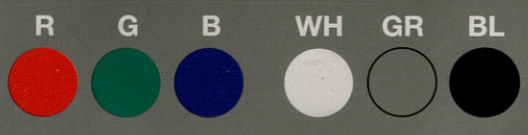
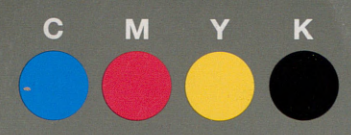


Part Code
ST1316



Grey Scale #13



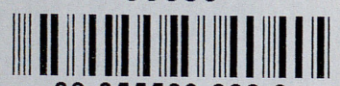
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



Piotr Daniluk

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej

55539



09-055539-000-0

RADIOSTACJE
POLA WALKI

55539

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WSTĘP	5
WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW	7
1. RODZAJE RADIOSTACJI	9
2. RADIOSTACJE TYPU FM (UKF)	23
3. RADIOSTACJA R-3501 / RS-5111	30
4. RADIOSTACJE SERII 9000 ORAZ 3000 FIRMY THOMSON	31
AON 5454/02 WYKAZ WYKONANYCH PRACY RADIOSTACJI SERII PR4G	40
5. PRACA SIECI RADIOWEJ OPARTEJ NA RADIOSTACJACH SERII PR4G	43
6. RADIOSTACJE KRÓTKOPALOWE	51
7. RADIOSTACJE KRÓTKOPALOWE FIRMY HARRIS ORAZ RACAL	53
ASPEKT PRACY HOPPINGOWEJ W ZAKRESIE KRÓTKOPALOWYM	56
8. MOŻLIWOŚCI URZĄDZEŃ RADIODOSTĘPU POLA WALKI	58
9. ZAPEWNIENIE PRZEZ RADIOSTACJE UKF/TH WYMAGAN ECCM	60
10. MOŻLIWOŚCI URZĄDZEŃ RADIODOSTĘPU SATELITARNEGO	63
11. TERMINALE SATELITARNE KONDUKCYJNE W SIECI INMARSAT	65
12. KOMPARACJA RADIOSTACJI WYKONANYCH PRZEZ FIRMY ALCON	66
13. RODZINA RADIOSTACJI WYKONANYCH PRZEZ FIRMY RORDE & SCHWARZ	74
ZAKOŃCZENIE	81
WYKAZ LITERATURY	83
ZAŁĄCZNIKI	85

Piotr Daniluk

RADIOSTACJE POLA WALKI



Projekt okładki
Ewa Wiśniewska

Ilustracje pochodzą z materiałów reklamowych firm: Harris, Motorola, Rohde & Schwarz



Druk i oprawa: Akademia Obrony Narodowej – Wydział Wydawniczy
Zam. nr 1363/2002

SPIS TREŚCI

	Str.
WSTĘP	5
WYKAZ ZASTOSOWANYCH SKRÓTÓW	7
1. RODZAJE RADIOSTACJI POLA WALKI	9
2. RADIOSTACJE TYPU FM (UKF)	28
3. RADIOSTACJA R-3501 / RS-6111	30
4. RADIOSTACJE SERII 9000 ORAZ 3000 FIRMY THOMSON	31
5. PODSTAWOWE RODZAJE PRACY RADIOSTACJI SERII PR4G	40
6. PRACA SIECI RADIOWEJ OPARTEJ NA RADIOSTACJACH SERII PR4G	48
7. RADIOSTACJE KRÓTKOFALOWE	51
8. RADIOSTACJE KRÓTKOFALOWE FIRMY HARRIS ORAZ RACAL	53
9. ASPEKT PRACY HOPPINGOWEJ W ZAKRESIE KRÓTKOFALOWYM	56
10. MOŻLIWOŚCI URZĄDZEŃ RADIODOSTĘPU POLA WALKI	58
11. ZAPEWNIENIE PRZEZ RADIOSTACJE UKF/FH WYMAGAŃ ECCM	60
12. MOŻLIWOŚCI URZĄDZEŃ RADIODOSTĘPU SATELITARNEGO	61
13. TERMINALE SATELITARNE FUNKCJONUJĄCE W SIECI INMARSAT	65
14. KOMPARACJA RADIOSTACJI FIRMY HARRIS-FALCON	66
15. RODZINA RADIOSTACJI LOTNICZYCH FIRMY ROHDE & SCHWARZ	74
ZAKOŃCZENIE	81
WYKAZ LITERATURY	83
ZAŁĄCZNIKI	85

WSTĘP

Opracowanie „Radiostacje pola walki” jest kontynuacją zapoczątkowanego przeze mnie kilka lat temu cyklu dotyczącego różnych obszarów funkcjonowania wojskowych systemów radiokomunikacyjnych.

Niniejsze praca jest próbą przybliżenia czytelnikom możliwości technicznych urządzeń radiokomunikacyjnych stosowanych w systemach łączności wojskowej.

Najwięcej uwagi poświęcono nowoczesnym radiostacjom pola walki, z uwzględnieniem bardzo istotnej potrzeby współpracy ich z urządzeniami analogowymi.

Nie jest to kompletny zbiór informacji dotyczących radiostacji pola walki, ale przedstawienie wybranych, najbardziej rozpowszechnionych w wojskach lądowych urządzeń radiokomunikacyjnych.

Niniejsze opracowanie ma w zamyśle autora stanowić przyczynek do merytorycznych dyskusji w trakcie zajęć z przedmiotu „Systemy łączności”, jak również bodziec do efektywnego poszukiwania wiedzy dotyczącej radiokomunikacji wojskowej nie tylko w podręcznikach akademickich.

WYKAZ ZASTOSOWANYCH SKRÓTÓW:

- ALE** – (ang. - automatic link establishment) automatyczne zarządzanie siecią radiową KF
- AM** – (ang. - amplitude modulated) modulacja amplitudy
- CNR** – (ang. - combat net radio) sieci radiowe pola walki
- COMSEC** – (ang. - communications security) systemy bezpieczeństwa informacji
- ECCM** – (ang. - electronic counter – countermeasures) bezpieczny rodzaj łączności
- EHF** – (ang. - extremely high frequency) częstotliwości 30 – 300 GHz
- FH** – (ang. - frequency hopping) szybka zmiana częstotliwości pracy mierzona w ilości manipulacji na sekundę
- FSK** – (ang. - frequency – shift keying) manipulacja częstotliwości (rodzaj przesyłania danych)
- FM** – (ang. - frequency modulated) modulacja częstotliwości (potocznie sieci UKF/FM)
- GPS** – (ang. - Global Positioning System) globalny (tj. satelitarny) system określania pozycji
- HF** – (high frequency) częstotliwości 3 – 30 MHz (potocznie od 1,5 lub 2 MHz)
- IHFR** – (ang. improved high frequency radio) sieci radiowe HF wykorzystujące ALE i LQA
- INMARSAT** – (ang. - international maritime satellite) komercyjny jednokanałowy system satelitarnej łączności morskiej
- KF** – zakres fal krótkich – potocznie określany w wartościach 1,5 – 30 MHz
- LQA** – (ang. - link quality analysis) system analizy jakości połączenia KF
- NCS** – (ang. - net control station) stacja zarządzająca siecią radiową
- PA** – (ang. - power amplifier) wzmacniacz mocy (potocznie – moc) nadajnika
- PEP** – (ang. peak envelope power) wartość mocy szczytowej dotycząca emisji SSB, w odróżnieniu od mocy nominalnej określanej w modulacjach FM
- SATCOM** – (ang. - satellite communications) ogólne określanie łączności satelitarnej
- SHF** – (ang. - super high frequency) częstotliwości 3 – 30 MHz (mikrofale)
- SKY-HOPPING** – wersja pracy FH stosowana w radiostacjach francuskich
- SSB** – (ang. - single sideband) emisja jednowstęgowa jednokanałowa z modulacją amplitudy
- TACSAT** – (ang. - tactical satellite) sieci telekomunikacyjne taktycznego dostępu satelitarnego
- TDMA** – (ang. - time-division multiple access) wielodostęp do sieci z podziałem czasowym
- TRANSEC** – (ang. - transmission security) bezpieczeństwo transmisji
- UHF** – (ang. - ultra high frequency) częstotliwości 300 – 3 000 MHz (potocznie od 220 MHz)
- UKF** – zakres fal ultrakrótkich – potocznie określany zakres powyżej 30 MHz
- VHF** – (ang. - very high frequency) częstotliwości 30 – 300 MHz (potocznie do 174 MHz)

1. RODZAJE RADIOSTACJI POLA WALKI

Wojskowa sieć telekomunikacyjna, jako jeden z trzech podstawowych komponentów wojskowych sieci łączności¹, składa się z sieci:

- radioliniowo-kablowej;
- radiowych.

Taką strukturę sieci telekomunikacyjnej przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Struktura wojskowej sieci telekomunikacyjnej

Sieci radiowe natomiast, przyjmując kryterium funkcjonalne, składają się z:

- sieci radiowych pola walki (w tym dowodzenia, sztabu, współdziałania i specjalistycznych);
- sieci dedykowanych lub autonomicznych (np. satelitarnych, krótkofalowych);
- sieci radiodyfuzyjnych (np. powiadamiania, specjalne).

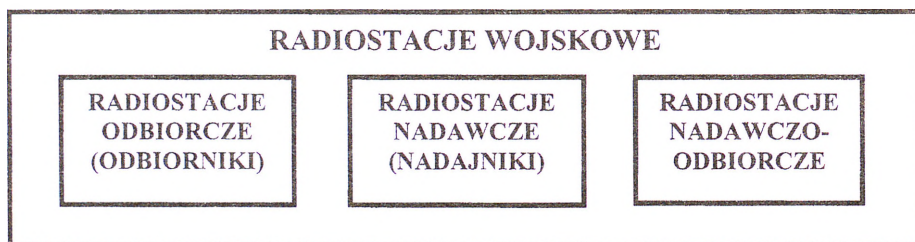
Sieci radiowe pola walki na szczeblach taktycznych utożsamiane są z sieciami radiowymi. W ramach tych sieci pracują radiostacje pola walki.

¹ Wojskowa sieć łączności składa się z sieci: telekomunikacyjnej, poczty polowej i sygnalizacyjnej

Radiostacje, stosując kryterium spełnianej funkcji w torze radiokomunikacyjnym, można podzielić na trzy zasadnicze rodzaje urządzeń:

- Radiostacje nadawcze – czyli urządzenia zamierzenie emitujące falę elektromagnetyczną w żądanym zakresie (lub podzakresie) pracy. Obecnie w sieciach radiowych pola walki nie występują urządzenia pełniące funkcję tylko nadawczego. Zastosowanie takich radiostacji może mieć miejsce, np. w sieciach radiodifuzyjnych (rozsiwecznych) – tj. powiadamiania;
- Radiostacje odbiorcze – czyli urządzenia przeznaczone tylko do odbierania sygnałów radiowych. W sieciach radiowych mogą one posiadać swoje zastosowanie jako środek łączności na punktach lub centrach odbiorczych;
- Radiostacje nadawczo-odbiorcze – czyli urządzenia radiokomunikacyjne, które przeznaczone są, zarówno do nadawania, jak i odbioru fal radiowych w żądanym zakresie (lub podzakresie) pracy. W nowoczesnych wojskowych urządzeniach tego typu szerokość zakresu odbieranego jest wielokrotnie większa niż nadawczego.

Poniżej przedstawiono ogólny podział radiostacji wojskowych.



Rys. 2. Podział radiostacji ze względu na spełnianą funkcję w torze radiokomunikacyjnym

W niniejszym opracowaniu, uwzględniając wprowadzane obecnie do funkcjonowania urządzenia oraz strukturę sieci radiowych pola walki, podjęto próbę przeanalizowania radiostacji jako urządzeń nadawczo-odbiorczych, co nie wyklucza spełniania przez nie funkcji tylko nadawczych lub tylko odbiorczych.

Radiostacje pola walki, aby spełniły podstawowe wymagania taktyczno-operacyjne oraz taktyczno-eksploatacyjne powinny:

- zapewnić łączność radiową z podległymi pododdziałami lub elementami ugrupowania,
- służyć przede wszystkim do przekazywania krótkich informacji fonicznych (jako praca uzupełniająca może być realizowana transmisja danych – na HF około 4800 bit/s oraz na VHF 16 kbit/s),
- pozwalać na niezależną pracę od innych sieci,
- stanowić najwyższy priorytet w zakresie spełnienia wymagań efektywności (w tym szczególnie bezpieczeństwa łączności),
- stanowić część zintegrowanych, zautomatyzowanych systemów radiokomunikacyjnych: obrony przeciwlotniczej, artylerii, rozpoznania, obrony chemicznej oraz zarządzania siecią łączności,
- posiadać interfejsy pozwalające płynnie „przechodzić” do innych rodzajów sieci radiowych oraz sieci radioliniowo-kablowej,
- pozwalać na automatyczne włączenia się dla pewnej grupy abonentów radiowych,
- posiadać możliwość pracy wielozakresowej i wieloemisyjnej,
- pozwalać na współpracę urządzeń analogowych i cyfrowych,
- funkcjonować w sieciach jednokanałowych oraz wielokanałowych,
- zapewnić łączność w każdych warunkach taktycznych i terenowych od najniższego szczebla dowodzenia po szczebel związku taktycznego, a nawet operacyjnego.

Radiostacje pola walki funkcjonują jako urządzenia różnych zakresów częstotliwości, gdzie:

- **radiostacje KF** (stosujące podzakresy w zakresie 1,5 - 30 MHz) wykorzystują techniki typu LQA i ALE. Radiostacje takie docelowo powinny pozwalać na ograniczony radiodostęp i transmisję „krótkofalowego e-mail”.

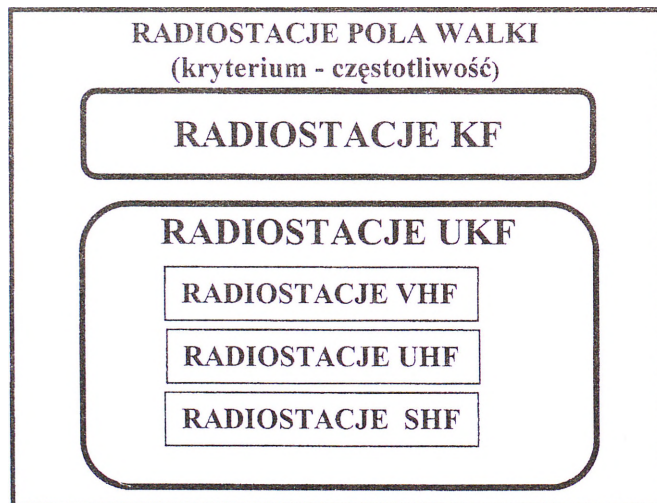
Zasięg takich urządzeń jest rzędu 300 – 3 000 km;

- **radiostacje UKF** pracują na częstotliwościach powyżej 30 MHz (dla radiostacji starszych generacji zakres ten zaczyna się od 20 MHz), najczęściej z zastosowaniem trybu FH przy zapewnieniu zasięgu do 35 – 50 km

Stosując kryterium częstotliwości radiostacje zakresu UKF można podzielić na:

- **radiostacje podzakresu VHF** (standardowo podzakres 30 – 88 MHz²), których praca, szczególnie w sieciach dowodzenia, powinna być wspomagana na szczeblu dywizji usługami świadczącymi przez urządzenia radiodostępowe (2-6 stacji bazowych), a z czasem również na szczeblu brygady (1-2 stacji bazowych). Maksymalna moc radiostacji pokładowych i bazowych powinna wynosić do 50 W, przy zasięgu stacji bazowych około 15 km oraz zasięgu bezpośrednim do 50 km;
- **radiostacje podzakresu UHF** (standardowo podzakres 220 – 400 MHz), które są reprezentowane przede wszystkim przez urządzenia lotnicze zakresu decymetrowego oraz radiotelefony do łączności lokalnej (wewnętrznej) i środki telekomunikacyjne sieci szerokopasmowych dostępnych;
- **radiostacje podzakresu SHF**, które pracują jako radiotelefony np. w obrębie jednostki lub SD, urządzenia szerokopasmowe o dużej przepustowości i lokalnym zasięgu oraz terminale satelitarne.

Ogólną podział radiostacji pola walki ze względu na kryterium częstotliwości (zakres wykorzystywanych częstotliwości) przedstawiono na rys.3.



Rys. 3. Podział radiostacji pola walki dokonany ze względu na zakres wykorzystywanych częstotliwości pracy.

² Dla radiostacji analogowych – starego parku zakres ten zaczyna się od 20 MHz

Innym kryterium podziału radiostacji pola walki może być sposób wykorzystania (zastosowania) urządzenia radiokomunikacyjnego.

Rozróżnia się wtedy radiostacje ręczne, przenośne (plecakowe), modułowe (kombinowane), pokładowe i średniej mocy.

Taki podział scharakteryzowano w tabeli 1.

Tab. 1. Charakterystyka radiostacji pola walki (kryterium - sposób wykorzystania)

Lp.	Rodzaj radiostacji	Zastosowanie radiostacji
1.	Ręczna	Bezpośrednio wykorzystywana przez osobę funkcyjną - w postaci urządzenia ręcznego - radiotelefonu
2.	Plecakowa	Obsługiwana przez operatora, przenoszona, pozwalająca pracować podczas marszu jak i portabilnie
3.	Modułowa	Pozwala pracować jako plecakowa, a po zamontowaniu w specjalnym statywie jako pokładowa
4.	Pokładowa	Pozwala pracować z pokładu pojazdu oraz statku powietrznego
5.	Średniej mocy	Wymaga funkcjonowania ze specjalnie do tego przeznaczonego pojazdu (jako aparatuwni łączności)

Radiostacje pola walki można poddać podziałowi uwzględniając moc wyjściową toru nadawczego radiostacji.

Dla radiostacji pracujących z modulacją amplitudy emisjami jednowstęgowymi (SSB) oraz dwuwstęgowymi bez fali nośnej lub z redukowaną jej wartością (DSB) przyjmuje się moc szczytową PEP, która wartością efektywną znacznie różni się od mocy nominalnej dla radiostacji pracujących z modulacją częstotliwości.

Dla dwóch podstawowych, określonych powyżej, typów mocy wyjściowej toru nadawczego radiostacji pola walki określa się cztery wspólne ich poziomy (tabela 2.)

Tab. 2. Podstawowe rodzaje radiostacji pola walki w odniesieniu do mocy wyjściowej

Lp.	Rodzaj radiostacji	Wartość mocy wyjściowej toru nadawczego radiostacji	Zastosowanie radiostacji
1.	Radiostacja bardzo małej mocy	10 - 1 000 mW (0,01 - 1 W)	Radiostacje ręczne, mini-radiostacje osobiste
2.	Radiostacja małej mocy	1 - 100 W	Radiostacje ręczne, plecakowe, pokładowe
3.	Radiostacja średniej mocy	100 - 1 000 W (0,1 - 1 kW)	Radiostacje pokładowe i autonomiczne
4.	Radiostacja dużej mocy	1 - 10 kW	Radiostacje autonomiczne

Moce wyjściowe radiostacji pola walki można powiązać z rodzajem wykorzystania (zastosowania) urządzenia. Określa się wtedy wartości mocy dla poszczególnych typów radiostacji, przy uwzględnieniu możliwości urządzenia radiokomunikacyjnego, oraz źródeł jego zasilania.

Autor dokonał próby takiego scharakteryzowania radiostacji pola walki, a wyniki takiej analizy przedstawiono w tabeli 3.

Tab. 3. Wymagane moce wyjściowe radiostacji pola walki

Lp	Rodzaj radiostacji	Moc wyjściowa toru nadawczego radiostacji*	
		Dla radiostacji UKF	Dla radiostacji KF
1.	Ręczna	0,3 - 2 W	Nie przewiduje się
2.	Plecakowa	5 - 15 W	15 - 50 W
3.	Modułowa	<u>5 - 15 W</u> 15 - 50 W	<u>15 - 50 W</u> 25 - 150 W
4.	Pokładowa	25 - 50 W	100 - 400 W
5.	Średniej mocy	Nie przewiduje się	1 kW

* - w liczniku podano moc wersji przenośnej, w mianowniku moc wariantu pokładowego ze wzmacniaczem mocy

Określenie rodzaju wykorzystania radiostacji oraz stosowanej mocy wyjściowej tych urządzeń pozwala ostatecznie na dokonanie oszacowania zasięgu łączności, co przedstawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Wymagane zasięgi dla bezpośredniej łączności radiostacji pola walki

Lp.	Rodzaj radiostacji	Wymagany zasięg radiostacji	
		Dla radiostacji UKF	Dla radiostacji. KF
1.	Ręczna	do 1 km	Nie przewiduje się
2.	Plecakowa	3 – 5 km	do 15 km (do 35 km)*
3.	Modułowa	<u>3 – 5 km</u> 10 – 35 km	do 15 km 35 – 75 km
4.	Pokładowa	<u>25 – 35 km</u> (50 km)*	do 75 km (50 – 100 km)*
5.	Średniej mocy	Nie przewiduje się	do 100 km (do 1500 km)*

* - w liczniku podano zasięg z wykorzystaniem anteny burtowej,

- w mianowniku z wykorzystaniem portabilnego systemu antenowego (np. na postoju)

Zasięg łączności często jest kojarzony ze szczeblem wykorzystania radiostacji pola walki. Powiązania kryterium szczebla wykorzystania i zasięgu rozpatrywanych urządzeń radiokomunikacyjnych dokonano w tabeli 5.

Tab. 5. Szczebel wykorzystania oraz wymagane zasięgi dla bezpośredniej łączności radiostacji pola walki

Lp.	Szczepel wykorzystania	Wartości zasięgu		
		Optymalny	Maksymalny	Ekstremalny
1.	Drużyna	0,3 km	1 km	3 km
2.	Pluton	1 km	3 km	5 km
3.	Kompania Bateria	3 km	5 km	15 km
4.	Batalion Dywizjon	5 km	15 km	35 km
5.	Brygada	15 km	35 km	50 km
6.	Dywizja	25 km	50 km	100 km

Ze szczeblem wykorzystania radiostacji pola walki związana jest analiza przedstawiona w tabelach 6 – 8, gdzie poddano estymacji wymagania taktyczno-eksploatacyjne, techniczno-eksploatacyjne oraz ostatecznie taktyczno-techniczne dla radiostacji pola walki. Dopiero tak rozbudowana analiza pozwoliła na sformułowanie wniosków zawartych w tabeli 9.

Tabela 6. Wymagania taktyczno-eksploatacyjne dla radiostacji pola walki

Poziom Parametr	Poziom N	Poziom 01	Poziom 02	Poziom 03	Poziom 04	Poziom 05
1	2	3	4	5	6	7
Relacja łączności	d-ca drużyny z żołnierzem	d-ca drużyny z d-cą plut	d-ca plutonu z d-cą kompanii	d-ca kompanii z d-cą batalionu	SD batalionu z PDO/SD/TSD brygady	SD/TSD BZ/BPanc z SD/TSD DZ / DKPanc
Zasięg łączności	kilkaset metrów	1 - 2 km	1 - 5 km	3 - 15 km	5 - 35 km	10 - 75 (100) km
Potrzeby współpracy	- brak	- ze śmigłowcem; - służby cywilne.	- służby cywilne, - sieci specjalistyczne	- ze śmigłowcem; - służby cywilne, - sieci specjalistyczne	- ze śmigłowcem; - służby cywilne, - sieci specjalistyczne	- ze śmigłowcem; - służby cywilne, - sieci specjalistyczne
Rodzaj przesyłanej informacji	telefonía, krótkie wiadomości	telefonía, krótkie wiadomości	telefonía, krótkie wiadomości	telefonía, krótkie wiadomości	telefonía, krótkie wiadomości	telefonía, krótkie wiadomości
Rodzaj pracy	fonía jawna; możliwość odbioru krótkich komend	fonía analogowa i cyfrowa jawna i utajniona; transmisja danych, sygnały alarmowe	fonía analogowa i cyfrowa jawna i utajniona; transmisja danych, sygnały alarmowe	fonía analogowa i cyfrowa jawna i utajniona; transmisja danych, sygnały alarmowe	fonía analogowa, transmisja danych, krótkie sygnały alarmowania, selektywne wywołanie i blokowanie	fonía analogowa, transmisja danych, krótkie sygnały alarmowania, selektywne wywołanie i blokowanie
Występujące ograniczenia antenowe	na korpusie urządzenia - np. teleskopowa	na korpusie urządzenia - np. paskowa	na korpusie urządzenia - możliwość dołączenia linki antenowej	na korpusie radiostacji, zewnętrzna w postaci linki antenowej	na korpusie radiostacji, zewnętrzna w postaci linki antenowej	na korpusie radiostacji, zewnętrzna w postaci linki antenowej
Warunki pracy urządzenia przenośnego	radiostacja ręczna (miniradiotelefon) lub miniodbiornik zamontowany w hełmie żołnierza	radiostacja ręczna z anteną na korpusie urządzenia	radiostacja plecakowa z anteną na korpusie urządzenia - możliwość dołączenia prostej anteny promieniowej	radiostacja plecakowa z kompletem różnych anten i dodatkowym źródłem zasilania	radiostacja plecakowa z kompletem różnych anten i dodatkowym źródłem zasilania	radiostacja plecakowa z kompletem anten i dodatkowym źródłem zasilania; po dołączeniu do wzmacniacza mocy - jako radiostacja pokładowa

1	2	3	4	5	6	7
Ukompletowanie radiostacji	miniradiotelefon	<ul style="list-style-type: none"> zespół nadawczy i odbiorczy z akumulatorami; antena elastyczna; futerał 	<ul style="list-style-type: none"> zespół nadawczy i odbiorczy z akumulatorami; antena prętowa; stelaż 	<ul style="list-style-type: none"> zespół nadawczy i odbiorczy z akumulatorami; antena prętowa; stelaż; torba z antenami zewnętrznymi 	<ul style="list-style-type: none"> zespół nad. i odbiorczy z akumulatorami; antena prętowa; stelaż; jako oddzielny plecak - anteny zewnętrzne i dodatkowe źródło zasilania w wersji pokładowej - chassis ze wzmacniaczem mocy, urządzeniem antenowym i manipulatorami 	<ul style="list-style-type: none"> zespół nad. i odbiorczy z akumulatorami; antena prętowa; stelaż; jako oddzielny plecak - anteny zewnętrzne i dodatkowe źródło zasilania; w wersji pokładowej - chassis ze wzmacniaczem mocy, urządzeniem antenowym i manipulatorami
Wymaga na masa radiostacji	umożliwiająca schowanie w kieszeni	umożliwiająca utrzymanie w ręku - około 0,5 kg	umożliwiająca swobodne przenoszenie przez żołnierza - 5 kg	umożliwiająca swobodne przenoszenie przez żołnierza - 10 kg	umożliwiająca swobodne przenoszenie przez dwóch żołnierzy -15 kg	umożliwiająca przenoszenie przez dwóch żołnierzy 15 kg; w wersji pokładowej 25kg
Wielkość radiostacji	telefonu komórkowego	radiotelefonu ręcznego	radiostacji TUBEROZA	radiostacji TUBEROZA	przenośna wielkości plecaka, pokładowa - rdst. R-111	przenośna wielkości plecaka, pokładowa - rdst. R-111
Ilość program. częstotl.	tyle ile jest kanałów w zakresie	tyle ile jest używanych S/R: 2-3	tyle ile maks. jest stosowanych S/R: 5-10	tyle ile maks. jest stosowanych S/R: 10-15	tyle ile maks. jest stosowanych S/R: 10-25	tyle ile maks. jest stosowanych S/R: 15-50
Źródło zasilania	akumulatory typu 'paluszek" - n x1,5 V	akumulator znajdujący się w obudowie urządzenia - do 13,5 V	akumulator dołączany do obudowy - do 13,5 V	akumulator dołączany do obudowy oraz zewnętrzny jako zapasowy - 13,5 V lub 24 V	akumulator dołączany do obudowy oraz zewnętrzny, zapasowy - 12 lub 24 V; sieć pokładowa z systemu obioru mocy; z agregatu jednofazowego - 1 kW	akumulator dołączany do obudowy oraz zewnętrzny, zapasowy 12 lub 24 V; sieć pokładowa z systemu obioru mocy; z agregatu jednofazowego - 1 kW

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 7. Wymagania techniczno-eksploatacyjne dla radiostacji pola walki

Parametr	Szczebel zastosowania – poziom sprzężenia informacyjnego					
	ŻOŁNIERZ	DRUŻYNA	PLUTON	KOMPANIA	BATALION	BRYGADA
Poziom	N	01	02	03	04	05
Zasięg	do 300 m	1 km - 2 km	1 km - 5 km	3 km - 15 km	5 - 35 km	10 - 100 km
Wymiary radiostacji	radiotelefon	radiostacja ręczna	radiostacja przenośna	radiostacja przenośna, plecakowa	radiostacja plecakowa, modułowa-pokładowa	radiostacja plecakowa, modułowa-pokładowa
Wymiary anteny	krótka antena helikalna	antena helikalna	antena helikalna, antena linkowa	antena helikalna, antena dipol	antena prętowa dipol itp.	antena burtowa, dipol, szeroko-pasmowa
Zakres częstotliwości	Wystarczający VHF, a wskazany UHF	Wystarczający VHF	Wystarczający VHF	ze względu na wymagany zasięg dla radiostacji plecakowej - zakres HF, na bliskie (do 15 km) odległości - VHF	zakres HF, na bliskie (do 35 km) odległości szczególnie w nocy - VHF	ze względu na wymagany zasięg dla radiostacji - nawet do 100 km - zakres HF, na bliskie (do 35 km) odległości szczególnie w nocy - VHF
Rodzaj modułacji i emisji	ze względu na zakres pracy - fonia - F3E;	ze względu na zakres pracy - fonia - F3E; TD jako F2D typ FSK	ze względu na zakres pracy - fonia - F3E; TD jako F2D typ FSK	dla HF - SSB; dla VHF - FM - FSK; do współpracy - AME;	dla HF - SSB; dla VHF - FM - FSK; do współpracy - AME	dla HF - SSB; dla VHF - FM - FSK; do współpracy - AME
Odstęp kanałowy	dla FM/UHF do 100 kHz	dla FM - 25 kHz	dla FM - 25 kHz	dla FM - 25 kHz; dla HF - 100 Hz	dla FM - 25 kHz; dla HF - 100 Hz	dla FM - 25 kHz; dla HF - 100 Hz
Ilość częstotliwości pracy	około 12 kanałów pracy	około 3000 kanałów roboczych	około 3000 kanałów roboczych	VHF: ok. 3000 HF: ok. 300 000	VHF: ok. 3000 HF: ok. 300 000	VHF: ok. 3000 HF: ok. 300 000
Prog. częst. pracy	od 2 do 12 kanałów pracy	2 - 3 cz. program.	5 - 10 cz. kombinowanych - FH	10 - 15 cz. kombinowanych - FH	10 - 25 cz. kombinowanych - FH	15 - 30 cz. kombinowanych - FH
Prog. rdst.	nie istnieje	zewnętrzne	zewnętrzne	zewnętrzne, wewnętrzne	zewnętrzne, wewnętrzne	zewnętrzne, wewnętrzne

Źródło zasilania	akumulator typu "paluszek".	akumulatory w obudowie urządzenia	doczepiany akumulator	doczepiany akumulator	doczepiany akumulator oraz dodatkowy plecak z akumulatorami	doczepiany akumulator oraz dodatkowy plecak z akumulatorami
Masa radiostacji	kilkaset gramów	około 0,5 - 1 kg	2 - 10 kg	2 - 10 kg	10-25 kg; pokładowa - 50 kg	10-25 kg; pokładowa - 50 kg
Załoga	Obsługiwana osobiście	Obsługiwana osobiście	1 operator	Radiooperator (lub) oraz radiotelegrafista	Radiooperator oraz radiotelegrafista	Radiooperator oraz radiotelegrafista
Ukompletowanie	radiotelefon	radiostacja, zapasowy akumulator; antena paskowa	radiostacja; pojemnik z akumulatorem; anteny linkowe	radiostacja; pojemnik z akumulatorem; anteny linkowe	radiostacja; 2 akumulatory, anteny linkowe i burtowe wzmacniacz mocy; urządzenia antenowe	radiostacja; 2 akumulatory, anteny linkowe i burtowe wzmacniacz mocy; urządzenia antenowe
Moc nadajnika i zasięg	<u>10 - 100 mW</u> 50 m - 1000 m	<u>25 mW - 1 W</u> 1 km - 3 km	<u>2 - 10 W</u> 3 km - 15 km	<u>10 - 20 W</u> 15 km - 35 km	<u>50 W PEP</u> 0 - 120 km <u>150 - 200 W PEP</u> 0 - 200 km	<u>50 W PEP</u> 0 - 150 km <u>150 - 400 W PEP</u> 0 - 300 km
Czas pracy	kilka godzin	kilka godzin	kilkanaście godzin	kilkanaście godzin	ciągła praca	ciągła praca

Źródło: opracowanie własne

Tabela 8. Wymagania taktyczno-techniczne dla radiostacji pola walki

*)	Klasa 1	Klasa 2	Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5
1.	fonia analogowa i cyfrowa jawna i utajniona	fonia analogowa i cyfrowa jawna i utajniona; transmisja danych, raster częstotliwości 100 Hz sygnały alarmowe	fonia analogowa i cyfrowa jawna i utajniona; trans. danych, raster częstotliwości - 100 Hz sygnały alarmowe	fonia analogowa, transmisja danych, krótkie sygnały alarm., selektywne wywołanie i blokowanie FIX + FH	fonia analogowa, transmisja danych, krótkie sygnały alarm., selektywne wywołanie i blokowanie FIX + FH
2.	-wyposażenie osobiste; -praca z powierzchni ziemi	-wyposażenie osobiste, -praca z powierzchni ziemi; - w pojazdach	-w ruchu i na postoju -jako pokładowa w pojazdach	-przenoszona; -pokładowa	-pokładowa
3.	5 km - pręt; 12 km - promień	8 km - prętowa; 10 km - burtowa; 15-20 km promieniowa	25 km - burtowa; 50 km - zewnętrzna h=11-16 m	30 km - fala przyziemna (antena prętowa), 150 km - fala odbita (antena promieniowa)	50 km - fala przyziemna (antena burtowa), 300 km - na fali odbitej
4.	zespół nadawczy i odbiorczy; akumulatory; anteny; urządzenie ładujące.; futerał	zespół nadawczy i odbiorczy; akumulatory; anteny; urządzenie ładujące.; futerał	zespół nadawczo-odbiorczy, anteny; manipulatory; kable; głośnik zewnętrzny	zespół nadawczo-odbiorczy, terminal, komplet anten, manipulatory, głośnik, plecak, ładowarka 220/24 V	zespół nadawczo-odbiorczy, wzmacniacz mocy nadajnika, terminal, komplet anten, manipulatory, głośnik zewnętrzny, plecak, ładowarka 220/24 V
5.	30 - 88	30 -420 MHz	1 - 88 MHz	1 - 88 MHz	1 - 88 MHz 2 - 420 MHz
6.	F3E; F2D - FSK lub GMSK	F3E; F2D - FSK lub GMSK	F3E; F2D - FSK lub GMSK	J3E (USB/LSB), J2A, A1A, F2D - FSK-PSK odbiór AME	J3E (USB/LSB), J2A, A1A, F2D - FSK-PSK odbiór AME
7.	25 kHz	25 kHz	25 kHz	100 Hz	100 Hz
8.	2320	2320	2320	284 000	284 000
9.	6	6 6 FH	6 6 FH	10 10 FH	10 10 FH

10	25 mW - 1 W	5 W, 50 W**	5, 50 W **	20 W, 150 W**	50 W, 400 W**
11	F3E - 113 dBm F2D - 110 dBm	F3E - 113 dBm F2D - 113 dBm	F3E - 113 dBm F2D - 113 dBm	J3E - 110 dBm J2E, A1A -113 dBm	J3E - 110 dBm J2E, A1A -113 dBm
12	5 mW 300 mW;	5 mW 1 W;	5 mW 1 W;	5 mW 1 W;	5 mW 1 W;
13	1 kg	10 kg	22 kg	10 kg	20 kg
14	jak dla radiotelefonu ręcznego	jak dla radiostacji plecakowej	jak dla radiostacji plecakowej oraz pokładowej	jak dla radiostacji plecakowej oraz pokładowej	jak dla radiostacji plecakowej oraz pokładowej
15		Fill Gun	pulpit; Fill Gun; terminal	pulpit; Fill Gun; terminal	pulpit; Fill Gun; terminal
16	12 h	12 h	Brak danych	Brak danych	Brak danych
17	9 - 12 V akumulator	akumulator - 12 V sieć pokładowa - 24 V	sieć pokładowa - 24 V	12 V lub 24 V	24 V- sieć pokładowa

*) – Parametr:

1. Rodzaj pracy,
2. Warunki pracy,
3. Zasięg łączności,
4. Ukompletowanie,
5. Zakres częstotliwości pracy,
6. Rodzaj modulacji i emisji,
7. Odstęp międzykanałowy,
8. Ilość częstotliwości pracy,
9. Ilość programowanych częstotliwości,
10. Moc nadajnika,
11. Czulość odbiornika,
12. Moc akustyczna (słuchawki / głośnik),
13. Masa radiostacji,
14. Wymiary radiostacji,
15. Programowanie radiostacji,
16. Czas pracy radiostacji,
17. Źródło zasilania.

** - druga wartość mocy wyjściowej radiostacji dotyczy pracy z pokładowym wzmacniaczem mocy
Klasy odpowiadają wcześniej określonym poziomom:

- Klasa 1 – Poziom 1;
- Klasa 2 – Poziom 2;
- Klasa 3 – Poziom 3;
- Klasa 4 – Poziom 4;
- Klasa 5 – Poziom 5;

Źródło; opracowanie własne

Funkcjonowanie sieci radiowych pola walki docelowo oparto na pracy radiostacji typu PR-4G (oraz R-3501, RRC) i serii radiostacji KF. Poniższa tabela charakteryzuje typowe rodzaje radiostacji, które powinny funkcjonować w sieciach radiowych pola walki.

Tab. 9. Wymagane moce wyjściowe i rodzaje radiostacji pola walki

Lp	Rodzaj radiostacji	Radiostacje lotnicze VHF/UHF	Radiostacje UKF-VHF		Radiostacje KF	
			Moc nadajnika	Obecny ekwiwalent	Moc nadajnika	Obecny ekwiwalent
1.	Ręczna	RS-6111	0,3 – 2 W	R-3501 TRC-9100	Nie występuje	
2.	Plecakowa	Nie występuje	2 – 10 W	TRC-9200	5 – 20 W	PRC-138 RF-2000/H
3.	Modułowa		2 – 10 W 15 – 50 W	TRC-9300 A/B/C	5 – 20 W 25 – 150 W	RF-5200 RF-2000/H
4.	Pokładowa	R-803 RS-6113-2 (RS-6106-7)	25 - 50 W	TRC-9500 RRC-9500 TRC-9600	0,4 – 1kW 0,1– 1 kW 30 W*	RF-5000 RF-5200 R-130*
5.	Średniej mocy	XT-452U	0,3 kW*	R-137*	0,4 – 1 kW	R-140* RF-5000

* - powinny występować, aż do zakończenia rezerwu w przypadku R-137, albo zastąpienia radiostacją cyfrową – w przypadku R-140 / R -130

Tak sformułowana klasyfikacja radiostacji pola walki wymaga krótkiego scharakteryzowania wybranych urządzeń radiokomunikacyjnych.

Wśród wymienionych radiostacji wiele urządzeń jest produkcji zagranicznej. Wynika to z licznych uwarunkowań, przede wszystkim technicznych, takich jak opanowanie pewnych technologii w produkcji układów realizujących pracę typu FH, COMSEC i TRANSEC, stabilizujących poziom mocy wyjściowej toru nadawczego lub pozwalających na pracę w multizakresach.

Ogólną analizę produkowanych radiostacji pola walki w poszczególnych siłach zbrojnych NATO dokonano w tabeli 10.

Tabela. 10. Radiostacje stosowane przez armie NATO

Państwo	Nazwa urządzenia	Zakres częstotliwości pracy [MHz]	Moc toru nadajnika	Rodzaje pracy	Typ radiostacji	Producent
1	2	3	4	5	6	7
BELGIA	PRC-610	1,6 - 30 co 100 Hz 284 000 kanałów	20 W PEP	fonia - SSB telegrafia - CW	przenośna - plecakowa	MBLE - Belgia
CZECHY	RF 13	30 - 80 co 25 kHz 2320 kanałów	0,2 W 5 W	fonia analogowa, fonia cyfrowa, transmisja danych	przenośna - plecakowa	DICOM - Czechy
	RF 1325	30 - 80 co 25 kHz 2320 kanałów	0,2 W 5 W 25 W	fonia analogowa, fonia cyfrowa, transmisja danych	przenośna	DICOM - Czechy
	RF 1350	30 - 80 co 25 kHz 2320 kanałów	0,2 W 5 W 25 W 50 W	fonia analogowa, fonia cyfrowa, transmisja danych	pokładowa	DICOM - Czechy
NIEMCY	SE-6861	1,5 - 30 co 100 Hz 285 00 kanałów	20 W lub 2 W PEP	fonia - SSB telegrafia - CW	przenośna - plecakowa	AEG - TELEFUN- KEN
	SEM-170	30 - 80 co 25 kHz 2000 kanałów	2 W lub 200 mW	fonia analogowa, fonia cyfrowa, transmisja danych	przenośna	STANDARD ELEKTRONIK LORENZ
	SEM-171	30 - 80 co 25 kHz 2000 kanałów	20 W lub 2 W	fonia analogowa, fonia cyfrowa, transmisja danych	przenośna	STANDARD ELEKTRONIK LORENZ

1	2	3	4	5	6	7
NIEMCY	AN/PRC-77 /GY	30 - 52,95 53 - 75,95 co 25 kHz 920 kanałów + 24000 kanałów	2 W	fonia analogowa, fonia cyfrowa, transmisja danych	przeñośna	TELEMIT
	AN/PRC-88 /GY	20 - 80 co 25 / 50 kHz	3 W	fonia	przeñośna	TELEMIT
DANIA	RT-6/ PRC-2061	26 - 76 co 25 kHz 2000 kanałów	2 W zasięg 9 - 12 km	fonia	przeñośno- pokładowa	„B and W Elektronic” - Dania
FRANCJA	TRM 920P	30 - 399,975 dła 100 - 150 co 25 / 50 kHz - 1280 kanałów dła 225 - 400 7000 kanałów	2 W	fonia AM	przeñośna i pokładowa	Elektronique Aerospatiale
	TRC 530 / 540 / 552	30 - 80	0,5 - 5 W	fonia FM	przeñośna szczelbła plutonu i kompanii	THOMSON
	TRC 559	30 - 80	2 - 5 W	fonia, transmisja danych	przeñośna	THOMSON
	TRC 340	2 - 30 co 100 Hz 280 000 kanałów	20 W PEP	fonia, telegrafia	przeñośna	THOMSON
WIELKA BRYTANIA	JAGUAR-V	30 - 88 co 25 kHz 2320 kanałów	3 W	fonia HF	przeñośna	RACAL
	UK/ PRC-349	30 - 70 co 25 kHz 400 kanałów	0,25 W- 0,5 W	fonia	przeñośna, ręczna	RACAL
	PRM-4160	40 - 55	1 W	fonia	ręczna	RACAL
	PRM-4090	20 - 80 co 25 kHz 2400 kanałów	5 W	transmisja danych 16 kbit/s	przeñośna	RACAL
	PRM-4031	1,6 - 30 co 100 Hz 284 000 kanałów	10 W PEP	fonia SSB, telegrafia CW	przeñośna o bardzo małych wymiarach	RACAL
	PRM-4051	2 - 12 co 100 Hz 100 000 kanałów	5 W	fonia SSB, telegrafia CW	przeñośna o bardzo małych wymiarach	RACAL

1	2	3	4	5	6	7
WIELKA BRYTANIA	UK/ PRC-344	225 – 400 co 50 kHz 3500 kanałów	2,5 W	fonia AM	przenośna	PLESSEY
	PVS 1850	30 - 70 co 25 / 50 kHz 1840 kanałów	2 W	fonia	przenośna małowymia rowa	PLESSEY
WŁOCHY	UK/ PRC-320	2 – 30 co 100 Hz 280 00 kanałów	30W PEP	fonia SSB telegrafia	przenośna	PLESSEY
	PRC-638	30 – 76 co 25 kHz 1840 kanałów	3 W lub 0,1, W	fonia	przenośna	IRET
	PRC-416	30 – 80 400 kanałów w paśmie 10 MHz	1 W	fonia	przenośna	IRET
	PRC-439	40 - 49,975 co 25 kHz 400 kanałów	3 W	fonia	przenośna	IRET
	SRT-171/C	2 - 30	30 W PEP	fonia SSB, telegrafia CW	przenośna	ELMER
	SRT-168	2 - 30	25 W PEP	fonia SSB, telegrafia CW	przenośna	ELMER
	RV3/13/P	26 - 72	1,5 W	fonia	przenośna	ELMER
	SRT-631	30 - 80	2 W	fonia	przenośna	ELMER
HOLAN- DIA	PRC-4600	30 – 76 co 25 kHz 1840 kanałów oraz co 50 kHz 920 kanałów	2,5 W	fonia	przenośna	PHILIPS- MBLE
SZWE CJA	PR-81	40 - 45 6 kanałów co 25 kHz	1 W	fonia	ręczna	SRA
KANADA	CP34 - AN/PRC- 514	2 - 18	20 W	fonia SSB, telegrafia CW	przenośna	CANADIAN
	CP 44	2 - 18	20 W	fonia SSB, telegrafia CW	przenośna	MARCONI
USA	Bardzo bogata oferta kilkudziesięciu typów radiostacji					ITT CINCINATI COLLINS

Źródło: materiały reklamowe

W wojskach lądowych mają zastosowanie lub w najbliższej przyszłości będą wykorzystane radiostacje pięciu światowych wojskowych potentatów telekomunikacyjnych, gdzie:

- a) **Firma HARRIS-FALCON** oferuje bardzo szeroką gamę radiostacji pola walki wraz z osprzętem. Urządzenia radiokomunikacyjne tej firmy są szerokopasmowe, wieloemisyjne, konstruowane modułowo z wykorzystaniem kart o standardowych gniazdach. Istotną wydaje się możliwość w radiostacjach firmy HARRIS wykorzystania emisji SSB do pracy nie tylko w zakresie 1 - 30 MHz, ale również 30 - 60 MHz co wpływa na zwiększenie bezpieczeństwa łączności poprzez zmniejszenie czasu efektywnego promieniowania fali elektromagnetycznej w eter (w pewnych wersjach radiostacji nawet w paśmie 100 - 150 MHz oraz 220 - 420 MHz). Bardzo ważną cechą radiostacji firmy HARRIS jest możliwość pracy w zakresie 1,6 - 60 MHz oraz 30 - 420 MHz. Tak szerokie spektrum częstotliwości pracy oferują nieliczne firmy i to tylko dla urządzeń odbiorczych (ICOM, Raytheon, MOTOROLA);
- b) **Firma Rohde & Schwarz** specjalizuje się w urządzeniach radiokomunikacyjnych lotniczych i odbiorczych dla wszystkich rodzajów wojsk, choć ostatnio oferuje również rodzinę radiostacji pola walki w postaci urządzenia plecakowego, pokładowego i bazowego. Oceniając właściwie rynek „wschodni” nawet oznaczenie swoich radiostacji przystosowała ona do naszych potrzeb - np. radiostacja pokładowa o swojsko brzmiącym oznaczeniu R-155. W obszarze radiostacji lotniczych - bazowych i pokładowych, są to urządzenia o wielu nowoczesnych rozwiązaniach;
- c) **Firma THOMSON-CSF** jest oferentem sprzedanej Polsce rodziny radiostacji PR4G. Wprowadzana od kilku lat na rynek, we współpracy z firmą Raytheon, seria 3000 jest propozycją całego systemu łączności.
Seria 3000 i PR4G oferuje już pełny zestaw radiostacji VHF i HF. Wprowadza ona również zaawansowane techniki pracy - własne wersje FFD (półdupleksu HF), ALM jako SKYMASTER oraz AFH jako SKYHOPPER. Jest to już atrakcyjna oferta, choć zapewne spóźniona o kilka lat;

- d) **Firma MOTOROLA** oferuje kilka podstawowych radiostacji każdego poziomu zastosowania. Charakterystyczną jest bogata oferta radiostacji zakresów lotniczych oraz wojskowych terminali satelitarnych wraz z uniwersalnym urządzeniem nawigacyjno-radiokomunikacyjnym typu GPS-112. Szczególną uwagę konstruktorzy MOTOROLI zwrócili na współpracę wielu różnych urządzeń we wspólnych pasmach częstotliwości. Szczególną ofertą tej firmy są urządzenia typu WITS zapewniające jednocześnie wiele rodzajów łączności. Miały one swoje zastosowanie w konflikcie w Afganistanie, tworząc, jak się okazało, najbardziej niezawodny środek łączności w tak zróżnicowanym i trudnym terenie.
- e) **TADIRAN, IT i RACAL** – są firmami o niepełnych ofertach (brak wystarczających danych o pełnym spektrum produkowanych radiostacji), choć te poddane analizie charakteryzują się dużą uniwersalnością stosowania, a w przypadku RACAL – niepowtarzalnością parametrów radiostacji przenośnych HF. Wielkim atutem radiostacji firmy IT jest permanentne udoskonalanie ich funkcjonowania, a obszarem bezwzględnie testowania tych urządzeń jest toczący się obecnie militarny konflikt izraelsko-palestyński.

2. RADIOSTACJE TYPU FM (UKF)

Przenośne, pokładowe i modułowe radiostacje FM (UKF)³ zapewniają zasięg do 35 - 40 kilometrów.

W sieciach takich pracują radiostacje wykorzystujące falę przyziemną. Oprócz przesyłania fonii powinny umożliwiać transmisję danych.

Podstawowe dane radiostacji typu UKF (FM):

- zakres częstotliwości: 30 – 87,75 MHz (w najnowszych urządzeniach poszerzany do 30 – 420 MHz),
- zasięg 40 km - 8 km (największy na częstotliwościach bliskich 30 MHz),
- rodzaj pracy: fonia/dane,
- moc wyjściowa nadajnika radiostacji 8 - 35 W

Są to radiostacje zapewniające łączność dla krótkich dystansów (mniej niż 35-50 kilometrów).

Radiostacje tego typu powinny umożliwiać przesyłanie fonii, transmisję danych (w przypadku wersji cyfrowych) oraz pośredniczyć w trafiku radiowym jako stacje bazowe lub retransmisyjne na szczeblu dywizji, brygady i batalionu.

Standardowo pracują one na 2320 kanałach w zakresie 30 – 87,75 MHz z rastrem kanałowym 25 kHz zapewniając:

- jako plecakowa 20 W, zasięg 5 - 10 km;
- jako modułowa-pokładowa (20 - 50 W), zasięg 15 – 25 km;
- jako pokładowa (50 W), zasięg – 25 – 35 km;
- jako podwójne – pracując w dwóch sieciach lub jako retransmisyjne między dwoma sieciami radiowymi, zasięg bezpośredni do 35 – 50 km.

Przy przesyłaniu danych zasięgi tych radiostacji kształtują się następująco:

- 600 bit/s - 2400 bit/s - 25 - 5 kilometrów dla radiostacji pokładowej;
- 4800 bit/s - 5 - 22 kilometrów dla radiostacji plecakowej;
- 16 kbit/s - 1- 3 kilometrów dla radiostacji plecakowej;
- 16 kbit/s - 3 - 10 kilometrów dla radiostacji pokładowej.

³ W normatywach NATO, a szczególnie w amerykańskich (USA) i brytyjskich pod pojęciem FM uważa się zakres UKF 30 – 87,75 MHz

Radiostacje tego typu funkcjonują cyfrowo oraz (lub) analogowo. W technice cyfrowej powinny mieć możliwość pracy FH.

Retransmisja typu FM, jako rodzaj funkcjonowania radiostacji (i sieci radiowych), występuje w trzech trybach:

- pracy jednokanałowej z jednokanałową (ostęp 10 kHz - 1 MHz);
- pracy mieszanej - FH z jednokanałową, stosowana w przypadkach zagrożenia, gdzie zaleca się wejście środków sieci jednokanałowej w sieć FH;
- pracy sieci FH z FH.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono przykłady radiostacji UKF:

- ręcznej (w tym radiotelefonu 5010);
- przenośnej;
- pokładowej.

Zaprezentowano również radiostacje modułowe, choć nie posiadają one standardowego zastosowania w wojskach lądowych (występują tylko jako radiostacje testowane).

3. RADIOSTACJA R-3501 / RS-6111

R-3501

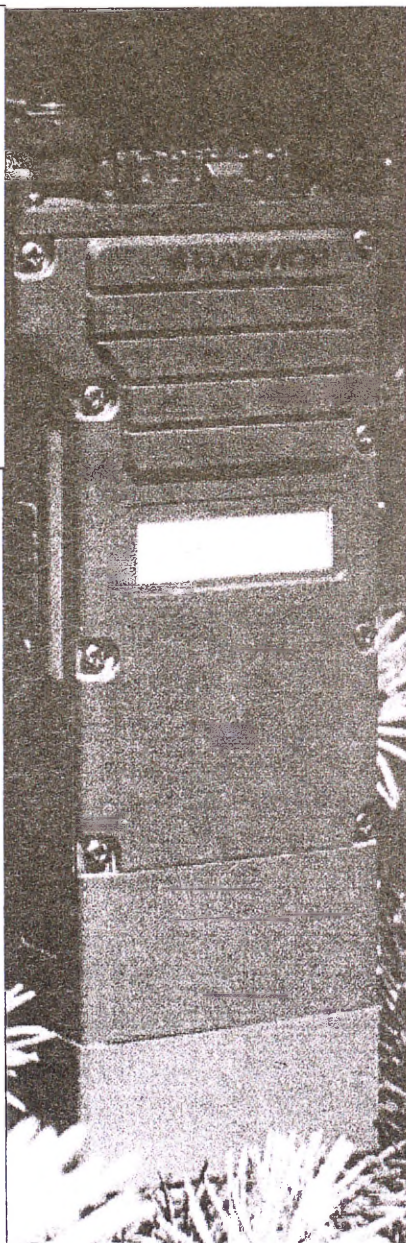
Radiostacja ręczna

- 2320 kanałów pracy co 25 kHz
- Zakres pracy: 30 - 88 MHz
- Moc nadajnika: 0,1 - 1 W
- Masa radiostacji: 900 g
- Zasięg minimalny: 1 km
- Zasięg optymalny: 3 - 8 km
- Emisje: F3E, FID / 16 kbit/s

RS-6111

Radiostacja ręczna

- Zakres pracy:
 - Odbiór: 108 – 150 MHz
 - Nadawanie: 118 – 150 MHz
- kanały pracy:
 - co 25 kHz dla FM
 - co 8,33 kHz dla AM
- Moc nadajnika: 0,1 – 1,5 W
- Masa radiostacji: 900 g
- Zasięg minimalny: 1 km
- Zasięg optymalny: 3 - 8 km
- Emisje: F3E, FID / 16 kbit/s,
A3E 2400 – 4800 bit/s
- Opcjonalnie – wewnętrzny GPS (podawanie długości i szerokości geograficznej na wyświetlaczu lub transmisja danych GPS do zewnętrznego urządzenia wizualnego)



4. RADIOSTACJE SERII 9000 oraz 3000 FIRMY THOMSON

Specyfikacja poszczególnych radiostacji firmy Thomson:

- TRC 5010 o mocy nadajnika 0,01 W „radio każdego żołnierza”;
- TRC 9200 o mocy nadajnika 5 W;
- TRC 9300 czyli TRC 9200 i wzmacniacz mocy ALA 114 = 50 W;
- TRC 9300A czyli TRC 9200 i wzmacniacz mocy ALA 120A = 50 W;
- TRC 9300B = 2 x TRC 9200 i wzmacniacz mocy ALA 120B = 50 W i 5 W;
- TRC 9300C = 2 x TRC 9200 i wzmacniacz mocy ALA120C = 2 x 50 W;
- TRC 9500 o mocy nadajnika 50 W;
- TRC 9600 o mocy nadajnika 10 W;
- TRC 3400 - plecakowa o mocy nadajnika 20 W;
- TRC 3500 - plecakowa o mocy nadajnika 20 W wyposażona w funkcje SKYMASTER oraz SKYHOPPER;
- TRC 3530 czyli TRC 3500 i wzmacniacz mocy ALA 172 = 125 W/PEP;
- TRC 3540 czyli TRC 3500 i wzmacniacz mocy ALA 176 = 400 W/PEP;
- TRC 3600 - plecakowa o mocy 20 W oraz więcej funkcji pracy niż w TRC-3500.

Specyfikacja poszczególnych urządzeń dodatkowych radiostacji firmy Thomson:

- TRC-1731 - oprogramowanie HF e-mail;
- TRC 1732 - zintegrowany taktyczny procesor HF (karta TRC 1751, płyta vocodera, telefoniczny interfejs sieciowy, oprogramowanie HF procesora);
- TRC 1751 - modem HF pozwalający pracować 2, 4, 8 PSK z pasmem 300-3300 Hz z szybkością 75, 150, 300, 600, 1200, 2400 i 3600 bit/s (bez kodowania), simpleksowo, półdupleksem lub pełnym dupleksem, z synchronizacją danych;
- TRC 9710 - taktyczny terminal;
- TRC 9724 - fill gun;
- TRC 9730 - panel zdalnego sterowania (kontroli) do 10 m lub 3,2 km za pośrednictwem modemu TRC 9732;
- TRC 9732 - modem dla linii dłuższej niż 10 m we współpracy radiostacji i urządzenia TRC 9730;
- TRC 9750 - manipulator w formie mikrotelefonu.

Tabela 11. Parametry taktyczno-techniczne radiostacji serii PR4G oraz 5000 firmy Thomson

Typ radiostacji	TRC 5010	TRC 9100	TRC 9200
Rodzaj radiostacji	ręczna - osobista	ręczna	plecakowa
Zakres częstotliwości pracy	422,2 - 422,45 MHz	30 - 88 MHz	30 - 88 MHz
Odstęp kanałowy	25 kHz	25 kHz	25 kHz
Ilość kanałów pracy, kanałów programowanych	10 kanałów przełączanych	2320 7	2320 7
Rodzaje, techniki pracy	zwykła fonia FM	FF, DFF, FH, FCS	FF, DFF, FH ALE, FCS
Emisje pracy i przepływność	F3E	F3E - 16 kbit/s F1D-50 - 4800 bit/s	F3E - 16 kbit/s F1D-50 - 4800 bit/s
Czułość toru odbiorczego	-120 dBm	0,5 μ V / 20 dB S/N	0,5 μ V / 20 dB S/N
Moc toru nadawczego	10 mW	0,1 - 1 W	0,5 - 5 W
Wymiary: W x H x D (w cm)	55 x 106 x 30	210 x 90 x 43 lub 238 x 75 x 47	291 x 91 x 245
CieŜar	0,15 kg	0,9 kg 0,98 kg	5,7 kg
Moc audio: na słuchawki i głoŝnik	0,775 V/ 300 Ω	200 mW	20 mW 0,5 W
Zasilanie	4,5 V 0,5 Ah	7,2 V 1 A	14,4 V 2,2, A
Ilość kluczy kryptograficznych	brak	14	14
Zakres temperatur pracy	-30 - +70 C	-25 - +70 C	-40 - +70 C

Źródło: opracowanie własne na podstawie rozproszonych materiałów reklamowych firmy Thomson

Tabela 12. Parametry taktyczno-techniczne radiostacji serii PR4G firmy Thomson

Typ radiostacji	TRC 9300	TRC 9500	TRC 9600
Rodzaj radiostacji	modułowa pokładowa	zintegrowana pokładowa	pokładowa lotnicza
Zakres częstotliwości pracy	30 - 88 MHz	30 - 88 MHz	30 - 88 MHz
Odstęp kanałowy	25 kHz	25 kHz	25 kHz
Ilość kanałów pracy, kanałów programowanych	2320 7	2320 7	2320 7
Rodzaje, techniki pracy	FF, DFF, FH ALE, FCS	FF, DFF, FH ALE, FCS	FF, DFF, FH ALE, FCS
Emisje pracy i przepływność	F3E - 16 kbit/s F1D-50 - 4800 bit/s	F3E - 16 kbit/s F1D-50 - 4800 bit/s	F3E - 16 kbit/s F1D-50 - 4800 bit/s
Czułość toru odbiorczego	0,5 μ V / 20 dB S/N	0,5 μ V / 20 dB S/N	0,5 μ V / 20 dB S/N
Moc toru nadawczego	0,5 - 5 - 50 W	50 W	0,5 - 5 - 10 W
Wymiary: W x H x D (w cm)	285 x 165 x 50 dla wersji - A/B/C: 405 x 225x340	300 x 138x340	TRC 9610: 124 x 194 x 341 TRC 9620: 146 x 76 x 150
Ciężar	brak danych	13 kg	TRC 9610 - 9 kg TRC 9620 - 2 kg
Moc audio: na słuchawki i głośnik	10 mW 0,5 W	20 mW 0,5 W	200 mW
Zasilanie	24 V 9 A	24 V 9 A	28 V 5 A
Ilość kluczy kryptograficznych	14	14	14
Zakres temperatur pracy	-40 -+70 C	-40 -+70 C	-40 -+65 C

Tabela 13. Komparacja radiostacji serii 3000 firmy Thomson

Typ radiostacji	TRC 3400	TRC 3500
Rodzaj radiostacji	plecakowa	plecakowa
Zakres częstotliwości pracy	1,5 - 30 MHz	1,5 - 30 MHz
Odstęp częstotliwości	raster co 100 Hz, płynnie z dokładnością 10 Hz	raster co 100 Hz (10 Hz)
Ilość kanałów pracy, ilość kanałów programowania	2849 scanning 100 pamięci kanałów	2849 100 pamięci kanałów 30 ALE i FH : 10 hps fon 20 hps dane
Rodzaje i techniki pracy	ASIC	FF, HF-ECCM ALE, ARQ, FEC, ASIC
Rodzaje modulacji	SSB- USB, LSB AM	SSB- USB, LSB AM
Rodzaje przesyłanych danych	brak informacji	8 FSK 375 bit/s
Moc nadajnika	1 - 5 - 20 W PEP	1 - 5 - 20 W PEP
Czułość odbiornika	SSB/J3E -0,5 μ V dla S/N 10 dB	SSB/J3E -0,5 μ V dla S/N 10 dB
Ilość kluczy kryptograficznych	8 kluczy	brak danych
Zdalne sterowanie	RS232 - 4800bit/s	RS232 - 4800 bit/s
Zakres t. pracy	-40 - +70 C	-40 - +70 C
Wymiary W x H x D [mm]	82 - 260 - 192	brak danych
Ciężar	3,7 kg	4 kg
Zasilanie	14,4 V	14,4 V

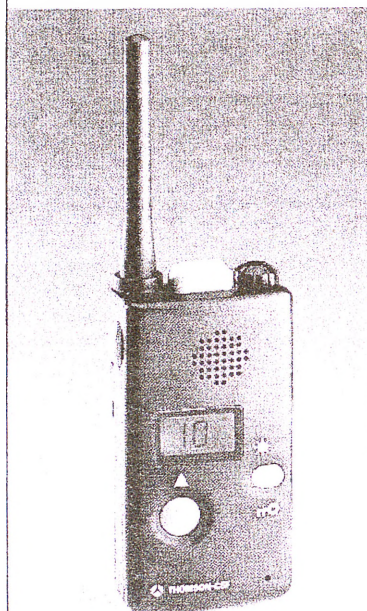
Zródło: opracowanie własne na podstawie rozproszonych materiałów reklamowych firmy Thomson

Tabela 14. Komparacja radiostacji serii 3000 firmy Thomson

Typ radiostacji	TRC 3530	TRC 3540
Rodzaj radiostacji	pokładowa	pokładowa; kontenerowa
Zakres częstotliwości pracy	1,5 - 30 MHz	1,5 - 30 MHz
Odstęp częstotliwości	raster co 100 Hz (10 Hz)	raster co 100 Hz (10 Hz)
Ilość kanałów pracy, ilość kanałów programowania	2849 100 pamięci kanałów 30 ALE i FH : 10 hps fon 20 hps dane	2849 100 pamięci kanałów 10 ALE i FH : 10 hps fon 20 hps dane
Rodzaje i techniki pracy	FF, HF-ECCM ALE, ARQ, FEC, ASIC	FF, HF-ECCM ALE, ARQ, FEC, ASIC
Rodzaje modulacji	SSB- USB,LSB AM	SSB- USB,LSB AM
Rodzaje przesyłanych danych	8 FSK 375 bit/s	8 FSK 125 bodów
Moc nadajnika	5 - 20 - 125 W PEP	20 - 100 - 400 W PEP
Czułość odbiornika	SSB/J3E -0,5 μ V dla S/N 10 dB	SSB/J3E -0,5 μ V dla S/N 10 dB
Ilość kluczy kryptograficznych	brak danych	brak danych
Zdalne sterowanie	RS232 - 4800 bit/s	RS232 - 4800 bit/s
Zakres t. pracy	-40 - +70 C	-40 - +70 C
Wymiary W x H x D [mm]	brak danych	Transceiver – 86-260 - 192 Amplifier- 200 - 340 -400 Moduł antenowy – 260 - 400 - 400
Ciężar	Transceiver - 16 kg; Moduł antenowy-10 kg	TRX -3,7 kg Amplifier -26 kg Moduł antenowy -30 kg
Zasilanie	22 - 33 V	22 do 33 V

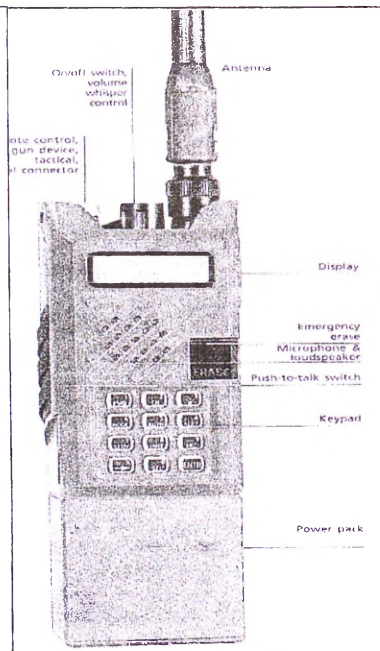
TRC-5010 Radiostacja „każdego żołnierza”

- 10 kanałów pracy
- tj. sieć 10 - 40 żołnierzy;
- Zakres pracy:
422,2 - 422,45 MHz
- Moc nadajnika: 10 mW
- Masa radiostacji: 150 g
- Zasięg w mieście:
150 metrów;
- Zasięg w terenie otwartym:
800 metrów



TRC-9100 Radiostacja ręczna

- 2350 kanałów pracy
- Zakres pracy: 30 - 88 MHz
- Moc nadajnika: 0,1 - 1 W
- Masa radiostacji: 980 g
- Zasięg minimalny: 1 km
- Zasięg optymalny: 3 - 8 km
- Możliwości:
ECCM, FH, FCS,
TRANSEC/COMSEC



TRC-9200

Radiostacja plecakowa UKF

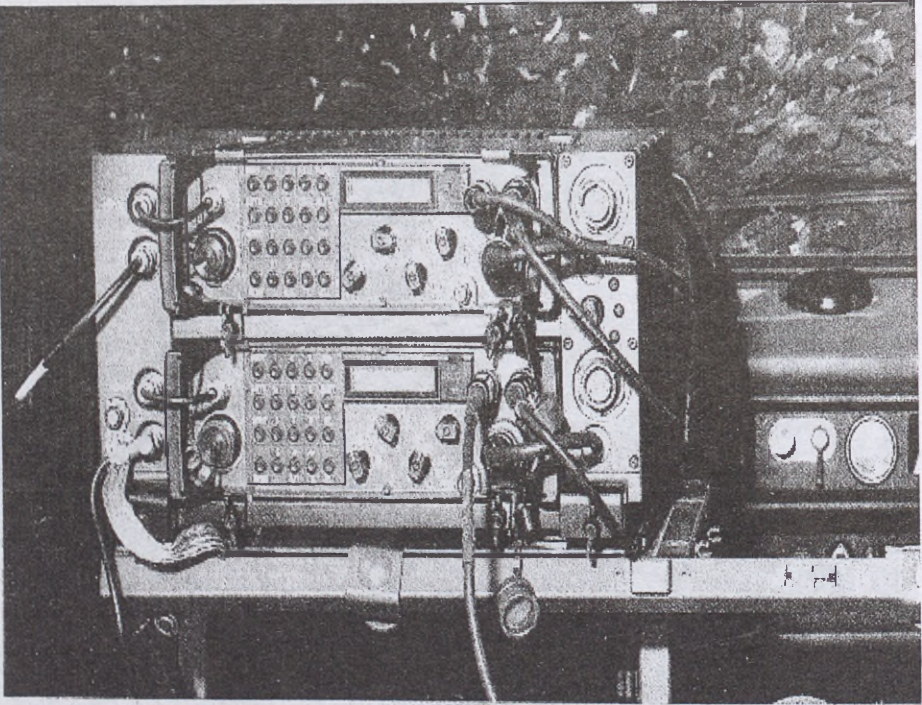
- 2320 kanałów pracy
- Zakres pracy: 30 - 88 MHz
- Moc nadajnika: 0,5 - 5 W
- Masa radiostacji: 5,7 kg
- Zasięg minimalny: 3 km
- Zasięg optymalny: 8 - 15 km
- Możliwości: ECCM, FH, FCS, TRANSEC/COMSEC



TRC-9300 (A/B/C)

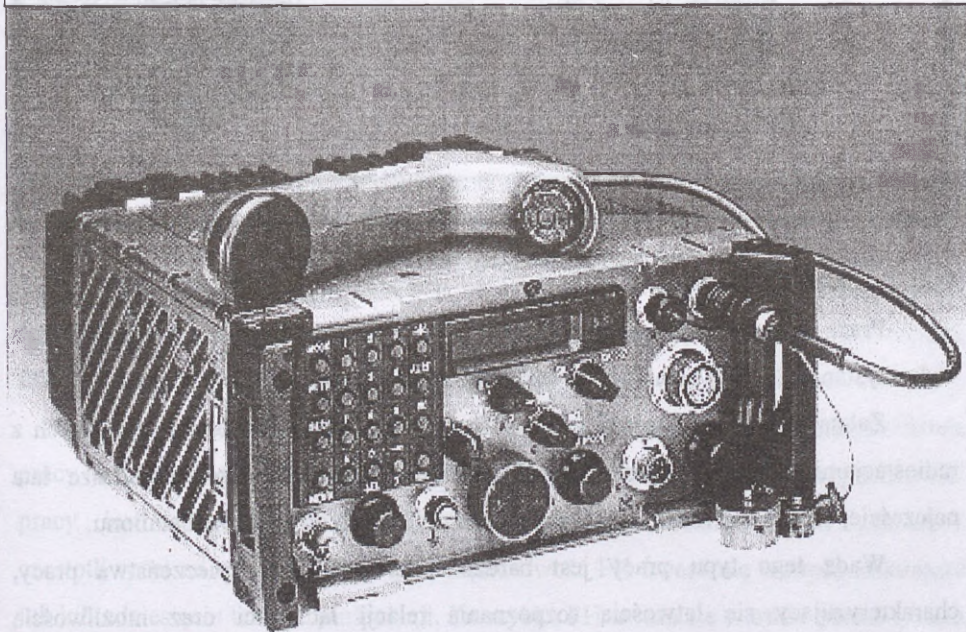
Radiostacja plecakowa jako pokładowa (radiostacja modułowa)

- 2320 kanałów pracy
- Zakres pracy: 30 - 88 MHz
- Moc nadajnika: 5 W, ze w. mocy - 50 W
- Masa radiostacji: 5,7 kg + 12 kg
- Zasięg minimalny: 15 km
- Zasięg optymalny: 25 - 35 km
- Możliwości: ECCM, FH, FCS,
TRANSEC/COMSEC



TRC-9500 (A/B/C) **Radiostacja pokładowa**

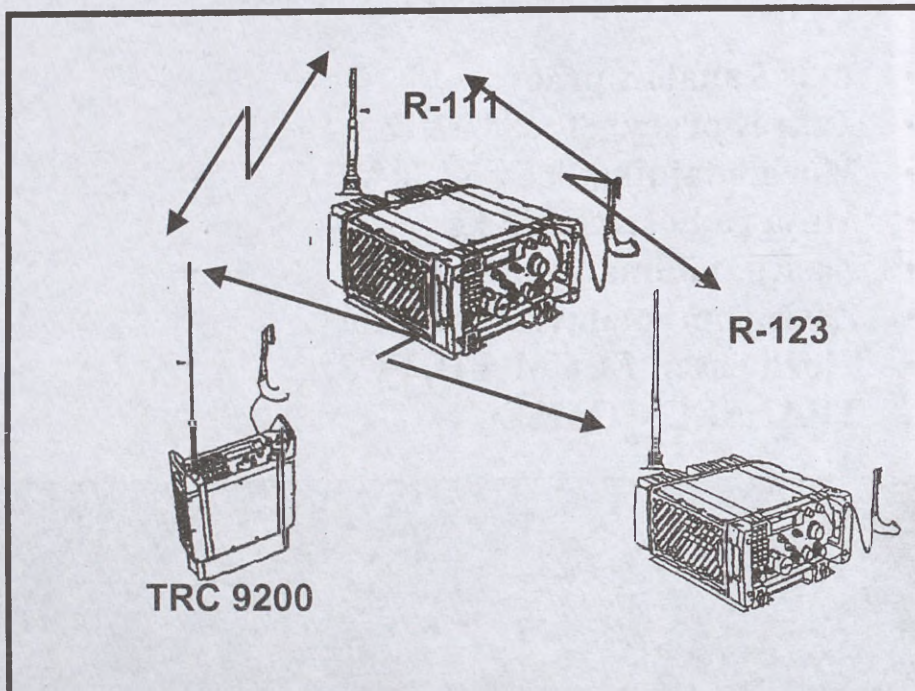
- **2320 kanałów pracy**
- **Zakres pracy: 30 - 88 MHz**
- **Moc nadajnika: 0,5 / 5 / 50 W**
- **Masa radiostacji: 13 kg**
- **Zasięg minimalny: 15 km**
- **Zasięg optymalny: 25 - 35 km**
- **Możliwości: ECCM, FH, FCS, TRANSEC/COMSEC**



5. PODSTAWOWE RODZAJE PRACY RADIOSTACJI SERII PR4G

Układ pracy AFF

Praca analogowa na stałej częstotliwości



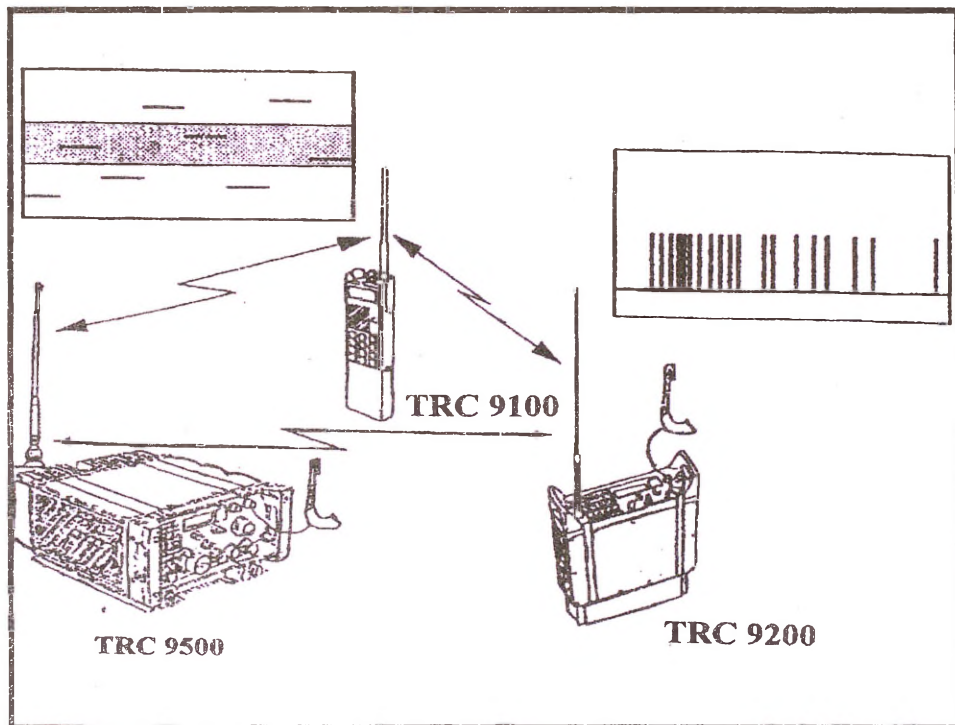
Rys. 4. Praca radiostacji PR4G w trybie AFF

Praca analogowa na stałej częstotliwości polega na stosowaniu emisji F3E z wykorzystaniem jednej ustalonej (nastrojonej) częstotliwości pracy.

Zaletą tego rodzaju pracy jest możliwość współpracy radiostacji cyfrowych z radiostacjami „starego parku”. Prawdopodobnie będzie to przez najbliższe lata najczęściej stosowany rodzaj pracy w sieciach radiowych do szczebla batalionu.

Wadą tego typu pracy jest bardzo niski poziom bezpieczeństwa pracy, charakteryzujący się łatwością rozpoznania relacji łączności oraz możliwością prowadzenia przez przeciwnika skutecznych zakłóceń wielu sieci. Inną istotną wadą tego rozwiązania jest wymagana duża ilość dysponowanych częstotliwości pracy dla zapewnienia funkcjonowania sieci radiowych wykorzystujących AFF.

Układ pracy FH Praca cyfrowa „ze skaczącą częstotliwością”



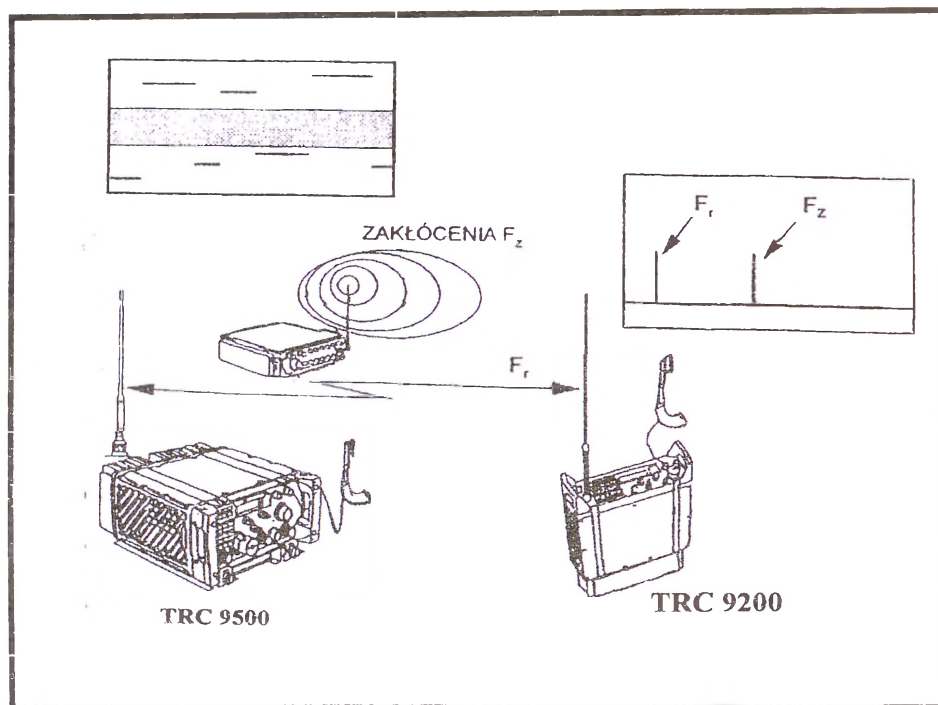
Rys. 5. Praca radiostacji PR4G w trybie FH

Praca cyfrowa ze zmieniającą się częstotliwością pracy w bardzo małych odstępach czasu (FH) jest nowoczesnym rodzajem pracy, zaliczanym do technik ECCM, co oznacza że jest jednym z bezpiecznych rodzajów pracy radiowej.

Zatem zasadniczą zaletą tego rodzaju pracy jest wysoki poziom bezpieczeństwa pracy (odporności na rozpoznanie i zakłócanie), tym wyższy im zmiana częstotliwości pracy jest dokonywana częściej (im więcej jest realizowanych „skoków” częstotliwości na sekundę). Za wolną częstotliwość FH uważa się wartość kilkunastu lub kilkudziesięciu takich manipulacji. Za szybką FH uważa się wartość ponad tysiąc zmian wartości częstotliwości pracy na sekundę.

Inną zaletą tego typu pracy jest możliwość funkcjonowania dużej ilości radiostacji w tym samym podzakresie częstotliwości.

Układ pracy FCS Praca z wyborem wolnego kanału



Rys. 6. Praca radiostacji PR4G w trybie FCS

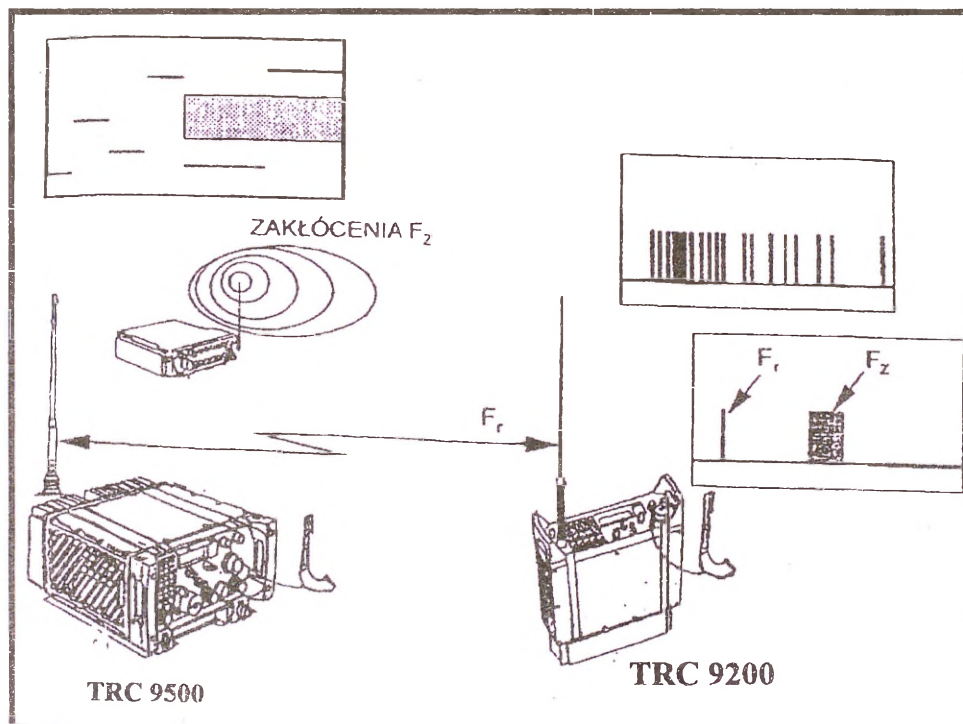
Praca cyfrowa z automatycznie zmieniającą się częstotliwością w sytuacjach pogorszenia parametrów łącza lub w innych zaprogramowanych (FCS) jest nowoczesnym rodzajem pracy, pozwalającym na bezpieczniejsze funkcjonowanie sieci radiowej niż w przypadku transmisji typu AFF.

Zasadniczą zaletą tego rodzaju pracy jest zadowalający poziom bezpieczeństwa pracy (możliwość automatycznej zmiany częstotliwości w przypadku występujących lub specjalnie stosowanych zakłóceń). Taki rodzaj pracy pozwala również na bardziej efektywne wykorzystanie danego podzakresu częstotliwości.

Jest to pośredni rodzaj pracy pomiędzy AFF oraz FH.

Ten rodzaj pracy szczególnie często jest wykorzystywany w radiostacjach HF.

Układ pracy MIX Wykorzystanie pracy mieszanej



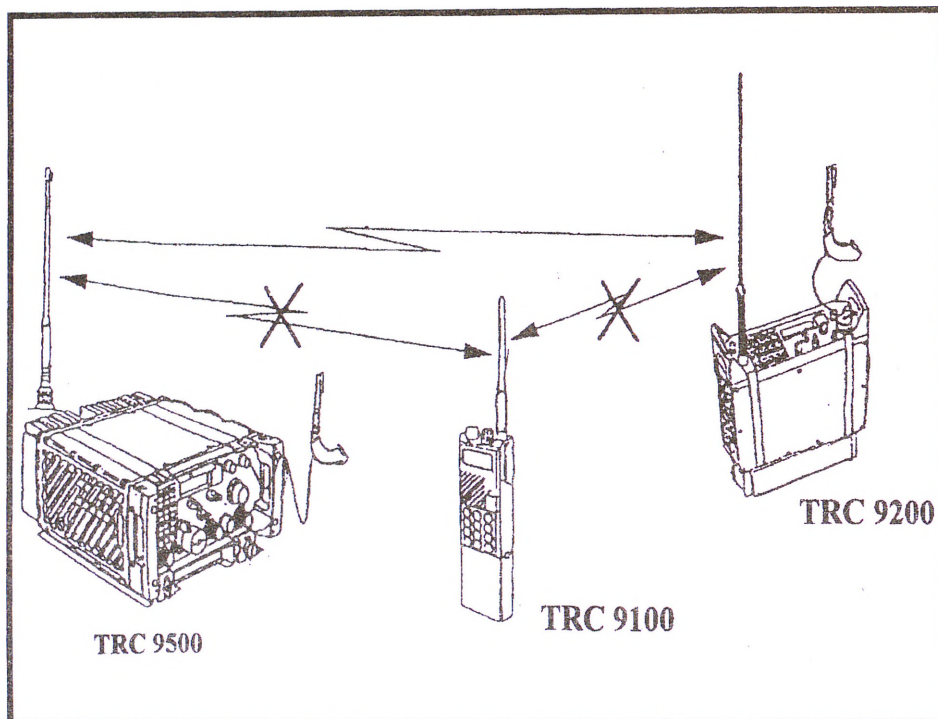
Rys. 7. Praca radiostacji PR4G w trybie MIX

Praca w trybie MIX polega na stosowaniu powyższych technik, czyli AFF, FH i FCS, w zależności od zaistniałej sytuacji. np. zakłóceń stosowanych przez przeciwnika, zakłóceń powstających samoczynnie oraz zmiany składu i charakteru sieci radiowej.

W takich sytuacjach następuje automatyczna zmiana pracy np. z trybu FCS na FH w celu skuteczniejszej obrony przed zakłóceniami przeciwnika lub z trybu FCS na AFF w przypadku włączenia się do sieci radiowej autoryzowanej stacji analogowej („starego parku”).

Zasadniczą zaletą tego rodzaju pracy jest wysoki poziom adaptacyjności tj. zdolność do właściwego konfigurowania składu i charakteru sieci radiowej w zależności od zaistniałych okoliczności taktycznych i technicznych.

Układ pracy SELECTIVE CALL Praca z wywołaniem selektywnym



Rys. 8. Praca radiostacji PR4G w trybie SELECTIVE CALL

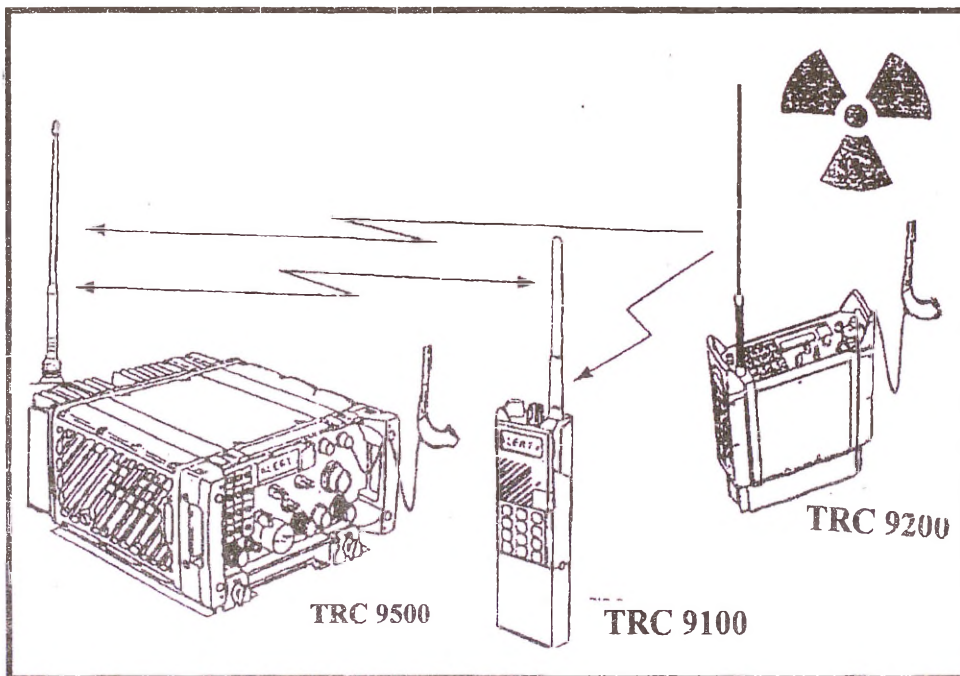
Praca w trybie SELECTIVE CALL pozwala na selektywne wywołanie (połączenie się) z wybranymi abonentami (lub tylko korespondentami).

Zadeklarowani abonenci zostają wywołani (w formie elektronicznej), przy czym liczba ich i charakter determinowany jest przydzielonymi priorytetami dostępu do sieci radiowej (największe uprawnienia posiadają dowódcy, ich zastępcy oraz osoby zarządzające siecią łączności).

SELECTIVE CALL może być realizowane we wszystkich podstawowych rodzajach pracy radiostacji PR4G czyli: AFF, FH, FCS oraz MIX.

W przypadku funkcjonowania w sieci radiowej stacji analogowych („starego parku”) stosowanie SELECTIVE CALL w odniesieniu do tych urządzeń jest znacznie utrudnione (realizowane pod pewnymi warunkami).

Układ pracy ALERT Wysyłanie krótkich wiadomości



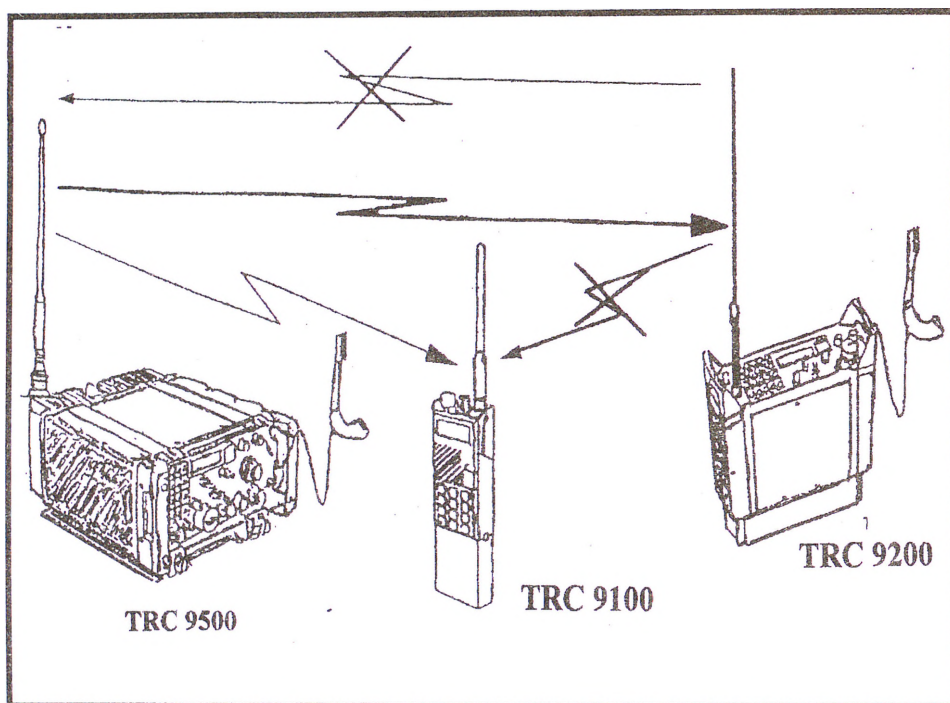
Rys. 9. Praca radiostacji PR4G w trybie ALERT

Praca w trybie ALERT pozwala na selektywne przesłanie sygnałów alarmowych lub ostrzeżenia złożonych z ograniczonej ilości znaków. Selektywność funkcji polega na wyborze odbiorców tych sygnałów. Informacje tego typu są przesyłane poza kanałem telefonicznym transmisji radiowej, co pozwala najczęściej jednocześnie prowadzić rozmowę i odbierać standardowe wiadomości na czytniku (wyświetlaczu) radiostacji. Ze względu na sposób transmisji tych sygnałów jak i pojemność wyświetlacza treść tych sygnałów jest ustandaryzowana (tj. ograniczona).

Zaletą tego trybu pracy jest możliwość dotarcia z wiadomością do wielu innych radiostacji równocześnie, bez znaczącego czasu zwłoki, z jednoznacznością jej treści oraz przesłaniem niezależnie od prowadzonych korespondencji radiowych.

Wadą tego typu pracy jest ograniczona wielkość i postać przesyłanej informacji wynikająca z możliwości wyświetlacza radiostacji pola walki oraz przepustowości kanału przeznaczanego na tego typu sygnały.

Układ pracy BREAK IN Praca z możliwością wejścia w funkcjonującą relację



Rys. 10. Praca radiostacji PR4G w trybie BREAK IN

Praca typu BREAK IN pozwala na skuteczne włączenie się radiostacji uprawnionej do już funkcjonującej sieci poprzez przerwanie pracy pozostałych radiostacji sieci.

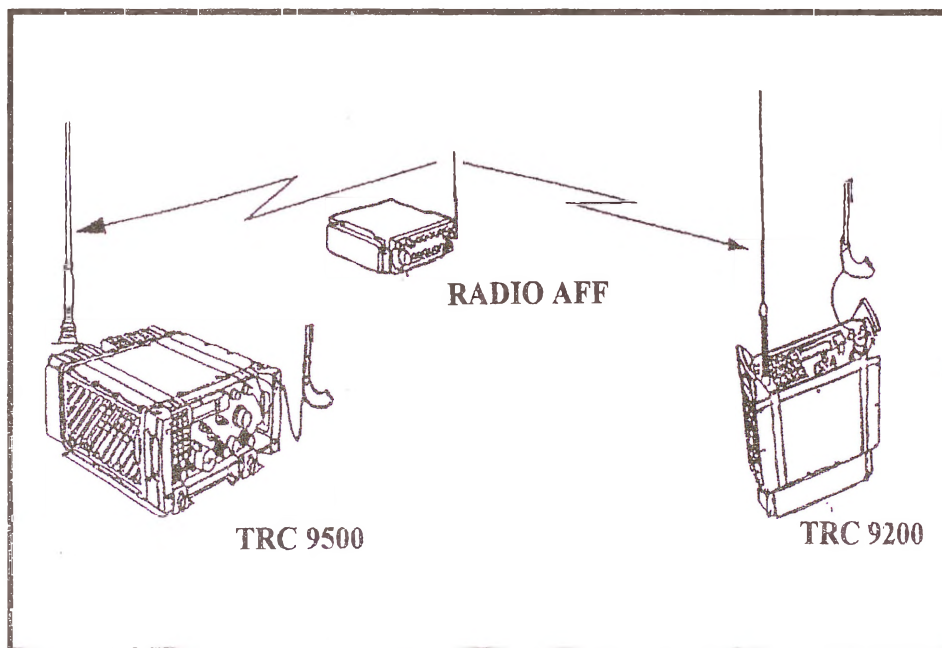
Ten tryb pracy pozwala na szybkie włączenie się do sieci radiostacji, która dotychczas nie uczestniczyła w wymianie korespondencji.

Stosowanie trybu BREAK powinno wynikać z priorytetów dostępu do sieci według wcześniej określonej gradacji.

Ten rodzaj pracy może być realizowane we wszystkich podstawowych rodzajach pracy radiostacji PR4G czyli: AFF, FH, FCS oraz MIX.

Układ pracy HAILING

Przywołanie ratunkowe w układzie pracy FH



Rys. 11. Praca radiostacji PR4G w trybie HAILING

Praca HAILING pozwala na efektywną współpracę radiostacji PR4G funkcjonujących w trybie FH z radiostacjami analogowymi.

Tego typu współpraca polega na tym, iż radiostacja analogowa (lub inna pracująca w trybie AFF) może przerwać pracę radiostacji cyfrowych pracujących w trybie FH i przywołać je na swoją częstotliwość i do analogowego rodzaju pracy.

Jest to więc znakomite uzupełnienie pracy typu BREAK IN, szczególnie w odniesieniu do radiostacji współpracujących w trybie AFF (a najczęściej analogowych) z radiostacjami serii PR4G.

Zaletą tego trybu pracy jest możliwość włączenia się do pracy radiostacji PR4G innych radiostacji, w tym analogowych.

Wadą takiej pracy jest funkcjonowanie radiostacji PR4G jako urządzeń analogowych, co implikuje wiele charakterystycznych zagrożeń radioelektronicznych.

6. PRACA SIECI RADIOWEJ OPARTEJ NA RADIOSTACJACH SERII PR4G

a) Parametry standardu reprezentowanego przez rodzinę radiostacji PR4G

Istotnymi przy analizie zasad pracy radiostacji PR4G są:

- FH (skok częstotliwości).

Ilość skoków częstotliwości w omawianej rodzinie radiostacji wynosi 300/s, co determinuje elementarny czas trwania skoku częstotliwości o wartości 3,33 ms.

Elementarne składowe skoku częstotliwości to:

- **OH** – odstęp skoku – 0,33 ms (8 bitów);
- **+OH** – przedział służbowy – 8 bitów do skorygowania synchronizacji – czyli bity odniesienia

- TDMA (wielodostęp czasowy do transmisji)

Praca w trybie TDMA nie jest najnowocześniejszym sposobem pracy, choć wprowadzającym pewną gospodarkę częstotliwościową, powodując funkcjonowanie sieci radiowych w oparciu o dystrybucję parametru czasowego.

Podstawową jednostką struktury ramki jest tzw. kadr emisji – ES, który składa się od 1 do 8 szczelin czasowych, gdzie czas trwania jednej szczeliny czasowej wynosi 100 ms. Sieci pracują z maksymalną ilością szczelin czasowych w ramce wynoszącą 128.

W pierwszej szczelinie czasowej (S1) znajduje się:

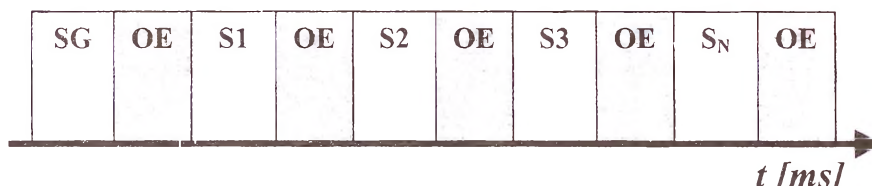
- Odstęp depeszy OD trwający 16,66 ms (też $t = 5$ skoków FH), nadawany jest systemie NONE;
- Blok służbowy BS trwający 33,3 ms (też $t = 10$ skoków FH) zawierający sygnały synchronizacji i sterowania;
- Blok informacyjno-kodowy BK trwający 50,1 ms.

Poza tak przyjętą strukturą pierwszej szczeliny czasowej, należy uwzględnić następujące istotne zależności:

- Każdej stacji może być przydzielone od 1 do 8 szczelin czasowych, i wtedy po szczelinie typu S1 (zawierającej tryby OD + BS + BK) następują szczeliny S2 – S8 zawierające tylko bloki BK (tj. 2×50 ms);
- Struktura ramki TDMA jest zależna od typu wymiany informacji między korespondentami sieci radiowej.

b). Pierwszy przypadek. Praca na zasadzie standardowej sieci radiowej

Zasadę taką przedstawia schemat zaprezentowany na rys. 12.



Rys. 12. Schemat pracy w sieci radiowej TDMA – wariant pierwszy

Przyjęto na tym schemacie następujące oznaczenia:

- SG – emisja stacji głównej;
- OE – odstęp emisji ochrony tj. 100 ms;
- S1 ... S_N - po jednej szczelinie czasowej przydzielonej dla każdej podległej stacji nadawczo-odbiorczej 1 ... n pracującej w sieci radiowej;

W takim trybie pracy ilość [X] radiostacji pracujących w S/R wynosi:

$$X = n - 1$$

Przyjmując, że maksymalna ilość szczelin czasowych w jednym okresie dystrybucji jest określona liczbą $E = 128$, można stwierdzić, iż ostatecznie w takiej sieci radiowej mogą pracować 64 stacje:

$$X = E/2$$

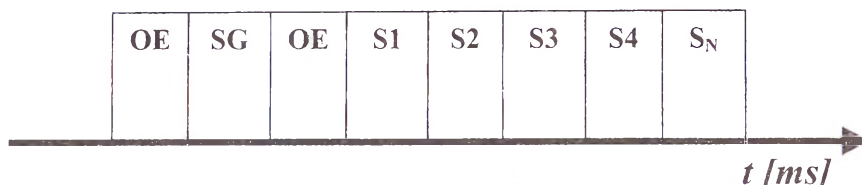
tj. $128 / 2 = 64$ (w tym oczywiście radiostacja wykorzystująca szczelinę czasową SG – stacja główna lub zarządzająca siecią radiową – NCS)

Zaprezentowane wyliczenia rodzą poniższy wniosek.

W tego rodzaju pracy możliwe jest wykorzystanie maksymalnej ilości szczelin – 128, dla maksymalnej liczby stacji – 64. W takim przypadku ramka ulega modyfikacji tak, że dla stacji głównej SG przydzielona jest tylko jedna szczelina SG w całym cyklu 128 szczelin.

c) Drugi przypadek. Praca rozsiewczo-zbiorcza

Inna struktura ramki TDMA może wystąpić gdy zastosowana jest rozsiewczo-zbiorcza wymiana informacji między stacją główną, a stacjami podległymi. Między emisjami stacji podległych nie ma odstępu emisji OE, ponieważ od stacji podległych odbiera tylko stacja główna (NCS). Odstępy są tylko w samej szczelinie S1 jako odstępy depeszy – OD. Taki rodzaj pracy przedstawia rys. 13.



Rys. 13. Schemat pracy w sieci radiowej TDMA – wariant drugi

Przyjęto na tym schemacie następujące oznaczenia:

SG – emisja stacji głównej

OE – odstęp emisji ochrony tj. 100 ms, założony tylko dla stacji głównej

S1 ... S_N - po jednej szczelinie czasowej przydzielonej dla każdej podległej stacji nadawczo-odbiorczej 1 ... n pracującej w rozpatrywanej sieci radiowej

W takim trybie pracy ilość radiostacji [X] pracujących w S/R wynosi:

$$X = n + 1$$

Przyjmując, że maksymalna ilość szczelin czasowych w jednym okresie dystrybucji jest określona liczbą $E = 128$, możemy stwierdzić, iż ostatecznie w takiej sieci radiowej (na zasadzie trybu rozsiewczo-zbiorcze) może pracować 125 + 1 stacji:

$$X = E - m$$

tj. $128 - 2 = 126$ (w tym oczywiście radiostacja wykorzystująca szczelinę czasową SG – stacja główna lub NCS oraz, gdzie: m – to ilość szczelin odstępu emisji ochronnej)

Konkludując, można sformułować następujący wniosek:

W trybie pracy rozsiewczo-zbiorczej może w sieci radiowej pracować maksymalnie 126 radiostacji, przy stosowaniu TDMA z 128 szczelinową dystrybucją czasu (ramka) oraz buforem OE tylko dla emisji stacji głównej SG.⁴

⁴ W serii radiostacji PR4G ilość pracujących abonentów w jednej sieci jest determinowana możliwościami numeracji radiostacji dwucyfrowo, co pozwala funkcjonować 100 takim urządzeniom (numeracja 00 - 99).

7. RADIOSTACJE KRÓTKOFALOWE

Radiostacje KF powinny być wykorzystywane do zapewnienia łączności na średnie i dalekie odległości (powyżej 35 – 50 km) oraz dla użytkowników z dużym rozproszeniem.

Zastosowanie radiostacji KF odbywa się coraz częściej z wykorzystaniem technik „ulepszających” pracę (ulepszone radiostacje KF - IHFR) w tym zakresie.

Zakres wykorzystywanych częstotliwości przez tego typu radiostacje zawiera się pomiędzy 1,5 i 30 MHz. Praca w takich sieciach odbywa się na fali powierzchniowej i odbitej (najlepiej pod jak najmniejszym kątem) dla średnich i dalekich zasięgów.

W sieciach HF powszechnie stosowana jest praca foniczna SSB i transmisja danych w następujących wersjach wykorzystywanych radiostacji:

- plecakowa 15-20 W PEP (choć można spotkać nawet 50 W PEP!);
- pokładowa (100 - 200 W PEP);
- hybrydowa (plecakowa 20 W PEP i wzmacniaczem mocy 50/200 W PEP);
- autonomiczna (średniej mocy – 0,4 – 1 kW).

Radiostacje pola walki KF funkcjonują na trzech zasadniczych poziomach wymagań:

a) **bliski zasięg** - do 35 kilometrów (22 mile);

b) **poziom - brygada/ batalion**, średni zasięg - 35 - 50 kilometrów

(31 mil) - niski poziom mocy wyjściowej (20 W PEP);

c) **poziom - dywizja** daleki zasięg - 50 - 300 kilometrów (31 - 186 mil).

Zaznaczyć należy, iż dla transmisji fonii stosowane są wysokie poziomy mocy wyjściowej (maksymalny dla każdej klasy radiostacji: 50 - 150 - 400 W PEP).

W brygadach i batalionach stosowane są wersje radiostacji o małej mocy, co sugeruje, iż praca z pionowym promieniowaniem fali radiowej nie będzie mogła zachodzić. To z kolei determinuje zasięg sieci KF podobny do sieci UKF (w tym przypadku ważniejsze jest zapewnienie wielozakresowości pracy, niż znaczne powiększeniu zasięgu łączności), gdyż powszechne zastosowanie zasięgów powyżej kilkuset (najczęściej 500 km) kilometrów nie jest przydatne na szczeblach taktycznych

Należy zaznaczyć, iż radiostacje sieci KF obsługiwane są bardzo często przez samego użytkownika, na co pozwalają tak nowoczesne techniki pracy jak ALE i LQA

(co sugeruje, iż tak znaczne unowocześnienie radiostacji miało przede wszystkim za zadanie stworzenie „przyjaznych” i łatwych w obsłudze urządzeń).

Wspomniane podstawowe techniki pracy - ALE i LQA tworzące fundament „ulepszonej” pracy sieci KF pozwalają efektywnie wykorzystać propagację fal radiowych, poprzez zautomatyzowanie wielu procesów związanych z nawiązaniem i utrzymaniem łączności.

Przy pracy techniką ALE jest montowany specjalny modem zwany „adaptacyjnym kontrolerem”, pozwalający automatycznie kontrolować tor nadawczy i odbiorczy radiostacji zarządzając najwyższą jakością połączenia z jedną lub wieloma stacjami KF. Praca ALE opiera się na analizie jakości połączenia (LQA) i sondowania (SOUND).

Rozróżnia się trzy zasadnicze rodzaje pracy w trybie ALE:

- indywidualna stacja (jedna);
- grupa stacji (wybranych z sieci);
- cała sieć.

Prawdopodobnie IHFR powinien stać się zasadniczym rodzajem pracy radiostacji KF, uwzględniając funkcjonowanie radiostacji plecakowych, pokładowych (modułowych) w pojazdach i na pokładach statków powietrznych.

Poniżej przedstawiono radiostacje KF:

- przenośne;
- modułowe;
- pokładowe.

8. RADIOSTACJE KRÓTKOFALOWE FIRMY HARRIS ORAZ RACAL

AN/PRC-138

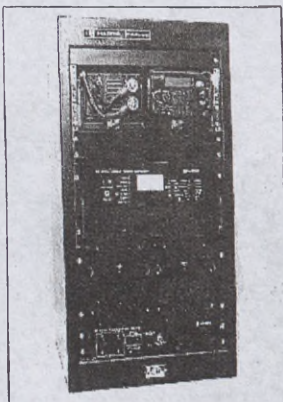
Radiostacja plecakowa KF i UKF (również jako część radiostacji modułowej RF-5200)

- Zakres pracy: 1,6 - 30 MHz
30 - 60 MHz
- Moc nadajnika: 1 / 10 WFM,
1 / 5 / 20 W/PEP
- Masa radiostacji: 3,4 kg
- Zasięg minimalny: 0 - 75 km
- Zasięg optymalny: 150 - 300 km
- Możliwości: ECCM, FH, FCS, TRANSEC
COMSEC, ALE

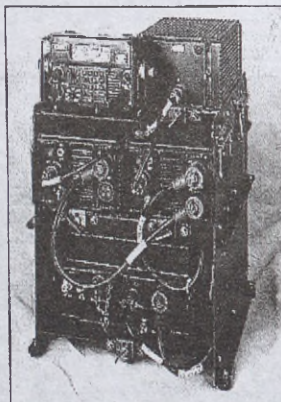


RF-5000 Radiostacja pokładowa KF

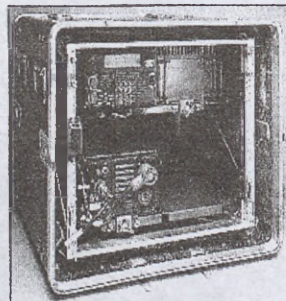
- Zakres pracy: 1,6 - 30 MHz
- Moc nadajnika:
 - RF-5000V-125A - 125 W PEP
 - RF-5000B-400A - 400 W PEP
 - RF-5000B-1000A - 1 kW PEP
- Zasięg: 0 - 75 km / 2 000 km
- Możliwości: ECCM, FH, FCS, TRANSEC
COMSEC, ALE,



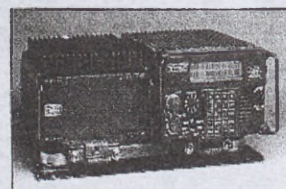
**RF-5000B-1000A 1000 watt
Base Station Transceiver**



**RF-5000B-400A 400 watt
Base Station HF Transceiver
AN/GRC-231A(V)5**



**RF-5000T-125A 125 watt
Transportable HF Transceiver
AN/URC-129A(V)1**

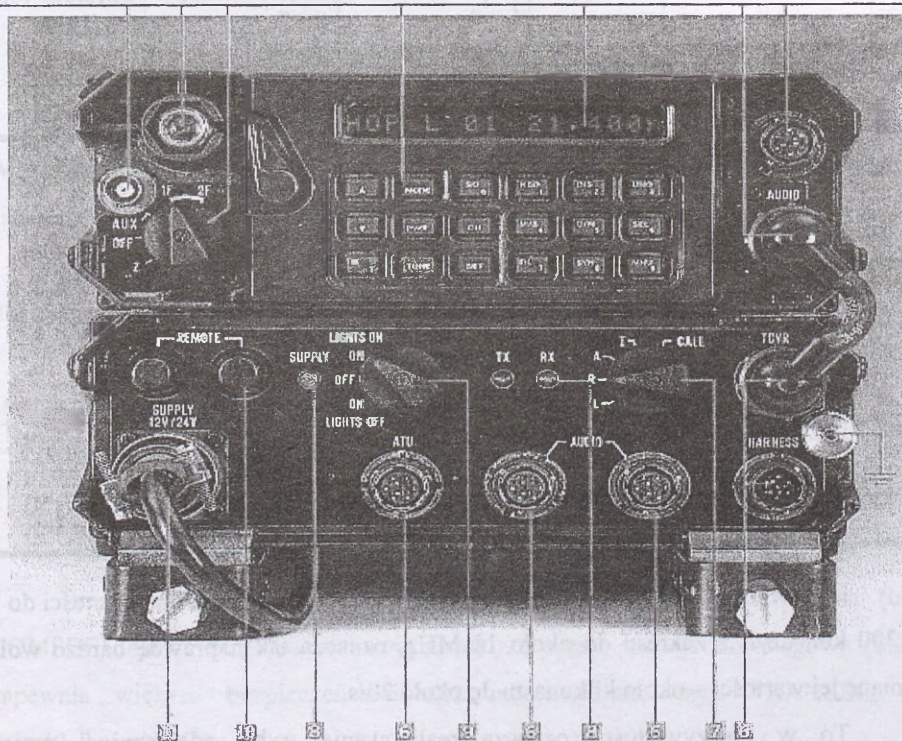


**RF-5000V-125A 125 watt
Vehicular HF Transceiver
AN/GRC-231A(V)2**

FALCON Series HF Systems are based around the RF-5022R/T receiver-transmitter which operates over a frequency range of 1.6-30 MHz in the AME, CW, and SSB modes. The RF-5022R/T accepts a full range of performance options and features a removable front panel and full MIL-SPEC environmental construction. HF Systems are available in a wide range of system configurations and power output levels to

PANTHER 2000-H
Radiostacja plecakowa KF
Radiostacja modułowa KF

- Zakres pracy: 1,6 - 30 MHz
- Moc radiostacji w wersji:
 - przenośnej - 5 / 25 / 50 W PEP
 - pokładowej - 5 / 25 / 100 W PEP
- Masa radiostacji przenośnej - 2,6 kg !
- Masa radiostacji modułowej - 15 kg
- Możliwości: ECCM, FH, FCS, TRANSEC
 COMSEC. ALE.



9. ASPEKT PRACY HOPPINGOWEJ W ZAKRESIE KRÓTKOFALOWYM

W zakresie KF sieci radiowe najczęściej funkcjonują skutecznie z wykorzystaniem tylko namiastki pracy ze skokiem częstotliwości w porównaniu do takiej jaka jest stosowana w zakresie UKF (w podzakresie VHF oraz UHF).

Ze względu na znaczne zmiany warunków propagacyjnych, które determinują czas (średnio co kilka godzin) oraz częstotliwość pracy, klasyczne wydanie hoppingu częstotliwości nie jest możliwe w zakresie KF.

Przykładem tej różnorodności warunków propagacyjnych z jednej strony jest rozbudowane prognozowanie czasowe trafiku radiowego, z drugiej są liczne pasma w zakresie od 1,6075 – 30 MHz (około kilkunastu pasm radiofonicznych: 120, 90, 75, 60, 49, 41, 31, 25, 22, 19, 16, 13, 11 metrów). Taką komparację zawarto w tab. 15.

Tabela 15. Podzakresy krótkofalowe i szerokość pasm propagacyjnych

Lp.	Zakres główny	Odstępy pasm	Częstotliwość środkowa pasma radiofonicznego [MHz]	Częstotliwość środkowa pasma morskiego [MHz]	Częstotliwość środkowa pasma lotniczego [MHz]
1.	1,6075...10 MHz	Pasma średnio co 1 MHz	1,250 2,200 3,200 3,950 5,000 6,200 7,200 8,500 9,500	1,750 2,750 3,850 4,250 5,650 6,650 8,500	1,950 2,750 3,150 4,450 5,650 6,850 8,500
2.	10...20 MHz	Pasma średnio co 2 MHz	11,250 13,250 15,250 17,500	11,850 13,650 15,150 17,150	11,850 13,650 15,150 17,150

Dysponowanie pasmem zmiany częstotliwości rzędu 1 MHz dla łączności do 75 – 300 km, czyli z zakresu do około 10 MHz, oznacza tak naprawdę bardzo wolną zmianę jej wartości – około kilkunastu do około 20/s.

To w rzeczywistości oznacza realizowanie trybu adaptacyjnej zmiany częstotliwości.

Adaptacja tego typu zachodzi w przypadku:

- pogorszenia propagacji na częstotliwości pracy;
- pojawienia się zakłóceń celowych i niecelowych;
- zmian siły i jakości sygnału odbieranego.

Pomiary tych parametrów dokonywane są za pomocą systemów LQA i ALE.

Na podstawie przeprowadzonych badań przez WIŁ w Zegrzu stwierdzono, iż czas potrzebny na nawiązanie łączności w systemie HF/FH w przypadku poszukiwania najmniej zakłóconej częstotliwości, podczas pracy w sieci radiowej wynosił 18 sekund, a podczas pracy w kierunku radiowym 10 sekund.

W hoppingowym rodzaju pracy uzyskano następujące czasy nawiązania łączności:

a) w pracy w dzień:

- podczas pracy w sieci 25 sekund po ciszy radiowej i 21,5 sekundy bez ciszy;
- podczas pracy w kierunku – 27 sekund po ciszy radiowej i 21,5 sekund bez ciszy;

b) w nocy:

- podczas pracy w sieci 65 sekund po ciszy radiowej i 59 sekund bez ciszy radiowej;
- podczas pracy w kierunku 69 sekund po ciszy radiowej i 61 sekund bez ciszy.

W przypadku zakłóceń i braku odpowiedzi od radiostacji wywoływanej, przy pracy w kierunku radiowym, czas nawiązywania łączności wydłuża się!

Powyższy przykład bardzo oczywiście przedstawia złożoność problemu stosowania hoppingu na falach krótkich w wojskowych sieciach radiowych.

Z reguły w sieciach krótkofalowych realizowana jest tylko utajniona transmisja danych, która osiąga bardzo małe wartości przepustowości:

- dla systemów wolnych – kilkaset bit/s
- dla systemów średniej przepływności – 2400 bit/s,,
- dla systemów dużej przepływności - 4 800 bit/s.(7200 bit/s)

Praca fonią w sieciach krótkofalowych jest często nie utajniona (brak COMSEC), ale ze względu na swoją specyfikę pracy, jako jednowstęgowa (SSB), zapewnia większe bezpieczeństwo elektromagnetyczne, czyli TRANSEC, niż „zwykłe” sieci UKF.

10. MOŻLIWOŚCI URZĄDZEŃ RADIODOSTĘPU POLA WALKI

Punkty jednokanałowego simpleksowego dostępu radiowego (HF, VHF) powinny zapewnić użytkownikom tego podsystemu możliwość korzystania z sieci radioliniowo-kablowej przy stosowaniu telefonii i transmisji danych.

W skład sieci wykorzystujących radiodostęp powinny wchodzić Radiowe Punkty Dostępu (RPD) oraz Radiowe Punkty Abonenckie (RPA).

RPD są zasadniczym elementem jednokanałowego radiodostępu simpleksowego. Realizują one dostęp drogą radiową (w sieciach lub kierunkach radiowych) do sieci operacyjno-taktycznej zapewniając wymianę informacji jawnych, niejawnych fonicznych i w formie graficznej oraz transmisję danych. Dostęp tego typu oferuje połączenia z abonentami tej samej sieci lub sieci operacyjno-taktycznej.

Zakłada się, że Blok Sprzężenia Radiowego (BSR), pracujący w ramach RPD, powinien realizować automatyczne zestawianie połączeń:

- radiowego punktu abonenckiego RPA z dowolnym radioliniowo-kablowym punktem abonenckim i odwrotnie;
- radioliniowo-kablowego abonenta z takim samym abonentem poprzez sieć łączności radiowej;
- radiowych punktów abonenckich z innym takim punktem innej sieci za pośrednictwem sieci operacyjno-taktycznej.

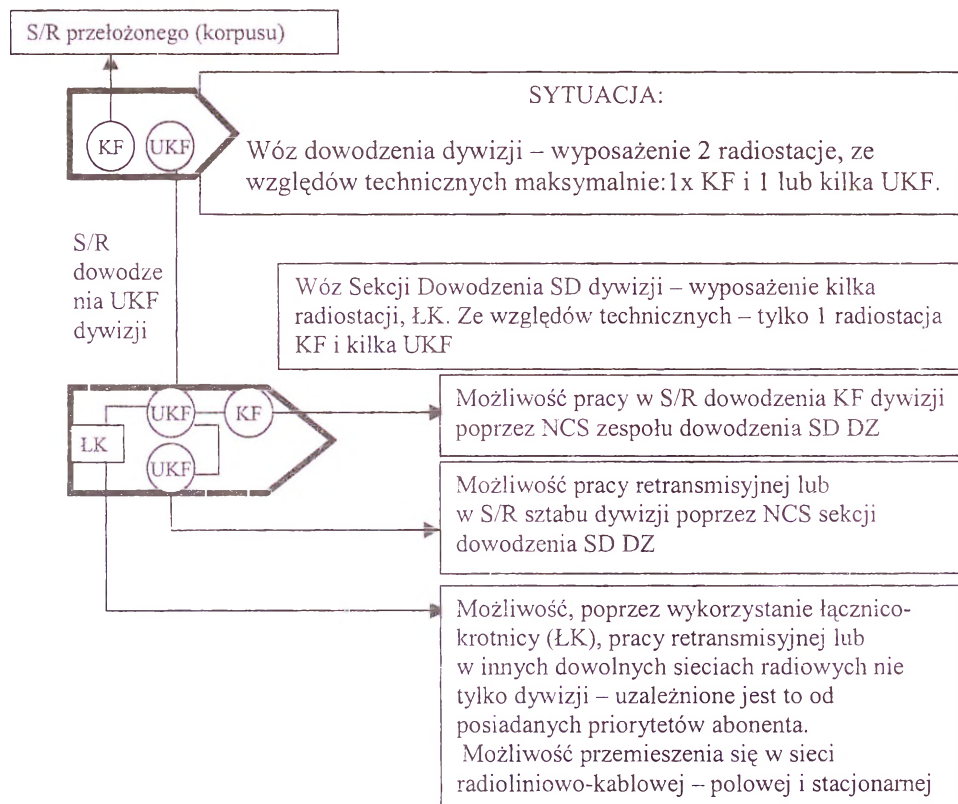
Radiowy punkt abonencki RPA może składać się z radiostacji AN/PRC-138, TRC-9200, TRC-9500 lub AN/VRC-98 wraz z terminalami danych i urządzeniami peryferyjnymi typu mikrotelefon, hełmofon, zestaw nagłowny.

Wyposażenie takiego punktu abonenckiego powinno umożliwiać prowadzenie rozmów i transmisję danych w sieciach jednokanałowego radiodostępu simpleksowego oraz w sieciach radiowych brygady.

Wskazane jest wyposażenie takich terminali w klawiaturę, wyświetlacz oraz mikroprocesor wykonywania krótkich depech, wzorem rozwiązań rodziny PR4G - TRC 9750, TRC 9730, TRC 9732 uzupełnionych w pracy HF: TRC 1732, TRC 1751.

Podstawowym zastosowaniem radiodostępu jest (rys. 14.):

1. możliwość przechodzenia z jednej sieci radiowej do drugiej, często funkcjonującej w innym zakresie częstotliwości;
2. możliwość połączenia abonentów ruchomych (radiowych) z portabilnymi (zespoły funkcjonalne stanowisk dowodzenia) lub stacjonarnymi (abonenci GWŁ).



Rys. 14. Schemat oferowanych możliwości telekomunikacyjnych przez radiodostęp

Ograniczenia techniczne wyposażania wozów dowodzenia determinowane są możliwościami pracy kompletu urządzeń złożonego z tylko jednej radiostacji KF o mocy rzędu 100 – 200 W oraz 2 – 3 radiostacji UKF o mocy do 50 W.

Wynika to z ilości i poziomu promieniowanych częstotliwości harmonicznymi przez radiostacje KF w zakresie UKF. Ilość i moc radiostacji UKF determinowana jest możliwościami antenowymi nadwozia pojazdu.

11. ZAPEWNIENIE PRZEZ RADIOSTACJE UKF/FH WYMAGAŃ ECCM

W wielu materiałach, w tym obu wspomnianych regulaminach FM 11-43, FM 11-53 oraz wielokrotnie w STANAG 5048 określa się sieci radiowe pola walki typu UKF/FH jako „bezpieczny” rodzaj łączności – czyli ECCM.

Takie podejście wynika z prostej zasady, iż dla rozpoznania informacji zawartej w sygnale typu FH potrzebny jest niezbędny czas. Jest on z kolei determinowany:

- szybkością zmiany częstotliwości;
- odległością znajdowania się korespondenta i źródła rozpoznania.

Określając następujące dane:

- V – prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej (300 000 km/s)
- V_{FH1} – wolny skok częstotliwości (100 h/s, $t = 0,01s$)
- V_{FH2} – średni skok częstotliwości (300 h/s, $t = 0,003s$)
- V_{FH3} – szybki skok częstotliwości (1000 h/s, $t = 0,001s$)
- D_{UKF1} – standardowy zasięg łączności UKF (25 km, dla $PA = 20W/FM$)
- D_{UKF2} – maksymalny zasięg łączności UKF (50 km, dla $PA = 50 W/FM$)
- D_{UKF2} – ekstremalny zasięg łączności UKF (100 km, dla $PA = 50 W/FM$)
- D_r – wymagany zasięg środków rozpoznania UKF (VHF tj. 30 – 88 MHz)
- dla sieci radiowych pracujących z V_{FH1} wymaganą wartość $D_r = 3\ 000$ km
- dla sieci radiowych pracujących z V_{FH2} wymaganą wartość $D_r = 1\ 000$ km
- dla sieci radiowych pracujących z V_{FH3} wymaganą wartość $D_r = 300$ km.

oraz zakładając za najbardziej prawdopodobne:

- stosowanie w sieci radiowej UKF radiostacji PR4G - wartość 300 h/s, $t = 0,03s$
- możliwości rozpoznania przeciwnika na poziomie 1000 h/s, $t = 0,001s$
- D_{UKF3} za najbardziej niekorzystną czyli 100 km (dla czułości odbiorników przeciwnika 2 kTo i antenie Yagi 28 elementowej, co wynika z bilansu mocy).

można stwierdzić, iż w rzeczywistości praca FH w zakresie UKF jest rodzajem bezpiecznej łączności (w sensie COMSEC – czyli bezpieczeństwa przesyłanej informacji), gdyż uzyskujemy wartość $D_r > 300$ km.

W ujęciu bezpieczeństwa TRANSEC należałoby zastosować dodatkowo pracę AM /SSB.

12. MOŻLIWOŚCI URZĄDZEŃ RADIODOSTĘPU SATELITARNEGO

Poza funkcjonującymi sieciami radiowymi należy uwzględnić sieci radiowego dostępu satelitarnego, które powinny spełniać uzupełniającą rolę. Istnienie tego typu łączności satelitarnej znacznie zwiększy współczynniki niezawodności i pojemności sieci, ale brak ich funkcjonowania nie powinien wpłynąć na zerwanie łączności.⁵

Urządzenia pracujące w sieciach TACSAT, powinny wymagać minimalnej ilości ustawień (regulacji), czasu rozłożenia, spełniając potrzeby wydłużonych dystansów radiokomunikacji. Standardowo powinny funkcjonować w zakresie 225 - 400 MHz w następujących systemach:

- FLTSAT (radiostacje AN/PSC-3, AN/VSC-7, AN/URC-101, AN/URC-110);
- AFSAT (dla sił powietrznych)

Urządzenia tego typu charakteryzują się pracą typu półdupleks (odbior lub tylko nadawanie) w dwóch kanałach:

- paśmie wąskim UHF: 5 kHz - 2400 bit/s;
- paśmie szerokim UHF: 25 kHz - 16 kbit/s

Radiostacje tych sieci określane mianem „urządzeń terminalowych” pracują w występują wersjach:

- plecakowej (najczęściej jako radiostacja plecakowa pracująca nie tylko via satelita ale również z wykorzystaniem fali przyziemnej);
- pokładowej.

Inny rodzaj urządzeń radiowej łączności satelitarnej stanowią terminale jednokanałowego dostępu satelitarnego INMARSAT⁶, którego początki funkcjonowania były związane z radiokomunikacją morską. O wyborze tego systemu łączności zdecydowały posiadane informacje, określające jego za najbardziej rozwinięty i pewnie pracujący.⁷ Obecnie jest on systemem komercyjnym, ogólnodostępnym, sprawdzonym przez wiele lat eksploatacji, wykorzystywanym przez bardzo różnych użytkowników.

⁵ Zgodnie z założeniami STANAG 5048 załącznik F/1

⁶ Czajkowski J., Światowy morski system łączności alarmowej i bezpieczeństwa GMDSS, Gdańsk 1994, s. 36

⁷ Informacje o ogłoszonym stanie upadłości dla „Iridium” i o podobnej sytuacji konkurenta – ICO Global Communications, implikują ostateczny wybór INMARSAT (tym bardziej, że funkcjonuje on z powodzeniem od wielu lat nie tylko w komunikacji morskiej) – na podstawie: Warcko M., Upadłe satelity, Home & Market nr 10/1999.

System ten składa się z:

- segmentu kosmicznego w postaci transponderów na pokładach satelitów;
- stacji naziemnych (np. w Psarach);
- terminali obsługiwanych (pokładowe, przenośne);
- stacji kontrolnych i sterujących.

Korzystanie z terminala systemu umożliwia realizację rozmów telefonicznych, wymianę informacji radiotelegraficznych, transmisję danych o szybkości 2400, 5600, 9600 bit/s, pracę faksymilii, selektywne wywołania grupowe, łączność w niebezpieczeństwie - bezzwłoczne połączenia w trybie awaryjnym, przesyłanie obrazów stałych i zmiennych oraz emisję częstotliwości wzorcowych, sygnałów czasu, banku danych meteorologicznych i innych serwisowych.

Terminal abonencki składa się z komputera przenośnego (typu laptop), urządzenia radiowego, anteny warstwowej i manipulatora z klawiaturą. Wszystko to mieści się w niewielkiej walizce. Opcjonalnie występuje drukarka. Można wyodrębnić różne warianty wyposażenia urządzeń do pracy w tym systemie satelitarnym:

- **standard A** - wersja mobilna o mocy 35 dBW wymagająca oddzielnego pojazdu do zainstalowania urządzenia z anteną paraboliczną lub helikalną o średnicy 0,9 m;
- **standard B** - zasadniczym rodzajem pracy takiego zestawu jest telefonia, telefaks oraz transmisja danych. Standardowo odbywa się praca w trybie bazowym (stacjonarnym) w 10 kanałach (fonicznych, faksowych, transmisji danych).
- **standard C** - najmniejszy ze wszystkich i najprostszy z zastosowaniem anteny bezkierunkowej. Z tego powodu występują ograniczenia dla przesyłania pełnej transmisji danych i obrazów. Zapewniono jednak możliwość współpracy z sieciami publicznymi za pomocą teletekstu.

Reprezentantami urządzeń pracujących w militarnych jednokanałowych sieciach satelitarnych są wojskowe terminale radiotelefoniczne typu: HST-4/AN/PSC-3 (stosowane w Zatoce Perskiej), AN/URC-101/104/110 oraz LST-5C. Urządzenia takie pracują w najniższych zakresach częstotliwości przeznaczonych do komunikacji poprzez satelitę tj. w paśmie 225 - 400 MHz, co sugeruje również wykorzystanie ich do łączności z innymi radiostacjami pola walki np. AN/PRC -117 lub AN/VRC-98.

Pozwalają one jako urządzenia przenośne na prowadzenie łączności jednokanałowej - telefonicznej, transmisji danych oraz odbioru sygnałów wzorcowych (nawigacyjnych).

Radiostacje takie pracują z modulacją amplitudy, częstotliwości i impulsu, z mocą wyjściową nadajnika standardową dla urządzeń przenośnych tj. 2 - 18 watów. Mogą one służyć nie tylko do łączności w sieciach satelitarnych, ale również w lotniczych pasmach decymetrowych 222 – 395 MHz (praca emisjami z modulacją AM) oraz radiotelefonicznych cywilnych w zakresie 300 - 345 MHz (praca emisjami z modulacją FM) oraz wojskowych (sieć lotniskowa 370 - 395 MHz, modulacja FM).⁸ Istnieje również możliwość pracy w paśmie namiaru satelitarnego - jako „radioboi” na częstotliwościach w zakresie 400 - 415 MHz. Urządzenia tego typu przejmowały cały ciężar dalekosiężnej wymiany informacji w pierwszym okresie pracy sieci łączności po wylądowaniu sił głównych w Zatoce Perskiej (do momentu rozpoczęcia eksploatacji sieci radioliniowej - troposferycznej i satelitarnej, a w dalszym etapie horyzontowej). Całe urządzenie ze zwiniętą anteną mieści się w niewielkiej walizce.

W sieciach TACSAT posiada zastosowanie wiele urządzeń terminalowych, gdzie:

a) HST-4A jest terminalem pracującym w sieci satelitarnej lub na fali przyziemnej (LOS), z zastosowaniem fonii lub transmisji danych. Transceiver pracuje w paśmie 225 - 400 MHz z wykorzystaniem dwóch rodzajów kart modemowych - 1200/2400 bit/s oraz 16 kbit/s (FSK);

b) AN/PSC- 7 jest zastosowany w wybranych sieciach dowodzenia (jako radiostacja ulepszona w stosunku do HST-4A, np. poprzez zwiększenie mocy wyjściowej), satelitarnych lub z wykorzystaniem fali przyziemnej (LOS) z zastosowaniem fonii i transmisji danych.

Dwie karty modemowe radiostacji pozwalają pracować w wąskim paśmie (5 kHz - 1200 lub 2400 bit/s) i szerokim (16 kbit/s). Terminal pracuje z modulacją FM-FSK i AM-ASK z wykorzystaniem urządzenia kodującego KY-57.

c) AN/PSC-3 i AN/VSC-7 pracują w mobilnych sieciach LOS i satelitarnych z mocą 2 W - 35 W z wykorzystaniem fonii i transmisji danych. Oba urządzenia współpracują z fonicznymi urządzeniami utajnającymi TSEC/KY-57 lub TSEC/KY-99.

⁸ Na podstawie rozproszonych materiałów reklamowych firmy MOTOROLA

AN/PSC-3 jest przenośnym, wojskowym, zamontowanym w specjalnym w pojemniku transportowym, bateryjnym urządzeniem satelitarnym. Posiada 4 kanały nadawcze i 4 odbiorcze w zakresie 225 - 400 MHz.

AN/VSC-7 wykorzystywany jest w pojazdach lub jako portabilny. Jako stacja NCS może obsłużyć 15 terminali AN/PSC-3 w sieci radiowej w trybie konferencyjnym lub indywidualnym.

Urządzenie pracuje w zakresie 225 - 400 MHz na jednym z alarmowych kanałów o szerokości 5 lub 15 kHz.

d) **LST-5B** oraz **LST-5C** są komercyjnymi wersjami terminali satelitarnych stosowanymi jako urządzenia plecakowe oraz pokładowe w pojazdach, statkach powietrznych i na okrętach.

Radiostacje te są sterowane z terminala komputerowego pozwalając pracować fonią, transmisją danych oraz stosować namierzenie (praca typu „beacon”).

Urządzenia takie pracują w zakresie 225 -400 MHz z kanałami z odstępem 5 i 25 kHz.

e) **AN/PSC-5** pracuje jako radiostacja plecakowa z systemem COMSEC.

Urządzenie takie jest obsługiwane osobiście przez użytkownika lub operatora.

Radiostacja pracuje na fali typu LOS w zakresie 30 - 88 MHz oraz przez dostęp satelitarny w zakresie 225 - 400 MHz (kanały z odstępem częstotliwości 5 i 25 kHz).

Terminal ten umożliwia retransmisję w następujących trybach:

- z sieci pola walki do sieci satelitarnej (LOS - DAMA oraz LOS - SATCOM);
- z sieci satelitarnej do sieci satelitarnej (DAMA - DAMA, SATCOM - DAMA).

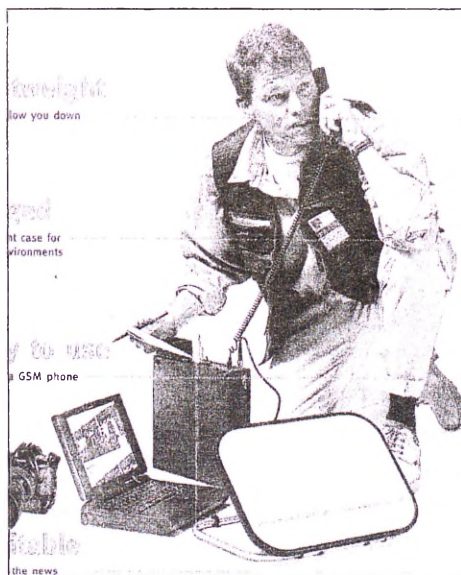
f) **AN/PSC-11 (SCAMP)** jest terminalem plecakowym pracującym w sieciach sprzęgających sieci szczebla strategicznego z taktycznymi.

Pozwala przesyłać utajnioną fonię i transmisję danych. Pracuje w zakresie EHF 43,5 - 45,5 GHz (tj w zakresie Q) mając swoje zastosowanie w sieci FLTSAT.

13. TERMINALE SATELITARNE FUNKCJONUJĄCE W SIECI INMARSAT

Tabela 16. Podstawowe parametry terminali telefonicznych satelitarnych

RODZAJ PARAMETRU	WARTOŚĆ PARAMETRU
Zakres pracy	1535,0 - 1549,5 MHz satelita-stacja mobilna; 1636,5 - 1645 MHz stacja mobilna-satelita; 1530,0-1545,0 MHz satelita-stacja mobilna (zalecana przez WARC); 1626,5 - 1646,5 MHz stacja mobilna-satelita (zalecana przez WARC); 6417,5 - 6425,0 MHz dla stacja naziemna-satelita; 4192,5 - 4200,0 MHz dla stacja naziemna -satelita; 6410,0-6425,0 MHz dla stacja naziemna-satelita (zalecana przez WARC); 4180,0-4200,0 MHz dla stacja naziemna -satelita (zalecana przez WARC)
TELEFONIA:	
Pasma akustyczne	300 - 3000 Hz
Kompresja i ekspansja	2:1, sylabiczna
Rodzaj modulacji	Modulacja częstotliwości SCPC
Polaryzacja	Polaryzacja kołowa
Maksymalna dewiacja	12 kHz
Szerokość pasma w.cz.	27 kHz
TELEGRAFIA DALEKOPISOWA:	
Szybkość transmisji	4800 bit/s stacjonarna, 1200 bit/s mobilna
Rodzaj modulacji	dwustanowa modulacja fazy - przesyłanie systemem TDM/TDMA
Stopa błędów	10^{-5}
STACJA STANDARDU A:	
Moc EIRP	36/+1 -2/dBW
Zysk anteny	23,5 dBi
Szerokość wiązki	ok. 200
Współczynnik G/T	- 4 dB/K
STACJA SATELITARNA:	
Współczynnik G/T	- 12 dB/K - 16,4 dB/K
Zysk anteny odbiorczej	18 dBi 16,3 dBi
Zysk anteny nadawczej	10,3 dBi 18 dBi
Moc EIRP na jeden kanał	- 11 dB/W 19 dBW
STACJA NAZIEMNA:	
Współczynnik G/T	33,2 dB/K
Zysk anteny nadawczej	56,2 dBi
Moc EIRP na jeden kanał	57,8 dBi



Źródło: Czajkowski P., Światowy ..., op. cit., s. 35

14. KOMPARACJA RADIOSTACJI FIRMY HARRIS-FALCON

Tabela. 17. Podstawowe dane taktyczno-techniczne radiostacji firmy HARRIS

Parametr	PRC-138	RF-5200
Rodzaj radiostacji	przenośna	modułowa, pokładowa
Zakres częstotliwości	1 - 60 MHz	1 - 30 (60) MHz
Ilość kanałów	5,9 x 10 ⁶	5,9 x 10 ⁶
Ilość zapamiętanych sieci radiowych	100	100
Odstęp kanałowy	100 kanałów simplex lub półduplex	raster co 10 Hz lub 100 Hz
Rodzaje emisji	J3E/H3E/F3E A1A/J2E 39 tonowa QDPSK - 2400 bps F2B 2 tonowa FSK do 300 bps FSK 300 bps	J3E/H3E/F3E A1A/J2E 39 tonowa QDPSK - 2400 bps F2B 2 tonowa FSK do 300 bps FSK 300 bps
Rodzaj pracy	simplex półduplex TD	simplex półduplex FH-ECCM TD
Dewiacja, głębokość modulacji	FM dewiacja - (5 lub 8 kHz); AM - 90 %	FM dewiacja - (5 lub 8 kHz); AM - 90 %
Wymiary	26,4 x 7,7 x 33,2 cm	27,9 x 39,4 x 22,3 cm
Ciężar	3,4 kg	19,4 kg
Napięcie zasilania	24 V-	24 V
Zasilanie sieciowe	Brak danych	Brak danych
Adresowanie sieci radiowych	200 indywidualnych 20 lokalnych 20 sieci	Brak danych
Moc audio	Brak danych	15 mW na słuchawki 1 W na głośnik
Specjalne rodzaje pracy	Brak danych	Brak danych
Moc wyjściowa nadajnika	1-5-20 W PEP 10 W FM	150 W PEP dla KF/SSB 50 W dla UKF/FM

Tabela. 18. Podstawowe dane taktyczno-techniczne radiostacji firmy HARRIS

Parametr	PRC-117 D(E)	RF-5000
	VRC-94	
Rodzaj radiostacji	przenośna, pokładowa	pokładowa, bazowa
Zakres częstotliwości	VHF/L: 30 - 90 MHz YHF/H: 116 -174 MHz UHF: 225 - 420 MHz	1,6 - 30 MHz
Ilość kanałów	brak danych	2,84 x 10 ⁶
Ilość zapamiętanych S/R	8	100
Odstęp kanałowy	VHF/L: co 25 kHz VHF/H: co 5 / 6,25 / 25 kHz UHF: co 5 lub 25 kHz	co 10 Hz
Rodzaje emisji	Brak danych	J3E / H3E / J2A SSB- USB, LSB AME FSK - 39 tonowa
Rodzaj pracy	simplex półduplex FH-ECCM TD	simplex półduplex FH-ECCM TD
Dewiacja, głębokość modulacji	FM dewiacja - (5 lub 8 kHz); AM - 90 %	FM dewiacja - (5 lub 8 kHz); AM - 90 %
Wymiary	7,6 x 20 x 34,5 cm	21,5 x 37 x 14 cm
Ciężar	6,9 kg	7,7 kg
Napięcie zasilania	24 V	24 V - 6A - 30A - 60A -
Zasilanie sieciowe	Brak danych	220 V/ 10 A
Adresowanie sieci radiowych	Brak danych	Brak danych
Moc audio	Brak danych	3 W
Specjalne rodzaje pracy	Simplex, półdupleks FH typu ECCM, TD	Brak danych
Moc wyjściowa nadajnika	1 - 10 W FM 25 W PEP	100 mW - 20W - 125W - 400 W - 1 kW

Źródło: zestawienie stworzone na podstawie - Harris RF,,,,, op. cit.

Tabela 19. Pierwsza grupa radiostacji podlegająca komparacji według procedury PSC-5

Parametr	HARRIS	HARRIS II	RAYTHEON/ THOMSON
Pasma częstotliwości	30 - 420 MHz podzakresami	30-512 MHz	30 - 400 MHz podzakresami
Odstęp częstotliwości	5, 6, 25, 25	5, 6, 25, 8, 33, 25	8,33,12,5,25
Rodzaje modulacji	FM, AM, FSK, ASK	FM,AM, FSK-12, FSK-16, ASK, TCM- 64, HQ I i II	FM, AM, FSK, HQ I i II, SATURN
ECCM	Opcja tylko na VHF	Opcja 100 hps	tylko UHF
Szybka TD	brak	64 kbit/s	brak
Interfejs	Synchroniczny; 2,4 i 16K	synch/asynch asynch do 128K	synch opcja TD
Skanning	tak	tak	?
Wymiary: WxHxD [mm]	200 - 76 - 345	269 - 81 - 305	269 - 81 - 305
Ciężar	4,9 kg	5 kg	6 kg
Szyfrowanie	opcja	opcja	opcja (KY 57)
Czułość FM dla 10 dB SINAD	-113	-118	-113
Czułość AM dla 10 dB SINAD	-110	-110	-108
Moc nadajnika	10 W	10 W	15 W / FM 10 W / AM
Odbiór GPS	brak	tak	opcja
Temperatura pracy	-40 do +60 C	-40 do +60 C	-30 do +55 C
Zanurzenie	1 m	1 m	1 m
Zabezpiecz. odbiornika	scan	scan	tak
Moc maksymalna nadajnika	50 W	50 W	50 W

Zródło: własne tłumaczenie komparacji PSC-3 udostępnionej dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy Harris w Polsce – K. Jachny

Tabela 20. Druga grupa radiostacji podlegająca komparacji według procedury PSC-5

Parametr	MOTOROLA	REUTECH	GRIMEL
Pasma częstotliwości	115-173 MHz 225-400 MHz	30 - 400 MHz pasmami	20 – 400 MHz
Odstęp częstotliwości	12,5; 25	25	5, 12
Rodzaje modulacji	AM, FM, ASK, FSK	AM, FM, FM Data	SSB, AM, FM, CW
ECCM	brak	opcja 50 hps	tak
Szybka TD	brak	brak	brak
Interfejs	synch/asynch	synch	synch/asynch asynch do 9,6
Skanning	brak	brak	tak
Wymiary: WxHxD	265 - 78 - 225	318 - 146 - 341	192 - 83 - 280
Ciężar	6,9 kg	20 kg	4,2 kg
Szyfrowanie	opcja TBD	opcja	brak
Czułość FM dla 10 dB SINAD	-114	-111	-118
Czułość AM dla 10 dB SINAD 70% _m	-103,5 dla m=30 %	-103 dla m=80 %	-118
Moc nadajnika	20 W	4 W	4 W
Odbiór GPS	brak	brak	brak
Temperatura pracy	-30 do +55 C	-40 do +55 C	-10 do +55 C
Zanurzenie	tak	1 m	1 m
Zabezpiecz. odbiornika	tak	nie	nie
Moc maksym.	brak	50 W	50 W

Źródło: własne tłumaczenie komparacji PSC-3 udostępnionej dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy Harris w Polsce – K. Jachny

Tabela 21. Trzecia grupa radiostacji podlegająca komparacji (zakres krótkofalowy)

Parametr	Harris: RF-5800H-MP	Racal: Panther H	Thomson: TRC-3500
Zakres częstotliwości	1,6 - 60 MHz	1,5 - 30 MHz	1,5 - 30 MHz
Modem	- wielotonowe modemy (Mil-Std-188 -110A) - 75 - 2400 bit/s (4800 bit/s bez kodowania); - 75 bit/s emisja rozproszona; - automatyczna detekcja danych	- zewnętrzny interfejs modemowy; - wewnętrzny interfejs modemowy	8 FSK
GPS	Opcja - 12 kanałów GPS	Brak	Brak
ECCM	Wielotonowo, hopping: - cyfrowe utajnianie mowy; - automatyczna i manualna synchronizacja; - automatyczne det. fonii i TD	Analogowy hopping: - słabo chroniony; - „inteligentny hopping” poprzez deklarowanie pasm	Analogowy hopping: - słabo chroniony; - hopping omijający zatłoczone kanały
Utajnienie fonii	Cyfrowa fonia/ cyfrowe utajnianie - wiele technik utajniania; - opcja algorytmizowania; - dwuwartościowy vocoder - 600/2400 - zależne od warunków w kanale łączności	moduł zewnętrzny	analogowe foniczne
Technika ALE	Zgodna z Mil Std 188-141A: - współpraca z US i innymi armiami; - indywidualne i sieciowe wołanie; - cyfrowy modem wraz z filtrami aktywnymi	kanał pasywny z możliwością pracy punkt - punkt lub sieciowej. Urządzenia zewnętrzne	Właściwość ALE: - połączenia szybsze niż określone w Mil-Std 188-141A; - system adaptacyjny wykluczający kanały zakłócone
Adaptacja komunikacji danych	zgodne z pFed-Std-1052: - gwarancja wolnych od błędów danych; - automatyczne przesyłanie z maksymalną przepustowością	Brak	Brak
Wewnętrzny system zarządzania	Pliki przechowywania i zarządzania	Brak	Brak
Cyfrowe szyfrowanie	Citadel: - zgodny ze standardami algorytmów; - aktywne (Red Key) klucze i dystrybutory kluczy	Brak	Cyfrowe szyfrowanie z generatora kluczy
Sygnały specjalne w sieci	Sieciowy kontroler oraz stopy plików - protokoły stosowe; - oparcie na binarnym protokole SNMP zdalnie kontrolowanym	Brak	Brak
Zdalne kontrolowanie i interfejs danych	- RS-232; - Ethernet IEEE 802.3	Brak	RS-232

Źródło: własne tłumaczenie komparacji PSC-3 udostępnionej dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy Harris w Polsce – K. Jachny

Tabela 22. Czwarta grupa radiostacji podlegająca komparacji (zakres ultrakrótkofalowy)

Parametr	Harris: RF-5800H-MP	Tadiran: PRC-6020	Datron: PRC-1099A
Zakres częstotliwości	1,6 – 60 MHz	1,5 – 30 MHz	1,5 – 30 MHz
Modem	Wielotonowe modemy (Mil-Std-188 - 110A); - 75 - 2400 bit/s (4800 bit/s bez kodowania); - 75 bit/s rozproszona; - automatyczna detekcja danych	Jednotonowa FSK i 39 tonowa; - więcej niż 4800 bit/s; - adaptacja szybkości przesyłania danych	brak
GPS	Opcja - 12 kanałów GPS:	Nie możliwe w urządzeniu	brak
ECCM	Wielotonowo, cyfrowy hopping: - cyfrowe utajnianie mowy; - automatyczna i manualna synchronizacja; - automatyczne detekcja fonii i TD oraz szybkości przesyłania danych	Stabilna lub adaptacyjna	brak
Utajnienie fonii	Cyfrowa fonia/ cyfrowe utajnianie: - wiele technik utajniania; - opcja algorytmizowania; - dwuwartościowy vocoder - 600/2400 - zależny od warunków w kanale łączności	Cyfrowe utajnianie fonii	brak
Technika ALE	Zgodna z Mil Std 188-141A: - współpraca z US i innymi armiami; - indywidualne i sieciowe wołanie; - cyfrowy modem wraz z filtrami aktywnymi	Autowywołanie i Mil Std 188-141A: - technika ALE szybsza niż MIL ALE - kompatybilne z US i innymi europejskimi - MIL ALE dla pracy indywidualnej i w sieci	FED-STD-1045 i typu Transcall/ transAdapt ALE
Adaptacja komunikacji danych	Zgodne z pFed-Std-1052: - gwarancja wolnych od błędów danych; - automatyczne przesyłanie z maksymalną przepustowością	Brak	Brak
Wewnętrzny system zarz.	Pliki przechowywania i zarządzania	Brak	Brak
Cyfrowe szyfrowanie	Citadel: - zgodny ze standardami algorytmów; - aktywne (Red Key) klucze i dystrybutory kluczy	Brak	Brak
Sygnały specjalne w sieci	Sieciowy kontroler oraz stopy plików: - protokoły stosowe; - oparcie na binarnym protokole SNMP zdalnie kontrolowanym	Brak	Brak
Zdalna kontrola interfejsu danych	- RS-232; - Ethernet IEEE 802.3	RS-232	Zewnętrzny modem wejścia audio

Źródło: własne tłumaczenie komparacji PSC-3 udostępnionej dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy Harris w Polsce – K. Jaehny

Tabela 23. Piąta grupa radiostacji podlegająca komparacji (analiza dla zakresów szerokopasmowych)

Parametr	Harris: RF-5800V-MP	Racal: Panther V	Thomson: TRC-9200
Zakres częstotliwości	30 - 108 MHz wszystkie emisje	30 - 88 MHz wszystkie emisje 30 -108 MHz bez hoppingu	30 -88 MHz
Moc wyj.	1 - 4 10 W	0,1 - 5 -20 W	0,5 - 5 W
Kanały	zadanie 10 sieci, 25 kluczy szyfrujących, pełne programowanie	zadanie 8 sieci	Zadanie 7 sieci, 14 kluczy szyfrujących
Czułość odbiornika	-118 dBm dla 10 dB SINAD	-115 dBm dla 10 dB SINAD	-113 dBm dla 22 dB SINAD
Zasilanie	24 VDC baterie lub z VAU (pojazdu)	12 lub 24 VDC baterie lub z pojazdu	11 do 30 VDC
Modem	16 kbit/s FSK 48/64 kbit/s TCM	16 kbit/s FSK	16 kbit/s FSK
GPS	12 wewnętrznych kanałów (opcja)	wewnętrzne (opcja)	Brak
ECCM	Szybki podgląd (100 hps)	100 hps	kilkaset skoków/s
Bezpieczna fonia	- cyfrowa fonia CVSD, - cyfrowa kodowana fonia	tak	- cyfrowa fonia i CVSD
Technika ALE	- scanning kanałowy - rozpoznanie fonii / TD 16 kbit/s	- swobodne przeszukiwanie - selektywne wywołanie; - rozpoznawanie fonii / TD	- swobodne przeszukiwanie pasma i wywołanie
Adaptacja komunikacji danych	automatyczne rozpoznawanie fonii/TD 16 kbit/s	9,6 kbit/s FEC - integralna CSMA dla pakietów; - TDMA (jako opcja); - automatyczne rozpoznawanie fonii/danych	Automatyczne rozpoznawanie fonii/ danych
Cyfrowe szyfrowanie	- technika Citadel (jako opcja), powyżej 10^{38} kluczy, składowanie 25 kluczy; - dyspozycyjność algorytmów	- 10^{22} kluczy; - oprogramowanie generatora kluczy	wewnętrzny
System zarządzania	BIT, Electronic Configuration Log	BIT, OTAR, Elektronic Log Record	Brak
Zdalne kontrolowanie i interfejs danych	- 75 - 115 kbit/s zgodnie z MIL-188-114A, RS-422, X-21; - retransmisja; - PC kontrola poprzez WINDOWS lub DOS	- RS-232, 115 kbit/s; - 2 liniowe sterowanie; - retransmisja; - kontrolowanie poprzez WINDOWS (jako opcja)	50 - 4800 bit/s (synchroniczne i asynchroniczne)
Pulpit ster.	tak, standardowo	Brak	Brak
Programowanie	- panel czołowy; - poprzez port zdalny	- poprzez WINDOWS; - programowanie poprzez eter	- tzw. „Fill gun”
Wymiary HxWxD ciężar	81 - 183 - 208 [mm] - 3,4 kg z bateriami	90 - 230 - 205 [mm] - 4,4 kg z bateriami	91 - 291 - 245 [mm] - 5,7 kg z baterią
Konfiguracja	10 W plecak, 10/50 W samochodowa, 10/50 W bazowa;	5, 20 W plecak, 20/50 W samochodowa; - wymienna z VRC-12	5 W plecak; 50 W samochodowa

Zródło: własne tłumaczenie komparacji PSC-3 udostępnionej dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy Harris w Polsce – K. Jachny

Tabela 24. Szósta grupa radiostacji podlegająca komparacji

Parametr	Harris: RF-5800V-MP	Tadiran: CNR-900	ITT-ATCS
Zakres częstotliwości	30 - 108 MHz wszystkie emisje	30 - 88 MHz 30 -108 MHz bez FH	30 -88 MHz
Moc wyjściowa	1, 4, 10 W	0,25 W, 4 W	5 W
Kanały	zadanie 10 sieci, 25 kluczy szyfrujących, pełne programowanie	- 10 zmiennych i 10 z hoppingiem; - 10 kluczy szyfrujących	- 6 zmiennych i 6 ECCM oraz kanały manualne
Czułość odbiornika	-118 dBm dla 10 dB SINAD	-115 dBm dla 10 dB SINAD	brak danych
Zasilanie	24 VDC baterie lub z VAU (pojazdu)	12 VDC	13 VDC
Modem	- 16 kbit/s FSK - 48/64 kbit/s TCM	- 75 do 2400 bit/s; - 16 kbit/s	- 600 do 9600 bit/s - 16 kbit/s
GPS	12 wewnętrznych kanałów (opcja)	brak	jako opcja
ECCM	Szybki podgląd 1A (100 hps)	średnia szybkość skoku stosująca TOD	technika SINGARS
Bezpieczna fonia	- cyfrowa fonia CVSD, - cyfrowa kodowana fonia CVSD	jako opcja	istnieje
Technika ALE	- scanning kanałowy - rozpoznanie fonii/TD 16 kbit/s	- scanowanie kanałowe powyżej 4 kanałów	swobodne przeszukiwanie kanałów
Adaptacja kom. danych	automatyczne rozpoznawanie fonii/TD 16 kbit/s	Wewnętrzny adapter EDAC	pakietowa
Cyfrowe szyfrowanie	- technika Citadel (jako opcja), powyżej 10 ³⁸ kluczy, składowanie 25 kluczy; - dyspozycyjność algorytmów	zapamiętanie 10 kluczy	istnieje
System zarządzania	BIT, Electronic Configuration Log	BIT, programowanie z innej radiostacji	BIT
Zdalne kontrolowanie i interfejs danych	- 75 - 115 kbit/s zgodnie z MIL-188-114A, RS-422, X-21; - retransmisja; - PC kontrola poprzez WINDOWS lub DOS	- podwójne złącze audio; - retransmisja; - kontrola z mikrotelefonu	MIL-188-114 i 220; - dwuliniowe sterowanie zdalne - retransmisja; - kontrola z mikrotelefonu
Pulpit zdalnego sterowania	tak, standardowo	Brak	Brak
Programowanie	- panel czołowy; - poprzez port zdalny	z generatora kluczy lub innej radiostacji	z generatora kluczy
Wymiary HWD [mm] ciężar	81 - 183 - 208 - 3,4 kg z bateriami	85 - 240 - 310 - 8 kg z bateriami	87 - 134 - 258 - 3,6 kg z bateriami
Konfiguracja	10 W plecak, 10/50 W samochodowa, 10/50 W bazowa; - wymienna z VRC-12	4 W plecak, 50 W samochodowa;	5 W plecak;

Źródło: własne tłumaczenie komparacji PSC-3 udostępnionej dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy Harris w Polsce – K. Jachny

15. RODZINA RADIOSTACJI LOTNICZYCH FIRMY ROHDE & SCHWARZ

- **Seria urządzeń typu 100** jest systemem urządzeń dla lotniczej (morskiej) radiokomunikacji w podstawowych rodzajach pracy i zakresach.
Oferta tej serii składa się z niewielkiej ilości wariantów wykonania i urządzeń dodatkowych.
- **Seria urządzeń typu 400** jest uniwersalnym systemem mającym swoje wykorzystanie w cywilnych, morskich i wojskowych obszarach. Są to urządzenia przeznaczone przede wszystkim do pracy stacjonarnej z lotnisk i lądowisk. Składa się ona z licznej grupy urządzeń dodatkowych (pulpitów, wzmacniaczy, modułów antenowych).
- **Seria 600** jest rodziną urządzeń lotniczych wojskowych - przede wszystkim pokładowych na statkach powietrznych oraz w pojazdach na lotniskach i lądowiskach.
- **Seria 6000** jest zgodna ze wszystkimi podstawowymi standardami technicznymi i NATO, będąc upodobnioną do rodziny radiostacji AN/ARC - np. ARC 164. Jest ona najnowszą rodziną (serią) radiostacji lotniczych z przeznaczeniem przede wszystkim wojskowym (w odróżnieniu od poprzednich serii - 100, 200 i 400). W zasadzie jest ona zmodernizowaną rodziną radiostacji serii 600. W opracowaniach dotyczących tych radiostacji i urządzeń peryferyjnych jako obiekty instalacji wymienia się również MIG-29 oraz zaznacza się możliwość zamontowania w każdego typu śmigłowcu bojowym.

Takie zestawienie pozwala sądzić, iż obecnie **radiostacje 600/6000** mogą być stosowane na pokładach śmigłowców wszystkich typów, w wozach dowodzenia, startowych stanowiskach dowodzenia i w wieżach kontroli jako radiostacje małej mocy. Takie wyposażenie uzupełniałaby w obiektach stacjonarnych oraz jako samochodowe średniej mocy - radiostacje typu 400 (tylko w wersji ze wzmacniaczem mocy - 400 watów).

PWPP na lądowiskach oraz służby wewnątrzlotniskowe powinny posiadać ze względu ekonomicznych proste urządzenia radiotelefoniczne firmy UNIMOR (RADMOR).

Tabela 25. Rodzina radiostacji lotniczych pokładowych serii 600 i 6000 firmy Rohde & Schwarz

Rodzina i typ rdst.	Seria 600		Seria 6000
	XD610(611)H3	XT621/P2	
Zakres cz. [MHz]	225 - 400	108 - 156 225 - 400	108 - 174 225 - 400
Odstęp częstotliwości	25 kHz	12,5kHz dla VHF 25 kHz dla UHF	25 kHz 8,33 kHz dla VHF
Kanały ratunkowe	243 MHz 2,5 μ V	243 MHz 2,5 μ V	121,5 MHz 243 MHz
Ilość prog. częstotl.	80 sieci ECCM 8 grup	24	100 simpleks
Rodzaj modulacji emisji	AM /FM	AM /FM	AM /FM /FSK
Głębokość modulacji			80 %
Czułość toru odbiornika	2,5 μ V 238-248 MHz: 5,7 μ V	2,5 μ V 238-248 MHz: 5,7 μ V	-101 dBm dla 10 dB S/N
Moc toru nadajnika	10 W dla AM 15 W dla FM	20 W dla AM 30 W dla FM	10 W dla AM 15 W dla FM
Zasilanie	28 V	28 V	22,5 - 30 V
Wymiary	127 x124 x220	127 x124 x220	127 x120 x176 127 x120 x192
Ciężar	5,8 kg	7,5 kg	4,5 kg
Temperatura pracy	-40 -+55 C -54 - +71C	-40 -+70 C	brak danych

Źródło: własne opracowanie zestawienia na podstawie materiałów firmy Rohde & Schwarz

Tabela 26. Rodzina radiostacji lotniczych pokładowych serii 600 firmy Rohde & Schwarz

Rodzina i typ radiostacji	Seria 600		
	XD610/611	XD611A4 /A5	XD610(611)H1
Zakres cz. [MHz]	225 - 400	225 - 400	225 - 400
Odstęp częstotliwości	25 kHz	25 kHz	25 kHz
Kanały ratunkowe	<u>243 MHz</u> 2,5 μ V		<u>243 MHz</u> 2,5 μ V
Ilość programowanych częstotliwości	30 + alarmowy		30 + alarmowy
Rodzaj modulacji emisji	A3, A9	A0, A3, A9	A0, A3, A9
Głębokość modulacji		90 %	
Czułość toru odbiorczego	1,5 - 2,5 μ V	1,5 μ V 238-248 MHz: 3,7 μ V	1,5 μ V 238-248 MHz: 3,7 μ V
Moc toru nadajnika	10 W	10 W	10 W
Zasilanie	28 V	28 V	28 V
Wymiary	146 x124 x187 146 x124 x187	170 x220 x510 146 x125 x120	127 x124 x167 127 x124 x187
Ciężar	5 kg	5 kg+ 1,8 kg	5,6 kg
Temperatura pracy	-54 - + 55 C -54 - + 71 C	-30 + 55 C	-54 -+55 C -54 - +71C

Źródło: własne opracowanie zestawienia na podstawie materiałów firmy Rohde & Schwarz

Tabela 27. Komparacja radiostacji wojskowych firmy Rohde & Schwarz

Parametr	Rodzaj radiostacji z przeznaczeniem militarnym		
	XK 516D	RS 150 T	XV 3088
Zakres częstotliwości	2,0 -30 MHz	1,5 - 30 MHz 0,01 - 30 MHz (odbiór)	30 -88 MHz
Krok częstotliwości	20 Hz	1 Hz	25 kHz
Ilość fal roboczych	1 400 000	28 500 000	2320
Moc wyj. nadajnika	400 W PEP	150 W PEP 100 W CW	dla RTX - 5 W z PA - 50 W
Poziomy mocy wyj. nadajnika	400 i 125 W	10 - 30 - 100 W	0,2 oraz 5 W 25, 50 W
Czułość toru odbiorczego	brak danych	A1A - 0,4 μ V; J3E/J7B - 1,0 μ V; H3E - 2,7 μ V	0,5 μ V dla 12 dB SINAD
Emisje	AME (USB, LSB) TD 1800bit/s	A1A, J3E, H3E, J7B, B8E, F1B (FSK, AFSK), F3E, F1C	F3E - 16 kbit/s FSK - 1200/2400 Hz
Techniki pracy	AOC- Aircraft Operatoin Communication; AAC - Airline	ALIS ALE	simpleks, semidupleks fonia TD 1,2 kbit/s lub 16 kbit/s
Interfejs	brak danych	RS-232-C	RS-232-C
Temperatura pracy	-40 - +55 c	-25 - +55 C	-30 -+60 C
Zasilanie	siec pokładowa - 24 V	21 - 31 V	dla RTX - 12 V, PA - 12-24 V dla 0,5 W - 1 A; 5 W - 2 A; 25 W - 10 A; 50 W - 7 A
Wymiary	brak danych	435 x 130 x 291	RTX-83 x 205 x 252 PA -183 x 129 x 173
Ciężar	brak danych	15 kg	2,7 kg, wzmacniacz mocy -3,9 kg

Zródło: własne opracowanie zestawienia na podstawie rozproszonych materiałów reklamowych uzyskanych dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy R&S – J. Millera

Tabela 28. Podstawowe dane techniczne radiostacji pola walki firmy Rohde & Schwarz

Parametr	RODZINA RADIOSTACJI		
	XK-2000		
	XK 2100L/R	XL 2500	XL 2900
Zakres częstotliwości nadajnika i odbiornika	1,5 - 30 MHz 0,01-30 MHz	1,5 - 30 MHz 0,01-30 MHz	1,5 - 30 MHz 0,01-30 MHz
Krok częstotliwości	1 Hz	1 Hz	1 Hz
Zapamiętanie częstotliwości	100	100	100
Moc wyj. nadaj.	150 W PEP 100 W CW	500 W PEP 400 W CW	1 kW
Poziomy mocy wyj. nadajnika	- 10 - 30 -150 W PEP SSB - 10-30-100 W CW	40 - 100 - 500 W	100 -500 -1000 W
Czułość odbiornika	- 0,4 μ V dla CW, - 1,0 μ V dla SSB, - 2,7 μ V dla AME		
Emisje	A1A, J3E, H3E, J7B, J3E, B8E, F1B (FSK, AFSK 50 - 600 bod), F3E, F1C, A3E		
Techniki pracy	- ALE Procesor GS2200 - - Automatic Phone Path GN2100 - poprzez PABX - HF modem - 900 - 5400 bit/s - FSK; - Cyfrowy Procesor Fonii poprzez VOX; - zdalne sterowanie poprzez specjalny panel		
Interfejs	-RS-485 i RS-422 - do zdalnego sterowania - RS 232 C - 110, 230, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 bit/s		
Temp. pracy	-25 -+ 55 C	-25 -+ 55 C	-25 -+ 55 C
Zasilanie	26,5 V/ 19A 800 kVA	54 V / 35 A 1,5 kW	54 V / 35 A 3,5 kW
Wymiary [mm]	<u>XK</u> : 443- 127-386 <u>IN</u> : 400- 82- 350	<u>GX</u> : 483-132-340 <u>VK</u> : 483-281-570 <u>IN</u> : 483-192-570	<u>GX</u> : 483-132-340 <u>VK</u> : 483-281-570 <u>IN</u> : 483-192-570
Ciężar	XK - 15 kg IN - 9 kg	GX - 13 kg VK - 34 kg IN - 27 kg	GX - 13 kg VK - 42 kg IN - 32 kg

Źródło: własne opracowanie zestawienia na podstawie rozproszonych materiałów reklamowych uzyskanych dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy R&S – J. Millera

Tabela 29. Podstawowe dane techniczne radiostacji pola walki firmy Rohde & Schwarz

Parametr	RODZINA RADIOSTACJI		
	HF-850		
	HF-852	HF-855	HF-859
Zakres częstotliwości nadajnika i odbiornika	1,5 - 30 MHz (nadawanie) 0,4 - 30 MHz (odbiór)		
Krok częstotliwości	10 Hz	10 Hz	10 Hz
Zapamiętanie częstotliwości	100	100	100
Moc wyjściowa nadajnika	100 W CW 150 W PEP	400 W PEP i CW	1 000 W PEP i CW
Poziomy mocy wyj. nadajnika	brak szczegółowych danych		1 000 W 250 W 100 W
Czułość odbiornika	- 0,4 μ V dla A1A; - 1,5 μ V dla pozostałych emisji		- 0,3 μ V dla A1A - 1,5 μ V dla pozostałych emisji
Emisje	A1A, J3E, H3E, J7B, J3E, B8E, F1B (FSK, AFSK 50 - 600 bodów)		
Techniki pracy	<ul style="list-style-type: none"> - ALIS - automatic link setup; - ISB modem; - ARQ - automatic repeat request (2 700 bit/s); - FEC - forward error correction; - FH - frequency hopping 		
Interfejs	RS-232-C poprzez: - PC, - panel sterowania dla sygnałów operacyjnych		
Temp. pracy	-25 -+ 55 C	-25 -+ 55 C	brak danych
Zasilanie	19 - 31 V max 550 VA	19 - 31 V 1800 VA	brak danych
Wymiary [mm]	brak danych		
Ciężar	brak danych		

Źródło: własne opracowanie zestawienia na podstawie rozproszonych materiałów reklamowych uzyskanych dzięki uprzejmości przedstawiciela firmy R&S – J. Millera

Tabela 30. Komparacja radiostacji lotniczych 100, 200 i 400 firmy R & S

Seria radiostacji	Seria 100	Seria 200	Seria 400
Typ radiostacji	XU100	EU230 - 231, GT 231 SU220 - 221, XU220 - 221, SU250 - 251, XU250-251,	XT452U (XU452U + XD432U)
Zakres częstotliwości	118-137 MHz	118 - 144 MHz 225 - 400 MHz	100 - 163 MHz 225 - 400 MHz
Odstęp częstotliwości	25 kHz	25 kHz 8,33 kHz	25 kHz 8,33 kHz oraz 75 kHz dla HQ
Kanały ratunkowe	brak danych	brak danych	243 MHz - 2,5 μ V
Ilość programowanych częstotliwości	20	8 VHF - pojedynczych lub multkanałowych 8 UHF- pojedynczych lub multkanałowych Zasada „8 w 1”	100 simpleks (50 semi-dupleks) 100 sieci ECCM 100 kanałów skanowanych
Rodzaje modulacji	A3E	A3E F3E	A3E - F3E - FSK- FSK/MSK
Bezpieczne rodzaje pracy	brak danych	brak danych	TRANSEC / COMSEC , HACE QUICK ECCM , SECOS ECCM
Czułość toru odbiorczego	2,0 μ V	1,5 μ V 238-248 MHz: 3,7 μ V	<u>AM</u> : VHF - 1,5 μ V; UHF - 1,8 μ V <u>FM</u> : VHF - 1,2 μ V; UHF -- 1,5 μ V
Moc wyjściowa toru nadawczego	XU105 - 5 W XU110 - 10 W XU120 - 20 W	<u>VHF</u> : 25 lub 50 W <u>UHF</u> : 30 W <u>Z VU210L</u> : VHF AM - 100 W, FM - 150 W <u>Z VU220L</u> : VHF AM - 200 W, FM - 300 W	<u>VHF</u> : AM - 50 W; FM - 75 W <u>UHF</u> : AM - 30 W; FM - 45 W <u>z PA IZ450 - UHF FM</u> : 100 W
Zasilanie	XU105 -13,5 /28 V	17 - 30 V	22 - 31 V
Wymiary	Standard 19”	Według standardu 19”	Według standardu 19”
Temp. pracy	-15 - + 55 C	Brak danych	-20 - +55 C

Zródło: opracowanie własne zestawienia na podstawie materiałów uzyskanych – J. Millera

ZAKOŃCZENIE

Znajomość zasadniczych możliwości urządzeń radiokomunikacyjnych jest niezbędnym warunkiem właściwego planowania i organizowania sieci telekomunikacyjnych.

Szczególnie istotne w tym zakresie jest właściwe zrozumienie zasad rządzących funkcjonowaniem urządzeń radiokomunikacyjnych w ramach różnego typu sieci telekomunikacyjnych.

O ile funkcjonowanie urządzeń cyfrowych jest w pełni zautomatyzowane, to w perspektywie kilku, kilkunastu lat należy się liczyć z potrzebą współpracy urządzeń analogowych i cyfrowych w ramach jednej sieci radiowej.

Generuje to wymaganie znajomości podstawowych możliwości (a w tym podstawowych danych techniczno-eksploatacyjnych) urządzeń radiokomunikacyjnych pozwalającej właściwie konfigurować sieci o charakterze analogowo-cyfrowym.

Przedstawiona krótka analiza radiostacji pola walki powinna stanowić merytoryczny przyczynek do właściwego planowania sieci radiowych pola walki.

WYKAZ LITERATURY:

1. Czajkowski J., Światowy morski system łączności alarmowej i bezpieczeństwa GMDSS, Gdańsk 1994
2. Daniluk P., Fiołna Z., Modułacje stosowane w wojskowym sprzęcie łączności, Warszawa 1998
3. HARRIS/RF communications division worldwide, New York 1998
4. HARRIS/RF communications division worldwide, New York 1999
5. HF/VHF/UHF multimission radio communications products and system, New York 1996
6. IEEE Comunnications Magazine, Genewa 1991
7. Konieczny K., Rabiej B., Radiodostęp pola walki, Warszawa 1997
8. Kwiatosz J., Zastosowanie TDMA w systemie kierowania środkami walki. Materiały Wojskowej Konferencji Telekomunikacji i Informatyki, Zegrze 1998
9. L. Latoś, Wybrane problemy procesów automatyzacji transmisji danych w łączach krótkofalowych, Materiały WIŁ
10. Michniak J., Podstawy teorii kierowania polowymi systemami łączności wojsk lądowych, Rozprawa habilitacyjna, Warszawa 1997
11. Michniak J., Założenia operacyjno-taktyczne na rodzinę radiostacji pola walki, Warszawa 1996
12. Radio communications in the digital age, HF technology, New York 1996
13. Radiostacje państw NATO, Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 4/1987
14. Regulamin Działań Wojsk Lądowych, Warszawa 1999
15. Regulamin polowy sił lądowych Stanów Zjednoczonych FM-100-5, Warszawa 1979
16. Regulamin polowy FM 11-43, czerwiec 1995
17. Regulamin polowy FM 11-53. Combat Net Radios, czerwiec 2000
18. Rohde & Scharz – The World of Radio Communications, Monachium 1999
19. Rohde & Scharz – Sound and TV Broadcasting, Monachium 1999
20. Środki łączności armii państw NATO, Wojskowy Przegląd Zagraniczny nr 5/1988
21. Thomson Radiocommunications Book, Paryż 1996

ZAŁĄCZNIKI:

	Str.
ZAŁĄCZNIK 1. OZNACZENIE EMISJI RADIOWYCH	86
ZAŁĄCZNIK 2. WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE RADIOSTACJI POŁA WALKI	90

ZAŁĄCZNIKI:

	Str.
ZAŁĄCZNIK 1. OZNACZENIE EMISJI RADIOWYCH	86
ZAŁĄCZNIK 2. WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE RADIOSTACJI POŁA WALKI	90

OZNACZENIE EMISJI RADIOWYCH

Rodzaj emisji radiowej jest oznaczany za pomocą trzech lub czterech podstawowych symboli. Do niedawna oznaczano emisje dwoma lub trzema symbolami. Aktualne oznaczenia emisji radiowych przedstawiają się następująco:

1. PIERWSZA LITERA - rodzaj modulacji głównej fali nośnej

N - emisja niemodulowanej fali nośnej

a) emisja, w której główna fala nośna jest modulowana amplitudowo i przypadki z podnośnymi modulowanymi kątowno:

A - podwójna wstęga boczna, pełna fala nośna;

H - pojedyncza wstęga boczna, pełna fala nośna;

R - pojedyncza wstęga boczna, przytłumiona fala nośna /do 75 %/ lub zmienny poziom fali nośnej;

J - pojedyncza wstęga boczna, stłumiona wstęga boczna /do 5 %/;

B - niezależne wstęgi boczne;

C - szczątkowa wstęga boczna.

b) emisja, w której główna fala nośna jest modulowana kątowno:

F - modulacja częstotliwościowa;

C - modulacja kątowna /okresowe zaniki jednej ze wstęg bocznych/.

c) emisja, w której główna fala nośna jest modulowana amplitudowo i kątowno jednocześnie lub w ustalonej kolejności - D;

d) emisje ciągów impulsów:

P - niemodulowanych /lub dowolność niemodulowanych/;

K - modulowanych amplitudowo;

L - modulowanych szerokością /czasem trwania /;

M - modulowanych położeniem /fazy/;

Q - fala nośna modulowana kątowno w okresie trwania impulsów;

V - kombinacje wyżej wymienionych lub wytwarzane inaczej.

e) wypadki nie wymienione, w których fala nośna jest modulowana dwoma lub więcej sposobami/ amplitudowo, kątowno, impulsowo, jednocześnie lub w zadanej kolejności - W;

f) wypadki nie uwzględnione wyżej - X.

2. DRUGI SYMBOL - charakter sygnału modulującego główną fale nośną:

0 - brak sygnału modulującego,

1 - jeden kanał z informacją cyfrową lub skwantowaną bez modulacji podnośnej,

2 - jeden kanał z informacją cyfrową lub skwantowaną z modulacją podnośną,

3 - jeden kanał z informacją analogową,

7 - dwa lub więcej kanałów z informacją cyfrową lub skwantowaną,

8 - dwa lub więcej kanałów z informacją analogową,

9 - jeden i więcej kanałów z informacją cyfrową, skwantowaną i jeden lub więcej z analogową,

X - wypadki nie uwzględnione wyżej.

3. TRZECI SYMBOL - rodzaj przesyłanej informacji:

N - bez modulacji,

A - telegraficzna dla odbioru słuchowego,

B - telegraficzna do odbioru automatycznego,

C - telekopia (faksymilie),

D - transmisja danych, telemetria, telesterowanie,

E - telefonia /radiofonia/,

F - telewizja /tylko sygnał wizji/,

W - kombinacje wyżej wymienionych,

X - wypadki nie uwzględnione wyżej.

4. CZWARTY SYMBOL /NIEKONIECZNY/ - szerokość zajmowanego pasma:

H - pasmo o szerokości - 0,001 Hz...999 Hz,

K - pasmo o szerokości - 1 kHz...999 kHz,

M - pasmo o szerokości - 1 MHz...999 MHz,

G - pasmo o szerokości - 1 GHz...999 GHz.

Przykłady pełnych oznaczeń emisji radiowych:

0,002 Hz = H002,

180,4 kHz = 180K,

2 MHz = 2M00,

6 kHz = 6K00,

180,5 kHz = 181K

10 MHz = 10M0,

2,4 kHz = 2K40,

1,25 MHz = 1M25,

202 MHz = 202M

Przykłady oznaczenia emisji różnego typu:

NON - ciągła fala nośna,

A1A - telegrafia nietonowana do odbioru słuchowego,

A1B - telegrafia nietonowana do odbioru automatycznego,

A2A - telegrafia tonowana do odbioru słuchowego,

A2B - telegrafia tonowana do odbioru automatycznego,

A2C - telekopia (faksymilie) z modulacją amplitudy podnośnej,

A3C - telekopia (faksymilie) z modulacją amplitudy,

A3E - telefonia jednokanałowa, dwuwstęgowa z modulacją amplitudy,

A3F - telewizja (sygnał wizyjny) dwuwstęgowa z modulacją amplitudy,

B3E/J/ - modulacja amplitudy z dwoma wstęgami bocznymi i z wytłumioną falą nośną,

B3E/H/ - modulacja amplitudy z dwoma wstęgami bocznymi i z prawie pełną falą nośną,

B3E/R/ - modulacja amplitudy z dwoma wstęgami bocznymi i z przytłumioną falą nośną,

B8E/J/ - modulacja jednowstęgowa, dwukanałowa i z wytłumioną falą nośną,

B8E/R/ - modulacja jednowstęgowa, dwukanałowa i z przytłumioną falą nośną,

H2A - telegrafia tonowana jednowstęgowa do odbioru słuchowego z pełną falą nośną,

H2C - telekopia (faksymilie) jednowstęgowa z modulacją podnośnej i pełną falą nośną,

H3E - jednowstęgowa modulacja amplitudy z pełną wstęgą boczną,
F1A - telegrafia z manipulacją częstotliwości do odbioru słuchowego,
F1A-250 - telegrafia z manipulacją częstotliwości do odbioru słuchowego, przesuw -
250Hz,
F1A-500 - telegrafia z manipulacją częstotliwości do odbioru słuchowego, przesuw -
500Hz,
F1B - telegrafia z manipulacją częstotliwości do odbioru automatycznego,
F1C - telekopia z manipulacją częstotliwości,
F7A - telegrafia dwukanałowa z manipulacją częstotliwości do odbioru słuchowego,
F7B - telegrafia dwukanałowa z manipulacją częstotliwości do odbioru
automatycznego,
F7W - telegrafia dwukanałowa z manipulacją częstotliwości do odbioru
automatycznego w jednym i słuchowego w drugim kanale,
F3E - jednokanałowa telefonia z modulacją częstotliwości,
F3F - telewizja z modulacją częstotliwości,
F3C - telekopia z modulacją częstotliwości,
G3E - telefonia z modulacją fazy,
J2B - telegrafia tonowana, jednowstęgowa do odbioru automatycznego z wytłumioną
falą nośną,
J7B - wielokanałowa, jednowstęgowa telegrafia tonowana do odbioru automatycznego
z wytłumioną falą nośną,
J3E - jednowstęgowa modulacja amplitudy z wytłumioną wstęgą boczną,
R3E - jednowstęgowa modulacja amplitudy z przytłumioną wstęgą boczną,
C3F - telewizja ze szczątkową wstęgą boczną,
K3E - telefonia z modulacją amplitudy impulsu,
L3E - telefonia z modulacją szerokości impulsu,
M3E - telefonia z modulacją fazy impulsu.

ZAŁĄCZNIK 2.

WYMAGANIA OGÓLNE DOTYCZĄCE RADIOSTACJI POLA WALKI

a) Wymagania w obszarze wykorzystywanych częstotliwości powinny uwzględnić następujące podzakresy współpracy:

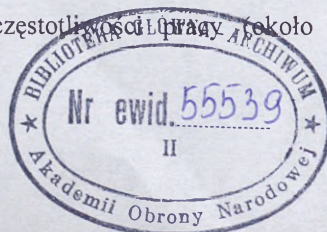
- 30 - 87,975 MHz – dla „tactical VHF/FM”;
- 108 - 118 MHz – dla VOR stacji;
- 118 - 136 MHz – dla cywilnych służb lotniczych;
- 136 - 137 MHz – dla służb satelitarnych;
- 136 - 156 MHz – dla pracy radiotelefonów cywilnych;
- 156 - 166 MHz – dla służb morskich;
- 166 - 174 MHz – dla radiotelefonów cywilnych;
- 220 - 400 MHz – jako lotnicze pasmo decymetrowe oraz satelitarne TACSAT;
- 400 - 470 MHz – dla radiotelefonów lokalnego zasięgu.

b) Zabezpieczenie informacji przesyłanej przez środki łączności radiowej przed podsłuchem powinno być realizowane poprzez:

- kodowanie informacji w postaci cyfrowej (przesyłanej mowy i danych);
- stosowanie dużej szybkości transmisji (16 kbit/s dla mowy, 9600 bit/s dla danych);
- stosowanie znacznej ilości kluczy utajniających o dużym okresie powtarzania (do 9000 lat);
- okresowe sprawdzanie tożsamości korespondentów (kontrola odbieranego czasu operacyjnego).

c) Zabezpieczenie transmisji środków łączności radiowej powinno być realizowane przy pomocy następujących przedsięwzięć:

- transmisji skakania częstotliwości (FH);
- rozproszenia sygnału metodą DS (Direkt Sequence) oraz metodą hybrydową (FH+DS);
- losowości algorytmu zmian częstotliwości wymuszona ciągiem pseudolosowym;
- kompresji sygnału mowy i danych cyfrowych (poprzez transmisję w kanale radiowym 16 kbit/s);
- przerwy w transmisji na zmianę częstotliwości pracy (około 10 % czasu transmisji).



PUBLIKACJE AKADEMII OBRONY NARODOWEJ

do nabycia w Wydziale Wydawniczym AON
al. gen. A. Chruściela 103, bl. 2
00-910 Warszawa, tel./faks 681 37 52

- H. Binkowski, A. Ciupiński – Polityka obronna i siły zbrojne partnerów Polski z Grupy Wyszehradzkiej
- R. Bojarski – Operacja obronna
- R. Bojarski – Główne problemy działań operacyjnych
- J. Brzozowski – Metodyka zajęć grupowych
- A. Bujak – Praca w terenie na szczeblach taktycznych według standardów NATO
- M. Cieślarczyk, P. Krawczyk, Z. Korulczyk – Poradnik metodyczny autorów prac kwalifikacyjnych
- A. Ciupiński, R. Białoskórski – Wczesne ostrzeżenie i zapobieganie współczesnym konfliktom zbrojnym w strategii Sojuszu Północnoatlantyckiego
- J. Czaja – Stolica apostołska wobec integracji europejskiej
- A. Dawidczyk – Nowe wyzwania, zagrożenia i szanse dla bezpieczeństwa Polski u progu XXI w.
- W. Drażczyk – Logistyka sił powietrznych w działaniach wielonarodowych
- Działania (operacje) połączone. Materiały z konferencji naukowej
- M. Gąska – Kompetencje organów władzy wykonawczej w dziedzinie obronności państwa i sił zbrojnych
- M. Gąska, A. Ciupiński – Międzynarodowe prawo humanitarne
- M. Gąska – Obronność w aktach prawnych RP
- J. Gołowała – Lotnictwo XXI wieku
- J. Groskrej – Antropologiczne i aksjologiczne aspekty edukacji oficerów
- J. Groskrej – Nauczyciel w edukacji. Funkcje – kompetencje – koncepcje kształcenia
- J. Halik – Metodyka opracowania pracy magisterskiej i studyjnej
- H. Herman – Działania specjalne w wojnach i konfliktach zbrojnych po II wojnie światowej
- M. Huzarski (red.) – Taktyka ogólna wojsk lądowych
- K. Jąłoszyński – Terroryzm antyizraelski
- K. Jąłoszyński – Terroryzm czy terror kryminalny w Polsce?
- K. Jąłoszyński – Zagrożenie terroryzmem w wybranych krajach Europy Zachodniej oraz w Stanach Zjednoczonych
- J. Janczak – Zakłócanie informacyjne
- T. Jemiolo – Globalizacja. Szanse i zagrożenia
- T. Jemiolo, K. Malak (red.) – Bezpieczeństwo zewnętrzne Rzeczypospolitej Polskiej
- A. Józwiak, Cz. Marcinkowski – Wybrane problemy współczesnych operacji pokojowych
- L. Kanarski, P. Gawliczek – Przywództwo w armiach NATO
- L. Kanarski, B. Rokicki (red.) – Teoria i praktyka przywództwa wobec wyzwań edukacyjnych
- J. Kardas, K. Loranty – Wybrane problemy bezpieczeństwa i obronności państwa w opiniach pracowników administracji publicznej
- J. Kardas – Edukacja kadr administracji publicznej na Wyższych Kursach Obronnych
- Cz. Kącki – Izrael. Jego wpływ na rozwój sytuacji w regionie Bliskiego Wschodu
- W. Kitter (red.) – Obrona cywilna (niemilitarna) w obronie narodowej III RP
- W. Kitter – Obrona narodowa III RP. Pojęcie. Organizacja. System (rozprawa habilitacyjna)
- Z. Klawitter – Wybrane aspekty systemu dowodzenia brygady zmechanizowanej (pancernej) w działaniach taktycznych
- T. Kochański – Logistyka międzynarodowa
- S. Korzeniowski – Żandarmeria wojskowa
- M. Koziński – Umowa offsetowa i inne formy udziału państwa w międzynarodowym obrocie gospodarczym
- M. Kozub – Lotnictwo w operacjach łączonych
- M. Kozub – Lotnictwo w bojowym poszukiwaniu i ratownictwie
- J. Kręcikij – Metodyka pracy sekcji dowodzenia stanowiska dowodzenia oddziału i związku taktycznego
- R. Kwecka – Informacja w walce zbrojnej
- L. Łukaszyk – Europejskie prawo pokoju i bezpieczeństwa
- T. Majewski – Ankieta i wywiad w badaniach wojskowych
- J. Marczak (red.) – Samoorganizacja społeczeństwa na rzecz bezpieczeństwa powszechnego.
Samoobrona powszechna III RP
- Z. Maślak, K. Kozłowski, P. Krawczyk – Podstawy użycia lotnictwa myśliwskiego
- Z. Maślak (oprac.) – Informacje w obronie powietrznej – potrzeby, wymagania, zagrożenia. Materiały z sympozjum naukowego
- W. Michalak – Dominacja z powietrza

- J. Michniak (red.) – Projektowanie struktury organizacyjnej dowództwa brygady zmechanizowanej (pancernej)
- G. Nowacki – Informacja w walce zbrojnej. Materiały z sympozjum naukowego
- G. Nowacki – Strategiczne siły jądrowe wybranych państw
- G. Nowacki – Rozpoznanie satelitarne USA i Federacji Rosyjskiej
- E. Nowak – Gospodarowanie zasobami majątkowymi
- I. Nowak – Wybrane problemy historii polskiej techniki wojskowej XX wieku. Sprzęt i środki wojsk chemicznych
- M. Obrusiewicz – Wielonarodowe połączone siły zadaniowe CJTF
- J. Pawłowski, A. Ciupiński (red.) – Umiejętności międzynarodowy konflikt wewnętrzny
- J. Placzek – Ewolucja polskiej myśli obronno-ekonomicznej w latach 1976–2000
- J. Placzek (red.) – Gospodarka obronna Polski w końcu lat dziewięćdziesiątych. Szanse i zagrożenia
- A. Polak – Wybrane zagadnienia obrony wybrzeża w Polsce (1920–2002)
- Prawo w stosunkach międzynarodowych. Wybór dokumentów (praca zbiorowa)
- K. Przeworski – Ewakuacja jako sposób ochrony ludności
- A. Radomski – Zagrożenie śmigłowcowe dywizji zmechanizowanej
- S. Sadowski – Podstawowe zagadnienia teorii walki zbrojnej
- P. Sienkiewicz – 5 wykładów
- A. Skrabacz – Kobiety w obronie narodowej Polski u progu XXI w.
- Z. Skwarek – Powietrzne systemy wczesnego wykrywania i powiadamiania
- K. Słaboń – Sytuacja jeńców wojennych w konflikcie iracko-irańskim (1980–1988)
- J. Słowik – Dowodzenie brygadą zmechanizowaną (pancerną) w natarciu
- Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego (praca zbiorowa)
- Słownik terminów z zakresu psychologii (praca zbiorowa)
- M. Soloducha, P. Malinowski – Użycie artylerii w szczególnych rodzajach działań bojowych
- H. Spustek – Wybrane zagadnienia badań operacyjnych i modelowania liniowego
- Z. Stachowiak – Metodyka i metodologia pisania prac kwalifikacyjnych (licencjackich, magisterskich i podyplomowych)
- R. Stępień (red.) – Edukacja w wyższych szkołach wojskowych
- M. Strzoda, N. Prusiński – System dowodzenia. Terminologia. Część I
- R. Szpyra – Powietrzna sztuka operacyjna wybranych państw
- B. Szulc, T. Majewski (red.) – Rozwój kompetencji kierowniczych. Pomiar motywacji studentów i absolwentów AON do rozwoju kompetencji kierowniczych
- E.A. Wesółowska, A. Szerauc (red.) – Patriotyzm – Obronność – Bezpieczeństwo
- J. Wolejszo, Z. Fiołna – Dowodzenie brygadą zmechanizowaną (pancerną) w obronie
- J. Wolejszo – Wybrane aspekty projektowania struktury organizacyjnej zespołu dowodzenia stanowiska dowodzenia brygady zmechanizowanej
- Wojsko wobec polskiego października'56. Rezolucje, uchwały, listy (wybór, wstęp i opracowanie: E. J. Nalepa)
- J. Wojtasik (red.) – Studia z dziejów polskiej techniki wojskowej od XVI do XX wieku
- E. Zablocki – Współczesne siły powietrzne
- S. Zalewski – Służby specjalne w państwie demokratycznym
- W. Zawadzki, T. Majewski, N. Prusiński – Informacyjne uwarunkowania procesu decyzyjnego
- B. Zdrodowski, M. Marszałek – Operacje pozawojenne sił powietrznych
- J. Zieliński (red.) – Podstawowe założenia dydaktyki sztuki operacyjnej
- J. Zuziak – Dzieje Instytutu Józefa Piłsudskiego w Londynie 1947–1997

Zamówienia przyjmujemy telefonicznie lub pisemnie
