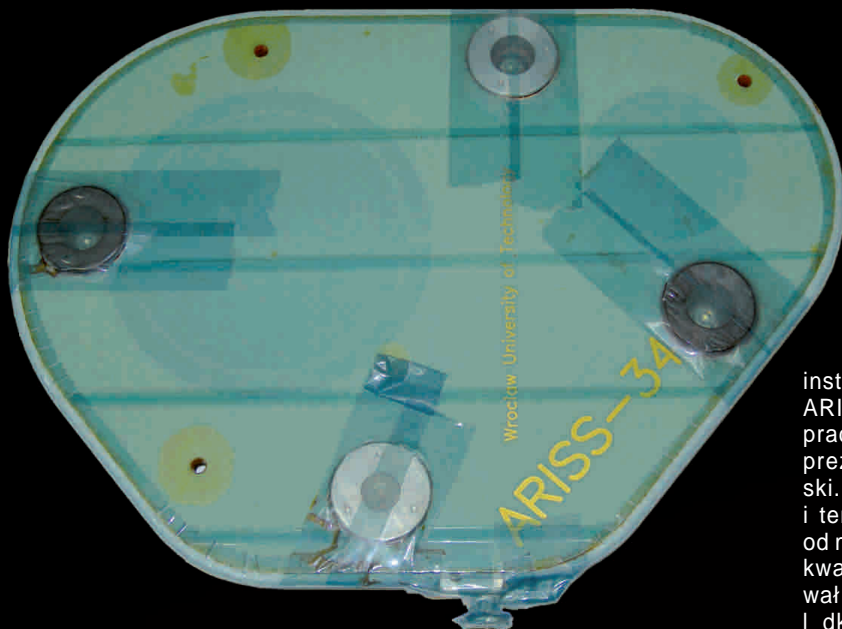


KOSMICZNE ZLECENIE

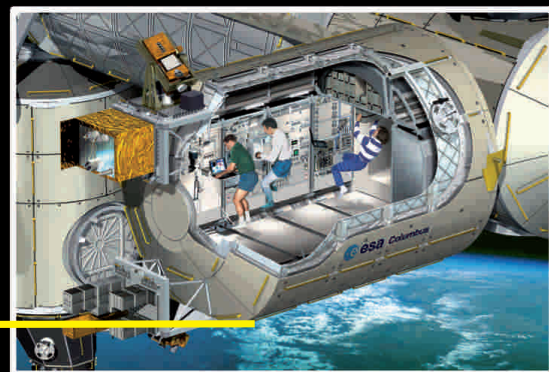
Przedstawiam Państwu najbardziej prestiżowe zlecenie, jakie otrzymała nasza pracownia od początku swego istnienia, czyli od 1990 roku. Jeszcze w tym roku do centrum badawczego NASA w Stanach Zjednoczonych polecą trzy anteny skonstruowane przez naukowca z Politechniki Wrocławskiej. **Dr hab. inż. Pawła Kabacika**, który jest **jedynym** naukowcem pracującym w naszym kraju i uczestniczącym ze swoim młodym zespołem współpracowników w budowie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Centrum Lotów Kosmicznych im. Goddarda w amerykańskim Greenbelt to jedno z głównych laboratoriów badawczych agencji NASA. Właśnie tam w celu przeprowadzenia kolejnych testów zostały wysłane anteny wrocławianina. Dr Paweł Kabacik, wiatowy ekspert w dziedzinie technik antenowych, został zaproszony do prac nad budową Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) przed kilkoma laty. W olbrzymim projekcie jest zaangażowanych kilka agencji kosmicznych. To pierwsza stała siedziba człowieka poza Ziemią; służy do penetracji kosmosu i przeprowadzenia na jej pokładzie badań. Sprawdzamy tam m.in. wpływ przebywania w kosmosie na ludzi, rośliny i zwierzęta.

Widok cięgle rozbudowywanej ISS
Ilustracja:
www.nasa.gov



Górna strona jednej z czterech anten przed malowaniem.

Anteny wyglądają niepozornie: każda waży mniej więcej tyle, co kostka masła i jest niewiele większa od zeszytu A4. Sam koszt materiałów i usług konieczny do wykonania czterech sztuk anten wyniósł 220 tysięcy złotych. Koszty opracowania, testów, instalacji oraz wykonania prototypów przekraczają 400 tysięcy euro. Płaskie, owalne anteny wykonano ze specjalnych materiałów dielektrycznych, aluminium przeszło trzykrotnie wytrzymalszego od typowej stali oraz miedzi, złota i innych materiałów. Anteny mają spełnić wiele zadań; zapewnią naukowcom w kosmicznych laboratoriach łączność z Ziemią. Umożliwią prowadzenie w szkołach bezprzewodnych transmisji z kosmosu. Dają astronautom kontakt z radioamatorami na całym świecie. Ponieważ radioamatorzy są gotowi do pracy nieustannie przez cały rok i mają swoje instalacje niemal w każdym zakątku świata, są niezmiernie ważnym zabezpieczeniem łączności z orbitalnymi załogowymi stacjami kosmicznymi. Wykorzystanie radioamatorów jest możliwe od zaraz, gdyby zawiodła podstawowa łączność poprzez satelitę. Ważnym obszarem działań radioamatorów jest łączność pierwszej linii podczas klęsk i katastrof. Wielu państw ma wyszkoloną grupę radioamatorów, mogących natychmiast służyć awaryjnie łącznością na wypadek nagłej potrzeby, np. wyłączenia łączności z policji. Obecnie, w celu umożliwienia transmisji cyfrowej telewizji opracowywane są nowe



Przekrój COLUMBUS - ilustracja: ESA / D. Ducros.

instalacje na mikrofalowe pasma L i S (1260 i 2400 MHz). ARISS jest organizacją typu non-profit, stworzoną generalnie jej prace są wykonywane przez wolontariuszy. Polska jest reprezentowana w ARISS przez Polskiego Związku Krótkofalarzy. Anteny przeszły już m.in. testy na obciążenia mechaniczne i temperaturowe (specjalnie przystosowane do pracy w temperaturach od minus 150 do plus 150 stopni Celsjusza) oraz długie procedury kwalifikacyjne. Jeszcze w tym roku wrocławianin będzie je montował na module Columbus, w ośrodku lotów kosmicznych na przylądku Canaveral. W kosmos polecą na pokładzie promu Atlantis 6 grudnia 2007 r. Nasza pracownia została wybrana przez wrocławską uczelnię z rekomendacji branży lakierniczej do wykonania prac związanych z pokryciem miniaturowych elementów anten



Pracownia Airbrush - przygotowanie elementów do lakierowania.

specjalnym, wielowarstwowym lakierem produkcji francuskiej. Zdjęcia i ilustracje wyjął miejsce montażu anten i pozycji europejskiego modułu Columbus na ISS. Do naszej pracowni dostarczono anteny zabezpieczone specjalną folią ochronną. Od strony wewnętrznej obrys całej anteny wynosił ~300 x 220 mm. Powierzchnie aluminiowe, widoczne na zdjęciu były naszym centrum zainteresowania. Zewnętrzne ramki każdego z dwóch "talerzyków" aluminiowych wynosiły około 33 mm. Wewnętrzne,

cyldryczne tulejki miały około 10 mm gł boko ci. Widoczne w dole tuleje główek rub imbusowych mieli my zabezpieczy przed ewentualnym pokryciem lakierem. Na zdj ciu wzdlu dolnej kraw dzi anteny, na prawo od osi rodka zdj cia wida nieregularny kształt zaokr glonej kraw dzi. Jest to wystaj cy fragment wi kszego elementu aluminiowego wklejonego do rodka kompozytowego panelu. Elementy te od strony widocznej na zdj ciu mieli my równie polakierowa . Wszystkie czynno ci



Antena - precyzyjne maskowanie elementów.

(oczyszczanie, maskowanie, przygotowanie do lakierowania) były opisywane i fotografowane przez dr Kabacika. Naukowiec nie spuszczał oka z prac wykonywanych w naszej pracowni nawet na moment. Wycinanie i maskowanie elementów wykonywane było w sterylnych r kawiczkach aby zminimalizowa bezpośredni kontakt ciała z urz dzeniami. Wszelkie zabrudzenia mogłyby wej w reakcj chemiczn ze składnikami specjalnego,



Czynno ci maskowania były powtarzane na czterech antenach.

francuskiego lakieru MAP. W trakcie prac dowiadywałem si coraz wi cej o naukowej i materialnej warto ci obiektów, b d - cych przez siedem dni w moich r kach. Tak si zło yło, e od dzieci stwa kosmos mnie interesował. Mój ojciec był nauczycielem fizyki i astronomii, a matka całe ycie pracowała w telekomunikacji. W domu ci gle mówiło si o telefonach i o odkryciach fizyki. Było du o ksi ek, których nie rozumiałem. Dopiero teraz, jako dojrzały malarz i muzyk mogłem zrealizowa swoje astronomiczne marzenia z dzieci stwa. Miał drobny wkład w wa ny projekt kosmiczny. Dnia 3 maja 2007 roku wszystkie cz ci

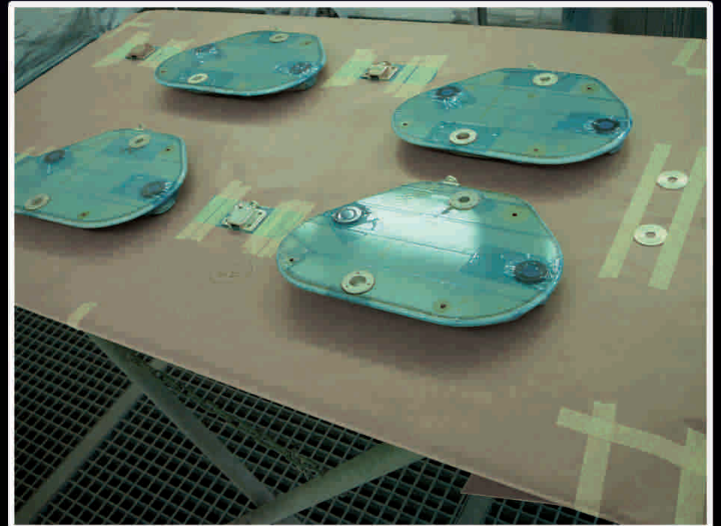


MAP - francuski producent specjalnych lakierów kosmicznych.



Andrzej Karpi ski z antenami w kabinie firmy Multichem.

anten wraz z akcesoriami były gotowe do malowania. Pierwszy raz miałem malowa materiałem MAP. Dokumentacja u ycia lakieru i jego składników dotarła do mnie wraz z antenami. Z opisu wynikało, e b d musiał u y wagi laboratoryjnej, no i przede wszystkim czystej kabiny lakierniczej. Na miejsce wykonywania tej cz ci pracy wybrałem laboratorium Profix firmy Multichem - producenta lakierów samochodowych. Udost pniao mi kabin wraz z pełnym zapleczem. Anteny zostały przewiezione i rozło one na stanowisku w kabinie. Głównym powodem



Elementy pokryte specjalnym, przezroczystym podkładem MAP.

pracy w takim miejscu była konieczno ustawienia odpowiedniej temperatury wn trza. Podana bowiem przez producenta graniczna temperatura zapłonu lakieru wynosiła 7°C. Otrzymałem niespełna 300ml wszystkich komponentów a pracy nie mo na było powtórzy . Lakier SG-121 został przywieziony z fabryki we Francji specjalnie zabezpieczon ci arówk



Nanoszenie pierwszej, delikatnej warstwy lakieru.



Nanoszenie kolejnych warstw lakieru MAP COATINGS.

producenta. Wartość lakieru wynosiła blisko 5 tys. złotych. Jest to lakier charakteryzujący się przewodnością cieplną niemal taką samą jak aluminium. Można go używać do -150°C . Po unieruchomieniu anten i pozostałych elementów rozpakowałem wielkie, styropianowe opakowanie z komponentami MAP. W mieszalni została ustawiona bezpieczna temperatura i bez obaw mogłem przenosić specjalne opakowania z komponentami. Najpierw naniosłem zgodnie z dostarczoną procedurą przezroczysty podkład PSX primer MAP. Zalecany czas schnięcia podkładu wynosił 2 godziny. W tym czasie przygotowałem na wadze laboratoryjnej lakier bazowy SG 121 FD i utwardzacz SG 121 w pro-



Gotowe, pomalowane elementy anteny i gniazda zasilające.

porcjach 86 : 14. Tu nieznacznie była aptekarska dokładność. Następnie, po dokładnym wymieszaniu składników dodałem 15% rozpuszczalnika serii SG 121 FD. Uzyskałem poprawne proporcje mieszanki, której żywotność wynosi max. 2 godz. Teraz można było podnieść temperaturę do 20°C , ponieważ temperatura zapłonu dotyczyła materiałów przed polowaniem. Nakładanie lakieru odbywało się w trzech fazach z 15-minutowymi przerwami. Pierwsza: najcieńsza warstwa - mgiełka, druga: nieco grubsza



Pomalowane gniazdo zasilania anteny. Widać charakterystyczną fakturę farby. Faktura ta utrudnia niepożądane odbicia światła.

ale nie w pełni kryjąca i trzecia, która jest najgrubsza warstwa, całkowicie kryjąca. Lakier zachowywał się nietypowo. W czasie malowania miał połysk, a w trakcie zalecanych przerw stopniowo wysychał do kredowego matu. Po zakończeniu malowania wszystkie elementy uzyskały gładki, niebieski mat z lekkimi



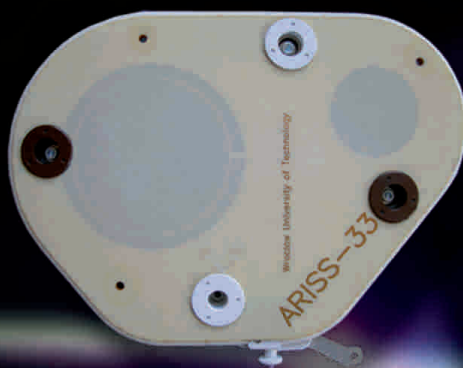
Widok jednego z mocowań anteny i cz. gniazda zasilającego.

fakturki. Nie mogło być mowy o jakichkolwiek zabrudzeniach lub nierównej warstwie lakieru. Drobne poprawki nie wchodziły w grę z powodu terminów, wyliczonej ilości komponentów i specyficznej struktury lakieru. W procedurach był zapis o pięciodniowym czasie schnięcia. Anteny musiały zostać w kabinie aż do 6 maja 2007 roku. Następnie zostały przewiezione do pracowni Airbrush, gdzie dokonano kontroli jakości lakierowania. Na Politechnice



Takie elementy podstawy b.d.t. cz. anten z modulem COLUMBUS.

Wrocławskiej zdemontowano maskowanie i anteny przekazano do dalszych testów. W tym momencie zakończył się nasz udział w pracach. Teraz czekaliśmy na wiadomość od dr. Pawła Kabacika na temat przeprowadzonych testów urzędowych. Po kilku dniach otrzymaliśmy dobrą wiadomość. Anteny od 10 maja 2007 roku były już w laboratoriach ESTEC (Centrum Naukowo-Technologiczne Europejskiej Agencji Kosmicznej) i przeszły pomyślnie test długotrwały (200 sekund) przeciwko wibracjom o sile 49 g w zakresie częstotliwości od 5 do 2000 Hz. Jest to niezwykle trudny test. Droga anten na orbitę była coraz bliżej. Do końca maja 2007 roku trwała parotygodniowa procedura clearance cz. zespołu dr. Pawła Kabacika, na dopuszczenie do określonych

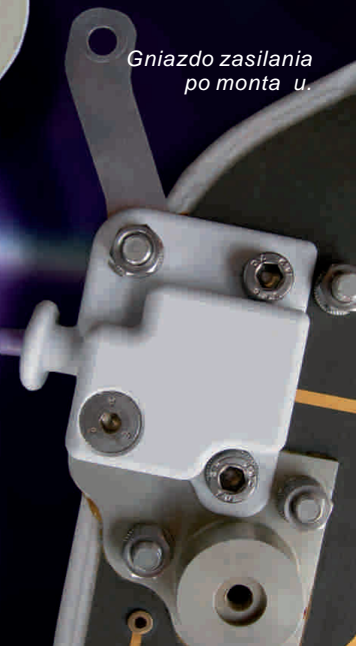


Antena po pomalowaniu elementów i demontażu maskowania.

Gniazdo zasilania po montażu.

Jedna rura M5 cz. anteny i moduł Columbus kosztuje blisko półtora tysiąca dolarów.

nych pomieszczeniach i budynkach NASA. Pozwala to na prowadzenie prac instalacyjnych i pomiarowych przy określonych, załogowych stacjach kosmicznych. Od czerwca jedna z czterech anten jest już w NASA Goddard Space Flight Center (www.gsfc.nasa.gov).



W komorze pró niowej jest tam nakładana powłoka z SiO₂, niezb dna do zabezpieczenia anteny przed działaniem tlenu atomowego (ATOX). Ma on du e st enie od strony anteny wystawionej na promieniowanie ultrafioletowe. ESA i NASA uzgodniły termin monta u anten od 17 wrze nia do 18 pa dziernika 2007 roku. Wia e si to z obróceniem modułu o 90 stopni, tak aby jego spodnia cz była wygodnie dost pna z pomostu na wysokości ramion. Dr Paweł Kabacik ze swoim zespo-



27 maja 2006 rok, transport modułu COLUMBUS specjalnym samolotem Airbus Beluga. Foto: ESA

łem dokona monta u anten wspólnie ze specjalistami z EADS, ESA, NASA, Boeing, Thales-Alenia Space, AOES, polacy przed szkolenie w NASA na przył dku Canaveral z zakresu bezpieczne stwa. Prace monta owe przeprowadzi grupa 20 osób. Wejcie do High Bay jest pod eskort i rejestrowane z wielu miejsc. ESA i NASA umo liwiły wszystkim doktorantom dr Kabacika wst p do High Bay w NASA Kennedy Space Center na Florydzie



COLUMBUS i od lewej: Oliver Amend (AATIS), Alessio Festa (ESA), Siegfried Keiderling (EADS-ST), Gerd Prubush (EADS-ST), Arkadiusz Bynads (Politechnika Wroclawska), Paweł Kabacik (Politechnika Wroclawska.), Ralf Lehmann (EADS-ST). Foto: AATIS / DG6BCE

i obejrzenie statków kosmicznych przygotowywanych aktualnie do lotu w kosmos w tym i w najbli szych latach. Tylko cz polskiego zespołu b dzie brała udział w monta u anten z dr Kabacikiem na kadłubie modułu COLUMBUS.

Do 21 wrze nia w Bremen, nast pi przegl d całego modułu Columbus. 18 pa dziernika w Kennedy Space Flight Center nast pi test ł czy radiowych. Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) od 1975 r. z siedzib w Pary u, stawia sobie za cel badanie i wykorzystanie przestrzeni kosmicznej. W skład ESA wchodzi 17 pa stw członkowskich, m.in. Austria, Francja, Grecja, Hiszpania, Irlandia, Niemcy, Portugalia, Szwecja, Szwajcaria, Wielka Brytania, Włochy. Do głównych celów ESA nale y m.in. stworzenie floty rakiet no - nych, wyprodukowanie statku transportowego oraz systemu nawigacji satelitarnej Galileo. Agencja realizuje te program marsja - skiej oraz wenusja skiej sondy kosmicznej. W 2001 roku ESA opracowała program PECS, czyli Plan dla Europejskich Pa stw Współpracuj cych. Obecnie uczestnicz w nim Czechy, W gry i Rumunia. Polska podpisała porozumienie jako ostatnia z tej grupy 27 kwietnia 2007r. W kwietniu 2008 maj zosta rozpocz te, przyj te do realizacji zadania naukowe dla polskich zespołów. Program PECS umo liwia, obok istniej cej ju współpracy naukowej, kooperacj krajowych firm z europejskim przemysłem



Andrzej Karpi ski i dr Paweł Kabacik w pracowni Airbrush w Skórzewie.

kosmicznym. Jego głównym zadaniem jest przygotowanie nowych pa stw do pełnego członkostwa w ESA i ułatwienie im nadrobienia dystansu w stosunku do krajów zachodnich. Członkowie programu PECS płac 1 mln euro rocznie. Minimalne składki członkowskie wynoszą 20 mln euro. W rzeczywisto ci wiele pa stw płaci kilka razy wi cej ni si zobowi zało, np. bogate pa stwa europejskie płac 400 mln euro rocznie. Naszym problemem jest brak zespołów i kadr mog cych wł czy si do prac z zakresu technik kosmicznych. Jak mawiaj ; lepiej pó no, ni wcale...

tekst i opracowanie graficzne: Andrzej Karpi ski

Artykuł jest autoryzowany przez Dr hab.in . Pawła Kabacika z Politechniki Wroclawskiej, Instytut Telekomunikacji, Teleinformatyki i Akustyki, Wydział Elektroniki. Niniejszy materiał jest popularyzowany za zgod e Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA, Ameryka skiej Agencji Kosmicznej NASA, producenta lakierów specjalnych MAP SPACE. Logo i zdj cia wartykule u yto za zgod w/w.



www.esa.int



www.nasa.gov



www.map-coatings.com



AIRBRUSH & DESIGN · KARPIŃSKI
SPECJALISTYCZNA PRACOWNIA REKLAM NA POJAZDACH

WWW.AIRBRUSH.COM.PL

60-185 SKÓRZEWO, UL. MOROWA 23, TEL. 0 61 8143544

Przył dek Canaveral na Florydzie (USA)
platforma startowa promów kosmicznych.

