

WISŁA I NAREW: RAKIETY DLA WOJSKA, TECHNOLOGIE DLA POLSKIEGO PRZEMYSŁU

Programy Wisła i Narew to nie tylko dostawa gotowych baterii przeciwlotniczych i przeciwrakietowych średniego i krótkiego zasięgu, ale również możliwość pozyskania nowych technologii dla polskiego przemysłu zbrojeniowego. W przypadku polskiej radiolokacji chodzi przede wszystkim o uruchomienie produkcji radarów z aktywnymi antenami i to pracujących w bardzo różnych pasmach.

Gdy 21 kwietnia br. ogłoszono decyzję o rozpoczęciu negocjacji z Amerykanami na temat zakupu systemu Patriot od koncernu Raytheon, poinformowano m.in., że będzie on nam przekazany z nowym radarem. Radar ten ma wykorzystywać trzy nieruchome anteny aktywne z modułami nadawczo-odbiorczymi (N-O) zbudowanymi na azotku galu.

Ta informacja jest o tyle istotna, że konkurenci Raytheona w przetargu na Wisłę oferowali polskiemu przemysłowi przekazanie technologii produkcji takich anten, w tym modułów. Produkowane radary spełniają wtedy ideę tzw. software radaru, czyli radaru w pełni programowalnego, mogącego zmieniać za pomocą oprogramowania swoje parametry i funkcje. Radar taki nazywany jest radarem wielofunkcyjnym tzn. takim, który oprócz funkcji przeszukiwania i klasyfikacji może śledzić w czasie przeszukiwania cele ze zmiennym czasem pozyskiwania informacji. Polska mogłaby wtedy stać się głównym dostawcą najnowszych urządzeń radiolokacyjnych w Europie i ważnym na świecie. Teraz więc należy zrobić wszystko, by Amerykanie zaoferowali to samo. I naprawdę jest o co walczyć.

Wisła i Narew to nie jeden radar

Rakietowe baterie przeciwlotnicze mogą działać samodzielnie wykorzystując swój autonomiczny radar kierowania uzbrojeniem (RKU), ale w standardowych warunkach należy je włączyć do systemu wczesnego wykrywania. To właśnie stamtąd powinny być przekazywane wstępne dane o zidentyfikowanych obiektach: zarówno do RKU, jak i na stanowisko dowodzenia zestawów przeciwlotniczych.

Zastosowanie systemów wczesnego ostrzegania jest o tyle istotne, że:

- parametry sygnałów radarów kierowania uzbrojeniem są znane i przeciwnik wykrywając takie emisje od razu wie, że zbliża się do rejonu bronionego przez zestawy przeciwlotnicze i ma czas na przygotowanie się do obrony (lub ataku);
- radary kierowania uzbrojeniem mają stosunkowo mały zasięg, stąd nawet jeżeli wykryją obiekt, to bateriom pozostaje mało czasu na reakcję;
- bateria ma ograniczone możliwości stworzenia rozpoznanego obrazu sytuacji powietrznej, w której wszystkie obserwowane cele byłyby zidentyfikowane i sklasyfikowane pod względem zagrożenia.

Dlatego zestawy przeciwlotnicze działają podłączone do systemu wskazywania celów, który opiera się

na różnego typu stacjach radiolokacyjnych, pracujących w różnych pasmach i w różny sposób. Amerykanie np. testowali wykorzystanie rakiet PAC-3MSE w zestawie Patriot z wykorzystaniem danych z radaru podwieszzonego pod balonem (w opracowanym przez koncern Raytheon systemie JLENS).

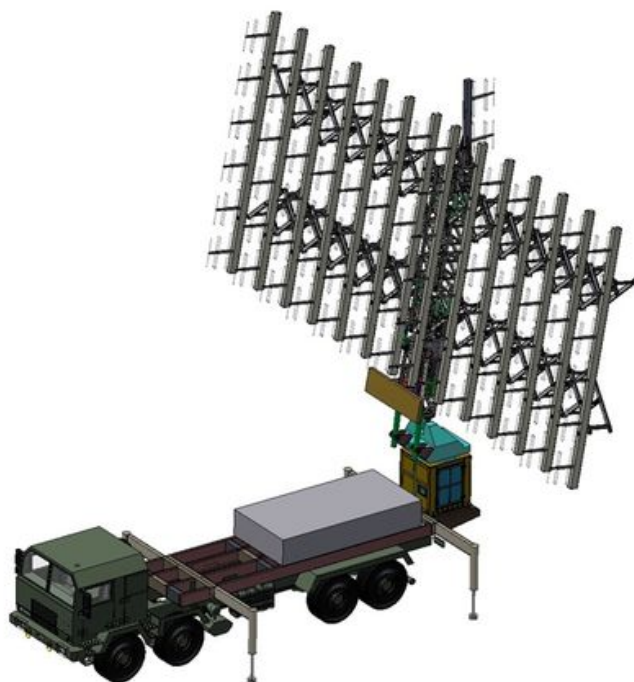
Wszystkie podmioty oferujące Polsce zestawy rakietowe dla programu Wisła, a przede wszystkim Gestor, doceniały (przynajmniej oficjalnie) osiągnięcia polskiej radiolokacji jeżeli chodzi o systemy wczesnego ostrzegania i proponowały ich wykorzystanie. Za szczególnie przydatne uznano przede wszystkim:

- radar wczesnego wykrywania P-18PL
- systemem pasywnej radiolokacji PCL-PET.

Radar wczesnego ostrzegania P-18PL

Radar P-18PL powstaje w ramach projektu rozwojowego „Opracowanie prototypu radaru P-18PL wstępnego wskazywania celów pracującego w paśmie metrowym, ze skanowaniem fazowym w dwóch płaszczyznach dla Zestawów rakietowych Obrony Przeciwlotniczej (ZROP)”.

W ten sposób powstał projekt wielofunkcyjnej stacji radiolokacyjnej dalekiego zasięgu, pracującej w paśmie metrowym (VHF). Stację tą będzie można wykorzystywać zarówno jako źródła informacji radiolokacyjnej dla systemów nadzoru przestrzeni powietrznej, jak i radar obserwacyjny wstępnego wykrywania celów dla rakietowych zestawów przeciwlotniczych.



Wóz wskaźnikowy i anteny radaru dalekiego zasięgu P-18PL z anteną AESA na pasmo VHF – fot. PIT-Radwar

Wykorzystanie pasma metrowego zwiększa zasięg (tłumienie w atmosferze fal elektromagnetycznych w paśmie VHF jest znacznie mniejsze niż w przypadku mikrofal), utrudnia zastosowanie pocisków przeciwradiolokacyjnych (nie ma dotychczas rakiet antyradarowych na to pasmo częstotliwości) oraz powoduje, że jest to stacja radiolokacyjna bardzo dobrze nadająca się do wykrywania obiektów powietrznych wykonanych z wykorzystaniem technik stealth (o niskiej skutecznej powierzchni odbicia radiolokacyjnego). Wykorzystuje się przy tym zjawisko tzw. rezonansu elektrycznego, który pojawia

się, gdy długość fali sygnału sondującego jest porównywalna z wymiarami wykrywanego obiektu. Ponadto obecnie stosowane materiały absorpcyjne na obiektach stealth są nieskuteczne w paśmie VHF.

Wskazuje się również na możliwość detekcji i śledzenia tym radarem rakiet balistycznych oraz zdolność do pracy pasywnej – z wykorzystaniem sygnału sondującego innych nadajników radiolokacyjnych ze stacji P18-PL lub starszego typu P-18.

Radary składają się z dwóch pojazdów: wozu antenowego (z rozkładającą się hydraulicznie anteną) i wozu wskaźnikowego (ze stanowiskiem operatora, systemami łączności i transmisji danych) oraz przyczepy z elektrownią polową ciągniętą przez wóz antenowy.

W odróżnieniu od stacji P-18, radar P-18PL jest trójwspółrzędny, a więc pozwala na określenie odległości, azymutu i wysokości wykrytego obiektu. Uzyskano to poprzez zastosowanie anteny aktywnej AESA z elektronicznym sterowaniem wiązką nadawczą i odbiorczą w płaszczyźnie azymutu i elewacji.

Na system antenowy składa się dwuwymiarowy szereg modułów nadawczo-odbiorczych na pasmo VHF, z których każdy jest oddzielnie zasilany i programowalny. Pozwala to na cyfrową syntezę i odbiór sygnałów radiolokacyjnych oraz cyfrowe formowanie charakterystyk nadawczych i odbiorczych (nie ma wstępnej demodulacji analogowej).

Dodatkowym elementem ściany antenowej jest antena systemu identyfikacji radiolokacyjnej „swój-obcy”. Przy czym współpracujący z nią interrogator dalekiego zasięgu IDZ-50 (urządzenie zapytujące) został również opracowany w PIT-RADWAR S.A. (w ramach programu Kwisa).

Systemem pasywnej radiolokacji PCL-PET.

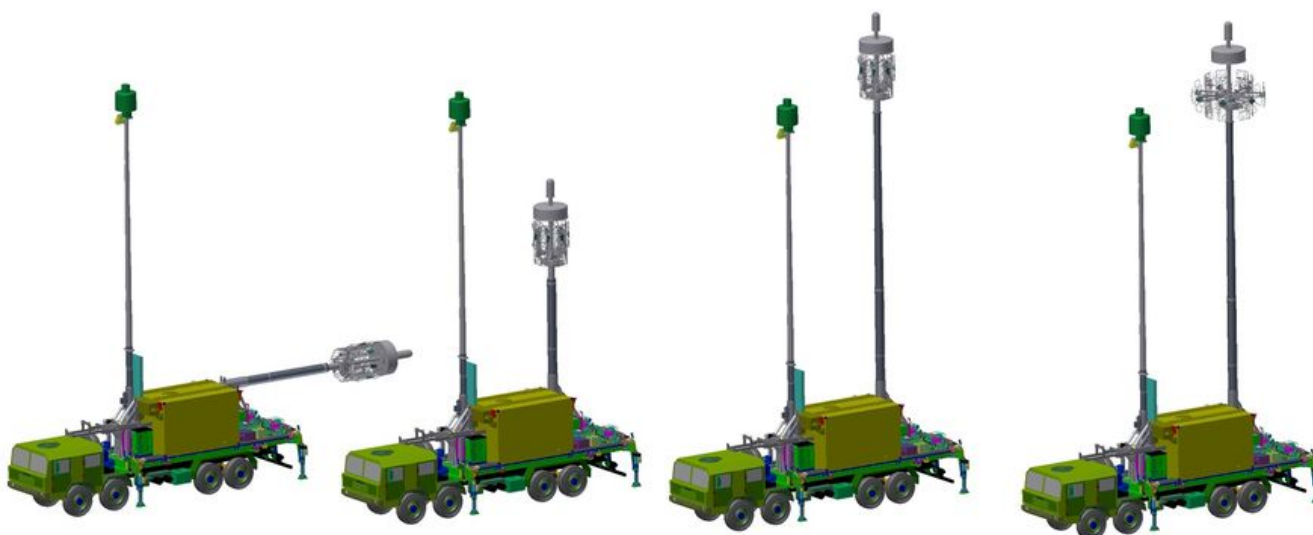
PCL-PET to multistatyczny system radiolokacji pasywnej (Passive Location System), którego zadaniem jest dostarczanie informacji radiolokacyjnej dla systemów nadzoru przestrzeni powietrznej oraz wstępne wykrywanie i wskazywanie celów dla zestawów rakiet przeciwlotniczych średniego i krótkiego zasięgu. Dodatkową cechą działania systemu PCL-PET jest skrytość jego działania, ze względu na brak własnego promieniowania, jak również możliwość obserwacji przestrzeni w razie konieczności wyłączenia radarów aktywnych.

Do wykrywania, lokalizacji i śledzenia obiektów powietrznych system PCL-PET wykorzystuje dwie metody:

- pasywną lokalizację koherentną (PCL- Passive Coherent Location) – z wykorzystaniem promieniowania elektromagnetycznego lokalnych emiterów;
- pasywne śledzenie nadajników (PET - Passive Emitter Tracking) – z wykrywaniem promieniowania elektromagnetycznego generowanego przez urządzenia pokładowe wykrywanych obiektów (powietrznych, naziemnych i nawodnych).

W jednym zestawie połączono więc dwa, działające odmiennie systemy pasywne.

W przypadku systemu PCL wykorzystuje się sygnały emitowane przez tzw. nadajniki okazjonalne, które nie są w żaden sposób związane ze stacją PCL-PET i pracują w zupełnie innych, najczęściej zupełnie pokojowych celach. Są to przede wszystkim nadajniki: analogowe radiofonii FM, telewizji cyfrowej DVB-T oraz systemu łączności komórkowej GSM).



Poszczególne fazy rozkładania systemu antenowego stacji PCL-PET do pozycji bojowej – fot. PIT-Radwar

W przypadku systemu PET zastosowano cztery podsystemy: PET-ELINT (do wykrywania i analizowania sygnałów emitowanych przez pokładowe urządzenia radiolokacyjne), PET-NAV do wykrywania i analizowania sygnałów nawigacyjnych, PET-IFF wykorzystujący sygnały transponderów i interogatorów systemów IFF statków powietrznych, platform naziemnych i platform nawodnych) oraz PET-COMINT (do wykrywania i analizowania sygnałów systemów łączności).

W przypadku PET częściowo skorzystano z już opracowanych rozwiązań w ramach programu Gunica, jednak większość podzespołów systemu to całkowicie nowe rozwiązania (np. ELINT, COMINT i IFF).

Każdy z ww. podsystemów PCL i PET wykorzystuje systemy antenowe zamontowane na mechanicznie podnoszonych, dwóch masztach. W przypadku PCL zastosowano system antenowo-odbiorczy wykorzystujący dwupolaryzacyjne szyki antenowe, co w odróżnieniu od anten jednopolaryzacyjnych zapewnia możliwość korzystania z sygnałów od szerszego spektrum nadajników okazjonalnych.



Widok stacji PCL-PET w pozycji transportowej – fot. PIT-Radwar

Należy przy tym pamiętać, że do lokalizacji obiektów w podsystemie PET wykorzystywana jest metoda TDoA i dlatego potrzebna jest współpraca systemowa czterech jednakowych stacji wykrywania i rozpoznania PET, z których jedna pracuje jako główna, a trzy są stacjami współpracującymi. Tylko w tym przypadku można dokonać pomiaru różnic czasowych nadejścia sygnału i na tej podstawie określić trójwspółrzędne położenie źródeł emisji.

Zastosowanie podsystemu PCL pozwala na detekcję i śledzenie wykrytych obiektów powietrznych nawet w przypadku, gdy te obiekty zachowują ciszę radiową (a więc gdy PET nie odbiera żadnych sygnałów).

Jednak najbardziej nowatorskie rozwiązanie zastosowano przy łączeniu informacji z podsystemów PET i PCL. W tym przypadku wykorzystuje się tzw. fuzję kartezjańskich tras lub fuzję bistatycznych plotów (wykryć elementarnych). Śledzenie celu w układzie kartezjańskim bez zastosowania systemu fuzji wymaga jednoczesnych wykryć elementarnych w trzech parach „nadajnik - odbiornik” w systemie PCL lub jednoczesnego wykrycia sygnału emitowanego z pokładu obiektu przez wszystkie cztery współpracujące stacje PET. Fuzja danych wymaga uzyskania dla lokalizacji trójwspółrzędnej trzech pomiarów w dowolnej kombinacji PCL lub PET.

Dzięki takiemu rozwiązaniu multistatycznemu system PCL-PET będzie miał m.in. możliwość wykrywania i śledzenia obiektów stealth. Można również przeprowadzić proces klasyfikacji, ponieważ podsystem PET posiada wszystkie możliwości systemu rozpoznawczego. Będzie więc przez cały czas realizowany pomiar parametrów odbieranych sygnałów oraz porównanie ich z opracowaną wcześniej bazą danych. Możliwa jest także archiwizacja wyników rozpoznania oraz rejestracja wskazanych przez operatora zbiorów danych pomiarowych w celu późniejszej analizy.

Każda stacja PCL-PET będzie zamontowana na pojedynczym pojeździe kołowym (czteroosiowym), na którym rozmieszczone zostaną dwa rozkładane systemy antenowe oraz kabina operacyjna w

kontenerze.

Polskie radary kierowania uzbrojeniem?

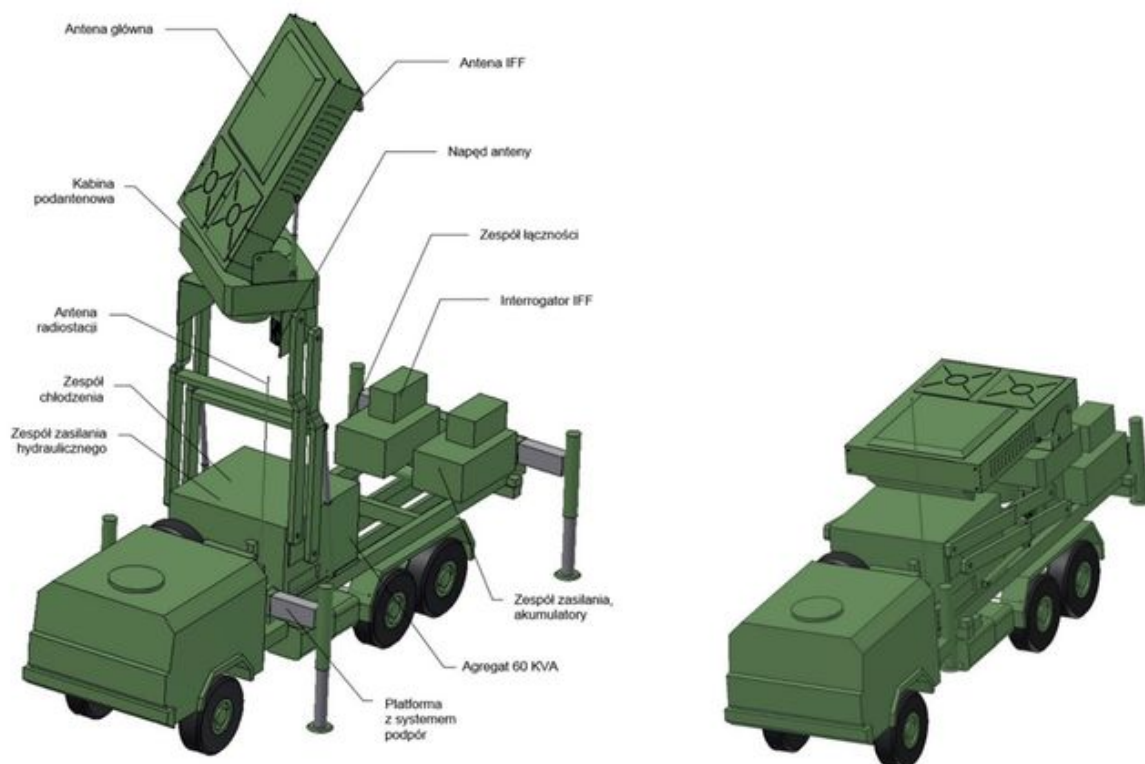
Wykorzystanie radaru P-18PL i stacji PCL-PET wcale nie oznacza, że Patriot nie będzie mógł korzystać z danych od innych stacji radiolokacyjnych polskiej produkcji. Polska może samodzielnie, po określeniu parametrów pocisków raketowych, konstruować radary do naprowadzania rakiet (przemawia za tym wieloletnie doświadczenie w zakresie budowy radaru wielofunkcyjnego LIWIEC) , zmniejszając w ten sposób liczbę systemów, które trzeba kupować za granicą. Prace w tym kierunku już trwają, a wielomilionowe fundusze uzyskane dzięki Narodowemu Centrum Badań i Rozwoju zostały przeznaczone na oprócz ww. radary wstępnego wykrywania i wskazywania celów (P18PL, PCP-PET) także na dwa typy radarów kierowania uzbrojeniem (wielofunkcyjnych RKU): WISŁA, NAREW.

Projekty radarów kierowania uzbrojeniem WISŁA i NAREW zakładają wykorzystanie aktywnych anten ścianowych AESA, które składają się z tysięcy modułów nadawczo odbiorczych (N/O). Każdy z nich posiada odbiornik, nadajnik, wzmacniacz i przesuwnik fazy. Każdy z nich ma również własne zasilanie i jest oddzielnie sterowany, dzięki czemu można w dowolny sposób zmieniać parametry pracy zarówno nadajnika, jak i odbiornika.

Nowoczesne pociski przeciwlotnicze nie wymagają podświetlenia celu, ale działają według zasady „wystrel i zapomnij” („fire-and-forget”). Przykładowo rakietę PAC-3MSE produkowaną przez koncern Lockheed Martin i wykorzystywaną w systemie Patriot i MEADS ma aktywną głowicę radiolokacyjną, która po dolicie do celu z wykorzystaniem systemu nawigacji inercyjnej samodzielnie go odszukuje i niszczy.

Zadaniem radaru kierowania uzbrojeniem (radaru wielofunkcyjnego RKU) jest więc zasadniczo jedynie wskazanie położenia celu (z wysokością włącznie), jego prędkości i kursu oraz ewentualne korygowanie lotu rakiety przy manewrach celu. Polska kupując baterie działające w systemie sieciocentrycznym może mieć możliwość wykorzystania do naprowadzania rakiet nie tylko dedykowanych temu RKU obcej produkcji dostarczanych razem z bateriami, ale również radarów produkcji polskiej. Jedynym warunkiem jest, by miały one odpowiednią dokładność.

W przypadku radaru kierowania uzbrojeniem raketowym WISŁA powstał projekt koncepcyjny radaru AESA pracującego w paśmie X o zasięgu do 300 km. Założono, że rakiety będą się same naprowadzały na cel, w związku z powyższym proponuje się zastosować antenę ścianową złożoną z około 10 000 modułów N-O.

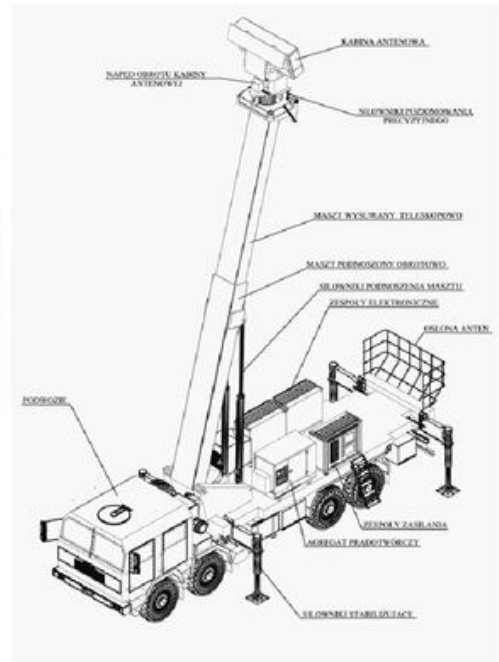
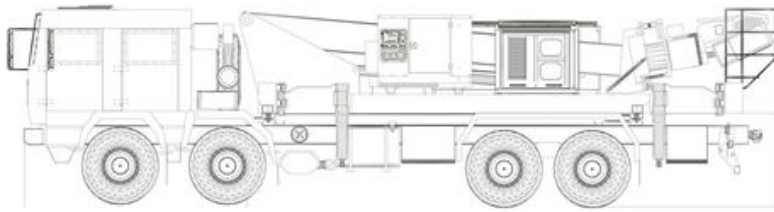


Projekt radaru kierowania uzbrojeniem Wisła z anteną na pasmo X - fot. PIT-Radwar

Symulacje potwierdziły możliwość śledzenia rakiet balistycznych, ale wskazane byłoby wcześniejsze przesłanie informacji o obiekcie z radarów wstępnego wykrywania.

Opracowane scenariusze wskazują, że zbudowanie prototypu radaru Wisła w paśmie S trwałoby 5 lat, a w paśmie X - 10 lat. W przypadku radaru X była możliwość skrócenia tego czasu o połowę po nawiązaniu współpracy z partnerem zagranicznym, jak np. z Francuzami (bazując na modułach N-O w technologii GaN). Współpraca ta zakładała zbudowanie przez firmę Thales pierwszych egzemplarzy anteny AESA, a następnie transfer do Polski wiedzy, technologii i produkcji.

W przypadku radaru NAREW opracowano projekt koncepcyjny radaru AESA pracującego w paśmie C o zasięgu 90-150 km. On także ma wykorzystywać antenę aktywną z cyfrowym formowaniem wiązek nadawczych i odbiorczych w obu płaszczyznach oraz mechanicznym obrotem anteny w azymucie.



Projekt radaru kierowania uzbrojeniem Narew z anteną na pasmo C - fot. PIT-Radwar

Antena ma być mniejsza niż w przypadku WISŁY i dlatego można ją będzie wynieść wyżej na maszcie i wykorzystać np. do wykrywania celów niskolejących.

Azotek galu GaN

Zwolennicy systemu Patriot POL podkreślają zalety anten AESA z układami nadawczo-odbiorczymi na azotku galu (który ma być wykorzystywany w radarach proponowanych dla Polski) w porównaniu do arsenku galu (który jest wykorzystywany np. w radarze systemu przeciwlotniczego MEADS).

Wskazuje się przede wszystkim na większą sprawność pracy takich modułów oraz ich niezawodność, jak również możliwości chłodzenia powietrznego. Wynika to z właściwości azotku galu, który jest kilkakrotnie lepszym półprzewodnikiem od arsenku galu, ma lepszą przewodność cieplną i odporność na wysokie temperatury. Automatycznie przekłada się to na prostszy układ chłodzenia, mniejszą ilość uszkodzeń oraz możliwość stosowania większej mocy.

Można oczywiście kupować gotowe elementy oparte o technologię azotku galu, ale o wiele taniej byłoby je produkować w kraju. Taką propozycję złożyli już polskiemu przemysłowi Francuzi (firma Thales, która ma zamiar zastosować technologię GaN w radarze naziemnym Ground Smarter GS1000). Teraz trzeba doprowadzić do tego, by taką samą propozycję złożył również Raytheon.

Tym bardziej, że Polska nie będzie zaczynała od zera. Chociażby w tej chwili są realizowane dwa programy badań stosowanych współfinansowane przez NCBiR:

- „Tranzystor mikrofalowy AlGaIn/GaN HEMT na pasma C i X”- grant naukowy, bazuje na podłożach GaN-on-SiC pochodzenia zagranicznego wykonawca: Politechnika Wrocławska, Wydział Elektroniki Mikrosystemów i Fotoniki (zakończenie - 31.10.2015, dofinansowanie: 2 358 340 zł);
- „Tranzystory mikrofalowe HEMT AlGaIn/GaN na monokrystalicznych podłożach GaN” (Pol-HEMT) - wykonawcy: konsorcjum ITE, IWC PAN, IF PAN, Politechnika Warszawska, Ammono SA, TopGaN

Sp. z o.o. Celem jest opracowanie demonstratora technologii tranzystora o mocy 10 W na 4 GHz (zakończenie - 31.10.2015, dofinansowanie: 7 434 569 zł).

Co dalej z Wisłą?

Koncern Raytheon chcąc pokazać wolę współpracy z polskim przemysłem podpisał wiele listów intencyjnych z zakładami i instytucjami naukowymi w Polsce, w tym również ze spółką PIT-Radwar S.A. Zakres współpracy ma być teraz negocjowany, ale nie na poziomie „zakład-zakład” lecz „rząd-rząd”.

Amerykańskie władze dały na razie zgodę jedynie na sprzedaż za granicę radarów zestawów Patriot, wykorzystujących technologię GaN. Natomiast wstępne porozumienie z koncernem Raytheon na razie nic nie mówi o przekazaniu Polsce technologii budowy systemów radarowych opartych o azotek galu. I teraz zadaniem negocjatorów jest negocjować tak aby takie technologie w Stanach Zjednoczonych zdobyć - a więc uzyskać takie same warunki, jakie oferowali konkurenci Raytheon'a.

Specjaliści wskazują, że mogłoby to być związane nawet ze zbudowaniem nowych zakładów produkujących moduły nadawczo-odbiorcze i to pracujące na różnych częstotliwościach (X, C, S, L i VHF). Nie tylko powstałyby wtedy w Polsce nowe miejsca pracy, ale stalibyśmy się również potentatem europejskim (a może i światowym) w produkcji tego rodzaju podzespołów dla wszystkich klas radarów: lądowych, lotniczych i okrętowych. Trzeba bowiem pamiętać, że mówimy tu nawet o 10 000 modułów w jednej antenie ścianowej.

Wstępny plan biznesowy wskazuje, że zbudowanie zakładu doświadczalnego do małej skali produkcji trwałoby dwa lata, natomiast zbudowanie zakładu do docelowej skali produkcji trwałoby około 5 lat. Szacuje się, że koszt obu etapów nie przekroczyłby 320 milionów złotych. Inwestycja ta jednak bardzo szybko by się zwróciła ... tylko trzeba rzeczywiście chcieć ją zrealizować. Pomijam już fakt kontynuowania uniezależnienia się kraju w zakresie produkcji i dostaw nowoczesnego uzbrojenia jakim są radary, w których Polska posiada przeszło 60-letnie tradycje.