

**ŠOLA ZA ČASTNIKE  
XIX. GENERACIJA  
ZVEZE**

**Zaključna naloga**

**TAKTIČNA UPORABA RETRANSLACIJSKIH POSTAJ**

**Kandidat: vodnik Jožef Šaruga**

**Mentor: stotnik Robert Mlakar**

Ljubljana, september, 2008

## ***POVZETEK***

V zaključni nalogi, z naslovom Taktična uporaba retranslacijskih postaj, sem predstavil delovanje retranslacijskih postaj. Profesionalni uporabniki radijskih zvez, kot je SV si z uporabo retranslacije zelo poveča domet svoje radijske zveze.

Ključnega pomena pri tem je izbor mikrolokacije, kjer je zelo pomembno kakšno področje bi radi pokrili s signalom ter izurjenost posadke, ki retranslacijsko postajo postavlja.

Namen naloge ni bil podrobno polemizirati o retranslaciji, temveč globalno predstaviti ozadje, razloge, težave in praktično izvedbo.

V sami zaključni nalogi je predstavljeno razširjenje elektromagnetnih valov, specifičnosti širjenja in slabljenja signala. Poudarek je na postavitvi retranslacijsko postaje, vzpostavitvi komuniciranja preko retranslacijsko postaje in taktični uporabi le te.

## ***ABSTRACT***

In my diploma paper with the title Tactical use of retransmission stations, I represented the operation of retransmission stations. The professional radio communication users, such as Slovenian Army, are by using retransmission, increases the range of its radio communication.

Of the key importance is the selection of microcirculation being of vital importance for covering the particular field with the signal and well-training of a team which sets up retransmission station.

The purpose of this diploma paper was not to polemize in details about the retransmission but to represent background, purposes, problems, and a set up.

The diploma paper represents retransmission of electromagnetic waves, specifics of a signal expansion and its weakening. The emphasis is on setting up of retransmission station, establishing communication through retransmission station and tactical usage of it.

## ***KLJUČNE BESEDE:***

Poveljnik posadke, poveljnik oddelka, retranslacija, postavitve retranslacijske postaje, retranslacijska postaja, maskiranje retranslacijske postaje, oskrba retranslacijske postaje, retranslacijski kabel, organizacija dela na retranslacijski postaji, radijska naprava, povečanje dometa signala, elektromagnetno valovanje, upravna postaja, končni uporabnik, elektronsko bojevanje, senčenje anten, dostopnost, mikrolokacija, teren, izvidovanje terena.

## ***KEY WORDS:***

Crew commander, division commander, retransmission, setting up of retransmission station, retransmission station, camouflage of retransmission station, maintenance of retransmission station, retransmission wire rope, organization of work at retransmission station, radio station, range of signal increase, electromagnetic wave motion, operation station, final user, electronic warfare, aerial shading, accessibility, microcirculation, area, area reconnaissance.

# **KAZALO**

**POVZETEK**.....ii

**KLJUČNE BESEDE**.....iii

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. UVOD</b> .....                                    | <b>1</b>  |
| 1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE.....                     | 1         |
| 1.2 NAMEN IN CILJI.....                                 | 1         |
| 1.3 METODE DE LA.....                                   | 1         |
| 1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE.....                     | 2         |
| <b>2. ELEKTROMAGNETNI VALOVI</b> .....                  | <b>3</b>  |
| 2.1 RAZŠIRJANJE ELEKTRO MAGNETNIH VALOV .....           | 4         |
| 2.1.1. Ionosfera.....                                   | 5         |
| 2.1.1.1 Površinski val.....                             | 7         |
| 2.1.1.2 Prostorski val.....                             | 7         |
| 2.2 SLABLJENJE SIGNALA.....                             | 8         |
| 2.3 ŠIRJENJE EMV NA KV PODROČJIH IN SPECIFIČNOSTI.....  | 9         |
| 2.4 ŠIRJENJE EMV NA UKV PODROČJIH IN SPECIFIČNOSTI..... | 9         |
| <b>3. VRSTE VOJAŠKIH ZVEZ</b> .....                     | <b>12</b> |
| 3. 1 RADIJSKA ZVEZA.....                                | 12        |
| 3.2 RADIORELEJNA ZVEZA.....                             | 14        |
| 3.3 ŽIČNA ZVEZA.....                                    | 15        |
| 3.4 KURIRSKA ZVEZA.....                                 | 16        |
| 3.5 OSTALE VRSTE ZVEZ.....                              | 17        |
| <b>4. RETRANSLACIJA</b> .....                           | <b>18</b> |
| 4.1 NAMEN, UPORABA IN ELEMENTI RETPO.....               | 18        |
| 4.2 RETRANSLACIJA Z RC-04.....                          | 19        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.1 Uporaba, namen RC-04 (VHF).....                                     | 19        |
| 4.4.2 Izvedba retranslacije z RC-04.....                                  | 20        |
| 4.3 POSTAVITEV RETRANSLACIJSKE POSTAJE.....                               | 22        |
| 4.3.1 Izvidovanje mikrolokacije.....                                      | 23        |
| 4.3.2 Postopek postavitve retranslacijske postaje.....                    | 24        |
| 4.3.3 Maskiranje RETPO.....   | 25        |
| 4.3.4 Inženirska ureditev RETPO.....                                      | 25        |
| 4.3.5 Načelna shema razmestitve elementov postaje za zvezo na terenu..... | 26        |
| 4.3.6 Organizacija dela na RETPO.....                                     | 26        |
| 4.4 VSPOSTAVITEV KOMUNICIRANJA PREKO RETRANSLACIJE.....                   | 26        |
| <b>5. TAKTIČNA UPORABA RETRANSLACIJSKIH POSTAJ.....</b>                   | <b>28</b> |
| 5.1 UPORABA RETRANSLACIJSKIH POSTAJ.....                                  | 30        |
| 5.2 UPORABA ANTEN PRI RETRANSLACIJI-USMERJENOST ANTEN.....                | 30        |
| 5.3 SENČENJE ANTEN.....   | 31        |
| 5.4 POSTAVLJANJE RETPO V VISOKIH GORAH.....                               | 31        |
| 5.4.1 Sovjetska armada v gorah Afganistana.....                           | 31        |
| 5.4.2 Ameriška armada v gorah Afganistana.....                            | 33        |
| <b>6. ZAKLJUČEK.....</b>  | <b>34</b> |
| <br>  |           |
| <b><i>LITERATURA</i></b> .....  | <b>35</b> |
| <b><i>SEZNAM SLIK</i></b> .....   | <b>36</b> |
| <b><i>SEZNAM TABEL</i></b> .....  | <b>36</b> |
| <b><i>SEZNAM PRILOG</i></b> .....   | <b>36</b> |
| <b><i>UPORABLJENE KRATICE IN OKRAJŠAVE</i></b> .....                      | <b>37</b> |
| <b><i>IZJAVA O AVTORSTU</i></b> .....                                     | <b>40</b> |

## **1. UVOD**

Človek je že od nekdaj uporabljal različne načine, da se je sporazumeval na večje razdalje. Zgodovinska prelomnica pri prenosu informacij na večje razdalje je bila iznajdba telegrafa 1850. S tem je tehnologija s področja elektrotehnike in kasneje elektronike prevzela primat na področju telekomunikacij in ga obdržala do današnjih dni. Z razvojem tehnologije in iznajdbo telefona, so se povečevale tudi kapacitete pretoka podatkov in s tem količine podatkov, ki so jih bili telekomunikacijski sistemi sposobni prenašati.

Telegraf je bil dejansko prvi digitalni telekomunikacijski sistem. Omogočal prenos informacij v obliki podatkov s hitrostjo med 3 bit/s in 15 biti/s. Z odkritjem telefona, ki je bil prvi analogni telekomunikacijski sistem, se je kapaciteta prenosa informacij v obliki govora močno povečala. V primerjavi s telegrafom je telefon omogočal prenos informacij preračunano na podatkovni prenos s hitrostjo 64000 bit/s. V naslednjih letih je šel razvoj prenosa informacij v glavnem v prenos govora.

Druga zgodovinska prelomnica je bila iznajdba radija in s tem možnosti brezžičnega prenosa informacij. Razvoj brezžičnih telekomunikacij je šel po podobni poti kot pred tem razvoj žičnih.

### **1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE**

Za zaključek šolanja na Šoli za častnike sem si izbral zaključno nalogo z naslovom: TAKTIČNA UPORABA RETRANSLACIJSKIH POSTAJ. Za to temo sem se odločil, ker me zanima prenos signala in podatkov v različnih pogojih na bojišču. Zveze predstavljajo v sodobnem svetu neke vrste živčni sistem, od katerega je odvisno nemoteno delovanje vsake sodobne vojske. Brez pravočasnih in kvalitetnih zvez pa je ta sistem ohromljen. Pomembnost organizacije zvez na bojišču bodisi pri ognjeni podpori ali pa pri ognjeni pripravi bojišča za podpirano enoto je lahko ključnega pomena za preživetje na bojišču, saj se je že večkrat zgodilo, da je enota brez zvez ne more imeti uspeha na bojišču.

Retranslacijske postaje se lahko uporabljajo na vseh nivojih poveljevanja in kontrole.

### **1.2 NAMEN IN CILJI**

Namen in cilj naloge je proučiti, kako in kdaj taktično uporabljati retranslacijske postaje.

### **1.3 METODE DELA**

Za mojo nalogo si bom izbral delo z dokumentacijo. Analiza pisnih virov pa mi bo služila za ugotavljanje obstoječega stanja, ki opredeljujejo taktično uporabo retranslacijskih postaj.

## **1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE**

Zaključna naloga je sestavljena iz štiri glavnih delov. V prvem delu je opisano širjenje elektromagnetnih valov, slabljenje signala in širjenje na VHF področjih. Drugi del opisuje vrste vojaških zvez. V tretjem delu bo opisana retranslacija. V četrtem delu bo poudarek na praktični izvedbi z napravo RC-04.

## 2. ELEKTROMAGNETNI VALOVI

Za poznavanje taktične uporabe RETPO je nujno poznavanje širjenja elektromagnetnega valovanja.

Valovi, ki smo jih opazovali na vodi, so ena od oblik prenosa energije. V primeru zvoka potrebujemo zrak kot medij za prenos energije od oddajnika (npr. struna) do sprejemnika (npr. človeško uho). Kot vidimo, take vrste valovanj potrebujejo neko snov, ki služi kot medij za prenos valov. Od sedaj naprej se bomo osredotočili na elektromagnetne (EM) valove. To so valovi, ki za prenos energije ne potrebujejo neke snovi. V praznem prostoru se širijo s hitrostjo svetlobe, 300.000 kilometrov na sekundo. To hitrost obravnavamo kot konstanto in jo označimo s "C". Ob upoštevanju tega dejstva, lahko enačbo za hitrost širjenja EM valovanja napišemo v sledeči obliki:

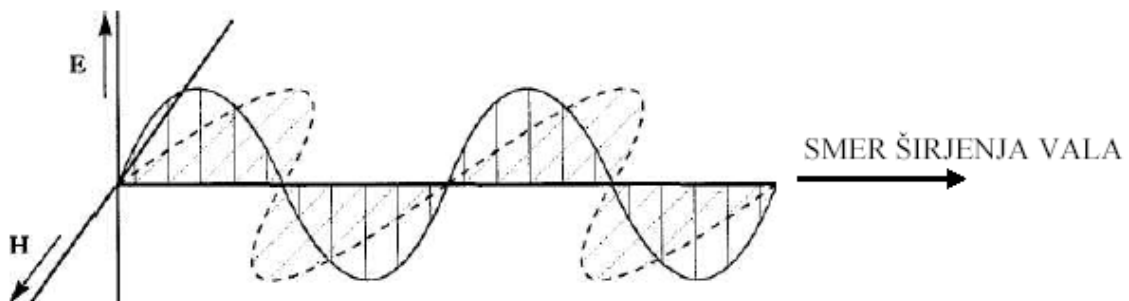
$$C = f \cdot \lambda$$

C - hitrost širjenja svetlobe 300.000.000 m/s oz. 300.000 km/s  
f - frekvenca valovanja (Hz)  
 $\lambda$  - valovna dolžina (m)

Ko v nekem vodniku, na primer v antenski žici, povzročimo električni tok, se v okolici tega vodnika ustvari elektromagnetno (EM) polje, ki se širi od antene s svetlobno hitrostjo 300000 km/s. Ti valovi potujejo od izvora v ravnih linijah pod pogojem, da na njih ne delujejo neke zunanje sile. Z večanjem oddaljenosti od izvora valovanja se jakost valovanja zmanjšuje. Izkaže se, da jakost valovanja pada s kvadratom oddaljenosti od izvora. To pomeni, da bo moč signala 2 km od izvora le še 1/4 moči, ki jo je signal imel 1 km od izvora, in da je moč 3 km od izvora le 1/9 moči, ki jo je imel pri 1 km. Vidimo, da moč hitro pada, vendar to danes ne predstavlja prehudega problema, saj so sprejemniki dovolj občutljivi in lahko "obdelajo" vhodni signal, ki je zelo šibak. Tako lahko sprejemamo signale, ki jih oddajajo na tisoče kilometrov oddaljeni oddajniki.

Elektromagnetno valovanje sestavljata dve polji - električno (E) in magnetno (H).

Električno polje je posledica napetosti - potencialne razlike med dvema točkama, magnetno pa gibanja električno nabitih delcev - električnega toka. Polji sta med seboj pravokotni. Medsebojno lego glede na smer širjenja nam prikazuje slika 1.



Slika 1; Elektromagnetni val



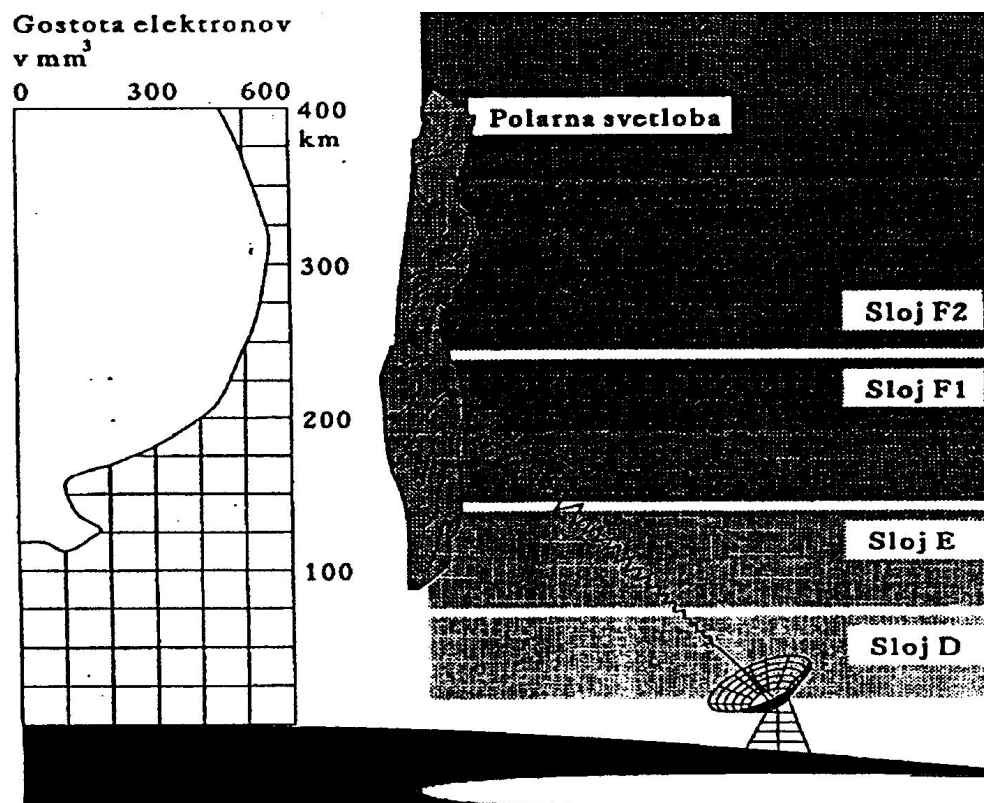
## 2.1 RAZŠIRJANJE ELEKTRO MAGNETNIH VALOV

Pri razširjanju elektromagnetnih valov ima zelo pomembno vlogo zemeljska atmosfera, katera je sestavljena iz treh glavnih delov:

- troposfera
- stratosfera
- ionosfera

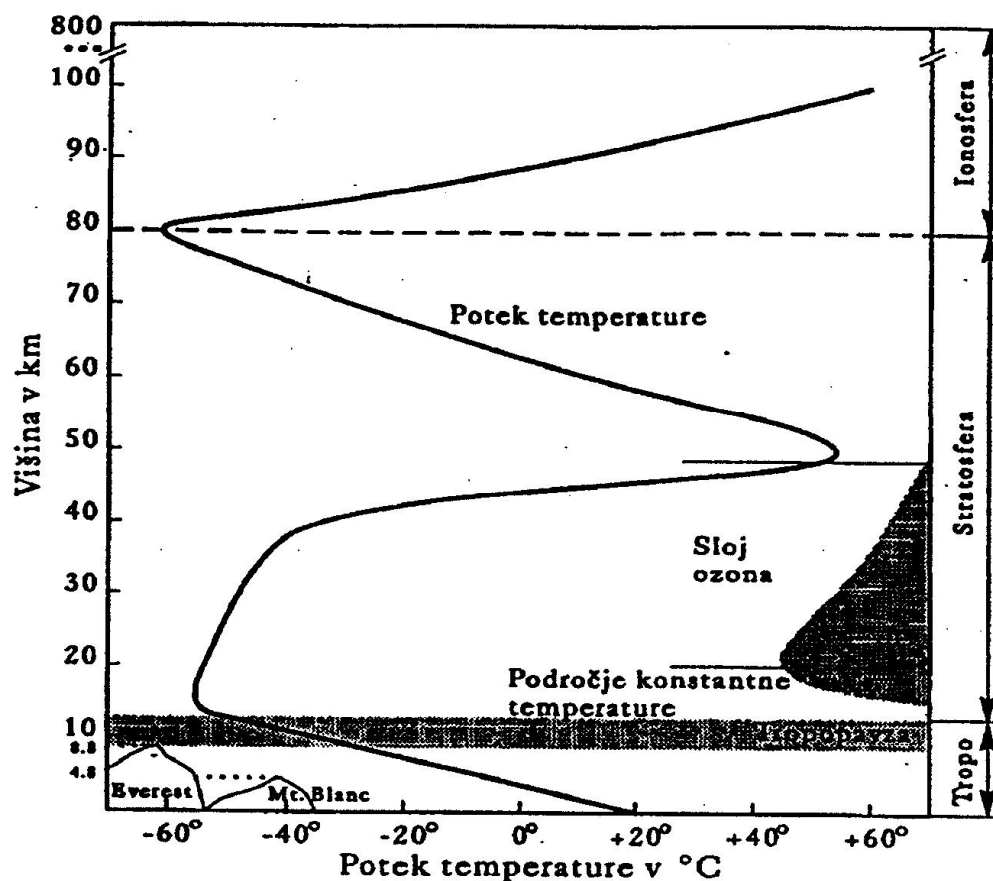
Troposfera sega do višine približno 11 km, stratosfera od 11 do 80 km in ionosfera od 80 do 800 km (slika 2 in 3). Seveda so navedene višine približne, saj so pogojene s trenutnim stanjem atmosfere, ki pa je odvisno od več dejavnikov.

Za radijske zveze je najpomembnejša ionosfera in njeno stanje.



Slika 2; Sestava zemeljske atmosfere

## RAZŠIRJANJE EMV, ANTENE



Slika 3; Sestava zemeljske atmosfere

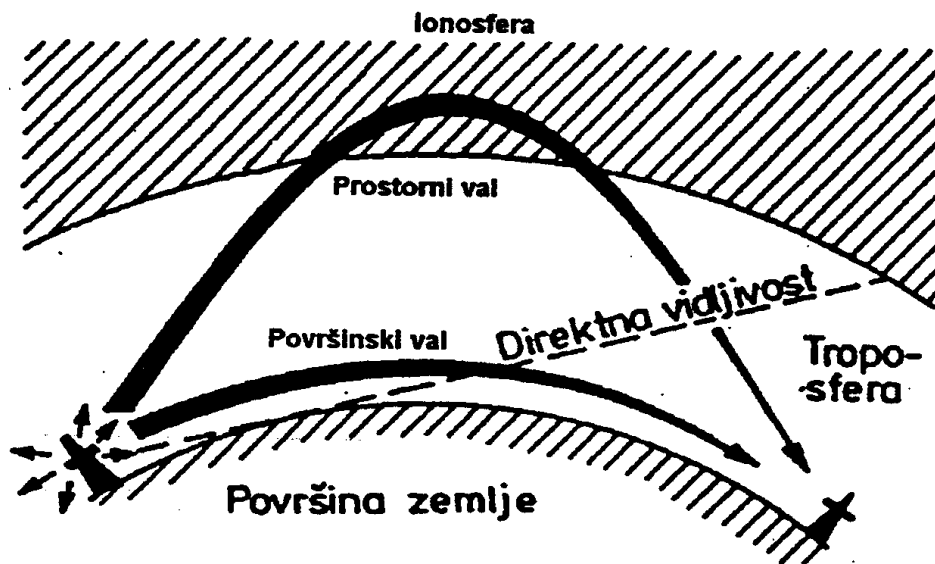
### 2.1.1 Ionosfera

Nad višine 80 km se nahaja ionosfera. Dosega višino do 800 km, nad to višino pa počasi preide v medzvezdni prostor. V ionosferi se nahaja veliko število delcev z električnim nabojem - ioni in elektroni. Ti delci nastanejo sled cepljenja nevtralnih molekul zraka (ionizacija). Ionizacijo povzroča ultravijolično in rentgensko sevanje sonca. Na proces ionizacije vplivajo tudi kozmično sevanje in roji meteorjev, ki neprestano izgorevajo v zgornjih plasteh atmosfere.

Zahvaljujoč prisotnosti električno nabitih delcev - ionov, postane visoka atmosfera električni prevodnik, ki ima lastnost, da odbija (reflektira) elektromagnetne valove določenih frekvenčnih področij. Natančneje povedano, to ni resnična refleksija, saj se elektromagnetni valovi (EMV) v ionosferi ne odbijajo naenkrat temveč postopoma skladno s stalno spremenljivostjo ionizacije. To bi lahko označili kot postopno lomljenje signala.

V primeru, da se oddajnik in sprejemnik nahajata na površini zemlje, se radijski valovi lahko razširjajo (slika 4) na dva načina:

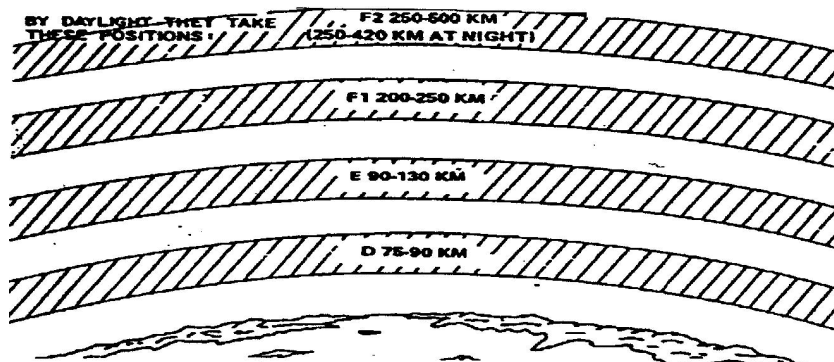
- skozi troposfero po površini zemlje kot površinski val
- z refleksijo v ionosferi kot prostorski val



Slika 4; Prikaz razširjanja radijskih valov

Znanost je zaradi boljšega razumevanja razširjanja EMV ionosfero razdelila na tako imenovane sloje. To so:

- D sloj (50 - 80 km)
- E sloj (90 -130 km)
- F1 sloj (200-250 km)
- F2 sloj (250 - 500 km)



Slika 5; Sloji ionosfere

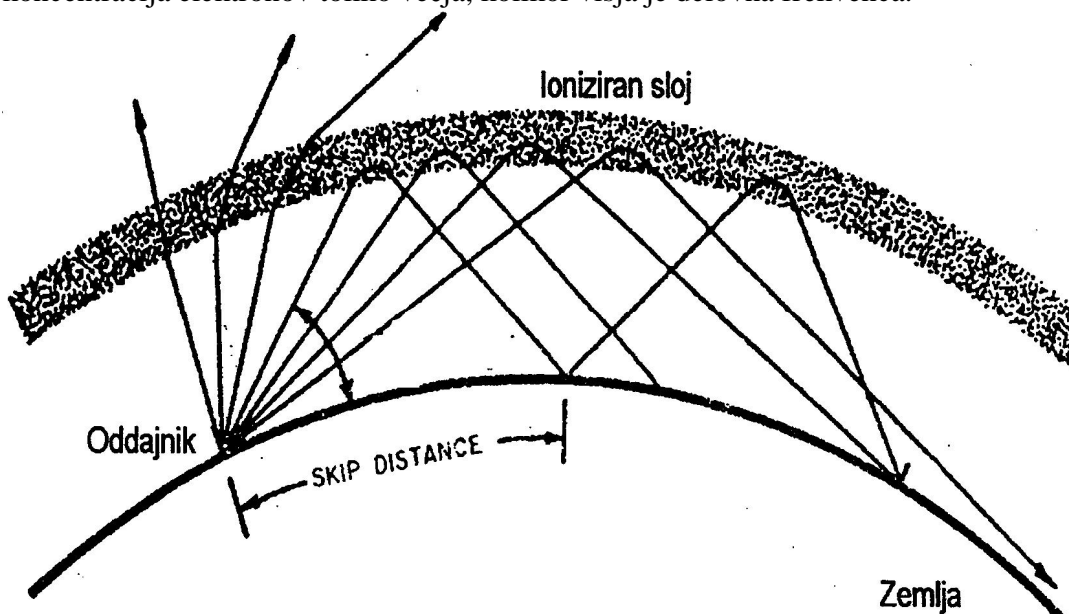
Ionizacija se povečuje iz sloja v sloj in doseže maksimum v sloju F2 na višini približno 400 km. Nad tega sloja se intenzivnost ionizacije postopoma zmanjšuje in končno popolnoma izgine. Ionosfera je podvržena stalnim spremembam stanja, pa zato razdelitev po slojih, višino slojev in razširjanja EMV ne smemo smatrati kot stalno. Stopnja ionizacije se nenehno spreminja v odvisnosti od letnega časa dobe dneva, cikličnih sprememb sončne aktivnosti, geografske širine itd.

### 2.1.1.1 Površinski val

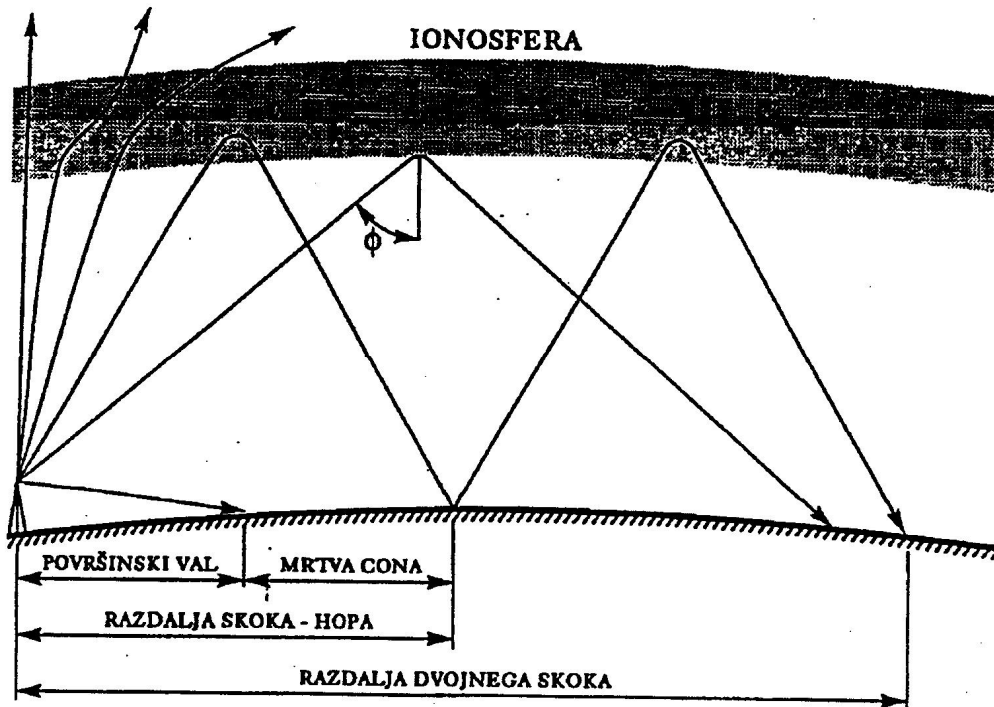
Že samo ime pove, da se površinski val širi po površini zemlje, torej sledi zaobljenosti zemljine površine. Zaradi tega je izpostavljen vplivom absorpcije površine, preko katere se širi. Absorpcija se povečuje s porastom frekvence. To je tudi vzrok, da se največji dometi s površinskim valom dosežajo na zelo nizkih frekvencah (dolgi val). Na absorpcijo vplivajo tudi drugi dejavniki kot npr.: električna prevodnost tal, struktura zemljišča, zgradbe, rastlinje, gozdovi, gore, domet pa je odvisen tudi od uporabljene moči oddajnika. Kot sem že omenil, so najbolj uporabne zelo nizke frekvence, na kratkem valu pa je domet površinskega vala že precej krajši. Na frekvencah okoli 3,5 MHz se z oddajnikom srednje moči doseže domet površinskega vala približno 100 km, pri isti moči na frekvenci 30 MHz pa ta pade na 15 km. Za čim večji domet s pomočjo površinskega vala je priporočljivo uporabljati antene z vertikalno polarizacijo.

### 2.1.1.2 Prostorski val

Zveze na večjih razdaljah na kratkem valu - KV (HF) omogoča prostorno zračenje. Pri tem se prostorski val reflektira oz. odbije od ionosfere. Da bi se kratki val odbil od ionosfere, mora biti koncentracija elektronov toliko večja, kolikor višja je delovna frekvenca.



Slika 6; Teoretični primer refleksije na KV



Slika 7; Primer razširjanja KV signala, kjer je jasno prikazana t.i. "mrtva cona"

Mrtva cona se pojavi med mestom, kjer pojame površinski val in mestom, kjer prvi odbiti ali prostorski val zopet doseže zemljino površino. Pri zvezah na krajše razdalje moramo vedno upoštevati te zakonitosti, saj se nam sicer lahko zgodi, da imamo prekinitve zvez ali pa sploh nismo zmožni vzpostaviti zvezo.

Prostorski val, ki pride pod določenim kotom v ionosfero, se po prvem skoku lahko zopet odbije od zemljine površine in lahko tudi večkrat obide zemljo. Jasno je razvidno, da se je signal pri prehodu skozi sloje ukrivil in spremenil smer.

## 2.2 SLABLJENJE SIGNALA

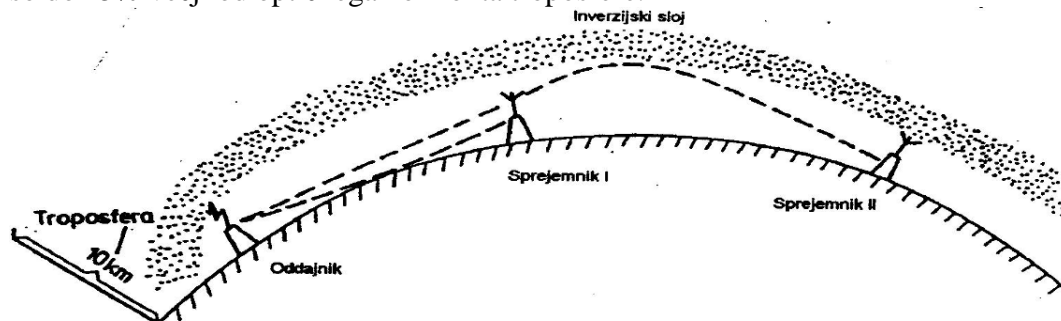
Da bi razumeli, zakaj signal, ki smo ga oddali, na svoji poti oslabi in postopoma izgine, bomo uporabili enostavno razlago. Vpadni EMV v ionosferi obujajo proste elektrone in ione, da zaoscilirajo, pri tem pa trčijo s sosednjimi molekulami. Pri trčenju se en del energije osciliranja pretvori v toploto. Za EMV to pomeni slabljenje, ki raste s kvadratom valovne dolžine. Slabljenje ali absorbcija EMV se povečuje z gostoto nosilca. Čim več prostih elektronov, ionov in molekul se nahaja v enoti prostornine, večkrat bodo trčili, pri tem pa bo prihajalo do pretvarjanja energije. Poleg tega bo absorbcija večja, čim daljšo pot bo naredil signal v ioniziranem sloju.

## 2.3 ŠIRJENJE EMV NA KV PODROČJIH IN SPECIFIČNOSTI

Možnost vzpostavitve zveze na KV področjih s prostorskim oz. odbitim valom je odvisno predvsem od stanja ionosfere. Na stanje ionosfere najbolj vpliva sončeva aktivnost. Pri tem vemo, da obstajajo ciklične enajstletne aktivnosti sonca. V času maksimalnih aktivnosti sonca, ko je največje število sončnih erupcij oz. sončnih peg, so najboljši pogoji za razširjanje EMV na višjih frekvencah KV področja (nad 10 MHz). V istem času so na nižjih delih področja zelo slabi pogoji. Obratno pa je v času najmanjše aktivnosti sonca na višjih frekvencah KV področja skoraj nemogoče napraviti zvezo, na nižjih frekvencah pa so v istem času fantastični pogoji razširjanja EMV. Ne glede na dobre pogoje v času največje aktivnosti sonca, pa lahko v istem času sonce povzroči tudi popolno prekinitev vseh zvez na vseh razdaljah. Ta pojav je povzročen z močnimi izbruhi na soncu, ker materija, ki izbruhne globoko v vesolje, povzroči motnje v magnetnem polju našega planeta in magnetne viharje v vesolju. Sicer pa so ti pojavi težko razumljivi brez večjega poznavanja astronomije in fizike. Če pogledamo teoretično, da ne bi bilo vplivov sonca, bi se stanje ionosfere menjalo tekom dneva, pač odvisno od letnega časa in geografskega položaja. V tem primeru bi bilo možno zelo natančno napovedati pogoje na frekvencah. Tudi sedaj obstajajo napovedi pogojev, vendar je dolgoročno težko napovedati nepredvidljive spremembe sončeve aktivnosti, zato so takšne napovedi precej nesigurne. Lahko jih sicer upoštevamo, delno so tudi pravilne, vendar prihaja do sprememb, ki jih je nemogoče napovedati, ravno zaradi nepredvidljivosti sonca. Tudi t.i. enajstletni ciklusi sončne aktivnosti se včasih zavlečejo ali skrajšajo.

## 2.4 ŠIRJENJE EMV NA VHF PODROČJIH IN SPECIFIČNOSTI

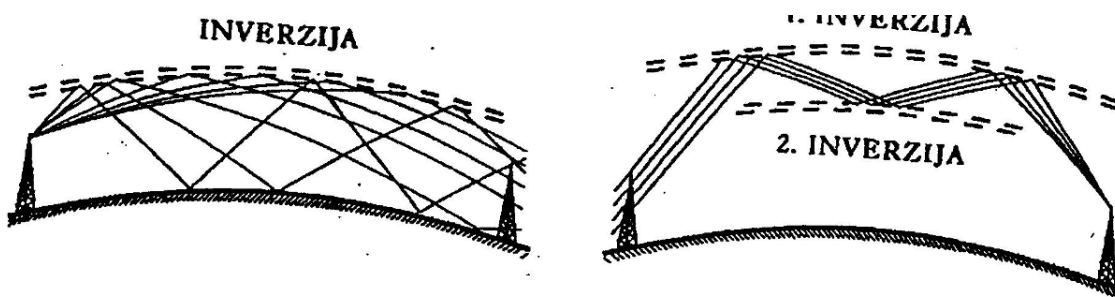
Razširjanje EMV na VHF področjih (30 - 300 MHz) in višjih področjih je zelo podobno širjenju svetlobe. Zato te valove imenujejo tudi kvazioptični valovi. Ime so dobili ravno po podobnosti širjenja v primerjavi s svetlobo. Tudi svetloba je del elektromagnetnega spektra z zelo visoko frekvenco. Tudi svetloba se na poti skozi gostejše plasti ozračja lomi in odbija. V VHF frekvenčnem pasu ionosferska refleksija ni več možna, razen v nekaterih izjemnih slučajih. Zveze na VHF področjih frekvenčnega spektra so primerne za premostitev razdalj znotraj teoretično možnega vidnega polja do razdalje optičnega horizonta. Znotraj tega področja je možna vzpostavitev zveze tudi z uporabo zelo majhnih izhodnih moči oddajnika z veliko zanesljivostjo, neodvisno od ionosferskih ali meteoroloških vplivov. Stvarni dometi, ki se lahko vedno dosežejo, so do 15% večji od optičnega horizonta troposfere.



Slika 8; Prikaz razširjanja VHF valov

Na Sliki 8 je jasno vidno ukrivljanje signala na poti skozi sloje ozračja troposfere. Takšne zveze se imenujejo troposferske zveze.

Na razširjanje UKV valov vplivajo tudi posebna stanja troposfere, kjer se EMV pri prehodu skozi gostejše sloje ozračja lahko tudi odbijajo daleč izza horizonta. Tudi UKV signal se lahko odbije od zemeljske površine in tako nastane povečan domet.

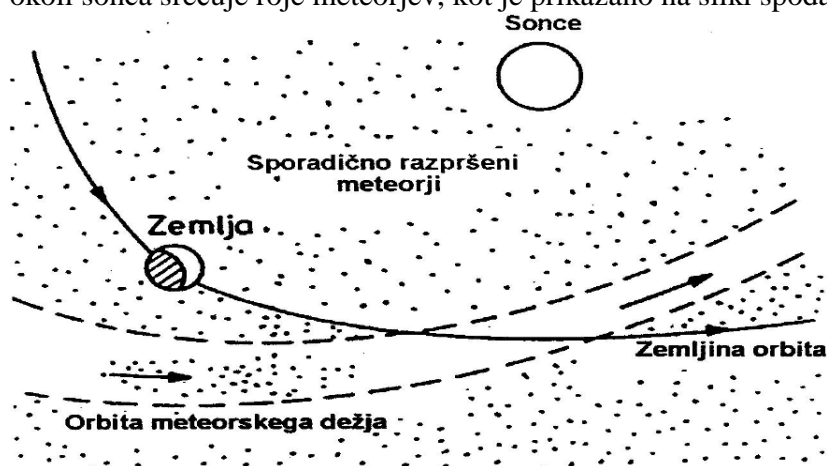


Slika 9; Inverzija

Na VHF področjih se občasno (izjemoma) pojavijo posebni pogoji razširjanja EMV, ki povečajo domet tudi na 1000 oz. več kilometrov. Ti posebni pogoji se ne morejo pojasniti z normalnim razširjanjem izza horizonta. Takšni pogoji so ponavadi vzrokovani z različnimi pojavi, največkrat pa so pogojeni s posebnim stanjem troposfere. V nekaterih izjemnih slučajih so povzročeni s posebno močno ionizacijo v E sloju ionosfere, kar povzroči, da se signal odbije in se tako zelo poveča domet.

**ES (E Sporadic)** - To so zveze s pomočjo odboja od E sloja ionosfere. Seveda mora stanje E sloja biti primerno, da se signal od njega sploh odbije, saj v normalnih razmerah signal potuje skozi njega. Kot že ime pove, se tako stanje pojavi zelo redko - sporadično. V takih primerih so možne zveze tudi na razdaljah do 3000 km.

**MS (meteor scatter)** - Zveze z odbojem od meteorskih sledov. Znano je, da zemlja na svoji poti okoli sonca srečuje roje meteorjev, kot je prikazano na sliki spodaj.



Slika 10; Meteorski sloji

Pri tem meteorji padajo skozi zemljino ozračje in zaradi trenja izgorevajo. Zaradi izgorevanja se za meteorjem pojavi ionizirani kanal. Ta ionizirana sled se zadrži zelo kratek čas, vendar se v njej pojavi tako močna ionizacija, da se od nje odbije UKV radijski signal. Jasno je, da čim večji je meteor, do večjega izgorevanja bo prišlo. Čeprav je znano, da meteorji padajo v ozračje nenehno, je znano tudi to, da zemlja na svoji poti vedno ob istem času srečuje iste meteorske roje z večjo ali manjšo intenzivnostjo.

**AURORA** - Zveze z odbojem od polarne svetlobe. Polarno svetlobo, ki se pojavlja v severnejših krajih (Skandinavija) oz. prav tako v zelo južnih krajih na zemlji, imenujejo na severni polobli Aurora Borealis in na jugu Aurora Australis. Mehanizem nastajanja polarne svetlobe je preveč kompliciran, da bi ga obravnavali.

**EME** (Earth Moon Earth) - Zveze s pomočjo odboja od lunine površine (moon bounce). Ker UKV signali prebijejo ionosferske sloje, je jasno, da se širijo naprej v vesolje. Tako je možna zveza z odbojem od lunine površine. Z ozirom, da signali prepotujejo zelo dolgo pot in spotoma oslabijo, je za takšne zveze potrebno uporabljati večje moči in zelo usmerjene antene z velikim ojačanjem.

**Sateliti** Zveze preko satelitov sicer niso nič posebnega, če poznamo potrebne podatke o določenem satelitu in imamo na razpolago ustrezno tehniko. Satelit v principu ni nič drugega kot repetitor v vesolju. Seveda obstajajo se drugačne vrste razširjanja UKV valov, katere pa bi omenil samo na kratko.

**TAP** (Trans alpska propagacija) - V izjemnih pogojih se nad Alpami ustvari ioniziran sloj, ki odbija UKV signale, tako da so možne zveze na razdaljah preko 1000 km. Ti pogoji so zelo podobni ES pogojem, s to razliko, da skoraj vedno delujejo v smeri Iberskega polotoka. Trans alpsko propagacijo v literaturi imenujejo tudi FAI (Field Aligned Irregularity).

**TEP** (Trans ekvatorialna propagacija) - To je najbolj redka oblika posebnih pogojev, ko se nad ekvatorjem ustvari sloj ionizacije. Na ta način se zelo poveča domet, lahko tudi na nekaj tisoč kilometrov. Svetovni rekord znaša preko 6000 km. Pojav TEP še ni dobro raziskan, zato ni razjasnjen do konca.

Vse te zgoraj naštetе oblike vzpostavljanja zvez, razen satelitske zveze, niso ravno uporabne za vojaške namene, saj so ti pojavi sporadični, kratkotrajni in zahtevajo pa posebno opremo in bobro poznavanje teh pogojev.



### 3. VRSTE VOJAŠKIH ZVEZ

Zveza je vsak prenos, oddajanje ali sprejemanje znakov, signalov, pisane besede, slike, zvoka ali sporočil po žičnih, radijskih, optičnih in drugih telekomunikacijskih sistemih in v signalnih ter kurirskih zvezah.

Govorne informacije so informacije, ki jih proizvaja človek s svojim govorom in so lahko neposredno izgovorjene v trenutku prenosa ali pa so lahko predhodno posnete s pomočjo tehničnih sredstev kot so magnetofoni, kasetofoni, klasične in laserske plošče, na računalniku itd.

Napisane in narisane informacije so običajno predstavljene na površini papirja in se prenašajo s pomočjo ustreznih naprav kot so faksimil, faks, teleprinter in računalnik z modemom.

Vse informacije se lahko prenašajo v analogni ali digitalni obliki. Prenos informacij je lahko: žični, optični, brezžični, s pomočjo kurirjev in kombinirani ali integrirani.

#### 3.1 RADIJSKA ZVEZA

Skladno z mednarodno definicijo so radijski valovi tisti elektromagnetni valovi, katerih frekvenca je manjša od 3000 GHz. Valovi se širijo s svetlobno hitrostjo (300.000 km/s).

Elektromagnetno sevanje je lahko usmerjeno ali neusmerjeno, kar je odvisno od uporabljene antene:

- a) neusmerjene antene,
- b) usmerjene antene.

Radijske naprave delimo na: sprejemnike, oddajnike ter sprejemnike in oddajnike.

Po frekvenčnem področju v katerem delujejo jih delimo na:

| Oznaka | Frekvenčni pas | Valovna dolžina | Naziv   |
|--------|----------------|-----------------|---|
| EHF    | 30 - 300 GHz   | 1 - 10 mm       | skrajno visoke frekvence (milimetrski valovi) |
| SHF    | 3 - 30 GHz     | 1 - 10 cm       | super visoke frekvence (centimetrski valovi)  |
| UHF    | 0,3 - 3 GHz    | 1 - 10 dm       | ultra visoke frekvence (decimetrski valovi)   |
| VHF    | 30 - 300 MHz   | 1 - 10 m        | zelo visoke frekvence (metrski valovi)        |
| HF     | 3 - 30 MHz     | 10 - 100 m      | visoke frekvence (kratki valovi)              |
| MF     | 0,3 - 3 MHz    | 0,1 - 1 km      | srednje frekvence (srednji valovi)            |
| LF     | 30 - 300 KHz   | 1 - 10 km       | nizke frekvence (dolgi valovi)                |

|     |             |               |  |
|-----|-------------|---------------|--|
| VLF | 3 - 30 KHz  | 10 - 100 km   | zelo nizke frekvence (dolgi valovi)    |
| ULF | 0,3 - 3 KHz | 100 - 1000 km | ultra nizke frekvence (dolgi valovi)   |
| ELF | < 300 Hz    | > 1000 km     | skrajno nizke frekvence (dolgi valovi) |

Tabela 1; Frekvenčni pasovi

Za dolge valove (od 10 - 300 kHz) velja, da se razširjajo po površini zemlje tudi nekaj tisoč kilometrov, pri čemer je moč oddajnika reda 500 kW in več.

Za srednje valove (MF) velja, da se razširjajo od 800 do 1200 km, če je oddajnik moči od 0,5 - 1 kW.

Kratki valovi (HF) se razširjajo na zelo velike razdalje, saj se pod določenim kotom odbijajo od ionosfere, pri čemer je oddajna moč od 2kW do 1MW.

Metrski valovi (VHF) so kot ostali krajši valovi (vse do 300 GHz in več) direktni valovi, ki se širijo na krajših razdaljah, največ 150 km na spodnjem VHF pasu. Oddajne moči so zelo male, pod 50W pri vojaških zvezah.

Po vrsti dela jih delimo v odvisnosti od modulacije na naprave, ki delujejo za:

|           |  |
|-----------|--|
| AM        | amplitudna modulacija z obema bočnima obsegoma in nosilno frekvenco (radijske naprave)                         |
| SSB - LSB | amplitudna modulacija s prenosom spodnjega bočnega obsega (radijske in analogne večkanalne telefonske naprave) |
| SSB - USB | amplitudna modulacija s prenosom zgornjega bočnega obsega (radijske in analogne večkanalne telefonske naprave) |
| FM        | frekvenčna modulacija (radijske in radiorelejne naprave)   |
| FSK       | prenos podatkov s spremembo frekvence (faksi, modemi)  |
| PSK       | prenos podatkov s spremembo faze (modemi)  |
| PCM       | impulzno kodna modulacija (digitalne večkanalne telefonske naprave)  |

Po številu kanalov, ki jih istočasno prenašajo jih delimo na enokanalne in večkanalne.

Po izhodni moči oddajnika jih delimo na radijske naprave:

- male moči do 100 W
- srednje moči od 101 do 1000 W
- velike moči od 1001 do 10.000 W
- zelo velike moči nad 10.000 W

Po mobilnosti so radijske naprave lahko:

- stacionarne,
- prevozne,
- prenosne
- ročne ali osebne.

V odnosu na to, kako sprejemajo ali oddajajo informacijo, radijske naprave delimo na:

- simpleksne
- semidupleksne
- dupleksne

Osnovne lastnosti radijskih zvez so odvisne od tehničnih lastnosti radijskih naprav (r/n) in pogojev širjenja radijskih valov. Te lastnosti se izražajo v pozitivnem in negativnem smislu v naslednjem:

Slabe lastnosti radijske zveze:

- radijska zveza omogoča elektronsko izvidovanje in s tem odkrivanje poveljniških mest, centrov zvez, ter organizacijo in raspored enot
- občutljiva je na motenje in zavajanje
- nenamerno lahko moti druge postaje
- zahteva ustrezne ukrepe za zaščito informacij
- občutljiva je na nenamerne motnje (industrijske motnje, motnje drugih postaj, radarjev)
- načrtovanje frekvenc na določenih področjih je omejeno zaradi števila delovnih frekvenc in drugih uporabnikov
- možnost večkanalnega prenosa je manjša glede na žično in radiorelejno zvezo

Dobre lastnosti radijske zveze:

- radijska zveza se lahko vzdržuje med udeleženci v premiku, na neznanih lokacijah, čez neprehodno zemljišče in na ozemlju nasprotnika
- radijska zveza se lahko vzdržuje z vsemi udeleženci, ki se nahajajo v območju dosega uporabljenih radijskih naprav
- število udeležencev v enosmernem prometu je lahko zelo veliko
- doseg radijskih prenosnih poti je odvisen od vrste r/n, lastnosti sredine, kjer se širijo radijski valovi (geološka sestava zemljišča, relief, pokritost terena, vreme, letni časi, dan ali noč, stanje ionosfere), lahko se povečuje z uporabo usmerjenih anten
- radijska zveza je odvisna od lastnosti radijskih valov, ki v različnih obsegih pogojujejo različen doseg in kakovost zveze
- oblike b/d ne vplivajo na širjenje EM valov (razen atomskih eksplozij)
- z radijskimi prenosnimi potmi se lahko izvaja hiter manever glede na udeležence

### **3.2 RADIORELEJNA ZVEZA**

Radio-relejna zveza (RRZV) se uporablja v miru in vojni za potrebe vodenja in poveljevanja. V pogojih pomanjkanja žičnih zvez je lahko osnovna vrsta zveze. Skupaj z žično zvezo sestavlja temelj sistema zvez oboroženih sil.

V radiorelejni zvezi se uporabljajo VHF, UHF in SHF frekvence.

Radiorelejne naprave se po svojih tehničnih lastnostih delijo po:

- številu kanalov na:
  - < enokanalne
  - < večkanalne naprave
- načinu razporejanja kanalov na naprave s:
  - < frekvenčno razporeditvijo
  - < časovno razporeditvijo kanalov
- načinu uporabe na:
  - < stacionarne
  - < prevozne
  - < prenosne naprave

RRZV se po svojih lastnostih bistveno ne razlikujejo od radijskih zvez. Uporaba višjih frekvenčnih področij narekuje razlike v primerjavi z radijskimi zvezami. Te razlike so:

- vzpostavljanje prenosnih poti je počasnejše kot pri radijskih zvezah, hitreje pa kot pri žičnih zvezah
- s pravilnim razporedom RR postaj se lahko vzdržuje RRZV preko neprehodnih zemljišč
- število kanalov za zveze je večje kot pri radijskih zvezah
- odporna je na prekinitve, kritični so samo radiorelejni objekti in postaje
- omogoča manever prenosnih poti v primerjavi z žičnimi zvezami, vendar čas za premik RR postaj negativno vpliva na stopnjo izkoriščenosti RRZV
- zahteva optično vidljivost, kar pomeni postavljanje RR postaj na mestih, kjer je otežena zaledna oskrba in bojno zavarovanje
- zagotavlja kvalitetno prenosno pot, ki je zelo malo odvisna od zunanjih vplivov, možno jo je elektronsko izvidovati, vendar je za to potrebno uporabljati zahtevnejše sisteme
- občutljiva je na nenamerne motnje in grmenje
- ne omogoča zveze v premiku

### 3.3 ŽIČNA ZVEZA

V miru se uporablja v vseh poveljstvih in enotah SV. V zmanjšanem obsegu pa se uporablja v bojnih delovanjih, ker postavljanje žičnih prenosnih poti zahteva veliko časa. Skupaj z RRZV predstavlja temelj sistema oboroženih sil. Za žične zveze se uporabljajo žične linije in optični kabli.

Žične linije se delijo na:

- stalne ali začasne
- NF (govorne frekvence) in VF (vse ostale frekvence)
- dvožilne, večžilne, koaksialne in optične
- podzemne, podvodne in nadzemne

V žičnih zvezah se uporabljajo naslednje naprave:

- telefonske in podatkovne (teleprinter, faks in modem)
- enokanalne in večkanalne (s časovno in frekvenčno razporeditvijo kanalov)
- stacionarne, prevozne in prenosne

Kakovost žične zveze je odvisna od kakovosti uporabljene prenosne poti (žične linije) ter od tehničnih lastnosti naprav, ki delujejo na tej liniji. Te lastnosti so:

- velika stopnja odpornosti na ED nasprotnika
- zahtevajo ustrezno varovanje in tehnično vzdrževanje
- nadzemne linije se zlahka odkrijejo in na njih vplivajo različni vremenski pojavi, kar vpliva na stanje in kakovost
- preusmerjanje žičnih linij je tehnično zahtevno in v ta namen je potrebna dodatna oprema, čas in tehnično osebje
- izdelava ali postavljanje žičnih linij je počasna, zahteva angažiranje večjega števila ljudi in materiala

### 3.4 KURIRSKA ZVEZA

Kurirske zveze se v oboroženih silah uporabljajo vedno, kadar je to možno. Kurirske zveze imajo prednost pred drugimi vrstami vse dotlej, dokler zagotavljajo pravočasnost dostavljanja informacij uporabnikom.

Kurirske zveze vzdržujejo usposobljeni kurirji. Kurirji imajo prednost v prometu, zato se morajo ustrezno označiti.

Vrste kurirjev in njihove povprečne hitrosti:

- kurir pešec do 5 km/h
- kurir smučar 8 – 10 km/h
- kurir jezdec 8 – 10 km/h
- kurir kolesar 10 km/h
- kurir motorist 30 – 40 km/h
- kurir voznik avtomobila 35 – 40 km/h
- kurir v motornem čolnu 10 – 40 km/h

Omenjene hitrosti so lahko v praksi večje ali manjše.

Z ozirom na čas kdaj se kurirji pošiljajo so:

- redni kurirji
- izredni kurirji
- tajni kurirji

Karakteristike kurirskih zvez:

- omogoča zvezo v vseh razmerah
- zagotavlja večjo tajnost kot druge vrste zvez
- omogoča večjo kapaciteto prenosa
- hitrost prenosa je relativno mala
- kurirji so izpostavljeni različnim nevarnostim, zato jih je treba v določenih situacijah tudi varovati

Zaradi tega je potrebno kurirje izbirati med hrabrimi in sposobnimi vojaki. V določenih razmerah kurirji lahko uporabljajo tudi sredstva javnega prevoza.

### **3.5 OSTALE VRSTE ZVEZ**

- satelitska zveza
- signalna zveza
- podvodna zveza

## 4. RETRANSLACIJA

### 4.1 NAMEN, UPORABA IN ELEMENTI RETPO

RETPO je prevozni radijski sistem, namenjen vzpostavitvi zveze na VHF področju in s tem povečanju dometa obstoječe radijske zveze. Uporablja se na vseh nivojih PINK.

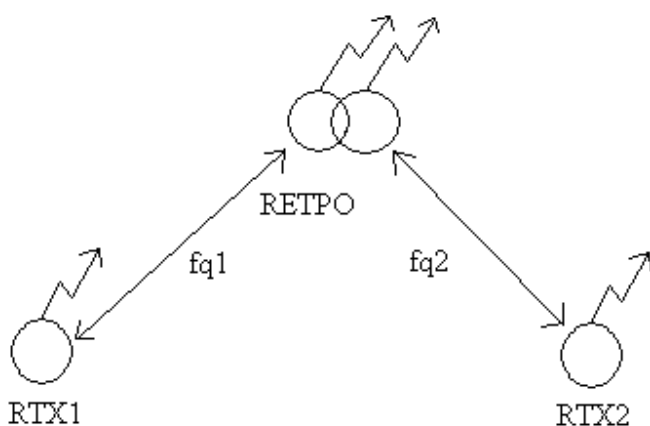
Lahko je stacionaren, uporaba širokopasovnih anten AD-17 postavljene na stolpu tipa A ali VHF paličaste antene AS-1288BL, ki jih uporabljamo v premiku ali kratkih postankih.

Zaradi svoje relativne majhnosti in velike premičnosti omogoča vzpostavitev retranslacijske postaje tudi na težje dostopnih lokacijah.

Elementi RETPO so:

- vozilo za zveze Puch
- linijska prikolica
- vir električne energije (elektroagregat, javno električno omrežje)
- antenska stolpa z antenama AD-17
- šotor za počitek posadke
- protipožarna sredstva (zemlja ali pesek, PP aparat, lopata)
- zaklonilniki za obrambo

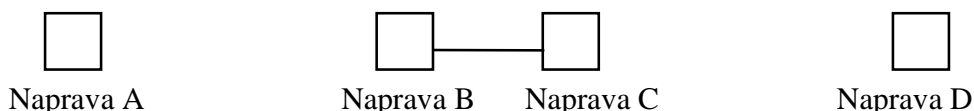
Pri retranslaciji sta uporabljeni med seboj povezani radijski napravi, vsaka s svojo frekvenco. Uporabnik lahko pride v retranslacijo na katerikoli od obeh frekvenc. Frekvence na radijskih napravah je možno spreminjati, pač v skladu z načrtom dela.



Slika11; Retranslacija

## 4.2 RETRANSLACIJA Z RC-04

Retranslacija se uporablja takrat, ko dve radijski napravi (A in D) ali več radijskih naprav ne more komunicirati med sabo zaradi velike medsebojne oddaljenosti ali pa geografskih značilnosti. V tem primeru uporabimo dve dodatni radijski napravi (B in C), ki lahko komunicirata z drugima napravama.



Napravi B in C povežemo v avtomatsko retranslacijo s kratkim retranslacijskim kablom preko RMT/DATA priključkov. Radijski napravi B in C morata imeti preklopnik OPER v položaju RXMT. Naprave A in B ter C in D morajo paroma imeti nastavljene enake podatke.

V Slovenski vojski za retranslacijo uporabljamo največkrat na radijsko napravo RC-04, ki jo najdemo v več izvedbah:

- PRC-04 (prenosna radijska naprava)
- TRC-04 (prevozna radijska naprava)

### 4.2.1 Uporaba, namen RC-04 (VHF)

Prenosna radijska naprava TADIRAN RC-04 je namenjena za vzdrževanje radijskih zvez VHF frekvenčnega področja, znotraj bataljona: to je bataljon - četa, bataljon - enota za podporo, bataljon - druge enote, ki so neposredno podrejene poveljstvu bataljona. Znotraj enot ranga bataljona se uporablja tudi kot retranslacijsko postajo. Uporablja se tudi za vzdrževanje zvez s prištavnimi enotami pri poveljstvih brigad in operativnih poveljstvih.

Je visoko sposobna naprava, ki nam zagotavlja zaščito pred motenjem (A.J. - frekvenčno skakanje) in šifriranje govora, kot zaščita pred prisluškovanjem (SECURE - SEC). V kombinaciji z avtomobilskim vmesnikom in ojačevalcem se lahko uporablja tudi kot končna prevozna radijska postaja TRC-04 ali TRC-04D, v kombinaciji z še dvema napravama RC-04, pa se lahko uporablja tudi kot retranslacijska postaja TRC-04R.

Osnovni TT podatki:

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Frekvenčno področje</b>            | <b>30 Mhz do 87,975 Mhz</b>                      |
| <b>Število kanalov</b>                | <b>2320 z razmakom 25 kHz</b>                    |
| <b>Število nastavljivih kanalov</b>   | <b>M + 9 = 10 kanalov</b>                        |
| <b>Napajalna napetost (prenosna)</b>  | <b>10V - 14V enosmerna</b>                       |
| <b>Napajalna napetost (prevozna)</b>  | <b>22V - 30V iz napajalnega sistema v vozilu</b> |
| <b>Izhodna moč naprave (prenosna)</b> | <b>0,25W (LO), 4W (MD,HI)</b>                    |
| <b>Izhodna moč naprave (prevozna)</b> | <b>0,25W (LO), 4W (MD), 50W (HI)</b>             |

Tabela 2; Osnovni TT podatki RC -04



Komplet naprave:

- ◆ TADIRAN RC-04 sprejemno/oddajni del
- ◆ Antene 0,9m (tračna), 2.7m (paličasta)
- ◆ Prilagoditveni člen AB-288
- ◆ Gibljivi nosilec tračne antene (gosji vrat)
- ◆ Nosilec paličaste antene AB-591
- ◆ Dva NiCd akumulatorja (TNC-2188) 12V/4,5Ah, avtonomija (1: 1 : 16 )
- ◆ Pogovorka z elementi upravljanja H-739L
- ◆ Pokrov akumulatorja
- ◆ Torbica za nošenje pribora
- ◆ Kratka navodila za uporabo
- ◆ Aparatni dnevnik
- ◆ Nosilno ogrodje

#### 4.4.2 Izvedba retranslacije z RC-04

Če sta obe radijski napravi v kompletu retranslacijske postaje iz družine RC-04, ju povežemo v avtomatsko retranslacijsko postajo s povezavo obeh naprav preko RMT/DATA priključkov. Pri tem uporabljamo kratki retranslacijski kabel CX-5230 za konfiguracijo TRC-04/R in dolgi retranslacijski kabel CX-5230 za konfiguracijo TRC-04 ali PRC-04.

Avtomatska retranslacijska postaja, je sestavljena iz dveh radijskih naprav RC-04, avtomatsko izbere način prenosa, skladno z vrsto sprejetega signala, tako za govor, kot za podatke. Obenem pa taka postaja preprečuje posredovanje šifriranih sporočil v odprti način. Retranslacijska postaja je opremljena s polnilnikom, ki preprečuje izgubo sprejetih podatkov zaradi zakasnitve pri preklopu na oddajo.

Varnost prenosa in možnost posredovanja signalov sta odvisni od nastavitve preklopnikov načina dela obeh radijskih naprav:

- če sta oba preklopnika MODE nastavljeni na CLR, se prenaša le odprti govor;
- če sta oba preklopnika MODE nastavljeni na SEC, se prenašajo le zaščiteni signali v SEC načinu in odprti signali v CLR načinu;
- če je en preklopnik nastavljen na SEC, drugi po na AJ, se prenašajo le zaščiteni signali in signali v načinu frekvenčnega skakanja. Posebno pozornost posvetimo izbiri radijskih frekvenc, da ne pride do medsebojnih motenj;
- če sta oba preklopnika nastavljeni na AJ, retranslacijska postaja sprejema in oddaja signale v frekvenčnem skakanju;
- druge nastavitve preklopnikov niso dovoljene.

Dovoljene so naslednje kombinacije načinov dela:

| A   | B   | C   | D   |
|-----|-----|-----|-----|
| SEC | SEC | SEC | SEC |
| AJ  | AJ  | AJ  | AJ  |
| AJ  | AJ  | SEC | SEC |
| CLR | SEC | SEC | CLR |
| CLR | CLR | CLR | CLR |

Tabela 3; Kombinacije načinov dela

V primeru, da ne upoštevamo dovoljenih kombinacij nam bo naprava signalizirala napako (LED dioda Fault) in ne bo delovala.

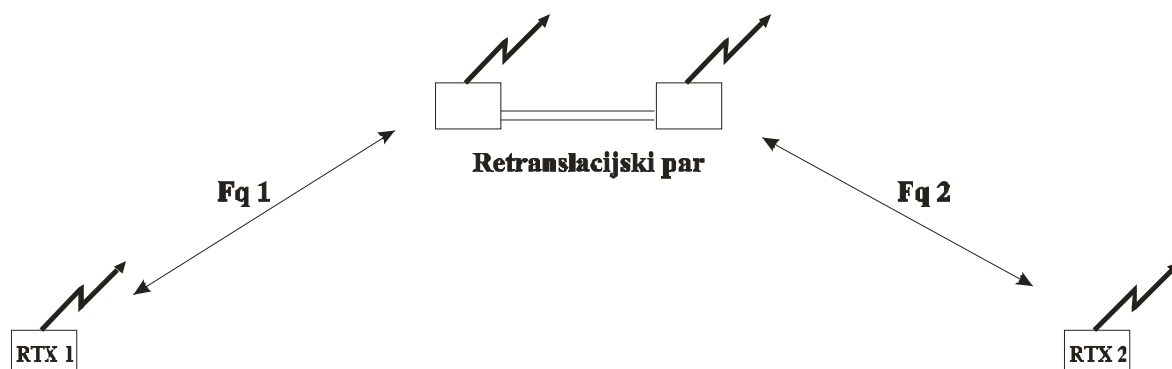
Način CLR-CLR in SEC-SEC zahteva razmik med frekvencama F1/f1 in F2/f2, in sicer 10 MHz. S povečevanjem razmika med oddajno in sprejemno anteno ter z zmanjševanjem moči retranslacijske postaje se frekvenčni razmik zmanjšuje. V tabeli 4 so navedeni podatki za frekvenčni razmik v odvisnosti od razmika anten in moči oddajnika. Omrežna nadzorna postaja mora stalno nadzorovati delo retranslacijske postaje in tako zagotavljati neprekinjeno delovanje zvez.

| Najmanjši frekvenčni razmik | Izhodna moč 4 W | Izhodna moč 50 W |
|-----------------------------|-----------------|------------------|
| 10 MHz                      | 1,5 m           | 1,5 m            |
| 7 MHz                       | 3 m             | 18 m             |
| 4 MHz                       | 15 m            | 45 m             |
| 2 MHz                       | 60 m            | 120 m            |
| 1 MHz                       | 110 m           | 245 m            |

Tabela 4; Frekvenčni razmik v odvisnosti od razmika anten in moči oddajnika

Izvedba retranslacije z radijsko napravo PRC-04 poteka po naslednjem vrstnem redu:

1. preklopnika MODE nastavimo skladno z načinom dela. Če je preklopnik MODE v položaju CLR na eni radijski napravi in SEC ali AJ na drugi radijski napravi, retranslacija ne deluje;
2. priključka RMT/DATA obeh radijskih naprav povežemo s kablom CX-5230. Če nastavimo le en preklopnik OPER na RXMT, ali če kabel ni povezan, na prikazovalniku utripa napis INV RXMT in utripa zvočni signal. Pri vključeni osvetlitvi utripa indikator FAULT. Pod temi pogoji prenos z radijsko napravo, ki deluje v načinu RXMT, ni mogoč;
3. retranslacijsko funkcijo vključimo s preklopom preklopnikov OPER v položaj RXMT. Opozrilni signali prenehajo, ko je tudi drugi preklopnik v položaju RXMT, na prikazovalniku pa se prikaže napis, ki ustreza načinu dela. Če sta preklopnika MODE nastavljeni na nezdružljiva položaja, n.pr. na CLR in SEC ali CLR in AJ, je prenos blokirano, na prikazovalniku utripa napis AJ MODE in slišimo opozorilni zvočni signal. Pri vključeni osvetlitvi utripajo vsi trije indikatorji načina: CLR, SEC in AJ ter indikator FAULT. Po nastavitvi preklopnikov na dovoljene položaje opozorilni signali prenehajo.
4. retranslacijska postaja deluje avtomatsko. Smer prenosa je razvidna iz vsebine prikaza prikazovalnika (oznaka nivoja moči: l,m ali h je na levi strani oddajnega napisa). Način je določen z nastavitvijo preklopnika MODE, pri vključeni osvetlitvi pa je razviden iz stanja indikatorjev načina dela.
5. funkcijo retranslacije izključimo tako, da preklopimo oba preklopnika OPER v drugi položaj in odstranimo kabel CX-5230.



Slika 12; Retranslacija

Pri retranslaciji sta uporabljeni med seboj povezani radijski napravi, vsaka s svojo frekvenco. Uporabnik lahko pride v retranslacijo na katerikoli od obeh frekvenc. Frekvence na radijskih napravah je možno spreminjati, pač v skladu z načrtom dela.

#### 4.3 POSTAVITEV RETRANSLACIJSKE POSTAJE

Retranslacijsko postajo (RETPO) postavlja posadka RETPO, katera se formacijsko nahaja v sestavi RODD ali retranslacijskega oddelka (RETO). Posadka je sestavljena iz štirih članov:

1. poveljnik posadke – načelnik postaje
2. vezist I
3. vezist II
4. vezist - voznik

Pri izbiri rajona za postavitvev RETPO igrata aktivno vlogo S-6 in G-6. To pomeni, da je makrolokacija določena z ukazom nadrejenega poveljnika.

Naloga poveljnika posadke po prejemu pripravljalnega povelja v izhodiščnem rajonu je da:

1. pripravlja za premik vse dele kompleta, pribora in opreme, ki niso več potrebni za delo postaje na tem mestu,
2. pregleda in pripravlja vozilo ( gorivo, hladilna tekočina, luči za nočno vožnjo, signalizacija, zavore, pritisk v gumah, motor...),
3. izvaja priprave, da ostala sredstva čim hitreje pospravi, ko dobi povelje za prenehanje dela,
4. ureja mesto, kjer je bila postavljena postaja ( papir in ostale odpadke zakoplje ali zažge ), ter maskira vse ostalo, tako da skrije sledi kjer je bila postavljena postaja ( pospravi za seboj ).
5. ko dobi povelje za prekinitev zvez neposredno kontrolira, kako se snema, zbira in pakira oprema. Po končani pripravi za premik organizira pregled mesta, kjer je bila postaja postavljena.

### 4.3.1 Izvidovanje mikrolokacije

Če je na voljo dovolj časa in so izpolnjeni ostali pogoji, poveljnik posadke izvede predhodno izvidovanje mesta postavitve RETPO. Če to ni možno, izvidovanje izvede po prihodu v bližino lokacije postavitve, neposredno pred samo postavitvijo RETPO. V času izvidovanja se poveljnik posadke odloči o ožji lokaciji postavitve postaje in njenih posameznih elementov (vozilo, antenska stolpa, zaklonilniki, mesto agregata, mesto šotora, pot izmika, jama za odpadke, WC ipd.).

Za vsako potencialni rajon je potrebno ugotoviti, ali odgovarja zahtevam za delovanje zvez, kar pomeni, da z izvidovanjem določimo samo mikrolokacijo. Pri tem mora upoštevati naslednje kriterije:

- teren: zveze je težko zagotoviti iz ozkih in globokih dolin, posebno to velja za VHF radijske in zveze. Za retranslacijske postaje so najugodnejše različne vzpetine, vendar moramo pri tem paziti, da ne izberemo takšne točke, ki bi jo lahko nasprotnik uporabil kot orientir za ognjeno podporo. Nasprotna stran hriba je idealna, saj nudi zaščito pred direktnim ognjem in še vedno omogoča kvalitetne komunikacije. Teren naj bo po možnosti suh.
- dostopnost: rajon postavitve mora zagotoviti lahek dostop, tudi v težjih vremenskih pogojih, po možnosti pa naj bi imel več vhodov in izhodov. Dostop mora omogočati tudi enostaven in prikrit pristop ljudi do postaje. Dostopna pot mora biti ustrezna za vse vrste vozil.
- prostor: preveriti je potrebno, če je dovolj prostora za razmestitev vseh elementov za postavitev RETPO. Prostor mora omogočati takšno razmestitev elementov, da se ti medsebojno ne motijo. Prav tako mora biti prostor primeren za obrambo in inženirsko ureditev retranslacijske postaje.
- nevarnost: posvetovati se je potrebno z obveščevalnim organom in pomočnikom za RKBO, da ne izberemo rajona, ki je možni nasprotnikov cilj za zračne ali druge napade, biti mora zaščiten od delovanja sovražnega ognja in odmaknjen od opazovanja.
- interference: elementi RETPO morajo biti postavljeni vsaj 50 m stran od potencialnih izvorov interference, kot so električni vodniki večje moči, oddajniki komercialnih TV in radijskih postaj ipd.
- maskiranje: v bližini naj bodo priročna sredstva za maskiranje in možnost za izdelavo zaklonilnikov ter zaklonišča.

Nalogo postavitve RETPO dobi poveljnik posadke od poveljnika oddelka. Naloga poveljnika posadke je, da preuči dobljeno nalogo, na karti preuči smer premika na lokacijo postavitve RETPO (pripravljalni rajon) in načrtuje vsa potrebna materialna sredstva (gorivo, hrana, voda, ...) potrebna za izvedbo naloge.

Mesto za postavitev RETPO mora odgovarjati naslednjim zahtevam:

- imeti mora urejen dostop;
- omogočati mora hiter umik;
- omogočati mora prosto razširjanje EM valov v smeri, v kateri se nahajajo udeleženci v zvezi (ne sme se nahajati sredi gostega, ozelenega gozda, v bližini

- močnejših virov EM motenj, v bližini večjih kovinskih konstrukcij, pod električnimi daljnovodi, v bližini oddajnikov velikih moči ipd.);
- imeti mora dovolj prostora za ustrezno postavitve vseh elementov postaje, v skladu z navodili za njeno postavitve;
  - biti mora maskirano od opazovanja z zemlje in iz zraka;
  - če je mogoče, naj se v neposredni bližini (do 50m) nahaja dostop do javnega električnega omrežja 230V.

#### **4.3.2 Postopek postavitve retranlacijske postaje**

Na osnovi ugotovitev z izvidovanja ter povelja poveljnika voda poveljnik oddelka izdela povelje za premik in postavitve RETPO, v katerem na kratko povzame situacijo in nalogo VZV ter konkretno določi naloge posameznim posadkam. Povelje ni potrebno izdelati v pisni obliki, ampak si samo skicira oporne točke, povelje pa izda ustno.

Na osnovi navedenega povelja poveljnik posadke, po prihodu na mesto postavitve, izdela povelje za postavitve postaje, v katerem določi vse potrebne elemente, kot so lokacija vozila, lokacija postavitve antenskih stolpov, agregata, šotora ipd., organizacijo obrambe ter ostale elemente, kot so določeni v posameznem navodilu za postavitve postaje.

Po izdaji povelja za postavitve RETPO se posadka RETPO loti postavitve same postaje. S samo postavitvijo poveljuje poveljnik posadke.

Postopek postavitve RETPO zajema:

- izdaja ustnega povelja za postavitve postaje za zvezo
- postavitve prikolice
- postavitve vozila
- priprava mesta za postavitve agregata
- dvig paličastih anten AS-1288BL
- prenos agregata na mesto postavitve
- ozemljitev vozila
- izvzem opreme za postavitve agregata
- postavitve enega ali obeh antenskih stolpov
- postavitve napajalnih kablov in priključitev izvora el. Energije
- priprava naprav v vozilu in dokumentov
- preverjanje pravilnosti postavitve postaje
- poročanje o pripravljenosti za delo

Po končani postavitvi poveljnik posadke, če za to obstaja možnost, poroča o realizaciji naloge, poveljnik oddelka pa o tem poroča poveljniku voda.

Sledi ureditev RETPO:

- Pospravljanje delov kompletov in orodja
- Maskiranje
- Priprava PP sredstev
- Vkopavanje kant za gorivo za elektroagregat
- Izdelava zaklonilnikov za obrambo

- Ureditev mesta za postavitev elektroagregata
- Ureditev kablov
- Postavitev šotora
- Ureditev antenskih zateznih vrvi

### **4.3.3 Maskiranje RETPO**

Maskiranje ima za cilj zaščititi postajo od nasprotnikovega opazovanja iz zraka, zemlje. Pri postavljanju je še posebej pomembna skrb za ukrepe maskiranja, saj lahko v nasprotnem primeru prehitro izdamo svojo prisotnost nasprotniku.

#### 1. Za čim boljše maskiranje:

- a) postajo postaviti na rob gozda, jaso, sadovnjak, ...
- b) izogibati se ravnin in nepokritega zemljišča,
- c) metalne nepobarvane dele zaščititi pred soncem.

#### 2. Za maskiranje se uporabljajo:

- a) priročna sredstva,
- b) formacijska sredstva.

### **4.3.4 Inženirska ureditev RETPO**

#### 1. Izdelava zaklonilnika za obrambo:

- a) za neposredno obrambo postaje,
- b) v sestavi CZV.

#### 2. Postopek v slučaju napada na postajo:

- a) dežurni operater nadaljuje z delom na postaji,
- b) posadka po povelju stopa v boj,
- c) o napadu poveljnik ali dežurni operater takoj obvešča nadrejene,
- d) v kolikor ni možno preprečiti, da postaja pade v roke nasprotniku, potem se:
  - najprej uničijo dokumenti postaje,
  - uničijo vitalni deli postaje.

#### 3. Izvajanje ukrepov varnosti:

- a) prepovedano je gibanje v rajonu razmestitve postaje,
- b) neznanim osebam ni dovoljen pristop na postajo,
- c) skrbeti za pravilno hranjenje postajne dokumentacije,
- d) fotografiranje postaje je prepovedano razen po odobritvi nadrejenega starešine.

#### **4.3.5 Načelna shema razmestitve elementov postaje za zvezo na terenu**

Pri razmestitvi elementov postaje je potrebno upoštevati naslednjo shemo razmestitve elementov RETPO ter se poizkušajmo približati naslednjim kriterijem:

1. Anteno se mora postaviti na nasprotno stran od agregata in 10 do 30 m od postaje za zvezo
2. Zaklonilniki se izdelajo za krožno obrambo 30 do 50 m od postaje za zvezo
3. Od postaje za zvezo do nadrejenega starešine se postavi PTK-56
4. Agregat je na nasprotni strani od antene in 10 do 30 m od postaje za zvezo
5. Protipožarna sredstva: PP aparat, lopate in izkopana zemlja so 5 do 10 m od agregata in 20 do 30 m od postaje za zvezo
6. Posoda z gorivom je 5 do 10 m od PP sredstev
7. WC je 60 do 80 m od postaje za zvezo
8. Jama za smeti je 30 do 40 m od postaje za zvezo
9. Šotor za počitek posadke je 40 do 50 m od postaje za zvezo

#### **4.3.6 Organizacija dela na RETPO**

Po končani postavitvi RETPO poveljnik posadke organizira delo na RETPO in dežurni operater nastopi svojo dolžnost. Delo je organizirano v izmenah, pri čemer izmena načeloma traja 6 ur. Pri tem lahko dolžnost dežurnega operaterja opravlja tudi poveljnik posadke.

Člani posadke, ki niso na dolžnosti, se nahajajo na počitku ali pa v pripravljenosti, v okviru katere opravljajo ostale naloge, kot so skrb za delovanje sistema (gorivo, agregati, ...), manjša popravila, urejanje prostora postavitve postaj, varovanje postaj ipd.

Dežurni operater dela na sistemu in vodi predpisane dokumente zvez. V primeru okvare ali prekinitve zvez o tem obvesti poveljnika posadke, kateri postopa v skladu s predpisi. Če napake ni možno odpraviti o tem obvesti dežurnega CZV z uporabo druge vrste zveze, če jo ima na razpolago, ali pa z napotitvijo kurirja. Nadalje postopa v skladu z dobljenimi usmeritvami.

Pripravo za premeščanje prične posadka postaje izvajati po dobljenem ukazu s strani poveljnika oddelka ali dežurnega CZV. Najprej pospravijo vso opremo, ki ni nujno potrebna za delovanje RETPO (šotori, maskirne mreže ipd.), na koncu pa še spustijo in pospravijo antenske stolpe, antene in antenske kable. Cilj izvedbe priprav je, da čim dlje omogočimo delovanje RETPO na trenutni lokaciji in da je prekinitev delovanja zveze čim krajša.

Pri pripravah je potrebno posebno pozornost posvetiti pregledu prostora postavitve, da ne bodo na njem ostali deli opreme in predvsem dokumenti zvez.

#### **4.4 VSPOSTAVITEV KOMUNICIRANJA PREKO RETRANSLACIJE**

Ko RETPO zavzame svoje mesto, posede svoj položaj, na mikrolokaciji in se izvedejo vsi varnostni ukrepi in je napočil čas za pripravljenost postaje za zvezo ter pripravljenost zveze nato začne upravna postaja z vzpostavljanjem zveze. Tudi RETPO mora imeti svojega operaterja, ki

ima podobne naloge kot upravna postaja, da spremlja promet in skrbi za delovanje omrežja proti podrejenim postajam.

Za primer lahko vzamemo Prilogo 1: Načrt postaje za zvezo ROm št. 59, ki je vadbeni dokument. Iz njega je razvidno, da so vsi udeleženci vključno z upravno postajo na istem kanalu, to je na prvem kanalu.

Če vzamemo za primer, da se npr. upravna postaja na terenu ne premika oz. se premika počasneje, medtem ko se končni uporabniki premikajo naprej ter hitreje in je struktura terena zahtevnejša ter ob upoštevanju drugih vplivov, bo slejkoprej prišlo do tega, da upravna postaja ne bo mogla direktno komunicirati s končnimi uporabniki. Potem se začne RETPO vključevati v radijsko omrežje po naslednjih korakih:

1. RETPO preveri zvezo z vsemi podrejenimi enotami na kanalu 1; pri tem je priporočljivo, da na RETPO imamo zraven še eno radijsko postajo kot uporabnik za komuniciranje z končnimi uporabniki ter za komuniciranje z upravno postajo. Če ni zveze z končnimi uporabniki, si moramo poiskati drugo primernejšo mikrolokacijo.
2. RETPO preveri zvezo z upravno postajo; če nimamo zveze z podrejenimi postajami, moramo to poročati upravni postaji. Veliko vlogo igra konfiguracija terena in RETPO si mora poiskati drugo primernejšo lokacijo iz katere bo imela zvezo tako z upravno postajo, kakor tudi z končnimi uporabniki. Vzpostaviti moramo tehnično delovanje.
3. vse podrejene postaje moramo spraviti na ustrezni kanal; izdati moramo ustrezni signal. Po našem Načrtu dela postaje za zvezo je to signal ŽABA 4, pri čemer morajo vsi končni uporabniki, katerim je bil izdan signal preklopiti na kanal 4.
4. vzpostavitev zveze s podrejeno enoto na četrtem kanalu (preverjanje zveze), če ni zveze moramo preiti nazaj na zadnji kanal. Izda se signal KAMEN 1, signal za prehod v retranslacijski način dela.
5. RETPO poda signal za retranslacijski način dela, vsem udeležencem, ki bodo delali na kanalu 1. Izda se signal KAMEN 1, signal za prehod v retranslacijski način dela.
6. upravna postaja preveri zvezo z vsemi podrejenimi enotami

V organizacijskem smislu je treba retranslacijske postaje voditi kot posebne udeležence, ki se jim ukazi v komunikacijskem smislu (tudi vodenja in poveljevanja) ne predajajo (razen kadar so nujne spremembe položaja, radijskih frekvenc oziroma druge zadeve in jih izda upravna postaja). Če se zveza na primarni strani retranslacije prekine (ko upravna postaja ne odgovarja na klice podrejene oziroma podrejenih postaj), retranslacijska postaja na sekundarni ravni prevzame upravljanje omrežja, obvesti udeležence o izgubi zveze in kar najhitreje poskuša vzpostaviti zvezo z upravno postajo v primarnem delu.

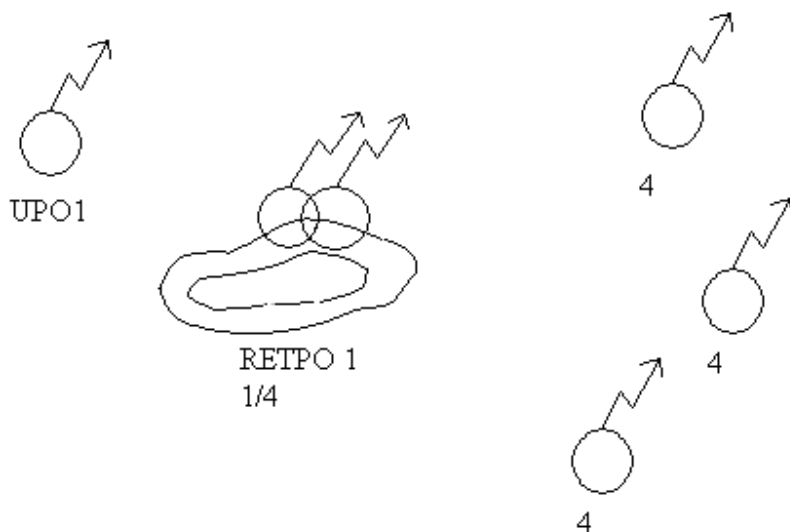
Ko se izda signal za konec dela, upravna postaja o tem najprej obvesti končne postaje za zvezo, nato zadnjo retranslacijsko postajo in tako naprej (sistem k sebi).

Pri tem je pomembno, da RETPO ima še dodatno postajo za komuniciranje.

Z delom v retranslacijskem načinu dela razbremenimo četnega vezista, saj odpade morebitno tranzitiranje sporočil in se tako izognemo morebitnim napakam pri prenosu sporočil. Komunikacija med upravno postajo in končnimi uporabniki poteka direktno, operater na RETPO pa spremlja promet čez RETPO.



## 5. TAKTIČNA UPORABA RETRANSLACIJSKIH POSTAJ



Slika 13; Retranslacija z eno RETPO

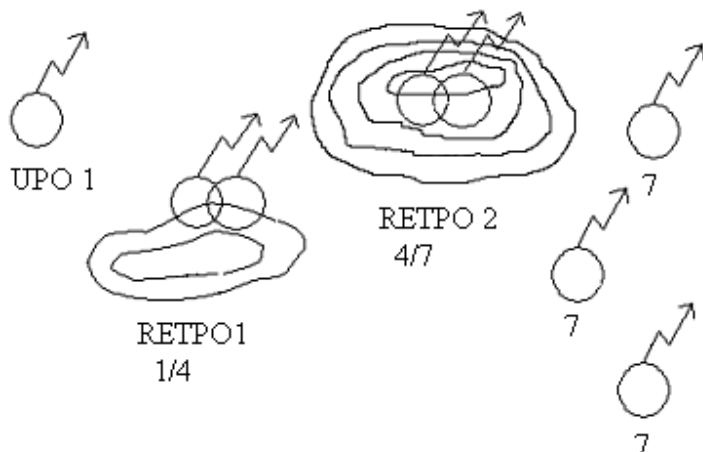
RETPO postavimo v primeru, ko ni mogoče vzpostaviti direktne povezave med upravno postajo in njenimi končnimi uporabniki zaradi različnih vplivov okolja in drugih specifičnosti, ki se pojavljajo pri širjenju radijskih signalov.

Skica 1 nam prikazuje izvedbo retranslacije preko ene RETPO (RETPO1), ki je taktično postavljena pod vrhom hriba, da lahko končna uporabnika na drugi strani hriba direktno komunicirata z upravno postajo (UPO). Iz Načrta dela postaje za zvezo ROm 59 je razvidno, da ima UPO radijsko napravo na kanalu 1. RETPO ima eno radijsko napravo, ki sprejema in oddaja signal proti UPO na kanalu 1, drugo radijsko napravo, ki oddaja in sprejema signal proti končni postaji pa na kanalu 4. Končni uporabniki zato morajo imeti radijsko postajo na kanalu 4 za sprejemanje in oddajanje proti RETPO. Poudariti je treba, da signal potuje od UPO preko RETPO navzdol do končnih uporabnikov in obratno navzgor. UPO in končni uporabniki morajo biti v dometu signala RETPO in obratno RETPO mora imeti domet signala do UPO in končnih uporabnikov. UPO mora biti izven dometa signala in končnega uporabnika in obratno končni uporabnik mora biti izven dometa signala UPO, saj drugače ni potrebna postavitev RETPO oziroma, če se ne planira siceršnja njihova uporaba, saj se v tem primeru UPO in končni uporabnik slišita med sabo.

Zgodi pa se nam tudi lahko, da za komuniciranje med UPO in končnimi uporabniki ni dovolj le ena RETPO. Tedaj moramo vzpostaviti še delovanje druge RETPO, saj so končni uporabniki izven dometa signala prek RETPO1. Tedaj se morajo, kot je prikazano na Načrtu dela za zvezo ROm 59 ob vzpostavitvi druge RETPO (ob izdaji signala ŽABA 7 za končne uporabnike in KAMEN 2 za prehod v retranslacijski način dela, (glej Načrt dela za zvezo) preklopiti končni uporabniki, katerim je bil izdan signal na kanal 7. Medtem ko druga RETPO sprejema na kanalu 4 od prve RETPO in oddaja na kanalu 7 proti končnim uporabnikom.

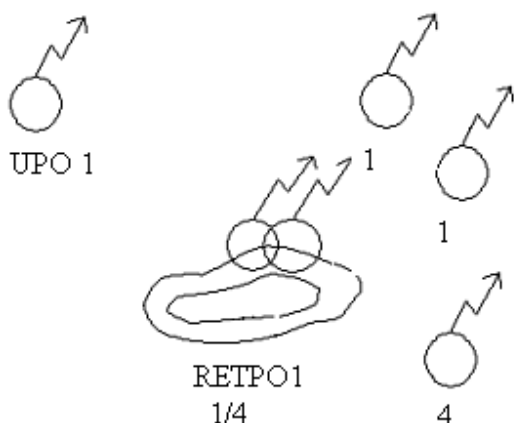
Pri tem je treba poudariti, da signal potuje od UPO preko prve RETPO do druge RETPO in naprej do končnih uporabnikov navzdol in obratno navzgor. UPO mora biti v dometu signala prve RETPO in obratno. Prva RETPO mora biti v dometu signala UPO in druge RETPO. Druga RETPO mora biti v dometu signala prve RETPO in končnih uporabnikov. Končni UPO pa morajo biti v dometu signala od druge RETPO.

RETPO mora biti postavljena vedno na takšno mestu, da lahko nemoteno sprejema in oddaja signal ob upoštevanju največjih varnostnih pogojev.



Slika 14; Retranslacija z dvema RETPO

V primeru, da se proti območju, kjer ne bo dometa signala, premika samo en končni uporabnik, se samo za tega pošlje posadka, ki bo postavila RETPO. Ustreznega udeleženca se pošlje na drugi kanal z izdajo ustreznega signala ŽABA, z njim preveri zveza na novem kanalu, RETPO izda signal KAMEN za prehod v retranslacijski način dela in UPO lahko preveri razumljivost z končnim udeležencem (Slika 15; En končni uporabnik dela preko retranslacije) .



Slika 15; En končni uporabnik dela preko retranslacije

## 5.1 UPORABA RETRANSLACIJSKIH POSTAJ

V enotah artilerije se RETPO uporablja za navajanje ognja iz opazovalnice, da bi se lahko izvedla ustrezna korektura ognja na samem ognjenem položaju, saj je domet artilerijskega izstrelka lahko tudi večji, kot je domet radijskega signala, na katerega še dodatno vplivajo različni geografski pogoji hribi z različnimi vrhovi. Če signal ne potuje direktno nazaj proti ognjenemu položaju do centra za navajanje ognja je potrebno vzpostaviti RETPO, po potrebi tudi več RETPO, da bi signal prišel na pravo mesto.

RETPO lahko tudi uporabljajo izvidniki in druge enote, ki jih pošljemo pred naše položaje z določenim namenom. V takem primeru moramo strmeti, da z njimi lahko vedno na določen način ob vnaprej dogovorjenem času vzpostavimo radijsko zvezo, medtem ko pa moramo sovražniku onemogočiti, da bi odkril položaje naših enot s svojim elektronskim bojevanjem (EB) in enoto uničil. V takem primeru lahko vzpostavimo zvezo z izvidniki tako, da pošljemo RETPO na ustrezno lokacijo, ki bo poskušala vzpostaviti zvez s svojim poveljstvom. Enoto moramo zavarovati z uporabo usmerjenih anten in s senčenjem anten. S tem dosežemo, da signal ne bomo oddajali v smeri v katere to ni nujno potrebno, se pravi proti nasprotniku, ki bi lahko to izkoristil in naši enoti prisluškoval, motil zavajal..., ter jo na koncu uničil.

## 5.2 UPORABA ANTEN PRI RETRANSLACIJI-USMERJENOST ANTEN

Na razpolago imamo 2 možnosti:

- NEUSMERJENE ANTENE; oddajajo v vse smeri enako oddajni val se širi v obliki kroga . Take antene so primerne za zveze z večjim številom končnih uporabnikov, ki so razdrobljeni po prostoru. Dobra stran te antene je, da nam ni treba skrbeti kam imamo anteno obrnjeno, slaba pa da lahko delamo povezave le na manjših dolžinah in sprejemamo iz vseh smeri.
- USMERJENE ANTENE; oddajajo valove samo v določene smeri. Zelo dobra lastnost teh anten je, da usmerimo velik del energije in s tem lahko dosežemo povezave zelo daleč. Če imamo na terenu več udeležencev na različnih lokacijah, bomo imeli velike težave pri pokrivanju terena. Slaba stran je tudi pa da moramo anteno obračati v želeno smer, saj v nasprotnem primeru ne bomo sprejemali ničesar.

V ta sklop anten spadajo antene, ki imajo usmerjen sevalni diagram, kar v praksi pomeni da oddajajo oziroma sprejemajo samo v eni smeri. Načeloma so take antene v vseh primerih HORIZONTALNO polarizirane, saj hočemo oddajati vzporedno z zemeljsko skorjo. VERTIKALNO polarizirane antene se uporabljajo za vzpostavitev zveze med mobilnimi in prenosnimi napravami.

Tipičen predstavnik neusmerjene antene so antene AD-17, ki svojo lastnostjo, da seva okrog postane lahek plen za nasprotnika, da ujame signal in nas uniči ter nam povzroča težave pri komuniciranju. Te antene imajo sevalni diagram v obliki kroga, če pa gledamo na sevalni diagram v treh dimenzijah dobimo obliko krogle in vertikalno polarizacijo.

### **5.3 SENČENJE ANTEN**

Senčenju anten z drugimi besedami pravimo lahko tudi maskiranje zvez s pomočjo terena. V taktičnem smislu je pomembno, da antena ne seva EMV v krogu 360°, ampak samo v smer v katero želimo vzdrževati zvezo. To pomeni, da signal ne bo prišel do nasprotnika, ki bi nas lahko odkril, zato je pomembno, da izberemo pravo mikrolokacijo.

Če nimamo na voljo usmerjene antene (prej je bila ta možnost z anteno AD-19, zdaj pa te možnosti ni več), si pomagamo s senčenjem anten. To pomeni, da moramo poskrbeti za maskiranje zvez s pomočjo terena. Maskiranje s pomočjo umetnih in naravnih ovir je zelo uporaben ukrep na razgibanem terenu ali v urbanem okolju, lahko izvedljiv in pripomore k zmanjšanju občutljivosti komunikacijsko-informacijskih sistemov na nasprotnikove ukrepe elektronskega bojevanja. Oddajno anteno postavimo tako, da je med njo in nasprotnikom naravna ali umetna ovira, torej stavba, vzpetina, nasip... To pripomore k zmanjšanju širjenja elektromagnetnega valovanja proti nasprotniku. Tako mu otežimo pridobivanje informacij, elektronsko motenje in zavajanje.

### **5.4 POSTAVLJANJE RETPO V VISOKIH GORAH**

Pri postavljanju RETPO visoko v gorah se pojavljajo mnogi problemi, saj maloštevilna posadka postavlja RETPO samostojno. Največji problem so ljudje, saj je teren težko dostopen in je potrebno opremo večkrat prenesti ročno, kar je fizično napornejše kot delo na lažjem terenu, saj je fizična izčrpanost in utrujenost posadke mnogo večja.

Problem se pojavi tudi v dostopnosti do mikrolokacije. Visoko v gorah ni širokih dostopnih poti, teren je bolj strm in trd, kar nam povzroča težave pri postavitvi RETPO.

Na mikrolokacijo, katera je težko dostopna, je potrebno prenesti tudi opremo, antene, različne kable in nenazadnje tudi osebno opremo in oborožitev. Precejšen logistični zalogaj je oskrba RETPO oskrbovati s hrano, vodo, strelivom...

Posadka, ki zagotavlja delovanje RETPO v gorah, je bolj utrujena in zato manj varna, še posebej če naloga zahteva, da se moramo večkrat in pogosteje premikati na druge lokacije, od koder lahko zadovoljivo podpira svojo enoto. Za premik porabi več časa, da doseže primerno mikrolokacijo, kot podpirana enota, ki se premika po lažjem terenu.

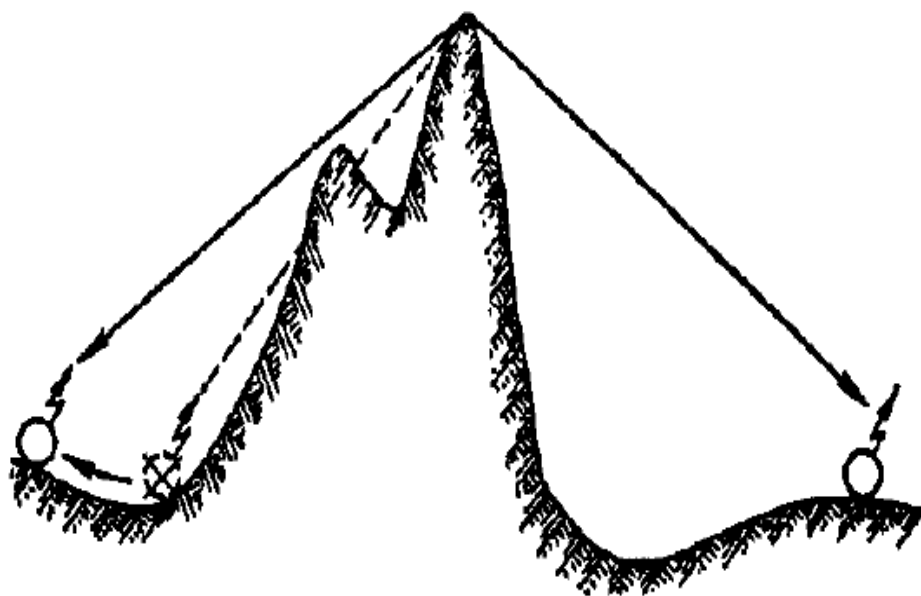
#### **5.4.1 Sovjetska armada v gorah Afganistana**

Med Sovjetsko-Afganistansko vojno so sovjetske sile večkrat vdrle v ogromno gorsko verigo Hindu Kush, in RETPO so bile življenjskega pomena. Sovjeti so pogosto uporabljali helikopterje MI-9 VZPU za poveljevanje in nadzor in druge helikopterje, da so lahko izvajali retranslacijsko podporo v premiku. Pogosto je sovjetom primanjkovalo tudi osebja in opreme, da bi lahko na zemlji locirali RETPO, zato so se morali posluževati drugih načinov prenosa, ki pa so bili dolgi in težavni. Vključeval je pošiljanje sporočil večjim postajam, dokler sporočilo ni doseglo končnega prejemnika. Na začetku so Sovjeti delali napake med prenosi sporočil, vendar so ta problem rešili z urjenjem operaterjev.

UHF predstavlja problem za komuniciranje v gorah, saj je teren v gorah lahko raznolik. Sovjetske taktične UHF radijske naprave so bile zmožne komunicirati na odprtem tudi do 100 km daleč. UHF komunikacije so se tudi prekinile oz. izgubile med premikanjem po gorskih cestah ali pa ko so prišli v mrtvo cono v gorah na nasprotnih straneh vrhov.

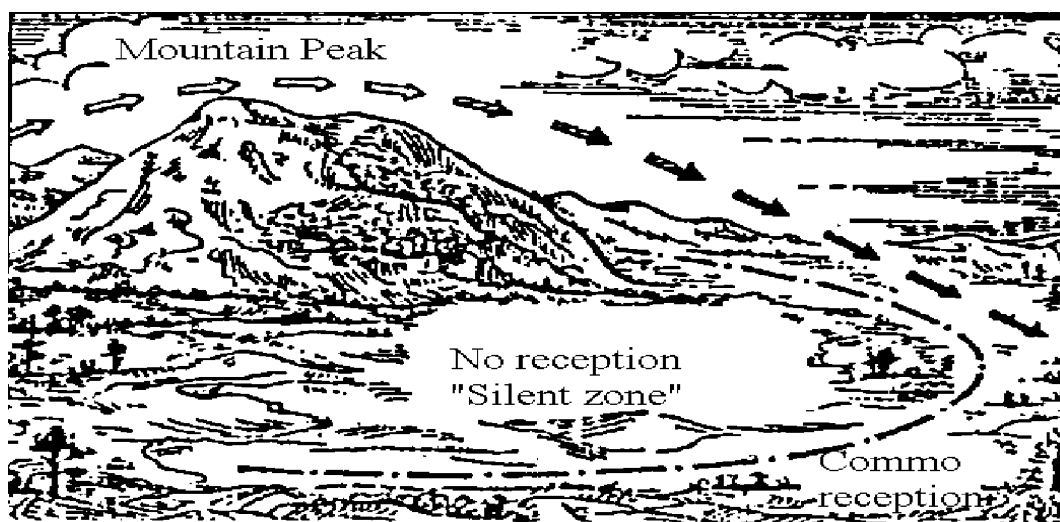
Sovjetska armada je izvajala veliko meritev na področju UHF komunikacij. Te meritve obsegajo veliko število meritev in so prišli do naslednjih rezultatov:

1. izberi mesto za komuniciranje tako, ki imajo enojni gorski hrbet, da vmes ne bo nižjih vrhov in na vrhu vzpostavi RETPO za prenos signala na drugo stran gore. Izbrati je treba prostor za komunikacijo, ki bo imela najbolj direktno linijo do vrha, da se komunikacija lahko prenese na vrh in z vrha na drugo stran. Za oddajanje in sprejemanje naj ne bodo tik ob vznožju (Slika 16).



Slika 16; Mesto za retranslacijo čez vrh z gorskim vrhom vmes

2. izberi sprejemno-oddajna mesta vstran od gorskih vznožij. Razdalja naj bo enaka vsaj višini hriba od vznožja do vrha (Slika 17).



Slika 17; Radijska postaja proč ob vznožja vrh

3. postavi radijske postaje vedno na vrh, da izboljšaš prenos signala – vizualno linijo in povečaš doomet

4. radijske postaje postavi tam, kjer lahko poteka komunikacija čez vrh in da bo vmes čim manj vrhov, ki je boljše kot pa da se postavlja več RETPO

5. ko prideš do velikih kupolastih vrhov, postavi radijske postaje vstran od vznožja, po možnosti na višji teren, kot pa da postavljaš RETPO (Slika18)



Slika 18; Radijske postaje ne postavljaš ob vznožje kupolastih hribov

So še drugi problemi pri vzpostavljanju radijskih zvez v gorah. Postavljanje anten je eden izmed teh problemov. Trda kamnita tla otežujejo postavljanje anten in žic, nakloni otežijo poravnavanje anten, močnejši vetrovi, ki se pojavljajo pa jih pogosto poderejo. Drugi problem je optimalna taktična lokacija, ki ni nujno tudi optimalno taktična. RETPO so ločeno postavljene od glavne postaje in so privlačne tarče, ki nimajo velike moči.

Veter je naslednji problem. V gorah se pogosto pojavljajo nevihte, tudi ledene in snežne. Antene privlačijo strele, prekrije jih sneg in led kar močno zmanjša moč oddajanja. Led je treba odstraniti, kar pa ni preprosto na visoki anteni v gorah med snežno nevihto.

Dizelski motorji ne delujejo dobro na visokih višinah, večina komunikacijskih generatorjev pa je prav dizelskih. Standardne baterije ne delujejo dobro v mrazu, zato v visokih gorah rabimo bolj drage Litijeve baterije.

In nenazadnje osebje na taki postaji mora rotirati in počivati, postajo je treba oskrbovati, da lahko vzdržuje dobre komunikacije.

#### 5.4.2 Ameriška armada v gorah Afganistana

Ameriška vojska je prav tako doživela težave s komuniciranjem v gorah Afganistana. Čeprav je imela Ameriška vojska več satelitskih radijskih postaj (SATCOM), kot Sovjeti v Sovjetsko-Afganistanski vojni je ameriška armada naletela na podobne težave.

Med operacijo ANACONDA so 101. zračno desantne sile in 10. gorska divizija oblikovale posamezno brigado-namensko skupino RAKKASANS, ki je na začetku to smatrala kot izziv na koncu pa naletela na težave.

Glavne radijske postaje za kopenske sile so bile iz družine SINGARS. Ker so te enote pristale znotraj vrhov in obseg bojišča ni bil velik so te radijske postaje delovale nepričakovano dobro, čeprav so bili zemeljski pogoji slabi.

Kljub prednosti v dobro razviti komunikacijski tehnologiji, jim je komuniciranje v gorah še vedno povzročalo velike težave. Satelitske komunikacije omogočajo velike prednosti, vendar je omejeno s komuniciranjem v dolinah in kanjonih, medtem ko frekvenca in prenos podatkov povzroča veliko oviro.

## 6. ZAKLJUČEK

Današnje radijske postaje in sistemi zvez v SV na splošno predstavljajo nepogrešljivo komponento v sistemu poveljevanja in kontrole. Sistemi zvez omogočajo vse več storitev in zato postajajo vedno bolj kompleksni. Na taktičnem nivoju se teži k manjši teži in velikosti radijskih naprav ter njeni večji odpornosti, daljšemu času operativnega delovanja.

Če izhajamo iz primarne naloge RETPO, ki je zagotavljanje zvez med uporabniki sistema zvez in se drugače brez delovanja RETPO nikakor ne bi slišali, lahko ugotovimo, da je RETPO pomemben element sistema zvez. Lahko jo uporabljajo vsi rodovi SV.

RETPO so privlačne tarče za nasprotnika, posadke so male, opravljajo pomembno delo, zato so težko branljive, še posebej če nasprotnik razpolaga z modernimi sistemi za EB v komunikacijskih sistemih, s katerimi zlahka odkriva lokacije delovanja naših naprav. Prav tako lahko pričakujemo, da se bo s ciljem uničenja sistema PINK naših enot, uporabil vse razpoložljive sile za njegovo uničenje s poudarkom na uporabi artilerijskih enot in diverzantskih skupin vrinjenih v naše zaledje. Pričakujemo pa lahko še uporabo izvidniških in brezpilotnih letal.

Za posadko RETPO je pomembno, da se premika prikrito v svoj rajon, najbolje ponoči ob uporabi bojnih luči in po stranskih poteh. Zaradi pomembnosti RETPO je smotrno tudi večkrat menjati lokacijo, če je to le možno zaradi vzdrževanja zvez. Ob prihodu na položaj je pomembno, da se čim je to mogoče izvidujejo že naslednji položaji.

Pomembno vlogo igra tudi zemljišče, na katerem bomo izvajali nalogo (hrbovitost, poraščenost z gozdom). Na območju postavitve RETPO je komunikacij običajno malo in še te so v obliki gozdnih cest, ker se ponavadi postavljajo višje v gorah. Dostop do možnih lokacij je naslednji parameter, ki ga moramo upoštevati.

Generalno gledano je priporočljiva čim bolj odprta, visoka točka, da dosežemo radijsko vidljivost. Naj takoj opozorim, da v taktičnem vojaškem smislu to ni nujno, da je vrh hriba ali gore. Dolino lahko tudi pokrijemo iz nižje točke na pobočju in tako ne povzročimo nepotrebni neželenih učinkov. Sovražniku otežimo prisluškovanje našega prometa, zavajanje, motenje, in preprečimo, da bi z goniometrivanjem odkril mesto naše postaje.

Pri delu je potrebno maksimalno upoštevati ukrepe proti elektronske zaščite:

- a) pri delu strogo upoštevajte prometna pravila
- b) o kršitvah v prometu prek sredstev zvez me takoj obvestite
- c) če v katerega udeleženca le malo posumite, ga takoj legitimirajte
- d) delajte z močjo, ki zadostuje za kvalitetno zvez.

Lahko zaključimo, da posadka RETPO opravlja zelo veliko in pomembno nalogo, čeprav je maloštevilna. Prav zaradi male posadke bi v prihodnje bilo potrebno razmisliti, da bi RETPO bolje oborožili. V svoji sestavi bi morala imeti lahki puškomitraljez in lahko prenosno protioklepno orožje.

Ob napadu na RETPO in ob naglem izmiku brez vozil, pa bi morala biti posadka usposobljena za preživetje v naravi za nekaj dni.

## ***LITERATURA:***

Priročnik za radioamaterje, Zveza radioamaterjev Slovenije, Ljubljana 1995

Razširjanje elektromagnetnih valov, Skripta za interno uporaba, Slavko Celarc 1997

Navodilo za uporabo VHF radijske naprave RC-04, Ministrstvo za obrambo RS, 1998

Komuniciranje v komunikacijskih sistemih, stotnik Robert Mlakar, PDRIU, 2006

Pravilo veze, Uprava veze GŠ JNA, 1979

Pravilo veze, Uprava veze GŠ JNA, 1989

Lastni zapiski predavanj 2008

Taktika zvez, Šola za podčastnike, maj. Samo FLISEK, 2006

mountain-commo.pdf

[www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/11-32/index.html](http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/11-32/index.html)



## ***SEZNAM SLIK:***

|   |    |
|---|----|
| Slika 1; Elektromagnetni val  | 3  |
| Slika 2; Sestava zemeljske atmosfere  | 4  |
| Slika 3; Sestava zemeljske atmosfere  | 5  |
| Slika 4; Prikaz razširjanja radijskih valov                                       | 6  |
| Slika 5; Sloji ionosfere  | 6  |
| Slika 6; Teoretični primer refleksije na KV                                       | 7  |
| Slika 7; Primer razširjanja KV signala, kjer je jasno prikazana t.i. "mrtva cona" | 8  |
| Slika 8; Prikaz razširjanja VHF valov   | 9  |
| Slika 9; Inverzija  | 10 |
| Slika 10; Meteorski sloji   | 10 |
| Slika 11; Retranslacija   | 18 |
| Slika 12; Retranslacija   | 22 |
| Slika 13; Retranslacija z eno RETPO   | 28 |
| Slika 14; Retranslacija z dvema RETPO   | 29 |
| Slika 15; En končni uporabnik dela preko retranslacije                            | 29 |
| Slika 16; Mesto za retranslacijo čez vrh z gorskim vrhom vmes                     | 32 |
| Slika 17; Radijska postaja proč ob vznožja vrha                                   | 32 |
| Slika 18; Radijske postaje ne postavljaj ob vznožje kupolastih hribov             | 33 |

## ***SEZNAM TABEL:***

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1; Frekvenčni pasovi  | 13 |
| Tabela 2; Osnovni TT podatki RC – 4                                      | 19 |
| Tabela 3; Kombinacije načinov dela                                       | 20 |
| Tabela 4; Fvenčni razmik v odvisnosti od razmika anten in moči oddajnika | 21 |

## ***SEZNAM PRILOG:***

|   |    |
|---|----|
| Priloga 1; Načrt dela postaje za zvezo ROm 59 | 38 |
|---|----|

## ***UPORABLJENE KRATICE IN OKRAJŠAVE:***

|              |                             |
|--------------|-----------------------------|
| <b>AM</b>    | – amplitudna modulacija     |
| <b>b/d</b>   | – bojno delovanje           |
| <b>CZV</b>   | – center zvez               |
| <b>EB</b>    | – elektronsko bojevanje     |
| <b>ED</b>    | – elektronsko delovanje     |
| <b>EMV</b>   | – elektromagnetno valovanje |
| <b>EMS</b>   | – elektromagnetni spekter   |
| <b>FM</b>    | – frekvenčna modulacij      |
| <b>Hz</b>    | – Hertz                     |
| <b>KV</b>    | – kratki val                |
| <b>PČ</b>    | – poveljnik čete            |
| <b>PINK</b>  | – poveljevanje in kontrola  |
| <b>PM</b>    | – poveljniško mesto         |
| <b>PV</b>    | – poveljnik voda            |
| <b>RETPO</b> | – retranslacijska postaja   |
| <b>RETO</b>  | – retranslacijski oddelek   |
| <b>RODD</b>  | – radijski oddelek          |
| <b>ROm</b>   | – radijsko omrežje          |
| <b>RRZV</b>  | – radiorelejna zveza        |
| <b>r /n</b>  | – radijska naprava          |
| <b>SV</b>    | – Slovenska vojska          |
| <b>SHF</b>   | – super visoke frekvence    |
| <b>UHF</b>   | – ultra visoke frekvence    |
| <b>UKV</b>   | – ultra kratki val          |
| <b>UPO</b>   | – upravna postaja           |
| <b>VHF</b>   | – zelo visoke frekvence     |
| <b>VZV</b>   | – vod zvez                  |
| <b>W</b>     | – Watt                      |

## NAČRT DELA POSTAJE ZA ZVEZO

ROm št.: 59 za čas od 140000FEB08 do 202400JUL08

| Zap. št. | UDELEŽENCI  | Naslov<br>SEL.R | DELOVNI PODATKI |              | REZERVNI PODATKI |              |
|----------|-------------|-----------------|-----------------|--------------|------------------|--------------|
|          |             |                 | KANAL           | KLICNI ZNAKI | KANAL            | KLICNI ZNAKI |
| 1.       | <b>3.BR</b> | 01              | <b>1</b>        | <b>O1D</b>   | <b>3</b>         | <b>G2M</b>   |
| 2.       | RET 1       | 02              | 1/4             | O2D          | 3/2              | D1B          |
| 3.       | RET 2       | 03              | 4/7             | A2D          | 2/5              | B1A          |
| 4.       | 40.MOTB     | 05              | 1               | M1V          | 3                | D3R          |
| 5.       | 25.MOTB     | 06              |                 | V1R          |                  | S2C          |
| 6.       | 26.ARTB     | 07              |                 | M1Č          |                  | F7V          |
| 7.       | RU-1        | 08              |                 | P3Č          |                  | K9O          |
| 8.       | RU-2        | 09              |                 | R3U          |                  | K6O          |

Pripravljenost postaje za zvezo: po ukazu

Uporaba TPE: »SE NE UPORABLJA«

Pripravljenost zveze: po ukazu

Začetna vrsta dela: CLR

Čas preverjanja zveze: po ukazu

Šumna zapora: izklopljena

Čas dela: po ukazu

Moč oddajnika: 4W

OSTALO:

Vrsta antene/polarizacija:  
tračna, palična, discone / V**Opozorilo:** Frekvenčno skakanje (A.J.) se uporablja samo po ukazu upravne postaje!

## TABLICA ZA LEGITIMIRANJE

št.: 11111

| B \ A | 1    | 2    | 3    | 4    | 6    | 5    | 7    | 9    | 0    | 8    |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0     | 2412 | 7701 | 9969 | 0146 | 3582 | 8618 | 7768 | 0967 | 2671 | 9824 |
| 9     | 8486 | 2227 | 3965 | 4700 | 9027 | 9202 | 2568 | 8143 | 5712 | 2766 |
| 4     | 1815 | 9897 | 9585 | 8322 | 3987 | 7762 | 2462 | 3637 | 8482 | 6526 |
| 3     | 9077 | 7661 | 6546 | 3655 | 8654 | 5956 | 4055 | 2515 | 0647 | 2057 |
| 2     | 8699 | 3546 | 5198 | 6277 | 6898 | 8274 | 9343 | 3348 | 0778 | 5857 |
| 7     | 1907 | 0623 | 5368 | 5357 | 1243 | 5486 | 1517 | 0786 | 9269 | 2245 |
| 1     | 7346 | 8143 | 8467 | 6400 | 7710 | 7641 | 6245 | 8305 | 0629 | 7439 |
| 8     | 0236 | 5755 | 1595 | 8459 | 8537 | 6921 | 0055 | 4696 | 8966 | 3921 |
| 6     | 4837 | 1361 | 5180 | 9857 | 8977 | 1634 | 7832 | 6848 | 3623 | 1270 |
| 5     | 4409 | 6567 | 2897 | 1562 | 8916 | 0937 | 5787 | 4730 | 2297 | 5201 |

KODIRNE ŠTEVILKE in ČRKE: "ROMEO"

|        | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| oddati | 1 | 7 | 3 | 0 | 9 | 6 | 4 | 2 | 8 | 5 |

|        | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | R | Q | S | T | U | V | W | X | Y | Z |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| oddati | L | M | K | P | R | U | X | Y | A | W | B | C | F | E | G | I | Z | Q | J | S | T | O | V | N | D | H |

**PODATKI ZA PROGRAMIRANJE**

| KANAL | FREKVENCA<br>v MHz | A.J     | SEC ključ |
|-------|--------------------|---------|-----------|
|       |                    | T K NET |           |
| 1     | 31.500             | 2 7 014 | 7         |
| 2     | 34.500             | 1 4 112 | 8         |
| 3     | 38.275             | 0 9 212 | 5         |
| 4     | 41.275             | 3 6 100 | 6         |
| 5     | 44.275             | 2 3 023 | 4         |
| 6     | 74.525             | 3 8 111 | 3         |
| 7     | 77.725             | 0 5 213 | 2         |
| 8     | 82.325             | 3 3 033 | 9         |
| 9     | 42.375             | 1 1 000 | 1         |
| M     | 47.775             | 0 0 000 | 0         |

Datum in ura naprave:  
tekoči datum in ura

Operaterjevo geslo: 13131

**SKUPNI PODATKI ZA VSA OMREŽJA**

| Skupni podatki  | Kanal | Frekvenca | Ključ za zaščito govora | Frekvenčna tabela | Ključ za AJ |
|---|-------|-----------|-------------------------|-------------------|-------------|
| Skupni podatki za vse r/n;<br>sodejstvovanje, sobojevanje<br>na nivoju SV | 9     | 42.375    | 1                       | 1                 | 1           |
| Skupna frekvenca za vse r/n;<br>za primer nesreče, izgube....             | M     | 47.775    | -                       | -                 | -           |

**TABLICA OPERATERJEVIH SIGNALOV**

| Pomen signala   | Signal                 |
|---|------------------------|
| Prezemi vlogo upravne postaje                                       | BETA                   |
| Prehod v retranslacijski način dela (RET 1, RET 2)                  | KAMEN (1,2)            |
| Prehod na rezervne podatke  | OSA                    |
| Premik na koordinate (xxxxxx,yyyyyy)                                | GEPARD (xxxxxx,yyyyyy) |
| Pripravljenost za zvezo (UU.MIN)                                    | SOVA (uu:mm)           |
| Prehod na delovne podatke   | SINICA                 |
| Prehod na odprto govorno komunikacijo (CLR)                         | TELO 1                 |
| Prehod na zaščiteno govorno komunikacijo (SEC)                      | TELO 2                 |
| Prehod na frekvenčno skakanje (A.J)                                 | TELO 3                 |
| Prehod na zaščiteno govorno komunikacijo (SEC) z uporabo ključa (x) | LISA (X)               |
| Prehod na (frekvenčni) kanal (xx)                                   | ŽABA 1 - 10            |
| Prehod na frekvenco (xxxxx)   | LUNA (xxxxx)           |
| Preveri točen čas   | URA                    |
| Prehod v selektivni način dela                                      | NASLOV                 |
| Vključi otipavanje kanalov (xxx)                                    | HRIB (xxx)             |
| Prehod na prenos podatkov   | DATA                   |
| Prekinitev dela, ponovna vzpostavitev ob xxxx uri                   | MORJE (xxxx)           |
| Radijski molk   | MIRAN                  |
| Konec dela  | PALMA                  |

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani Šaruga Jožef , roj. 18.3.1970, Murska Sobota, kandidat 19. generacije Šole za častnike, smer zveze, izjavljam, da se avtor zaključne naloge z naslovom Taktična uporaba retranslacijskih postaj.

Jožef Šaruga