

AUTOR

ptk mgr inż. Jerzy Kwika  
jerzykwika@wp.pl

## **ROZPOZNANIE RADIOLOKACYJNE – RZECZYWISTOŚĆ I PRZYSZŁOŚĆ SIŁ POWIETRZNYCH**

*Słowa kluczowe: rozpoznanie, rozpoznanie radiolokacyjne, Siły Powietrzne, Wojska Radiotechniczne*

### **1. Rozpoznanie radiolokacyjne** **1.1. Definicja**

Informacja ze źródeł radiolokacyjnych występuje i wykorzystywana jest we wszystkich Rodzajach Sił Zbrojnych i w większości rodzajów wojsk. Informacja ta stanowi podstawę dla szeroko rozumianego rozpoznania radiolokacyjnego, które z racji swojej rozległości można definiować wielowątkowo.

Z „klasycznego” punktu widzenia, czyli z historycznego rozwoju radarów, jako największego użytkownika i beneficjenta informacji należy uznać Siły Powietrzne. Dla Sił Powietrznych rozpoznanie radiolokacyjne stanowi podstawowy rodzaj rozpoznania obiektów powietrznych w systemie obrony powietrznej RP. Polega ono na obserwacji przestrzeni powietrznej przez wyspecjalizowane środki rozpoznania, jakimi są stacje radiolokacyjne, wykrywaniu i śledzeniu obiektów powietrznych, określeniu ich położenia i charakterystyki oraz przekazywaniu zdobytych informacji do stanowisk dowodzenia systemu OP RP. Celem systemu rozpoznania radiolokacyjnego jest ciągłe dostarczenie (udostępnienie) decydom obrony powietrznej, terminowych, dokładnych i wiarygodnych informacji o rozpoznawanych obiektach powietrznych

Rozpoznanie radiolokacyjne<sup>1</sup> w obronie powietrznej to zespół przedsięwzięć organizacyjno-technicznych i taktycznych, realizowanych przez wyspecjalizowane siły rozpoznania, w celu zdobywania informacji o obiektach powietrznych własnych i przeciwnika, na podstawie analizy sygnałów odbi-

---

<sup>1</sup> *Podręcznik działań taktycznych Wojsk Radiotechnicznych Sił Powietrznych (batalion, kompania), WLOP 389/2008, Warszawa, 2008.*

tych lub emitowanych przez te obiekty. Rozpoznanie radiolokacyjne w Siłach Powietrznych prowadzą pododdziały Wojsk Radiotechnicznych i pododdziały radiotechniczne Wojsk OPL.

Rozpoznanie radiolokacyjne jest nierozłącznie związane z kontrolą przestrzeni powietrznej i jest w jedną z metod prowadzenia kontroli przestrzeni powietrznej<sup>2</sup> (ang. *Positive ASC*<sup>3</sup>). Metodę tę stosuje się, gdy elementy systemu dowodzenia i kierowania są zdolne do:

- wykrywania obiektów znajdujących się w obszarze ich odpowiedzialności,
- pozytywnej identyfikacji tych obiektów,
- śledzenia i kontroli ich lotu,
- kontroli systemów uzbrojenia obrony powietrznej i koordynacji działań powietrznych.

Przytoczone definicje nasuwają pytania i wątpliwości, co do ich zasadności. Po pierwsze czy rozpoznanie radiolokacyjne to system czy też jak mówi informacja podręcznikowa zespół przedsięwzięć organizacyjno-technicznych i taktycznych? Jeżeli będziemy rozpatrywać tylko Siły Powietrzne to jak najbardziej tak, a jeżeli potraktować rozpoznanie radiolokacyjne, jako rodzaj rozpoznania to wiadomo, że informacja radiolokacyjna wykorzystywana jest we wszystkich RSZ. Wątpliwości budzą także źródła informacji radiolokacyjnej, jakie wchodzi w skład systemu rozpoznania radiolokacyjnego. Jak traktować informacje radiolokacyjne zasilające różne systemy rozpoznawcze, zbiorami i opracowywanymi informacjami z zautomatyzowanych systemów dowodzenia? Czy to jest informacja radiolokacyjna czy przetworzona i czy należy ją zakwalifikować do innego rodzaju rozpoznania?

## **1.2. Organizowanie i zarządzanie rozpoznaniem radiolokacyjnym – kontrowersje**

W Siłach Zbrojnych obowiązuje obecnie kilka głównych dokumentów normatywnych, które lokują rozpoznanie radiolokacyjne w odniesieniu do innych systemów i podsystemów. W myśl uregulowań Ministra Obrony Narodowej z 2013 roku rozpoznanie radiolokacyjne to obszar<sup>4</sup> podsystemu rozpoznania rodzajów wojsk wchodzący w skład systemu funkcjonalnego rozpoznania. Obszar ten znalazł się w tym samym podsystemie, co rozpozna-

---

<sup>2</sup> *Kontrola przestrzeni powietrznej. Taktyka, techniki i procedury*, DU-3.3.5.1, Bydgoszcz, 2015.

<sup>3</sup> *ACS – Airspace Control System – zbiór sił, środków, zasad i procedur (oraz relacji między nimi) przeznaczonych do realizowania kontroli przestrzeni powietrznej (na podst. AAP-6 2012 PL).*

<sup>4</sup> *Decyzja nr 56/Org/P5 Ministra Obrony Narodowej z dnia 24.12.2013 roku w sprawie Organizatorów Systemów Funkcjonalnych Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej.*

nie artyleryjskie i rozpoznanie inżynieryjne. Biorąc po uwagę specyfikę poszczególnych rodzajów wojsk wykonujących swoje zadania w ramach tak usystematyzowanego podsystemu nasuwa się pytanie czy właściwie zgrupowano ww. obszary. Z uwagi na istotę i rozległość rozpoznania radiolokacyjnego można pokusić się o stwierdzenie, że obszar ten powinien zostać zdefiniowany o szczebel wyżej, jako odrębny podsystem. Zarządzającym obszarem rozpoznania radiolokacyjnego jest Szef Zarządu Wojsk Radiotechnicznych Inspektoratu Sił Powietrznych Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych, który jednocześnie pełni funkcję gestora<sup>5</sup> dla stacji radiolokacyjnych, przyszłościowych pasywnych radarów koherentnych (*Passive Coherent Locator – PCL*), brzegowych radarów informacji nawodnej a także szerokiej gamy sprzętu ubezpieczenia lotów.



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Decyzji nr 56/Org/P5 Ministra Obrony Narodowej z dnia 24.12.2013 roku.*

**Rys. 1. Systemy funkcjonalne w SZ RP**

Biorąc pod uwagę dokonany przez Sztab Generalny w 2011 roku podział na systemy walki, rozpoznanie radiolokacyjne nie występuje ani jako

<sup>5</sup> *Decyzja nr 384 Ministra Obrony Narodowej z dnia 29.09.2015 roku w sprawie określenia funkcji gestorów i centralnych organów logistycznych sprzętu wojskowego w resorcie obrony narodowej.*

podsystem jak również odrębny obszar<sup>6</sup>. Z rys. 1. widać, że rozpoznanie radiolokacyjne nie jest precyzyjnie zdefiniowane i wkomponowane w określone systemy funkcjonalny czy też system walki. Obecnie rozpoczęto prace nad nowelizacją dokumentu, który ponownie zdefiniuje systemy walki i ich relacje. Proponowanych jest kilka podejść do umiejscowienia rozpoznania radiolokacyjnego m.in. jako odrębnego podsystemu w systemie rozpoznania ale występuje również propozycja umiejscowienia podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego w systemie obrony przeciwlotniczej i przeciwrakietowej. Ostateczne rozstrzygnięcie tej kwestii spodziewane jest w 2016 tj. z chwilą zatwierdzenia znowelizowanej instrukcji zgrywania systemów walki.



Zródło: opracowanie własne na podstawie *Instrukcji zgrywania systemów walki w Siłach Zbrojnych RP DD/7.1.2.*, Warszawa, 2011.

**Rys. 2. Systemy walki w SZ RP**

W tym miejscu należy stwierdzić, że na przestrzeni kilkunastu lat diametralnie zmieniła się rola komórki organizacyjnej odpowiedzialnej za rozwój stacji radiolokacyjnych Sił Powietrznych. W myśl obecnie obowiązujących uregulowań zarządzający obszarem rozpoznania radiolokacyjnego odpowiada jedynie za właściwe funkcjonowanie jednostkowych źródeł informacji radiolokacyjnej natomiast nie odpowiada za system zbioru i opracowania informacji radiolokacyjnej z tych źródeł. Nasuwa się zatem kolejne pytanie: czy mamy tu do czynienia z zarządzaniem obszarem czy tylko z zarządzaniem niektórymi elementami tego obszaru?

<sup>6</sup> *Instrukcja zgrywania systemów walki w Siłach Zbrojnych RP DD/7.1.2.*, Warszawa, 2011.

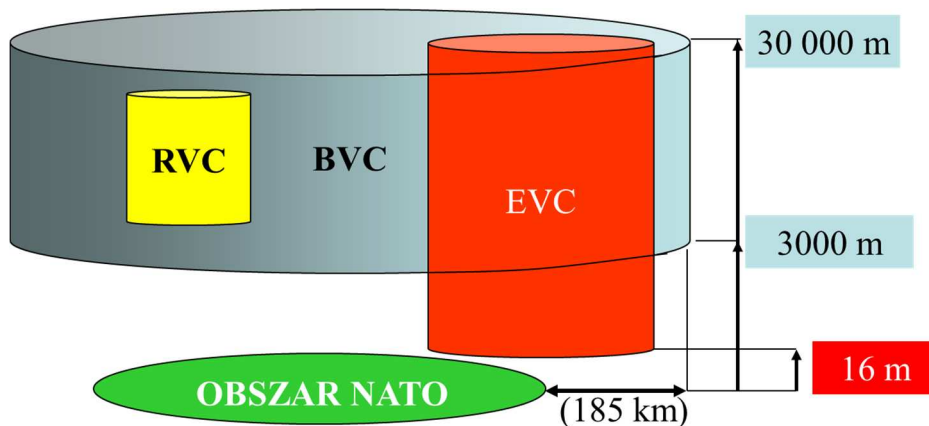
## 2. Wymagania

Rozpatrując kwestie wymagań stawianych rozpoznaniu radiolokacyjnemu można dokonywać wielu podziałów i klasyfikacji. Można analizować szczegółowo aspekty związane z parametrami taktycznymi lub technicznymi. Poniżej przedstawiam wybrany podział na zasadnicze zobowiązania stawiane przez Sojusz Północnoatlantycki jak również wymagania narodowe.

### 2.1. Wymagania NATO

Zgodnie z sojuszniczą „Koncepcja obserwacji przestrzeni powietrznej” (*Concept of Air Surveillance – MC 507*) zdefiniowane zostały wymagania w zakresie parametrów strefy rozpoznania radiolokacyjnego:

- podstawowa strefa rozpoznania (*Basic Volumetric Coverage*) – niezbędna do zabezpieczenia misji AIR POLICING o parametrach przestrzennych od 3000 m do 30000 m (10000-100000 stóp) organizowana jest nad obszarem państw Sojuszu i na głębokość 185 km (100 NM) od jego granic;
- wzmocniona strefa rozpoznania (*Enhanced Volumetric Coverage*) organizowana nad obszarem kryzysu lub konfliktu. Dolna granica strefy rozpoznania obniżona jest do 16 m (50 stóp). Strefa powyższa może być zorganizowana zarówno na obszarze jak i poza obszarem państw Sojuszu;
- zredukowana strefa rozpoznania (*Reduced Volumetric Coverage*) organizowana w obszarach o niskim zagrożeniu lub gdzie ze względu na ukształtowanie terenu nie jest możliwe osiągnięcie podstawowej strefy rozpoznania.



Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentu NATO – *Concept of Air Surveillance – MC 507*.

Rys. 3. Wymagania NATO na strefy rozpoznania

## **2.2. Wymagania narodowe**

Utrzymywanie zakładanych parametrów strefy rozpoznania radiolokacyjnego realizowane jest zgodnie z wymogami Dyrektywy Szefa Sztabu Generalnego WP o gotowości bojowej i mobilizacyjnej Sił Zbrojnych RP z czerwca 2014 roku poprzez pełnienie całodobowych dyżurów bojowych w Zintegrowanym Systemie Obrony Powietrznej i Przeciwrakietowej NATO oraz Narodowym Systemie Obrony Powietrznej. Wymagania zawarte tym dokumencie stanowią uszczegółowienie wymagań NATO poprzez ich rozwinięcie uwzględniające potrzeby narodowe wynikające m.in. z położenia geopolitycznego Polski. Wymagania narodowe dostosowane są do potencjału i możliwości źródeł rozpoznania radiolokacyjnego zawiadywanych przez Wojska Radiotechniczne. Z uwagi na ich wrażliwy i niejawnny charakter nie mogą być opisane szczegółowo w tej publikacji.

## **3. Wojska Radiotechniczne**

Wojska Radiotechniczne to jeden z rodzajów wojsk, przeznaczony do prowadzenia ciągłego rozpoznania radiolokacyjnego oraz radiolokacyjnego zabezpieczenia działań Sił Powietrznych. Wojska Radiotechniczne za pomocą posiadanych stacji radiolokacyjnych stanowią główne źródło informacji o sytuacji powietrznej dla pozostałych Rodzajów Sił Zbrojnych, są również podstawowym źródłem informacji do tworzenia RAP na potrzeby NATI-NAMDS z naszego obszaru odpowiedzialności.

Ugrupowanie bojowe Wojsk Radiotechnicznych składa się z dwóch zasadniczych komponentów: stacjonarnego i manewrowego. Komponent stacjonarny tworzą pododdziały radiotechniczne, na bazie których rozwinięte są stacjonarne posterunki radiolokacyjne (RLP) pracujące w systemie rozpoznania radiolokacyjnego. Komponent manewrowy tworzą wysunięte posterunki radiolokacyjne (WRLP) wystawianych doraźnie przez kompanie radiotechniczne.

Aktualne ugrupowanie oraz siły i środki WRt pozwalają na realizację zadań zgodnie z wymogami Dyrektywy Szefa Sztabu Generalnego WP o gotowości bojowej i mobilizacyjnej Sił Zbrojnych RP. Ponadto, wydzielone na stacjonarnych radiolokacyjnych posterunkach, stacje radiolokacyjne oraz środki łączności zapewniają funkcjonowanie punktów naprowadzania (PN).

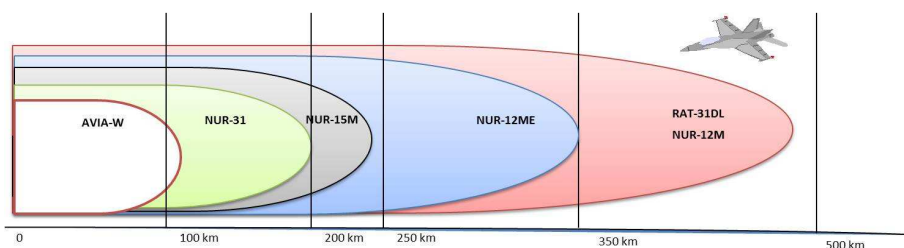
### **3.1. Potencjał, ograniczenia i zagrożenia**

Wojska Radiotechniczne poprzez posiadanie szerokiej gamy stacji radiolokacyjnych posiadają bardzo duży potencjał w zakresie prowadzenia

rozpoznania radiolokacyjnego przestrzeni powietrznej. Można tutaj wymienić szerokie możliwości poszczególnych radarów poprzez prezentowanie ich parametrów taktycznych i technicznych. Bardzo istotna jednak jest pełna świadomość ograniczeń wynikających z zastosowanej techniki.

### 3.2. Potencjał<sup>7</sup>

Obecnie Wojska Radiotechniczne wykorzystują bojowo kilka głównych, zróżnicowanych technologicznie i wiekowo, typów stacji radiolokacyjnych. Przeważająca liczba, z kilkudziesięciu eksploatowanych stacji, to radary produkcji krajowej, ale wykorzystywane są również urządzenia produkcji włoskiej (RAT-31DL). Kluczowym parametrem stacji radiolokacyjnych jest ich zasięg instrumentalny.



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 4. Zasięg instrumentalny stacji radiolokacyjnych Wojsk Radiotechnicznych**

#### 3.2.1. Stacje radiolokacyjne typu NUR-12/12M/ME

Stacje radiolokacyjne z rodziny NUR-12 są trójwspółrzędnymi krajowymi radarami dalekiego zasięgu przeznaczonymi do kontroli obszaru powietrznej. Radary te umożliwiają wykrywanie obiektów powietrznych, określanie ich współrzędnych (azymut, odległość, wysokość), śledzenie automatyczne tras wybranych obiektów, a także elektroniczną identyfikację w systemie IFF oraz peleng źródeł zakłóceń aktywnych. Stacje mogą realizować wtórną obróbkę informacji i pracować jednocześnie w dwóch kierunkach z systemami zbioru i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej. Przystosowane są do pracy w trudnych warunkach meteorologicznych, w czasie stosowania zakłóceń biernych i czynnych, występujących oddzielnie lub łącznie.

<sup>7</sup> Zespół oficerów Szefostwa Wojsk Radiotechnicznych SP, *Stacje radiolokacyjne Wojsk Radiotechnicznych Sił Powietrznych* – Informator, Warszawa, 2009.

### **3.2.2. Stacje radiolokacyjne typu RAT-31DL**

Stacje radiolokacyjne RAT-31DL są również trójwspółrzędnymi radarami dalekiego zasięgu przeznaczonymi do kontroli obszaru powietrznego. Umożliwiają wykrywanie obiektów powietrznych, określanie ich współrzędnych (azymut, odległość, wysokość), identyfikację w systemie IFF oraz peleng źródeł zakłóceń aktywnych. Radary RAT-31DL są tzw. radarami programowanym (*Software Defined Radar*). Procesy składania sygnału sondującego i obróbki odebranych ech realizowane są w procesorowych układach generatora kształtowania sygnału wzbudzenia oraz procesora sygnałowego. Umożliwia to szybką zmianę częstotliwości nośnej i modulacji impulsów sondujących oraz precyzyjne sterowanie wiązką nadawczą. Procedury wykrywania i obliczania współrzędnych uwzględniają wysoką manewrowość środków działania sił powietrznych (samoloty, rakiety). Stacje te mają potencjalną, niezwyfikowaną w realnym lub symulowanym środowisku, możliwość wykrywania i śledzenia rakiet balistycznych TBM (*Tactical Ballistic Missile*) oraz wykrywania obiektów wykonujących zmasowany nalot tzw. *Mass Raid*. Radary posiadają system alarmowania o pociskach przeciwradiolokacyjnych ARM (*Anti-Radiation Missile*). Radary pracują w systemie posterunków radiolokacyjnych dalekiego zasięgu (prdz), jako zdalne źródło informacji o sytuacji powietrznej przekazywanej do dwóch nadrzędnych elementów systemu zbioru i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej (stanowisk dowodzenia). Stacje zapewniają ochronę przesyłanych danych EPMs (*Electronic Protective Measures*). Radary RAT-31DL przystosowane są do pracy w trudnych warunkach meteorologicznych i w czasie stosowania zakłóceń biernych i czynnych, występujących oddzielnie lub łącznie.

### **3.2.3. Stacje radiolokacyjne typu NUR-15/15M**

Stacje radiolokacyjne z rodziny NUR-15 są trójwspółrzędnymi manewrowymi radarami średniego zasięgu, przeznaczonymi do wykrywania obiektów powietrznych w obserwowanej przestrzeni, określania ich współrzędnych (azymut, odległość, wysokość), śledzenia automatycznego tras obiektów, a także identyfikacji w systemie IFF oraz pelengu źródeł zakłóceń aktywnych. Stacje mogą pracować samodzielnie bądź w systemie współpracy z dwiema innymi stacjami radiolokacyjnymi. Właściwą współpracę zapewniają układy odbioru informacji radiolokacyjnej z sąsiednich źródeł oraz system uogólniania własnej informacji radiolokacyjnej z informacją od nich uzyskaną. Radary dysponują również systemem przetwarzania informacji o źródłach emisji zakłóceń, uzyskanej z namiarów własnych i stacji współpracujących. Są one przystosowane do pracy w trudnych warunkach meteorolo-



gicznych i w czasie stosowania zakłóceń biernych i czynnych, występujących oddzielnie lub łącznie. Radary NUR-15 jest są najnowszym produktem polskiego przemysłu jaki jest obecnie dostarczany dla Wojsk Radiotechnicznych.

#### **3.2.4. Stacje radiolokacyjne typu NUR-31/31M/31MK**

Stacje radiolokacyjne rodziny NUR-31 są mobilnymi koherentnymi radarami kontroli obszaru powietrznego średniego zasięgu. Radary umożliwiają wykrywanie obiektów powietrznych i określanie ich współrzędnych, azymutu i odległości, a także śledzenie tras wykrytych obiektów. Stacje NUR-31MK są wersją kontenerową radarów mobilnych NUR-31/31M i posiadają taką samą aparaturę nadawczo-odbiorczą. Radary przystosowane są do przesyłania informacji radiolokacyjnej do zautomatyzowanych systemów zbioru i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej w formacie ASTERIX poprzez system komputerowej translacji kodów (KTK) – KO-SÓWKA. Kontenerowe stacje NUR-31MK współpracują z zestawami antenowymi RA-83, dzięki któremu posiadają lepsze parametry zasięgowo i dokładność określania azymutu niż wersje mobilne z antenami autonomicznymi. Stacje NUR-31/31M mogą współpracować z wysokościamiierzami typu NUR-41 (wyposażonymi w urządzenie pomiaru wysokości UPW) lub innymi wysokościamiierzami z wyjściami analogowymi i przekazywać informację o obiektach powietrznych do zautomatyzowanych systemów opracowywania informacji radiolokacyjnej w protokole PASUW lub w formacie transmisji danych ASTERIX poprzez system komputerowej translacji kodów do systemów zbioru i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej (np. ASOC, DUNAJ). Stacje NUR-31/31M/31MK są przystosowane do pracy w trudnych warunkach meteorologicznych, w czasie stosowania zakłóceń biernych i czynnych występujących oddzielnie lub łącznie oraz umożliwiają elektroniczną identyfikację w systemie IFF oraz peleng źródeł zakłóceń aktywnych. Aparatura radarów mobilnych zabudowana jest w specjalnym nadwoziu umieszczonym na podwoziu samochodu TATRA 148 (NUR-31) lub TATRA 815 (NUR-31M).



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 5. Radary WRt – NUR-15M, NUR-12ME, NUR-31MK, NUR-12M**

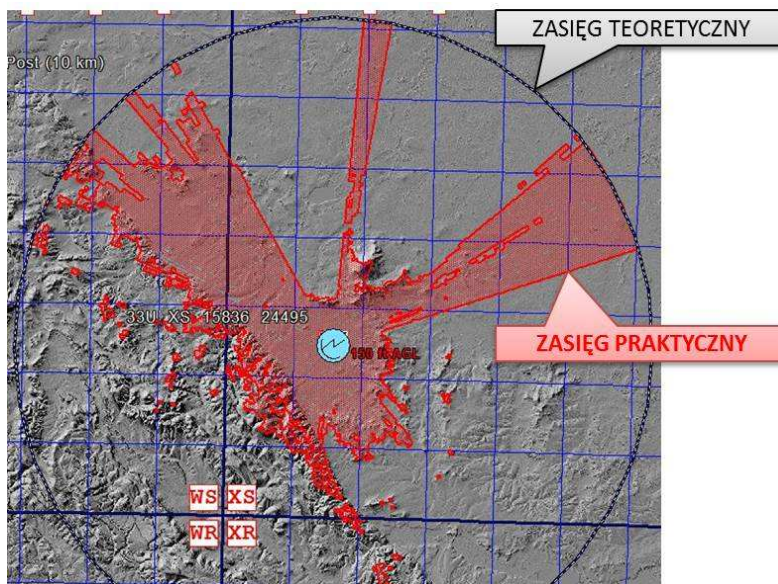
### **3.3. Ograniczenia**

#### **3.3.1. Wpływ terenu na rozpoznane radiolokacyjne**

Żaden nawet najnowocześniejszy naziemny radar, nie radzi sobie z krzywizną Ziemi, ukształtowaniem terenu czy też jego pokryciem (np. infrastrukturą przemysłową i mieszkalną, drzewostanem). Dlatego przy planowaniu i budowie strefy rozpoznania radiolokacyjnego<sup>8</sup> fundamentalny jest właściwy wybór miejsca ulokowania radaru. Niewłaściwa lokalizacja stacji radiolokacyjnej doprowadza do niewykorzystania możliwości urządzenia. W tym przypadku bardzo istotne jest odpowiednie przygotowanie załogi (obsługi) radaru do podjęcia decyzji o wyborze pozycji bojowej do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego. Kwestia wyboru miejsca rozwinięcia radaru jest decydująca kiedy mówimy o komponencie manewrowym Wojsk Radio-technicznym czyli o sytuacji gdy lokalizacja danej stacji radiolokacyjnej zmienia się wraz ze zmieniającym się położeniem wojsk wykonujących określone zadanie bojowe. Determinantem wyboru właściwej pozycji bojowej często jest czas ale także coraz częściej dostęp do narzędzi informatycznych wpierających podejmowanie decyzji o wyborze właściwego miejsca.

---

<sup>8</sup> Strefa rozpoznania radiolokacyjnego to część przestrzeni powietrznej, w granicach której istnieje możliwość ciągłego śledzenia wykrytych obiektów powietrznych i określenia ich charakterystyki za pomocą stacji radiolokacyjnych i urządzeń rozpoznawczo-zapytujących z prawdopodobieństwem nie mniejszym od ustalonego – *Regulamin działań Sił Powietrznych DD/3.3*, Warszawa, 2004.



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 6. Zasięg radaru ograniczony ukształtowaniem terenu**

### 3.3.2. Wpływ zakłóceń na pracę radaru

Kolejnym kluczowym czynnikiem, który należy uwzględnić przy organizowaniu i zarządzaniu rozpoznaniem radiolokacyjnym sytuacji powietrznej są różnego rodzaju zakłócenia.

Zakłócenia radiolokacyjne<sup>9</sup> definiowane są jako drgania elektromagnetyczne oddziaływujące na urządzenia odbiorcze stacji radiolokacyjnych i utrudniające lub wręcz uniemożliwiające wydzielenie sygnałów użytecznych. Mogą więc one utrudnić lub uniemożliwić odbiór sygnałów użytecznych i ich obróbkę, spowodować nieprawidłową pracę urządzeń wyjściowych, wprowadzić w błąd operatora stacji lub zwiększyć błędy urządzeń automatycznych.

Zakłócenia radiolokacyjne (rys. 7.), ze względu na ich charakter można podzielić na dwie podstawowe grupy:

- zakłócenia nieorganizowane (niecelowe, przypadkowe, naturalne);
- zakłócenia organizowane (celowe, sztuczne).

<sup>9</sup> L. Paradowski, F. Szutkowski, *Problemy rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego*, WAT, Warszawa, 1986, s. 272-273.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: L. Paradowski, F. Szutkowski, *Problemy rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego*, WAT, Warszawa, 1986.

**Rys. 7. Zakłócenia radiolokacyjne – podział ogólny**

Cechę charakterystyczną zakłóceń należących do pierwszej grupy jest (jak to wskazuje nazwa) to, że nikt ich celowo nie organizuje (wytwarza) a mimo to istnieją i należy się z nimi poważnie liczyć.

Nieorganizowanymi zakłóceniami dla stacji radiolokacyjnych mogą być zakłócenia atmosferyczne, kosmiczne, związane z promieniowaniem słonecznym i promieniowaniem pochodzącym spoza naszego systemu planetarnego, zakłócenia przemysłowe, telekomunikacyjne oraz wzajemne występujące między radarami pracującymi w niewielkiej odległości. Do tej grupy należy zaliczyć również odbicia promieniowania stacji radiolokacyjnej od powierzchni wody, ziemi i obiektów terenowych oraz odbicia od chmur deszczowych i śniegowych a ponadto szумы wewnętrzne odbiornika i systemu antenowego. Zakłócenia należące do drugiej grupy są w warunkach wojskowych szeroko stosowane, ich przeznaczeniem jest utrudnienie lub dezorganizacja pracy urządzeń radiolokacyjnych przeciwnika. Wytwarzane są one przez nadajniki zakłóceń (naziemne, samolotowe i okrętowe) oraz specjalne elementy odbijające, zwane odpromiennikami biernymi.

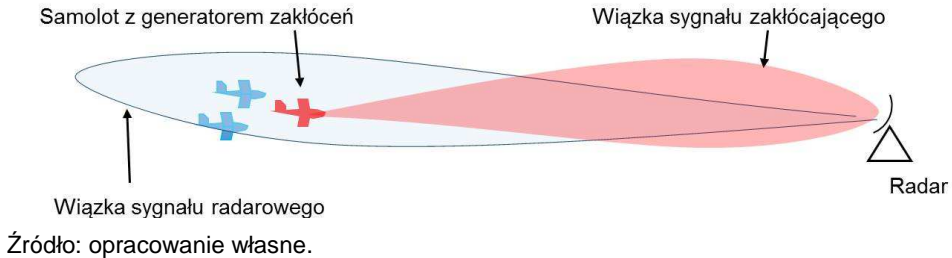
Z powyższego wynika, że obie grupy zakłóceń ze względu na sposób ich powstania czy też wytwarzania można podzielić na zakłócenia: czynne (aktywne), bierne (pasywne) i kombinowane. Każde z wymienionych rodzajów zakłóceń ze względu na sposób oddziaływania na stację radiolokacyjną może być zakłóceniem maskującym lub imitującym.

Z punktu widzenia radarów naziemnych istotny jest podział na:

- zakłócenia pasywne, które powodowane są przez ładunki dipoli (np. w postaci pasków folii) rozrzucone przez aparaty latające (samoloty, rakiety, UAV, pociski artyleryjskie) oraz reflektory sztucznie powiększające sygnaturę radiolokacyjną obiektu (pozoracja nalotu);
- zakłócenia aktywne wytwarzane przez generatory przenoszone na pokładzie obiektów latających, mogące oddziaływać z dużej odległości oraz generatory przenoszone lub przewożone operujące z powierzchni ziemi.

Organizując system rozpoznania przestrzeni powietrznej, w istotnej mierze w oparciu o środki rozpoznania radiolokacyjnego należy przyjmować, że normalnymi warunkami pracy radarów jest ich praca w warunkach

występowania celowych zakłóceń elektronicznych. Założenie, że standardowymi warunkami pracy radaru jest praca bez występowania celowych zakłóceń elektronicznych może być stosowane dla cywilnych radarów kontroli przestrzeni powietrznej.



**Rys. 8. Zakłócenia aktywne generowane ze statku powietrznego**

### 3.4. Nowe rozwiązania radiolokacyjne

Za początki rozwoju radiolokacji i radaru przyjmuje się lata 1885-1889, kiedy to niemiecki fizyk Heinrich Hertz przeprowadził badania praktycznie weryfikujące teorię pola elektromagnetycznego opracowaną przez Jamesa Clerka Maxwella i opublikowaną w 1864 roku. Heinrich Hertz prowadził prace na urządzeniu, które swoją ideą było podobne do współczesnego radaru impulsowego i pracowało na częstotliwości 455 MHz. Udowodniono wtedy, że fale elektromagnetyczne mają właściwości identyczne jak fale świetlne, a różnią się jedynie częstotliwością. Wykazano również, że fale elektromagnetyczne mogą być odbijane przez metalowe przedmioty<sup>10</sup>.

Ludzie nie zajmujący się na co dzień radiolokacją radar kojarzą z jego „klasycznym wyglądem” czyli rozwiązaniami technicznymi opartymi na budowie radaru impulsowego z obrotową anteną.



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 9. Klasyczne radary impulsowe**

<sup>10</sup> <http://www.radary.az.pl/historia.php> [dostęp: 22.04.2015].

W dzisiejszych czasach radiolokacja rozwija się w wielu odmianach. W dalszej części przedstawione zostaną podstawowe informacje o rozwiązaniach, które nie są rozwiązaniami standardowymi i stanowią interesującą część tej dziedziny techniki.

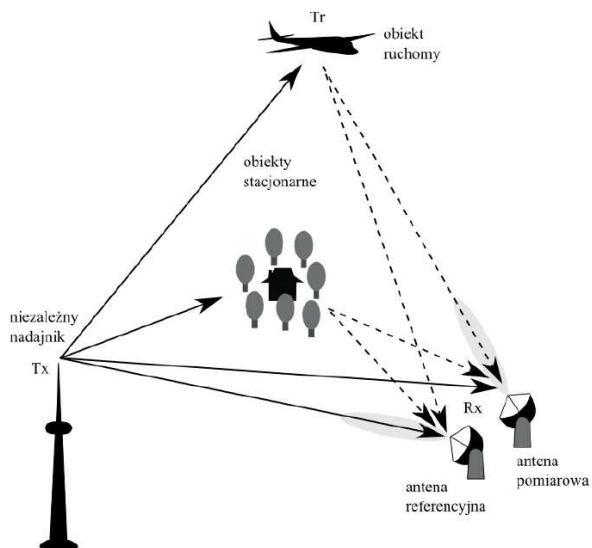
### **3.4.1. Radary pasywne – PCL (*passive coherent locator*)**

Radary pasywne jest systemem radiolokacyjnym, w którym wykorzystuje się niewspółpracujące nadajniki jako źródła promieniowania oświetlającego obserwowaną scenę. Fakt ten powoduje, iż systemy takie nie wymagają własnych nadajników, przez co są one relatywnie tanie, znacznie mniejsze, mniej podatne na uszkodzenia i trudne do wykrycia. Oprócz radia najbardziej popularnym źródłem promieniowania wykorzystywanym w radiolokacji pasywnej jest naziemna telewizja cyfrowa DVB-T (ang. *Digital Video Broadcasting-Terrestrial*). Szersze pasmo sygnału zapewnia lepszą rozdzielność odległościową, niż w przypadku radia FM. Ponadto, ze względu na fakt wykorzystania modulacji cyfrowej, możliwe jest odtworzenie sygnału referencyjnego z „zasmusionego” sygnału odebranego. Wykrywanie obiektów w radarach pasywnych opiera się na wyznaczeniu funkcji niejednoznaczności wzajemnej sygnałów referencyjnego i pomiarowego. Sygnał pomiarowy rejestrowany jest przez antenę zwróconą w kierunku badanej przestrzeni natomiast sygnał referencyjny powinien być idealną kopią sygnału wyemitowanego. Jedną z możliwości pozyskania sygnału referencyjnego jest jego rejestracja za pomocą anteny kierunkowej zwróconej bezpośrednio w stronę nadajnika. Pomimo takiej konfiguracji sygnał referencyjny jest bardzo często zniekształcony i zasmusiony. Inną możliwością jest odtworzenie sygnału, korzystając z faktu, iż transmisja jest cyfrowa i jej błędy oraz szum mogą zostać usunięte.

W radiolokacji klasycznej, tzn. przy wykorzystaniu radaru aktywnego, część nadawcza i odbiorcza znajdują się w tym samym miejscu. Najczęściej obie wykorzystują tę samą antenę, pracującą w trybie przełączania: nadawanie-odbior. W takim przypadku obowiązuje geometria monostatyczna, w której sygnał odbija się od obiektu i wraca tą samą drogą.

W radarze pasywnym odbiornik najczęściej znajduje się w innym miejscu niż niewspółpracujący z nim nadajnik. Sytuacja taka przedstawiona została na rysunku 10. Nadajnik Tx emituje sygnał, który dociera do odbiornika Rx a także do obiektu ruchomego Tr, którego zarówno położenie jak i prędkość zależą od czasu. Odległość bistatyczna obiektu jest sumą odległości obiektu od nadajnika i odbiornika pomniejszoną o odległość pomiędzy nimi.





Źródło: M. Bączyk, K. Kulpa, M. Malanowski, Ł. Maślikowski, P. Saczyński, A. Gorzelańczyk, *Radar pasywny działający w oparciu o sygnał naziemnej telewizji cyfrowej*, Elektronika – Konstrukcje, Technologie, Zastosowania, miesięcznik SEP, nr 3/2013, Warszawa, 2013.

**Rys. 10. Schemat sytuacji radiolokacyjnej z wykorzystaniem radaru pasywnego**

Z uwagi na wykorzystywane techniki określania parametrów obiektów w przestrzeni i zastosowane rozwiązania konstrukcja radaru pasywnego w niczym nie przypomina kształtu radaru, do jakiego wszyscy są przyzwyczajeni.



Źródło: opracowanie własne.

**Rys. 11. Radary PCL (Vera, Cassidian, Lockheed Martin)**

### 3.4.2. Radary montowane na balonach – AEROSTATACH

Kolejnym nieklasycznym rozwiązaniem radarowym są konstrukcje z wykorzystaniem balonów – aerostatów. Przykładem takiego rozwiązania jest JLENS<sup>11,12</sup>, – powietrzny system wykrywający ataki rakiet manewrujących (*Joint Land Attack Cruise Missile Defense Elevated Netted Sensor System*), który pozwala na prowadzenie obserwacji radiolokacyjnej z powietrza przez całą dobę przez ponad 30 dni. Oblicza się, że do zrealizowania tego samego zadania konieczne byłoby użycie aż pięciu samolotów z pokładowymi radarami obserwacyjnymi.

JLENS składa się w wersji bazowej z dwóch aerostatów, z których jeden jest wyposażony w radar obserwacyjny, natomiast drugi przenosi stację radiolokacyjną kierowania ogniem. Balony są wynoszone na wysokość około 3000 m (tworząc tzw. orbitę JLENS), co zapewnia prowadzenie obserwacji w promieniu 550 km. Zamontowane na nich radary mają możliwość wykrywania nie tylko rakiet manewrujących, ale również innych pocisków, w tym balistycznych, bezzałogowych systemów powietrznych oraz samolotów i śmigłowców.

Pierwszy zestaw został przygotowany przez koncern Raytheon i przeniesiony do ośrodka Aberdeen Proving Grounds w Maryland w 2014 roku. Będzie on tam działał na potrzeby baterii przeciwlotniczych wojsk lądowych, które są rozlokowane w rejonie stolicy Stanów Zjednoczonych, podlegających pod dowództwo NORTHCOM (US Northern Command).



Źródło: opracowanie własne.

Rys. 12. Radary na aerostatach

## 4. Podsumowanie

Rozpoznanie radiolokacyjne w wyżej zdefiniowanej formule można sprowadzić do zarządzania zbiorem radarów, czyli źródeł informacji radiolokacyjnej. Wydaje się jednak, że rozpoznanie radiolokacyjne powinno być

<sup>11</sup> <http://www.raytheon.com/capabilities/products/jlens/> [dostęp: 15.12.2015].

<sup>12</sup> [http://www.defence24.pl/news\\_ amerykanskie-balony-beda-wykrywac-rakiety-manewrujace](http://www.defence24.pl/news_ amerykanskie-balony-beda-wykrywac-rakiety-manewrujace) [dostęp: 15.12.2015].



postrzegane, jako system zawierający zarówno źródła informacji radiolokacyjnej oraz narzędzia do zawiadywania informacją pozyskaną za ich pośrednictwem. Informacja radiolokacyjna zarządzana przez personel wykorzystujący zautomatyzowane systemy zbioru i jej opracowania pozwala na rozpoznawanie, identyfikowanie i śledzenie statków powietrznych poruszających się przestrzeni powietrznej. Posiadany i wykorzystywany, na co dzień potencjał techniczny i ludzki pozwala na postawienie tezy, że rozpoznanie radiolokacyjne jest podstawą rozpoznania przestrzeni powietrznej. Dodając do tego fakt, że praca źródeł rozpoznania radiolokacyjnego prowadzona jest ciągle w tzw. systemie 24/7 należy stwierdzić, że rozpoznanie radiolokacyjne stanowi bardzo solidny fundament w budowaniu świadomości sytuacyjnej w tej przestrzeni.

Informacja radiolokacyjna, w czasie pokoju, wykorzystywana jest w systemie obrony powietrznej RP do kontroli lotów i przelotów obiektów powietrznych w przestrzeni powietrznej kraju, dowodzenia dyżurnymi siłami obrony powietrznej oraz zabezpieczenia procesu szkolenia sił obrony powietrznej RP. Z informacji pozyskiwanej w ramach rozpoznania radiolokacyjnego korzystają głównie Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania, choć tak naprawdę obecnie taka nazwa dotyczy tylko jednej jednostki wojskowej. Możemy, więc stwierdzić, że informacja z rozpoznania radiolokacyjnego dostarczana jest do Centrum Operacji Powietrznej – Dowództwa Komponentu Powietrznego, Regionalnego Ośrodka Dowodzenia i Naprowadzania, Ośrodka Dowodzenia i Naprowadzania oraz Mobilnej Jednostki Dowodzenia Operacjami Powietrznymi.

Ponadto z informacji radiolokacyjnej korzystają Punkty Naprowadzania rozwijane doraźnie na bazie wybranych pododdziałów radiotechnicznych. Nie można wyobrazić sobie funkcjonowanie ośrodków dowodzenia i naprowadzania Sił Powietrznych bez danych z naziemnego rozpoznania radiolokacyjnego. Przy takim, hipotetycznym założeniu systemy ASOC, DUNAJ czy też wdrażany obecnie ACCS nie posiadałyby kluczowych danych do przetwarzania a tym samym nie byłyby przydatne. Do wykorzystania pozostałby bardzo istotny system rozpoznania radioelektronicznego, systemy łączności radiowej oraz taktyczny system transmisji danych LINK-16. W tak zakładanej sytuacji, nie posiadając własnych powietrznych środków rozpoznania radiolokacyjnego czy możemy mówić o pełnej zdolności do kierowania i dowodzenia wojskowymi statkami powietrznymi wykonującymi zadania w naszej przestrzeni powietrznej. Odpowiedź na to pytanie jest dość oczywista i doprowadza do stwierdzenia, że w obecnych uwarunkowaniach naziemny system rozpoznania radiolokacyjnego należy traktować, jako podstawowy system rozpoznania przestrzeni powietrznej. Z wielką wagą przy tym powinno się wdrażać „nieklasyczne” rozwiązania radarowe, które w niedługiej perspektywie stanowiąc będą znaczącą składową w systemie rozpoznania radiolokacyjnego.

## **Bibliografia**

1. Bączyk Marcin, Kulpa Krzysztof, Malanowski Mateusz, Maślikowski Łukasz, Samczyński Piotr, Gorzelańczyk Adam, *Radar pasywny działający w oparciu o sygnał naziemnej telewizji cyfrowej*, Elektronika – Konstrukcje, Technologie, Zastosowania, Miesięcznik SEP ISSN 0033-2089 3/2013, Warszawa, 2013.
2. Buderer Robert, *Radar wynalazek, który zmienił świat*, Prószyński i Spółka, Warszawa, 1996.
3. Czekala Zbigniew, *Parada radarów*, BELLONA, Warszawa, 2014.
4. Paradowski Lesław, Szutkowski Franciszek, *Problemy rozpoznania i przeciwdziałania radioelektronicznego*, WAT, Warszawa, 1986.
5. Zespół oficerów Szefostwa Wojsk Radiotechnicznych, *Podręcznik działań taktycznych Wojsk Radiotechnicznych Sił Powietrznych (batalion, kompania)*, WLOP 389/2008, Warszawa, 2008.
6. Zespół oficerów Szefostwa Wojsk Radiotechnicznych, *Stacje radiolokacyjne Wojsk Radiotechnicznych Sił Powietrznych*, ZW SP, Warszawa, 2009.

## **Źródła internetowe**

1. <http://aeroscraft.com/aerostat/4575666089>.
2. [http://www.defence24.pl/news\\_amerykanskie-balony-beda-wykrywac-rakiety-manewrujace](http://www.defence24.pl/news_amerykanskie-balony-beda-wykrywac-rakiety-manewrujace).
3. <http://www.radary.az.pl>.
4. <http://www.raytheon.com/capabilities/products/jlens/>.

## **RADIOLOCATION RECONNAISSANCE – REALITY AND FUTURE OF AIR FORCES**

*Abstract:* Radiolocation reconnaissance, a sensitive and one of the key elements in the Polish Armed Forces' functioning, constitutes the basic kind of reconnaissance of aerial objects in the air defence system in our country. For more than sixty years it has been organized and carried out by Radio-technical Forces undergoing different phases. Radiolocation reconnaissance makes the foundation of building situational awareness in airspace. However, it also has some limitations which should be taken into consideration by a professional recipient of information from radiolocation sources.