

**ŠOLA ZA ČASTNIKE  
21. GENERACIJA  
SPECIALIZACIJA ZVEZE**

**ZAKLJUČNA NALOGA**

**TAKTIČNE PODATKOVNE POVEZAVE IN SREDSTVA V SISTEMU  
PINK ZRAČNE KOMPONENTE**



Kandidatka - slušateljica: naddesetnica, Tina Jerina

Mentor: nadporočnik, Boris Bodlaj

Vrhnika, avgust 2010



REPUBLIKA SLOVENIJA  
**MINISTRSTVO ZA OBRAMBO**  
**Slovenska vojska**

Poveljstvo za doktrino, razvoj,  
izobraževanje in usposabljanje  
Šola za častnike

Številka:

Datum:

## ZAKLJUČNA NALOGA

# TAKTIČNE PODATKOVNE POVEZAVE IN SREDSTVA V SISTEMU PINK ZRAČNE KOMPONENTE

Kandidatka - slušateljica: naddesetnica, Tina Jerina

Mentor: nadporočnik, Boris Bodlaj

Maribor, avgust 2010

## **POVZETEK**

Predmet preučevanja zaključne naloge so taktične podatkovne povezave (TADIL) in sredstva v sistemu poveljevanja in kontrole (PINK) zračne komponente, ki se uporabljajo v Slovenski vojski (SV) in drugih Natovih članicah ter so ključne za prenos podatkov oziroma informacij med različnimi enotami združenih operacij. V sistemu PINK zračne komponente je velika hitrost spreminjanja podatkov in velika razdalja med enotami, zaradi česar je potrebno imeti zmogljive taktične podatkovne povezave oziroma linke, pri katerih je poleg hitrosti in količine informacij pomembna tudi zaščita posredovanih oziroma izmenjanih informacij in odpornost na ukrepe elektronskega bojevanja ter njihov nedvoumni pomen. Za uspešnost združenih operacij je zelo pomembna medsebojna povezljivost orodij in sistemov PINK, čemur se mora prilagajati tudi SV, ki je del Nata in tako delno odgovorna za skupni nadzor zračnega prostora ter zračno obrambo članic Zavezništva.

**Ključne besede:** taktični podatkovni linki, sistem zračnega PINK, Link 1, Link 11, Link 16, ATDL, zračna obramba.

## **SUMMARY**

Subject of this graduate assignment are Tactical Data Links (TADIL) and resources in Air Command and Control system (C2) which are using in Slovenia Armed Forces and in other Nato members. This TADIL and resources are crucial for transmission of data and information between different units for joint operations. Data in the Air command and control system is changing double quick and at big distances. Because of that we need high performance TADIL for quick exchange of data and information. That is why the protection of data is very important and immunity to the Electronic counter measures. To have a good results in joint operations it is very important to have a good connectivity and interoperability of the system and resources in the air C2 systems. Because Slovenia is a Nato member we have to adjust our air C2 capacity for achieving the join Nato air surveillance and air defence system which is the one of Nato goals.

**Key words:** tactical data links, C2 air system, Link 1, Link 11, Link 16, ATDL, air defence.

# KAZALO

POVZETEK.....	iii
SUMMARY.....	iv
KAZALO.....	v
1 UVOD.....	1
1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE.....	2
1.2 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE.....	2
1.3 METODE DELA.....	2
1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE.....	2
1.5 OMEJITVE IZDELAVE ZAKLJUČNE NALOGE.....	3
2 OBRAZLOŽITEV TEMELJNIH POJMOV.....	4
3 ZRAČNO POVELJEVANJE IN KONTROLA.....	6
3.1 POVELJEVANJE IN KONTROLA.....	6
3.2 ZRAČNO POVELJEVANJE IN KONTROLA.....	7
3.2.1 Načela zračnega poveljevanja in kontrole.....	7
3.2.2 Struktura poveljevanja v zračnih silah:.....	8
3.2.3 Subjekti zračnega poveljevanja in kontrole.....	8
3.2.4 Sredstva zračnega C2.....	9
4 TAKTIČNE PODATKOVNE POVEZAVE.....	11
4.1 VRSTE TAKTIČNIH LINKOV.....	11
4.1.1 Linki prve generacije.....	12
4.1.2 Linki druge generacije.....	14
4.1.3 Linki tretje generacije.....	15
5 MEDSEBOJNA PRIMERJAVA LINKOV IN NJIHOVA UPORABA.....	24
5.1 MEDSEBOJNA PRIMERJAVA LINKOV.....	24
5.2 UPORABA TAKTIČNIH PODATKOVNIH POVEZAV V SLOVENSKI VOJSKI.....	25
5.3 UPORABA TAKTIČNIH PODATKOVNIH POVEZAV V DRUGIH DRŽAVAH.....	27
6 SREDSTVA IN SISTEMI ZVEZ ZA PRENOS LINKOV.....	28
6.1 ZVEZE V NADZORU ZRAČNEGA PROSTORA.....	28
6.2 PRENOS LINKOV.....	30
6.3 TERMINALI.....	31
7 ZAKLJUČEK.....	33
LITERATURA:.....	35
VIRI:.....	35
SEZNAM SLIK IN TABEL:.....	36
SEZNAM SLIK.....	36
SEZNAM TABEL.....	36
SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN SLOVAR TUJIH IZRAZOV.....	37
PRILOGE.....	39
INTERVJU.....	39

# 1 UVOD

Informacije imajo v dobi informacijskega bojevanja ključen pomen, saj so glavno vodilo za odločanje glede na situacijo in s tem poveljevanje izvršilnim strukturam. Z razvojem informacijske tehnologije se je razvijal tudi sistem PINK, ki se je širil na področje komunikacij, računalništva, obveščevalnih podatkov oziroma informacij, nadzora, vse do elektronskega bojevanja in senzorjev za nadzor. V sistemu zračnega PINK je razdalja za prenos informacij med njenimi elementi večja, kar zahteva zmogljivejše taktične podatkovne povezave za zagotavljanje slike situacije v zračnem prostoru v realnem času. Le realna slika omogoča hitre in pravilnejše odločitve v sistemu PINK.

Taktični podatkovni linki oziroma povezave so digitalni podatkovni linki, prek katerih se posredujejo in izmenjujejo razne informacije oziroma podatki med enotami na zemlji, v vodi in v zraku.

Taktični podatkovni linki so se razvijali in se še vedno razvijajo glede na pretekle izkušnje iz raznih bojišč in s tem potrebe, ki usmerjajo njihov razvoj. Pri razvoju le-teh so vodilne ZDA, ki imajo svoje enote stacionirane širom po svetu in si morajo z njimi izmenjevati potrebne informacije za svoje delovanje. Linke razvojno delimo na tri generacije. Vsaka generacija je bolj zmogljiva, bolj varna ter bolj odporna na elektronsko bojevanje. Linki se med seboj razlikujejo glede na njihov namen in področje delovanja. Vedno bolj se stremi k uporabnosti posamezne link mreže za različne rodove in oborožitvene platforme, kar omogoča lažje spremljanje situacije in bolj popolno sliko stanja v zračnem prostoru, kar omogoča boljše zavedanje o situaciji in hitrejše odzivanje. Za pravočasno ukrepanje je poleg hitrosti pomembna tudi nedvoumnost informacij, kar rešujejo paketi oziroma seti sporočil, ki so v naprej dogovorjeni za posamezna področja. Torej posamezno sporočilo iz določenega seta, ki ga uporablja določen link, imajo točno določen pomen, kar odpravlja dvoumnost poslane informacije.

Vojaški sistemi ne deluje v izolaciji, ampak se države medsebojno povezujejo in sodelujejo zaradi česar je pomembna medsebojna interoperabilnost, ki jo zahtevajo tudi standardi. Interoperabilnost pomeni zmožnost sistema, da zagotavlja storitve in sprejema le-te od drugih. V bistvu je povezljivost neke vrste »lepilo«, ki združuje komponente različnih sistemov (Hoekstra, 2010). Za doseganje povezljivosti je odgovorna Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO – International Standards Organization).

Z vstopom Republike Slovenije v NATO je Slovenija postala članica NATINADS (Nato Integrated Air Defence System) – Natovega integriranega sistema zračne obrambe in s tem odgovorna za svoje področje odgovornosti zračnega prostora. S tem prav tako sodeluje v skupni zračni obrambi Zavezništva, kar zahteva sledenje razvoju opreme in sredstev, ki omogočajo medsebojno povezavo različnih enot združenih sil. Tu se pojavi problem povezljivosti Slovenske vojske (SV) z ostalimi članicami Nata in Nato strukturami. Za povezljivost je pogoj uporaba standardizirane in varnostno potrjene opreme ter sredstev, ki predstavlja veliko finančno breme, kar je v času recesijskih gibanj še težje zagotavljati. Poleg zagotavljanja finančnih sredstev za povezljivo opremo in sredstva je potrebno usposobiti in izobraziti tudi potrebno število kadra, ki bo delal na omenjenih sistemih.

Skratka, cilj Nata je doseganje povezljivosti za skupen nadzor in kontrolo zračnega prostora Nata ter skupno zračno obrambo, zaradi česar mora tudi RS optimizirati oziroma prilagoditi sam sistem zračnega PINK, kar je tema raziskovanja zaključne naloge.

## 1.1 IZHODIŠČE ZAKLJUČNE NALOGE

Področje taktičnih podatkovnih povezav in sredstev poveljevanja in kontrole (C2 – command and control) v zračni komponenti sem si izbrala, ker mi je obravnavana tematika delno znana zaradi preteklega dela v 16.BNZZP (16. bataljon za nadzor zračnega prostora) in zato zanimiva. Prav tako je tema aktualna, saj razvoj tehnologij omogoča vedno večje zmogljivosti in nove načine povezav. Področje prenosa informacij je zelo pomembno za delovanje zračne komponente, kot tudi celotnih oboroženih sil v boju in prav tako v mirodobnem času. Informacije, ki jih pridobi izvidnica ali obveščevalne strukture so pomembne za bojno odločanje oziroma za poveljevanje in kontrolo, zato so pomembne tudi zaščita informacij pred elektronskim bojevanjem, varnostna zaščita zaradi tajnosti informacij ter sama hitrost prenosa informacij.

## 1.2 NAMEN IN CILJI RAZISKAVE

Namen zaključne naloge je podrobnejša analiza področja taktičnih podatkovnih povezav in sredstev v sistemu poveljevanja in kontrole v zračni komponenti, katere značilnosti bodo tudi del naloge. Prav tako je namen predstaviti samo uporabo taktičnih podatkovnih povezav in sredstev v različnih državah in v Slovenski vojski (SV).

Cilj naloge je ugotoviti optimalno primernost linkov, ki bi jih bilo potrebno uvesti v SV, torej linkov in sredstev prek katerih se podatki oziroma informacije izmenjujejo.

Pri preučevanju in raziskovanju zgoraj omenjenega področja sem si zastavila naslednje raziskovalno vprašanje:

*Katere podatkovne povezave naj Slovenska vojska uvede, da bo dosegla optimalno raven PINK v zračni komponenti?*

## 1.3 METODE DELA

Za raziskovanje teme zaključne naloge bom uporabila predvsem interpretacijo sekundarnih virov in literature, kot so: knjige, strokovni članki, zaključne naloge, podatkovne predstavitve iz usposabljanj in izobraževanj v tujini ter drugo.

Primarni vir predstavlja izvedba družboslovnega strukturiranega intervjuja z odprtim tipom vprašanj, ki jih bom zastavila majorju Andreju Jančevskemu. Major Jančevski je poveljnik 16.BNZZP (16. Bataljona za nadzor zračnega prostora), ki se z obravnavanim področjem ukvarja že vrsto let in je zato primeren za razlago in analizo teme zaključne naloge.

## 1.4 STRUKTURA ZAKLJUČNE NALOGE

Naloga je sestavljena iz povzetka in sedmih poglavij. V povzetku bom kratko povzela obravnavano tematiko naloge. V uvodu bom predstavila raziskovano področje, njegov pomen za SV in razloge za izbiro teme zaključne naloge. Uvod bo sestavljen iz izhodišča zaključne naloge, namena in ciljev raziskave, metod dela s katerimi bo opravljena raziskava in strukturne predstavitve naloge. V drugem poglavju bom obrazložila temeljne pojme in definicije, ki bodo poenostavile nadaljnje razumevanje raziskovane tematike. Tretje poglavje bom namenila predstavitvi PINK s poudarkom na sistemu PINK zračne komponente, kar

pomeni predstavitev načel zračnega PINK, njegovo strukturo, subjekte in sredstva. Naslednje poglavje bo sestavljeno iz podrobnejše predstavitev taktičnih podatkovnih povezav, njihovega namena in generacijske delitve. Analiza lastnosti posameznih linkov in njihova medsebojna primerjava ter uporaba v SV in drugih državah bodo tvorile peto poglavje. Predzadnje poglavje bo namenjeno predstavitvi družboslovnega intervjuja, ki bo namenjen pridobitvi ažurnih in podrobnejših informacij o taktičnih podatkovnih povezavah in sredstvih v sistemu zračnega PINK in snovanju širše slike o obravnavanem področju. Zaključno poglavje bom namenila poudarku pomembnosti obravnavane tematike, strukturiranemu in natančnemu odgovoru na raziskovalno vprašanje ter predlaganju morebitne rešitve za področje raziskave. Prav tako bodo v njem strnjena pomembnejša spoznanja in informacije, ki jih bom pridobila v času raziskave in bodo predstavljala temelje za omenjeno rešitev in odgovor na zastavljeno vprašanje.

## **1.5 OMEJITVE IZDELAVE ZAKLJUČNE NALOGE**

Pri izdelavi zaključne naloge sem se srečala z nekaterimi omejitvami:

1. Tematiko, ki sem jo raziskovala opredeljuje ogromna količina tehničnih podatkov, katere je bilo potrebno, za lažje razumevanje teme, sistematično izbirati in smiselno podajati.
2. Viri in literatura so naslednja omejitev, saj jih ni veliko na razpolago. Večino njih pa predstavljajo razne podatkovne predstavitve iz usposabljanj in izobraževanj v tujini. Zaradi pomanjkanja kvalitetnih virov in literature sem se odločila za izvedbo družboslovnega intervjuja z majorjem Andrejem Jančevskim, ki je kompetenten za razlago teme zaključne naloge.
3. Velik problem so predstavljali NATO in nacionalni dokumenti, ki so stopnjevani s stopnjo tajnosti interno ali višje. Zaradi tega sem bila omejena pri razlagi in uporabi taktičnih podatkovnih povezav in sredstev ter pri razlagi operativnih zmogljivosti enot, ki taktične podatkovne povezave uporabljajo.



## 2 OBRAZLOŽITEV TEMELJNIH POJMOV

Zaradi specifičnosti teme zaključne naloge bom v tem poglavju navedla razlago nekaterih temeljnih pojmov in definicij za lažje nadaljnje razumevanje obravnavane tematike.

**Elektronski protiukrepi** (ECM – Electronics Counter Measures) so vsi ukrepi za zmanjšanje učinkovitosti delovanja ali popolno onesposobitev nasprotnikovih komunikacij, sodobnih orožij in elektronskih izvidniških naprav. Delimo jih na tri vrste, in sicer:

- elektronsko motenje, ki pomeni načrtno sevanje elektromagnetne energije za onemogočanje ali oteževanje uporabe nasprotnikovih elektronskih naprav oziroma sistemov;
- elektronsko zavajanje je načrtno sevanje, odboj in absorpcija elektromagnetne energije za zavajanje nasprotnika, da napačno sklepa o stanju in namenih naših ali njegovih sil;
- elektronska nevtralizacija predstavlja začasno ali nenehno uničevanje nasprotnikovih elektronskih sistemov z uporabo elektromagnetne energije (Golob, Možina in Frangež, 2006, 18).

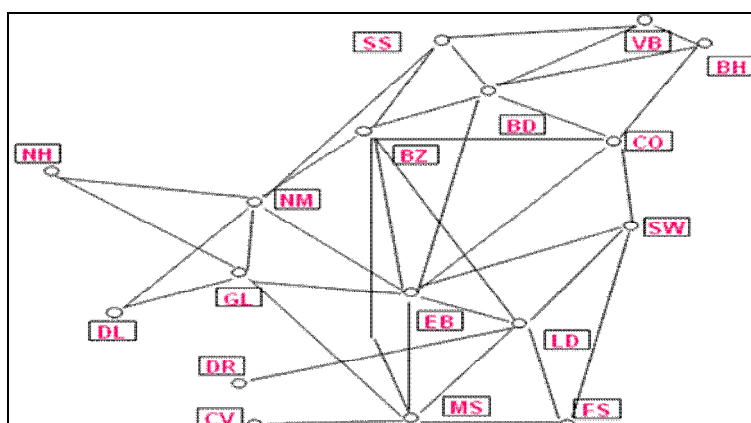
**Digitalni podatkovni link** je avtomatski način prenosa podatkov v dogovorjenem formatu in hitrosti preko skupnega medija (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

**Metode prenosa podatkov:**

- od točke do točke (enote so povezane direktno z drugimi enotami),
- oddajanje (ena enota oddaja drugim enotami, ki le prejemajo) in
- link mreža, ki je načrtovano (enota zbira informacije do katerih lahko dostopajo druge enote, ko jih potrebujejo) (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

**Metoda prenosa od točke do točke** pomeni, da je enota povezana z vsako drugo enoto prek svoje komunikacije, ki je direktno vezana na tisto enoto, kar posledično pomeni več povezav. (glej slika 1). CNKZP (Center za nadzor in kontrolo zračnega prostora) je tako povezan s 4 drugimi centri v Italiji, na Madžarskem in Hrvaškem ter v Grčiji, torej z vsakim centrom prek svoje linije.

**Slika 1: Prikaz povezave od točke do točke**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

**Poveljevanje** je pristojnost, ki je predpisana z zakonom in jo potrebuje poveljujoči za načrtovanje, organiziranje, vodenje in kontrolo dodeljenih sil. V tem procesu nadrejeni

uveljavlja svojo voljo in namen, ki ju prenaša na podrejene. Poveljujoči mora biti strokoven, imeti mora voditeljske sposobnosti in podrejene voditi skladno z vojaškimi vrednotami ter normativnimi akti. Poveljnik ima formalno avtoriteto in odgovornost (Furlan in drugi, 2006, str. 101).

**Standardizacijski dogovor – STANAG** (Standardization Agreement) je Natov dokument, v katerem je dogovorjen natančen načrt in format za vsak Natov podatkovni link. Njegov namen je odpraviti težave z interoperabilnostjo oziroma povezljivostjo. Oštevilčeni so od števila 5500 naprej.

**Taktični podatkovni link** je digitalni podatkovni link, ki nosi zadovoljive podatke, ki so izmenjani v realnem času, da jih lahko še vedno uporabimo za odločanje v taktični situaciji. Splošno je sprejeto, da je definicija realnega časa oziroma podatka v realnem času, če je posredovan v največ 20 sekundah po njegovem nastanku.

**Zračna obramba (ZO)** so ukrepi, postopki in dejavnosti za preprečevanje in zmanjšanje učinka sovražnikovega bojnega delovanja in zračnega prostora. Elementi sistema ZO so:

- nadzor zračnega prostora,
- sistem zračnega poveljevanja in kontrole,
- aktivna ZO in
- pasivna ZO (Furlan in drugi, 2006, str. 108).

### **Zračna sila**

Poveljnik zračnih sil izkorišča uporabo zračne sile za podporo poveljnika združenih sil za doseg ciljev operacije. Zračna sila se ne uporablja samo za doseganje in vzdrževanje kontrole ZP, ampak tudi za projekcijo vojaške moči z delovanjem kot podporna, podpirana ali neodvisna sila, ki zagotavlja doseganje ciljev operacije poveljnika združenih sil. Združena zračna operacija lahko zagotavlja pomoč pri aktivnostih pomorskih, kopenskih ali specialnih operacijah, bodisi z dodajanjem sredstev ali z nudenjem druge pomoči za podporo in vzdrževanje tempa operacije.

Zračna sila je ključen element v bistvu vseh vojaških operacijah. Lahko jo uporabimo v celotnem spektru vojaških operacij, na vseh ravneh, v podporo nacionalnim, združenim, večnacionalnim operacijam in ciljem. Uporabimo jo lahko proti nasprotnikovim političnim, vojaškim, ekonomskim, informacijskim in družbenim strukturam istočasno ali ločeno. Lahko je koordinirana s kopenskimi in pomorskimi površinskimi in pod površinskimi in vesoljskimi operacijami ali uporabljena neodvisno od njih (Pirih, Strgar, Kokalj, Kač in Cvetko, 2007, str. 3).

Po obrazložitvi nekaterih temeljnih pojmov, ki so nujno potrebni za nadaljnje razumevanje naloge, sledi podrobnejša teoretična obravnava poveljevanja in kontrole ter zračnega poveljevanja in kontrole.

### **3 ZRAČNO POVELJEVANJE IN KONTROLA**

PINK je obširen termin, ki zajema raznovrstna področja, zato ga bom v nadaljevanju naloge natančneje predstavila in se zaradi same narave zaključne naloge osredotočila predvsem na zračni PINK.

#### **3.1 POVELJEVANJE IN KONTROLA**

Sistem poveljevanja in kontrole (C2 – command and control) obsega postopke, organizacijo, kadre, sredstva, objekte in komunikacije za podporo izvajanju funkcije poveljevanja. Hrbtenica sistema so obveščevalni sistem, komunikacijski sistem in informacijski sistem. Sistem poveljevanja in kontrole omogoča poveljniku pravočasno in pravilno odločanje, dodeljevanje virov in nalog, usklajevanje bojnih funkcij ter vodenje in kontrolo delovanja s katere koli točke na bojišču, kar je ključno za uspeh pri bojevanju (Furlan in drugi, 2006, str. 104).

Z razvojem informacijske tehnologije so se začeli razvijati računalniški sistemi za poveljevanje in kontrolo, ki omogočajo urejanje, razvrščanje in obdelavo informacij. Z uvedbo računalništva v sisteme poveljevanja in kontrole so se sistemi preoblikovali v C4I (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence).

C4I pomeni sistem, ki obsega postopke, organizacijo, kadre, opremo, objekte in komunikacije na vseh ravneh poveljevanja, kar omogoča pravočasnost in ustreznost podatkov za samo načrtovanje, vodenje in kontrolo bojnih delovanj (Vidergar, 2004, str.6).

Termin C4ISR se je razvil iz C2 ter je nadgrajen C4 sistem z namenom, da bi poudaril pomembnost vloge komunikacij, računalnikov, obveščevalne dejavnosti oziroma podatkov (I – intelligence), določanja položajev, orientacije (surveillance) ter izvidovanja (R - reconnaissance) v C2 (povzeto po Alberts, Garstka, Hayes in Signori, 2001, str. 131).

Razvila se je tudi različica C4IEWS (Command, Control, Communicatiions, Computers, Intelligence, Electronic Warfare and Sensors) ki pomeni sistem z elementi poveljevanja, kontrole, komunikacij, računalništva, obveščevalnih informacij, elektronskega bojevanja in senzorjev (Vidergar, 2004, str. 6).

Popolno integriran C2 sistem je oblikovan, tako da podpira:

- upravljanje s silo (načrtovanje, izvajanje ofenzivnih in defenzivnih ter podpornih operacij),
- upravljanje z zračnimi viri poveljevanja in kontrole (nadzor zračnih misij),
- upravljanje,
- nadzor zračnega prostora in
- kontrola.

Novi načini razmišljanja PINK so središče dobe informacijskega bojevanja. V nadaljevanju poglavja sledi podrobnejša predstavitev sistema zračnega PINK.

## **3.2 ZRAČNO POVELJEVANJE IN KONTROLA**

Poveljevanje je v ZO vezano na delovanje sil, kontrola pa na bojno delovanje sil. Poveljevanje obsega dejavnosti načrtovanja, usklajevanja, priprave in podpore vseh nalog ZO. Izvaja se na poveljniškem mestu. Glede na analizo situacije (zbiranje podatkov) izdelamo načrt (glede na lastne zmogljivosti in oceno možnosti delovanja ter načine delovanja), uskladimo načrt in ga posredujemo enotam, ki ga bodo izvajale ter nudimo štabne podpore procesu poveljevanja. Kontrola je povezana z bojnimi delovanji. V sistemu ZO je vezana na delovanje na cilje zračnega prostora.

Kontrola zračnih nalog vključuje taktično kontrolo in taktično vodenje bojnega delovanja oborožitvenih sistemov ZO. Taktična kontrola vsebuje posredovanje povelj in ukazov nadrejenega, odkrivanje samih ciljev in alarmiranje ter ocenjevanje groženj in dodeljevanje ciljev, sprejem ter posredovanje sporočil in poročil. Spremljanje rezultatov delovanja in izvajanja funkcij taktičnega vodenja bojevanja pomeni taktično vodenje bojnega delovanja (Ternar, 2004, str. 23 – 25). Sistem zračnega C2 mora biti del integrirane zračne obrambe Nata, kar pomeni, da mora biti povezljiv in zmogljiv skladno z zahtevami Zavezništva. Je temelj za NATO ZO.

### **3.2.1 Načela zračnega poveljevanja in kontrole**

Enotno delovanje je bistveno za učinkovito uporabo zračne sile. Za doseganje njenih največjih učinkov mora biti skoncentrirana na odločilni točki v času in prostoru. Medsebojno povezane hitrost, fleksibilnost in doseg, omogočajo zračni sili, da je uporabljena v različnih in večih nalogah istočasno, kar pa lahko vodi k njeni razdrobljenosti in posledično k razsipanju napora. Za doseganje močnega in enotnega zračnega delovanja ter za zagotovitev uporabe zračne sile skladno z zahtevami situacije, morajo biti upoštevana naslednja načela (Pirih, Strgar, Kokalj, Kač in Cvetko, 2007, str. 32):

#### **1. Enotnost poveljevanja**

Enotnost napora v zračnem delovanju bo najverjetneje dosežena, ko bo poveljevanje nad združenimi zračnimi silami in sredstvi izvajano na čim višjem praktičnem nivoju. S tem bo dosežena najboljša ocena relativnih prioritet skupnih/združenih potreb po teh sredstvih. Samo poveljstvo združenih sil (JFC – Joint Force Commander) je v položaju, da uravnava ravnotežje spreminjajočih in pogosto medsebojno nasprotujočih si zahtev. Zaradi zgoraj navedenega bi morale biti JFC središče poveljevanja vsem zračnim sredstvom znotraj pogojev, ki veljajo za nalogo.

#### **2. Centralizirano načrtovanje**

Centralizirano načrtovanje združenih naporov v zračnem delovanju je bistveno za zagotovitev, da integrirane zračne operacije potekajo skladno z namenom JFC. To bo preprečilo, da bi bila zračna sredstva zaporedoma uporabljena s strani nekoordiniranih uporabnikov, namenjena za doseganje nepraktičnih ciljev ali ločene na majhne in neučinkovite enote, ki bi zgubili učinkovitost in bili nesposobni hitre koncentracije sile. Ne glede na to, je uporaba omejenih zračnih sredstev lahko koncentrirana ob kritičnem času in prostoru, da doseže odločilne rezultate.

#### **3. Decentralizirano izvrševanje**

Posamezni poveljnik ne more osebno podrobno usmerjati izvršitve kompleksne zračne operacije. Zato je decentralizirano izvrševanje bistveno in je doseženo preko delegiranja pristojnosti za izvrševanje nalog poveljnikom, ki operacijo podpirajo in poveljniku, ki se ga z operacijo podpira. Bistveno je, da se poveljniki, katerim so bile delegirane pristojnosti,

polno zavedajo operativnih ciljev nadrejenega poveljnika. S tem je omogočeno, da delujejo po lastni iniciativi, brez da bi slabili kohezijo z razno smernimi akcijami. Prav tako je potrebno, da imajo poveljniki z delegiranimi pristojnostmi poln dostop do relevantnih informacij, s čimer se izognemo vsem trenjem v izvrševanju operacije.

#### **4. Povezava med strategijo in nalogo**

Z namenom gospodarnega ravnanja z zračnimi sredstvi, mora biti cilj vsake naloge zračnega delovanja sledljiv navzgor po liniji poveljevanja in povezan s strategijo na visoki ravni. Cilj vsake naloge zračnega delovanja mora prispevati direktno k doseganju vojaško-strateških ciljev.

### **3.2.2 Struktura poveljevanja v zračnih silah:**

- ACO (Allied Command Operations), - Združeno operativno poveljstvo,
- JFC (Joint Force Command) – Poveljstvo združenih sil,
- CC Air (Combined Command Air) – Poveljstvo zračne komponente,
- CAOC (Combined Air Operations Centre) – Združeni zračni operativni center,
- CRC (Control and Reporting Centre) – Kontrolno-poročevalni center
- ARS bo uveden z ACCS (Air Command Control System – Zračni poveljevalno – kontrolni sistem), ki ga sestavljajo (Air Control Centre – Zračni kontrolni center, RAP Production Centre – Center za obdelavo radarske slike, Sensor Fusion Post – Postaja za združevanje radarske slike),
- WOC (Wing Operations Centre) – Operativni center letalske eskadrilje, v Sloveniji 15.HEB – 15. Helikopterski bataljon,
- SAM (Operations Centre) – Operativni center enote ZO, v Sloveniji 9.BZO – 9. Bataljon zračne obrambe,
- AOCC (Air Operations Coordination Centre) – Center za koordinacijo zračnih operacij kopenskih enot z letalstvom, v Sloveniji je to NZOC – Nacionalni zračni operativni center) (povzeto po Jančevski, pps. Taktični podatkovni linki za telebane in BNZP, 2010).

### **3.2.3 Subjekti zračnega poveljevanja in kontrole**

V zračnem PINK delujejo naslednji subjekti:

- CAOC (Combined Air Operations Centre) – Združeni zračni operativni center,
- ACC (Air Control Centre) – Center za kontrolo in bojno upravljanje OS ZO,
- RPC (Recognized Air Picture Production Centre) – Center za nadzor ZP,
- SFP (Sensor Fusion Post) – Postaja za združevanje radarske slike.

Združeni zračni operativni center načrtuje in določa naloge zračnih operacij, prav tako jih nadzira in spremlja izvedbo nalog ter analizira rezultate. Izvaja koordinacijo uporabe s kopenskimi, pomorskimi nacionalnimi silami in z ostalim nacionalnimi agencijami ter NATO agencijami. Poleg naštetega izvaja taktične naloge z delegiranimi zračnimi silami v mirodobnem času, na vajah, v krizi in konfliktu (povzeto po Mohar, pps. ICC, 2010).

Zračni kontrolni center je enota, ki izvaja kontrolo zračnih misij pri vodenju oborožitvenih sistemov ZO v območju odgovornosti in del sil za hitro posredovanje.

Postaja za združevanje radarske slike izdeluje lokalno sliko situacije v zračnem prostoru z združevanjem slik aktivnih in pasivnih senzorjev ter poroča o statusu in stanju podrejenih radarskih enot. Spremlja odkrivanje senzorjev in ukrepa na grožnjo proti radarskih raket ter

izvaja proti elektronske ukrepe (Jančevski, pps. Taktični podatkovni linki za telebane in BNZP, 2010).

Zračne baze in CRC-ji izvajajo, podpirajo in poročajo o rezultatih zračnih operacij, ki so bile izvedene na osnovi elementov ukazov za zračne posadke ter ukazov za organizacijo oziroma ureditev zračnega prostora in ostalimi nalogami, ki jih določa CAOC (Mohar, 2010).

### **3.2.4 Sredstva zračnega C2**

Poznamo več sredstev zračnega poveljevanja in kontrole, in sicer:

- poveljniško – kontrolni sistem (ASOC, ACCS),
- aktivne in pasivne senzorje (stacionarne radarske postaje in mobilne radarske postaje),
- komunikacijsko-informacijske sisteme (za prenos govora, podatkov, varnost, ...),
- podporne elemente (oskrba z napajanjem in druga oskrba, usposabljanje, vzdrževanje ter drugo).

Obstaja več orodij za obdelavo podatkov, kot so ASOC, MASE, AS84, NADGE, vendar se bom osredotočila na sistem ASOC, ki ga za obdelavo podatkov uporabljajo v 16.BNZP.

ASOC je namenjen:

- izdelavi slike celotne zračne situacije z možnostjo uporabe različnih formatov radarskih ter ostalih podatkov,
- upravljanje zračnega prostora,
- izmenjava slike zračne situacije med nacionalnimi in Nato centri,
- prenos slike celostne ali omejene zračne situacije oddaljenim delovnim postajam ter filtriranje slike (Mohar, ppt. ASOC, 2010).

Orodja za prenos povelij so CSI, ICC in ACCS. V 16.BNZP se zaenkrat uporablja CSI, ICC se zaenkrat še ne uporablja, vendar naj bi se uporabljal vse do operativne uporabe sistema ACCS (Jančevski, 2010).

CSI (CRC System Interface) je vmesnik namenjen za procesiranje ATDL-1, Link 11 in Link 16 podatkov. Je vmesnik, ki nudi funkcionalno podporo C2 funkcijam na nivoju CAOC (Combined Air Operations Centre), kot so: načrtovanje, razporejanje resursov in določanje nalog.

ICC – NATO wide Integrated Command and Control Software for Air Operations je Natova integrirana sistemska programska oprema poveljevanja in kontrole za zračne operacije. V operativni uporabi je po celi Evropi na vseh nivojih zračnega poveljevanja. Razvit je bil s strani Natove agencije za poveljevanje, kontrolo in komunikacije - NC3A (Nato Consultation, Command and Control Agency), ki skrbi za razvoj tehnologij. ICC zagotavlja podporo operativnemu in taktičnemu nivoju zračnih operacij. Prilagojen je Natovim standardom in prijazen uporabniku ter prilagodljiv za nove zahteve. Predstavlja trenutno rešitev do uvedbe sistema zračnega poveljevanja in kontrole – ACCS (Air Command and Control System) (Andweg, pps. ICC Program Overview, 2008).

Natov poveljevalno-kontrolni sistem ACCS je namenjen združevanju in avtomatizaciji načrtovanja, opravljanja in izvajanja nalog na taktičnem nivoju zračnih operacij (Topolovec, ACCS, ppt, 2009). Ko bo omenjeni sistem operativen bo zagotavljal enoten sistem zračnega poveljevanja in kontrole, ki bo omogočal evropskim državam in evropskim članicam Nata obvladovanje vseh zračnih operacij na njihovem teritoriju in širše. Natove članice bodo lahko integrirale njihovo kontrolo in nadzor zračnega prostora, kontrolo zračnih operacij, upravljanje zračnega prostora ter upravljanje zračnih sil in sredstev.

Za učinkovito delovanje zračnega PINK potrebujemo medije za prenos podatkov oziroma izmenjavo informacij med enotami na različnih nivojih. Ti nam omogočajo hitrejše odločanje glede na situacijo in posredovanje nalog izvedbenim strukturam. Razni podatki in informacije se prenašajo prek taktičnih podatkovnih povezav, ki so podrobneje predstavljene v naslednjem poglavju.

## 4 TAKTIČNE PODATKOVNE POVEZAVE

Taktične podatkovne povezave so komunikacijske povezave, ki omogočajo izmenjavo podatkov med računalniki različnih oborožitvenih, izvidniških in sistemov za poveljevanje in kontrolo. Prek njih se lahko prenašajo radarske slike, posnetki, žive slike, situacijske slike, podatki o lokaciji in identifikaciji objekta, obveščevalni podatki. Prav tako se jih uporabljajo za podporo sistemu za pristajanje, sistemu za prestrežanje, sistemu za bombardiranje, sistemu za navigacijo, pri nadzoru zračnega prostora ter prenosu povelij in drugih informacij (Rodman, 2002, str. 7).

Taktični podatkovni linki (TADIL) vključujejo prenos digitalnih informacij v bit-obliki, ki se izmenjujejo preko podatkovnih linkov, poznanih kot taktični digitalni informacijski linki. Informacijski linki so sredstva, ki zagotavljajo izmenjavo bojnih informacij med poveljniškimi in izvršilnimi strukturami oboroženih sil, pri čemer gre za izmenjavo in/ali predajo prijateljskih in sovražnih bojnih informacij med taktičnimi podatkovnimi sistemi. Podatki se izmenjujejo med enotami na zemlji, v vodi in zraku (Sanda, 2008, str. 4).

Informacije se med posameznimi strukturami oziroma enotami izmenjujejo s hitrostjo od 1200 do 28800 bitov na sekundo ali več (Sanda, 2008, str. 4) :

- HF – visoke frekvence, (3 MHz – 30 MHz),
- VHF – zelo visoke frekvence (30 – 300 MHz),
- UHF – ultra visoke frekvence (300 MHz – 3 GHz) in
- SHF – super visoke frekvence (SATCOM 3 – 30 GHz).

Načini prenosa podatkov so:

- simplex,
- semi – duplex in
- duplex ter so odvisni od vrste linka (Sanda, 2008, 4).

Simpleksni način prenosa pomeni, da se podatki pošiljajo na eni frekvenci, in sicer ločen sprejem in oddaja. Semi – dupleksno oziroma poldupleksno je pošiljanje podatkov na različnih frekvencah za oddajo in sprejem, vendar ne istočasno. Dupleksni način pa pomeni hkratno pošiljanje podatkov na različnih frekvencah za sprejem in oddajo.

### 4.1 VRSTE TAKTIČNIH LINKOV

NATO uporablja veliko različnih linkov. Vsak link je zasnovan za določeno področje in ima temu primerne specifične lastnosti od frekvence do različnih vrst sporočil oziroma protokolov. Linke delimo glede na generacije, kar bom predstavila v nadaljevanju naloge. Sodobnejše generacije linkov so bolj kompleksne in uporabne na širših področjih ter prevzemajo naloge njihovih predhodnikov.

Zgodovinsko so komunikacije potekale na povezavah oziroma medijih, ki niso bili zaščiteni proti elektronskim protiukrepom in nezaščitenih glasovnih poteh. Na začetku elektronskega bojevanja so se sporočila poveljevanja in kontrole uspešno prenašala, vendar z omejenim številom uporabnikov. Zaradi izmenjave ogromne količine podatkov je bilo nemogoče, da bi imeli vsi akterji enak nadzor nad informacijami, ki so jih izmenjevali.



Tradicionalna metoda za posredovanje prenosa informacij je bil glas, vendar ima ta način naslednje pomanjkljivosti (povzeto po Jančevski, 2010):

- počasnost in nezaščitenost,
- dvoumnost pri razumevanju jezika in terminologije ter
- lažje motenje z zavajanjem in zvočnim motenjem.

Potrebe za uvajanje linkov so naslednje:

- hiter prenos podatkov,
- zaščita poslanih informacij,
- nedvoumnost poslanih informacij prek linkov in
- oteženo motenje zaradi odpornosti na elektronske protiukrepe.

Poznamo več vrst TADIL, ki jih delimo v tri generacije (Jančevski, 2010 in povzeto po Sanda, 2008, str. 4).

Linki prve generacije so:

- Link 1 – Tactical Data Exchange for Air Defence (Taktična podatkovna izmenjava za ZO),
- Link 4 – Data Exchange for control of a/c (Podatkovna izmenjava za kontrolo zrakoplovov)
- Link 14 – Maritime Tactical Data Broadcast (Pomorska taktična podatkovna radijska oddaja) in
- PADIL – PATRIOT Air Defence Information Language (PATRIOT Informacijski jezik ZO).

Linki druge generacije:

- Link 11A – Maritime Tactical Data Exchange (Mornariška taktična podatkovna izmenjava),
- Link 11B – Tactical Data Exchange for ground units (Taktična podatkovna izmenjava za zemeljske enote),
- ATDL-1 – Army Tactical Data Link (Taktični podatkovni link kopenske vojske),
- IJMS – Interim JTIDS Message Specification (Vmesna specifikacija za sporazumevanje linkov med seboj za vse rodove in tudi začetek razvijanja univerzalnega jezika),
- JTIDS – Joint Tactical Information Distribution System (Združeni taktični Informacijsko distribucijski sistem).

Linki tretje generacije:

- Link 16 – Tactical Data Link for the exchange of fixed format messages and voice (Taktični podatkovni link za izmenjavo stalnega formata sporočil in glasu),
- Link 22 – NATO Improved Link Eleven (NILE) Maritime Link (NATO izboljšani link Enajst (NILE) Pomorski Link).

V nadaljevanju zaključne naloge se bomo osredotočili na linke, ki se navezujejo na zračno komponento.

#### **4. 1. 1 Linki prve generacije**

Uporabljati so se začeli v šestdesetih letih prejšnjega stoletja in so bili razviti za specifične sisteme. Izmenjava informacij med različnimi sistemi ni bila predvidena. Za komunikacijo med linki je bil potreben pretvornik za pretvorbo iz enega formata sporočil v drugega.

#### **4. 1. 1. 1. Link 1**

NATO uporablja Link 1 za sisteme zračne obrambe (ZO) v zemeljskem okolju (NADGE - NATO Air Defence Ground Environment). Zasnovali so ga konec petdesetih let prejšnjega stoletja, uveden pa je bil v poznih šestdesetih, zaradi česar je zastarel, vendar še vedno v uporabi za prenos podatkov med enotami oziroma elementi ZO. Je digitalni link, ki deluje dupleksno po sistemu točka – točka in tako omogoča prenos v realnem času. Link 1 je namenjen izmenjavi podatkov zračnega nadzora med kontrolnim in poročevalnim centrom ter združenim zračnim operativnim centrom. Hitrost prenosa podatkov je od 1200 do 2400 bitov na sekundo, kar zadošča za 8 do 16 ciljev na sekundo (povzeto po Sanda, 2008, str. 6).

Slabost Linka 1 je, da nima varnostne zaščite in uporablja sporočilni set serije S, kar ga omejuje na zračno obrambo in podatkovni vodstveni link. Sporočila so pri tem linku podobna kot pri linkih 11A/11B. Imajo podoben električni protokol. Ker zveza ni zaščiten mora imeti pri komunikaciji z linkom 11A ali 11B poseben vmesnik oziroma filter, ki skrbi, da se podatki zaupne narave ne prenašajo po nezaščiteni zvezi (Jančevski, 2008). Prav tako nima zaščite proti motenju.

#### **4. 1. 1. 2. Link 4**

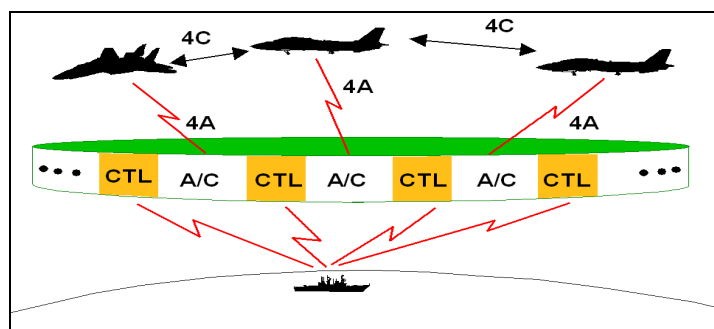
Je nezaščiten podatkovni link prek katerega se prenaša vektorske ukaze (banded BRA – barring and range, frazeologija, ki navaja vektor po katerem letalo leti npr. smer in hitrost), kar pomeni povelja pilotom lovskih letal. Je omrežen in časovno omejen link, ki deluje s hitrostjo 5000 bitov na sekundo na UHF (30 – 300 MHz). Poznamo dve vrsti linka 4, in sicer Link 4A/TADIL C in Link 4C.

Link 4A/ TADIL C uporabljajo ZDA in NATO za povezavo med zračnimi in površinskimi platformami, saj omogoča taktično digitalno komunikacijo zemlja – zemlja, zrak – zemlja, zrak – zrak. Prenosi prek omenjenega linka niso zaščiteni in niso odporni proti ukrepom elektronskega bojevanja.

Link 4C je podatkovni link za povezavo med letali in nadomešča link 4A, vendar linka med seboj nista direktno povezljiva. Pri tem linku se uporabljajo sporočilni format F-serije in je delno odporen na ukrepe elektronskega bojevanja. Uporabljali so ga v letalih F-14, in sicer so lahko hkrati na isti mreži Link 4C komunicirala največ 4 letala. V prihodnosti naj bi njegovo vlogo prevzel Link 16. Standardi za sporočila so definirani v STANAG 5504, medtem ko so SOP – standardni operativni postopki opredeljeni v AdatP 4 (povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Slika 1 (na naslednji strani) pojasnjuje delovanje Linka 4 v medsebojni kombinaciji komuniciranja zrak – zrak, zrak – zemlja, pri čemer CTL pomeni kratico za kontrolne ukaze, AC pa odgovor na ukaze. Letala za komuniciranje med seboj uporabljajo Link 4C, na zemljo oziroma ladjo pa Link 4A.

**Slika 2: Princip delovanja Linka 4**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

#### **4. 1. 2 Linki druge generacije**

V uporabo so prišli v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja. Razvoj TADIL je bil potreben zaradi potrebe po prenosu taktičnih podatkov v realnem času, kar omogoča boljše spremljanje situacije.

##### **4. 1. 2. 1. Link 11**

Tehnologija za link 11 je bila izdelana leta 1960, zato je link relativno počasen in deluje na pol-dupleksni način, kar pomeni, da lahko oddaja in sprejema na isti frekvenci, vendar ne istočasno. Preko njega se podatki izmenjujejo sekvenčno, omogoča pa izmenjavo podatkov med padalskimi/zračnimi, pomorskimi in kopenskimi silami. Podpira izmenjavo podatkov iz zraka, zemlje in pod zemeljskim površjem ter podatke elektronskega bojevanja in omejenim podatkovnim poveljem med enotami za poveljevanje in kontrolo (C2 – command and control). Definira ga STANAG 5511 (povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Link deluje po centraliziranem principu delovanja (Jančevski, 2010), kar pomeni, da je določena centralna enota, ki je hkrati nadzorna in upravna enota linka. Tak način delovanja je slab v primeru, da centralna enota pade, ker potem pade celoten link. Akterji se javljajo na poziv nadzorne enote, pri čemer morajo čakati na vrstni red javljanja, četudi imajo nujno sporočilo. Zaradi omenjenega načina delovanja ni veliko število uporabnikov, za prehod na drugo frekvenco pa je potrebno veliko koordinacije. Link ima možnost prenašanja oziroma posredovanja sporočil drugim enotam (forward linking – posredovanje informacij poročevalne enote, ) (Jančevski, 2010), kar pomeni poln duplex način proti drugemu, saj ena stran posluša druga pa oddaja.

Namenjen je za delovanje na HF zaradi česar ima sposobnost videti na nasprotno stran linije (BLOS – beyond line of sight) ter ima teoretično doseg približno 300 NM (navtičnih milj). Za izmenjavo podatkov uporablja navaden link. Deluje v razmerju od 1364 (HF/UHF) ali 2250 (UHF) bitov na sekundo, kar pomeni približno 20 ciljev na sekundo. Prvotno je bil občutljiv na ukrepe proti elektronske zaščite (ECM – electronic counter measures), zato so ga naknadno posodobili z dodatkom, ki je posamezni ton, kateri koristne podatke intervalno kontrolirano razkropi in namesti dekodirni popolni dodatno kontroliran blok, kar je izboljšalo njegove lastnosti proti ukrepom proti elektronske zaščite in tako prenaša podatke proporcionalno od 1800 bitov na sekundo. Enote, ki izmenjujejo podatke preko omenjenega linka so označene kot poročevalne enote ali sprednje poročevalne enote (Jančevski, 2010).

#### **4.1.2.2 Link 11B/TADIL-B**

Link 11B je digitalni podatkovni link, ki deluje po sistemu točka – točka na poln duplex način. Uporablja serijski prenos karakteristične zgradbe in standardni prenos format sporočil z individualnim signalnim elementom ali dvojno širino na čas zaporedne osnove. Izmenjava podatkov je avtomatska in fazno nepretrgana. Njegov optimalen prenos je med 600 in 2400 biti na sekundo (ali mnogokratno 1200, 2400, 3600, 4800, ... bitov na sekundo). Oba linka 11 sta standardizirana po STANAG 5511, SOP pa so zapisani v AdatP 11 in Multi-Link AdatP 33. Uporabljata sporočilni set serije M (povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

#### **4. 1. 2. 3 ATDL – 1 (Army Tactical Data Link)**

Definira ga STANAG 6013. Namenjen je dupleksnim taktični povezavam po sistemu točka – točka. Ni odporen na proti elektronske zaščitne ukrepe, vendar je varnostno zaščiten. Uporablja set sporočil serije B, ki je zelo podoben M seriji, kar pomeni, da so sporočila podobna kot pri linku 11B. Izmenjava podatkov poteka na dupleksni način in je avtomatska ter neprekinjena. Zaradi narave podatkov je zelo pomemben za kontrolo oborožitvenih sistemov, saj se sporočila nanašajo na: status enote, opozorila o stanju ZO, podatkih o ciljih v zračnem prostoru (pozicija, identifikacija, status cilja – engagement data). Zmožnost prenosa je 2400 bitov na sekundo. deluje na frekvenčnih območjih HF, VHF in UHF. Uporablja set sporočil serije B, kar je podobno sporočilom, ki jih uporablja Link 11B (povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

#### **4. 1. 3 Linki tretje generacije**

Tretja generacija linkov se je razvijala in začela uporabljati v osemdesetih letih. So odporni na proti elektronske ukrepe. Uporabljati se je začel NATO standardizirani sporočilni format. Sodijo v družino J linkov, saj uporabljajo NATO standardiziran sporočilni format serije J. So visoko zmogljivi linki, ki so odporni na proti elektronske ukrepe. V tretjo generacijo razvrščamo Link 16 in Link 22. Link 16 bom predstavila podrobneje, saj je pomemben člen za poveljevanje in kontrolo tako v zračni komponenti kot tudi v drugih rodovih vojska.

JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) – Združeni taktični sistem za distribucijo informacij je bil osnovan v ZDA, na podlagi izkušenj iz Vietnama (Jančevski, 2010). Njegov namen je zagotoviti učinkovite komunikacije za vse rodove in vse tipe platform.

##### **4.1.3.1 Link 16/TADIL-J**

Razvit je bil v letu 1992. Je pomemben link, saj si lahko z njegovo pomočjo izmenjujejo podatke različni rodovi kopenske, pomorske in zračne enote z zelo majhnim časovnim razmikom, kar omogoča medsebojno izmenjavo taktične slike v realnem času, ki je ključnega pomena za bojno odločanje. Definiran je multi funkcijski informacijski distribucijski sistem (MIDS – Multifunctional Information Distribution System), ki ga določa STANAG 5516.

JTIDS (Združeni taktični distribucijski informacijski sistem) je program iz katerega so razvili Link 16. Poimenovanje se še vedno uporablja za identifikacijo arhitekture Linka 16 ter za razlikovanje tipov terminalov za Link 16 (MACE 31501, pps. 2007).

Vmesni združeni taktični sistem delitve informacij (JTIDS) je bil razvit zaradi težav pri standardizaciji J seta sporočil zaradi česar omogoča večje operativne zmožnosti kot Link 11.

Za optimalno uporabo JTIDS je potrebna operativna uporaba:

- nadzora,
- elektronskega bojevanja,
- upravljanja z zračnimi misijami,
- zračne kontrole,
- zaščitene načina govora,
- navigacije ter
- identifikacije zračnih ciljev (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Nadzor pomeni iskanje, zaznavanje, identifikacijo ter sledenje zračnih ciljev oz. letal.

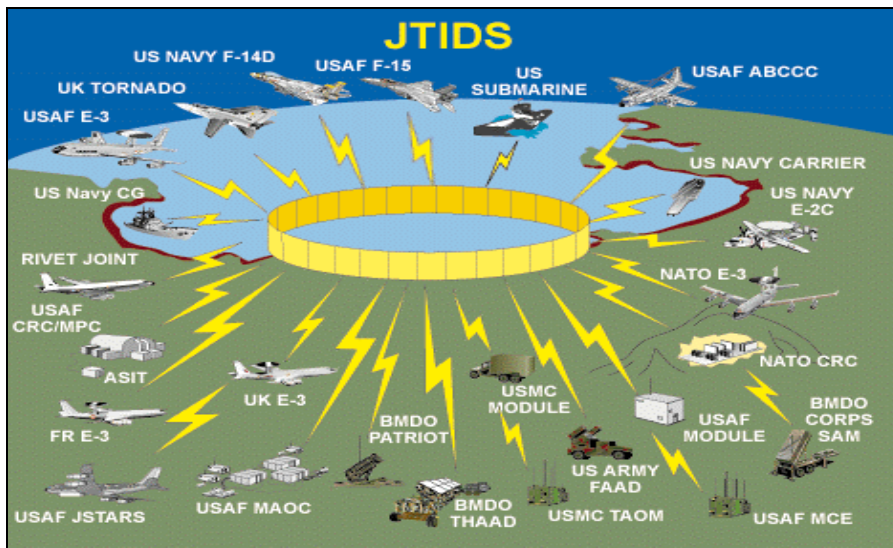
Omogoča zelo visok prenos podatkov, in sicer kar 500 trekov na sekundo. Uporablja Združeni taktični sistem delitve informacij (JTIDS – Joint Tactical Information Distribution System), ki predstavlja komunikacijsko komponento Linka 16 in podpira izmejšavo besedilnih sporočil in slikovnih podatkov.

Za prenos glasu v digitalni obliki ima dva kanala (2,4 kbit/s in 16kbit/s v katerikoli kombinaciji).

Osnovni koncept je podoben izmenjavi podatkov pri Linku 11 in Linku 4A, vendar je Link 16 tehnično in operativno izboljššan. Njegove prednosti oziroma izboljšave so odpornost na elektronsko motenje, večja varnost pri pošiljanju podatkov, večja podatkovna širina in tako možnost izmenjave večje količine podatkov, zmanjšanje podatkovnih terminalov, kar omogoča integracijo sistema v lovška letala. Med izboljšave sodijo tudi digitalizacija komunikacije, ki je glasovna in odporna na elektronsko motenje, relativna navigacija, točno določena lokacija udeležencev, njihova identifikacija ter večje število udeležencev. Pri Linku 16 komunikacija ni vodena centralizirano, torej če se ena enota uniči, sam link ne pade. Link 16 je v naprej načrtovan in ima v naprej določene časovne intervale (Jančevski, 2010).

Slika 3 (na naslednji strani) prikazuje delovanje Linka 16. Z njim so lahko povezani udeleženci različnih rodov vojska, kar pomeni univerzalnost prenosa podatkov. Prek njega tako lahko komunicirajo npr. enote zračne komponente z enotami kopenske vojske (raketni sistemi daljšega dosega, bojni helikopterji – npr. Apache z oklepniki – npr. tank Abrams ima L16 modem, prav tako lahko letala, ki so specializirana za uničevanje zemeljskih ciljev – npr. A10 komunicirajo z kopenskimi enotami). Link 16 torej omogoča, da ima poveljujoči operacije celotno sliko situacije v realnem času, kar mu omogoča hitrejše in lažje odločanje v bojnem procesu, hitrost odločanja pa je v zračni komponenti pomemben člen.

Slika 3: Delovanje Linka 16



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Link 16 je zgrajen na hitri digitalni povezavi zaščiteni proti elektronskim motnjam. Deluje v L pasu, kar pomeni med 969 in 1206 MHz, torej v zgornjem UHF spektru elektromagnetnega valovanja. Prevzema lastnosti prenosa in protokole ter formate sporočil, ki so definirani z vojaškim standardom MIL-STD 6016C.

Običajno se podatki prenašajo s hitrostjo 31,6, 57,6 ali 115,2 kilobitov na sekundo, sam Link pa omogoča prenose do 238 kbit/s. Link deluje na principu delitve časovnih enot, v katerih poteka komunikacija oziroma prenos podatkov.

Vsak akter v mreži ima v naprej določeno kvoto časovnih enot, ki bodisi prejema ali oddaja podatke. Dan je razdeljen na 112,5 epoh. Vsaka epoha traja 12,8 minute in se naprej deli na 64 enot po 12 sekund. Vsaka od 12 sekundnih enot se dalje deli v 1536 časovnih enot po 7,8 milisekund. Mili sekundne časovne enote so za vsako nalogo posebej dodeljene posameznemu uporabniku glede na njegovo pomembnost v toku naloge in količine podatkov, ki jih mora ta enota obdelati (povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Posamezna časovna oddaja sporočila, ki traja 7,8 mili sekunde se natančneje deli na 6 delov, ki jih bom predstavila v nadaljevanju (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007):

1. Prvi časovni del sporočila (JITTER) spreminja zamik časa začetka oddajanja z namenom zavajanja motilca.
2. Naslednji časovni del je namenjen sinhronizaciji z vhodnim pulzom oz. signalom.
3. Časovna izpopolnitev je namenjena časovni poravnavi z uro terminala.
4. Glava sporočila nosi informacije o sporočilu v posamezni časovni oddaji (npr. ptevilka treka, indikator, nivo sporočila, format sporočila ter informacije o dekripciji sporočila).
5. Telo sporočila ima enojni ali dvojni impulz in je odvisen od odpornosti na elektronske protikupe, količino ter pomembnost podatkov, ki jih pošiljajo.
6. Propagacija sporočila je odvisna od prvega dela sporočila in pomeni, čas do naslednjega časa oddajanja.

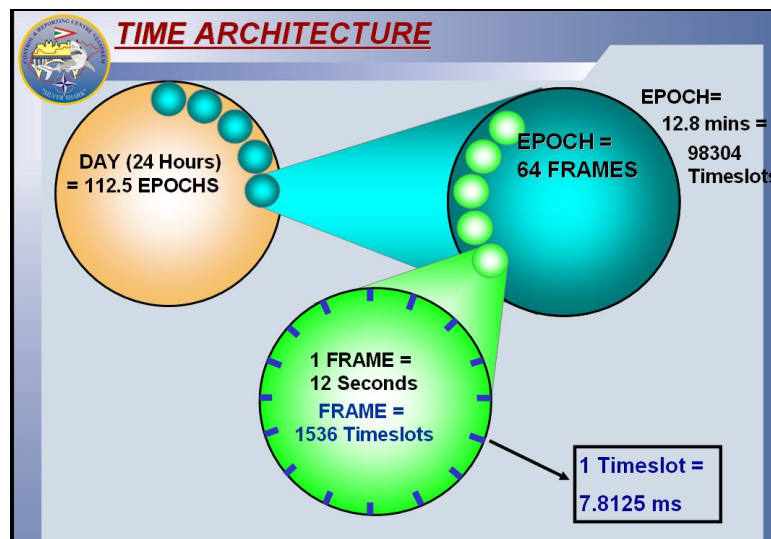
IJMS časovna struktura sporočila se deli na glavo, kategorijo in podkategorijo sporočila, podatke ter pariteto.

Struktura Link 16 sporočila je drugačna, saj jo sestavljajo glava in trije deli namenjeni besedi oz. podatkom, torej se lahko s takšnim formatom sporočila pošilja več podatkov naenkrat.

Prenos podatkov poteka na principu oddaje (Jančevski, 2010). Uporabniki prenašajo podatke znotraj dodeljenega časa oddaje. Ko eden uporabnik oddaja so ostali na sprejemu informacij. Vsaka enota lahko sprejema podatke direktno od vseh drugih enot brez, da se vidijo med seboj. Tudi, če nasprotnik uniči katerega od udeležencev linka, link ne pade, ampak deluje dalje. Vsak akter oddaja v svojem dodeljenem času, ki je v naprej načrtovan s strani načrtovalca. Cel sistem Linka 16 je načrtovan v naprej za posamezno nalogo, torej so v naprej načrtovani vsi njegovi uporabniki, katerim načrtovalec točno določi čas oddaje. Pogostost oddajanja posameznega udeleženca je odvisna od pomembnosti njegove funkcije v nalogi, kar pomeni, da pomembnejša kot je enota za nalogo, več časovnih enot za oddajo informacij ima na razpolago.

Slika 4 prikazuje časovno strukturo Linka 16. Posamezen čas oddaje torej traja 7,8 mili sekunde.

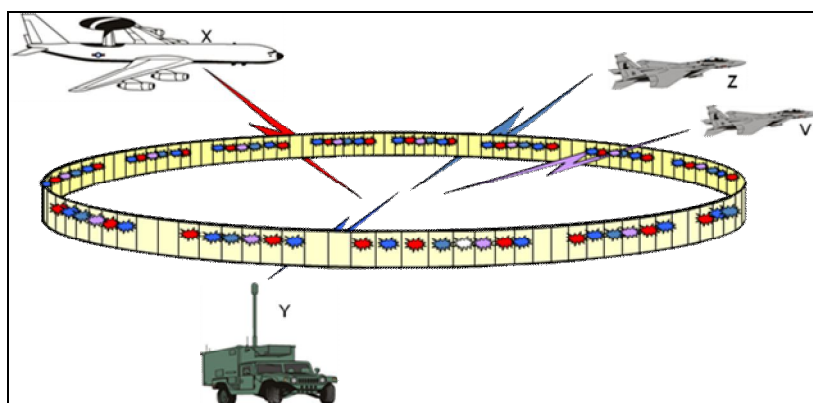
**Slika 4: Časovna delitev Linka 16**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Slika 5 (na naslednji strani) prikazuje, da ima letalo Z na razpolago zelene časovne enote za oddajo informacij, letalo V ima na razpolago sivo označene časovne dele mreže, vozilo Y pa ima dodeljene modre enote. Največ časovnih enot za oddajo informacij oziroma sporočil ima letalo X, v katerem se nahaja poveljujoči v tej Link 16 mreži.

**Slika 5: Prikaz razdelitve časovnih enot v posamezni Link 16 mreži**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Zaradi tako kratkega časa oddajanja (7,8 ms) je v mreži Linka 16 veliko število udeležencev, zato je zelo pomembna sinhronizacija periode, za katero je zadolžen točno določen udeleženec. Udeleženec, ki se priključi na novo lahko le poslušajo oziroma sprejema sporočila, ne more pa oddajati, saj bi morali izvesti ponovno sinhronizacijo mreže. Načrtovanje je tudi pomembno, kadar se uporablja več Link 16 mrež hkrati, saj morajo delovati istočasno na različnih frekvencah, da ne pride do križanja in s tem motenja oddaje sporočil. Naenkrat je lahko v uporabi kar 127 mrež (Jančevski, 2010).

Varnost sporočil pri prenosu prek Linka 16 sestoji iz dveh funkcij (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007):

- zaščita samega sporočila in
- zaščita prenosa sporočila.

Kripto spremenljivka se uporablja pri vsaki funkciji za preoblikovanje karakteristik prenosa podatkov. Vsak uporabnik mora imeti veljavno kripto variabla, da lahko oddaja oz. sprejema Link 16 sporočila. Vse to nakazuje na pomembnost koordinacije. Zaščita samega sporočila se izvaja s kodiranjem sporočila, za kar potrebujemo kripto napravo.

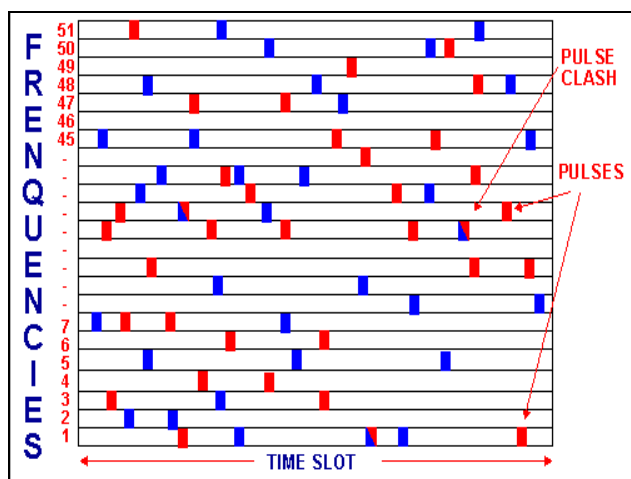
Prenos sporočila se zaščiti s frekvenčnim skakanjem, različnim začetkom oddajanja sporočila in simboli podatkov.

Frekvenčno skakanje je zaščita pred elektronskim motenjem na način, da sporočila skačejo po različnih frekvencah. Link 16 deluje v frekvenčnem pasu od 969 do 1206 MHz, v katerem ima 51 različnih frekvenc z razmakom 3MHz. Torej podatki, ki se prenašajo v Linku 16 skačejo po enainpetdesetih frekvencah, kar predstavlja zelo veliko območje za motenje. Čas oddajanja podatkov je razdeljen na pulze, vsak pulz je prenešen na katerokoli od enainpetdesetih frekvenc (glej sliko 6). Hitro skakanje med frekvencami zagotavlja zaščito pred elektronskim motenjem. Motilec ne more slediti hitrosti skakanja na vsakih 13 ms (mili sekund), zato je primoran, da razprši energijo čez celotno frekvenčno območje (51 frekvenc), kar zmanjša samo moč in s tem uspešnost motenja.

Na naslednji strani slika 6 prikazuje frekvenčno dve mreži Link 16 in frekvenčno skakanje na 51 frekvencah. Pri načrtovanju mreže je potrebno biti pozoren, da se signali istočasno ne srečajo na isti frekvenci, saj pride do križanja signalov.



**Slika 6: Prikaz frekvenčnega skakanja dveh Link 16 mrež in križanja signalov**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Poznamo več oblik prenašanja sporočil prek Linka 16, in sicer prosti tekst (govor ali podatki) ali sporočila določene oblike za izmenjavo taktičnih informacij in povelj (seti sporočil). Prednost določenega formata oziroma oblike sporočil je, da se glede na format vidi kaj se pošilja. Prednost fiksnega formata, ki ga sestavljajo oznake in podoznake, je hitrejše in razumljivejše pošiljanje ter posledično bolj zaščiteno.

Podatki se torej lahko pošiljajo:

- v prostem tekstu,
- fiksnem formatu ter
- spremenljivem formatu (Rodman, 2002, str. 23 – 24).

Prosti tekst pomeni izmenjavo informacij s pomočjo glasu, podatkov ali videa.

Fiksni formati pomeni izmenjavo taktičnih in poveljevalnih informacij. Je najučinkovitejši glede na izrabo pasovne širine. Fiksni format sporočila je določen s STANAG 5516, ki ga sestavlja do največ osem besed, ki se delijo na začetni del, podaljšani del ter nadaljevalno besedilo.

Začetni del se deli na oznako in podoznako ter vsebuje različne podatke, kot so: številka treka, njegova identiteta, nujnost, podatke o sili, moči, smeri in kvaliteti treka. Prav tako vsebuje dolžino oz. število besed, ki sledijo v nadaljevanju sporočila. Podaljšani del vsebuje dodatne podatke, ki jih potrebujemo, kot so položaj, smer ter hitrost treka. Nadaljnje besedilo vsebuje morebitne potrebne ostale podatke (npr. namen leta in tip letala) (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Pri spremenljivem formatu se spreminja obseg in dolžina sporočila.

Link 16 torej ima zaščito pred protiel elektronskimi ukrepi in kodiranje sporočil ter variabilen začetek odpošiljanja sporočil. Podatki, ki se prenašajo prek Linka 16 so kodirani v setu J serije sporočil, ki popolnoma izmenjuje zahteve funkcionalnosti poveljevanja in kontrole letala – binarno kodirane besedo, ki imajo v naprej določen pomen. Razvrščene so glede na funkcionalna področja in pripadajo omrežnim skupinam.

Funkcionalnih področij je veliko. Seti sporočil se prilagajajo glede na uporabo v funkcionalnem področju. Prednost setov sporočil je, da skrajšajo čas pošiljanja in imajo v naprej določen in poenoten pomen, zaradi česar ne prihaja do dvoumnosti pomena poslanih

informacije, saj je zanesljivost informacije ključnega pomena za razumevanje naloge in odločanje glede na situacijo.

Sporočila J serije se označujejo z oznako in podoznako, ki sledijo črki J, pri čemer je možnih 256 kombinacij v razponu od J.0.0 do J.31.7. J sporočilo je sestavljeno iz J.x.y., pri čemer x označuje funkcijo (zračna kontrola, platforma, status sistema in nadzor), podoznaka y pa označuje okolje delovanja (zrak, kopno, gladina morja, pod gladino morja) (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007). V prednastavljenih poljih ima minimalno število podatkov, ki so kodirani in jih sprejemni terminali pretvorijo nazaj v koristne podatke. Kodira se lahko eno ali več besed, vendar največ osem, vsako s petinsedemdesetimi biti. Za oddajo so potrebne najmanj tri besede.

Tabela 1 prikazuje primere J setov sporočil za upravljanje z mrežo, upravljanje in koordinacijo orožij ter kontrolo.

**Tabela 1: Primer J seta sporočil**

<u>Network Management</u>		<u>Weapon Coordination and Management</u>	
J0.0	Initial Entry Message	J9.0	Command Message
J0.1	Test Message	J9.1	TMD Engagement Command Message
J0.2	Network Time Update Message	J9.2	ECCM Coordination
J0.3	Time Slot Assignment Message	J10.2	Engagement Status Message
J0.4	Radio Relay Control Message	J10.3	Handover Message
J0.5	Repromulgation Relay Message	J10.5	Controlling Unit Report
J0.6	Communications Control Message	J10.6	Pairing Message
J0.7	Time Slot Reallocation Message		
J1.0	Connectivity Interrogation Message	<u>Control</u>	
J1.1	Connectivity Status Message	J12.0	Mission Assignment Message
J1.2	Route Establishment Message	J12.1	Vector Message
J1.3	Acknowledge Message	J12.2	Precision Aircraft Direction Message
J1.4	Communicant Status Message	J12.3	Flight Path Message
J1.5	Net Control Initialization Message	J12.4	Controlling Unit Change Message
J1.6	Needline Participation Group Assignment Message	J12.5	Target/Track Correlation Message
		J12.6	Target Sorting Message
		J12.7	Target Bearing
		J16.0	U.S. Navy Reserved Message

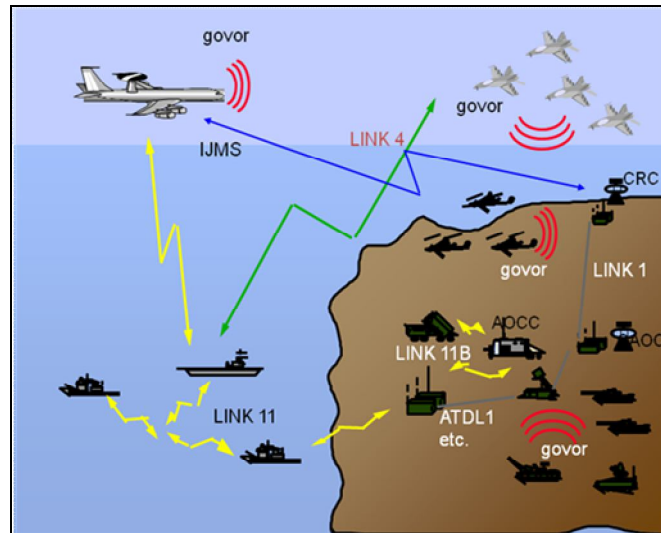
Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

#### **4.1.3.1 Link 22**

Link 22 bomo omenili le na kratko, saj je link, ki se ga uporablja v mornarici in ni predmet preučevanja zaključne naloge. Link 22 je v bistvu izboljššan Link 11, saj je bil Link 11 zastarel, zato so imeli cilj razvoj linka, ki bi bil povezljiv z Linkom 16. Namenjen je prenosu sporočil na velikih razdaljah. Določen je s STANAG 5522 (povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Slika 7 prikazuje uporabo linkov v različnih strukturah. Iz slike je razvidno, da se za povezljivost med različnimi sistemi uporabljajo različni linki (primer linkov prve in druge generacije).

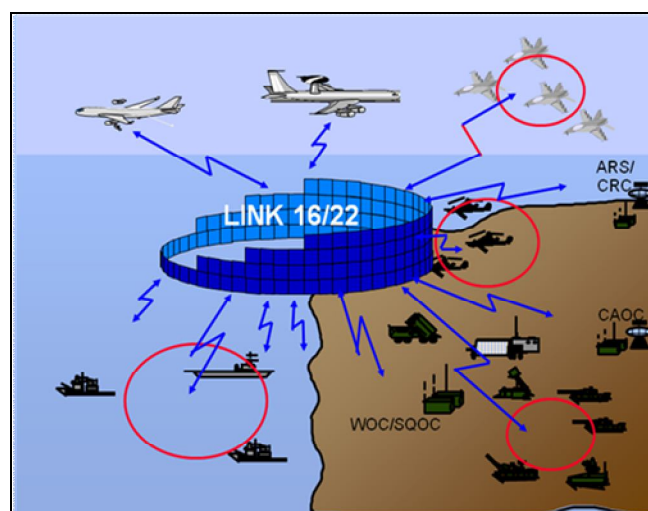
**Slika 7: Prikaz delovanja različnih linkov med rodovi**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Iz slike 8 (spodaj), ki prikazuje delovanje linkov tretje generacije (Linka 16 in Linka 22), je razvidno, da imata omenjena linka zmogljivost povezovanja različnih rodov in platform, kar pomeni, da lahko s pomočjo mreže le dveh linkov nadomestimo različne vrste linkov.

**Slika 8: Delovanje Linka 16 in Linka 22**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Linki so se torej razvijali skozi zgodovino in se razvijajo še danes glede na potrebe po prenosu in razpoložljivo tehnologijo. Dandanes obstajajo vse večje potrebe po čim hitrejšem prenosu podatkov ter čim večji univerzalnosti povezav, v smislu, da je prek enega linka povezanih čim več različnih struktur ter oborožitvenih sistemov. Vsaka generacija linkov je

bila zmogljivejša. Pri vsem tem ne smemo pozabiti na zaščito informacij, ki se pošiljajo prek njih in zaščita pred protielektronskimi ukrepi. Vsak link je ima svoje lastnosti glede na namen zaradi katerega je bil razvit. Njihova medsebojna primerjava ter uporaba v SV in drugih državah je predmet preučevanja v naslednjem poglavju.

## 5 MEDSEBOJNA PRIMERJAVA LINKOV IN NJIHOVA UPORABA

### 5.1 MEDSEBOJNA PRIMERJAVA LINKOV

Podrobnejše karakteristike smo že predstavili v 4. poglavju. Linki so se iz generacije v generacijo tehnično izboljševali in izpopolnjevali. Vsak link ima specifične lastnosti, ki so odvisne od njegovega namena. Razlikujejo se glede na prenosni medij prek katerega se prenašajo informacije, hitrost prenosa, glede na odpornosti na proti elektronske ukrepe ter na zaščito oziroma enkripcijo informacij, ki se pošiljajo preko njih.

Za linke prve generacije (Link 1, Link 4 in Link 14) je značilno, da niso odporni na proti elektronske ukrepe. Link 1 je bil ustvarjen za taktično podatkovno izmenjavo informacij za potrebe zračne obrambe. Namen Linka 14 je pomorska taktična podatkovna oddaja. Link 4 je namenjen kontroli zrakoplovov. Podatki, ki se pošiljajo preko Linka 1 in Linka 4 niso kriptično zaščiteni, za Link 14 pa velja ravno nasprotno. Hitrost prenosa je pri Linku 14 najmanjša, in sicer 75 bitov na sekundo, prek Linka 4 pa se lahko izmenjujejo informacije z hitrostjo 3800 bitov na sekundo, hitrosti prenosa pri Linku 1 se gibljejo med 1200 in 2400 bitov na sekundo.

V drugo generacijo linkov sodijo: Link 11A, Link 11B, ATDL-i in IJMS. Vsi omenjeni linki imajo zaščiten prenos informacij. Na proti elektronske ukrepe ni odporen le IJMS. Link 11A je podatkovni link, ki je namenjen mornariški taktični podatkovni izmenjavi informacij v HF oziroma UHF frekvenčnem področju s hitrostjo 1364 ali 2250 bitov na sekundo. IJMS je namenjen kot vmesni JTIDS sporočilne specifikacije, ki deluje na ultra visokih frekvencah z največjo hitrostjo 28800 bitov na sekundo. Link 11B je namenjen za izmenjavo informacij med zemeljskimi enotami. Ima več možnosti prenosnih medijev, in sicer telekomunikacijske vode, satelit ali radijske zveze po katerih se podatki prenašajo s hitrostjo od 1200 do 2400 bitov na sekundo. Vojaški taktični podatkovni link ATDL-1lahko prenaša informacije prek telekomunikacijskih vodov, satelita ali radijske zveze s hitrostjo 1200 bitov na sekundo.

Link 16 in Link 22 sodita v tretjo generacijo taktičnih podatkovnih linkov. Sta najnovejša in posledično tudi najzmogljivejša linka izmed vseh predstavljenih. Oba sta odporna na elektronske protiukrepe ter imata zaščiten prenos informacij. Hitrost prenosa informacij znaša pri Linku 16 najmanj 28800 bitov na sekundo. Deluje v ultra visokem frekvenčnem področju. Link 22 dosega hitrost 12000 bitov na sekundo v UHF in 1200 bitov na sekundo v HF. Link 22 je v bistvu izboljššan Natov pomorski podatkovni link 11. Prek Linka 16 si lahko izmenjujejo stalni format sporočil ali glas katerekoli enote. Link 22 je mornariški link, ki služi prenosu informacij na velikih razdaljah za kar potrebuje daljši čas za oddajo sporočila, zato je toliko večja hitrost prenosa podatkov (zaradi daljše propagacije). Za prenos podatkov na višjih frekvencah potrebujemo hitrejšo povezavo, da se sporočilo posreduje v čim krajšem času.

Če primerjamo čas oddajanja standardnega časa oddajanja med IJMS in Link 16 ugotovimo, da ima IJMS velike kategorije sporočil, Link 16 pa ima več prostora za uporabne podatke. Z Link 16 se lahko v enem času oddajanja pošlje tudi več paketov sporočil, prav tako se lahko pošilja slika (npr. slika iz izvidniškega letala), ki jo lahko spremljajo vsi, ki so uporabniki iste Linke 16 mreže.

Na naslednji strani so v tabeli navedeni osnovni podatki za vse že omenjene linke. Razvidno je, da so linki iz generacije v generacijo zmogljivejši, saj imajo večjo hitrost prenosa in omogočajo kriptirani prenos informacij ter odpornost na proti elektronske ukrepe.

**Tabela 2: Medsebojna primerjava linkov**

link	generacija	prenosni medij	hitrost (bit/s)	ECM odpornost	kodiranje
L 1	1	telekomunik. vodi	1200 ali 2400	NE	NE
L 4/TADIL C	1	UHF	3800	NE	NE
L 14/BEAVER	1	HF/UHF	75	NE	DA
L 11 A/TADIL A	2	HF/UHF	2250 ali 1364	NE	DA
L 11 B/TADIL B	2	telekomunik.vodi, satelit, radijska zveza	1200 ali 2400	NE	DA
ATDL	2	telekomunik.vodi, satelit, radijska zveza	1200	NE	DA
IJMS/JAMBOREE	2	UHF	28800	DA	DA
L 16/TADIL J	3	UHF	min 28800	DA	DA
L 22/NILE	3	HF/UHF	UHF 12000, HF 1200	DA	DA

Vir: povzeto po CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

## **5.2 UPORABA TAKTIČNIH PODATKOVNIH POVEZAV V SLOVENSKI VOJSKI**

16.BNZP je prek ASOCa z Link 1 povezan s centri za nadzor in kontrolo zračnega prostora:

- CAOC 5 Poggio Renatico (Italija) in po potrebi z CAOC 7 v Larisi (Grčija),
- CRC Veszprem (Madžarska),
- CRP Poggio Renatico (Italija) in
- CRP Zagreb (Hrvaška), (Mohar, pps. ASOC, 2010).

CAOC 5 je strokovno nadrejeno poveljstvo CNKZP. Pošiljajo mu poročila, obdelano radarsko sliko in druge podatke, ki jih zahteva, prav tako izpolnjujejo njihove ukaze glede organizacije zračnega prostora območja interesa in druge ukaze za zračne operacije.

CNKZP je preko oddaljenih delovnih postaj povezan z naslednjimi enotami SV, in sicer z nadrejenim operativnim centrom in po potrebi drugim operativnimi centri drugih enot.

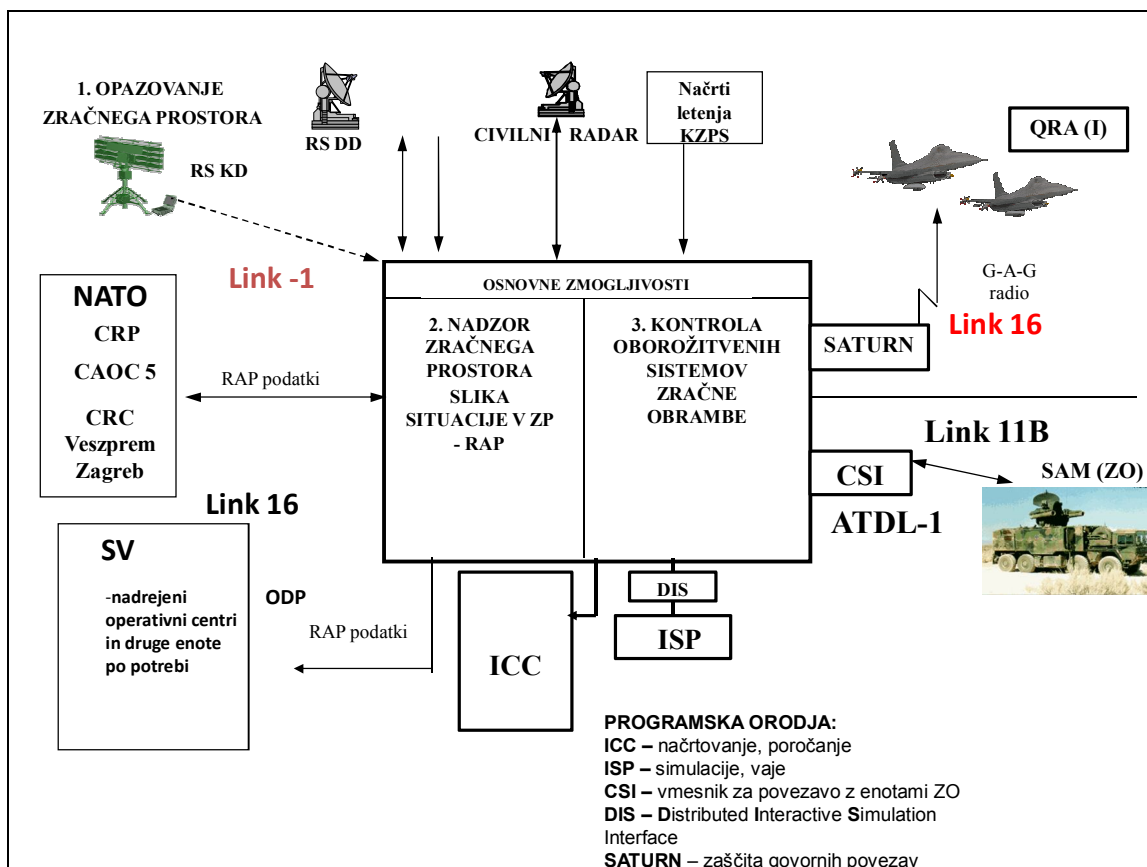
Povezave so preizkušene in delujoče za namene ZO, prav tako pa so na razpolago tudi delovne postaje za povezavo z drugimi enotami, ki so mobilne in zato omogočajo izmenjavo podatkov med samimi delovnimi postajami.

Iz slike 9 (na naslednji strani) je razvidno, da CNKZP opravlja 4 naloge:

1. opazovanje zračnega prostora s pomočjo radarskih postaj kratkega dosega in radarskih postaj dolgega dosega, ki proizvajajo surovo radarsko sliko in jo pošljejo v obdelavo prek Linka 11B;
2. nadzor slike situacije v zračnem prostoru (RAP), ki jo obdela s sistemom ASOC in jo prek Linka 1 izmenjuje z ostalimi centri za kontrolo na Madžarskem, v Italiji in na Hrvaškem, prav tako pa sliko pošiljajo v nadrejeni operativni center (v prihodnosti bo te podatkovne povezave zamenjal Link 16), načrte letenja pa dobivajo od Kontrole zračnega prometa Slovenije;
3. kontrolo oborožitvenih sistemov ZO, ki jo opravljajo usposobljeni kontrolorji oborožitvenih sistemov pod nadzorom in poveljevanjem CAOC 5, komunikacija med CNKZP in letali prestrezniki poteka preko Linka 4 (zemlja – zrak – zemlja), ki je

- nezaščiten, zato bo nameščen krypto modul SATURN namenjen zaščiti govornih povezav (povezavo naj bi v prihodnosti zamenjal Link 16);
4. bojno upravljanje z oborožitvenimi sistemi ZO, ki jo predstavlja enota ZO kratkega dosega, s katero je povezan prek linka 11B s pomočjo vmesnika. Poročanje v nadrejeno Natovo enoto poteka prek zaščitenega omrežja. V CNKZP uporabljajo tudi program za izvajanje simulacij ISP, s katerim vadijo in izvajajo simulacije za namene urjenja in usposabljanja pripadnikov CNKZP.

**Slika 9: Prikaz zmogljivosti sistema nadzora in kontrole zračnega prostora**



Vir: Jančevski, pps. Taktični podatkovni linki za telebane in BNZP, 2010

Za uvedbo Linka 16 v operativno uporabo je potrebno opremo pregledati in stestirati ter usposobiti osebje, ki bo s sistemom delalo. Uporabo frekvenc, ki jih uporablja Link 16 odobri Mednarodna telekomunikacijska zveza (ITU – International Telecommunication Union). Vsaka država mora pridobiti dovoljenje za uporabo točno določenih frekvenc. Vsaka oprema, ki je določena za minimalno potrebno delovanje sistema mora biti varnostno akreditirana s strani Nata za določeno stopnjo Nato tajnosti. Oprema mora biti medsebojno interoperabilna, kar pomeni povezljiva med nacionalnimi sistemi in povezljiva navzven z članicami Nata (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007).

Za operativnost oz. delovanje Linka 16 nabavo MIDS terminala, zato ga mora SV za operativno uvedbo Linka 16 nabaviti. Z nakupom MIDS terminala bo omogočena operativnost delovanja Linka 16 in tako bo 16.BNZP lahko operabilen s sosednjimi NATO centri. Nakup omenjenega terminala časovno še ni določen, vendar se bo verjetno zaradi finančne krize časovno zamaknil.

### **5.3 UPORABA TAKTIČNIH PODATKOVNIH POVEZAV V DRUGIH DRŽAVAH**

Znotraj Nata se uporablja Link 1 v Natovem zračnoobrambnem zemeljskem površinskem sistemu (NADGE – Nato Air Defence Ground Environment System). Prav tako je večina CRC-jev opremljena z Link 1 zmožnostmi.

Link 11A uporabljajo v britanski mornarici in zračnih silah ter pri Kraljevih marincih. ZDA ga prav tako uporabljajo v letalskih in kopenskih silah, v mornarici in marincih. Poleg Velike Britanije in ZDA Link 11A uporabljajo tudi v Natovih članicah: Franciji, Nemčiji, Italiji, na Nizozemskem, Norveškem in Danskem, v Belgiji, Kanadi, Španiji, Grčiji, Turčiji ter na Portugalskem. Poleg naštetih Natovih članic ga uporabljajo tudi Japonska, Avstralija in Nova Zelandija.

Link 16 imajo operativen v zračnih silah, mornarici in delih kopenske vojske že Velika Britanija in ZDA. V ZDA ga uporabljajo tudi pri marincih. V določene sisteme svojih vojska so jih uvedle tudi naslednje Natove članice: Francija, Nemčija, Italija, Nizozemska, Norveška, Belgija, Danska, Kanada in Španija ter nekatere nečlanice: Japonska, Avstralija, Izrael, Švica in Švedska. Link 16 je v fazi uvajanja tudi v drugih državah članicah, vendar je sama uvedba odvisna med drugim tudi od finančnih zmožnosti za nakup opreme posamezne države.

Cilj Nata je dolgoročno sisteme povezati med seboj in tako oblikovati skupen zračni prostor in ZO držav članic Nata (povzeto po (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007 in Jančevski, 2010).



## **6 SREDSTVA IN SISTEMI ZVEZ ZA PRENOS LINKOV**

Za prenos podatkovnih linkov v SV se uporabljajo formacijski sistemi zvez. V primeru, ko se podatki prenašajo med različnimi operativnimi centri se za prenos podatkov uporablja stacionarni sistem zvez. Stacionarne zveze so del infrastrukture in jih ni možno premeščati, v našem primeru je to KIH, ki omogoča prenos telefonskega in podatkovnega prometa.

Za prenos podatkov med premičnimi elementi, kot so premični radarji in orožja ZO pa se uporabljajo taktični sistemi zvez. Osnova taktičnih zvez je sistem TTKS, ki se dopolnjuje z radijskimi zvezami.

Naloga TTKS je pokrivanje ene operativne smeri z večkanalnimi prenosnimi potmi, ki so praviloma radiorelejne. V primeru, da je mogoče se uporablja stalna telekomunikacijska struktura, katera je zgrajena s kabelskimi povezavami, kot so bakreni vodi in kabli z optičnimi vodniki (Cimprič, 2005, str. 9).

TTKS omrežje sestavljata tranzitno in dostopno omrežje. Tranzitno omrežje predstavlja KIH na katero se priključujejo elementi dostopnega omrežja. Vrste dostopnega vozlišča so veliko dostopno vozlišče (VDV), malo dostopno vozlišče (MDV -45), MDV 30 in MDV 30G (Cimprič, 2005, str. 10 – 11). Med seboj se razlikujejo glede na število uporabnikov, ki se lahko prek njih vključujejo v sistem.

SV se z Natom povezuje prek MDV 30G, ki se od drugih vozlišč razlikuje po tem, da omogoča povezovanje z drugimi vrstami omrežij, kot so druga samostojna taktična omrežja, zasebna omrežja ali pa javna telefonska omrežja. MDV 30G omogoča omenjeno storitev z vgrajenimi vmesniki oziroma (gateway-i). Z javnim sistemom se tako povezuje prek vmesnika ISDN-PRA, z drugimi taktičnimi sistemi pa prek vmesnika STANAG 4206 (Cimprič, 2005, str. 22).

Za komunikacijo med dvema državama oz. njunima taktičnima vozliščema je potreben prenosni sistem (žica, optika, radiorelejni link, satelitski link ali radijska zveza), ki ga praviloma zagotavlja ena država.

Radiorelejni link poteka preko radiorelejne naprave, ki prenaša snop na drugo stran radiorelejne zveze. Omenjena radiorelejna naprava je GRC 2000C, ki omogoča enostavno in samodejno vzpostavitev zveze. Uporablja se jo lahko za točkovno povezovanje do digitalnih central in komunikacijskih vozlišč, ali pa kot radiorelejna medpostaja za podaljšanje dometa med mobilnimi radiorelejnimi zvezami.

Prednost prenosa preko optičnih kablov je hitrejši prenos, brez slabljenja signala in odpornost na motnje ter ne oddaja energije ter tako izdaja svojega položaja.

### **6.1 ZVEZE V NADZORU ZRAČNEGA PROSTORA**

V sistemu nadzora zračnega prostora se uporabljajo (Bodlaj, pps. 2009):

- govorne zveze zemlja – zrak – zemlja,
- zveze za prenos podatkov o situaciji v zračnem prostoru in
- informacijski sistemi za poveljevanje in kontrolo.

### **6.1.1 Govorne zveze**

Govorne zveze potekajo prek radijskih UHF in VHF radijskih naprav, ki se nahajajo na različnih lokacijah in prenašajo govor med seboj do željenega prejemnika. V prihodnosti naj bi se govorne zveze tehnično izboljšale, tako da bi postale zmogljivejše v smislu vključenih več akterjev in večje kapacitete prenosa. S tem mislim tudi na ureditev govornih zvez v Letalski bazi Cerklje, ki bo prav tako povezan s centrom za kontrolo in poročanje. Za govorne zveze se uporablja opremo proizvajalca Frequentis, ki omogoča uporabnikom prijazno uporabo zvez z Kontrolo zračnega prostora Slovenije (KZPS), vojaškim kontrolnim stolpom oz. vojaškimi kontrolorji letenja ter operaterji na delovnih postajah v CNKZP in ostalimi operaterji na oddaljenih delovnih postajah. Omogoča snemanje in ponovno predvajanje, hitri klic in druge funkcije, ki poenostavijo ter pospešijo komunikacijo zemlja – zrak – zemlja. Za omenjene zveze se uporablja UHF radijska postaja Rhode & Schwarz UHF XD432U8, ki deluje v frekvenčnem območju med 255 MHz in 399,99 MHz (Bodlaj, pps. 2009).

### **6.1.2 Zveze za prenos podatkov o situaciji v zračnem prostoru**

CNKZP vdrži zvezo z:

- nadrejenim operativnim centrom, ki mu pošilja radarsko obdelane podatke,
- s civilno kontrolo letenja (KZPS) za pridobivanje podatkov o načrtih letov prek KIH,
- z radarskimi sistemi dolgega in kratkega dosega, od katerih dobivajo neobdelano surovo radarsko sliko,
- Z Natovim nadrejenim operativnim centrom prek Linka 1 s katerim si izmenjujejo podatke oz. informacije ter dobivajo ukaze,
- s sosednjimi Natovimi centri za kontrolo in poročanje, s katerimi si izmenjujejo podatke prek Linka 1 (povezava prek KIH in NGCS, digitalno prek multiplekserja MUX in E1 povezave);
- z oborožitvenimi sistemi ZO prek Linka 11B.

### **6.1.3 Informacijski sistemi za zračno poveljevanje in kontrolo**

V SV se v zračni komponenti uporabljajo naslednji C2 informacijski sistemi:

- ASOC,
- ICC in
- CSI.

ASOC (The Air Sovereignty Operation Center) je sistem nadzora zračnega prostora, ki podpira vojaške operacije s formiranjem in vzdrževanjem RAP (radarsko obdelanih podatkov oz. slike), katera vsebuje prepoznane tracke, ki predstavljajo vse cilje v nadziranem državnem zračnem prostoru. ASOC-ova zmožnost izmenjave RAP z ostalimi mednarodnimi operativnimi centri (IOC) predstavlja bistvo regionalnega sodelovanja in obdelave podatkov pri nadzoru zračnega prostora (Vidergar, 2004, str. 13).

CSI (CRC System Interface) je namenjen avtomatiziranemu prenosu podatkov med kontrolno – poročevalnim centrom (CRC) in orožji ZO. Omenjeni vmesnik lahko dela z Link 1, ATDL 1, Link 11B, in Link 16 (Bodlaj, pps. 2009).

ICC (Integrated Command and Control System) je Natova integrirana programska oprema za poveljevanje in kontrolo, ki predstavlja vmesno rešitev do uvedbe ACCS. Omogoča integrirano načrtovanje, dajanje nalog, izmenjavo obveščevalnih podatkov, izvedba zračnih misij in bojnega upravljanja z zračnih modulov za podporo združenih zračnih operacij (Ringens, pps. 2008).

NIRIS (NATO Networked Interoperable Real Time Information Services) je Natov mrežni interoperabilni informacijski sistem za izmenjavo informacij v realnem času. Je orodje ICC, ki uporablja internetno tehnologijo za prenos in obdelavo vojaških radarskih podatkov po Natovi mreži v Evropi (Grift, pps. 2007).

## **6.2 PRENOS LINKOV**

### **6.2.1 Link 1**

Informacije, ki se izmenjujejo prek Linka 1 potujejo po dveh različnih poteh, in sicer prek modema oz. preko megapleksa. Pot prek modema je starejša oblika in poteka od sistema ASOC prek modema v javno telefonsko omrežje v modem na drugi strani prenosa in nato v vmesnik oziroma orodje za poveljevanje in kontrolo. Ta način prenosa poteka prek zakupljenih telefonskih vodov. Ker Link 1 ni zaščiten se pri prenosu ne uporablja kriptno naprav, ki bi zakodirale oziroma odkodirale izmenjevalne podatke.

Novejša različica prenosa izmenjevalnih informacij prek Linka 1 za prenosno pot ne uporablja modema, ampak megapleks, ki deluje na podlagi multipleksiranja. Tehnika multipleksiranja omogoča večji izkoristek prenosa medija, saj združuje več kanalov in jih pošilja prek medija (Breščak, 2005). Če primerjam prenosno pot prek modema in megapleksa je slednji zmogljivejši, saj potrebujemo za prenos prek modema več linij.

Torej poteka izmenjava informacij s sosednjimi Nato centri in nacionalnim centrom, ki se pošiljajo prek Linka 1 v naslednjih korakih:

- radarska slika se obdela v orodju za obdelavo radarskih podatkov (ASOC),
- podatki se pošiljajo v megapleks, ki podatke multipleksira in pošlje v telefonsko omrežje prek zakupljenih vodov vse do modema v Nato center ali nacionalni center, ki podatke prenese skozi vmesnik v ustrezno orodje za poveljevanje in kontrolo.

Pot prenosa lahko seveda poteka tudi v obratni smeri.

### **6.2.2 Link 11B**

S pomočjo Linka 11B se izmenjujejo podatki iz mobilne radarske postaje kratkega dosega do centra za nadzor in kontrolo zračnega prostora ter med centrom in sistemom za bojno upravljanje oborožitvenih sistemov ZO in obratno. V tem primeru se podatki oz. informacije prenašajo v taktičnem okolju, prav tako pa je potrebno upoštevati kodiranje sporočil, torej uporabo kriptno naprav.

Prenosna pot poteka na naslednji način:

- od sistema za obdelavo radarske slike oz. podatkov (ASOC) ali CSI skozi kriptno napravo, katera podatke zakodira in jih prek modema pošlje v komunikacijsko informacijsko hrbtenico Ministrstva za obrambo (KIH MO RS);
- podatki nadaljujejo pot prek dostopne točke taktičnega telekomunikacijskega sistema SV (TTKS) v malo dostopno vozlišče (MDV 30) do modema, nato v CSI oz. ASOC.

Pri prenosu podatkov prek Linka 11B potujejo podatki prek MDV 30, katerega naloga je zagotavljanje interne komunikacije in dostop v TTKS omrežje. Skupno omogoča do trideset priključkov, in sicer digitalnih, analognih in informacijskih (Cimprič, 2005, str. 11).

### **6.2.3 Link 16**

Link 16 je standardizirani komunikacijski link za prenos digitalnih informacij. Pri Linku 16 se v ASOCu procesirajo J seti sporočil, ki gredo skozi CSI skozi lokalna izhodna vrata (gateway) v kripto napravo in skozi vozlišče v internetno IP omrežje in nato prek vozlišča na drugi strani v kripto napravo, ki podatke dekodira (Herlacher, pps. 2008). Dekodirani podatki nadaljujejo svojo pot v MIDS terminal (Multi-Functional Information Distribution System), kar pomeni multifunkcijski terminal za distribucijo informacij). V omenjeni terminal se prav tako stekajo informacije iz lovskih letal in GPS podatki.

Prenosna pot podatkov prek različnih linkov se torej pri Linku 16 razlikuje v tem, da pri njem potrebujemo MIDS terminal, ki ga pri drugih ne potrebujemo.

## **6.3 TERMINALI**

Obstaja več vrst terminalov (CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007):

- terminali 1. razreda,
- terminali 2. razreda,
- terminali manjše velikosti LVT (Low Volume Terminal) in
- prototipe terminalov.

Terminali 1. razreda so namenjeni združenim rešitvam, ki ustrezajo ameriškim zračnim silam ter poveljniško kontrolnim zemeljskim silam. Imajo možnost pošiljanja prostega teksta. Njihova slabost so velikost ter omejitve na IJMS. IJMS pomeni sporočilni standard, ki se še vedno uporablja v Natovih terminalih prvega razreda (TADIL J, 2000, str 96).

Terminale 2. razreda so razvili zaradi potrebe po manjšem terminalu, ki bi bil Link 16 operativen. So manjši in lažji ter zmorejo pretvarjati J set sporočila in prosti tekst. Med terminale 2. razreda spadajo različne vrste (kot npr. 2H in 2M), vendar natančna analiza omenjenih vrst terminalov ni predmet naloge.

Terminale manjše velikosti, med katere sodijo MIDS terminali, so razvile naslednje NATO članice: Španija, ZDA, Italija, Nemčija in Francija za naslednje generacije lovskih letal, kot so Eurofighter 2000 (EF 2000), F/A-18 in Rafale. Njihova značilnost je, da so manjše velikosti, lažji po teži in enostavnejši za vzdrževanje ter interoperabilni z terminali 2. razreda.

MIDS terminali so poimenovani po Natovem programu za razvoj podatkovnih linkov in terminalov za podporo Natovih zahtev za taktične podatkovne linke. MIDS terminal so namenjeni fleksibilnemu, zaščitenemu, odpornemu na elektronske protiukrepe, komunikacijskemu sistemu z veliko kapaciteto, ki podpira delovanje veliko funkcij. Poznamo več vrst MIDS terminalov:

- standardne,
- za zemeljsko okolje,
- uporabne na ladjah ter

- terminale za prenos podatkov iz lovskih letal v Nato centre in nazaj.

Slika 10 prikazuje manjši terminal, ki je v uporabi v letalih EF 2000, F/A 18 in Rafale, ki naj bi bil načrtovan tudi za v sistem ACCS (v Italiji).

**Slika 10: MIDS terminal AND/USQ - 140**



Vir: CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007

Za prototipe terminalov je značilno, da so manjše velikosti, cenejši za vzdrževanje, zanesljivejši, tehnično izboljšani in izdelani tudi za posamezne vojaške strukture.

Za medsebojno primerjavo bom navedla določene tehnične podatke posameznih razredov terminalov (MACE 31501, pps. 2007).

Terminali 2. razreda so velikosti 0,475 kubičnega metra, teški 56,25 kilogramov in delujejo z močjo 200W. Terminal 2H razreda so veliki 0,996 kubičnih metrov, teški kar 99 kg in delujejo z močjo 1000W.

MIDS terminali spadajo v terminale manjše velikosti in teže (LVT). Med njih sodijo LVT1 in LVT2. LVT 1 je velik 0,18 m<sup>3</sup>, teški 29,25 kg in delujejo z močjo 200W, LVT2 pa je velik le 0,134 m<sup>3</sup>, teški manj kot 22,5 kg in delujejo z močjo 40W.

Če torej terminale primerjamo med seboj glede na navedene tehnične podatke opazimo, da so terminali 2. generacije med seboj različni, vendar so veliko težji in večji od terminalov LVT. Njihova moč delovanja je enaka ali večja kot pri LVT. LVT so veliko manjši in lažji, še posebej novejše izvedbe, vendar je njihova moč delovanja manjša kot pri starejših izvedbah oz. kot pri terminalih 2. razreda.

Razvoj terminalov se nadaljuje v smeri tehničnih izboljšav njihovega delovanja, predvsem pa v zmanjševanju njihove velikosti in teže, kar omogoča večjo praktičnost pri vgradnji v lovška in druga letala in s tem večjo možnost uporabe v več vrstah letal.

## 7 ZAKLJUČEK

Področje taktičnih podatkovnih povezav in sredstev je pomembno področje, saj nam le-ti omogočajo izmenjavo različnih informacij, ki jih potrebujemo za odločanje. Hitro pridobivanje zanesljivih in nedvoumnih informacij je temeljnega pomena za odločanje, saj omogoča natančen pregled nad situacijo v združeni operaciji in s tem dodeljevanje nalog ter za kontrolo nad izvajanjem zračnih operacij. Značilnost zračnih operacij je, da pri njih prihaja do prenosa ogromnih količin podatkov, prav tako je visoka hitrost izmenjave ter velika razdalja med samimi elementi sistema zračnega PINK, zato je pomembna optimalna izbira orodij in povezav za izmenjavo informacij. Povezavo med sistemi in s tem izmenjavo informacij omogočajo razne vrste linkov, ki so bili izdelani glede na izkušnje in potrebe v boju. Z razvojem tehnologij se povečujejo zmogljivosti taktičnih podatkovnih povezav in sredstev, vendar te zmogljivosti brez medsebojne zmožnosti povezljivosti med enotami v sistemu in izzven njega nimajo pomena. Zgoraj navedena dejstva nakazujejo pomembnost taktičnih podatkovnih povezav in medsebojne povezljivosti v sistemu zračnega PINK.

16.BNZZ je prek Linka 1 povezan s sosednjimi centri za nadzor in kontrolo zračnega prostora, s katerimi se izmenjujejo obdelano radarsko sliko območja interesa, ki jih določa njihov nadrejeni (v NATO liniji PINK) CAOC 5. Prav tako se prek omenjenega linka izmenjujejo druge zahtevane informacije. Link 11B povezave so vzpostavljene tudi med omenjeno enoto in z nacionalnim nadrejenim operativnim centrom ter po potrebi drugimi operativnimi centri in enotami ZO. Za prenos surove radarske slike iz senzorjev do centra se prav tako uporablja Link 11B.

Torej se uporabljajo različni linki za izmenjavo informacij, s pomočjo katerih pridobivamo integrirano sliko zračnega prostora. Bolj enostavno bi bilo uporabiti sisteme povezav linkov tretje generacije, ki jih postopno uvajajo druge članice Zavezništva, saj so zmogljivejši in zato ne potrebujemo več vrst linkov ampak le en link (npr. Link 16). SV ima potrebe po prenosu radarske slike, izmenjevanju obdelane radarske slike, prenosu podatkov o zračni situaciji, sodelovanje z sosednjimi centri za nadzor in kontrolo zračnega prostora ter potrebo za povezavo z vsemi ostalimi elementi zračne komponente, kar bi zagotavljalo integriran sistem nadzora in kontrole zračnega prostora ter s tem tudi integriran sistem ZO, ki ga zahteva NATO. Tuje oborožene sile postopno prehajajo na zadnjo generacijo linkov, ki so vedno bolj univerzalni ter zaščiteni, kar posledično opušča določene linke starejših generacij. Prav tako prehajajo na vedno boljše orodja za zračno PINK. Zaradi povezljivosti sistemov se bo morala v prihodnosti tudi SV odločiti za optimalne povezave glede na lastne zahteve in zahteve Nata po povezljivosti, zato bo morala slediti razvoju tehnologij povezav, orodij in sredstev za učinkovito sistem zračnega PINK, ki jih nekatere članice Severnoatlantskega zavezništva že postopno uporabljajo.

Na osnovi opravljene raziskave lahko zaključim, da bi SV dosegla optimalno raven v sistemu zračnega PINK z uvedbo taktičnega podatkovnega Linka 16 in orodja za PINK ICC oziroma dolgoročno ACCS, ko bo le-ta prišel v operativno uporabo.

Za zaključek bi izrazila tudi osebno mnenje, da bi bilo potrebno sistem Link 16 prenesti v uporabo tudi v drugih rodovih in komponentah ter oborožitvenih sistemih SV, glede na njihove potrebe, saj imajo druge države prav tako omenjene taktične podatkovne povezave (Link 16 IN Link 22) v ostalih strukturah oboroženih sil ali pa jih v njih postopno uvajajo, kar očitno nakazuje na učinkovitost in uporabnost sistema za izmenjavo taktičnih podatkovnih informacij, ki zagotavljajo celotni pregled nad situacijo in učinkovitejši PINK.

Kljub učinkovitosti sistema Linka 16, ki ga uvajajo v veliko državah, bi morala SV nakupiti veliko sistemov, če bi želela vpeljati Link 16 poleg zračne komponente še v ostale strukture

SV, kar bi predstavljajo ogromno stroškov in težav pri sami vpeljavi sistema. Najprej moramo doseči notranjo interoperabilnost med sistemi, prav tako pa tudi z Natovimi, saj moramo, kot članica Zavezništva dosežati standarde, ki nam jih omenjena organizacija določa. Zaradi navedenih dejstev bi bilo morda smiselno operativno povezati zračno komponento (ko bo vpeljan Link 16) z kopenskim sistemom Sitaware, ki bi omogočal združeno situacijsko sliko.

## LITERATURA:

- ALBERTS, David, S, GARTSKA, John, J, HAYES, Richard, E, SIGNORI, David, A. Understanding information age warfare, CCRA Publication Series, 2001.
- CIMPRIČ, Boris. Taktični telekomunikacijski sistem. MO RS, Ljubljana, 2005
- FURLAN, Branimir, REČNIK, Davorin, VRABIČ, Rudi, MARAŠ, Vasilje, CERKOVNIK, Janez, ŠPUR, Branko, ŠONC, Miloš, TUŠAK, Marjan, IVANUŠA, Marijan, GORJUP, Boris, KOJADIN, Martin, LASIČ, Kamil, UNGER, Marko. PDRIU. Ljubljana, 2006.
- GOLOB, Damjan, MOŽINA, Uroš, FRANGEŽ, Zdenko. Elektronsko bojevanje. Ljubljana, 2006.
- GRABENŠEK, Drago, KULAUZOVIĆ, Bajko, SOUVENT, Andrej, VRANIČAR, Jure. Priročnik za radioamaterje, Ljubljana, 2004.
- RODMAN, Sergej. Taktični podatkovni linki. PDRIU, Ljubljana, 2002.
- SANDA, Matjaž. LINK-i. PDRIU, Ljubljana, 2008.
- TAVZES, Miloš. Ur. Veliki slovar tujk. Cankarjeva založba, Ljubljana, 2002.
- TERNAR, Alojz. Koncept razvoja zračnega poveljevanja in kontrole v Slovenski vojski. PDRIU, Ljubljana, 2005.
- VIDERGAR, Aleksander. ASOC – sistem nadzora zračnega prostora, PDRIU, Poljče, 2004.

## VIRI:

### Power point predstavitev:

- ANDWEG, Niels, pps. ICC Program Overview, 2008.
- CRC Veszprem, pps. TDL-Basic\_TPO, 2007.
- BODLAJ, Boris, pps. Zveze kopno – zrak, 2009.
- GRIFT, Harry, pps. NIRIS Overview Briefing, Ramstein, 2007.
- HERLACHER, R. Larry, pps. Prerequisites for Link 16 Operations with the ASOC, Hanscom, ZDA, 2008.
- JANČEVSKI, Andrej, družboslovni intervju, 2010.
- JANČEVSKI, Andrej, pps. Taktični podatkovni linki za telebane in BNZP, Brnik, 2010.
- MACE 315001, pps. Aircraft Group besign, Lecture 3: Airborne Systems, The The University of Manchester, 2007.
- MOHAR, Matija, pps. ASOC, Brnik, 2010.
- MOHAR, Matija, pps. ICC, Brnik, 2010.
- RINGENS, Ramon, pps. ICC Introduction Briefing, Ramstein, 2008.
- TOPOLOVEC, Jani, pps. ACCS, 2009.

### Internetni viri:

- HOEKSTRA, Williem, E. Tactical Data Links and Interoperability, The Glue between Systems. Dostopno prek: <http://ftp.rta.nato.int/public//PubFulltext/RTO/MP/RTO-MP-063//MP-063-15.pdf>, 10.7.2010.
- BREŠČAK, Borut, Multipleksiranje. Dostopno prek: [http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/omrezja/04\\_prenos/multiplex/multiplex.pdf](http://www.s-sers.mb.edus.si/gradiva/w3/omrezja/04_prenos/multiplex/multiplex.pdf), 11.9.2010.
- TADIL J. Dostopno prek: <http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/6-24-8/tadilj.pdf>, 11.9.2010.



## **SEZNAM SLIK IN TABEL:**

### **SEZNAM SLIK**

Slika 1: Prikaz povezave od točke do točke.....	4
Slika 2: Princip delovanja Linka 4 .....	14
Slika 3: Delovanje Linka 16 .....	17
Slika 4: Časovna delitev Linka 16 .....	18
Slika 5: Prikaz razdelitve časovnih enot v posamezni Link 16 mreži.....	19
Slika 6: Prikaz frekvenčnega skakanja dveh Link 16 mrež in križanja signalov.....	20
Slika 7: Prikaz delovanja različnih linkov med rodovi .....	22
Slika 8: Delovanje Linka 16 in Linka 22 .....	22
Slika 9: Prikaz zmogljivosti sistema nadzora in kontrole zračnega prostora.....	26
Slika 10: MIDS terminal AND/USQ - 140.....	32

### **SEZNAM TABEL**

Tabela 1: Primer J seta sporočil .....	21
Tabela 2: Medsebojna primerjava linkov.....	25

## SEZNAM UPORABLJENIH KRATIC IN SLOVAR TUJIH IZRAZOV

- 15.HEB – 15. Helikopterski bataljon
- 16.BNZP – 16. Bataljon za nadzor zračnega prostora
- ACC – Air Control Centre (Center za kontrolo in bojno upravljanje oboroženih sil zračne obrambe)
- ACCS – Air Command Control System (Zračni poveljevalno – kontrolni sistem)
- ACO – Allied Command Operations (Združeno operativno poveljstvo)
- AOCC – Air Operations Coordination Centre (Center za koordinacijo kopenskih enot z letalskimi v zračnih operacijah)
- ARS – ACCS + RAP + SFP (je nov sistem, ki združuje Zračno – poveljevalni kontrolni sistem, Center za nadzor/obdelavo radarske slike in Postajo za združevanje radarske slike)
- ASOC – Air Sovereignty Operation Centre ( Program za obdelavo radarske slike)
- ATDL – Army Tactical Data Link (Taktični podatkovni link kopenske vojske)
- BLOS – Beyond Line of Sight (zunaj linije optične vidljivosti)
- BRA – Barraging and Range (vektor po katerem leti letalo v določeni smeri in z določeno hitrostjo)
- C2 – Command and Control (poveljevanje in kontrola)
- C4I – Command, Control, Communications, Computers, Intelligence (Sistem poveljevanja, kontrole, komunikacij, računalništva in obveščevalnih podatkov)
- C4IEWS– Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Electronic Warfare and Sensors (Sistem poveljevanja, kontrole, komunikacij, računalništva, obveščevalnih podatkov, elektronskega bojevanja in senzorjev)
- C4ISR– Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (Sistem poveljevanja, kontrole, komunikacij, računalništva, obveščevalnih podatkov, nadzora in izvidovanja)
- CAOC – Combined Air Operations Centre (Združeni zračni operativni center)
- CC AIR – Combined Command Air (Poveljstvo zračne komponente)
- CNKZP – Center za nadzor in kontrolo zračnega prostora
- COMSEC – Communication Security (Varovanje informacij)
- CRC – Control and Reporting Centre (Kontrolno – poročevalni center)
- CSI – CRC System Interface (Vmesnik za sistem kontrolno poročevalnega centra)
- CTL (kontrolni ukazi)
- ECM – Electronic Counter Measures (Elektronski protiukrepi)
- HF – High frequency (visoke frekvence)
- ICC – Nato Wide Integrated Command and Control Software for Air Operations (Natova integrirana sistemska programska oprema poveljevanja in kontrole za zračne operacije)
- IJMS – Interim JTIDS Message Specification (Vmesne JTIDS sporočilne Specifikacije)
- ISP – Interactive Simulation Packet (Interaktivni paket za izvajanje simulacij)
- ITU – International Telecommunication Union (Mednarodna telekomunikacijska zveza)
- JFC – Joint Force Command (Poveljstvo združenih sil)
- JTIDS – Joint Tactical Information Distribution System (Združeni taktično – informacijski distribucijski sistem)
- KIH – komunikacijsko – informacijska hrbtenica
- KZPS – Kontrola zračnega prostora Slovenije
- LVT – Low Volume Terminal (lažji in manjši terminali)
- MDV – malo dostopno vozlišče

- MIDS – Multifunctional Information Distribution System (Večfunkcijski informacijsko – distribucijski sistem)
- MIL – STD – Military Standard (Vojaški standard)
- NADGE – Nato Air Defence Ground Environment (Natov sistem zračne obrambe v zemeljskem okolju)
- NATINADS – Nato Integrated Defence System (Natov integrirani sistem zračne obrambe)
- NATO – North Atlantic Treaty Organization (Severnoatlantsko zavezništvo)
- NC3A – Nato Consultation Command and Control Agency (Natova agencija za svetovanje, poveljevanje in kontrolo)
- NILE – Nato Improved Link Eleven (Natov izboljššan Link 11)
- NM – Nautical Mile (Navtična milja)
- NZOC – Nacionalni zračni operativni center
- ISO – International Standard Organization (Mednarodna organizacija za standardizacijo)
- PINK – Poveljevanje in kontrola
- POVCEN – Poveljniški center
- RAP – Recognized Air Picture (obdelava radarske slike)
- RPC – Recognized Air Picture Production Centre (Center za obdelavo radarske slike)
- RS – Republika Slovenija
- SAM – System Air Missile (Sistem zračne obrambe)
- SFP – Sensor Fusion Post (Postaja za vzdrževanje radarske slike)
- SOP – Standardni operativni postopek
- STANAG – Standardization Agreement (Standardizacijski dogovor)
- SV – Slovenska vojska
- TADIL – Tactical Data Links (Taktične podatkovne povezave)
- TTKS – Taktični telekomunikacijski sistem
- UHF – Ultra High Frequency (Ultra visoke frekvence)
- VDV – veliko dostopno vozlišče
- VHF – Very High Frequency (Zelo visoke frekvence)
- WOC – Wing Operations Centre (Operativni center letalske eskadrilje)
- ZDA – Združene Države Amerike
- ZO – Zračna obramba
- ZP – Zračni prostor

# PRILOGE

## INTERVJU

Zaradi skoposti virov ter literature na področju taktičnih podatkovnih povezav in sredstev sem si izbrala še drugo metodološko obliko preučevanja. Izvedla sem strukturirani družboslovni intervju z majorjem Andrejem Jančevskim, poveljnikom 16.BNZP, ki je strokovnjak na proučevanem področju. Intervju sem izvedla, dne 12.8.2010 v Letalski bazi Brnik. Intervju je sestavljen iz 14. vprašanj, ki sem jih sestavila na podlagi raziskovanja teme zaključne naloge. Odgovori na vprašanja bodo predstavljali pomemben temelj za spoznanja in dejstva v zaključku naloge, saj so ažurne informacije, ki omogočajo enostavnejše in širše razumevanje slike raziskovanega področja.

### 1. KAJ JE ZRAČNI PINK?

Razlika med kopenskim in zračnim PINK je hitrost odločanja, ki je v zračnem PINK ključnega pomena. Avtomatski prenos podatkov se mora čim prej prenesti do poveljujočega, da se ta odloči in odločitev posreduje izvrševalcu. S članstvom Slovenije v Natu se je Slovenija povezala tudi v NATINADS, zato je del pristojnosti poveljevanja nad silami ZO prenesla na Natovo strukturo poveljevanja in kontrole. To pomeni, da izvaja operativno poveljevanje nad CNKZP regionalni poveljnik zračne komponente zračnih sil južnega krila Nata, taktično poveljevanje pa poveljnik CAOC. V nacionalni pristojnosti je poveljevanje vezano na poveljniško mesto ZO. Kontrola zračnega prostora poteka prek CNKZP in je v pristojnosti Nata.

### 2. KATERA ORODJA OZIROMA SREDSTVA ZRAČNEGA PINK POZNAMO?

Orodij za obdelavo podatkov je veliko, zato bom navedel le nekatere:

- ASOC,
- MASE (Natov program),
- AS84,
- AEGIS,
- NADGE.

Orodja za prenos povelj so:

- ICC (Interactive Command and Control), ki ga v Natu najbolj uporabljajo za ureditev ZP, za posredovanje ukazov za ureditev ZP (Air Control Order za organizacijo ZP) in nalog (Air Tasking Order), saj omogoča hiter predogled operacije, kar je uporabno za predvidevanje morebitnih težav pri poteku operacije);
- CSI (CRC System Interface je vmesnik za pretvarjanje različnih formatov linkov, preko katerih se prenašajo povelja orožjem ZO, npr. priljučitev ROLAND, ki dobiva našo sliko, lahko damo ukaz za uničenje letala, vendar se on odloča s katero enoto ga bo uničil).

### 3. KATERO ORODJE UPORABLJATE V 16.BNZP?

V 16.BNZP za obdelavo radarske slike in posredovanje le-te uporabljamo program ASOC, orodje za prenos povelj pa vmesnik CSI. Trenutno še nimamo ICC. Primitivna različica ICC je telefon oz. telefaks, saj lahko dobimo ukaz poslan po telefaksu, kar je uporabno, saj se zračne operacije ponavadi načrtujejo za 36h vnaprej, tako da taktične enote prejmejo ukaz 8h pred začetkom operacije.

4. KATERA ORODJA UPORABLJAJO NAŠI SOSEDNJI CRC-ji IN DRUGE ČLANICE NATA?  
Največ uporabljajo MASE, poleg tega pa še CSI, ICC, nekaj držav še vedno uporablja ASOC. V prihodnosti se bo uvajal ACCS, ki ima zmogljivosti za vse navedene sisteme skupaj, je v bistvu univerzalni sistem, ki omogoča sprejemanje in združevanje različnih podatkov (slik, videa, ukazov, glasu, raznoraznih podatkov). Razvijajo ga zadnjih 18 let, vendar še ne dela operativno.
5. KATERE ENOTE IMAJO V SV PRIMERNO OPREMO IN ZA KATERE LINKE?  
V Slovenski vojski sta za Nato link sposobni enoti 16.BNZP in 9.BZO. 9.BZO se ima možnost povezati prek linka ATDL1 in Linka 11B. 16.BNZP pa se povezuje prek Link 1, Link 11B in ATDL 1. Link 16 bo v uporabi, ko bo nabavljen MIDS terminal za sodelovanje v Link 16 mreži. MIDS terminal je v bistvu radijska postaja, ki kodira in oddaja podatke. ASOC je že sposoben sprejemati Link 16 sporočila, vendar le prek telekomunikacijskih vodov in sprejema J set sporočil. Terminal je potreben za mobilne enote.
6. KATERI LINKI TE ENOTE POVEZUJEJO MED SEBOJ?  
16.BNZP uporablja Link 1 za pošiljanje podatkov (radarsko obdelane slike) v CRC in CAOC. Link 11B povezuje mobilno radarsko postajo kratkega dosega z CNKZP, in sicer za pošiljanje radarske slike. Prek ATDL1 je 16.BNZP povezan s sistemom ZO, omenjena povezava je bila uspešno testirana.
7. KATERE LINKE UPORABLJAMO V SLOVENIJI IN KATERE UPORABLJAJO V NATU?  
V SV uporabljamo naslednje linke: ATDL 1, Link 1, Link 11B in v prihodnosti Link 16. V Natu se uporabljajo linki vseh generacij (Link 1, Link 4, Link 7, Link 14, ATDL 1, Link 11A, Link 11B, Link 16 in Link 22, vsak za svoj namen, vendar se dolgoročno stremi k poenotenju na Link 16 in Link 22. Link1 uporabljajo vsi Natovi CRC, CAOC. Link 4, Link 7 in Link 14 se ne bodo uporabljali več, saj jih bo zamenjal Link 16. Link 1 uporabljajo vsi Natovi CRC in CAOC centri, celo Avstrija, ki ni članica Nata. Avstrija uporablja Link 4 za povezavo med Awacsi in lovskimi letali, je zastarel link, ki ga prav tako uporabljajo v Veliki Britaniji, Franciji in Združenih državah Amerike (ZDA), vendar se umika iz uporabe. Mornariški Link 11A uporablja veliko držav, med drugim ZDA, Velika Britanija, Nizozemska, Nemčija, Francija, Italija, Španija, Belgija, Danska, Norveška ter druge. Omenjeni link bo zamenjal Link 22, v ZDA in v Veliki Britaniji so ga praktično že zamenjali, drugod pa ga bodo postopoma. Link 11B uporabljajo države za pošiljanje podatkov med enotami, ki imajo raketne sisteme srednjega ter dolgega dosega, in sicer od enote ZO do CRC oziroma CAOC. Uporabljajo ga v Veliki Britaniji, v prihodnosti ga bo nadomestil sistem Link 16. ATDL-1 uporabljajo kopenske vojske v Nemčiji, Veliki Britaniji, Italiji, na Nizozemskem in tudi Danskem. V ZDA so ga uporabljali v preteklosti, dandanes pa ga že zamenjuje Link 16. Link 16 uporabljajo tudi nečlanice Nata, in sicer kot so Avstralija, Japonska, Malezija in Izrael. ZDA začenjajo z uporabo Linka 22 ostale države pa se pripravljajo na njegovo vpeljavo.
8. KAJ JE LINK 16?  
Je princip povezovanja enot različnih rodov v enotno podatkovno omrežje z Link 16 opremljenimi računalniki in MIDS terminali. Link 16 ni Natov link, ampak link, ki je nastal v ZDA zaradi potreb po povezavi za podatkovno izmenjavo podatkov med enotami različnih zvrsti in rodov vojske.

9. KAJ UVAJA SV IN ZAKAJ?

Zračna komponenta naj bi postopoma dolgoročno uvedla Link 16, vendar je to odvisno od nabave MIDS terminala, ki je potreben za delovanje Linka16, kar pa zaradi trenutne finančne krize ni točno časovno določeno.

10. KAKO JE CNKZP VKLJUČEN V ZRAČNI PINK GLEDE NA NATO IN NACIONALNE PRISTOJNOSTI?

CNKZP je ima dva poveljujoča, in sicer mu je strokovno nadrejeni CAOC 5 za področje dogajanja pri nadzoru zračnega prostora (je centralizirano), nacionalno je nadrejen operativni center.

11. KAKŠNE SO NAČRTOVANE ZMOGLJIVOSTI V SV IN V NATU?

16.BNZP je z enoto ZO povezan preko Linka 1 1B in ATDL 1, saj imajo določeno število oddaljenih delovnih postaj, ki se jih lahko postavi v zelene enote SV za prenos podatkov. Dve delovni postaji predstavljata strežnik, ena je locirana v nadrejenem operativnem centru, v drugem operativnem centru, nekaj v enotah ZO in drugih enotah, prav tako pa so nekatere namenjene usposabljanju in izobraževanju kadra, zato se nahajajo v učilnici.

12. KATERO OPREMO UPORABLJAMO V SV V ZRAČNI KOMPONENTI?

V 16.BNZP se uporablja različno opremo, med drugim tudi zaščiteno internetno povezavo po telekomunikacijskih vodih, ki so v lasti Nata. Delovne postaje in uporabniki so nadzorovani s strani Nata. Namenjen je izmenjavi podatkov.

FREQUENTIS je govorna komunikacija zemlja – zemlja in zemlja – zrak v bližini letališča.

Za obdelavo radarskih podatkov se uporablja ASOC.

Prav tako pa uporabljamo paket ISP (Interactive Simulation Packet), in sicer za sintetične vaje. Je program, ki ga uporabljajo v vseh Natovih centrih za nadzor zračnega prostora, saj generira cilje.

13. KATERE PODATKOVNE LINKE NAJ SV UVEDE, DA BO DOSEGLA OPTIMALNO RAVEN PINK V ZRAČNI KOMPONENTI?

V 16.BNZP imamo že določeno opremo za uporabo Linka 16, vendar moramo, kot sem že omenil kupiti terminal MIDS, da bo sistem lahko deloval. Link 16 je optimalen zaradi svojih zmogljivosti, varnosti, zaščite in same povezljivosti z drugimi članicami Zavezništva, saj je cilj, da imamo skupno ZO. Link 16 bi moral biti uveden tudi v drugih rodovih in enotah SV, da bi lahko imele vse operativne enote isto sliko bojne situacije, kar bi omogočalo hitrejše odločanje in večjo preglednost nad delovanjem lastnih sil. Za uvedbo takega sistema je potrebno veliko finančnih sredstev in usposabljanj.

14. KAJ JE ACCS IN KAKO NAPREDUJE UVAJANJE LE-TEGA?

ACCS je trenutno najzmogljivejši sistem zračnega poveljevanja in kontrole, ki ga razvijajo. Zadnja leta je bilo vanj vloženih že ogromno finančnih sredstev, vendar trenutno še ni v operativni uporabi. Ko bo prišel v operativno uporabo bo nadomestil veliko programov, saj je v bistvu univerzalni sistem, ki omogoča sprejemanje in združevanje različnih podatkov (slik, videov, ukazov, glasu ter raznoraznih vrst podatkov).

Major Jančevski hvala za vaše odgovore na vprašanja.

Kot sem že omenila bom odgovore na vprašanja, na katere je odgovoril major Jančevski, analizirala, sklenila in jih uporabila v zaključku naloge.

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Spodaj podpisana nadesetnica Tina Jerina, rojena 29. 12. 1981 v Ljubljani, kandidatka 21. generacije Šole za častnike izjavljam, da sem avtorica naloge z naslovom Taktične podatkovne povezave in sredstva v zračnem PINK. Nalogo sem izdelala s pomočjo majorja Andreja Jančevskega in pod nadzorom mentorja nadporočnika Borisa Bodlaja.

Maribor, avgust 2010

nadesetnica Tina Jerina