

**MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU**

**JALKAVÄKIPRIKAATIN KENTTÄVIESTIJÄRJESTELMÄN TEKNISET  
RATKAISUT 2010-LUVULLA**

Kandidaatintutkielma

Kadettikersantti  
Topi Laitila

93. Kadettikurssi  
Viestilinja

Huhtikuu 2009

## MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi 93. Kadettikurssi	Linja Viestilinja
Tekijä Kadettikersantti Topi Laitila	
Opinnäytetyön nimi <b>JALKAVÄKIPRIKAATIN KENTTÄVIESTIJÄRJESTELMÄN TEKNISET RATKAISUT 2010-LUVULLA</b>	
Oppiaine, johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Maanpuolustuskorkeakoulun kurssikirjasto
Aika Huhtikuu 2009	Tekstisivuja 29 Liitesivuja 10
<b>TIIVISTELMÄ</b>  <p>Alueellisilla joukoilla luodaan koko maan kattava puolustus, tärkeimpänä tehtävänä avainalueiden puolustaminen kaikissa olosuhteissa. Tärkeimpiä alueellisia joukkoja ovat jalkaväkiprikaatit, joiden tehtävinä ovat kohteiden suojaus, toimintakyvyn säilyttäminen ja vihollisen pääsyn estäminen valtakuntamme kannalta tärkeille alueille. Jalkaväkiprikaatin viestitoiminnan päämääränä on mahdollistaa tiedustelun, tulenkäytön, johtamisen ja ilmapuolustuksen yhteyksien rakentaminen oikealle alueelle oikeaan aikaan. Nykyinen jalkaväkiprikaatin käytössä oleva kenttäviestijärjestelmä ei vastaa taistelukentän tiedonsiirtotarpeisiin, jonka takia on ryhdyttävä uusimaan kalustoa.</p> <p>Kaupallisten ratkaisujen käyttö osana sotilasverkkoja on ollut kansainvälinen suuntaus jo pidemmän aikaa, nyt COTS- tuotteiden käyttö on laajentunut myös Suomen sodanajan johtamisjärjestelmiin. Tutkimuksessa käsitellään jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmää, viestijoukkojen kokoonpanoa ja tehtäviä sekä TETRAn, WiMAXin, WLANin ja optisen kuidun teknisiä ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia nykyisessä järjestelmässä. Vertailupohjana käytetään nykyistä järjestelmäratkaisua, uudemmilta joukkotyypeiltä vapautuvaa YVI- kalustoa sekä kaupallisia ratkaisuja.</p> <p>Tutkimus keskittyy kartoittamaan MIL- ja COTS- tuotteiden käyttömahdollisuuksia nykyisin käytössä olevan kenttäviestijärjestelmän eri tasoilla. Tutkimus on toteutettu kirjallisuustutkimuksena, lähteinä tutkimuksessa on käytetty aiheita käsitteleviä oppaita, opinnäytetöitä, asiakirjoja ja internetin tietokantoja.</p>	
<b>AVAINSANAT</b> Jalkaväkiprikaati, kenttäviestijärjestelmä, viestitoiminta, MIL, COTS	

# JALKAVÄKIPRIKAATIN KENTTÄVIESTIJÄRJESTELMÄN TEKNISET RATKAISUT 2010- LUVULLA

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Työn taustaa .....	2
1.2 Tutkimuskysymykset ja rajaus .....	2
1.3 Tutkimuksen toteutus .....	4
<b>2. JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTITOIMINTA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Viestitoiminnan vaatimukset .....	4
2.2 Viestijoukot .....	5
2.3 Kenttäviestijärjestelmä .....	6
2.4 Elektroninen sodankäynti .....	7
2.5 Johtopäätökset .....	9
<b>3. SOTILAALLISEN (MIL) KALUSTON KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET</b> .....	<b>10</b>
3.1 Tekniset ominaisuudet (MIL) .....	10
3.1.1 Viestikalusto M80 .....	10
3.1.2 YVI 1 .....	12
3.1.3 YVI 2 .....	13
3.2 Sotilaallisen kaluston vertailu .....	15
3.3 Johtopäätökset .....	16
<b>4. KAUPALLISEN (COTS) KALUSTON KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET</b> .....	<b>18</b>
4.1 Tekniset ominaisuudet (COTS) .....	18
4.1.1 TETRA .....	18
4.1.2 WiMAX .....	20
4.1.3 WLAN .....	22
4.1.4 Optinen kuitu .....	23
4.2 Kaupallisen kaluston vertailu .....	25
4.3 Johtopäätökset .....	26
<b>5. POHDINTA</b> .....	<b>27</b>
<b>LÄHTEET:</b> .....	<b>30</b>
<b>LIITEET:</b> .....	<b>34</b>

## **KUVAT**

Kuva 1: Valmiusprikaatin viestijärjestelmä	14
Kuva 2: Esimerkki johtosuhteiden mukaisesta radioverkosta	15
Kuva 3: Esimerkki TETRA- verkon rakenteesta	19
Kuva 4: WiMAX- tekniikan toimintaperiaate	21
Kuva 5: WLAN verkkoympäristö	23
Kuva 6: Snellin laki ( $n_1 \sin\varphi_1 = n_2 \sin\varphi_2$ ) ja kriittinen kulma	24
Kuva 7: Valokuidun rakenne	24

## **TAULUKOT**

Taulukko 1: Sotilaallisen kaluston (MIL) käyttömahdollisuudet	16
Taulukko 2: Kaupallisen kaluston (COTS) käyttömahdollisuudet	26

# TUTKIELMASSA KÄYTETTYJÄ KÄSITTEITÄ JA LYHENTEITÄ

## KÄSITTEET

Adhoc- verkko	Kolmannen sukupolven radioverkko. Rakenteeton verkko, jossa jokainen solmu sekä vastaanottaa että lähettää ja kaikki solmut toimivat ikään kuin reitittiminä välittäen tietoa.
Duplex	Kaksisuuntainen lähete.
Half- Duplex	Yksisuuntainen lähete.
Kanavointi	Tiedonsiirtokanavasta varataan osa jokaiselle tarvitsijalle, kanavoinnin avulla käytettävän kanavan siirtonopeus, käyttöaste ja kustannustehokkuus kasvavat.
Mesh- verkko	Reitittävä langaton verkko, joka mahdollistaa käyttäjälle joustavan liikkumisen ja tukiaseman vaihtamisen ilman yhteyden katkeamista.
Modulointi	Siirrettävä tieto sovitetaan siirtotielle.
Point- to- point	Kahdenvälinen yhteys linkistä toiseen.
Tiedonsiirtonopeus	Suure, joka kuvaa tietyssä ajassa siirretyn tiedon määrää. Yksikkö on tiedon määrä jaettuna ajan yksiköllä (bit/s).

## LYHENTEET

ATM	Asynchronous Transfer Mode
BSS	Basic Service Set
CMS	Communication Management System
COTS	Commercial Off The Shelf
DQPSK	Differential Quaternary Phase Shift Keying
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
DSL	Digital Subscriber Line
FDD	Frequency Division Duplex
EETI	Erikoistietoliikenne
ESS	Extended Service Set
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communications
EMCON	Emission Control
ETSI	European Telecommunications Standards Institute

HF	High Frequency
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
iTVJ	Integroitu Tiedustelu-, Valvonta- ja Johtamisjärjestelmä
LB	Local Battery
MICS	Multi Interface Communication Software
MSS	Mobile Subscriber System
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
PIN	Personal Identification Number
PKM	Privacy Key Management
PVVV	Puolustusvoimien Viestintäverkko
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SIM	Subscriber Identity Module
SMS	Short Message Service
TDD	Time Division Dublex
TDMA	Time Division Multiple Access
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
VHF	Very High Frequency
WAP	Wireless Application Protocol
WEP	Wired Equivalent Privacy
WPA	Wireless Protected Access
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
YTV	Yleinen Televerkko
YVI	Yhtymän Viestijärjestelmä

# JALKAVÄKIPRIKAATIN KENTTÄVIESTIJÄRJESTELMÄN TEKNISET RATKAISUT 2010-LUVULLA

## 1. JOHDANTO

Laissa puolustusvoimista säädetään puolustusvoimien tehtävät. Ne sisältävät kaksi pääkoko-  
naisuutta, joista toinen on valtakunnan alueellisen koskemattomuuden turvaaminen ja kansa-  
kunnan puolustaminen sen joutuessa hyökkäyksen kohteeksi. Valtioneuvoston eduskunnalle  
antama Turvallisuus- ja puolustuspoliittinen selonteko 2009 jakaa sodanajan joukot operatii-  
visiin ja alueellisiin joukkoihin. Maavoimien sodanajan kokoonpano pienenee 15 prikaatista  
11 prikaatin, joista 3 valmiusprikaatia on saatettu operatiiviseen valmiuteen vuoteen 2008  
mennessä, näistä 11 prikaatista 6 on jalkaväkiprikaateja. Operatiivisten joukkojen tehtävänä  
on kohottaa nopeasti puolustusvalmiutta ja luoda puolustuksen painopiste. Alueellisilla jou-  
koilla taas luodaan koko maan kattava puolustus, jossa tärkeimpänä tehtävänä avainalueiden  
puolustaminen kaikissa olosuhteissa. 2010-luvulla sodanajan kokonaisvahvuutta pienennetään  
entisestään ja alueelliset prikaatit korvataan viidellä taisteluryhmällä. [29]

Alueellinen puolustusjärjestelmä muodostuu itsenäisiin sotatoimiin kykenevistä sotilaslää-  
neistä, merivoimista, ilmavoimista sekä paikallispuolustuksesta ja koko valtakunnan alueella  
käytettävistä yleisjoukoista. Alueellinen joukko on tehtävänsä tai käyttöperiaatteidensa mu-  
kaan paikallisesti käytettävä joukko. [23] Paikallisjoukot ovat osa alueellisia joukkoja. Tär-  
keimpiä alueellisia joukkoja ovat jalkaväkiprikaatit. Jalkaväkiprikaatien tärkeimpiä tehtäviä  
ovat: kohteiden suojaus, toimintakyvyn säilyttäminen, vihollisen pääsyn estäminen valtakun-  
tamme kannalta tärkeille alueille. [22]

Tulevaisuudessa myös alueellisten prikaatien on kyettävä reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon taiste-  
lukentän vaativissa olosuhteissa. Johtamisen ja tilannekuvan muodostamisen mahdollistaa  
tehokas ja toimiva viestijärjestelmä. Nykyaikainen taistelulukentä vaatii myös viestijärjestel-  
miltä paljon, pelkkä puheen ja datan siirto ei enää nykypäivänä riitä vaan joukoille on kyettä-  
vä tarjoamaan reaaliaikaista tilannekuvaa taistelulukentältä. Alueellinen prikaati 2020 on ko-  
koonpanona tavoiteltava, jonka tulisi vastata 2020-luvun taistelulukentän haasteisiin, alueellista

prikaatia vastaavana joukkona on perustamistehtäväluettelossa jalkaväkiprikaati. Näin ollen jalkaväkiprikaatien merkitys Suomen alueellisessa puolustusjärjestelmässä kasvaa ja tulevaisuudessa kehitetään sekä jalkaväkiprikaatien kalustoa että mahdollisesti kokoonpanoja. [26]

Puolustusvoimien kehittämisen painopiste on vuoteen 2012 saakka ilmapuolustuksessa vuoden 2009 valtioneuvoston turvallisuus- ja puolustuspoliittisen selonteon mukaisesti. Siitä eteenpäin painopiste siirtyy maavoimien alueellisten joukkojen kehittämiseen. Vuoden 2016 jälkeen kehitetään maavoimien operatiivisia joukkoja. [29]

## 1.1 Työn taustaa

Nykyaikainen taistelukenttä rakentuu teknisesti korkeatasoisista järjestelmistä, joiden tulee olla käytettäviä, toimintavarmoja ja liikkuvia. Alueellisten prikaatien ongelmana on nykyisen kaluston vanhentuminen ja kuluminen koulutusikäikä, mikä aiheuttaa ongelmia etenkin viestikaluston käytössä. Tulevaisuudessa alueelliset prikaatit on mahdollista varustaa operatiivisten joukkojen käytöstä vapautuvalla kalustolla, jolla pyritään ylläpitämään suorituskyky tehtävien vaatimalla tasolla. Koska operatiivisten joukkojen käytöstä vapautuvaa kalustoa on käytössä rajallisesti, täytyy tulevaisuudessa keskittyä kaupallisen (COTS) kaluston käyttömahdollisuuksiin osana jalkaväkiprikaatien viestijärjestelmää.

Nykyinen jalkaväkiprikaati on perustettu prikaati M80:n pohjalta, ja viestijoukkojen tavoitteena on luoda johtosuhteiden mukainen, käytettävä ja toimintavarma kenttäviestijärjestelmä vastaamaan sodanajan vaatimukseen. Jalkaväkiprikaatin viestikomppanian tehtävänä on rakentaa ja ylläpitää prikaatin viestijärjestelmän runko sekä liittää siihen jalkaväkiprikaatin esikunta ja tärkeimmät alajohtoportaat. Nykyisen prikaatin viestikomppania koostuu komento- ja huoltojoukkueesta, esikunnan viestikeskusjoukkueesta, neljästä viestikeskusjoukkueesta, linkki- joukkueesta ja telejoukkueesta. [32]

## 1.2 Tutkimuskysymykset ja rajaus

Tämä tutkimus on sotatieteiden kandidaatin opinnäytetyö, ja tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitä kehittämistarpeita nykyinen taistelukenttä asettaa jalkaväkiprikaatien viestitoiminnalle ja miten niihin pystytään vastaamaan nykyisellä viestikalustolla ja tulevaisuudessa mahdollisesti hankittavalla kaupallisella kalustolla. Kaupallisista tuotteista tutkimuksessa käsitellään TETRA:n, WiMAXin, WLANin ja optisen kuidun käyttömahdollisuuksia ja yhteensopivuutta nykyisin käytössä olevan kaluston kanssa. Asiaa selvitetään tarkastelemalla edellä



mainittujen järjestelmien ominaisuuksia ja vertaamalla niitä nykyisiin ratkaisuihin. Ulkomailla käytössä oleva sotilaallinen kalusto on rajattu tutkielman ulkopuolelle, koska kansainvälinen suuntaus viestijärjestelmien osalta on ollut siirtyminen kaupallisen kaluston käyttöön myös sotilasjärjestelmissä. Lisäksi vertailtavien järjestelmien elektroninen häirittevyys on rajattu pois, koska sen huomiointi laajentaisi tutkielmaa tarpeettoman laajaksi.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

Pääkysymys:

Millä teknisillä ratkaisulla jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmä pystyy vastaamaan nykyaikaisen taistelukentän asettamiin viestitoiminnallisiin vaatimuksiin?

Alakysymykset:

- Mitkä ovat jalkaväkiprikaatin viestitoiminnan vaatimukset nykyaikaisella taistelukentällä?
- Millainen on jalkaväkiprikaatin viestijoukkojen kokoonpano ja käyttöperiaate?
- Miten sotilaallisen (MIL) kaluston tekniset ratkaisut on toteutettu nykyisessä järjestelmässä?
- Millaisia ovat kaupallisen (COTS) kaluston tekniset ratkaisut ja käyttömahdollisuudet osana nykyistä järjestelmää?

Edellä mainittujen tarkasteluiden lisäksi kenttäviestijärjestelmää käsitellään myös elektronisen sodankäynnin ja taktisen toiminnan kannalta.

Tutkimuksessa käsitellään jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmää, viestijoukkojen kokoonpanoa ja tehtäviä sekä TETRA:n, WiMAXin, WLANin ja optisen kuidun teknisiä ratkaisuja sekä käyttömahdollisuuksia nykyisessä järjestelmässä. Vertailupohjana käytetään nykyistä järjestelmäratkaisua ja uudemmilta joukkotyypeiltä vapautuvaa YVI-kalustoa. Tutkimuksessa on huomioitu ylemmän johtoportaalan vaatimukset järjestelmälle. Tutkimustyössä jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmällä tarkoitetaan kokonaisuutta, joka muodostuu kenttäviestiverkosta, sitä käyttävästä ja ylläpitävästä henkilöstöstä sekä sen käytön ja ylläpidon määrittävistä ohjeistuksesta.

Kaupallisen kaluston käyttömahdollisuuksia ja vertailua sotilaallisen kaluston välillä ei ole aikaisemmissa tutkimuksissa tarkasteltu kenttäviestijärjestelmän kehittämisen näkökulmasta. Aikaisemmat työt ovat keskittyneet jalkaväkiprikaatin viestitoiminnan taktisiin ratkaisuihin tai pelkästään kaupallisen kaluston teknisiin ratkaisuihin. Viestiaselajin tutkimus- ja kehittä-

mistoiminta on viime vuosina painottunut operatiivisten valmiusyhtymien kehittämiseen, jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmän tutkiminen on jäänyt vähemmälle.

### 1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimusmenetelmänä käytetään kirjallisuustutkimusta ja vertailua teknisten järjestelmien välillä. Alussa keskitytään nykyiseen järjestelmään – viestitoiminnan vaatimuksiin, teknisiin ratkaisuihin ja kehittämistarpeisiin. Kolmannessa ja neljännessä luvussa käsitellään sotilaallisen ja kaupallisen kaluston teknisiä ratkaisuja ja niiden käyttömahdollisuuksia osana nykyistä järjestelmää. Viidennessä luvussa pyritään vastaamaan tulevaisuuden taistelukentän haasteisiin jalkaväkiprikaatin viestitoiminnan kannalta ja yritetään löytää järkevä vaihtoehto järjestelmän kehittämiseksi ja mahdollisten kalustomuutosten toteuttamiseksi. Päälähteinä on käytetty aihetta käsitteleviä oppaita, opinnäytetöitä, asiakirjoja, internetin tietokantoja ja lehtiartikkeleita. Tutkimuksen on tarkoitus olla sekä tutkijan opinnäytetyö että ammattitaidon kehittämisen apuväline.

## 2. JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTITOIMINTA

### 2.1 Viestitoiminnan vaatimukset

Jalkaväkiprikaati toimii yleensä armeijakunnan tai sotilasläänin alaisena yhtymänä. Ylempi johtoporras määrää sille vastuualueen, jonka laajuus riippuu tehtävästä osana ylemmän johtoportaan sotatointa. Jalkaväkiprikaatiin kuuluu esikunta, neljä jalkaväkipataljoonaa, kenttätykistörykmentti, kaksi kevyttä ilmatorjuntapatteria, esikuntakomppania, tiedustelukomppania, viestikomppania, panssarintorjuntakomppania, pioneerikomppania ja huoltokomppania. Prikaatin kokonaisvahvuus on noin 6800 miestä ja noin 1800 erilaista moottoriajoneuvoa. [31]

Jalkaväkiprikaatin viestitoiminnan päämääränä on mahdollistaa tiedustelun, tulenkäytön, johtamisen ja ilmapuolustuksen yhteyksien rakentaminen oikealle alueelle oikeaan aikaan. Viestitoiminnan päämäärä saavutetaan rakentamalla, ylläpitämällä ja suojaamalla prikaatin viestiverkot taisteluvaiheiden mukaisesti sekä liittämällä alajohtoportaat ja johtamispaikat viestiverkkoihin. Viestiverkkojen tavoitetilassa kenttäviestijärjestelmä mahdollistaa prikaatin johtamisen ja asejärjestelmien käytön kaikissa olosuhteissa. Viestiverkkojen suojaaminen perus-

tuu maastouttamiseen, linnoittamiseen, harhauttamiseen, elektroniseen suojautumiseen sekä viestiyhteyksien varmentamiseen. [36]

Viestiverkkojen muodostumiseen prikaatin vastuualueelle vaikuttaa pataljoonien, tykistöpatte-riston, ilmatorjuntapatteriston ja muiden aselajijoukkojen ryhmitys. Prikaatin viestivastuualueelle muodostetaan yhtenäinen viestijärjestelmä, joka palvelee koko prikaatin johtamistoimin-  
taa. Tähän viestiverkkoon liitetään tai liittyvät kaikki prikaatin alueella viestiyhteyksiä tarvitsevat joukot. [31]

Viestitoiminnalle asettaa erityisvaatimuksia muuttunut sodankuva. Tavanomaiset maaoperaa-  
tiot ovat muuttumassa maa-ilmaoperaatioiksi. Tämä muutos edellyttää riittävän korkeaa tek-  
nologista tasoa ja suorituskykyä varsinkin viestikalustolta. Joukkojen liikkuvuus laajentuu ja  
syventyy, mikä tarkoittaa etenkin jalkaväkiprikaatin joukoilla taktisen liikkuvuuden kehittä-  
mistarpeen, siihen tämän hetkinen järjestelmä ei sovellu. Käytännön sotatoimia tullaan levit-  
tämään laajemmalle toiminta-alueelle, mikä lisää vaatimuksia viestijärjestelmien yhteysetäi-  
syyksille. Tämän hetkiselällä viestikalustolla jalkaväkiprikaatin viestijoukot kykenevät vain  
rajallisesti toteuttamaan tehtävänsä. [26]

## 2.2 Viestijoukot

Jalkaväkiprikaatin viestitoimintaa johtaa viestipäällikkö, hänellä on prikaatin esikunnassa  
apunaan viestitoimisto, jossa on kaksi viestiupseeria. Toinen viestiupseereista keskittyy sa-  
nomalaiteverkon ja toinen kenttäteleverkon tekniseen suunnitteluun. Jalkaväkiprikaatin varsi-  
naisena viestivoimana toimii viestikomppania, jonka vahvuus on 192 miestä. [31]

Jalkaväkiprikaatin viestikomppaniaa koostuu komento- ja huoltojoukkueesta, esikunnan vies-  
tikeskusjoukkueesta, neljästä viestikeskusjoukkueesta, telejoukkueesta ja linkkijoukkueesta.  
Viestikaluston todelliset vahvuudet (jakovahvuus) riippuvat prikaatille suunniteltujen toden-  
näköisten tehtävien laadusta. Näiden tehtävien perusteella on määritelty sotavarustuksen mää-  
rävahvuudet. [31]

Viestikomppanian tehtävänä on rakentaa, ylläpitää ja suojata prikaatin kenttäviestiverkon  
runko ja liittää siihen käsketyt alajohtoportaat. Komppanian komentopaikka ryhmitetään ta-  
vallisesti prikaatin esikunnan yhteyteen. Komento- ja huoltojoukkue vastaa viestikomppanian  
hallinnosta sekä talous-, taisteluväline-, lääkintä-, moottori- ja polttoainehuollosta. Lisäksi

joukkue kykenee televerkkojen asennus- ja kytkentätehtäviin sekä pienimuotoisiin korjauksiin. Viestikeskusjoukkue E rakentaa ja ylläpitää prikaatin esikunnan viestikeskuksen. Viestikeskusjoukkueet perustavat prikaatin alueelliset viestikeskukset sekä vastaavat niiden ja käskettyjen alajohtoportaiden liittämistä viestiverkkoihin. Linkki- ja telejoukkue rakentavat ja ylläpitävät prikaatin sanomalaite ja kenttäteleverkon runkoyhteydet kaapeliyhteyksin ja linkkein, lisäksi joukkueet liittävät käsketyt alajohtoportaat viestiverkkoon. [36]

Tärkeimmät aselajien viestijoukot ovat jalkaväkipataljoonien ja kenttätykistörykmentin viestijaokset, jotka rakentavat ja ylläpitävät yksiköidensä tarvitsemat tiedustelun, tulenkäytön ja johtamisen yhteydet. Tykistön viestitoiminnan päämääränä on mahdollistaa tykistö- ja kranaatinheitinjoukkojen keskitetty tulenkäyttö, nopea ja varma johtaminen sekä yhteistoiminta tuettavien joukkojen, naapureiden ja muiden aselajien kanssa. Tykistö- ja kranaatinheitinjoukot käyttävät alueellista viestiverkkoa, lisäksi ne rakentavat verkkoa täydentäviä ja varmentavia yhteyksiä. [28]

Myös kevyiden ilmatorjuntapatterien viestitoiminta on merkittävässä osassa prikaatin taistelua, sen päämääränä on rakentaa ja ylläpitää sellaiset yhteydet, että tulenkäyttö ja taktinen johtaminen sekä yhteistoiminta muiden joukkojen kanssa ovat mahdollisia. Ilmatorjuntapatterien viestiyhteydet jaetaan ilmalavontayhteyksiin, tulenjohtoyhteyksiin ja komentoyhteyksiin. [10] Jalkaväkiprikaatin ilmatorjuntaa on käytettävä liikkuvasti, siten että jaokset vaihtavat asemiaan vähintään kerran vuorokaudessa, tämä on huomioitava myös viestitoiminnan järjestelyissä. [7]

### 2.3 Kenttäviestijärjestelmä

Jalkaväkiprikaatin viestiverkko muodostuu pääosin viestikomppanian ja epäsuorantulen joukkojen rakentamista yhteyksistä. Yhdistetty verkko toteutetaan siten, että tykistön viestijoukot rakentavat ja ylläpitävät yhteydet tukemaansa jalkaväkeen sekä viestikomppanian perustamiin ja ylläpitämiin viestikeskuksiin. [36]

Jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmä muodostuu yleisestä viestintäverkosta, kenttäteleverkosta, sanomalaiteverkosta, radioverkoista ja käyttöön otetuista yleisen televerkon yhteyksistä. Kenttäteleverkko toteutetaan kenttäviestimateriaalilla, viestiverkon puhelinkeskukset ovat henkilövälitteisiä ja niiden väliset yhteydet rakennetaan kenttäparikaapelilla. Tärkeimmät yhteydet varmennetaan kenttälinkkiyhteyksin. [36]

Yleistä viestintäverkkoa hyödyntäen jalkaväkiprikaati saa käyttöönsä ylemmän johtoportaan sille osoittamat osat. Prikaatin alueella yleistä viestintäverkkoa pyritään käyttämään niin kauan kuin se pystytään pitämään toimintakuntoisena. [31]

Jalkaväkiprikaatin kenttäteleverkko muodostuu kenttäkaapeliyhteyksistä viestikeskusten välillä, viestikeskuksissa olevista LB- puhelinkeskuksista, kenttäkäyttöön tarkoitetuista tilaajavaihteista, linkkijän-teistä, yleisestä viestintäverkosta käyttöön otetuista osista sekä alajohtoportaiden omista televerkoista. Viestikomppanian linkkiasemien yhteyksiä käytetään pääsääntöisesti runkoverkon varmentamiseen, mutta niitä voidaan käyttää myös erillisessä suunnassa alajohtoportaiden liittämiseen viestijärjestelmään. [31]

Sanomalaiteverkko koostuu yhtymän alueella olevista keskussanomalaitteista sekä liikkuvana radiotilaajana tai kaapeliyhteydellä verkkoon liittyneistä sanomalaitteista, partiosanomalaitteista, tuliase-mapäätteistä ja tulenjohtopäätteistä sekä niiden välisistä siirtoteistä. Sanomalaiteverkon rungon muodostavat alueellisten viestikeskusten perustamat sanomakeskukset ja niiden väliset yhteydet. Runkoverkon liittyjinä ovat prikaatin esikunnan, tiedustelukomppanian, tykistöryhmän ja ilmatorjunnan johtoportaan sanomakeskukset. Sanomakeskusten välisinä siirtoyhteyksinä käytetään johdin- tai linkkiyhteyksiä, jotka varmennetaan varatieradioilla. [16]

Jalkaväkiprikaatin radioyhteydet ovat joko VHF- tai HF-radioyhteyksiä. Verkot jaetaan komentoverkkoihin, epäsuoran tulenkäytön verkkoihin, ilmatorjunnan verkkoihin sekä tiedustelun- ja erillisyyksiköiden verkkoihin. Tärkeimmät radioyhteydet ovat kaikilla tuliyksiköillä olevat tulikomensoradioverkot. [36]

Jalkaväkiprikaatin johtamisessa korostuu myös lähetti- ja tapaamisyhteydet, koska johtamisetäisyydet ovat melko lyhyitä. Lähettien käyttö on samalla hyvä keino suojautua elektroniselta tiedustelulta ja -vaikuttamiselta. [31]

## 2.4 Elektroninen sodankäynti

”Mikäli ELSO on kiinteä osa kokonaisoperaatiota, se voi olla avain murskavoittoon. Jos ELSO sen sijaan on vain erillinen jälkikäteen lisättävä osa perinteiseen operaatiosuunnitelmaan, sillä voidaan saavuttaa vain rajallista etua.” [22]

Elektroninen sodankäynti (Electronic Warfare) on sähkömagneettista säteilyä käyttävien tai lähettävien järjestelmien, valvontaa ja niihin vaikuttamista, sekä suojautumista niiden vaikutuksilta. Elektronisen sodankäynnin tavoitteena on 1) saada sähkömagneettisen spektrin kautta tietoa vihollisen joukoista ja järjestelmistä tilannekuvan muodostamiseksi, 2) lamauttaa ja hidastaa vihollisen tiedustelua, valvontaa ja johtamistoimintaa, 3) suojata omat joukot ja niiden järjestelmät. [13]

Elektroninen suojautuminen on jalkaväkiprikaatin kannalta merkittävä osa menestyksestä taistelua. Elektronisella suojautumisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla pyritään takaamaan omien elektronisten järjestelmien toimintakyky ja joilla pyritään vaikeuttamaan vihollisen tiedustelutoimintaa. [22]

Jalkaväkiprikaatin viestiverkko rakennetaan parikaapeliyhteyksillä, joita varmennetaan linkkiyhteyksin, joten sähkömagneettisen spektrin hallinta on helpompaa kuin uudemmissa järjestelmissä. Tosin prikaatin alueella on myös runsaasti VHF-alueella toimivia radioita, joiden käytössä on noudatettava tarkasti käskettyä EMCON-tasoa. Emissioiden hallinnalla (EMCON, Emission Control) tarkoitetaan sähkömagneettisen spektrin hallintaa, jolla pyritään minimoimaan vihollisen mahdollisuudet havaita, analysoida, luokitella, tunnistaa, yksilöidä ja paikantaa omia järjestelmiämme ja joukkojemme ryhmitystä. [22]

Häirinnältä suojautumisen analysointi on haastavaa ja se vaatii paljon tietoa omasta sekä vihollisen viestijärjestelmästä. Arvio voidaan laskea häirintä-signaalisuhteella, missä ensimmäiseksi lasketaan hyötysignaalin teho vastaanottimessa desibeleinä:

$$S = P_{1s} + G_{1s} - L_s + G_{vs}$$

missä  $S$  on oma hyötysignaali vastaanottimessa,  $P_{1s}$  oman lähettimen lähetysteho,  $G_{1s}$  oman lähettimen antennivahvistus (pääkeilavahvistus),  $L_s$  lähetteen yhteysvälivaimennus ja  $G_{vs}$  vastaanottimen antennivahvistus (pääkeilavahvistus). Vastaavasti lasketaan häirintäsignaalin teho omassa vastaanottimessamme desibeleinä:

$$J = P_{1j} + G_{1j} - L_j + G_{vj}$$

missä  $J$  on häirintäsignaalin teho omassa vastaanottimessamme,  $P_{1j}$  häirintälähettimen lähetysteho,  $G_{1j}$  häirintälähettimen antennivahvistus oman vastaanottimemme suuntaan,  $L_j$  häirintälähetteen yhteysvälivaimennus ja  $G_{vj}$  vastaanottimemme antennivahvistus häirintälähettimen suuntaan.

Vertaamalla saatuja tehoja  $S$  ja  $J$  voidaan arvioida vihollisen häirinnän onnistumista, arvion mukaan häirintä on tehokasta, jos  $J > S$ . [12]

## 2.5 Johtopäätökset

Nykyinen jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmä on toteutettu vanhalla, teknisesti alkeellisella ja koulutuskäytössä kuluneella viestikalustolla. Uuden kaluston ja tekniikoiden käyttömahdollisuuksia on tarkasteltava, koska 6 jalkaväkiprikaattia muodostavat melko suuren voiman alueellisten joukkojemme taistelukyvystä. Vaikkakin jalkaväkiprikaateja on suunniteltu käytettäväksi puolustustaisteluissa, olisi tärkeä pyrkiä kehittämään viestijärjestelmästä myös hyökkäystaisteluun soveltuva liikkuva järjestelmä, joka pystyy palvelemaan käyttäjiään myös laajalla alueella ja pidemmällä yhteysväleillä. Tämä mahdollistaisi myös reservinä toimimisen operatiivisille joukoille, mikäli se sodan aikana koettaisiin tarpeelliseksi.

Muuttunut sodankuva ja yleinen tietoliikennetekniikan kehittyminen ovat muuttaneet jalkaväkiprikaatin viestitoiminnan vaatimuksia. Viestitoiminnan tavoitetilassa tiedustelun, tulenkäytön, johtamisen ja ilmapuolustuksen yhteydet rakentuvat prikaatin alueelle nopealla aikataululla, tämän hetkinen organisaatio ei pysty tarjoamaan palveluja niitä tarvitseville joukoille riittävän nopeasti, johtuen teknisesti vanhanaikaisesta viestikalustosta. Suurimpana ongelmana prikaatin kenttäviestijärjestelmässä on optisten siirtoteiden suuri määrä, suurin osa prikaatin siirtoyhteyksistä vähintäänkin varmennetaan kenttäparikaapelilla.

Jalkaväkiprikaatin viestivoiman muodostaa viestikomppania, lisäksi jalkaväkipataljoonien ja kenttätykistörykmentin viestijoukoilla on merkittävä vastuu yhteyksien muodostamisessa. Viestikomppanian kokoonpano mahdollistaa tehokkaan toimimisen nykyisellä kalustolla, mahdolliset kalusto- tai järjestelmämuutokset aiheuttavat myös päivitystarpeen viestijoukkojen kokoonpanolle. Uudemmissa joukkotyypeillä suuntauksena on ollut erillisten komppanioiden yhdistäminen pataljoona koossa toimiviksi kokonaisuuksiksi. Pataljoonana toimiminen helpottaa yksiköiden huollon toteutusta, selkeyttää johtamista ja antaa paremmat mahdollisuudet yhteistoiminnalle.

Tällä hetkellä käytössä olevan järjestelmän vahvuuksiin kuuluu sen kyky suojautua elektroniselta tiedustelulta ja vaikuttamiselta, koska suuri osa yhteyksistä rakennetaan käyttäen optisia

siirtoteitä, toisaalta kaapeliyhteyksien taistelunkestävyys ei ole paras mahdollinen. Järjestelmän suurimpiin heikkouksiin lukeutuu järjestelmän liikkuvuus ja riittämätön tiedonsiirtokapasiteetti.

### **3. SOTILAALLISEN (MIL) KALUSTON KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET**

#### **3.1 Tekniset ominaisuudet (MIL)**

Tämän hetkisen perustamistehtäväluettelon mukaan jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmä toteutetaan viestikalustolla M80. Tulevaisuudessa sen rinnalle on suunniteltu käytettäväksi jääkäriprikaateilta ja valmiusyhtymiltä vapautuvaa viestikalustoa sekä mahdollisesti hankittavaa kaupallista kalustoa. Viestikalusto M80 on vanhentunutta ja koulutuskäytössä kulunutta, eikä se näin ollen kykene vastaamaan tulevaisuuden taistelukentän haasteisiin. Sotilaallisen kaluston etuna on sen kestävyys, toimintavarmuus ja helppokäyttöisyys, heikkouksina heikot siirtonopeudet, tiedonsiirtokapasiteetti sekä kallis hinta. Tässä luvussa esitellään tällä hetkellä jalkaväkiprikaatin käytössä oleva viestikalusto ja sen ominaisuudet sekä uudemmilta joukko-tyypeiltä vapautuvan kaluston (YVI1 ja YVI2) hyödyntämismahdollisuudet tulevaisuuden järjestelmässä.

##### **3.1.1 Viestikalusto M80**

Viestiverkko M80 tavoitteena on muodostaa yhteinen, koko yhtymän johtamistoimintaa palveleva viestijärjestelmä, jonka tarjoamia palveluja käyttävät kaikki yhtymän alueella viestiyhteyksiä tarvitsevat joukot. Kyseiset joukot joko liitetään tai omin toimenpitein liittyvät viestiverkkoon. Yhtymän viestiverkko muodostuu kenttäteleverkosta, sanomalaiteverkosta, radioverkkoista ja mahdollisista käyttöönotetuista yleisen televerkon yhteyksistä. Kenttäteleverkko toteutetaan kenttäviestimateriaalilla, verkon puhelinkeskukset ovat pääsääntöisesti henkilövälitteisiä ja niiden väliset yhteydet muodostetaan pääosin kenttäparikaapelilla. Tärkeimmät yhteydet varmennetaan kenttälinkkiyhteyksillä. Sanomalaiteverkko muodostuu yhtymän vastualueella sijaitsevista keskussanomalaitteista, sanomalaitejärjestelmän päätelaitteista sekä niiden välisistä yhteyksistä. Yhtymän radioverkot toteutetaan joko VHF- tai HF-radioilla, verkot jaetaan komentoverkkoihin, tulenkäytön verkkoihin, tiedustelun verkkoihin sekä muihin verkkoihin. Salaaminen toteutetaan radioverkossa sanomalaitteilla, puheensalaamislaitteilla tai puheenpeitteistöllä. [15]



Jalkaväkiprikaatin kenttäteleverkon runko muodostuu neljästä käsivälitteisestä LB- kenttäkeskuksesta, jotka on sijoitettu viestikeskusjoukkueille alueellisiin viestikeskuksiin. Kuhunkin keskuksen on mahdollista kytkeä 10–24 tilaajaa. Erityistapaus on alueellinen viestikeskus, joka liittää esikunnan viestikeskuksen alueelliseen viestiverkkoon. Tähän viestikeskukseen sijoitetaan 40-johdon viestikeskus, jossa osa tilaajista on mahdollista kytkeä AT-tilaajiksi. Jalkaväkiprikaatin viestiverkossa ei ole tarvetta laajennuksiin, koska alueellisen keskuksen tilaajamäärät eivät normaalisti nouse yli 24 tilaajaan. [15]

Viestikalusto M80 koostuu keskus- ja puhelinkalustosta, kenttälinkkikalustosta, kenttäkaapeleista, sanomalaitekalustosta, radiolaitteista ja kenttäsähköverkosta. 10- ja 14-johdon kenttäkeskukset ABM 1031 ja 1032 ovat parittomilla nauhoilla varustettuja paikallisparistokeskuksia, tilaajat liitetään keskuksen suoraan keskuksen takana oleviin linjaruuveihin tai niiden rinnalle kytkettyyn alfa-liittimeen kenttäpäänteen kautta. Kenttäpuhelimina käytetään pääsääntöisesti P90, P78 ja TA-57 puhelimia, puhelimet voidaan kytkeä LB-, AT-järjestelmiin sekä radion kaukokäyttöpuhelimeksi. [15]

Jalkaväkiprikaatin siirtoteinä käytetään neljää FM 4E kenttälinkkilaitteistoa, laitteisto on 4-kanavainen analoginen kenttälinkkilaitteisto, joka on mahdollista asentaa jalkaväkiprikaatissa linnoitettuihin kalustotiloihin, rakennuksiin, kontteihin tai maastopakettiajoneuvoihin. FM 4E kenttälinkkilaitteistolla aikaansaadaan pääteasema, joka sisältää radiolaitteen PL-70 ja kanavointilaitteen ZFGR 30309, jotka mahdollistavat neljän puhe- ja kahden taajuusmoduloidun kaukokirjoitinkanavan samanaikaisen liittämisen ja siirtämisen kenttäteleverkkoon. Aseman kalustolla voidaan toteuttaa suomalaisessa metsämaastossa noin 15–50 kilometrin pituisia yhteysvälejä, riippuen maaston muodoista ja asemapaikan valinnasta. Laitteiston suurin heikkous on, että se ei sisällä salaamislaitetta, joten yhteys on aina selväkielinen. Lisäksi linkkiradiokalustolle ei ole rauhan aikana käytössä taajuuksia, joten sen kouluttaminen on mahdotonta. Viestikaluston tarkemmat ominaisuudet on esitetty liitteessä 1. [15]

Jalkaväkiprikaatin johtamiselle asetetaan suuret nopeus- ja varmuusvaatimukset. Suunnitteluun ja valmisteluihin käytettävä aika on usein lyhyt, joka asettaa vaatimuksia myös viestijärjestelmälle. Toiminta-alueen laajuudesta ja tehtävästä riippuen tiedustelun, tulenkäytön ja johtamisen yhteydet on kyettävä toteuttamaan yhtymän alueella hyvinkin nopeissa aika-rameissa, sitä nykyinen järjestelmäratkaisu ei välttämättä mahdollista. [31]

### 3.1.2 YVI 1

Kenttäviestijärjestelmien automatisointi tuli ajankohtaiseksi tutkimusaiheeksi eri maiden puolustusvoimissa, yleisen televerkon automatisoituessa. EUROCOM-standardisto luotiin sotilassovelluksia varten yhtenäistämään taktisen viestijärjestelmän komponentteja ja liitäntöjä. Järjestelmää kehitettäessä tavoitteena on ollut liitäntöjen standardisointi, joustava kytkeytyminen muihin järjestelmiin, yksinkertaisuus käytössä ja ohjauksessa sekä kapasiteetti- ja luotettavuusnäkökohtien optimointi. Yhtymän viestijärjestelmän tarkoituksena on palvella alueellaan kaikkien aselajien viestinsiirtotarpeita, järjestelmän toimivuus on kriittinen tekijä koko yhtymän toimintakyvylle. [17]

YVII-viestijärjestelmä on suunniteltu armeijakunnan tai sotilasläänin johdossa toimivien jääkäriprikaatien viestiyhteyksin toteuttamiseen. YVII modifioitu versio YVIIIM on käytössä Pohjois-Suomen sotilasläänin valmiusyhtymässä. Jääkäriprikaatin viestikomppanian viestiasemat on sijoitettu joko taisteluajoneuvoihin, tela-ajoneuvoihin tai panssaroiuihin miehistönkuljetusajoneuvoihin. Pääkalusto on seuraava: linkki 1-asema (6kpl), linkki 2-asema (4kpl), keskusasema (4kpl), OVA- asema (2kpl), sanomakeskus (11kpl), HF- radioasema (1kpl), prikaatiradio (17kpl). [31]

YVII-järjestelmän runkoverkon perustana on neljä digitaalista kenttäkeskusta, kolmella keskuksella muodostetaan toiminta-alueelle yleensä etupainoinen kolmio, yhden keskuksen ollessa yleensä reservissä tai muuten nopeasti irrotettavissa. Keskukset sijoitetaan niin, että ne palvelevat suoraan tärkeimpiä käyttäjäryhmiä, keskusten väliset yhteydet muodostetaan digitaalisilla kenttälinkeillä. Alajohtoportaat liitetään viestijärjestelmään niille alistettujen viestiasemien linkkiyhteyksin. YVII-järjestelmä muodostuu kenttäteleverkosta, radioverkosta ja sanomalaiteverkosta, lisäksi järjestelmään voidaan katsoa kuuluvaksi yleisen televerkon yhteydet ja lähettiyhteydet. Automaattinen kenttäteleverkko liitetään muihin televerkkoihin joko kanavatasolla vaihdeverkon tilaajaliittymiin tai järjestelmätasolla suoraan järjestelmäsovittimen kautta keskuksen yhdysjohtoväylään. YVII-järjestelmän ominaisuudet on esitetty liitteessä 2. [17]

YVII-järjestelmää käytetään jääkäriprikaateissa, jotka ovat vielä toistaiseksi maavoimien operatiivisia yhtymiä. Yhtymää on tarkoitettu käytettäväksi painopistealueilla joko operatiivisiin vastahyökkäyksiin tai ratkaisualueiden torjuntataisteluihin. Lisäksi jääkäriprikaattia voidaan käyttää viivytys- tai puolustustaisteluihin. Toiminta-alueen laajuudesta ja tehtävästä riippuen YVII-viestijärjestelmä soveltuu jääkäriprikaatin johtamisjärjestelmäksi välttävästi. [31]

Valtioneuvoston turvallisuus- ja puolustuspoliittisen selonteon mukaan jääkäriprikaatit poistuvat sodanajan kokonaisvahvuudesta 2010-luvulla. [29] Tämä muutos vapauttaa YVII-kaluston muiden joukkotyyppeihin käyttöön. Tosin myös YVII-kalusto alkaa olla koulutuskäytössä kulunutta ja näin ollen elinkaarensa päässä.

YVII-järjestelmän modifioitu versio YVIIIM vastaa ominaisuuksiltaan ja käyttöperiaatteeltaan YVI2-järjestelmää. Järjestelmän modifiointi on mahdollistanut järjestelmän käytön aktiivisessa hyökkäystaistelussa ja sen kalusto on suunniteltu liikkuvaan sodankäyntiin. Kenttäviestijärjestelmään kuuluu 22 viestiasemaa, jotka muodostavat prikaatin tarvitsemat kenttäviestiyhteydet. YVIIIM-järjestelmän pääkalustoon kuuluu CPX 200 kenttäkeskus, kaksi RL 422A radiolinkkiä ja CD 410 ryhmäsalaamislaitetta sekä kaksi valokaapelipäätettä. Keskus- ja linkkikaluston lisäksi modifiointihanke paransi verkonvalvontakykyä, CMS (Communication Management System) on sijoitettu järjestelmän ohjaus- ja valvonta-asemiin ja ne kykenevät ohjaamaan noin 30 verkkoon liitettyä CPX- keskusta. Lisäksi modifioinnin yhteydessä YVII-järjestelmään lisättiin langaton puhelinjärjestelmä, johon kuuluu tukiasemaohjain, tukiasema ja puhelimia, puhelinjärjestelmä mahdollistaa tilaajien langattoman liikennöinnin kantaman puitteissa. [37] Modifioidun järjestelmän oleellisimpana erona YVII:een verrattuna ovat kehittyneemmät radiolinkkiyhteydet, monipuolisemmat tilaaja- ja liittijäpalvelut sekä kyky aktiiviseen hyökkäystaisteluun.

### 3.1.3 YVI 2

Länsi-Suomen ja Itä-Suomen valmiusyhtymillä on käytössään automaattinen kenttäviestijärjestelmä YVI2, järjestelmällä toteutetaan valmiusprikaatien kenttäviestiyhteydet. Järjestelmä ja sen kalusto on suunniteltu liikkuvaan sodankäyntiin, joka mahdollistaa myös aktiivisen hyökkäystaistelun, mutta järjestelmän kalusto soveltuu tekniikkansa puolesta myös alueelliseen puolustukseen tarkoitetuille jalkaväkiprikaateille. YVI- järjestelmän runkoverkon toimintaperiaate on sama kuin esimerkiksi matkapuhelinverkossa, tukiasemien muodostaman rungon kautta tilaajat voivat olla yhteydessä kaikkiin yhtymän alueella oleviin joukkoihin. Liikkuvia tilaajia varten järjestelmässä on tukiasemia sekä analogisia että digitaalisia liittymiä varten. Lisäksi verkosta on yhteys Puolustusvoimien viestintäverkkoon sekä sitä kautta yleiseen televerkkoon. YVI2-järjestelmä rakentuu valokaapelijärjestelmästä, kenttälinkkijärjestelmästä ja kenttäradiojärjestelmästä. Valmiusprikaatin viestijärjestelmässä on yhteensä 24 viestiasemaa, jotka jaetaan V1 (6kpl), V2 (6 kpl), V3 (6kpl), V4 (2kpl) ja HQ (4kpl) aseisiin kaluston ja käyttötarkoituksen mukaan. [18]

Valmiusprikaatin viestijärjestelmään kuuluvia verkkoja ovat kenttätele-, sanomalaite- ja radioverkko. Lisäksi järjestelmään voidaan katsoa kuuluvaksi yleiset televerkot, tietoverkot ja lähettiyhteydet. Kenttäteleverkko muodostaa prikaatin viestiverkon rungon, jota radioliittynät, sanomalaiteverkko, tietoverkot sekä iTVJ osaltaan hyödyntävät. Kenttäteleverkko muodostetaan linkki- ja valokaapeliyhteyksin. YVI2-järjestelmän radioliittynät mahdollistavat sekä analogisen että digitaalisen tilaajan liittymisen järjestelmään. Sanomalaiteverkon yhteyksiä käytetään tiedustelutietojen ja tulikomentojen välittämiseen sekä muuhun sanomalaitelii-kenteeseen. [38]

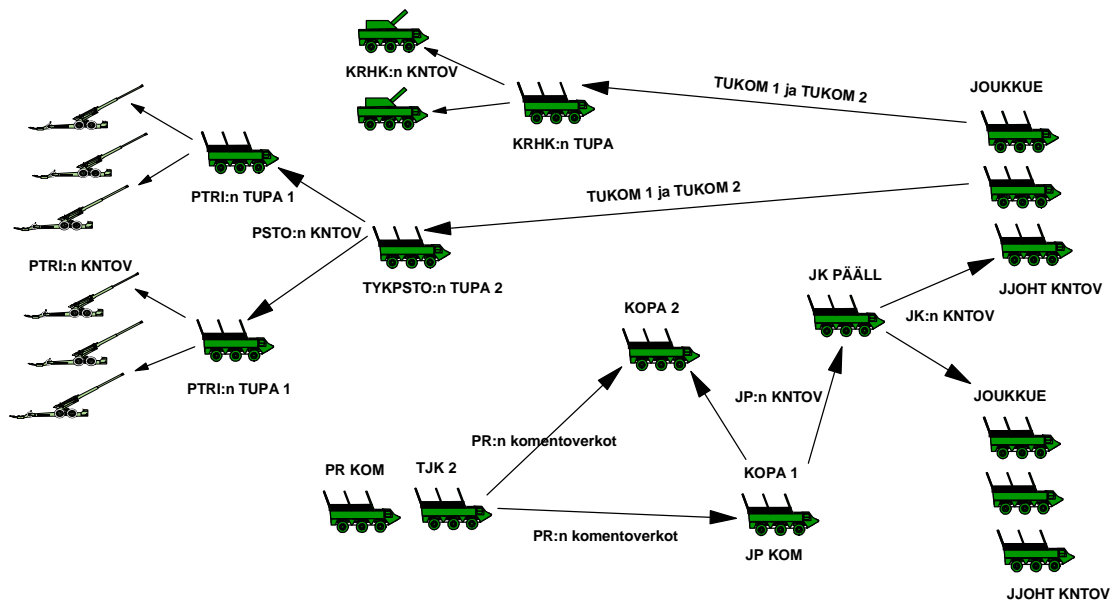


Kuva 1: Valmiusprikaatin viestijärjestelmä [38]

YVI2-järjestelmän pääkalustoon kuuluu kenttäkeskus CD115E ja radiolinkki MH313/S. Kenttäkeskuksen tilaajakapasiteetti pystyy palvelemaan samanaikaisesti 15 digitaalista, 12 analogista ja 5 data tilaaja, lisäksi laite sisältää viisi monikanavaa porttia ja sisäisen kanavointilaitteen. Kenttäkeskusta ohjataan ohjauskomennoin ohjauspäätteellä. Viestiasemien väliset yhteydet toteutetaan valokaapeli- tai linkkiyhteyksin, linkkiyhteyksien kantama riippuu maastosta, sääolosuhteista ja vihollisen elektronisesta häirinnästä, realistinen yhteysväli taistelukentällä on noin 5-10 kilometriä. Radiolinkki MH313/S toimii UHF- alueella (1350-1850MHz), kyseisellä taajuusalueella radioaallot etenevät suoran etenemisen mukaan, mikä lisää maastoesteiden vaikuttavuutta yhteyksien laatuun. Radiolinkkien välinen yhteys salataan salaamislaitteella CD410. YVI2-järjestelmän ominaisuudet on esitetty liitteessä 3. [38]

Liikkuvan tilaajan järjestelmä MSS (Mobile Subscriber System) muodostetaan viestikompanian V3-viestiasemien avulla. Aseman neljä tukiasemaradiota voivat toimia joko taajuushypinnällä tai kiinteätaajuisella toiminnalla. V3-aseman tukiasemaohjain mahdollistaa 30

radiotilaajan liittymisen ja kolme yhdenaikaista puhelua yhdessä tukiasemassa. Lisäksi verkossa voidaan välittää puheluiden ohella dataviestejä. [2]



Kuva 2: Esimerkki johtosuhteiden mukaisesta radioverkosta [38]

Valmiusprikaati on nopeaan hyökkäykselliseen toimintaan suunniteltu yhtymä, jonka kalustolle ja henkilöstölle, mukaan lukien viestijärjestelmä on asetettu korkeat vaatimukset liikkuvuuden, tulivoiman ja johtamiskyvyn osalta. Varsinkin toiminta-alueen laajuus asettaa johtamis- ja viestijärjestelmälle useita haasteita, keskeistä on mahdollistaa tilannekuvan ja ilmoitusten reaaliaikainen välittäminen eri viestijärjestelmien avulla alaisille, naapureille sekä ylemmälle johtoportaalle. [24]

### 3.2 Sotilaallisen kaluston vertailu

Olen vertaillut tällä hetkellä käytössämme olevien sotilaallisten tiedonsiirtojärjestelmien käyttömahdollisuuksia jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmässä seuraavassa taulukossa. Vertailun perusteena on käytetty järjestelmien teknisiä ominaisuuksia, käyttökokemuksia ja informaatiota järjestelmien käytettävyydestä.

Taulukossa on esitetty sotilaallisen kaluston käyttömahdollisuudet jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmässä.

	M/80	YVI 1	YVI 2
Tiedonsiirtonopeus	1	2	2
Tietoturva	1	2	3
Käytettävyys	0	1	2
Taistelunkestävyys	1	2	3
Kustannukset	1	1	1
Liikkuvuus	0	1	2
Elinkaari	0	1	2

Selite: 3 = hyvä, 2 = välttävä, 1= heikko, 0 = ei ole käyttökelpoinen

Taulukko 1: Sotilaallisen kaluston (MIL) käyttömahdollisuudet

### 3.3 Johtopäätökset

Suomi on saanut maailmalla mainetta tietoliikenteen pioneerimaana, siviilialoilla tämä onkin ollut ehkä totta, mutta sotilaallisessa tiedonsiirrossa kehitys on ollut huomattavasti hitaampaa. Vuonna 1989 hankittiin ensimmäinen digitaalinen viestijärjestelmä YVII. Järjestelmästä saatujen kokemusten perusteella järjestelmää kehitettiin vastaamaan operatiivisten yhtymien tiedonsiirtotarpeita ja vuonna 1992 alkaneella hankkeella saatiin operatiiviseen käyttöön YVI2 vuonna 1996. [9]

Sodanajan joukoillamme käytössä oleva viestikalusto on kehittynyt merkittävästi jalkaväkiprikaatien viestikalusto M/80:sta yhtymän viestijärjestelmiin. Suurin kehitys on tapahtunut tiedonsiirtokapasiteetissa, yhtymän viestijärjestelmissä tiedonsiirto perustuu linkeillä siirrettävään tietoon, jolla korvattiin jalkaväkiprikaatin optiset siirtotiet. Varsinkin taktisten johtoportaiden viestijärjestelmien kehityskulku on kasvattanut järjestelmien tiedonsiirtonopeutta. Järjestelmien kyky vastata tämän hetkisiin viestitoiminnan vaatimuksiin ovat kuitenkin ristiriitaiset, varsinkin vanhempi kalusto pystyy vain auttavasti tarjoamaan yhtymän joukoille tiedustelun, tulenkäytön, johtamisen ja ilmapuolustuksen yhteydet.

Vanhempia joukkotyyppisiä on perinteisesti varustettu uudemmilta joukkotyypeiltä, jääkäriprikaatit, prikaati 2005 ja panssariprikaati, vapautuneella kalustolla. Viestikaluston osalta tä-

mä ei ole enää mahdollista, koska uudempien joukkotyyppienkin kalusto on jo nyt 15–30 vuotta vanhaa ja koulutuskäytössä kulunutta. Varsinkin viestikalusto M/80 ja YVII- kalusto alkavat olla elinkaarensa päässä. YVI2-kaluston kehittäminen ja järjestelmän täydentäminen kaupallisilla komponenteilla lisää järjestelmän käytettävyyttä ja mahdollistaa sen käytön valmiusprikaatimme kenttäviestijärjestelmänä.

Yhtenä sotilaallisen kaluston ongelmana on sen kallis hankintahinta ja varaosien heikko saatavuus. Lisäksi sotilaallisen kaluston laitevalmistajat eivät pysty vastaamaan reaaliajassa nopeasti kehittyvän tekniikan asettamiin vaatimuksiin, joten tuotekehitys on hitaampaa kuin kaupallisella puolella. Toinen ongelma on sotilaallisten viestilaitteiden tilantarve, suhteellisen suurikokoiset komponentit vaativat paljon alustatilaa, joten tämä aiheuttaa ongelmia kaluston sijoittamiseen laitetiloihin ja niiden kuljettamiseen paikasta toiseen. Toisaalta sotilaskalusto on kaupallista kalustoa huomattavasti taistelunkestävämpää, kestäen paremmin sääolosuhteiden vaihtelut ja kovemman käytön ääriolosuhteissa.

Sanomapohjaista viestiliikennettä on alettu kehittää puolustusvoimissa 2000-luvulla, korvaavan ratkaisun löytämiseksi perinteiselle sanomalaitejärjestelmälle. Yksi tärkeimmistä kehitysprojekteista on ollut MICS- hanke (Multi Interface Communication Software), jonka tavoitteena on mahdollistaa tehokas ja monipuolinen viestintä kapeakaistaisilla yhteyksillä. Tällä hetkellä käytössä oleva sanomaverkko (EETI) ei vastaa kaikkiin tämän päivän haasteisiin. MICS mahdollistaa avoimet standardit, avoimen lähdekoodin, modulaarisuuden ja lisäksi se on helposti laajennettavissa. Lähtökohtana hankkeessa on ollut yhteensopivuuden säilyttäminen vanhoihin järjestelmiin, erilaisten rajapintakomponenttien kehittäminen mahdollistaen sujuvan viestiliikenteen sekä sotilaallisten että kaupallisten järjestelmien välillä. Tavoitetilassa kahdensuuntainen sanomanvälitys on mahdollista sähköpostin, EETI:n, SANLA:n ja SMS:n välillä. MICS:n avulla sanomanvälitysjärjestelmä laajenee ja yhteydet ylempiin johtoportaisiin tulevat helpommiksi toteuttaa, lisäksi HF- joint radioverkon käyttöarvo kasvaa. [8]

Tällä hetkellä sodanajan joukoillamme olevat viestijärjestelmät eivät pysty vastaamaan kaikilta osin tiedonsiirtovaatimuksiin taistelukentän ääriolosuhteissa. Kenttäviestijärjestelmien keskeinen ongelma on liikkuvien järjestelmien yksipuolisuus. YVI- järjestelmä on radiolinkkeihin perustuvana lähinnä siirreltävä, sen yhteydet ovat käytännössä aina tiedusteltava ja valmisteltava etukäteen. Se soveltuukin parhaiten kootusti taisteleville joukoille, jotka liikkuvat vihollisesta vapaalla alueella. Nopeasti etenevässä hyökkäyksessä järjestelmän kanssa kohdataan haasteita. Järjestelmä alkaa kokemusten mukaan vähitellen muuttua jononmuotoiseksi, joka heikentää viestiyhteyksien taistelunkestävyyttä. [9]

## 4. KAUPALLISEN (COTS) KALUSTON KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET

### 4.1 Tekniset ominaisuudet (COTS)

Kylmän sodan päättymisen jälkeen monien valtioiden puolustusbudjetit ovat pienentyneet, tämä on johtanut vaihtoehtojen etsimiseen kalliin sotilaallisen (MIL) kaluston korvaamiseksi. Tilalle on etsitty ratkaisuja kaupallisten (COTS) tuotteiden hyödyntämismahdollisuuksista myös asevoimien taktisissa verkoissa. Suomen puolustusvoimissa alueellisten viestijoukkojen kalusto pohjautuu lähes täysin kaupallisiin tuotteisiin, tulevaisuudessa COTS- tuotteita tullaan hyödyntämään myös alemman tasan taktisissa verkoissa, joko korvaamalla nykyistä kalustoa tai osin tukemaan nykyisen kaluston puutteita. COTS- tuotteiden etuna sotilaalliseen kalustoon nähden on tuotteiden edullisuus suhteutettuna suorituskykyyn ja tehokkuuteen sekä kilpailuasetelman aiheuttama tekninen ja teollinen kehitys. Suurimpana heikkoutena pidetään yleisesti COTS- tuotteiden kenttäkestävyyttä ja käytettävyyttä. Tässä luvussa on tarkoitettu tutkia TETRA, WiMAX, WLAN ja optisen kuitu tekniikoiden mahdollista hyödyntämistä jalkaväkirykmentin kenttäviestijärjestelmässä, eri tekniikoita käsiteltäessä keskitytään fyysisen tason ominaisuuksiin. [6]

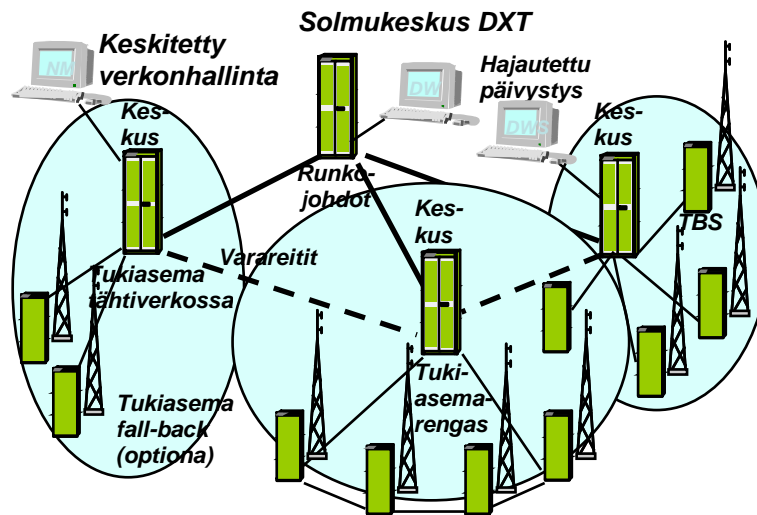
#### 4.1.1 TETRA

TETRA (TERrestrial TRunked RADio) on ETSI:n (European Telecommunications Standards Institute) määrittämä radioverkkostandardi, joka on tarkoitettu käytettäväksi erityisesti erillisverkoissa, esimerkiksi viranomaisten kommunikointivälineenä. TETRA tukee sekä puheentä datansiirtoa, tiedonsiirto on mahdollista sekä paketti- että piirikytkentäisenä. TETRA-radioverkossa käytetään trunking- tekniikkaa, missä verkon käyttäjät eivät ole sidottuja tiettyyn radiokanavaan, vaan järjestelmä etsii ja antaa puhelulle vapaan aikavälin kunkin puhelun tarvittavan tukiaseman kanavaryhmästä. [11]

TETRA-verkolla on ominaisuuksia, jotka on suunniteltu käytettäväksi erilaisten kohderyhmien tarpeet huomioiden. Perusmuodossaan kyseessä on GSM-verkkoa läheisesti muistuttava täysin digitaalinen solupuhelinjärjestelmä. TETRAn salaus kattaa GSM-verkosta poiketen koko siirtotien puhelimesta toiseen, jota voidaan pitää merkittävänä etuna varsinkin sotilaallista käyttöä ajatellen. TETRA-puhelimella puhelun yhdistäminen on mahdollista tangenttia painamalla, joka on myös käyttökelpoinen ominaisuus ajatellen sotilaskäyttöä. [4]



Monet järjestelmän elektronisen hyökkäyksen kesto-ominaisuuksiin vaikuttavista tekijöistä on jätetty standardin ulkopuolelle, joten valmistajan vaikutus toteutetun järjestelmän käytettävyydelle on huomattava. Käytettävyyttä taistelulentän olosuhteissa lisää TETRAn datansiirto-ominaisuudet ja se, että TETRAn tukiasemat on suunniteltu siten, että ne voidaan sijoittaa ajoneuvoihin, lisäksi tukiasemat kykenevät myös itsenäiseen toimintaan ilman muuta verkkoa, tämä lisää järjestelmän taktista käyttöarvoa merkittävästi. [13]



Kuva 3: Esimerkki TETRA- verkon rakenteesta [33]

TETRA-verkon päätelaite tarvitsee GSM-puhelimen tavoin SIM-kortin (Subscriber Identity Module), SIM-kortti takaa tietoturvallisen liikenteen verkon yli, jonka avulla käyttäjä autentikoidaan oman tunnuslukunsa (Personal Identification Number) perusteella. Tällä toiminteella varmistetaan, ettei asiaankuulumaton päätelaite kytkeydy kyseiseen verkkoon. TETRA-verkossa voidaan toteuttaa myös muita käytettäviä sovelluksia ajatellen sotilaskäyttöä. Sovellusten suuri kirjo syntyy siitä, että TETRA toimii hyvänä alustana IP-pohjaiselle tietoliikenteelle. IP:n saaminen päätelaitteelle lisää TETRAn käytettävyyttä myös sotilassovelluksissa, esimerkkinä mainittakoon WAP (Wireless Application Protocol) ja GPS (Global Positioning System). [4]

Vuoden 2009 rajapintaharjoituksessa Riihimäellä saatujen kokemusten perusteella TETRA soveltuu käytettäväksi osana kehitteillä olevaa MICS- järjestelmää. MICS kasvattaa TETRAn käyttöarvoa sotilasjärjestelmissä, parantaen sen datansiirtokykyä merkittävästi. Testien perusteella kaksisuuntaisen datan lähettäminen on mahdollista TETRA:sta EETI:in, sähköpostiin ja sanomalaitteelle. [8]

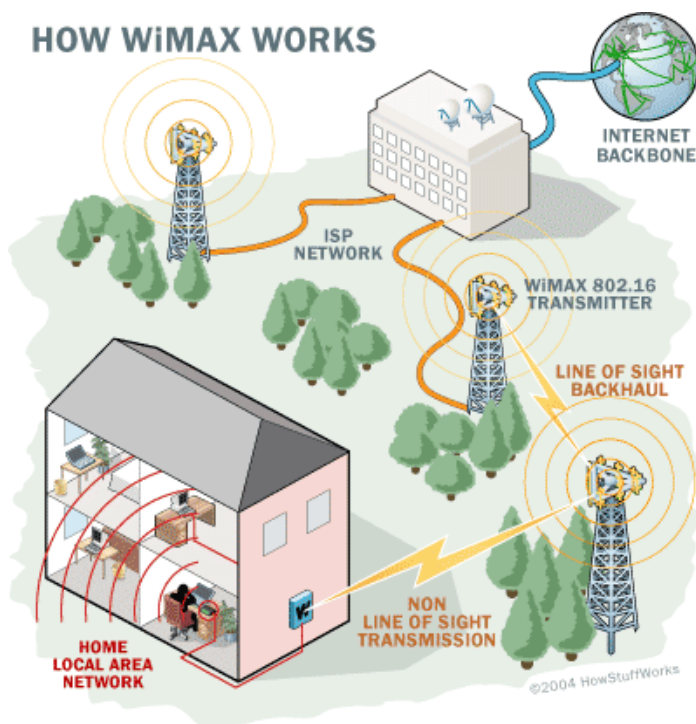
Parhaita ominaisuuksia TETRA- verkoissa sotilaalliselta kannalta tarkasteltuna ovat tehokkaat ja monipuoliset palvelut, erilaiset suorakanavaominaisuudet sekä tukiasemien stand alone- ominaisuudet, integrointimahdollisuudet ja kansainvälinen yhteensopivuus, lyhyt yhteyden muodostumisaika sekä mahdollisuus päästä - päähän salaukseen. Toisaalta käytettävyyttä sotilaallisiin tarkoituksiin heikentävät: verkkojen perustuminen yleensä kiinteisiin rakenteisiin ja verkkoelementteihin, mahdolliset keskitetyt tietokantaratkaisut sekä heikohko suojautumiskyky elektronisilta hyökkäyksiltä. Tarkemmin TETRA- tekniikan ominaisuudet on esitetty liitteessä 4. [13]

#### 4.1.2 WiMAX

WiMAX-tekniikka (World Interoperability for Microwave Access) on langaton laajakaistatekniikka, joka tarjoaa käyttäjälleen suhteellisen nopean langattoman yhteyden pitkällä kantamalla. WiMAX- tekniikalla voidaan teoriassa saavuttaa optimiolosuhteissa jopa 50 kilometrin kantama, käytännössä yli 30 kilometrin ylittäminen lienee kuitenkin epävarmaa. Kantamaan vaikuttavat radioaaltojen etenemistä hidastavat esteet sekä vaikeat sääolosuhteet. WiMAX perustuu IEEE 802-sarjan avoimeen 802.16 standardiin. [34]

WiMAX käytti alun perin 10–66 gigahertsin taajuusalueita, joka sopi parhaiten näköyhteydellä toimivien kiinteiden linkkien käyttöön, päivitetty standardi IEEE 802.16a toi mukanaan lisää modulaatiotekniikoita ja laajensi taajuusalueita 2-11 gigahertsin väliselle alueelle. Parhaimmillaan WiMAX- tekniikalla päästään 75Mbs tiedonsiirtonopeuteen, siirtonopeus riippuu muun muassa käytettävästä kaistanleveydestä ja valittavasta modulaatiosta. [28] WiMAX-tekniikan tarkoituksena onkin tarjota nykyisiä kaapelimodeemi- ja DSL-yhteyksiä vastaava langaton verkkoyhteys, jonka toimintaa voidaan käytännössä verrata WLAN verkkoon (Wireless Local Area Network), mutta WiMAXin toiminta-alue on paljon suurempi. [35]

IEEE 802.16 standardiperhe on soveltuva myös sotilaskäyttöön. Langattomuus, suuret tiedonsiirtonopeudet ja tekniikan suhteellisen edullinen hankintahinta vastaavat taistelukentän viestitoiminnalle asetettuihin vaatimuksiin, kehittäen myös joukkojen liikkuvuutta. Standardi jatkaa kehittymistään ja tulevat parannukset mahdollistavat myös erilaiset verkkotopologia vaihtoehdot, kuten adhoc-verkot. Ominaisuuksien lisääntyminen parantaa myös järjestelmien käytettävyyttä sotilassovelluksissa. [35]



Kuva 4: WiMAX- tekniikan toimintaperiaate [35]

Langattomissa ratkaisuisa on perinteisesti ollut monia ongelmia tietoturvan ja salauksen kanssa. IEEE 802.16-standardista on pyritty luomaan mahdollisimman tietoturvallinen ja hyvä, joka sulkisi pois vähintäänkin tunnetuimmat tietoturvaongelmat. Kriittisiä uhkia ovat edelleen viestien salakuuntelu ja modifointi sekä häirintä ja datalähetteen muokkaaminen. [3]

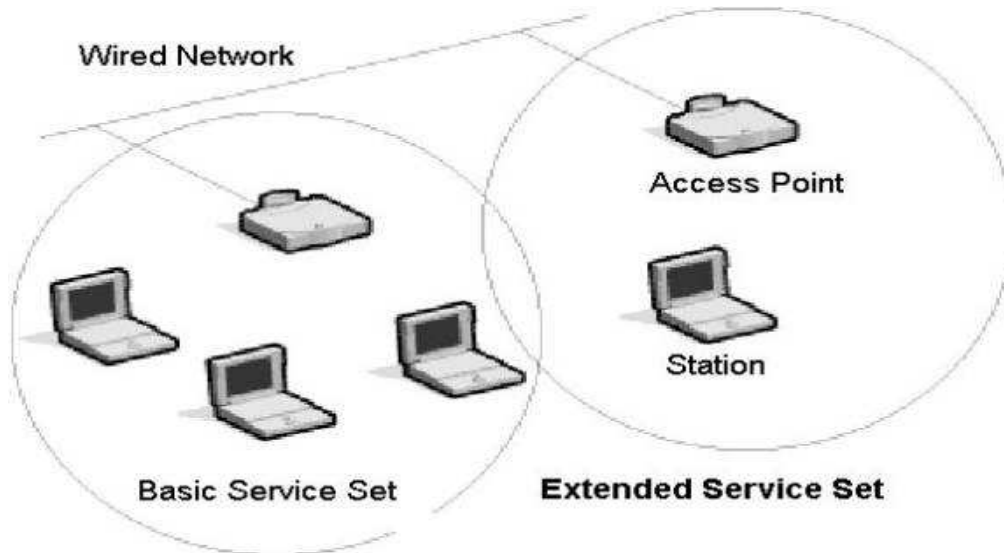
Laajan kantoalueen, langattomuutensa sekä hyvien point-to-point ominaisuuksien ansiosta WiMAX sopisi hyvin myös jalkaväkiprikaatin joukkojen tiedonsiirtoon, verkon alueella käyttäjä voisi liikkua solusta toiseen yhteyden katkeamatta, joka lisäksi myös viestijärjestelmän liikkuvuutta ja kehittäisi näin ollen nykyisen järjestelmän heikkouksia. Ongelmaksi muodostuu käytössämme olevien sotilasjärjestelmien tämän hetkinen keskuskalusto, joka mahdollistaa WiMAXin käytön vain osittain. WiMAX tukee sekä IP- että ATM- tekniikkaa, joten kytkeytyminen sotilasjärjestelmiin asettaa haasteita. Tämän hetkinen YVI- kalusto käyttää erilaisia sähköisiä liitäntöjä kuin WiMAX, joten yhteensopivuus YVI- keskusten välillä ei ole mahdollista. Yhteensopivuusongelma sotilasjärjestelmien standardien ja WiMAXin välillä ratkaistaisiin hankkimalla jalkaväkiprikaatin käyttöön kaupallinen keskuskalusto, koska tällä hetkellä sotilasjärjestelmissämme käytössä olevaa WiMAX yhteensopivaa keskuskalustoa ei ole saatavilla jalkaväkiprikaatien käyttöön.

WiMAXin käyttöarvoa lisää se, että tekniikkaa on teoriassa mahdollisuus käyttää myös matalammilla (<1 GHz) taajuusalueilla. WiMAX- tekniikka on nykyaikainen ja alati kehittyvä tekniikka, jonka hyödyntäminen jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmässä on mahdollista. WiMAX tarjoaa toimivan perusratkaisun käytettäväksi osana viestijärjestelmää, mutta käytettävyys ja yhteensopivuus ongelmien ratkaisemiseksi vaaditaan tarkempaa tutkimusta ja kenttätestejä, mikäli tekniikkaa suunnitellaan käyttöön otettavaksi. WiMAX- tekniikan ominaisuudet on esitetty liitteessä 5. [30]

### 4.1.3 WLAN

WLAN (Wireless Local Area Network) on langaton lähiverkkotekniikka, jolla erilaiset verkkolaitteet voidaan yhdistää ilman kaapeleita, useimmiten WLAN- termiä käytetään tarkoittamaan IEEE 802.11-standardia. Yleensä langattomassa verkossa laitteiden toisiinsa yhdistämisessä käytetään tukiasemaa (access point), mutta sovittimilla on mahdollista muodostaa verkko keskenään toimivien päätelaitteiden välille, mikäli ne ovat samalla alueella. Datankuljetus WLAN- verkossa tapahtuu radioaalloilla, yleisimmin käytettävät standardit toimivat 2,4 gigahertsin taajuusalueella, teoreettinen siirtonopeus kyseisellä taajuusalueella on 54 Mbit/s. 5 gigahertsin taajuusalueella on teoreettinen mahdollisuus jopa 540 Mbit/s tiedonsiirtonopeuteen. Yksi WLANin suurimmista heikkouksista on sen heikko lähetysteho (100mW), jonka vuoksi kantama ei riitä kovinkaan pitkälle. [1]

IEEE 802.11-standardi tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet toteuttaa verkkotopologia. Sotilassovelluksissa kyseeseen voisi tulla adhoc tyyppinen verkon toteutus, missä WLAN:t keskustelevat vain toisten WLAN laitteiden kanssa omassa verkkoympäristössään. Adhoc WLAN on hyödyllinen kun tarvitaan nopeaa tiedonsiirtoa pienen ryhmän kesken, toisaalta suuremmille kokonaisuuksille tämä verkko ei sovellu. Mesh- verkko mahdollistaa käyttäjälle joustavan liikkumisen ja tukiaseman vaihtamisen ilman yhteyskatkoja, lisäksi verkko on reitittävä. Adhoc ja mesh laajentavat olemassa olevan WLANin ominaisuuksia. Infrastruktuuriksi WLAN:ksi kutsutaan langattomia lähiverkkoja, jotka on liitetty tukiasemalla langalliseen lähiverkkoon, jos tukiasemia on vain yksi, kutsutaan tällaista verkkoa BSS:ksi (Basic Service Set), jos taas verkossa on useampia tukiasemia, kutsutaan verkkoa ESS:ksi (Extended Service Set). [14]



Kuva 5: WLAN verkkoympäristö [1]

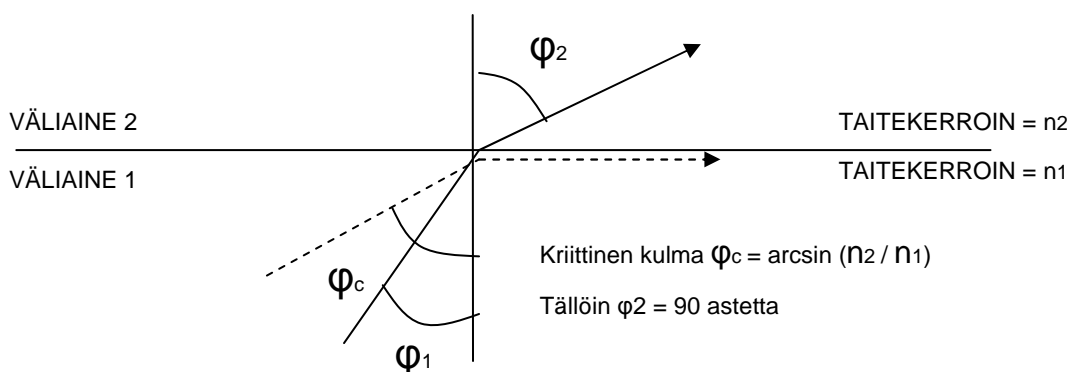
WLAN- tekniikan etuja sotilasympäristössä ovat verkon nopea rakentaminen, suuret siirtonopeudet, verkkotopologia vaihtoehdot, eri laitteiden yhteensopivuus sekä verkon muokkaus mahdollisuudet. WLAN- tekniikan huomattava etu on myös sen yleisyys, etenkin taajama-alueilla. WLAN- tekniikan heikkouksia ovat sen herkkyys sähkömagneettiselle häiriölle, lyhyehköt yhteyttäisyydet, jaettu siirtotie käyttäjien kesken ja alhainen suojaustaso. Parhaiten WLAN- tekniikka soveltuu lyhyille yhteyttäisyyksille, joissa on tärkeää suuri siirtonopeus, eikä liikenteen salaaminen ole kovinkaan tärkeää. [14]

Kuten WiMAX myös WLAN tarjoaa hyvän perusratkaisun, joka on yhteensopiva myös siviililaitteistojen kanssa. Heikkoutena, kuten useilla muillakin COTS- tuotteilla on taistelunkestävyys, riittämätön tietoturva ja ominaisuuksien vähäisyys. WLAN- tekniikan tarkemmat ominaisuudet on esitetty liitteessä 6. [30]

#### 4.1.4 Optinen kuitu

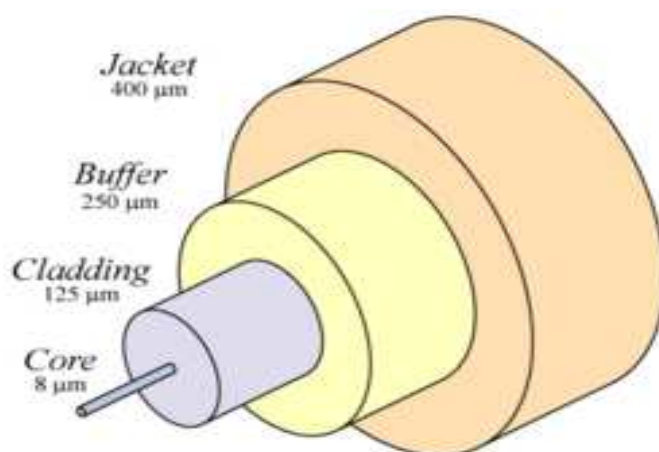
Optisen kuidun toiminnan perustana on valon taittumis- ja heijastuslait kahden aineen rajapinnassa. Valonsäde kohtaa kahden taitekertoimeltaan erisuuruisen väliaineen rajapinnan. Väliaineen 1 taitekerroin  $n_1$  on suurempi kuin väliaineen 2 taitekerroin  $n_2$  ( $n_1 > n_2$ ). Väliaineesta 1 tuleva valonsäde kohtaa rajapinnan normaalin kulmassa  $\varphi_1$  ja taittuu rajapinnassa

siten, että väliaineessa 2 se muodostaa pinnan normaalin kanssa kulman  $\varphi_2$ . Valonsäde taittuu normaalista pois päin eli rajapintaa kohti. Taittuminen noudattaa Snellin lakia. [20]



Kuva 6: Snellin laki ( $n_1 \sin\varphi_1 = n_2 \sin\varphi_2$ ) ja kriittinen kulma

Kuitujen etuna ovat suuri tiedonsiirtokapasiteetti, pieni signaalin vaimennus, epäherkkyys induktiivisille häiriöille, hyvä tietosuojaa, pieni koko ja hyvä eristys. [30] Optisen kuidun tiedonsiirtokyky on suuri, maksimi siirtonopeus ja siirtoetäisyys riippuvat yhteyden vaimennuksesta ja kaistanleveydestä sekä lähetin- ja vastaanottokomponenttien ominaisuuksista. Pieni vaimennus ja suuri kaistanleveys ovatkin suurimmat edut verrattuna esimerkiksi kuparijohtimisiin kaapeleihin ja langattomaan tiedonsiirtoon. [20]



Kuva 7: Valokuidun rakenne [20]

Optiset kuidut voidaan jakaa perustyyppiltään yksi- ja monimuotokuituihin. Optinen kuitu koostuu ytimestä ja vaipasta, jotka ovat tehty kvartsilasista, mutta ytimeen on lisätty epäpuhtauksia, jotta sillä olisi suurempi taitekerroin, kuin vaipalla. [20] Optisen kuidun toteutuksessa voidaan hyödyntää joko ATM- tai ethernet- tekniikkaa, ethernet tarjoaa jaetun 1Gbs kapasiteettiä.

teetin ja yltää 20 kilometrin etäisyyksille. Siten esimerkiksi 10Mbs datanopeuden takaamiseksi kapasiteetti voitaisiin jakaa sadan käyttäjän kesken. [19]

Tyypilliset - tosin lähes ainoat optisen kuidun ongelmista johtuvat dispersiosta ja vaimennuksesta. Valokuidussa dispersiota syntyy, kun eri aallonpituuden omaavat valonsäteet liikkuvat kuituytimessä eri nopeuksilla ja saavuttavat kuidun pään eri aikoina, tästä johtuen syntyy aikahajontaa, jota kutsutaan dispersioksi. Optisessa tiedonsiirrossa käytetään kolmea eri taajuusaluetta, jotka ovat 0,85mm, 1,30mm ja 1,55m, näillä aallonpituusalueilla kaistanleveys on 25.000–30.000 gigahertsiä. [5]

WDM (Wavelength Division Multiplexing) eli aallonpituuskanavointi tarkoittaa, että samassa optisessa kuidussa siirretään useita aallonpituuksia samanaikaisesti. Runkoverkoissa käytettävissä WDM- järjestelmissä tyypillisesti kaikki aallonpituudet sijaitsevat 1550nm:n alueella. Aallonpituuskanavoinnilla voidaan kasvattaa kuitujen kapasiteettia moninkertaiseksi, heikkoutena on aallonpituuskanavien sekoittuminen ja muut häiriöt. Optisen kuidun ominaisuudet on esitetty liitteessä 7. [21]

Optinen kuitu on käytössä valmiusprikaatien viestijärjestelmissä, missä sillä muodostetaan viestiasemien välisiä yhteyksiä sekä esikunnan yhteyksiä. Valmiusprikaatien käytössä oleva valokuitu on monimuotokuitua, alueelliset viestijoukot käyttävät puolestaan yksimuotokuitua, joka mahdollistaa merkittävästi pidempien yhteysvälien rakentamisen ja suuremmat tiedonsiirtonopeudet. Valokuidun edut sotilaskäyttöön ovat kiistattomat, sen hyvän tietosuojan ja vaikean häiritävyyden johdosta. Tosin pitempien yhteysvälien muodostaminen asettaa haasteita kuidun taistelunkestävyydelle ja käytettävyydelle, mikäli kuitulinjat joudutaan joka kerta purkamaan ja rakentamaan uudelleen siirtojen yhteydessä.

## 4.2 Kaupallisen kaluston vertailu

Olen vertaillut kaupallisten tiedonsiirtojärjestelmien soveltuvuutta jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmään seuraavassa taulukossa. Vertailun perusteena on käytetty tekniikoiden ominaisuuksia, soveltuvuutta taistelukentän olosuhteisiin ja informaatiota järjestelmien käytettävyydestä.

Taulukossa on esitetty kaupallisen kaluston käyttömahdollisuudet jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmässä.

	TETRA	WiMAX	WLAN	Kuitu
Tiedonsiirtonopeus	2	3	3	3
Tietoturva	3	2	2	3
Käytettävyys	3	3	3	2
Taistelunkestävyys	2	1	1	2
Kustannukset	3	2	3	2
Liikkuvuus	3	3	2	1
Yhteisetäisyys	2	2	1	3

Selite: 3 = hyvä, 2 = välttävä, 1= heikko, 0 = ei ole käyttökelpoinen

Taulukko 2: Kaupallisen kaluston (COTS) käyttömahdollisuudet

### 4.3 Johtopäätökset

Nykyaikaisen sodankäynnin muuttuessa yhä enemmän informaationsodankäynniksi, tarvittavan tiedon ja tiedonsiirtotarpeiden määrä on kasvanut. Taistelujen muuttuessa yhä dynaamisemmiksi ja levittäytyessä laajemmalle alueelle pyritään uusien teknologioiden käyttöönotolla saavuttamaan informaatioylivoimaan perustuva suhteellinen etu. Oikea-aikainen ja oikeanlainen informaatio helpottaa päätöksentekoa ja voi vaikuttaa ratkaisevasti taistelujen lopputulokseen. [25] COTS- tuotteet vastaavat osaltaan näihin nykyaikaisen sodankäynnin haasteisiin, tarjoamalla käyttäjilleen suuret tiedonsiirtonopeudet ja takaamalla reaaliaikaisen tilannekuvan välittämisen taistelun eri vaiheissa.

Viestiliikennealalla tapahtuva kehitys on nopeaa ja sitä ohjaa lähinnä siviilisektori. Eräs trendi on mahdollisuus sekoittaa keskenään erilaisia tekniikkaratkaisuja käsittäviä toimialueita, vanha ja uusi tekniikka voivat toimia yhdessä. Kattavaa taktista tiedonsiirtoverkkoa kehitetään asteittain synnyttämällä radiotekniikkaan perustuvia verkkoja, tämä tarkoittaa että osa verkoista voidaan toteuttaa kaupallisilla ja osa puhtaasti sotilaallisilla tekniikoilla. Viestiverkon maantieteellinen peitto saavutetaan suurella määrällä limittäisiä langattomia verkkoja, jotka on kytketty kaupallisiin ja sotilaallisiin siirrettäviin ydinverkkoihin. [27]



Kilpailun kasvaminen on aiheuttanut COTS- tuotteiden laadun kehittymisen ja hintojen alenemisen, näin ollen COTS- tuotteet ovatkin sekä edullisia että toimivia. COTS- tuotteiden hankinta säästää puolustusvoimien varoja, tarjoaa hyvän perusratkaisun ja takaa yhteensopi- vuuden siviililaitteistojen kanssa. COTS- tuotteiden heikkoutena ovat kaluston saatavuus myös vihollisen käyttöön, tuotteiden lyhyet elinjaksot, tietoturvan riittämättömyys ja taiste- lunkestävyys. Sotilaalliseen käyttöön tulevien laitteiden tulisi olla taistelunkestäviä, varsinkin siirrettävän kaluston osalta.

Kaupallisten tekniikoiden hyödyntäminen myös kenttäviestijärjestelmissä tulee kustannuspai- neiden lisääntymisen myötä kasvamaan entisestään. On tärkeä kyetä seuraamaan yleistä tek- nologista kehitystä, kehityksen ennustaminen perinteisen hankintasyklin aikavälillä ei ole mahdollista, mutta käytössä olevien tekniikoiden kehitystä voidaan kyllä hyvinkin arvioida. Samalla voidaan arvioida nousevia teknologiatrendejä ja niitä tulee kyetä hyödyntämään han- kintasuunnitelmissa. [9]

Tutkielmassa vertailukohteena olleet kaupallisen kaluston tekniset ratkaisut soveltuvat omi- naisuuksiltaan käytettäväksi myös sotilaallisissa järjestelmissä. TETRA- tekniikka on tällä hetkellä käytössä alueellisten viestijoukkojen johtamisessa, sen soveltuvuus ja datansiirto- ominaisuuksien kehittyminen mahdollistaa sen käytön taktisella tasalla myös jalkaväkiprikaa- tin viestijärjestelmässä. Langattomat laajakaistatekniikat puolestaan kykenevät vastaamaan jalkaväkiprikaatin kasvaviin tiedonsiirtotarpeisiin. Kahdesta langattomasta tekniikasta Wi- MAX soveltuu paremmin käytettäväksi kenttäviestijärjestelmässä, koska sen kantama mah- dollistaa pidempienkin linkkiyhteyksien muodostamisen. WLAN- tekniikka soveltuu parem- minkin lähiverkko ratkaisuna alemman tasan taktiseksi johtamisjärjestelmäksi. Optisen kui- dun käyttömahdollisuudet ovat kiistattomat, sen ominaisuudet takaavat nopean ja turvallisen tiedonsiirron myös sotilasjärjestelmissä. Jalkaväkiprikaatin järjestelmässä kuitua voidaan käyttää johtoportaiden liittämiseen ja linkkiyhteyksien varmentamiseen.

## **5. POHDINTA**

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmän kehit- tämistarpeita ja löytää ratkaisuja järjestelmän kehittämiseksi viestitoiminnan vaatimuksia vas- taavaksi. Keskeisimmän ongelman jalkaväkiprikaatin joukkojen johtamisessa muodostaa jal- kaväkiprikaatin vanhentunut viestikalusto. Jalkaväkiprikaateille ei vapaudu riittävästi käyttö- kelpoista kalustoa uudemmilta joukkotyypeiltä, joten päätös korvaavista järjestelmistä on teh-

tävä mahdollisimman pian. Jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmäratkaisu joudutaan etsimään sotilassovellusten sijasta siviilimarkkinoilta saatavista kaupallisista tuotteista.

2000-luvun painopisteet tiedonsiirtojärjestelmien kehityksessä ovat olleet yhteensopivien järjestelmäkokonaisuuksien luomisessa. Vanhempia kenttäviestijärjestelmiä on pyritty yhdistämään eri tekniikoilla, jotta saataisiin aikaan alusta verkostotyypiselle ratkaisulle. Haasteina ovat perinteisten sotilaallisten järjestelmien yhteensopimattomuus kaupallisten järjestelmien välillä sekä tekniikan alkeellisuus. Näihin haasteisiin voidaan hakea ratkaisuja kaupallisista tuotteista, jotka ovat sekä teknisesti kehittyneitä että hankintahinnaltaan edullisia.

Teknologian kehittymisen seurauksena myös alueellisten yhtymien toiminnan ydin on sen johtamisjärjestelmä, joka tavoitetilassa käsittelee ja analysoi suuren määrän tietoa riittävän nopeasti, mahdollistaen tehokkaan johtamisjärjestelmän kaikilla tasoilla. Tavoitetilassa myös jalkaväkiprikaatin johtamisjärjestelmä on digitalisoitu, minkä ansiosta tietoa siirtävät järjestelmät voidaan linkittää siten, että tiedon tarvitsijoille pystytään välittämään reaaliaikainen tilannekuva. Operatiivisista yhtymistä poiketen alueellisille jalkaväkiprikaateille ei pystytään tarjoamaan korkean teknologian johtamisjärjestelmää, johtuen resurssien vähäisyydestä ja niiden keskittämisestä operatiivisille yhtymille. Tästä huolimatta myös jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmä pystytään kehittämään tarpeita vastaavaksi, hankkimalla kaupallista viestikalustoa ja yhdistämällä sitä mahdollisuuksien mukaan uudemmilta joukkotyypeiltä vapautuvaan YVI- kalustoon.

Yhtenä vaihtoehtona on päätös jättää jalkaväkiprikaatin viestikalusto toistaiseksi hankkimatta, kalustosta laadittaisiin ainoastaan tarvittavat hankintasuunnitelmat ja määritettäisiin tarpeellisuudet. Puuttuva materiaali hankittaisiin, jos turvallisuuspoliittinen tilanne edellyttäisi sodanajan joukkojen täysimittaista varustamista. Tämä vaihtoehto sisältää merkittävän turvallisuuspoliittisen riskin. Vaihtoehto on kuitenkin mahdollinen varsinkin kaupallisen kaluston osalta, koska sen saatavuus on hyvää ja kustannukset suhteellisen edullisia. Koulutuskäyttöön viestikalustoa olisi tarpeellista kuitenkin hankkia riittävä määrä, että sodanajan joukkojen kouluttaminen kalustolla olisi mahdollista.

Kenttäviestijärjestelmien käyttö keskittyy yhä lisääntyvässä määrin yhtymän yläjohtoportaille, jossa se palvelee jalkaväkiprikaatin esikuntien ja tukijoukkojen välisiä yhteystarpeita. Taktisella tasalla johtaminen perustuu digitaalisten päätelaitteiden käyttöön, joiden käytön painopisteenä on tiedustelun, tulenkäytön ja johtamisen yhteydet alkaen alimmilta tasoilta. Päätelaitteiden muuttuminen langattomiksi mahdollistaa johtamispaikkojen nopeat ryhmitysmuu-

tokset. Liikkuvuuden kehittyminen lisää merkittävästi myös jalkaväkiprikaatin johtamisen joustavuutta.

Kaupallisten ratkaisujen käyttö osana sotilasverkkoja on ollut kansainvälinen suuntaus jo pidemmän aikaa, nyt COTS- tuotteiden käyttö on laajentunut myös Suomen sodanajan johtamisjärjestelmiin. Kehityksen voidaan arvioida jatkuvan edelleen. Kaupalliset tiedonsiirtojärjestelmät ovat tällä hetkellä suorituskyvyltään useilla mittareilla mitattuna ylivoimaisia verrattuna perinteisiin sotilaallisiin teknologioihin. Kaupalliset tiedonsiirtojärjestelmät kehittyvät kuitenkin sotilaalliseen materiaalihankintarytmiin verrattuna jopa liian nopeassa tahdissa, jotta niitä voitaisiin täysipainoisesti hyödyntää.

Sotilaallisen kaluston käyttöä jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmässä ei tule täysin sulkea pois päätettäessä tulevasta järjestelmäratkaisusta. Sotilaallisen kaluston vahvuudet - taistelunkestävyys ja käytettävyys tulisi säilyttää myös tulevassa viestijärjestelmässä, vaikka kalusto koostuisikin pääasiallisesti kaupallisista tuotteista.

Jalkaväkiprikaatin kenttäviestijärjestelmän kehittäminen vaatii lisätutkimusta prikaatin käyttöperiaatteesta puolustusvoimien tulevassa sodanajan kokoonpanossa. Turvallisuus- ja puolustuspoliittisen selonteon mukaan alueelliset prikaatit korvataan taisteluryhmillä, taisteluryhmien käyttöperiaate vaikuttaa olennaisesti jalkaväkiprikaatien kenttäviestijärjestelmien kehittämiseen. 2012 alkava alueellisten joukkojen kehittäminen mahdollistaa myös jalkaväkiprikaatien kehittämisen, suurin kehittämistarve kohdistuu juuri jalkaväkiprikaatin johtamisjärjestelmän uudistamiseen.

**LÄHTEET:**

- [1] Buffalo, langattomuus - kovin mukavalta kuulostava asia.  
<http://wlan.dacco.fi/langaton.htm> [viitattu 2.12.2008]
- [2] Digitaalisten kenttäradioiden käsikirja. Pääesikunta / Maavoimaesikunta, ohjesääntönumero 651. Edita Prima Oy, Helsinki 2007. ISBN 978-951-25-1807-4.
- [3] Barbeau Michael: WiMAX / 802.16 Threat Analysis, Carleton University, School of Computer Science, Ottawa 2005.
- [4] Granlund Kaj: Langattoman tiedonsiirron peruskirja, WS Bookwell, Porvoo 2001. ISBN 951-846-091-4.
- [5] Granlund Kaj: Tietoliikennetekniikan peruskirja, Gummerrus kirjapaino Oy, Jyväskylä 2000. ISBN 952-5159-80-9.
- [6] Huhtakallio Janne, Niemi Martti, Valkola Eero: Kaupallisten (COTS-) tuotteiden hyödyntämismahdollisuudet puolustusvoimien taktisissa viestijärjestelmissä. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, julkaisusarja 3, 2000. ISBN 951-25-1147-9.
- [7] Ilmatorjuntaopas 2, Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus, Edita Prima Oy, Helsinki 2004. SAP 7610-10048456. Ohjesääntö nro: 542.
- [8] Järvinen Risto, Luostarinen Risto, Manner Jukka, Määttä Juho: Multi Interface Communications Software, opetuspaketti rajapintaharjoitus 2009, Riihimäki.
- [9] Karsikas Jarkko: Maavoimien verkostokeskeisen tiedonsiirtojärjestelmän arkkitehtuuri ja sen toteuttaminen. Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotatekniikan laitos, Julkaisusarja 1, No 28. Edita Prima Oy, Helsinki 2007. ISBN 978-951-25-1819-7
- [10] Kevyen ilmatorjuntapatterin taisteluohje. Gummerus Oy, Jyväskylä, 1985. ISBN 951-25-0342-5.

- [11] Korkiamäki Ilkka: Tetra järjestelmän sotilaalliset käyttömahdollisuudet. Tekniikan laitos, julkaisusarja 1, nro 9. Oy Edita Ab, Helsinki, 2001. ISBN 951-25-1217-3.
- [12] Kosola Jyri, Jokinen Janne: Elektroninen sodankäynti, osa 1 - taistelun viides dimensio. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, julkaisusarja 5, no 2. Edita Prima Oy, Helsinki 2004. ISBN 951-25-1554-7.
- [13] Kosola Jyri, Solante Tero: Digitaalinen taistelukenttä. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, julkaisusarja 1, Nro 13, 2. painos. Edita Prima Oy, Helsinki 2003. ISBN 951-25-1449-4.
- [14] Kohonen Juha: Tetra-, WLAN- ja WIMAX-tekniikat ALVI-joukkojen käytössä. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, pro gradu, 2 / 2006.
- [15] Kenttäviestijärjestelmäopas 1, viestikalusto M80. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. Vammalan kirjapaino Oy, 2001. ISBN 951-25-1273-Y.
- [16] Kenttäviestijärjestelmäopas 2, sanomalaitejärjestelmä. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. Karisto Oy, Hämeenlinna, 1998. ISBN 951-25-0964-4.
- [17] Kenttäviestijärjestelmäopas 3, yhtymän viestijärjestelmä YVII. Puolustusvoimien Kehittämiskeskus. Ykkös-Offset Oy, Vaasa, 1998. ISBN 951-25-0976-8.
- [18] Kenttäviestijärjestelmäopas 4, yhtymän viestijärjestelmä YVI2. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. Edita Prima Oy, Helsinki, 2003. ISBN 7610-448-7292.
- [19] Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja, Laajakaistatekniikoiden kehitys 1995-2010. [http://www.lvm.fi/filesserver/53\\_2004.pdf](http://www.lvm.fi/filesserver/53_2004.pdf), [viitattu 2.12.2008]
- [20] Optinen kuitu, Teknillinen korkeakoulu, tietoverkkolaboratorio. <http://www.netlab.tkk.fi/opetus//s38118/s98/htyo/6/> [viitattu 2.12.2008]

- [21] Optiset tietoverkot ja niiden komponentit.  
<http://users.evtek.fi/~karisv/optiv2004>, [viitattu 2.12.2008]
- [22] Puolustusjärjestelmien kehitys: Sotatekninen arvio ja ennuste 2025, osa 2.  
Puolustusvoimien Teknillinen Tutkimuslaitos. Edita Prima Oy, Helsinki 2008.  
ISBN 978-951-25-1890-6.
- [23] Puolustusvoimien määritelmärekisteri, 2008.
- [24] Prikaati 2005:n hyökkäys, Opetusmateriaali, Viesti- ja sähkötekniinen koulu,  
Riihimäki 2006
- [25] Raide Veijo: Kaupalliset järjestelmät sotilasverkoissa. Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, tutkielma, 5 / 2004.
- [26] Sviili Pekka: Taistelun kuvat 2020 – alueellisen prikaatin 2020 taistelu.  
Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos, julkaisusarja 4, nro 1 / 2005. Edita Prima Oy, Helsinki.
- [27] Teknisen kehityksen suuntalinjat, Maanpuolustuskorkeakoulu, Tekniikan laitos, julkaisusarja 4, nro 1. Edita Oyj, Helsinki, 2002. ISBN 951-25-1338-2.
- [28] Tykistön viestiliikenneohje, Lappeenranta 1986, Etelä-Saimaan kustannus Oy.
- [29] Valtioneuvoston selonteko, VNS 1/2009.  
<http://www.valtioneuvosto.fi/tiedostot/julkinen/pdf/2009/turvallisuus-ja-puolustuspoliittinen-selonteko/selonteko.pdf>, [viitattu 14.4.2009]
- [30] Vankka Jouko: opetusmoniste Viesti- ja sähkötekniinen koulu 2008
- [31] Viestiaselaji Suomessa opetuspaketti, Maanpuolustuskorkeakoulu, Täydennyskoulutus ja kehittämiskeskus, Helsinki, 2007. ISBN 978-951-25-1754-1.
- [32] Virtanen Jukka-Pekka: Alueellisten prikaatien viestitoiminnan kehittäminen.  
Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos, tutkielma 3 / 1998.
- [33] Virve 2006, opetuspaketti, Viesti- ja sähkötekniinen koulu 2008
- [34] Wikipedia, <http://fi.wikipedia.org/wiki/WiMAX> [viitattu 2.12.2008]
- [35] WiMAX Forum, <http://www.wimaxforum.org/home/> [viitattu 2.12.2008]

- [36] Yhtymän viestitoimintaopas. Puolustusvoimien Koulutuksen Kehittämiskeskus. Ykkös-Offset Oy, Vaasa, 2001.
- [37] YVI1M-alueellinen viestijärjestelmä, opetuspaketti Viestirykmentti 2008
- [38] YVI2-opetuspaketti, näyttöesitys, Viesti- ja sähkötekniinen koulu 2008

**LIITEET:**

- LIITE 1: Jalkaväkiprikaatin viestijärjestelmän M/80 ominaisuudet
- LIITE 2: YVI 1- viestijärjestelmän ominaisuudet
- LIITE 3: YVI 2- viestijärjestelmän ominaisuudet
- LIITE 4: TETRA järjestelmän ominaisuudet
- LIITE 5: WiMAX- tekniikan ominaisuudet
- LIITE 6: WLAN- tekniikan ominaisuudet
- LIITE 7: Optisen kuidun ominaisuudet
- LIITE 8: Jalkaväkiprikaatin kokoonpano  
Jalkaväkiprikaatin viestikomppanian kokoonpano
- LIITE 9: Jalkaväkiprikaatin kenttäteleverkon nykyinen rakenne  
Jalkaväkiprikaatin viestikeskusten ryhmitys puolustuksessa
- LIITE 10: Jalkaväkiprikaatin viestihenkilöstö  
Jalkaväkiprikaatin viestikalusto



## JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTIJÄRJESTELMÄ M/80 OMINAISUUDET

## Kenttälinkkikalusto FM 4E:

- radiolaite PL-70
  - o taajuusmoduloitu (FM) linkkiradio
  - o taajuusalue 430–470 MHz
  - o siirtää taajuuskanavoituja (FDM) kantataajuussignaaleja
  - o siirtokyky 4 kanavaa
- kanavointilaitte ZFGR 30309
  - o siirtokyky 4 puhe- ja 2 lennätinkanavaa taajuusmoduloituna
  - o taajuusmoduloinnilla aikaansaadaan 20 kHz:n levyinen kantataajuuskaista
- yleistä
  - o yhteysvälit 15–50 kilometriä
  - o kanavointilaitteiden välinen yhteys voidaan rakentaa myös kaapeliyhteytenä
  - o kanavissa ei voida siirtää AT-puheluja ilman erillisiä AT-välittämiä
  - o laitteisto ei sisällä salaamislaitteita, joten yhteys on aina selväkielinen



## LB- kenttäkeskus

- ABM 1031 / 1032
  - o käsivälitteinen keskus
  - o 10–24 tilaajan liittämiseen prikaatin kenttäteleverkkoon
    - tilaajajohdot voivat olla joko LB- tai AT-johtoja
    - tilaajat liitetään keskuksen parikaapeliyhteydellä tai kenttäpäänteen kautta



## Yleistä

- ABM kenttäkeskukset muodostavat jalkaväkiprikaatin kenttäteleverkon rungon
- sanomalaiteverkon rungon muodostavat alueellisten viestikeskusten perustamat sanomakeskukset
- tilaajat liittyvät viestiverkkoon joko radiolla tukiaseman kautta tai rakentamalla parikaapeliyhteyden sanomakeskukselle
- yhtymän radioyhteydet ovat joko VHF- tai HF-radioyhteyksiä

## YVI 1- VIESTIJÄRJESTELMÄN OMINAISUUDET

## Keskusaseman laitteistokokoonpano:

- TDS 200 keskus
  - o 8 TDM- porttia
  - o yhden portin kapasiteetti 30 liikennekanavaa
  - o estoton 240 tilaajan kytkentäkenttä
- RL 420 radiolinkki
  - o taajuusalue 760–960 MHz
  - o kanavaväli 100 KHz
  - o datansiirtonopeus 512 ja 1024 kbit/s
  - o lähetysteho
    - HIGH (10-15W)
    - LOW (0,1-1W)
    - AUTO (0,05-15W)
- CD 410 salaamislaitte
  - o linkkiyhteys salataan avaimella, jossa on kahdeksan nelimerkkistä ryhmää
- UCZR kanavointilaitte
  - o voi liittää samanaikaisesti 15 päätelaitetta järjestelmää
- ML2F valokaapelijärjestelmä
  - o 4 x 800m valokaapelia ilman toistinta
  - o johtolaitte mahdollistaa siirtonopeudet 256, 512, 1024, 2048 kbit/s
  - o aallonpituus 850nm



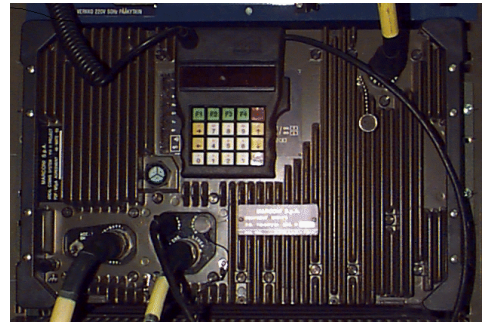
## Yleistä:

- liitännät EUROCOM- standardin mukaisia
- joustava kytkytyminen muihin järjestelmiin, DELTA - PCM- muunnin
- yksinkertainen käyttö ja ohjaus
- kapasiteetti- ja luotettavuusnäkökohtien optimointi

## YVI 2- VIESTIJÄRJESTELMÄN OMINAISUUDET

## Viestiaseman laitteistokokoonpano:

- Kenttäkeskus CD115E
  - o tilaajakapasiteetti
    - 15 analogista tilaajaa
    - 12 digitaalista tilaajaa
    - 5 DATA tilaajaa
  - o 5 monikanava porttia (2 x linkki, 3 x valokaapeli)
  - o sisäinen kanavointilaite
  - o paketti- ja piirikytkentäinen keskus
- Radiolinkki MH313/S
  - o taajuusalue 1350–1850 MHz
  - o kanavaväli 125 KHz
  - o datansiirtonopeus 512 ja 1024 kbit/s
  - o lähetysteho 20–38 dBm (0,1–6,3 W)
    - automaattinen tehonsäätö (APC)
- CD 410 salaamislaitte
  - o linkkiyhteys salataan avaimella, jossa on kahdeksan nelimerkkistä ryhmää
- ML2Fi valokaapelijärjestelmä
  - o 4 x 800m valokaapelia ilman toistinta
  - o maksimi siirtonopeus 256–2048 kbit/s
  - o aallonpituus 850nm



## Yleistä:

- voidaan liittää kiinteisiin viestijärjestelmiin (PVVV / YVV)
- liittijä yhteyksien suorituskyky 128 kbit/s
- voidaan muodostaa rajapinta ylemmän johtoportaan viestijärjestelmään
- tiedonsiirtoa haittaavat maaston peitteisyys, sääolosuhteet ja häirintä

## TETRA JÄRJESTELMÄN OMINAISUUDET

## Tekniset ominaisuudet

- taajuusalue
  - o 380–400 MHz (Viranomaisten TETRA- verkot)
  - o 410–430 MHz (Kaupalliset TETRA- verkot)
- kanavaväli
  - o 25 kHz
- kanavointitapa
  - o TDMA (Time Division Multiple Access)
    - sisältää yhdessä 25 kHz:n kehyksessä neljä liikennöintikanavaa
- tiedonsiirtonopeus
  - o yhden aikavälin maksimisiirtonopeus on 7,2 kbit/s ja yhdistämällä kaikki neljä kanavaa yhdelle käyttäjälle saadaan siirtonopeudeksi 28,8 kbit/s
- tiedonsiirtokanava
  - o ilma- ja kaapeliyhteydet
- modulointitapa
  - o vaihe-eromodulaatio ( $\pi/4$  DQPSK, Differential Quaternary Phase Shift Keying)
- lähetysteho
  - o 10-40 W (tukiasemat)
  - o 1, 3, 10 ja 30 W (tilaajaradiot)
- salaus
  - o mahdollisuus ilmarajapintasalaukseen
  - o point-to-point salaus päätelaitteiden välillä



## Yleistä

- tukee puheen- ja datansiirtoa niin piiri- kuin pakettikytkentäisenäkin
- TETRA-verkossa puhelu muodostuu nopeasti (0,3s)
- tiedonsiirtoa rajoittavat kapea 25kHz:n kaista korkea virheenkorjaus tarkkuus
- erilaiset suorakanavaominaisuudet sekä tukiasemien stand alone- ominaisuudet

## WiMAX TEKNIIKAN OMINAISUUDET

## Tekniset ominaisuudet

- taajuusalue
  - o 10–66 GHz (alkuperäinen 802.16-standardi)
  - o 2-11 GHz (laajennus 802.16a-standardissa)
- kanavaväli
  - o alikanavien kaistanleveys on 1, 25–20 MHz välillä
- kanavointitapa
  - o 256 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access)
    - 256 apukantaa, joista 192 on datan apukantaa, 8 ohjaavaa apukantaa ja 56 nollaa.
- tiedonsiirtonopeus
  - o tukiasema voi tarjota 75 Mbit/s, joka jaetaan solun käyttäjien kesken
- tiedonsiirtokanava
  - o ilma- ja kaapeliyhteydet
- modulointitapa
  - o QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)
  - o QAM
- salaus
  - o PKM (Privacy Key Management)
    - julkisen avaimen menetelmä
- dupleksointi
  - o FDD (taajuusjakoinen, joka kykenee toimimaan full-duplex tilassa)
  - o TDD (aikajakoinen, joka kykenee toimimaan half-duplex tilassa))

## Yleistä

- YVI- järjestelmien standardien ja WiMAXin yhteensovittamiseksi, täytyisi korvata kenttäkeskukset CD115E ja CPX200 esimerkiksi MPS115-keskuksilla
- WiMAX- tekniikan suurimpia etuja ovat tiedonsiirtokapasiteetti, pitkät yhteysetäisyydet ja adaptiivinen modulointi
- toisen sukupolven WiMAX2-tekniikan tavoitteena on saavuttaa 350 Mbit/s tiedonsiirtonopeus

## WLAN TEKNIIKAN OMINAISUUDET

## Tekniset ominaisuudet

- taajuusalue
  - o 2,4 GHz tai 5GHz
- tiedonsiirtonopeus
  - o 54 Mbit/s (IEEE 802.11a ja IEEE 802.11g)
  - o 540 Mbit/s (IEEE 802.11n)
  - o käytännön laajakaistasovelluksissa vain noin 6,5 Mbit/s
- tiedonsiirtokanava
  - o ilma- ja kaapeliyhteydet
- modulointitapa
  - o OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
  - o DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)
- lähetysteho
  - o 100 mW (suurin sallittu lähetysteho Euroopassa)
- salaus
  - o WEP
  - o WPA
    - autentikointi ja jonosalaus



## Yleistä:

- standardin suurimpana heikkoutena on sen rajoitettu toimintaetäisyys
- lähiverkkoihin tarkoitettuna standardina se ei sisällä määrittelyjä mobiliteetin hallintaan
- WLAN:a käytetään yleisesti sotilassovelluksissa, joista esimerkkinä yhdysvaltalainen SWLAN- sovellus
- WPA on välivaiheen tietoturvatekniikka, joka kehitettiin WEP- salauksen ongelmien paljastuttua

## OPTISEN KUIDUN OMINAISUUDET

## Tekniset ominaisuudet

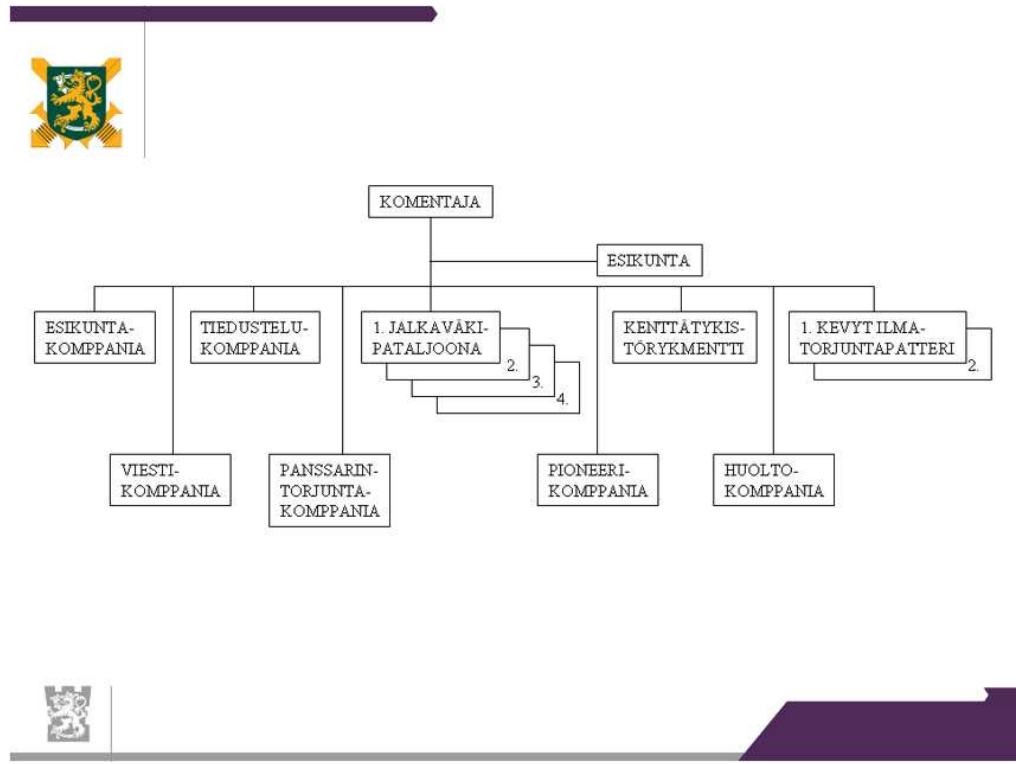
- aallonpituusalue
  - o 850 nm
  - o 1310 nm
  - o 1550 nm
- kanavaväli
  - o ~0,8 nm
- kanavointitapa
  - o WDM (Wavelength Division Multiplexing) eli aallonpituuskanavointi
- tiedonsiirtonopeus
  - o realistinen 10 Gbit/s
- tiedonsiirtokanava
  - o kaapeli
- modulointitapa
- lähetysteho
  - o -20...-5 dBm (LED lähetinkomponentti)
  - o -10...+10 dBm (laser lähetinkomponentti)
- salaus
  - o tieto liikkuu kuidussa salaamattomana



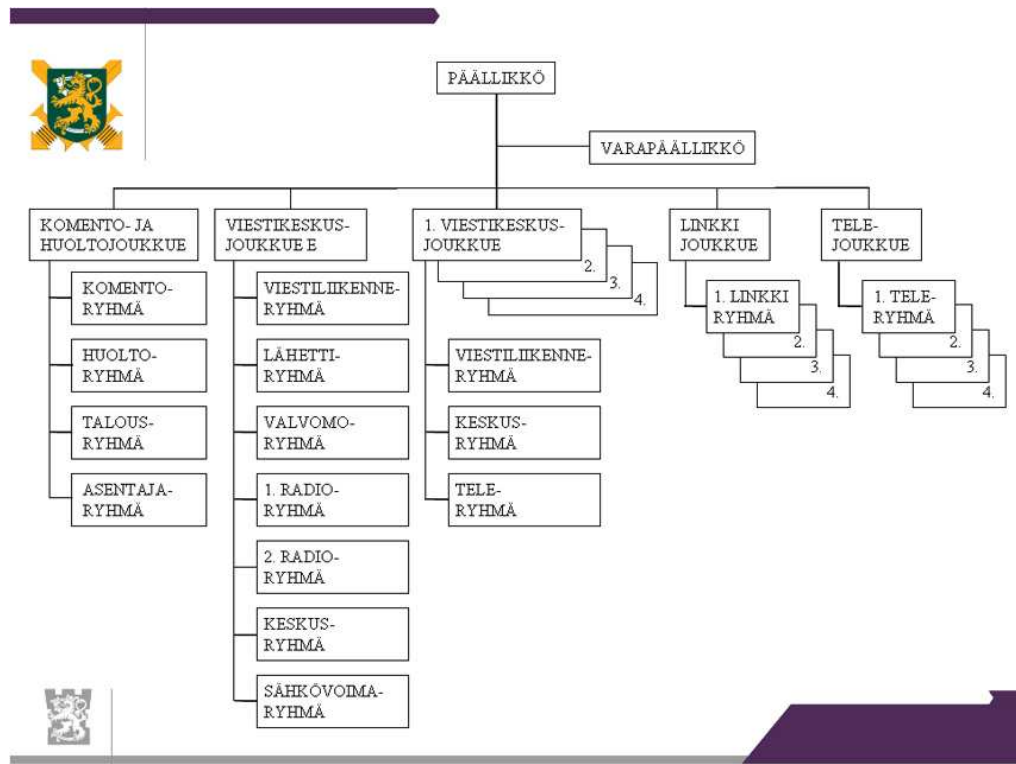
## Yleistä:

- optiset kuidut voidaan jakaa yksi- ja monimuotokuituihin
- kuitu mahdollistaa suuret tiedonsiirtonopeudet pitkillä yhteysväleillä
- tunteeton sähkömagneettiselle häiriölle
- kuitujen pieni koko ja keveys mahdollistavat itse kaapeleiden pienet koot ja kevyet rakenteet
- heikkoutena, kuten muillakin kenttäkaapeleilla, on taistelunkestävyys

JALKAVÄKIPRIKAATIN KOKOONPANO



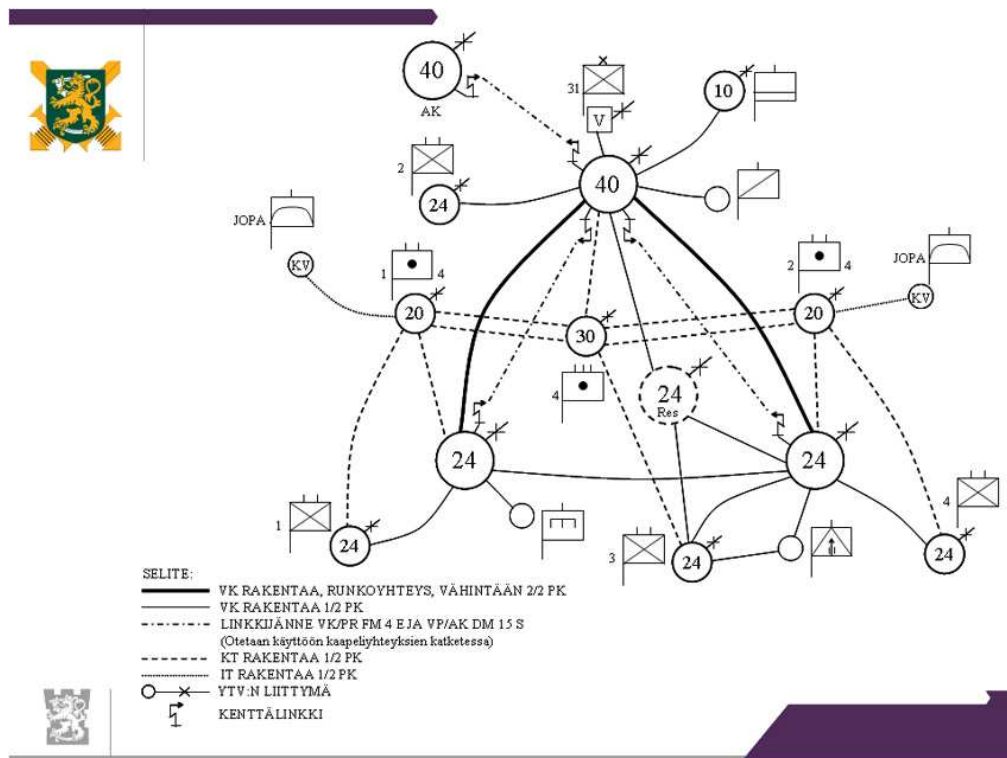
JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTIKOMPPANIAN KOKOONPANO



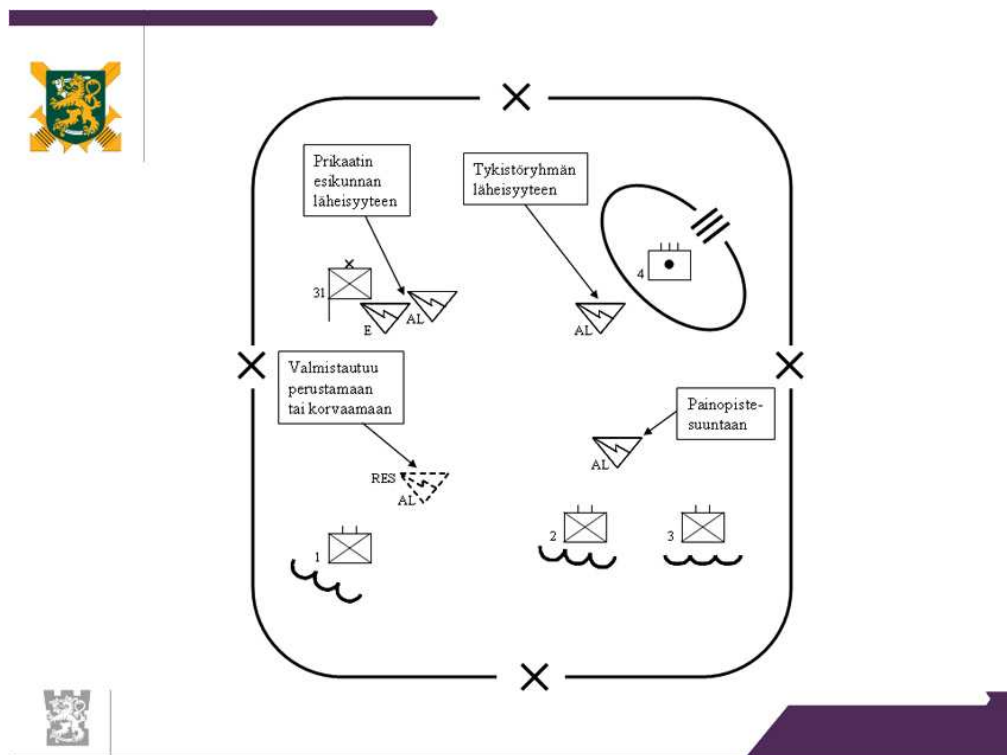
Lähde: Viestiaselaji Suomessa opetuspaketti



JALKAVÄKIPRIKAATIN KENTTÄTELEVERKON NYKYINEN RAKENNE



JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTIKESKUSTEN RYHMITYS PUOLUSTUKSESSA



Lähde: Viestiaselaji Suomessa opetuspaketti

## JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTIHENKILÖSTÖ

	Ups	Au	Mieh	Yht
Esikunta	3	0	0	3
VK	12	42	138	192
Tstlähettir/Knto- ja HJ/TiedK	0	1	2	3
1.- ja 2. Viestir/Knto- ja HJ/TiedK	0	4	6	10
Tstlähettir/Knto- ja HJ/EK/1.JvP	0	2	4	6
Tstlähettir/Knto- ja HJ/EK/2.-4.JvP	0	6	12	18
ViestiJ/Tj- ja VPtri/1.JvP	1	7	30	38
ViestiJ/Tj- ja VPtri/2.-4.JvP	3	21	90	114
ViestiJ/TjPtri/KTR	1	5	21	27
ViestiJ/E- ja Hptri/KTR	1	7	32	40
ViestiJ/E- ja Hptri/1.Psto/KTR	1	6	27	34
ViestiJ/E- ja Hptri/2.Psto/KTR	1	6	27	34
1.-3.Viestir/1.KvItPtri	0	3	10	13
1.-3.Viestir/2.KvItPtri	0	3	10	13
Kntor/Knto- ja HJ/PionK	0	1	3	4
Kntor/Knto- ja HJ/PstK	0	2	3	5
Viesti- ja liikr/Knto- ja HJ/HK	0	0	3	3
Yhteensä	23	116	418	557

## JALKAVÄKIPRIKAATIN VIESTIKALUSTO

Nimike	1.JvP	2.-4.JvP	KTR	1. ja 2. KvItPtri	EK	TiedK	PstK	PionK	VK	HK	Yht
LV 217	14	42	0	14	0	0	1	5	2	13	91
LV 317	1	3	0	8	0	11	0	1	17	4	45
LV 450	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
LV 407	0	0	0	0	0	3	0	0	4	0	7
Keskus 10-19J	2	6	4	0	0	0	0	0	4	3	19
Keskus 40 J	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
AT-vaihde	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
LB-puhelin	59	177	90	24	0	16	5	3	70	20	464
AT-puhelin	4	12	14	2	0	0	0	1	42	10	85
Parikaapeli km	84	252	150	20	0	2	6	4	155	40	713
FM 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
EK-annos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
KSL	0	0	1	0	0	1	0	0	5	0	7
Sanomalaite	29	87	19	6	0	1	1	6	20	9	178
TEMI	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3