie za pomocą zainstalowanego żurawia. Podczas montażu nowego łożyska czynności wykonuje się w kolejności odwrotnej.

6. WNIOSKI

Przeprowadzone analizy, obliczenia i symulacje zaowocowały powstaniem projektu wyrobu nowoczesnego, cechującego się bardzo wysokimi parametrami technicznymi takimi jak: dokładność wykonania przy dużych wymiarach i oczekiwany czas bezawaryjnej pracy. Komputerowe obliczenia z zastosowaniem metody elementów skończonych kluczowych elementów obiektu umożliwiły optymalizację postaci konstrukcyjnej – zmniejszenie masy przy zachowaniu wymaganej sztywności i wytrzymałości.

Opracowane niestandardowe technologie montażu wierszy anteny głównej oraz technologia wymiany łożyska głównego umożliwią pozwolą w przyszłości skrócić czas prac remontowych i zminimalizować ich koszt.

Doświadczenie i zaangażowanie załogi, oraz bogaty park maszynowy pozwolił na fizyczną realizację projektu w bardzo krótkim czasie. Obecnie jednostka antenowa JAT-122 znajduje się w końcowym etapie badań.

7. LITERATURA

- [1] FIRLAĞ A., LAMOWSKI S., LORENS T.: Założenia techniczne dla konstrukcji części mechanicznej jednostki antenowej JAT-122. PIT, Warszawa 2000.
- [2] WYCIŚŁOK P.: Analiza sztywności płyty łożyskowej kabiny podantenowej. OBRUM - GLIWICE, (praca niepublikowana).
- [3] WYCIŚŁOK P.: Obliczenia wytrzymałościowe trawersy AT.13.0022. OBRUM – GLIWICE, (praca niepublikowana).
- [4] ZIELIŃSKA A.: Analiza wytrzymałości kosza do JAT-122. OBRUM - GLIWICE, (praca niepublikowana).

- [5] WYCIŚŁOK P.: Analiza porównawcza podparcia jednostki antenowej JAT-122. OBRUM - GLIWICE, (praca niepublikowana).
- [6] ZIELIŃSKA A.: Analiza wytrzymałości kabiny antenowej. OBRUM - GLIWICE, (praca niepublikowana).
- [7] DYBAŁ B.: Instrukcja wymiany bloków antenowych i łożyska głównego. OBRUM - GLIWICE, (praca niepublikowana).

JAT-122 ANTENNA SYSTEM

Abstract: The paper presents overall design of the JAT-122 Antenna System, subsystems and equipment necessary to perform maintenance. Particularly high technical parameters are underlined and methods applied to achieve these parameters are described. Technology of antenna unit assembly and main bearing replacement are shortly described. Finally Advantages for OBRUM raising from successful completion of this project are revealed.

Recenzent: dr inż. Andrzej SZAFRANIEC