

SODANKÄYNTI, JOHTAMINEN, VIESTIYHTEYDET JA YHTYMÄN VIESTIJÄRJESTELMÄ, YVI-, JÄÄKÄRIPRIKAATISSA

Yleisesikuntamajuri Sakari Ahvenainen

MOTTO

Kenraaliluutnantti Sir Martin Farndale, Englannin Saksassa olevan 1. Armeijakunnan komentaja totesi Ptarmiganista, Englannin armeijakuntatasan yvi:ä vastaavasta järjestelmästä: "Ptarmigan vaikuttaa valtavasti (enormous) armeijakuntatasan taisteluun, enemmän kuin voimme tällä hetkellä kuvitella. Se on ehkä globaalisen suorituskykyimme tärkein parannus tällä vuosikymmenellä."¹

JOHDANTO

Tässä tutkielmassa tarkastellaan sodankäyntiä, viestiyhteyksien merkitystä, viestijärjestelmille asetettavia vaatimuksia sekä niiden valossa jääkäriprikaatin pääviestijärjestelmää, yhtymän viestijärjestelmää, yvi:ä.

Ensimmäisessä luvussa tarkastellaan kokonaisuutta, johon viestiyhteydet liittyvät. Toisessa luvussa tarkastellaan viestiyhteyksien merkitystä ja niille asetettavia vaatimuksia. Kolmannessa luvussa tarkastellaan viestiyhteyksiä vihollisen toiminnan kohteena. Neljännessä luvussa esitellään yhtymän viestijärjestelmä ja sen ominaisuudet ja niistä seuraavat vaikutukset mm johtamiseen.

1. KOKONAISUUS

1.1 Sodankäynnin tasot: fyysinen taso, riskitaso ja tahtotaso

Sodankäynnissä voidaan nähdä kolme tasoa. Ensimmäinen on fyysinen taso (esim laitteet, maasto, aika). Toinen taso on epävarmuus- ja riskitaso. Tällä tasolla esiintyvät mm osumatodennäköisyys, epäonnistumisen riski, jne (vrt Clausewits). Kolmas taso on tahtotaso. Sieltä löytyvät mm komentajien tahdot vastakkain ja komentajan tahto oman organisaation sisällä. Tässä esityksessä keskitytään pääosin ensimmäisen, eli fyysisen tason asioihin.

1.2 Sodankäynnin fyysinen taso; väline, tiedot ja johtaminen

Fyysisellä tasolla sodankäynti perustuu kolmeen osakokonaisuuteen, jotka kaikki on oltava kunnossa yhtäaikaan. Niiden yhteisvaikutus muodostuu siis kertolaskun kautta. Jonkin tekijän ollessa nolla tai lähellä sitä, kokonaisvaikutus on nolla tai lähellä sitä, muiden tekijöiden arvosta riippumatta.

Sotilaallisessa toiminnassa on oleellista, että vastustaja voi löytää keinot jonkin em. tekijän nollaamiseen. Em riippuvuus korostaa kokonaisuuden hallinnan ja tutkimisen merkitystä.

Ensimmäiseksi on oltava tehtävän toteuttamiseksi väline. Sen on oltava riittävän tehokas mm kaluston laadun ja määrän, koulutuksen ja hengen osalta. Väline voi olla esim ase tai yhtymä.

Toiseksi on oltava tiedot välineen optimikäyttöön². Se merkitsee mm kykyä löytää välineelle oikea tehtävä ja käyttöalue. Tiedot voidaan jakaa esim doktriiniin, eli käyttöperiaatteisiin ja tilannekohtaisiin tiedustelutietoihin, eli taktiseen tilanteenmukaiseen käyttöön.

Asiaa voidaan havainnollistaa Lanchasterin kaksintaisteluyhtälöllä. Sen mukaan lukumääräinen ylivoima käyttäytyy neliöön verrannollisena.³

Oletetaan, että välineemme on suurinpiirtein tasavahva vastustajan välineen kanssa. Oletetaan edelleen, että pystymme taktisesti käyttämään välineemme, esim 100 pataljoonaa niin, että ne taistelevat lukumääräisesti puolta heikompaan vastustajaa vastaan (ylivoima eduksemme 1:2). Tällöin pystymme tuhoamaan vastustajalta 400 pataljoonaa ennenkuin voimamme, 100 pataljoonaa, on tuhoutunut kokonaan.

Jos me sensijaan joudumme taistelemaan kaksinkertaista ylivoimaa vastaan, pystymme tuhoamaan vain 25 vastustajan pataljoonaa. Optimikäytöllä, eli tässä tapauksessa paikallisen ylivoiman saavuttamisella on siis oleellinen merkitys.

Kolmanneksi on oltava kyky suunnata väline toteuttamaan oikeaa tehtävää ja pitää se suunnattuna ko tehtävään. Käytännössä se tarkoittaa lähinnä kykyä johtaa välinettä, esim yhtymää. Jos jokin em tekijöistä puuttuu tai ei ole oikeassa suhteessa muihin, koko järjestelmä ontuu.⁴

1.3 Sodankäynnin fyysinen taso: johtaminen; henkilöstö, organisaatio ja toimintamenetelmät sekä välineet

Johtaminen, joka on siis sodankäynnin kolmesta tasosta fyysisen tason kolmas tekijä, voidaan jakaa edelleen kolmeen osatekijään. Ensimmäinen on henkilöstö, toinen organisaatio ja toimintamenetelmät ja kolmas välineet.⁵ Johtamisen välineet voidaan jakaa sensoreihin, viestiyhteyksiin ja esikunnassa oleviin välineisiin.⁶

Tässä kirjoituksessa keskitytään käsittelemään sodankäynnistä suhteellisesti siis hyvin pientä osaa, viestiyhteyksiä. Lisäksi tarkastelua rajoitetaan jääkäriprikaatiin ja lähinnä sen pääviestijärjestelmään, yhtymän viestijärjestelmään, yvi:iin. Siitä pyritään esittelemään perusominaisuudet ja niiden mukanaan tuomat uudet mahdollisuudet. Tarkoituksena on vaikuttaa kokonaisjärjestelmään keskeisemmin vaikuttavaan ja vaikeimmin muutettavaan osaan eli ihmiseen. Kuvassa 1 on esitetty viestiyhteyksien liittyminen sodankäynnin kokonaiskuvaan edellä olevan tarkastelun mukaisesti.

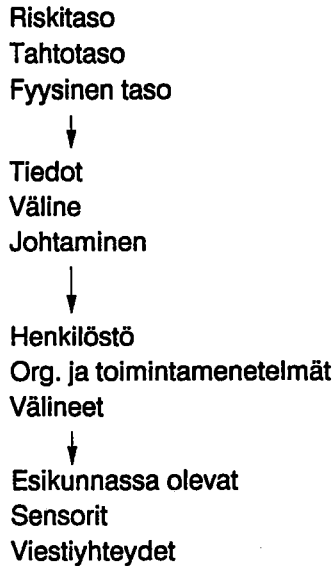
2. VIESTIYHTEYKSISTÄ

2.1 Viestiyhteyksien käytöstä

Viestiyhteyksien käyttö ei saa olla itsetarkoitus. Tämä johtuu siitä, että viestitys sisältää aina riskin. Riskin siitä, että vastustaja havaitsee viestityksen, käyttää sitä hyväkseen esim sisällön tai lähettimen paikka osalta, viivästyttää, muuttaa tai häiritsee sitä, tai harhauttaa sen avulla.⁷ Tämän ymmärtäminen on oleellista. Kun edellä mainitun ymmärtää, osaa toimia oikein. Viestitystä ei käytetä muutoin kuin pakon edessä. Asiat hoidetaan ensisijaisesti tapaamalla ja lähetein, erityisesti kauaskantoiset, salattavat asiat. Jos viestiyhteyksiä joudutaan käyttämään, käytetään sellaisia yhteyksiä, joiden säteily

Kuva 1

SODANKÄYNTI JA VIESTIYHTEYDET



leviää mahdollisimman pieneen tilaan ja aikaan. Tällaisia ovat esim valokaapeliyhteydet. Radioyhteyksillä (puheradio, linkki) on siis käytettävä aina mm pienintä tehoa, suuntaavaa antennia ja maastoestettä em periaatteen toteuttamiseksi.

2.2 Viestiyhteyksien merkityksestä yleensä

Neuvostoliiton asevoimat ovat sitä mieltä, että hyvät johtamis- ja viestijärjestelmät vähintään kaksinkertaistavat joukon tehon.⁸ Viestiyhteyksien merkitys kasvaa jatkuvasti. Tulevaisuuden taistelukentällä taistelu voi olla taistelua tiedosta.⁹

Kehityksen primäärilähde on tarve voiman keskittämiseen eli ylivoiman luonti. Se korostaa liikkuvuutta, asevaikutus- ja tiedustelualueen kasvua, yllätystä ja operaatioiden nopeutumista. Yhä useammat joukot, yhä laajemmalla alueella tarvitsevat yhä suurempaa koordinoitua yhä lyhyemmässä ajassa. Tällöin mm. viestijärjestelmien nopeus-, kantama- ja kapasiteetti- ja varmuusvaatimukset kasvavat jatkuvasti.¹⁰

Johtamisen kannalta em. kehitys tarkoittaa, että johtamiseen liittyvät toimenpiteet on pystyttävä suorittamaan yhä nopeammin, minimissään nopeammin kuin vastustaja. Toisaalta tekniikan kehitys, erityisesti elektroniikassa luo uusia mahdollisuuksia moniin em. kehitystarpeisiin. Nykyaikaisen armeijan johtaminen on erittäin riippuvainen viestiyhteyksistään.¹¹ Tästä syystä ne ovat houkuttelevia maaleja vastustajalle.¹² Liikkuvat operaatiot laajoilla alueilla eivät ole mahdollisia ilman toimivia viestiyhteyksiä.

Jokainen viivytys tai epäonnistuminen viestiyhteyksillä näkyy johtamisen, tiedustelun, asevaikutuksen, ym heikkenemisenä. Seuraukset voivat olla teknisiä, taktisia, operatiivisia ja jopa strategisia.¹³

Vaikutus korostuu operaatioiden nopeuden lisääntyessä. Tällöin esiin tullut mahdollisuus on käytettävä nopeasti hyväksi tai se menee ohi.

2.3 Viestiyhteydet ja alivoimaisuus

USA:n Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta (Defence Science Board) totesi vuoden 1976 tutkimuksessaan "Conventional counterforce against a Pac attack" (Tavanomaisin asein Varsovan Liiton hyökkäystä vastaan), että alivoimaisena on keskityttävä seuraaviin seikkoihin:¹⁴

1. Omien vähien joukkojen suojaamiseen.
2. Omien vähien joukkojen optimaaliseen käyttöön.
3. Uusien aseiden käyttöön epäsymmetrisesti edullisten tappiosuhteiden aikaansaamiseksi ja
4. Vastustajan viestiyhteyksien häirintään.

Omia joukkoja on pystyttävä käyttämään niin, että saadaan aikaan paikallinen ylivoima. Muuten omat joukot jäävät nopeasti määrällisen ylivoiman jalkoihin. Jos hyökkääjän määrällinen ylivoima on 3:1, tarvitaan 9 kertaa parempi oma väline, esim. panssarivaunu, jotta määrällinen ylivoima saataisiin tasoitettua. Tällaisen panssarivaunun rakentaminen on vaikeaa. Jos panssarivaunua vastaan käytetäänkin esim. kenttätykistöä, avautuu uusia mahdollisuuksia. Halutut edulliset tappiosuhteet voidaan ehkä saavuttaa. Kaikki em. kolme ensimmäistä käyttöperiaatetta, suojaus, optimikäyttö ja epäsymmetriset asejärjestelmät, vaativat toimivan tiedustelun ja etenkin hyvät viestiyhteydet. Neljäs periaate liittyikin siihen loogiseen päätelmään, että jos hyvät viestiyhteydet ovat meilte edullisia, niin huonot viestiyhteydet ovat hyökkääjälle epäedullisia.

Häiritsemällä esim. hyökkääjän joukkojen keskittämistä painopistesuuntaan, ne saapuvat eri aikaan ja ovat helpommin tuhottavissa ajallisesti peräkkäin. Haluttua massavaikutusta, eli ylivoimaa ei synny.

2.4 Epäsuora tuli ja viestiyhteydet

Tappioista syntyy 15% käsiaseista ja 75% sirpaleista.¹⁵ Käsiaseiden tappioihin ei voi elektronisesti vaikuttaa, koska koko tulenkäytön prosessi tapahtuu samassa tilassa ilman elektroniikkaa ja viestiyhteyksiä (ampuja).

Vaikuttamalla ylemmäksi organisaatiossa (joukkue, komppania, pataljoona), jossa ollaan jo riippuvaisia viestiyhteyksistä, voidaan tosin pyrkiä estämään em. käsiaseiden saapuminen meille epäedullisille alueille epäedulliseen aikaan.

Sirpaleisiin liittyy aina havainto... päätös... tulituskäskey... vaikutuksen seuranta-
ketju, jossa osakomponenttien välillä on tavallisesti suuriakin etäisyyseroja erityisesti pyritäessä keskitettyyn tulenkäyttöön (tulenjohtaja, tulenjohtokomentaja, tykistöpäällikkö, tykistöryhmät ja niiden patteristot). Jos eri osakomponenttien väliseen tiedonsiirtoon pystytään vaikuttamaan, vaikutetaan ko. järjestelmän tehokkuuteen. Jos epäsuoran tulen tehoa pystytään vähentämään esim 30%:ia, pienenevät tappiot 22,5%:ia.

Liikkuvissa sotatoimissa aikaa edullisen tilanteen hyödyntämiseen on vähän. Tällöin pienikin viive jossain kohtaa järjestelmää vie tehon koko tulenkäytöltä. Em. seikka korostaa viestiyhteyksien varmuutta omalla puolella ja viestiyhteyksien häirintää tai tuhoamista vastustajan puolella. Samoin se korostaa häirintää ja tulenkäytön koordinaatioita juuri niihin hetkiin, jolloin viestiyhteydet eivät saa toimia.

2.5 Bekaa 1982

Vuonna 1982 israelilaiset hyökkäsivät Libanoniin (Operaatio "Rauha Galileaan"). Pääoperaation uhkana olivat Bekaan laakson syyrialaiset joukot. Ne oli tuhottava.

Seuranneissa taisteluissa tuhottiin 20 syyrialaisesta ilmatorjuntaohjuspatterista 19, panssariprikaati sekä 70...80 torjuntalennolle lähetettyä hävittäjää. Israelilaisten tappiot olivat yksi lentokone.

Tulokseen vaikutti ratkaisevasti israelilaisten integroitu tiedustelu-, johtamis- ja asejärjestelmä, käytetty C³CM-doktriini sekä vastassa olevan vihollisen ja sen kaluston tarkka tunteminen.¹⁶

Näiden avulla he pystyivät ensimmäisen kerran sotahistoriassa suurissa puitteissa erittäin nopeaan, automaattiseen, johtamisprosessiin. Menestys perustui harhautus-, häirintä- ja tiedustelulennokkien sekä ilmassa olevien häirintä-, tiedustelu-, ja taistelunjohtokoneiden reaaliaikaiseen yhteistoimintaan.

Em toiminnasta oli seurauksena, että israelilaiset pystyivät johtamaan omaa toimintaansa ja syyrialaisilta katosivat joukot, lentokoneet ja asejärjestelmät hallinnasta kun israelilaiset aloittivat häirinnän. Häirinnän ja täsmäaseiden vaikutuksen suojassa pystyttiin tuhoamaan tehokkain ilmatorjunta ja sen jälkeen maavoimat. Osin em. johtamiskyvyn erosta johtuivat sitten yllä mainitut tappiosuhteet.

2.6 Viestiyhteydet ja ihminen sekä teksti, puhe ja kuva

2.6.1 Ihmisen tiedonkäsittelykapasiteetti ja data

Ihminen pystyy käsittelemään uutta tekstitietoa noin 20 bit/s. Se vastaa noin neljää A4 sivua tunnissa.¹⁷ Sanomalaite, jolla on erittäin pieni siirtonopeus (n. 300 nettobit/s) pystyy siis syöttämään yhdellä kanavalla tietomäärän, jonka käsittelyyn tarvitaan noin 15 ihmistä. Jääkäriprikaatissa em. yhteyksiä pystytään luomaan noin 130 linjaa tavanomaisilla sanomalaiteilla sekä keskus- ja partiosanomalaiteilla. Jos kukin yhteys on 5 km:iä, pystyy jääkäriprikaati muodostamaan em. 15 ihmisen tietotarpeen tyydyttäviä runkoviestiyhteyksiä pelkästään sanomalaitejärjestelmällä noin 650 km:iä. Viiden kilometrin solmuvälillä em. määrä kattaa noin 440 km²:n alueen. Järjestelmän hinta on suuruusluokkana noin 5...10 Mmk. Jääkäriprikaatin yhtymän viestijärjestelmään, yvi:iin kuuluu kolmetoista linkkijännettä, joissa on kussakin mahdollisuus 15, osin 30 yhtäaikaisen puhelun siirtämiseen. Jokaisessa puhelinyhteydessä pystytään siirtämään maksimissaan 16.000 bit/s.

Tällöin yhden linkkijänteen yhden kanavan kapasiteetti vastaa 800 ihmisen tiedon- siirtokapasiteettia ja yksi linkkijänne noin 12.000...24.000 ihmisen tiedonkäsittelyn tyydyttämistä. Yvi-järjestelmän hinta on suuruusluokkana 30...50 Mmk:aa ja se kattaa noin 40*40...60*60 km²:n alueen. Liittyminen on tosin mahdollista vain keskuksissa ja linkkiasemilla, koska järjestelmään ei sisälly liikkuvaa radiotilaajaa.

Ihmisen tarvitsema tietomäärä ei siis ole viestinsiirrossa kapasiteettiongelma. Edellytys on, että tällöin riittää pelkkä tekstitieto ja tieto on tiivistetty ennen viestitystä vain oleellisen sisältäväksi.

2.6.2 Puhe ja kuva

Jos halutaan siirtää ihmisen puhe, siihen tarvitaan nykytekniikalla ilman erikoislaitteita normaalisti minimissään 16.000 bit/s. Palvelukapasiteetti putoaa kanavalla siis 800-osaan siirryttäessä dataviesteistä puheelle. Tosin tällöin siirryy muuta johtajien arvostamaa tietoa mm. puhujan tunnistettavuus, puhujan mielentila, äänensävy, painotukset jne.

Jos vaatimukset kasvavat edelleen ja halutaan siirtää väylässä kuvaa (yksi kuva vastaa tuhatta sanaa!), tarvitaan siihen parhaimmillaankin ko. kanavaa (16.000 bit/s) käyttöön noin 20 sekunniksi yhtä kuvaa kohti. Eli minuutissa ko. väylällä siirretään muutama liikkumaton kuva.

Liikkuvan, televisiokuvaa huomomman kuvan siirtämiseen tarvitaan noin 2.000.000 bit/s (2 Megabit/s), eli noin 130 puhelinkanavaa á 16.000 bit/s tai noin 100.000 datakanavaa á 20 bit/s. Ko. kapasiteetin siirtämiseen yvi:n linkeillä niitä tarvitaan neljä rinnakkain. Jos kuvan liikkuvuudesta tingitään, pätkittäin liikkuvaa erikoislaitteilla käsiteltyä kuvaa voidaan siirtää jopa 64 kbit/s:n väylässä (4 yvipuhelinyhteyttä rinnan).

Em. liikkuvan kuvan siirtämiseen tarvittava jpr:n kokonaisviestijärjestelmä olisi edelleen yvi:iin verrattuna kertaluokkia kalliimpi (200...300 Mmk). Tämän tyyppistä järjestelmää ei ole missään käytössä eikä ilmeisesti suunnitteilla. Lennokkien ohjausjärjestelmiin liittyy ko. tyyppisiä suppeita, liikkuvaa kuvaa siirtäviä järjestelmiä. Israelilla on käytössään ko. kuvan siirtoon pystyviä kannettaviakin järjestelmiä.

2.6.3 Johtopäätös: Ensin hidas data

Viestiyhteyksille ja käytettävälle tekniikalle sekä luonnollisesti kustannuksille asettaa siis oleelliset reunaehdot se, minkälaista viestiä halutaan siirtää ja kuinka paljon. Eli toisinpäin tarkastellen, jos rahamäärä on rajallinen, tulee ensin tyydyttää tiedonvälitystarve hitaana datana. Sitä tulee täydentää resurssien mukaan painopisteisesti puheella ja erikoiskäytössä jopa kuvana.

On kuitenkin muistettava, että järjestelmien sovellusmahdollisuudet ovat myös suurin piirtein kapasiteetin mukaisia. Kahdella megabitillä sekunnissa (2.000.000 bit/s, liikkuva kuva) tekee paljon enemmän ja erilaisia asioita kuin 600 bitillä sekunnissa (sanla, teksti).

Tässä yhteydessä on muistettava, että ihminen on visuaalinen, näkevä olento. Silmien kautta tuleva tietomäärä on valtava ja sitä käsitellään massiivisella rinnakkaisprosessoinnilla, koulutetuilla ihmisaivoilla. Yksi kuva on varmasti tuhat sanaa! Kuvassa 2 on esitetty erilaisten tiedonsiirtotapojen vaatimia nopeuksia yllä olevan tarkastelun mukaisesti.

Kuva 2

VIESTIYHTEYDET JA IHMINEN

Teksti, puhe ja kuva

- Ihmisen tiedonkäsittelykapasiteetti 20 bit/s
- Hidas data (sanla) 300 bit/s (netto)
- Puhe 16.000 bit/s (deltamodulaatio; yvi)
- Nopea fax 9600...16.000 bit/s (20 s/kuva)
- Nopea data max 16.000 bit/s (yvi)
- Yvi-linkki 512.000 bit/s (32*16.000)
- Liikkuva kuva min. 2.000.000 bit/s
- TV-kuva 34.000.000 bit/s

2.7 Viestiyhteydet ja automaattiset sensorit

2.7.1 Esimerkki

Taistelukentälle on yhä enemmän tulossa automaattisia, tietokoneohjattuja sensoreita, jotka keskustelevat keskenään muiden automaattisten järjestelmien kanssa ilman ihmistä. Data korvaa pian puheen johtamisen pääapuvälineenä.¹⁸ Tämä merkitsee datansiirron voimakasta kasvua, ei puheen katoamista.

Esimerkiksi nykyaikaiselle suuntimolle riittää muutaman millisekunnin signaali suunnan saamiseen.¹⁹ Jos ko. suuntimoista rakennetaan mahdollisimman tehokas järjestelmä, suuntimoa käytetään yhdellä taajuudella vain minimiaika. Suuntimiskapasiteetti on tällöin luokkaa 100...1000 suuntaa sekunnissa.

Jos divisioonassa on noin 3 000 tavanomaista radiota ja niistä on kymmenesosa joka hetki taistelun aikana lähetyksellä, on divisioonassa äänessä keskimäärin 300 radiota koko ajan. Yhtä äänessä olevaa radiota kohti riittää tällöin 0,3...3 suuntaa sekunnissa. Em. suuntimiskapasiteetti riittää näin ollen kaiken kuultavan liikenteen suuntimiseen divisioonassa, jos keskimääräinen lähetysvuoro on sekuntiluokkaa.

Jos radiot ovat hyppivätaajuisia, esim. 200 hyppyä sekunnissa, on sekunnissa suunnittavana 60.000 pienoislähetettä á 5 millisekuntia. Jokaista hyppyä ei pystytä em. suuntimisnopeudella suuntimaan, mutta ei myöskään tarvitse. Riittää kun jokaisesta radiosta saadaan silloin tällöin havainto. Se saadaan esimerkiksi suuntimalla vain yhdellä taajuudella. Jokainen koko taajuusalueen hyödyntävä hyppivätaajuinen radio tulee sinne ennemmin tai myöhemmin.

Jos yksi suuntatieto välitetään eteenpäin leikkauksia varten koodaamalla siihen taajuus, suunta, aika ja mahdollisesti tarkkuuteen liittyviä lisätietoja, yhteensä noin 100 bittiä (n. 25 numeroa á 4 bittiä), tarvitaan tiedonvälityskapasiteettia suuntien leikkauskeskukseen radioiden paikantamista varten noin 100.000 bit/s (1000 suuntaa sekunnissa á 100 bittiä/suunta). Se vastaa yksinkertaistaan siis noin 5000 ihmisen tiedonkäsittelykapasiteettia. Tai noin kahden jpr:n koko sanomalaitekapasiteettia kahden pisteen välillä.

2.7.2 Automaattiset sensorit ja viestiyhteydet; tiedon hyödyntäminen

Ko. suuntimisjärjestelmä on esimerkki automaattisesta järjestelmästä erillisten laitteiden vastakohtana. Automaattisessa järjestelmässä osat (hakuvastaanotin, suuntimo, suuntien leikkaustietokone) ovat erillisiä laitteita ohjaavien tietokoneiden tasolla automaattisissa viestiyhteydessä keskenään.

Ero laitekohtaisen järjestelmän välillä raa'assa suorituskyvyssä em. esimerkissä on 30 paikannusta tunnissa (erilliset laitteet) ja vähintään 3.600...36.000 paikannusta tunnissa (automaattinen järjestelmä).

Automaattijärjestelmä tuottaa niin paljon tietoa, että kaikkea ei pystytä heti hyödyntämään. Siinä ei ole siis taltioituna vain tietoa, jota on kysytty (esim. paikanna taajuudella 40.450 Mhz:iä olevat lähetimet), vaan myös kaikilla muilla taajuuksilla paikannetut lähetimet.

Mitä em. järjestelmällä saavutetaan raa'an suorituskyvyn nousun lisäksi, eli mitä sovellutuksia kohonnut suorituskyky mahdollistaa, jos esim. jääkäriprikaatilla olisi käytössään em. kapasiteetti?

Koska em. järjestelmä pystyy lähes kaiken normaalin liikenteen suuntimiseen, sen avulla voidaan mm. seurata omia johtoportaita tai oikeammin niiden radiota ja saada esim. hälytys harhautuksesta ja häirinnästä. Jälkimmäinen perustuu siihen, että omissa verkoissa on (voimakas) lähete vihollisen puolella.

Omia verkkoja seuraamalla saadaan sellaista tietoa, joka vähentää viestiliikennettä (missä olet, oletko jo liikkeellä jne.). Harhautuksesta ja häirinnästä saatava reaaliaikainen tieto antaa heti mahdollisuudet vastatoimenpiteille. Asiantuntemusta ei tarvita jokaisella radiolla tunnistamaan häirintä ja harhautus, vaan vain yhdessä kohtaa prikaatissa, radiotiedustelujoukkueessa.

Lisäksi saadaan tilastollisia tietoja vihollisen radioliikenteen määristä eri alueilla, niissä tapahtuneista muutoksista, voidaan hälyttää omia joukkoja vihollisen toiminnasta (vihollisen radioasema lähellä tai lähestymässä) jne.

Integroidussa tietojärjestelmässä tiedot ko. lähettimistä voisivat olla omien joukkojen käytettävissä. Näin esim. selustassa oleva viestikeskus voisi asettaa elektronisen hälytysvalvonnan alueensa ympärille. Jos uusia radiolähetteitä ilmestyy 500 m:ä lähemmäs viestikeskusta, hälytetään automaattisesti viestikeskuksen johtopaikka.

2.7.3 Johtopäätöksiä automaattisista järjestelmistä

Em. esimerkin perusteella voidaan tehdä seuraavia johtopäätöksiä automaattisista sensoreista, viestiyhteyksistä ja johtamisesta:

Viestinsiirtokapasiteettia tarvitaan paljon enemmän kuin pelkkiin ihmisiin ja papeeriin perustuvassa järjestelmässä. Käytännössä se tarkoittaa, että jpr:ssa eivät riitä pelkät puheradiot ja parikaapeli tyydyttämään tulevaisuuden tarpeita.

Tietoa syntyy paljon enemmän kuin sitä pystytään hyödyntämään. Oleellista on kuitenkin, että järjestelmässä on valmiina tietoja, jotka on mahdollista saada järjestelmästä kun tiedon tarve syntyy. Edellytys on, että järjestelmä mahdollistaa ko. tiedon automaattisen hakemisen ja tiivistämisen. Tietoa on siis paljon käytettävissä. Mitä siitä käytetään, riippuu tarpeesta.

2.8 Viestiyhteydet ja johtamisen suojaaminen

Johtamisen suojaamiseen voidaan käyttää kolmea eri menetelmää: fyysistä suojausta, kätkemistä sekä menetelmiä ja organisaatiota, joilla varmistetaan johtamisen jatkuvuus myös tappioiden sattuessa.²⁰

Fyysistä suojausta tarvitaan sabotaasia, erikoisjoukkoja sekä konventionaalista ja kemiallista hyökkäystä vastaan. Kätkeminen merkitsee esikunnan ja johtajien erityispiirteiden minimoimista ja kaiken havaittavissa olevan signaalitason pienentämistä, esim. radiotaajuisten, lämpö- ja näkyvän valon säteilyn alueella. Johtamisen jatkuvuus tappioiden jälkeen edellyttää, että uudella esikunnalla on tarvittavat tiedot (ja yhteydet) käytössään. Tämä on mitä suurimmassa määrin viestiyhteyksysymys.²¹

Haasteet on ratkaistavissa hajautetulla tietojenkäsittelyllä. Se mahdollistaa taistelukestävyuden, liikkuvuuden ja joustavuuden. Ko. järjestelmässä tiedot ja toiminnot siirtyvät automaattisesti muihin solmuihin sitä mukaa kun häiriöitä syntyy. Em. periaate mahdollistaa taistelun viimeiseen tietokoneeseen.²²

Johtamisjärjestelmät on hajautettava fyysisesti ja toimitettava kentälle toiminnallisina kokonaisuuksina niin että yksittäinen vaurio ei ole katastrofaalinen.²³

Selviytyminen nykyajan taistelukentällä vaatii komentajilta ja esikunnilta korkeaa stressin sietoa ja joustavuutta käsitellä nopeasti muuttuvia tilanteita. On kehitettävä koulutusmenetelmät luoda nämä taidot ja hyödyntää uusimman tiedonkäsittelytekniikan mahdollisuudet. Myös pienten hajautettujen esikuntien käyttö yhdistettynä kykyyn siirtää johtamisvastuu johtoportaalta toiselle liikkuvissa sotatoimissa vaatii uutta koulutusta.²⁴

2.9 Viestijärjestelmille asetettavia vaatimuksia

Viestiohjesäännön luonnoksen 1987 mukaan viestijärjestelmälle asetettavien vaatimuksien perusteet ovat arvio vihollisen toiminnasta, oma toiminta, aikatekijät ja viestialan suorituskyky.

Viestijärjestelmien (C³) suunnittelukriteereinä voidaan nähdä seuraavia seikkoja:²⁵

1. on tuettava suuria tietomääriä

2. tieto on ajallisesti kriittistä
3. siirrettävät tietomäärät ovat suuria
4. tiedon yhdistelyä, käsittelyä ja vertailua tarvitaan
5. tiedon tarkkuus on tärkeää
6. tiedon yhteensopivuus on tärkeää
7. informaatio on voiman kasvattaja
8. C³-järjestelmien tulee olla taistelunkestäviä

Viestijärjestelmiltä vaaditaan tulevaisuudessa mm. seuraavaa:

1. Niiden on oltava hajautettuja (täysin samanarvoisia maaleja pieniin osiin hajoitettuna). Näin luodaan suuri maalimäärä ja samalla paljon vaihtoehtoisia reittejä sekä liittymispisteitä joukoille ja esikunnille. Näillä seurauksilla on edelleen omat seurannaisvaikutuksensa mm. radioiden tehon tarpeeseen, elektroniseen havaittavuuteen ja häiritävyyteen.

2. Niissä on oltava redundanssia, tappioiden kestoa (paljon samanarvoisia maaleja). Tämä tarkoittaa mm. että reserviä on oltava. Mitä enemmän maaleja, sen parempi taistelunkestävämpi viestijärjestelmä.

3. Niiden on oltava automaattisia, jotta mm. verkon sopeutuminen tappioihin, häirintään ja suunnittelu-, käyttö- ja laitevirheisiin olisi tarpeeksi nopeaa sekä suuren hajautetun verkon hallinta ja käyttö olisi mahdollista ja yksinkertaista. Lisäksi vain automaattisuus mahdollistaa tarvittavan nopeuden.

4. Niiden on oltava alueellisesti ja toiminnallisesti kattavia, integroituja, kaikkia aselajeja ja puolustushaaroja palvelevia alueellisia viestijärjestelmiä. Tällöin aselajien ja puolustushaarojen välinen yhteistoiminta syvällä alueella mahdollistuu, johtosuhteiden paljastuminen pienenee ja yhdistetyt resurssit mahdollistavat järkevän varmentamisen ja yleensä resurssien käytön. Lisäksi esikuntien ja joukkojen liikkuvuus kasvaa (valmis alueellisesti kattava järjestelmä), ne peittävät koko taistelunalueen syvyyden yhtenäisellä järjestelmällä (OMG-, ilmarynnäkkö- ja erikoisjoukot) ja mahdollistavat näin taistelun koko syvyydessä. Lisäksi joustava esikuntien varapaikka- ja varaesikuntajärjestelyt sekä tarvittaessa esikuntien hajautus mahdollistuvat.

5. Niiden on oltava digitaalisia. Tällöin niihin saadaan helposti salaus mukaan. Ne ovat myös ohjelmoitavia, jolloin niiden sovittaminen uusiin uhkiin, toimintaympäristöön ja kehittyviin käyttötarpeisiin ja uusiin järjestelmiin on mahdollista strategisesti ja operatiivisesti (vrt. kohta 4 resurssien käyttö). Myös eri tarpeiden (ääni, kuva, teksti data) yhdistäminen on helppoa, päästään suuriin datanopeuksiin, joita erilaiset automaattiset, tietokoneohjatut järjestelmät vaativat ja uudet digitaalisen signaalinkäsittelyn mahdollisuudet voidaan käyttää hyväksi, mm. virheenkorjausmenetelmät.

6. Niiden on oltava riittävän nopeita, varmoja ja kapasiteetiltaan riittäviä. Taistelujen liikkuvuus ei anna mahdollisuuksia kovin moniin yrityksiin, eikä pitkiin odotusaikoihin. Kapasiteetti taas mahdollistaa vaativampia sovellutuksia. Esim. tekstin sijasta voidaan lähettää kuvaa. Jos vaatimuksina on liikkuvan kuvan välitys, on järjestelmä oleellisesti erilainen kun jos vaatimuksena on lyhyiden tekstien välitys.

7. Niiden tulee olla taloudellisia, jolloin ne ovat aina kaikkien em. ominaisuuksien osalta kompromisseja.

2.10 Johtopäätöksiä

Vain automaattiset, taistelunkestävät viestijärjestelmät mahdollistavat 1990- ja 2000-luvun taistelukentällä tarvittavat nopeat tiedonsiirtomahdollisuudet laajalle alueelle ryhmitettyjen sensoreiden, kauaskantoisten aseiden, hajautettujen esikuntien ja

liikkuvien komentajien välillä. On oleellista pystyä toimimaan vastustajaa nopeammin.

Nykykaikaisen hyökkääjän tehokkuus perustuu tulevaisuudessa yhä enemmän laajoihin automaattisiin järjestelmiin. Niissä viestiyhteydet ovat oleellisia järjestelmien osien välillä. Ilman toimivia viestiyhteyksiä vastustajan teho laskee oleellisesti.

Toiminnan tehon laskiessa aloite saadaan haltuun ja sen mukana mahdollisuus ylivoimaan ja voittoon sekä pieniin orniin tappioihin. Tästä syystä vastustajan viestijärjestelmät ovat nykyaikaisen hyökkääjän keskeisiä maaleja ja omat viestijärjestelmät suojauksen kohteita.

Viestijärjestelmiä on kehitettävä osana kokonaisuutta. Aset, sensorit, doktriini, johtaminen, uhka, viestiyhteydet ja koulutus on oltava tasapainossa. Jos jonnekin jää heikkouksia, ne hyödynnetään. Tämä perustuu voimien taloudelliseen käyttöön ja resurssien rajallisuuteen. Myös meidän on hyödynnettävä mahdollisten hyökkääjien järjestelmien heikkoudet, eli alennettava ko. järjestelmien tehoa ja luotava näin edellytyksiä tavoitteidemme saavuttamiselle.

Jos nykyaikainen sotamateriaali saa toimia ilman vastatoimenpiteitä ja samalla pystytään alentamaan oleellisesti vastustajan tehokkuutta, vaikutus on dramaattinen. Se oli nähtävissä mm. Persianlahden sodassa 1991.

Em. toiminta vaatii yksityiskohtaista ja ennen kaikkea kokonaisvaltaista oman ja hyökkääjän toiminnan ja kaluston tuntemista. Kokonaisvaltaista tietoa ei hankita muutamassa vuodessa tai siirtämällä vastuuhenkilöitä kahden kolmen vuoden välein aivan muihin tehtäviin.

Ihmisten tarvitsema tiedonsiirtotarve on viestiyhteyksien kannalta helpoin toteuttaa datana. Lisäetu em. ratkaisussa on, että tieto on näin heti elektronisessa muodossa. Tällöin sitä voidaan käsitellä ja välittää koneellisesti, eli nopeasti. Vain koneellisesti, eli automaattisesti on mahdollista saavuttaa nykyajan ja etenkin tulevaisuuden taistelukentällä tarvittavan tiedonsiirto- ja käsittelyn nopeus. Puhetta ja kuvaa pystytään käyttämään vain rajallisesti.

Ihmisiin perustuvien automaattisten johtamisjärjestelmien tiedonsiirtotarve on helpohkosti toteutettavissa nykytekniikalla.

Oleellinen osa kehitystä ovat erilaiset automaattiset, tietokoneohjatut järjestelmät, jotka keskustelevat keskenään ilman ihmisen vaikutusta. Niitä tarvitaan yhä suuremman reagointi- ja operaationopeuden saavuttamiseen. Tämä kehityssuunta korostaa dataliikenteen merkitystä ja sen määrä tulee oleellisesti kasvamaan em. järjestelmien lisääntyessä. Niiden tuottama tieto ja sen hyödyntäminen vaatii yhä parempia ja laajempia viestiyhteyksiä yhä alemmas.

Oleellista tässä kehityksessä on lisäksi ja erityisesti automaattisten kokonaisjärjestelmien syntyminen. Asejärjestelmät, sensorit, viestiyhteydet, johtaminen, tiedonkäsittely ja koulutus muodostavat kokonaisuuden, jonka summa on paljon suurempi kuin sen muodostavat osat. Ko. kokonaisjärjestelmän rakentaminen on erittäin vaativa tehtävä (resurssit, tarvittava tiedon taso), mutta ilmeisesti oikotietä tarvittavaan suorituskykyyn ei ole.

3. VIESTIJÄRJESTELMÄT MAALINA

3.1 Toiminta johtamispaikkoja ja viestiyhteyksiä vastaan, C³CM

“Olemme huomanneet, että jos häiritsemme vastustajan tutkaa saamme pois vain yhden ase. Mutta jos häiritset vastustajan viestiyhteyksiä ja johtamista (C³), saat

kokonaisen arsenaalin aseita pois pelistä".²⁶ Tässä yksi näkökulma viestiyhteyksien merkitykseen.

Toimintajohtamispaikkoja ja viestiyhteyksiä vastaan on NATO:ssa ja entisessä Varsovan Liitossa organisoitu C³CM tai vastaavaksi toiminnaksi (Command, Control and Communicatios Counter Measures). Se käsittää viestiyhteyksien ja johtamispaikkojen tuhoamisen, häiritsemisen, harhauttamisen ja omien yhteyksien ja johtamispaikkojen suojauksen.

C³CM-doktriinin toteuttaminen vaatii vastustajan taktiikan tuntemista. Pelkkä viestiyhteyksien ja johtamisjärjestelmän tuhoaminen ei anna parasta tulosta, jos ei ymmärretä mitä ollaan tekemässä.²⁷

Johtajat, esikunnat ja koko johtamisjärjestelmä ovat päämaaleja.²⁸ Säteilyyhän hakeutuvat ohjukset ovat uhka tutka- ja viestijärjestelmille.²⁹

C³CM-toiminnan potentiaalisia maaleja ovat esikunnat, viestikeskukset, radioverkot ja monikanavaiset linkit. Hyökkäys (tuhoaminen) on aina ensisijainen. Sitä rajoittaa eniten kuitenkin rajalliset resurssit ja tulivoiman muu tarve. Viestiläheteeseen hakeutuvat ammuksot (vast.) pienentäisivät oleellisesti tavanomaisen tulivoiman tarvetta.³⁰

Viestijärjestelmien uhkat ovat lisääntyneet syvälläkin. Näitä ovat mm. OMG-yhtymät,³¹ erikoisjoukot, elson tehostuminen, tuholastoiminta ja lentokoneiden ja ohjusten kantomatkojen ja tarkkuuden kasvu. Eli viestiyhteydet ovat uhattuna kaikkialla ja C³CM-toiminnalle on olemassa monia toteuttamiskeinoja.³²

Koska tulivoima ei riitä, sitä on korvattava esim. häirinnällä. Keskittämällä häirintä ajallisesti ja paikallisesti, sillä saavutetaan yhdessä muiden samansuuntaisten toimenpiteiden kanssa haluttu vaikutustaso. Häirintäiskun jälkeen kapasiteetti on käytettävissä muualle, toisin kuin esim. tykistöohjukset. On siis oleellista pystyä nopeasti siirtämään häirinnän painopistettä ja löytää se aikaväli eri järjestelmistä ja johtamistasoista, jolloin tieto ei saa kulkea.

Vuoden 1973 Lähi-Idän sodassa Egyptin ja Syyrian asevoimat löysivät ja tuhosivat Israelin johtamispaikkoja 10...15 minuutin sisällä toiminnan aloittamisesta. Ko. toiminta vaikutti osaltaan merkittävästi arabien alkumenestykseen.³³

3.2 Resurssit ovat aina rajalliset

Suurvallat pyrkivät ja myös meidän on pyrittävä optimoimaan resurssien käyttö. Tämä johtuu siitä, että resurssit ovat aina rajalliset ja useimmiten kaikkien tehtävien täyttäminen annetussa ajassa käytössä olevilla resursseilla ei ole mahdollista. Toisaalta mitä tehokkaammin olevat resurssit käytetään, sitä enemmän niillä saadaan aikaan. On siis tiedettävä mikä on oleellisinta.

Seuraus em. periaatteesta, resurssien käytön optimoinnista on, että vastustajan organisaatio ja välineet pyritään selvittämään mahdollisimman tarkoin. Ko. tietojen perusteella selvitetään järjestelmän heikot kohdat ja selvitetään miten niitä vastaan voidaan tehokkaimmin toimia. Ko. järjestelmät vastustajan heikkouksien hyödyntämiseksi ovat luonnollisesti luokiteltu vähintään salaisiksi.³⁴

Jos järjestelmästä, esim. ak:n epäsuora tuli, löytyy suhteellisesti pienin resurssien hyödynnettävä heikko kohta (viestiyhteydet, keskitetty johtaminen), siihen keskitetään vastatoimenpiteet.

Järjestelmät on siis rakennettava tasapaksuiksi, eli niin että niissä ei ole heikkoja kohtia. Tehtävä on vaikea. On mm. tunnettava oma järjestelmä erittäin hyvin. Sitä on tarkasteltava kokonaisuutena, siitä on luotava malli. Mallin sisällä on pystyttävä

todentamaan eri tekijöiden vaikutus kokonaistoimintaan. Esim. pelkkä viestiyhteyksien parantaminen saattaa johtaa jopa toiminnan hidastumiseen, kun tietoa tulee liikaa.³⁵

3.3 Tavanomainen tulivoima ja viestikeskukset

Seuraavassa on suoritettu yksinkertaistettu analyysi viestikeskuksesta tavanomaisen tulivoiman maalina.

Oletetaan että jpr:a vastassa on divisioona, jolla on käytössä 10 patteristoa á 12 tykkiä. Päivän aikana se ampuu keskimäärin 10 iskuu/patteristo á 72 kranaattia á 45 kg. Tällöin sillä on käytössä divisioonatasolla 7200 kranaattia/vrk (324 tn). Tarkastellaan, minkälaisen tulivoiman se joutuu sitomaan viestikeskuksia vastaan eri tilanteissa.

Yhden 155 mm:n kranaatin sirpaleiden vaikutusala suojautumattomaan elävään voimaan on noin 400 m^2 :iä³⁶ ja säde ympyräksi yksinkertaistettuna noin 11 m:iä.

Ammuttaessa yksi kranaatti $200 \times 200 \text{ m}^2$:n viestikeskuksen alueelle, jossa on viisi viestijoneuvoa ($2 \times 5 \text{ m}^2$), sen osumatodennäköisyys on noin $(5 \times (27 \times 24)) / (40.000) = 0,081$. Jos em. alueelle ammutaan yksi patteriston isku, 72 kranaattia, ei saada yhtään osumaa 0,002 todennäköisyydellä ($(1 - 0,081)^{72}$), eli vähintään yksi osuma saadaan 0,998 todennäköisyydellä, eli varmasti. Odotusarvo osumille on 5,8 ($72 \times 0,081$). Yksi osuma maksaa tällöin 12 kranaattia (72/5,8) Jos jpr:ssa on 30 viestikeskusajoneuvoa, tulee niiden hinnaksi vastustajalle 360 kranaattia (1 osuma/ajon.). Se on 5% yhden päivän kranaateista divisioonatasalla.

Jos alueella on vain yksi viestijoneuvo, on siihen osumatodennäköisyys em. tiedoilla $27 \times 24 / 40.000 = 0,0162$. Todennäköisyys, että isku ei aiheuta yhtään osumaa on 0,31. Vähintään yksi osuma saadaan siis 0,69 todennäköisyydellä. Odotusarvo osumille on 1,17 ja yksi osuma maksaa 62 kranaattia. 30 viestijoneuvon hinnaksi tulee tällöin 1860 kranaattia. Se on 25% yhden päivän kranaateista divisioonatasalla.

Jos ajoneuvot on sirpalesuojattu, niin että 155 mm:n kranaatin vaikutussäteeksi tulee 3 m:iä, on yhden kranaatin osumatodennäköisyys keskitetyssä tapauksessa $5 \times (11 \times 8) / 40.000 = 0,011$. Iskun osumien odotusarvo on 0,79 ja 30 viestikeskusajoneuvon hinnaksi tulee noin 2700 kranaattia. Se on noin 37,5% yhden päivän kranaateista divisioonatasalla.

Hajautetussa mallissa yhden kranaatin osumatodennäköisyys on 0,0022, osumien odotusarvo iskussa 0,16 ja 30 viestijoneuvon hinta noin 13.500 kranaattia. Se on noin 187,5% yhden päivän kranaateista divisioonatasalla.

Jos viestijoneuvojen suoja on sellainen, että ne vaativat 155 mm:n täysosuman (haavoittuva ala $2 \times 5 \text{ m}^2$), ovat kustannukset keskitetyssä mallissa 24.000 kranaattia (333%) ja hajautetussa mallissa 120.000 kranaattia (1670%). Tällöin viestiasemia vastaan olisi käytettävä muita menetelmiä.

Sirpalesuojan saaminen $2 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$:n tilaan vaatii noin 20...24 m^2 :iä Kevlar-panssaria. Se maksaa noin 100.000 mk:a³⁷. Viestivälineiden hinta ko. tilassa on 500.000...1.000.000 mk:aa ja hyökkääjältä vaadittava lisäpanostus tuhoamiseen hajautetussa mallissa on noin 10.000 kranaattia á 3000 mk:aa, eli yhteensä 30 Mmk:aa. Se on 1.000.000 mk/ajoneuvo.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että suppealle alueelle ryhmitetyt viestijoneuvot (väli alle 200 m) ilman sirpalesuojaa muodostavat erittäin houkuttelevan maalin pyritäessä lamauttamaan jpr:n viestijärjestelmä epäsuoralla tulella tavanomaisin kranaatein. Ongelmaksi jää kohteiden löytäminen ja tulenjohdon järjestäminen.

Tarkasteltaessa viestikeskusta nykyaikaisen raketinheittimistön tai tykistön siroteammusten maalina, vaikutus kasvaa em. laskelmista 4...6-kertaiseksi.

3.4 Elektroninen uhka

Liikkuva sodankäynti perustuu radioaaltojen käyttöön (radiot, linkit). Tällöin ne ovat yleensä elektronisesti löydettävissä, kuunneltavissa, paikannettavissa ja häiritävissä ilmasta hyvinkin kaukaa. Ja harhautaminen on mahdollista, jos ko. viestiyhteyksiin pääsee tunkeutumaan.

Nykyaikaiset viestijärjestelmät perustuvat elektroniikkaan ja siellä mikropiireihin, mikroprosessoreihin ja erityisesti ohjelmistoihin. Tällöin niihin vaikuttavat normaalit tietokonejärjestelmien uhat, esim. virukset.

Koska miltei kaikissa johtamis- ja viestijärjestelmien laitteissa on tietokone, ne ovat kaikki virusten potentiaalisia kohteita. Taloudellisinta olisi löytää järjestelmän heikoin lenkki ja keskittää toimenpiteet siihen.

Korkealla, 20...1000 km:n korkeudessa, tapahtuvassa ydinräjähdyksessä syntyy horisonttiin asti ulottuva elektromagneettinen pulssi, EMP. Mitä herkempää elektroniikkaa laitteissa käytetään, sen todennäköisemmin ne tuhoutuvat EMP:iin. Erityisen herkkiä ovat nykyaikaisissa laitteissa yleiset mikropiirit.³⁸

Uusia, eksoottisempia uhkia ovat hiukkas- ja neutronisäteet sekä suurenergiset laser- ja mikroaaltoaset.³⁹ Niillä pyritään vahingoittamaan laitteiden sisäisiä kytkentöjä ja mikropiirejä. Ne saattavat tulla käyttökelpoisiksi vuosikymmenen puolivälin jälkeen.^{40,41}

3.5 Johtopäätöksiä

Viestiyhteydet ovat keskeinen osa nopeisiin operaatioihin suunniteltujen joukkojen suorituskyvystä. Ilman viestiyhteyksiä ko. joukkojen suorituskyky laskee oleellisesti. Tästä syystä viestiyhteydet (ja johtaminen) ovat priorisoitu maali nykyajan taistelulentäällä. Uusien viestijärjestelmien on kestettävä maalina olemista.

Viestiyhteyksien lamauttamisessa tuhoaminen on ensisijainen. Sitä rajoittaa resursien rajallisuus. Tuhoamista voidaan täydentää häirinnällä ja harhautuksella. Lisäksi häirinnällä voidaan nopeasti puuttua vastustajan viestiyhteyksiin, aiheuttaa esim. viiveitä, laajalla alueella tuntematta maalin tarkkaa maantieteellistä paikkaa.

Tuhoamiseen on käytettävissä laaja valikoima keinoja. Merkittävimmät jpr:n kannalta ovat epäsuorat, rynnäkkökoneet, taisteluhelikopterit sekä tulenjohtoon pystyvät tiedustelupartiot. Myös hekokuuljetteiset iskuosastot muodostavat uhan erityisesti erillään toimiville, muuten vaikeasti tuhottaville viestikeskuksille ja -asemille.

On siis epärealistista kuvitella, että viestijärjestelmät taistelulentäällä toimivat kuten rauhan ajan harjoituksissa, ellei niiden suojaamiseksi ole tehty merkittäviä omia vastatoimenpiteitä.

Sodan ajan tilanteissa viestiyhteyksiä tulee aina olemaan niukasti käytettävissä erityisesti silloin kun ne ovat meille ratkaisevan tärkeitä.

Tällöin varmentavat yhteydet ovat välttämättömiä ja jokainen toimiva yhteys on pystyttävä hyödyntämään. Viestijärjestelmien etuoikeusominaisuudet, eli kyky erotella tärkeää ja vähemmän tärkeää liikenne ovat silloin oleellisia. Samoin kyky kaikkien toimivien yhteyksien hyödyntämiseen. Koska kapasiteettia on vähän, tietoa on tiivistettävä kaikessa toiminnassa.

4. YVI JA JÄÄKÄRIPRIKAATI⁴²

4.1 Jääkäriprikaati ja sen viestijärjestelmä

Jääkäriprikaati on hyvän liikkuvuuden ja tulivoiman sekä lähitaistelukyvyyn omaava maavoimien perusyhtymä.

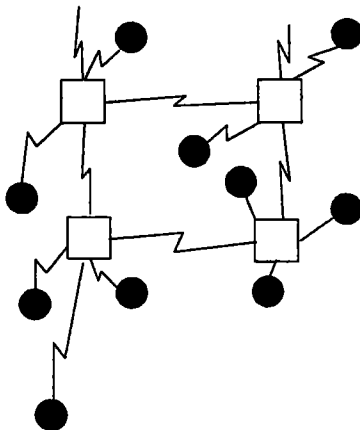
Jääkäriprikaati soveltuu hyvän operatiivisen ja taktisen liikkuvuutensa ansiosta hyökkäystaisteluun kaikentyyppisessä maastossa. Puolustustaisteluun se soveltuu suuren tulivoiman ansiosta erityisesti painopistesuunnassa sekä puolustus- ja viivytyस्ताisteluun laajalla alueella hyvän maastoliikkuvuutensa vuoksi. Siihen kuuluu komentaja, esikunta, neljä jääkäripataljoonaa, kenttätykistörykmentti sekä muita aselajiyksiköitä.

Jääkäriprikaatin viestijärjestelmä muodostuu automaattisesta kenttäteleverkosta YVI (Yhtymän Viestijärjestelmä), keskussanomalaiteverkosta (KSL; KeskusSanomaLaite), radioverkoista ja lähettiyhteyksistä.⁴³ Näistä käsitellään tässä kirjoituksessa vain yvi-järjestelmää.

Yhtymän viestijärjestelmä (yvi) on digitaalinen, automaattinen ja alueellinen kaikkia aselajeja palveleva siirrettävä ja monikanavainen viestijärjestelmä. Jääkäriprikaatin yvi:n periaatteellinen rakenne on esitetty kuvassa 3.

Kuva 3

YHTYMÄN VIESTIJÄRJESTELMÄ Periaatteellinen rakenne



Järjestelmän pääyksiköt ovat:

- ohjaus- ja valvontayksikkö, ova
- keskus (8 porttia á 30 kanavaa)
- kanavointilaite (15 kanavaa)
- linkki ja salaamislaite (siirtokyky 30 kanavaa)
- valokaapelijärjestelmä (2* päätelaite + 4 kelaá 800 m)
- virransyöttöjärjestelmä (akut, vaihtosuuntaaja, voimakone, tasasuuntaaja)

4.2 Yhtymän viestijärjestelmän ominaisuudet

4.2.1 Digitaalisuus

Digitaalisena yvi tarjoaa mahdollisuuden datan, puheen ja kuvan siirtoon samalla 16 kilobit/s:n yhteydellä. Lisäksi yhteydet ovat helposti salattavissa ja tilaajille voidaan tarjota monipuoliset palvelut. Ne ovat periaatteessa samat kuin siviilikäytössä olevissa digitaalisissa vaihteissa ja keskuksissa.

Digitaalisena mikroprosessorijärjestelmänä yvi:iin liittyy kaikki digitaalisten tietokonejärjestelmien edut ja haitat. Näitä ovat digitaalisten mikropiirien kehitykseen, tiheyden ja nopeuden kasvuun liittyvät mahdollisuudet sekä ohjelmistojen edut ja haitat.

4.2.1.1 Mikropiirien tiheyden kasvu

Digitaalitekniikassa on nähtävissä seuraava kehitys: Samaan piirikoteloon saadaan kaksinkertainen komponenttimäärä (esim. transistoreja) kahden...kolmen vuoden välein. Tämä tarkoittaa yhä pienempään tilaan mahtuvia laitteita tai/ja yhä tehokkaampia laitteita.

Kun tietyn laitteen toteuttamiseen tarvitaan yhä vähemmän mikropiirejä, se merkitsee yhä vähemmän epäluotettavia mikropiirien välisiä liitoksia ja sitä mukaa kasvanutta luotettavuutta yhä monimutkaisemmissa laitteissa. Luotettavuuden paraneminen on myös edellytys yhä monimutkaisempien laitteiden rakentamiselle.

4.2.1.2 Mikropiirien nopeuden kasvu

Piirien nopeus kasvaa jatkuvasti. Tämä merkitsee ensiksikin yhä suurempaa älykyyttä, eli yhä monimutkaisempia ohjelmia. Koska digitaalisissa viestijärjestelmissä palvelut ja järjestelmän ominaisuudet muodostuvat ensisijaisesti ohjelmista, merkitsee nopeutunut ohjelmien suoritus yhä laajempia ja älykkäämpiä palveluja. Tämä näkyy esim. Nokian digitaalisessa DX 200-keskuksessa, jossa uudet ohjelmistosukupolvet tuovat yhä uusia palveluja.

Nopeuden kasvu tekee myös uudet reaaliaikaiset sovellutukset mahdollisiksi. Jos tietyllä toimintaperiaatteella toteutettu täsmäammus vaatii 1000 miljoonaa käsken suoritusta sekunnissa yhden litran tilassa, em. täsmäammuksen tekninen toteutus on mahdollista tietyllä ennustettavissa olevalla mikropiiritekniikan nopeus- ja integraatioasteen yhdistelmällä.

4.2.1.3 Vaikutus viestijärjestelmiin

Digitaaliset viestijärjestelmät tuovat mukanaan monia muutoksia aiempiin analogisiin järjestelmiin verrattuna. Laitteiden hinnat alenevat jatkuvasti piiritekniikan kehittyessä (mikropiiri on massatuote). Samaan viestijärjestelmään voidaan helposti integroida puhe, datan ja kuvan siirto. Tehokkaat salaamislaitteet ja virheenkorjaus voidaan lisätä helposti.

Välitys (keskukset) ja siirto (linkit ja kaapelit) voidaan yhdistää samaan tekniikkaan ilman erillisiä sovitimia ja halventaa näin järjestelmän hintaa. Laitteet, liitännät ja palvelut voidaan toteuttaa ohjelmallisesti. Näin päästään joustavuuteen palveluja ja käyttöperiaatteita kehitettäessä.

Palveluiden määrän ja palveltavien määrää voidaan kasvattaa radikaalisti. Palveluiden lisäämiseksi ei tarvita ihmisten lisäämistä. Uusi palvelu on ohjelmanpätkä välitysohjelmassa ja hieman muistitilaa välitystietokoneen taulukoissa.

Käytännössä digitaalisesti toteutetut järjestelmät sisältävät lupauksen saman laitteen saamisesta yhä pienemmässä koossa tai yhä tehokkaammin ominaisuuksin samassa koossa. Yvi-järjestelmän keskuksen uusi malli mahtuu kolmasosaan edeltäjänsä tilasta. Lisäksi sen kahdeksaan porttiin on integroitu salaamislaite.⁴⁴ Edellisessä versiossa salaamislaite oli erillisenä.

Johtopäätöksenä em. kehityksestä voidaan todeta että, se mikä nyt voidaan toteuttaa vain kiinteänä strategisena järjestelmänä voidaan kymmenen vuoden päästä toteuttaa ajoneuvoasenteisena. Se mikä voidaan nyt toteuttaa ajoneuvoasenteisena on vuosikymmenen päästä kannettavana. Eli se mikä kaksikymmentä vuotta sitten oli strateginen järjestelmä on nyt kannettavana.

4.2.2 Automaattisuus

Automaattisena yvi mahdollistaa nopeat, varmat ja taistelukentän vaatimuksia vastaavat yhteydet. Nopeus perustuu mikropiiri- ja mikroprosessoritekniikan käyttöön. Yvi-keskus pystyy kytkemään 15 uutta puhelua sekunnissa.

Varmuus perustuu yhteyden muodostusvaiheessa käytettävän tulvahakumenetelmän tehokkuuteen nopeasti muuttuvissa verkoissa sekä verkossa olevien vaihtoehtoisten reittien hyödyntämiseen.

Tulvahakumenetelmä yhdessä vakionumeroinnin kanssa mahdollistaa tilaajan löytämisen verkosta aina, jos jotain kautta on yksikin yhteys olemassa. Samalla tulvahakumenetelmä mahdollistaa tilaajan vapaan liikkuvuuden verkon alueella.

Nopeusvaatimusten kasvaessa taistelukentällä vain automaatio tarjoaa riittävän nopeuden. Jos vaatimuksena on, että viestiyhteyksiä on saatava laajalla, hajautetulla alueella liikkuvien tilaajien välillä, taistelukentällä, jossa syntyy nopeasti ja yllättävästi tappioita ja jossa vastustajan päämaaleja ovat viestijärjestelmät sekä elektronisesti että fyysisesti, on automaatio viestijärjestelmissä välttämätön.

4.2.3 Tulvahakuun perustuva automaattipuhelu

Yhtymän viestijärjestelmän tärkein ominaisuus on TULVAHAKUUN perustuva automaattinen kaukopuhelu. Se mahdollistaa vapaan, tilaajalla kiinteänä pysyvän, liittymispaikasta riippumattoman puhelinnumeron. Sen perusteella tilaaja voidaan löytää verkosta ilman muuta tietoa kuin hänen puhelinnumerosa. Tilaaja löytyy AINA verkosta, jos tilaaja on liittynyt verkkoon ja tilaajalle on jotain kautta olemassa yhteys.

Tulvahaussa kaikki reittivaihtoehdot tilaajalle tutkitaan, eli jos jotain kautta on olemassa yhteysmahdollisuus, se löydetään. Tällä on ratkaiseva merkitys häirintää, vikoja, siirroista aiheutuvia katkoksia, järjestelmän osien tuhoutumista ja suunnitteluvirheitä sekä taistelukentän liikkuvuutta vastaan.

Soitettaessa tilaajalle ei siis tarvitse tietää missä kohtaa ko. tilaaja on maantieteellisesti tai mihin kohtaan viestiverkkoa ja millä liikenneperusteilla hän on liittynyt. Alueellisen taistelun epäselvissä ja nopeasti muuttuvissa tilanteissa em. ominaisuuden merkitystä on vaikea yliarvioida.

Ko. ominaisuudesta on tosin huomattava, että jos vaihtoehtoisia reittejä ei ole olemassa, ei järjestelmä voi suojautua em. vaaratilanteita vastaan. Tämä taas korostaa vaihtoehtoisten siirtoteiden luomisen ja säilyttämisen tärkeyttä verkossa.

4.2.4 Tulvahaun edut

Tulvahaulla on seuraavia etuja:

Tilaaajien etsintä tapahtuu automaattisesti. Tilaaajat voivat pitää kiinteän numeron ja säilyttää sen liikkueessaan verkossa.

Jokaisen solmun (keskuksen) tarvitsee pitää luetteloa vain omista tilaajistaan.

Tulvahaku hakee parhaan reitin eri mahdollisuuksista. Tällöin huomioidaan reitin lyhyys ja reitillä olevien keskustusten kuorma.

Tilaaajan etsintä ja puhelun reititys voidaan hoitaa samalla kertaa.

Puhelun yhdistäminen käyttää kaikkia sillä hetkellä olevia siirtoteitä, eikä ole riippuvainen etukäteen tehdyistä reititystaulukoista.

Järjestelmä kestää vikoja ja häiriöitä. Jonkun siirtotien tai keskuksen tuhoutuessa puhelu reitittyy jäljellä oleville yhteyksille. Jos yhteysmahdollisuus on jotain kautta olemassa, tulvahaku löytää sen.

Järjestelmän manuaalinen hallinta reititystaulukkojen ja kaikkien tilaajien osalta on tarpeetonta. Tilaaajakautumat voivat muuttua erittäin dynaamisesti. Tämä taas mahdollistaa viestiteknisesti hallitun, erittäin liikkuvan sodankäynnin.

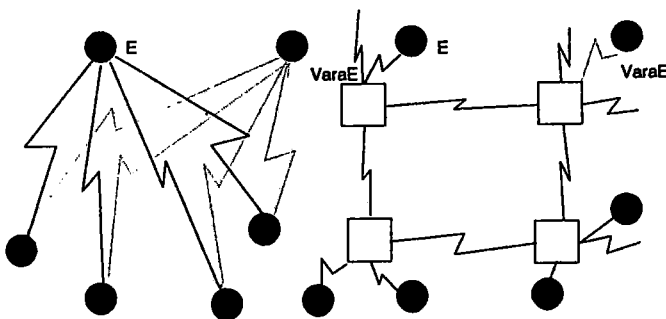
4.2.5 Alueellisuus ja integroitu kaikkia palveleva verkko

Yvi rakennetaan alueelliseksi kaikkia aselajeja ja puolustushaaroja palvelevaksi viestijärjestelmäksi. Se tarkoittaa että verkossa on koko toiminta-alueen kattaen pisteitä, keskuksia, joihin tilaajat liittyvät. Vaihtoehtona olisi järjestää yhteydet johtosuhteiden mukaisiksi, eli suoraan tilaajien välisiksi. Uudet digitaaliset viestijärjestelmät ovat yleensä poikkeuksetta alueellisia.

Alueellisessa viestijärjestelmässä viestiyhteydet kulkevat ensin tilaajilta lähimmälle alueellisen verkon liittymäpisteelle (keskukselle). Sieltä yhteydet kulkevat liittymäpisteiden välisiä runkoyhteyksiä myöten siihen liittymäpisteeseen, johon vasta-asema on liittynyt. Ko. liittymispisteeltä yhteys kulkee vasta-asemalle (kuva 4).

Kuva 4

Johtosuhteiden mukainen yhteys Yhteys alueellisen verkon kautta



Pilkutettu: Varaesikunnan vaatimat yhteydet

4.2.6 Alueellisen verkon edut

Alueellisen, kaikkia aselajeja palvelevan viestijärjestelmän etuina voidaan nähdä mm. koottu resurssien hallinta, integroitu kokonaisuus, runkoverkon ja tilaajien keskusten erillisyys, alueellinen peitto (vrt. alueellinen taistelu) sekä yhteysetäisyyksien lyheneminen.

Kun verkko palvelee kaikkia aselajeja (ja puolustushaaroja), voidaan resurssit optimoida kokonaisuutena. Varmentaminen ja reservikalusto voidaan hoitaa kootusti, samoin huolto ja koulutus. Samoin resursseja voidaan muuttuneissa tilanteissa siirtää joustavasti toimialalta toiselle. Jos järjestelmät ovat erilaisia, siirto ei onnistu tai on hyvin hankalaa. Mitä tarkemmin resurssit tulee pystyä mitoittamaan, sitä merkittävämpi em. etu on.

Varmentaminen onkin yksi nykyaikaisten viestijärjestelmien keskeisimmistä vaatimuksista. Selvitäkseen taistelukentällä viestijärjestelmien on oltava mm. hajautettuja ja varmennettuja.

Alueellisuus tarjoaa mahdollisuuden jakaa yhteiset kustannukset, esim. runkoverkko, useiden käyttäjien kesken. Digitaalisissa järjestelmissä ohjelmisto on suurin kustannus. Yleisessä televerkossa olevien digitaalisten keskusten eliniän kustannuksista noin 90% muodostuu ohjelmistosta ja siitäkin suurin osa ohjelmiston ylläpidosta.

Toisaalta viestijärjestelmien integrointi kaikkiin muihin järjestelmiin vaatii kykyä ohjelmistomuutoksiin. Monien, suppeassa käytössä olevien laajojen ohjelmistojen hallinta on taloudellisesti mahdotonta.

Kun viestijärjestelmä on alueellinen, kaikkia aselajeja ja puolustushaaroja palveleva, niin resurssit, ohjelmisto ja integroidut järjestelmät muodostavat loogisen kokonaisuuden, eli kalliille ohjelmiston ylläpidolle on olemassa edellytyksiä.

Integroidussa kokonaisuudessa ei tarvita sovittimia (viestiliikenteellisiä tai teknisiä) verkosta toiseen siirryttäessä. Tämä mahdollistaa helpon yhteydensaannin kaikkien verkkoon liitettyjen tilaajien kesken aselajista tai puolustushaarasta riippumatta koko verkon alueella. Käytännössä tämä merkitsee yhteistoiminnan ja yhdistettyjen operaatioiden edellytysten paranemista. Selviäminen ilman sovittimia (laite) tai sovitusta (ohjelmisto) merkitsee myös, että kokonaisuudesta tulee myös halvempi.

Runkoverkon (alueellinen tai kaukokeskus) ja tilaajakeskusten (esim. ake) ollessa erillisiä, tilaajakeskuksen siirtyminen ei vaikuta runkoverkon yhteyksiin. Johtosuhteiden mukaisessa verkossa pre:n siirtyminen katkaisee alajohtoportaiden väliset yhteydet tai ainakin ne joudutaan järjestelemään uudestaan (kuva 4). Alueellinen verkko vapauttaa esikunnat ja joukot siirtymään vapaasti ko. verkossa ilman vaikutuksia muiden viestiyhteyksiin.

Jos johtosuhteiden mukaisessa verkossa esikunta tuhoutuu, joutuu varaesikunta järjestämään uudet yhteydet tuhoutuneen johtoportaan alaisiin. Alueellisessa verkossa varaesikunnalla on yhteydet olemassa varsinaisen esikunnan tuhoutumisesta riippumatta koko ajan (kuva 4).

Tilaajakeskusten erillisyys johtaa mm. viestikeskukset ja koko esikunnan koon pienenemiseen, niiden elektronisen jäljen pienenemiseen, helpompaan naamiointiin ja maastouttamiseen, nopeampaan siirtoon ja pienempään maaliin.

Alueellinen peitto näkyy esikunnille mm. niin, että ne voidaan sijoittaa viestitekniisesti vapaasti koko verkon alueelle. Tämä merkitsee toimintavapauden ja mahdollisuuksien kasvua. Johtosuhteiden mukaisessa verkossa viestiyhteyden kantama asetti rajoituksia esikuntien sijoitukselle. Alueellisissa verkoissa yhteysvaatimus alaisiin on muuttunut yhteysvaatimukseksi lähimpään alueelliseen keskukseseen.

Yhteysetäisyydet lyhenevät, koska johtosuhteiden mukainen verkko jakautuu useampaan lyhyempään yhteyteen (kuva 4). Yhteyksiä ovat liittymisyhteydet lähimpään alueelliseen viestikeskukseen sekä runkoyhteydet alueellisten viestikeskusten välillä. Mitä tiheämpi alueellinen verkko on, sitä lyhyemmiksi molemmat yhteydet muodostuvat.

4.2.7 Alueellisen verkon haitat

Haittoina em. järjestelmissä voidaan nähdä mm. resurssien käytön koottu suunnitelu, turvallisuusriskit ja kasvanut kalustomäärä.

Resurssien koottu hallinta näkyy mm. tiedonsiirtotarpeena eri käyttäjien ja verkon rakentajien välillä. On tiedettävä missä verkon palveluja tarvitaan, kuinka paljon ja milloin. Yhteistoiminnan ja esikuntatyöskentelyn tehokkuuden merkitys korostuu. Resursseja ovat mm. viestiliikenteeseen liittyvät tiedot, esim. käytössä olevat numerot, kutsut ja taajuudet.

Jos esim. radiojärjestelmä ei ole alueellinen, voivat eri käyttäjät käyttää samoja kutsuja, jos taajuudet ja/tai salaamisavaimet ovat erilaiset. Alueellisessa järjestelmässä ne kaikki on hoidettava keskitetysti.

Em. suunnittelun tarpeesta johtuen alueellisten järjestelmien hallintaan järjestelmätasolla on varattava enemmän henkilöstöä ja muitakin resursseja kuin vanhoihin johtosuhteiden mukaisiin aselajikohtaisiin verkkoihin.

Jos alueellinen viestijärjestelmä saadaan nurin, menee sen mukana lähes kaikki. Vaikutusta korostaa vielä se, että yleensä uudet alueelliset verkot sisältävät keskeisiä osia ase-, johtamis-, valvonta- ja tiedustelujärjestelmistä, eli ko. järjestelmien sisäiset yhteydet sekä liittymisyhteydet muihin järjestelmiin.

Tämä asettaa vaatimuksia mm. järjestelmien kotimaisuudelle, ko. tuotannon valvonnalle, verkon varmentamiselle ja turvallisuusjärjestelyille. Toisaalta keskittymällä yhteen integroituu järjestelmään, meillä on mahdollista luoda asiantuntemus ja ylläpitää ja kehittää ko. järjestelmää niin, että on vaikea kuvitella potentiaalisen hyökkääjän pystyvän ulkopuolisella tiedolla murtautumaan järjestelmään. Sisäiset, todennäköisimmät riskit on valvottava eri järjestelmällä.

Verkon ostajan on ymmärrettävä huomattavasti syvällisemmin, mitä hän on ostamassa kuin aiemmissa järjestelmissä. Oleellista on verkon hallinta ylimmällä, strategisella tasolla.

Alueellisen verkon edut ja haitat on esitetty yhteenvedona kuvassa 5.

Kuva 5

ALUEELLINEN VIESTIVERKKO

- EDUT:
- Koottu resurssien hallinta-optimointi
- Tilaaajien yhteydet eivät vaikuta runkoverkkoon
- Alueellinen peitto
- Varmentaminen helppoa
- Lyhyemmät yhteydet
- Yhteistoiminta helppoa, ei sovittimia
- Esikunnat vapautuvat ja pienenevät
- HAITAT:
- Yhteistoimintatarve kasvaa
- Turvallisuusriskit (kaikki munat samassa korissa)
- Kasvanut kalustomäärä (joissakin tapauksissa)

4.2.8 Esimerkki alueellisesta ja johtosuhteiden mukaisesta verkosta (kuva 4)

Neljän alaisen ja johtoesikunnan välissä tarvitaan puhelinyhteyksillä neljä viestiväylää (kaapeli- tai linkkilinjaa). Jos sama verkko toteutetaan alueellisella, esim. 4 viestikeskuksen järjestelmällä tarvitaan 9 viestiväylää (4 yhteyttä alueellisten keskusten välillä ja 5 liittymäyhteyttä (1 esikunta ja 4 alaista). Kalustotarve kasvaa.

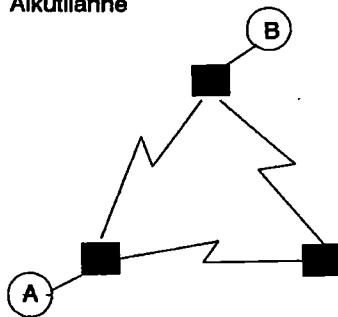
Jos em. neljän alaisen yhteydet halutaan järjestää varaesikuntaan varsinaisesta esikunnasta riippumattomilla yhteyksillä, tarvitaan samat yhteydet varsinaisesta esikunnasta ja varaesikunnasta jokaiseen alaiseen, eli 8 yhteyttä. Jos alueellisessa verkossa halutaan sama varmennus, tarvitaan lisää vain varaesikunnan yhteydet alueelliseen verkkoon, eli yksi yhteys lisää, yhteensä 10 yhteyttä.

Resurssien tarve lähestyy siis toisiaan. Mitä laajemmat yhtey- ja varmentamistarpeet ovat, sitä edullisemmaksi alueellinen verkko tulee.

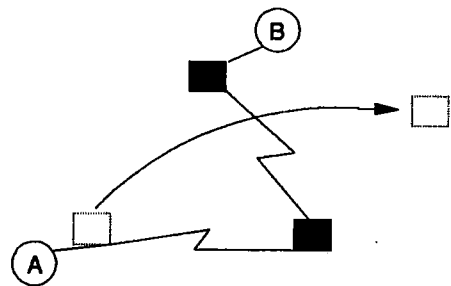
Kuva 6

VAIHTOEHTOISET SIIRTOTIET Vain 3 viestikeskusta

Alkutilanne



Jatkotilanne: Yksi viestikeskus siirtyi



4.2.9 Vaihtoehtoisisista reiteistä:

4.2.9.1 Runkokolmio

Kuvassa 6 (vaihtoehtoiset siirtotiet) on pohdittu varmentavien yhteyksien merkitystä. Lähtökohtatilanteessa tilaajien A ja B välillä on varmennetut yhteydet kaukoverkossa. Tarkastellaan kaukoverkon yhteyksien merkitystä tilaajalta A tilaajalle B.

Oletetaan, että yhden linkkiyhteyden toimimistodennäköisyys on 0,95. Tällöin se on poikki vuorokaudessa noin 1,2 tunnin ajan. Todennäköisyys, että kauko-yhteys A:n ja B:n välillä toimii, on 0,995 ($1 - 0,05 * (1 - 0,95^2)$). Se tarkoittaa, että yhteyttä ei saada kumpakaan kautta noin 0,12 tunnin ajan vuorokaudessa. Katkosaika lyhenee 10-osaan verrattuna suoraan yhteyteen 0,95-toimimistodennäköisyydellä.

Oletetaan edelleen, että yhden linkkiyhteyden toimimistodennäköisyys on 0,75. Tällöin yhteys on poikki tunnin joka neljäs tunti, eli 6 tuntia vuorokaudessa. Todennäköisyys, että kauko-yhteydet A:n ja B:n välillä toimivat, on 0,89 eli ($1 - 0,25 * (1 - 0,75^2)$). Yhteys ei toimi noin 2,64 tuntia vuorokaudessa. Katkosaika lyhenee 2,27 osaan.

Jälkimmäinen voisi olla suuntaa-antava tilanne sodan ajan tilanteessa ja edellinen sotaharjoituksessa.

4.2.9.2 Yksi kolmesta viestikeskuksesta siirtyy

Tilanne muuttuu radikaalisti yhden keskuksen siirryessä. A:n ja B:n välinen yhteys jää ilman varmentavaa yhteyttä. Todennäköisyys, että A ja B saavat yhteyden on $0,903(0,95^2)$ tai $0,56(0,75^2)$ yhden linkin toimimistodennäköisyyden ollessa vastaavasti 0,95 ja 0,75. Vastaavat katkosajat ovat 2,33 tuntia ja 10,6 tuntia vuorokaudessa. Toimimattomuusriski kasvaa 9% tai 33% yhden linkin toimimistodennäköisyydestä riippuen. Katkosaika kasvaa 19- tai 4-kertaiseksi varmennettuun verkkoon verrattuna.

4.2.9.3 Johtopäätökset vaihtoehtoista reiteistä

Em. tarkastelu on yksinkertaisin mahdollinen, mutta suuntaa-antava. Vaadittaessa korkeaa käytettävyyttä tulee resursseja olla vastaavasti. Jääkäriprikaatin yvi:ssä on oltava koko ajan minimissään kolme keskusta kiinni. Tällöin minimimäärä keskuksia on neljä. Näin siirtyminen yksi keskus kerrallaan on mahdollista. Em. tarkastelusta on syytä huomata, että se koski VAIN kaukoyhteyksiä.

4.2.10 Yvi:n palvelut

Yvi on digitaalinen mikroprosessoriohjattu puhelinjärjestelmä. Sen ydin on 240-kanavainen puhelinkekus, käytännössä kenttäkäyttöön sovellettu digitaalinen vaihe. Täten siinä on kaikki yleisessä televerkossa olevien vaihteiden ja keskusten monipuoliset palvelut. Ne jakautuvat järjestelmäpalveluihin ja tilaajapalveluihin.

Järjestelmäpalvelut vaativat ohjaus- ja valvontayksikön toimenpiteitä palvelun aktivoimiseksi. Järjestelmäpalveluja ovat:

- etuoikeudet viestiliikenteessä
- tilaajan ohjaama pakkopurku
- rinnankytkentä
- puolikiinteä kytkentä
- kuuma linja, välitön (ilman valintaa) tai viivästetty (valinta mahdollinen)
- lyhytvalinta
- kutsun ennakkosiirto (kun B-tilaaja ei vastaa tai kun B-tilaaja on varattu)
- suljettu tilaajaryhmä
- sarjaliittymä
- ennaltaohjattu neuvottelupuhelu
- ennaltaohjattu ryhmäkutsu
- lähtevien puheluiden rajoittaminen sekä
- tulevien puheluiden rajoittaminen.

Tilaajapalvelut ovat aktivoitavissa jokaisesta puhelimesta ilman ova:n toimenpiteitä, jos ko. puhelimelle on oikeudet palveluihin olemassa. Tilaajapalveluita ovat:

- tilaajan liittymisen
- tilaajan irtautuminen
- normaali puhelu
- neuvottelupuhelu
- ryhmäkutsu
- puhelun odotus
- jonotus (automaattinen tai valinnainen)
- koputus
- välilyksely (A-tilaajana ja B-tilaajana) sekä
- puhelun siirto.

4.2.10. Johtopäätökset yvi:n ominaisuuksista

Yvi:n perusominaisuudet vastaavat hyvin nykyajan taistelukentän vaatimuksia. Ne mahdollistavat nopeat, toimintavarmat ja monipuoliset yhteydet ja palvelut.

Monet yvi:n tarjoamista ominaisuuksista ovat sellaisia, joita ilman toiminta liikkuvissa sotatoimissa nykyajan taistelukentällä ei ole mahdollista. Näitä ovat tulvahaku, automaattisuus, alueellisuus, digitaalisuus sekä varmentavat vaihtoehtoiset reitit. Em. ominaisuudet tukevat erinomaisesti johtamistoiminnan varmentamista, mm. liikkuvuutta, hajautusta ja varaesikuntia.

Kuvassa 7 on esitetty yhtymän viestijärjestelmän ominaisuudet yhteenvetona edellä olevasta.

Kuva 7

YHTYMÄN VIESTIJÄRJESTELMÄ (YVI) Ominaisuudet

- Digitaalinen
- Automaattinen
- Alueellinen
- Tulvahaku
- Kiinteä tilaajanumerointi
- Kaikki yhteysmahdollisuudet hyödynnetään
- Suuri tilaajien liikkuvuus mahdollinen
- Monipuoliset palvelut
- Salattu runkoverkko
- Verkon rakentaminen nopeutunut oleellisesti
- Yhteysmäärät riittäviä myös tulevaisuudessa
- Tukee voimakkaasti etuoikeutettua liikennettä

YHTEENVETO

Verrattaessa sodankäynnin kehittyvää kuvaa, johtamisen tarpeita ja viestiyhteyksille asetettavia vaatimuksia yhtymän viestijärjestelmän ominaisuuksiin voidaan todeta seuraavaa:

Nykyaikaisen sodankäynnin vaatima nopeus ja varmuus tiedonkäsittelyssä ja välityksessä ei ole mahdollista ilman hyvin toimivia viestiyhteyksiä. Miltei kaikki sodankäynnin osajärjestelmät, ase-, valvonta-, tiedustelu- ja johtamisjärjestelmät ovat erittäin riippuvaisia viestiyhteyksistä. Tästä johtuen viestiyhteydet ovat myös keskeisiä maaleja nykyajan ja tulevaisuuden taistelukentällä. Niiden on kestettävä maalina olemista.

Yvi-järjestelmällä rauhan ajan sotaharjoitukset pystytään viemään erittäin vakuuttavasti läpi. Tämän ei pidä antaa sokaista itseään todellisuudelta. Todellisuudessa ko. järjestelmä on yksi keskeisimpiä maaleja jääkäriprikaatissa.

Yhtymän viestijärjestelmä automaattisena, alueellisena kaikkia aselajeja palvelevana integroituna viestijärjestelmänä on oikeansuuntainen. Se tarjoaa tulevaisuuden laajakaistaisille sensoreille, ase-, johtamis- ja valvontajärjestelmille laajahkon tiedonsiirtokapasiteetin aina pataljoonaan asti. Edellytyksenä on, että 16 kbit/s:n nopeus pystytään käyttämään hyväksi.

Sensijaan keskusten pieni lukumäärä ja linkit ainoana siirtotienä eivät periaatteiltaan riitä lähitulevaisuuden taistelukentällä. Järjestelmää on pystyttävä hajauttamaan ja suojaamaan jatkossa paremmin. Keskitetyistä osista on päästävä eroon ja nykyisille

linkeille on saatava vaihtoehtoinen siirtotie. Myös viestiajoneuvojen taistelunkestävyyttä on parannettava esim. sirpalesuojalla.

Yvi:n liikkuvuutta on parannettava sekä keskusten että tilaajien osalta. Liikkuva tilaaja puuttuu yvi:stä tällä hetkellä kokonaan. KSL-verkolla on pyritty korvaamaan ko. puutetta.

Suuri kysymysmerkki on ohjelmistoon liittyvät strategiset päätökset. Tuleeko meidän tietää pitkällä tähtäimellä mitä suorituskyvyn kannalta keskeisimpien järjestelmiemme ohjelmistoissa on? Tuleeko meidän pystyä ko. ohjelmistojen muokkaamiseen, niin että ne voidaan sopeuttaa ase-, johtamis-, valvonta- ja tiedustelujärjestelmiimme vai kehittämmekö ko. järjestelmiä olevien viestijärjestelmien rajoitusten mukaan?

Tulevaisuuden viestijärjestelmiä ei voi kehittää osina. Ne muodostavat laajan kokonaisjärjestelmän, jonka strateginen, ylimmän tason hallinta on oleellista. Viestijärjestelmät ovat edelleen vain osa kokonaisuudesta. Viestiyhteyksien merkitystä korostaa kuitenkin se, että ne toimivat muita järjestelmiä ja niiden osia yhdistävänä "liimana".

Johtamisjärjestelmiä kehitettäessä on tietoa pystyttävä tiivistämään kaikissa toiminnissa ja viesteillä on oltava etuoikeusmerkintä. Viestijärjestelmien on pystyttävä hyödyntämään kaikki toimivat, normaalikapasiteettia huomattavastikin pienemmät siirtotiet.

Taloudelliset mahdollisuudet ja integroidun, alueellisesti kattavan perusviestijärjestelmän tarve korostavat dataviestitystä. Sitä täydennetään painopistealueilla (jprt) resurssien sallimissa rajoissa vaatimukset täyttävillä puheen ja kuvansiirtoon pystyvillä järjestelmillä.

Yvi:n suojaaminen ja varmentaminen on monessa mielessä välttämätöntä. On tutkittava yksityiskohtaisesti mistä uhka ko. järjestelmälle muodostuu, mitkä tekijät vaikuttavat uhkaan ja mitä suojaamismahdollisuuksia on olemassa.

Vain kokonaisuus hallitsemalla (omat ja vastustajan järjestelmät) on tulevaisuuden taistelulentällä tarvittava suorituskyky ja erityisesti nopeus mahdollista saavuttaa.

LÄHDEVIITTEET

- 1 J Girodet "C³I, Ground, Part 2: Tactical Communications" Defence and armament heracles international no 67 November 1987 s. 26
- 2 P Kurenmaa: "Sotilaallinen uhka tulevaisuudessa ja vaateita puolutuksellamme" Tiede ja ase 1990 s. 16
- 3 C A Fowler: "The Defence Science Board's Work in C³ and Related Areas" Signal Nov 1985 s. 26
- 4 K Perkins: "Weapons and Warfare"s. 234
- 5 Ibid s. 237
- 6 Ibid s.243
- 7 F J Ricci: "U.S Military Communications" s. 5
- 8 H E Soyster:" The Soviet Threat to C³" Signal, June 1989 s. 55
- 9 D B Cargill: "Preparing for Information Warfare" Signal, June 1989 s. 32
- 10 F J Ricci s.6-7
- 11 K Perkins s. 246
- 12 R F Giordano: "Tactical C³: The key to tomorrow's battle" Journal of electronic defence, February 1989 s. 38
- 13 B Dary ym: "Perestroika and the new military doctrine" Ranskan Sotakorkeakoulun tutkimus s. 19
- 14 C A Fowler s.26
- 15 H Liikenen: "Olisipa miehilläkin liivit" Sotilasaikakauslehti 2/91 s.102
- 16 F E Littlebury:"Invisible Combat: C³CM" s. 30-32
- 17 R Grabau: "Sechs Dimensionen des Kriges" Soldat und Technik 6/1986 s. 336
- 18 L M Childs:"Army C² and the Future" Signal, June 1989 s. 34
- 19 U Ullich-W Horn: "Aktuelle und zukunfuge Systeme der Fernmeldeaufklärung" Wehr technik 19 s. 52
- 20 K Perkins. s. 258

- 21 Ibid. s. 258
22 L A Skantze: "Projekt Forecast II; A Glimpse at Tomorrow's C³I" Signal, July 1986 s. 33
23 Ibid s. 33
24 K Perkins: s. 266
25 M Rockwell: "Tactical C³ for the Ground Forces" s. 206
26 R H Pettit: "Communications Jamming in Today's Electronic Warfare" International Countermeasures Handbook 1985 s. 306
27 F E Littlebury: s. 1
28 K Perkins: s. 258
29 Ibid s. 255
30 R Bell: "Counter C³ in the Tactical Land Battle" Journal of electronic defence, May 1985 s. 47
31 J Vuohelainen ym: "Suurvaltojen maavoimien operaatiotaito ja taktiikka 1990- luvulla" Tiede ja Ase 1989 s. 60
32 B Bowen: "The commanders imperative - Communications in the Battle Area" Nato's Sixteen Nations, October 1986 s. 66
33 W L Mundie: "EW and CP Survivability" Army Communicator Fall 1982 s.17
34 B Dary ym s. 20
35 K Perkins s. 259
36 Pääesikunta: "Todennäköisyys ja ampumaopin perusteet" s. 106
37 Suunnittelupäällikkö S Nurminen: Sisu Defence 13.6.1991
38 G K Soper, K F Casey: "Understanding the EMP Threat" Defence Electronics, November 1987 s. 156-
39 C Castro: "The Evolution of High-Power Microwave" Defence Electronics, September 1990 s. 82
40 R H Williams: "Computer Warfare Weapons are Target of Researchers" Signal, February 1991 s. 43
41 L H Perroots: "Soviet Beam Weapons are Near Tactical Maturity" Signal, March 1990 s. 37
42 Harjoitusvahvuudet A1 s.3:1
43 Viestikoulun luento 16. 4. 1991: "Jp:n viestitoiminta" s.1
44 Defence Electronics and Computing (Supplement to IDR 9/1989) s. 104