

<sup>48</sup>  
**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**  
im. generała broni Karola Świerczewskiego

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH  
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI



~~XXXXXXXXXX~~  
~~XXXXXXXXXX~~

Egz. Nr ..... 1

Tylko dla wykładowców

**KONSPEKT**  
do przeprowadzenia wykładu na temat:  
**DOBÓR CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH  
I WYKORZYSTANIE ANTEN RADIOSTACJI  
W NATARCIU PUŁKU I DYWIZJI**



~~XXXXXX~~ 47379



<sup>48</sup>  
**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP**  
**im. generała broni Karola Świerczewskiego**

**WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH**  
**KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI**

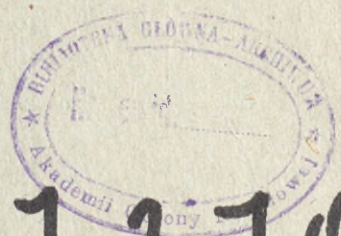


~~\_\_\_\_\_~~  
~~\_\_\_\_\_~~  
~~\_\_\_\_\_~~

Egz. Nr ..... 1

Tylko dla wykładowców

**KONSPEKT**  
do przeprowadzenia wykładu na temat:  
**DOBÓR CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH**  
**I WYKORZYSTANIE ANTEN RADIOSTACJI**  
**W NATARCIU PUŁKU I DYWIZJI**



~~\_\_\_\_\_~~ 47379

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP  
im. gen. broni K. Świerczewskiego

JAWNE

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH  
KATEDRA TAKTYKI WOJSK ŁĄCZNOŚCI

PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 54305

~~SECRET~~  
~~SECRET~~

PCU 1111

Egz.nr.....1

"ZATWIERDZAM"  
SZEF KATEDRY TWŁ



płk mgr inż. K. PATKOWSKI

Tylko dla wykładowców

PRZEKLASYFIKOWANO

Protokół Nr 12657



K O N S P E K T

do przeprowadzenia wykładu na temat :

DOBÓR CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH I WYKORZYSTANIE ANTEN  
RADIOSTACJI W NATARCIU PUŁKU I DYWIZJI

TEMAT : DOBÓR CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH I WYKORZYSTANIE ANTEN  
RADIOSTACJI W NATARCIU PUŁKU I DYWIZJI.

- CEL :
1. Pogłębić wiadomości słuchaczy z zakresu:
    - rozprzestrzeniania się fal radiowych;
    - czynników wpływających na rozprzestrzenianie się fal radiowych;
    - zasad rozmieszczania środków radiowych na polowych WE;
    - wykorzystania anten radiostacji i urządzeń radiowych.
  2. Zapoznać z zasadami i potrzebami doboru częstotliwości

METODA : Wykład

CZAS : 2 godziny lekcyjne

POMOCE SZKOLENIOWE : Schematy, diapozytywy, rzutnik światła dzien-  
nego "Lech".

#### ZAGADNIENIA SZKOLENIOWE I PODZIAŁ CZASU

Wprowadzenie do zajęcia .....	3'
I. Rozprzestrzenianie się fal radiowych oraz czyn- niki wpływające na rozprzestrzenianie się fal radiowych .....	25'
II. Zasady doboru częstotliwości radiowych .....	40'
III. Wykorzystanie anten radiostacji i urządzeń radiowych .....	20'
Podsumowanie zajęcia .....	2'
	<hr/>
	Razem 90'

#### PRZEBIEG ZAJĘCIA

- Wprowadzenie do zajęć ..... 3'
- podać temat i cel zajęć;
  - podać rozpatrywane zagadnienia, kolejność ich omawiania oraz sposób przeprowadzenia zajęcia.

I. ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ FAL RADIOWYCH ORAZ CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE  
=====

NA ROZPRZESTRZENIANIE SIĘ FAL RADIOWYCH .....25`  
=====

Łączność radiowa jest podstawowym rodzajem łączności na szczeblach taktycznych.

Realizacja przesyłania wiadomości na odległość drogą radiową odbywa się poprzez promieniowanie fal elektromagnetycznych /radiowych/ od urządzenia nadawczego /nadajnika/ do urządzenia odbiorczego /odbiornika/ przy wykorzystaniu odpowiednio anten nadawczych i odbiorczych.

Fala elektromagnetyczna /radiowa/ jest to zmienne pole elektryczne i magnetyczne rozprzestrzeniające się w postaci drgań elektromagnetycznych w środowisku otaczającym źródło tego promieniowania. Prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej równa się w przybliżeniu prędkości rozchodzenia się światła i wynosi:

$$c = 2,99786 \cdot 10^8 \text{ m/sek}$$

Do obliczeń praktycznych przyjmuje się:

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sek} \text{ lub}$$

$$c = 300\,000 \text{ km/sek}$$

Wielkość ta pozwala na określenie współzależności pomiędzy promieniowaną częstotliwością i długością fali. Współzależność ta jest następująca:

$$\lambda \text{ /m/} = \frac{c \text{ /km/sek/}}{f \text{ /KHz/}} = \frac{300}{f \text{ /MHz/}}$$

Fale elektromagnetyczne rozprzestrzeniają się w atmosferze ziemskiej. Rozprzestrzeniając się w atmosferze są one częściowo pochłaniane, a poza tym ulegają zjawisku odbicia, rozproszenia, dyfrakcji i refrakcji. Zjawiska te powodują zmniejszenie /najczęściej/ lub wzrost natężenia pola elektromagnetycznego w punkcie odbioru.

Atmosfera ziemiska składa się z różnego rodzaju gazów i stanowi powłokę Ziemi. W zakresie nas interesującym można ją podzielić na następujące podstawowe warstwy :

- troposferę/najgęstsza powłokę Ziemi/ sięgającą nad równikiem do wysokości 16 - 18 km /w szerokościach umiarkowanych do wysokości 10 - 12 km/;
- stratosferę, która sięga wysokości 60 - 80 km;
- jonosferę, znajdującą się powyżej stratosfery i sięgającą wysokości rzędu 500 i więcej km. Jest to najbardziej rozrzedzona powłoka gazów i charakteryzuje się obecnością ogromnej liczby naładowanych elektrycznie cząstek - elektronów i jonów, powstających w wyniku rozszczepiania /jonizacji/ obojętnych cząstek powietrza.

Jonosfera charakteryzuje się istnieniem kilku obszarów/warstw/ maksymalnej jonizacji . Na wysokości 60 - 90 km w ciągu dnia występuje warstwa D, która z nadejściem zmroku na skutek szybko zachodzącej rekombinacji /dejonizacji/ zanika. Powyżej leży warstwa E, mająca maksimum gęstości elektronowej na wysokości 110 - 130 km. Jeszcze wyżej znajduje się warstwa F, która w porze letniej i w dzień, dzieli się na dwie warstwy  $F_1$  i  $F_2$ . Warstwa  $F_1$  ma maksimum gęstości elektronowej na wysokości rzędu 200 - 230 km, zaś warstwa  $F_2$  na wysokości rzędu 350 km.

Obok wymienionych "regularnych" obszarów jonosfery, niekiedy na wysokości 95 - 125 km tworzy się warstwa sporadyczna/ $E_2$ /, której gęstość elektronowa jest kilkakrotnie wyższa niż w obszarze E. Warstwa ta występuje w średnich szerokościach geograficznych głównie latem i w dzień.

Na charakter rozprzestrzeniania się fal radiowych zasadniczy wpływ wywierają :

- powierzchnia Ziemi;
- troposfera;

- jonosfera.

Dlatego też fale radiowe mogą rozprzestrzeniać się jako:

- fale przyziemne /powierzchniowe/;
- fale przestrzenne /jonosferyczne/;
- fale rozproszone / troposferyczne/.

Fale przyziemne /powierzchniowe/ - są to fale radiowe dochodzące się w bezpośrednim sąsiedztwie Ziemi i częściowo uginające się wokół niej na skutek dyfrakcji /uginania/ i refrakcji /załamania/

W zależności od ukształtowania i pokrycia terenu, fale przyziemne ulegają znacznemu tłumieniu. Zwiększenie strat energii powstaje w skutek uginania się fali na wzgórzach i nierównościach terenu /dyfrakcji/ oraz częściowego załamania /zakrzywienia/ toru propagacji fal /refrakcji/. Poważne tłumienie fal radiowych przyziemnych powodują lasy, przy czym las liściasty może spowodować latem blisko dwukrotne zwiększenie tłumienności. Również powłoka Ziemi w zależności od długości fali, zachowuje się jako przewodnik przy falach dłuższych od :

$$\lambda > 400 \text{ m}$$

półprzewodnik przy falach zawartych w przedziale

$$4 \text{ m} < \lambda < 400 \text{ m}$$

i dielektryk przy falach

$$\lambda < 4 \text{ m}.$$

Różne tłumienności wnoszą również woda morska i woda słodka w rzekach i jeziorach. Woda morska dzięki swemu zasoleniu odznacza się bardzo dobrą przewodnością, natomiast woda słodka zalicza się do środowisk najgorzej przewodzących i o dużej tłumienności.

Fale przestrzenne /jonosferyczne/ są to fale radiowe dochodzące do punktu odbioru za pośrednictwem jonosfery, dzięki zjawisku refrakcji jonosferycznej. Zasięg fali jonosferycznej zależy od stanu jonosfery i od kąta padania fali na warstwę jonosferyczną.

Zjawisko to polega na tym, że przy wejściu fali radiowej do jonosfery pod pewnym kątem, wyżej położona część fali zmienia kąt nachylenia w stosunku do powierzchni Ziemi. Spowodowane jest to wzrostem gęstości elektronowej wraz ze wzrostem wysokości. Dlatego też na pewnej wysokości czoło fali radiowej może się ugiąć do tego stopnia, że fala powraca na Ziemię /jest to zjawisko odbicia od jonosfery/.

Zakrzywienie toru fali radiowej w jonosferze jest tym większe im bardziej wzrasta gęstość elektronowa /wysokość warstwy/ oraz im mniejsza jest częstotliwość fali.

Można więc stwierdzić, że fale dłuższe /częstotliwości mniejsze/ odbijają się pod większymi kątami niż fale krótsze.

Fale ultrakrótkie /UKF/ w zwykłych warunkach występujących w jonosferze nie są odbijane nawet przy kątach bliskich zero, a przenikają przez jonosferę, doznając przy tym pewnego skrzywienia i wychodzą w przestrzeń kosmiczną.

Rozprzestrzenianiu się fal jonosferycznych towarzyszą również zjawiska "przypadkowe". Zaliczamy do nich zanik sygnału /fading/ i istnienie strefy martwej. Oba zjawiska występują w zakresie fal krótkich.

Zanik sygnału /fading/ najczęściej powodowany jest interferencją /nakładaniem się/ fal radiowych przychodzących różnymi drogami od punktu nadawczego /nadajnika/ do punktu odbiorczego /odbiornika/. Np. w miejscu odbioru często nakładają się na siebie dwie fale, z których jedna na trasie do punktu odbioru uległa jednokrotnemu odbiciu, druga natomiast dwukrotnemu odbiciu od jonosfery i jednokrotnemu odbiciu od Ziemi, lub jedna dochodzi do punktu odbioru jako fala przyziemna, a druga w rezultacie odbicia od jonosfery. W takich przypadkach przy przesunięciu fazowym wynoszącym 180 następuje zanik pola /fading/. Może on trwać od ułamków sekundy do kilkudziesięciu sekund, a nawet więcej.

Należy jednak dodać, że przy braku przesunięcia fazowego, natężenie wypadkowe pola będzie blisko dwukrotnie większe.

Strefa milczenia /martwa/ tworzy się dlatego, że w pewnej odległości od nadajnika poziom natężenia pola fali przyziemnej znacznie maleje, natomiast fala przestrzenna /odbita od jonosfery/ powraca w znacznym oddaleniu od nadajnika. Zjawisko to jest charakterystyczne dla radiostacji R - 118 przy odległościach rzędu 70 - 150 km.

Przy planowaniu łączności radiowej krótkofalowej najistotniejszym elementem jest właściwy dobór częstotliwości roboczych, a w zakresie ultrakrótkofalowym wybór tras łączności. Jeżeli korespondenci radiowi znajdują się w niedalekiej odległości /poniżej 40 - 50 km/, dla radiostacji KF należy wyznaczać najdłuższe fale /najniższe częstotliwości/ i wybierać anteny do pracy z falą przyziemną. Jeżeli odległości są większe, należy planować zapewnienie łączności za pomocą fal przestrzennych w wyniku doboru odpowiednich częstotliwości /najwyższe/ i anten kierunkowych. Jeżeli zachodzi konieczność zapewnienia łączności z korespondentami radiowymi o zmiennych miejscach postoju /odległości ulegają znacznym wahaniom/, wówczas należy planować częstotliwości robocze do pracy na fali przyziemnej i fali przestrzennej.

Fale troposferyczne są to fale radiowe dochodzące do punktu odbioru na skutek rozproszenia ich w troposferze. Zjawisko rozproszenia troposferycznego powstaje w niejednorodnym środowisku, dzięki czemu niewielka część energii pod małymi kątami do początkowego kierunku propagacji rozchodzi się poza granicą bezpośredniej widoczności.

Łączność za pomocą fali troposferycznej jest możliwa wyłącznie w zakresie fal ultrakrótkich. Ponieważ odbiór sygnałów rozproszonych związany jest z dość głębokimi zanikami i charakte-

ryzuje się zniekształceniami sygnałów, szczególnie o wysokim widmie częstotliwości /zmodulowane częstotliwościowo, impulsowo itp/, utrzymanie niezawodnej łączności możliwe jest przy zastosowaniu urządzeń o dużych mocach nadajnika oraz dużych zyskach antenowych nadajnika i odbiornika.

Rozprzestrzenianie się fal radiowych /różnymi drogami/ uzależnione jest od wielu złożonych czynników, które mają bezpośredni lub pośredni wpływ na jakość rozchodzenia się fal, a tym samym na niezawodność łączności. Można wyróżnić 3 zasadnicze grupy:

- czynniki naturalne /obiektywne/;
- czynniki eksploatacyjne;
- czynniki celowe /planowane/.

Każda z tych grup oddziałuje w specyficzny dla siebie sposób, jednak praktycznie nie występują oddzielnie, a wpływają w sposób kompleksowy na organizowane i eksploatowane systemy łączności radiowej.

Do I grupy czynników możemy zaliczyć:

- właściwości budowy atmosfery ziemskiej;
- położenie geograficzne punktów nadajnika i odbiornika /przy dużych odległościach/;
- pory roku i doby;
- wpływ aktywności słonecznej ;
- zakłócenia galaktyczne, atmosferyczne i przemysłowe.

Do II grupy można zaliczyć:

- częstotliwości pracy;
- rodzaje emisji;
- rodzaje i charakterystyki anten.

Do III grupy można zaliczyć:

- wybuchy jądrowe;
- zakłócenia ze strony nieprzyjaciela.

## II. ZASADY DOBORU CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH ..... 40'

=====

Spełnienie wymagań jakie stawia się przed środkami łączności radiowej uzależnione jest przede wszystkim od :

- należytego rozmieszczenia radiostacji /urządzeń radiowych/ na WŁ;
- właściwego doboru częstotliwości pracy;
- zastosowania odpowiednich typów anten.

Należyte rozmieszczenie radiostacji /urządzeń radiowych/ jest jednym z podstawowych warunków zapewnienia niezawodnej łączności. Dotyczy to zarówno rozmieszczenia względem siebie jak i względem innych urządzeń znajdujących się na WŁ.

Podczas wyboru miejsca na rozmieszczenie radiostacji /urządzeń radiowych/ należy min. uwzględnić :

- możliwości ochrony przed zakłóceniami energetycznymi oraz zakłóceniami powodowanymi przez sąsiednie środki radiowe;
- dobre warunki rozwinięcia systemów i urządzeń antenowych;
- dobre możliwości współpracy z innymi elementami WŁ i kompleksowego wykorzystania środków radiowych.

Radiostacje średniej mocy rozmieszcza się poza rejonami SD i WŁ.

Mogą one być rozmieszczane pojedynczo lub w grupach. Z zasady organizuje się 1-3 grupy radiostacji. W skład każdej grupy wchodzi 2-4 radiostacje. Na szczeblu oddziału należy rozmieszczać radiostacje lub grupę radiostacji w odległości 0,5 - 1,5 km, na szczeblu dywizji rozmieszcza się w odległości 1,5 - 3 km. Odległości pomiędzy radiostacjami w grupach nie powinny być mniejsze jak 150 - 200 m, natomiast odległości pomiędzy grupami radiostacji nie mniejsze jak 2-3 km.

Radiostacje małej mocy /przenośne/ i wozy dowodzenia rozmieszcza się bezpośrednio w rejonie SD, w pobliżu stanowiska

pracy osoby funkcyjnej. Miejsca przeznaczone na rozmieszczenie radiostacji przenośnych i wozów dowodzenia powinny zapewnić dobrą jakość pracy i eliminować zakłócenia.

Eliminacja wzajemnych zakłóceń jest możliwa w dużym zakresie dzięki właściwemu doborowi częstotliwości pracy. Dobór częstotliwości posiada szczególne znaczenie podczas organizacji łączności radiowej w warunkach dużego nasycenia środkami łączności punktów dowodzenia i ugrupowania bojowego wojsk oraz przeciwdziałania radioelektronicznego nieprzyjaciela.

W celu właściwego doboru częstotliwości należy kierować się następującymi zasadami:

- określić całość potrzeb częstotliwości dla związku lub oddziału /pododdziału/;
- uwzględnić posiadaną ilość częstotliwości przydzielonych do związku lub oddziału;
- uwzględnić częstotliwości zabronione do wykorzystania przez radiostacje wojskowe;
- uwzględnić częstotliwości zakłócone przez pracujące w sposób ciągły radiostacje dużej mocy;
- uwzględnić ugrupowanie bojowe związku lub oddziału i zmiany jakie mogą nastąpić w toku działań bojowych np. zmiana podporządkowania, przejęcie dowodzenia itp.;
- uwzględnić możliwości powtarzania częstotliwości, szczególnie przez radiostacje małej mocy pracujące w zakresie UKF;
- uwzględnić zasady przydziału częstotliwości dla określonych rodzajów relacji radiowych;

Biorąc za podstawę powyższe zasady dokonuje się przydziału częstotliwości do dyspozycji poszczególnych związków i oddziałów. Częstotliwości przydziela się indywidualnie lub grupami, określając ich przeznaczenie w następującej kolejności:

- dla radiostacji KF średniej mocy;

- dla radiostacji KF małej mocy;
- dla radiostacji UKF średniej mocy;
- dla radiostacji UKF małej mocy.

Podczas przydziału częstotliwości należy brać pod uwagę typ, moc, zakres i siatkę częstotliwości, co jest szczególnie istotne przy powtarzaniu częstotliwości w ramach związku/oddziału/ dla radiostacji UKF małej mocy. Należy również zastrzegać odpowiednie wartości częstotliwości UKF dla radiostacji poszczególnych typów, które zezwala się wykorzystywać tylko w określonych okolicznościach, np. w czasie spotkania z wojskami innych armii, w głębi obrony nieprzyjaciela, walki z okrążonym nieprzyjacielem lub tylko na stykach między związkami taktycznymi. Pozwala to na dokonanie rozdziału częstotliwości stosownie do przyjętego ugrupowania bojowego wojsk i wykonywanych przez nie zadań bojowych oraz gwarantuje stosunkowo najmniejsze prawdopodobieństwo wzajemnych zakłóceń.

Dla zmniejszenia wpływu wzajemnych zakłóceń oprócz przedsięwzięć organizacyjnych /rozmieszczanie radiostacji średniej mocy poza PD/, w zakresie doboru i wyznaczania odpowiednich częstotliwości dla poszczególnych relacji łączności radiowej organizowanych z określonego PD, koniecznym staje się spełnienie następujących wymagań:

- przestrzeganie odpowiednich odstępów pomiędzy wykorzystywanymi częstotliwościami /określonymi instrukcjami/, zarówno pomiędzy różnymi radiostacjami jak i urządzeniami nadawczo odbiorczymi jednej radiostacji;

Uwaga: Zależności pomiędzy częstotliwościami pracy pokazać na schemacie /planszy/.

- niewyznaczanie częstotliwości krotnych między sobą/harmonicznych/ i bliskich częstotliwości pośredniej.

Należy również uwzględnić to, że radiostacje pracujące w zakresie

UKF mogą powodować tylko zakłócenia na falach przyziemnych, natomiast zakresu KF zarówno na falach przyziemnych jak i przestrzennych

Prawdopodobieństwo powstawania wzajemnych zakłóceń na falach przyziemnych jest bezpośrednio uzależnione od skupienia dużej ilości pracujących w pobliżu radiostacji, a w wyniku ograniczonej ilości częstotliwości ich powtarzanie. Najbardziej niekorzystne warunki w tym względzie powstają na kierunkach głównych uderzeń, gdzie ilość różnego rodzaju i typu radiostacji może osiągnąć 50 i więcej na 1 km<sup>2</sup> frontu.

Przydzielając częstotliwości na poszczególne relacje radiowe każdorazowo należy uwzględnić:

- możliwość nastrojenia radiostacji na przydzieloną częstotliwość;
- odległość na jaką ma być zapewniona łączność w danej relacji;
- rodzaj sieci lub kierunku radiowego i konieczność w związku z tym zaplanowania odpowiedniego odstępu częstotliwości pomiędzy falą nadawczą i odbiorczą;
- niezbędne szerokości pasma częstotliwości zajmowane przez stosowane rodzaje emisji i bezpieczne odstępy częstotliwości między nimi z uwzględnieniem ilości kanałów, szybkości telegrafowania itp.

Uwaga : Szerokości pasma częstotliwości - diapozytyw.

- właściwości rozprzestrzeniania się fal radiowych różnych zakresów;
- kolejność przydzielania częstotliwości związkom/oddziałom/ w zależności od ważności wykonywanych przez nie zadań.

Do jednostek, które powinny otrzymać przydział w pierwszej kolejności i pełną potrzebną ich ilość zaliczamy:

- pododdziały wojsk raketowych;
- oddziały /pododdziały/ wojsk OPL;

- związki/oddziały/ ogólnowojskowe działające w składzie głównego zgrupowania uderzeniowego.

Poszczególnym relacjom radiowym /radiostacją/ mogą być przydzielone różne ilości częstotliwości w odpowiednim układzie np:

- jedna robocza i 1-2 zapasowe ;
- jedna robocza i kilka zapasowych ;
- jedna wywoławcza i kilka roboczych ;
- dwie robocze /nadawcza i odbiorcza/;
- dwie robocze /nadawcza i odbiorcza/ i kilka zapasowych ;
- kilka roboczych, zmiennych w ciągu doby lub na podstawie ustalonego grafiku.

Praktycznie dla radiostacji średniej mocy pracujących w sieci radiowej przydziela się jedną roboczą i 1-2 zapasowe. Przydzielone częstotliwości nie powinny powtarzać się w innych danych radiowych aktualnie ważnych. Dla kierunku radiowego:

- a/ simpleksowego /radiostacje KF i UKF małej mocy/ przydziela się jedną częstotliwość roboczą i 1-2 zapasowe;
- b/ duplexowego /radiostacje KF i UKF średniej mocy/ przydziela się po jednej częstotliwości roboczej nadawczej i 1-2 częstotliwości zapasowe. Częstotliwości przydzielone dla każdej radiostacji są częstotliwościami nadawczymi.

Podczas przydziału częstotliwości, mimo uwzględnienia wielu czynników, w praktyce może okazać się, że niektóre częstotliwości /szczególnie w zakresie KF/ będą zakłócane przez dalekie radiostacje dużej mocy lub silnie tłumione w wyniku zmian atmosfery.

Dlatego też, przydział częstotliwości powinien podlegać w trakcie eksploatacji odpowiedniej korekcji. Należy więc podczas planowania systemu łączności radiowej przewidzieć odpowiednie rezerwy częstotliwości niezbędne do wprowadzenia zmian.

Potrzeby częstotliwości roboczych znacznie przekraczają ich posiadaną ilość. Wynika to z jednej strony z ilości relacji

radiowych organizowanych na poszczególnych szczeblach dowodzenia, z drugiej zaś, z możliwości powtarzania się/lub bliskiego położenia/częstotliwości w poszczególnych pasmach różnych typów radiostacji. Na szczeblach taktycznych grosz relacji radiowych zawarty jest w paśmie UKF. W tym zakresie mieści się około 25 - 30 relacji tj. 60-70% ogólnego stanu relacji radiowych organizowanych na szczeblu dywizji i około 13 - 15 relacji tj. 90 - 95% na szczeblu pułku. Przyjmując, że dla relacji UKF małej mocy praktycznie przydziela się jedną częstotliwość roboczą i 1-2 częstotliwości zapasowe, to ogółem potrzeby ~~na szczeblu dywizji~~ wynoszą 50 - 90 częstotliwości na szczeblu dywizji i 26 - 45 na szczeblu pułku. Przyjmując, że w skład dywizji wchodzi cztery pułki /pz,pcz/ to w sumie potrzeba 104 - 180 częstotliwości. <sup>dla pułków i kompanii 154-270</sup> Oprócz potrzeb dla dywizji i pułków ogólnowojskowych należy również uwzględnić potrzeby oddziałów i pododdziałów rodzajów wojsk i służb. Ilość ta jest niestała, ponieważ uzależniona jest od struktury organizacyjnej, niemniej w przybliżeniu wyniesie około 50 - 80 częstotliwości. W sumie dla zapewnienia właściwej pracy systemu łączności radiowej na szczeblu dywizji w zakresie UKF należy przydzielić <sup>209 - 350</sup> 150 - 260 częstotliwości.

W zakresie KF na szczeblu dywizji organizuje się około 7 - 10 relacji, natomiast w pułku 1-2 relacje. W sumie na szczeblu dywizji występuje około 11 - 18 relacji. Przyjmując, że dla relacji KF przydziela się 2 - 3 częstotliwości, to ogółem potrzeby wynoszą 22 - 46 częstotliwości.

W sumie te ilości częstotliwości pomimo, że mieszczą się w różnych zakresach częstotliwości stwarzają duże prawdopodobieństwo powtarzania /lub bliskiego położenia/ w ramach ZT/szczególnie w zakresie UKF na najniższych szczeblach/. Dlatego też, przy doborze częstotliwości należy brać pod uwagę ugrupowanie ZT/oddziału, rozmieszczenie poszczególnych jego elementów oraz moc i zasięg radiostacji.

Jest to jednak problem bardzo skomplikowany, ponieważ ugrupowanie bojowe i rozmieszczenie poszczególnych jego elementów w toku prowadzenia działań bojowych będą się zmieniać, co może spowodować wzajemne zakłócenia.

Prawidłowy dobór częstotliwości może być osiągnięty tylko w warunkach ścisłej centralizacji tego procesu od najwyższego do najniższego szczebla dowodzenia. Dlatego też kategorycznie zabronione jest zajmowanie nie przydzielonych częstotliwości, ponieważ może to doprowadzić do znacznych wzajemnych zakłóceń i pogorszenia, a często nawet całkowitej utraty łączności niekiedy w bardzo ważnych w danym etapie walki relacjach łączności radiowej.

Stosowane dotychczas zasady i sposoby doboru częstotliwości są skomplikowane, pracochłonne i wymagają wnikliwej analizy. Perspektywicznie zakłada się /czynione są już próby/, że dobór częstotliwości oparty będzie o elektroniczną technikę obliczeniową, co w połączeniu z wydrukiem pełnych danych radiowych dla określonego systemu łączności przyniesie duże oszczędności czasu i udogodnienia eksploatacyjne.

### III. WYKORZYSTANIE ANTEN DLA ZABEZPIECZENIA PRACY ŚRODKÓW

=====

RADIOWYCH. .... 20'

=====

Na szczeblach taktycznych występujące anteny w urządzeniach łączności radiowej możemy podzielić pod względem praktycznym według następujących zasadniczych kryteriów:

- a/ według charakterystyki promieniowania;
- b/ według przeznaczenia.

Według charakterystyki promieniowania anteny dzielimy na:

- 1. anteny dookólnego promieniowania/dookólne/.
- 2. anteny kierunkowego promieniowania /kierunkowe/.

Według przeznaczenia anteny dzielimy na:

- 1. anteny nadawcze - do łączności w ruchu;
  - do łączności na postoju.
- 2. anteny odbiorcze - do łączności w ruchu;
  - do łączności na postoju.
- 3. anteny nadawczo - odbiorcze - do łączności w ruchu;
  - do łączności na postoju.

Anteny nadawcze służą do promieniowania pod postacią fal radiowych wytworzonej przez nadajnik energii elektromagnetycznej w określonych kierunkach lub też dookólnie.

Anteny odbiorcze zaś transformują energię fal radiowych na szybkozmienne drgania elektryczne.

Wszystkie anteny posiadają odpowiednią charakterystykę promieniowania. Charakterystyka promieniowania przedstawia moc wypromieniowaną dla dowolnego kąta względem przewodu anteny w stosunku do mocy wypromieniowanej w kierunku największego promieniowania.

Anteny promieniowania dookólnego /prętowa, masztowa, półteleskopowa, skośny promień, typu "T"/ promieniują energię we wszystkich kierunkach

równomiernie. Pionowo w górę anteny te nie promieniują energii. Ze względu na kształt charakterystyki promieniowania w płaszczyźnie pionowej, anteny te są w zasadzie przeznaczone do pracy na fali przyziemnej. Dotyczy to głównie anteny prętowej i półteleskopowej. Nieznaczną kierunkowość w płaszczyźnie pionowej posiada natomiast antena typu "T" /wzdłuż ramion anteny/ oraz antena "skośny promień", której nieznaczna kierunkowość uwidacznia się przy odbiorze fali radiowej z kierunku przeciwnego niż jest ona pochylona.

Anteny kierunkowego promieniowania /dipol symetryczny, promieniowa, fali bieżącej, pionowego promieniowania/ charakteryzują się intensywnym promieniowaniem w określonym kierunku/kierunkach/. Przy czym anteny typu "promieniowa" i "fali bieżącej" posiadają charakterystykę promieniowania zgodną z kierunkiem rozwinięcia przewodu antenowego, natomiast antena "dipol symetryczny" posiada kierunek promieniowania prostopadły do rozwinięcia przewodu antenowego. Antena pionowego promieniowania charakteryzuje się intensywnym promieniowaniem pionowym, pozwalającym uzyskać duże zasięgi łączności na falach troposferycznych. Praktycznie przy pracy na antenie pionowego promieniowania najlepsze warunki łączności są przy ustawieniu pojazdu przodem lub tyłem do korespondenta. Należy podkreślić, że zjawisko to występuje najwyraźniej podczas pracy na odległościach zbliżonych do maksymalnego zasięgu. Antena ta posiada zbliżone zasięgi przy pracy w ruchu i na postoju. Pozostałe anteny charakteryzują się tym, że w ruchu uzyskiwane zasięgi łączności są znacznie mniejsze niż na postoju.

Pogorszenie zasięgu i łączności jest spowodowane zmiennymi warunkami w jakich przemieszcza się pojazd/pożądkowany teren, linie telefoniczne i energetyczne, teren gęsto zabudowany lub zalesiony itp./. Czynniki te w praktyce mogą się sumować, powodując nawet chwilowe zaniki odbioru/szczególnie na granicy zasięgu/.

Praktycznie przy doborze typu anteny do pracy radiostacji należy zawsze brać pod rozwagę faktyczną potrzebę stosowania odpowiedniej anteny, gdyż zwiększenie zasięgu powoduje intensywne namierzanie, zakłócenie i niszczenie radiostacji/urządzeń radiowych/ przez nieprzyjaciela. Dotyczy to w szczególności odległości jakie występują pomiędzy pracującymi radiostacjami na szczeblach taktycznych, które wahają się w granicach kilku - kilkunastu - kilkudziesięciu kilometrów. Dla tych odległości i pracy z zasady w sieciach radiowych najbardziej odpowiednimi antenami są anteny promieniowania dookólnego typu prętowa, masztowa, półteleskopowa, "T"-owa jako anteny nadawcze lub nadawczo - odbiorcze oraz typu skośny promień jako odbiorcza.

Nie należy przy pracy środków radiowych/radiostacji/ w tych samych relacjach stosować anten promieniowania dookólnego i kierunkowych np. anteny typu "dipol symetryczny" i półteleskopowej w radiostacji R - 118, ponieważ charakterystyki promieniowania są różne i nie "pokrywają" przestrzeni pomiędzy pracującymi radiostacjami, a tym samym doprowadza to do znacznego pogorszenia łączności lub całkowitego jej braku.

Dobór anteny uzależniony jest również od posiadanej /przydzielonej/ częstotliwości do pracy. Zależności te są dla radiostacji KF następujące:

1. anteny promieniowania dookólnego są przeznaczone do pracy w dolnym zakresie częstotliwości radiostacji/do kilku MHz.
2. anteny kierunkowego promieniowania przeznaczone są do pracy na częstotliwościach rzędu kilku - kilkunastu MHz. Dotyczy to głównie anten nadawczych, ponieważ anteny odbiorcze mogą być stosowane również dla niższych zakresów częstotliwości.
3. anteny pionowego promieniowania jako anteny nadawczo - odbiorcze przeznaczone są do pracy na częstotliwościach

do kilkunastu MHz.

Każdorazowo jednak, podczas praktycznego rozwijania radiostacji i nawiązywania łączności należy upewnić się na jakich antenach jest lepsza łączność, ponieważ warunki rozprzestrzeniania się fal radiowych zmieniają się w ciągu doby i często tylko poprzez odpowiedni manewr antenami jest możliwa pewna łączność. Z tego też powodu zaleca się rozwijanie, o ile jest to możliwe kilku typów anten i wybieranie odpowiedniej dla założonych potrzeb.

Podsumowanie zajęcia.

- podkreślić ważność przedstawionych zagadnień oraz konieczność dalszego rozszerzania wiadomości z tego zakresu;
- podać materiały traktujące o przedstawionej problematyce.

OPRACOWAŁ

ppłk dypl. W. BRYLIŃSKI

SPRAWDZIŁ

KIEROWNIK ZESPOŁU TAKTYCZNEGO

płk dr J. MACKIEWICZ

Wykonano w 6 egz.

Egz. nr 1-6 B.G.DZ.O.SZ.

Wyk. ppłk W. BRYLIŃSKI

Druk E.B. dn. 6.12.1977r.

Nr Ks. Masz. PF 44/KTWZ

