

SODANKÄYNNISTÄ, ELEKTRONIIKASTA JA ELSOSTA

Yleisesikuntaeverstiluutnantti Sakari Ahvenainen

Motto: On hyvin tunnettua, että teetpä mitä tahansa, ellet ymmärrä sen todellisia olosuhteita, sen luonnetta ja liittymistä muihin asioihin, et pysty tietämään sitä hallitsevia lakeja, etkä tietämään miten tehdä se, etkä pysty tekemään sitä hyvin.¹

Tämä esitys käsittelee sodankäyntiä, elektroniikkaa ja elektronista sodankäyntiä (elsoa), niiden ominaisuuksia, kehityssuuntia ja keskinäisiä suhteita.

Aineistossa esitetään amerikkalaista ja venäläistä käsitystä sodankäynnin uudesta suunnasta ja pohditaan elson osuutta siinä.

Aineisto liittyy pääosin amerikkalaiseen järjestelmään, koska siitä on olemassa runsaasti julkista aineistoa. Venäjällä pyritään myös samansuuntaiseen kehitykseen.

Ensimmäisessä luvussa esitetään eräs näkemys sodankäynnistä, sen peruspiirteistä ja kehityssuunnista.

Toisessa luvussa keskitytään tekniikkaan ja erityisesti elektroniikkaan ja siellä vielä mikropiireihin, mikroprosessoreihin ja ohjelmistoihin ja niiden sodankäyntiä muuttavaan luonteeseen.

Kolmannessa luvussa käsitellään elektroniikan vasta-asetta, elektronista sodankäyntiä, elsoa, ja siihen liittyviä asioita.

Johtopäätökset on esitetty luvussa neljä.

1. Sodankäynnistä

Tässä luvussa käsitellään sodankäynnin eräitä yleispiirteitä pääosin elektronisen sodankäynnin pohjaksi. Käsiteltäviä osakokonaisuuksia ovat:

- mitä sodankäynti voi olla tavanomaisesti nähtynä
- mitä sodankäynti voi olla muuta
- sodankäynnin peruselementeistä
- sodankäynnin muutoksia tulevaisuudesta
- sodankäynnin pysyviä elementtejä tulevaisuudessa ja
- sodankäynnin yleiset ulottuvuudet.

1.1. Mitä sodankäynti on tavanomaisesti nähtynä ?

Sodankäynti on "perinteisesti" nähtynä mm valtion, kansan ja armeijan kolmiyhteys, elämän ja kuoleman kysymys, kaksintaistelu, politiikan jatkamista toisin keinoin, vaaraa, ponnistusta, epävarmuutta ja sattumaa, sekä kaikkien keinojen käyttämistä vastustajan lyömiseksi.

Sota on valtion, kansan ja armeijan muodostama kolmiyhteys. Näiden kolmen tekijän yhdistelmä on viimeiset 300 vuotta ollut yksinoikeutettu sodan edustaman väkivallan käyttöön. Muiden yhdistelmien tai tekijöiden väkivalta ei ole ollut "oikeutettua".²

Sodankäynti on politiikan jatkamista toisin keinoin. Sota ei ole koskaan erillistä, vaan politiikan instrumentti.³

Sota on elintärkeä valtiolle, elämän ja kuoleman kysymys, tie säilymiseen tai tuhoon. Sen huolellinen tutkiminen on välttämätöntä.⁴

Sodan ilmasto muodostuu neljästä elementistä: vaara, ponnistus, epävarmuus ja sattuma.⁵

Sodan ydin on kaksintaistelu. Sota ei ole mitään muuta kuin suuri kaksintaistelu. Sota on voimankäyttöä vastustajan pakottamiseksi tahtoomme. Sota on niin vaarallista toimintaa, että virheet jotka syntyvät kiltteydestä ovat pahimpia.⁶

Sodankäynnin tavoitteena on vastustajan tahdon ja rakenteen tuhoaminen käyttämällä koordinoitusti tulta ja liikettä, yllätystä, uskallusta, harhautusta, logistiikkaa, motivaatiota, elektronista sodankäyntiä, tietoa taistelukentästä tai mitä tahansa keinoa, jota ne hallitsevat.⁷

Sodankäynnin perusongelma on ollut ja tulee olemaan miten saavuttaa taisteluvoiman käytössä toiminnan yhtenäisyys kontrolloimalla turvatus massa liikkeellä tavoitteen saavuttaminen.⁸

Hyvä kokonaisnäkemys sodankäynnistä on esitetty liitteessä 1 saksalaisessa kenttäohjesäännössä vuodelta 1936.

1.2. Mitä sodankäynti on muuta ?

Sodankäynti voi olla myös voiman mittaamista, kulttuurivälisen törmäyksen tuote, pelien peliä tai "vain" sukupuolten roolikäyttäytymistä.

Sota on kiistaa voiman mittaamisesta. Tasapainon todellinen jakautuma ei ole oleellinen. Oleellista on miten valtioiden johtajat ajattelevat, että se on jakautunut.⁹

John Keagan on esittänyt teoksessaan "A History of Warfare", että kulttuuri määrittää suuresti ihmisten käyttäytymistä. Hän väittää, että sota on kulttuurivälisen törmäyksen tuote. Siis onko sota politiikan jatke vai kulttuurin tuote?¹⁰

Tällä voi olla merkitystä silloin kun pyritään vaikuttamaan kulttuurilliseen sodankäyntiin poliittisen sodankäynnin näkemyksen mukaisesti tai päinvastoin.

Globaalisen yhtenäiskulttuuri luominen poistaisi em näkemyksen mukaan sodankäynnin, koska ei ole kahta kulttuuria, jotka voisivat törmätä toisiinsa.

Samoin länsimaisen demokratian leviäminen poistaisi ainakin ko valtioiden väliset sodat.¹¹

Sodankäynti voidaan nähdä myös pelien pelinä, elämää ääriajoilla. Vain se antaa täyden mahdollisuuden mitata omaa voimaa toista yhtä voimakasta vastustajaa vastaan, ilman mitään rajoitteita. Tämän "pelin" panokset tekevät siitä vakavan, jopa jalon.¹²

On myös esitetty, että kulttuurin näkemys sukupuolten käyttäytymisrooleista voi olla sodankäynnin takana. Maailmassa on kolme heimoa, Uudessa Guineassa, Himalajalla ja Kongossa, jotka eivät tunne sodankäyntiä, mutta aseet kyllä.

Niillä on yhteisenä piirteenä, sodankäynnin puuttumisen lisäksi, konkreettisen nautinnon korostuminen, syöminen, juominen, nauru ja seksi. Miespuolinen urheutta ja aggressiivisuutta korostava luonne puuttuu kokonaan. Sukupuoliero on "vain" nautinnon lähde, ei urheutta vaativa rooli.¹³

Päästääkö sodasta siis eroon vasta kun nautinnot on nostettu työnteon ja urheuden tilalle yhtenäisessä maailmankulttuurissa ?

Tässä kirjoituksessa sodankäyntiä käsitellään kuitenkin luvun 1.1. mukaisena "tavanomaisena", valtioiden välisenä sodankäyntinä.

1.3. Sodankäynnin peruselementeistä¹⁴

Sodankäynnin peruselementit ovat tavoite, välineet ja johtaminen (control).

Tavoitteeseen vaikuttavat haluttu vaikutus, tappion seuraukset ja käytössä olevat välineet.

Käytössä olevat välineet jakautuvat massaan, liikkeeseen ja suojaan.

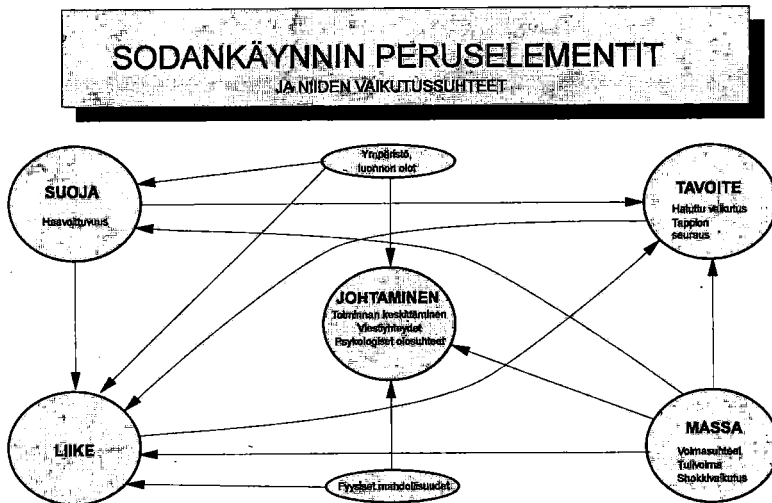
Massaan vaikuttavat vastakkain olevat massat, tulivoima, shokkivaikutus ja suoja.

Liikkeeseen vaikuttavat tavoite (suunta), massa, fyysiset mahdollisuudet (lihas, kone), suoja ja luonnon olosuhteet.

Suojaan vaikuttavat oman ja vihollisen massa, mukaan luettuna naapuri- ja tukiyksiköt, haavoittuvuus (lihas, kone) ja luonnon olosuhteet (etäisyys ja suoja).

Johtamiseen vaikuttavat toiminnan yhtenäisyys¹⁵, viestiyhteydet, fyysiset mahdollisuudet (lihas, kone), psykologiset ja luonnon olosuhteet sekä massa.

Kuvassa 1 on esitetty em riippuvuuksia graafisesti.



Lähde: E S Johnson: "A Science of War"
Review of Military Literature June 1934 s.91 - 125 ja 140-41

Kuva 1

1.4. Sodankäynnin muutoksia tulevaisuudesta

Sodankäynnin tulevaisuudessa:

- valtioiden välinen sota voi poistua/vähetä ja tilalle tulla rikollisuus, terrorismi, yms
- korostuu ei-tappavien menetelmien ja erikoisjoukkojen käyttö
- korostuu tahdon, johtamisen ja tiedon merkitys
- korostuu kansainvälisen joukkotiedotuksen ja psykologisen sodankäynnin merkitys
- tekniikka on synnyttämässä uuden, kuudennen sukupolven sodankäynnin tai "Sotateknisen vallankumouksen".

1.4.1. Valtioiden välinen sota poistuu ?

Sodankäynti kehittyneiden valtioiden välisenä organisoituna konfliktina voi olla ohi. Kuitenkin väkivaltaa puhkeaa edelleenkin kehittyneiden ja alikehittyneiden valtioiden sisällä, luoden aseellisten konfliktien tilanteita, joiden erottamisen sodasta on mahdotonta.¹⁶

Suuri muutos on siis sodankäynnin kolmiyhteyden, valtion, kansan ja armeijan, rikkoutuminen ja muiden sodankäynnin yhdistelmien syntyminen.

Syntyy konflikteja, joissa toinen osapuoli ei ole valtio ja joissa käytetään aseita. Tällä hetkellä (1994) käynnissä olevat 20 - 25 konfliktia ovat tällaisia. Kehittyneiden valtioiden poliittisilla eikä sotilaallisilla johtajilla ole aavistustakaan miten tällaisia sotia tulisi

käsitellä. Heidän täytyy muuttaa tapojaan, ottaa uudet realiteetit vakavasti tai nämä sodat nielevät lopulta heidät.¹⁷

Maailmassa on tällä hetkellä 42 yksityistä armeijaa pääosin Afrikassa ja Aasiassa. Ne muodostavat merkittävän uhka organisoiduille valtioille.¹⁸

Laajana trendinä on esitetty, että tavanomaiset joukot ovat käytettäviä vain, jos ne hyödyntävät strategista yllätystä luodakseen ennaltaehkäisevän asetelman. Tällaisessa toiminnassa erikoisjoukot muodostavat toiminnallisen, mutta ei määrällisen painopisteen.¹⁹

1.4.2. Rikollisuus, terrorismi tulevat lisäksi ?

Kansainvälinen rikollisuus on yksi valtioiden ulkopuolella ja yhtäaikaan niiden sisällä oleva mahdollinen ja hyvinkin todellinen uhka.

Rikollisten kyky kerätä "suojelurahaa" yksityisiltä ihmisiltä ja yrityksiltä kertoo niiden olevan "verotuksellisesti" täysin valtion tasolla ja samalla sen ulottumattomissa.

Toisaalta se, että valtio ei pysty täyttämään perusfunktioitaan, eli kansalaistensa hengen ja etujen suojelemista ko suojelurahavaltioissa kertoo siitä, että rikollisuus on valtion todellinen uhka siten kun Creveld on yllä esittänyt (ks luku 1.4.1, viite 17).

Sota on ymmärrettävä uudella tavalla, ei pelkästään valtioiden välisenä vaan myös valtion ja muiden organisaatioiden välisenä "vaikuttamiskamppailuna".

Mm Algeriassa on kuollut hallituksen ja ääri-islamilaisten välisissä "väkivaltaisuuksissa" 1992-94 arviolta 4000 ihmistä.²⁰ Ko tilanteissa armeijan ja poliisin roolit lähenevät ja sekoittuvat toisiinsa. Jos vakinaisen armeijan tehtäviin liittyy ko tyyppistä toimintaa se merkinnee ammattiarmeijan korostumista.

"Peloista pahin" on joukkotuhoase, esim ydinase terroristien tai kansainvälisen rikollisuuden käsissä. Saksan valtiota oli kiristetty vuonna 1992 jo kahdesti ydinaseella. Toistaiseksi ko kiristykset ovat olleet huijauksia.²¹

1.4.3. Pehmosota ja erikoisjoukot

USA:ssa on keskusteltu myös ns. pehmosodasta (Non-lethal warfare). Sitä käytäisiin ei-tappavilla aseilla kuten laser- sokaisulla ihmisiin ja laitteisiin, kemiallisilla ei-tappavilla aseilla, infraäänillä, suurtehoisilla mikroaltoaaseilla.²² Muita mahdollisuuksia ovat mm ohjelmistovirukset ja vaateisiin ym liimautuva tahma- ase.²³

Tavoitteena on välttää ihmisiin, infrastruktuuriin ja ympäristöön tavanomaisessa sodassa syntyvät suuret ja korjaamattomat tappiot. Ne yleensä synnyttävät ihmisiin voimakkaita tunteita, jotka ruokkivat jatkossa hyökkääjälle epäedullista toimintaa joko ko sodassa, sen jälkeen kohdemaassa tai muualla.

Teknologian ja tahdon korostuminen sodankäynnissä korostaa myös erikoisjoukkoja. Teknologia, mm häivetekniikka kuljetusvälineissä ja aseissa, reaaliaikaiset tiedusteluvalvonta- ja johtamisjärjestelmät, ohjelmistoihin vaikuttavat keinot, mm virukset, psykologinen sodankäynti joukkotiedotuksella ilmasta tai avaruudesta, uudet kemialliset, biologiset²⁴ tai elektroniset, ei-tappavat asecet tai täsmäaseet ja niiden maalinosoitus antavat pienille, ammattimaisille erikoisjoukoille uusia mahdollisuuksia.

Eriyisesti jos maalina eivät ole vastustajan sotavoima yleisesti, vaan keskeiset järjestelmät, pistemaalit asevoimien ja siviiliyhteiskunnan infrastruktuurissa ja johtamistoiminnassa.

1.4.4. Johtamissodankäynti²⁵

Elso ja johtamissodankäynti on määritetty USA:ssa uudelleen. Siihen on kolme syytä. Ensinn Persianlahden sodassa 1991 saadut opetukset, toiseksi tarve tehdä elso enemmän

merkittäväksi sodanjohtajille ja kolmanneksi tarve yhdistää hyökkäyksellinen, elso kiintämmiin sodankäyntiin.

Command and Control Warfare (C²W) on määritelty integroiduksi kokonaisuudeksi jonka muodostavat operatiivinen turvallisuus, sotilaallinen harhautus, psykologiset operaatiot, elso ja fyysinen tuhoaminen. Ko tekijät on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2

Niitä tukevat tiedustelu, vastustajan johtamisen heikentäminen ja tuhoaminen sekä informaation ja vaikutuksen kieltäminen. Omaa johtamista on samanaikaisesti suojattava. C²W on sekä hyökkäyksellinen että puolustuksellinen.

Jokaisella johtamissodankäynnin osa-alueella on oma selvä suorituskykyä parantava vaikutus. Oleellista on kuitenkin niiden yhdistetty käyttö ja niiden sisäisten riippuvuussuhteiden mukana tuleva synergia, yhteisvaikutus.

“Mitä tämä merkitsee: Se nostaa elson panoksia. Elso, jossa taistellaan elektromagneettisen spektrin kanssa ja sisällä, on nyt merkittävästi hyökkäyksellistä luonteeltaan ja keskeinen osa sotilaallisen strategian C²W- osuutta.”

1.4.5. Kansainvälisen joukkotiedotuksen merkitys

Kansainvälisen joukkotiedotuksen merkitys on kasvanut jatkuvasti sodankäynnissä. Vietnamissa joukkotiedotus toimi paljolti USA:n sotilaallisia tavoitteita vastaan.

Persianlahdella USA:n asevoimat olivat oppineet joukkotiedotuksen käsittelyn osana sodankäyntiä.²⁶

Edellä esitetty pehmosodan taustalla voidaan nähdä osaltaan joukkotiedotuksen vaikutus. Veri, kuolema ja kärsimys ei ole parasta mahdollista tiedotusaineistoa omista tavoitteista reaaliaikaisen satelliittiviestiyhteyksien ja valtioiden kontrollin ulkopuolella olevan TV- median aikakaudella. Tai toisaalta ko aineksista vastustaja saa helposti tehokasta aineistoa hyökkääjää vastaan.

Sodat on saatava loppumaan nopeasti, ennen kuin kansainvälinen joukkotiedotus ehtii reagoida hyökkääjän kannalta liian negatiivisesti.

Parasta olisi, jos sodankäyminen, vaikuttaminen väkivallalla omien tavoitteiden mukaisesti, ei näkyisi "tavanomaisena" olenkaan.

Tämä liittyy aiemmin luvussa 1.4.1. käsiteltyyn strategiseen yllätykseen tavanomaisten joukkojen käyttötapan ja niiden "käyttökelvottomuuteen" tavanomaisessa suursodassa sekä erikoisjoukkojen kasvavaan merkitykseen.

Myös tahdon nouseminen sodankäynnin kohteeksi voidaan nähdä joukkotiedotukseen liittyväksi. Joukot käyttävät sodankäynnin välineitä. Joukkoja käyttää niiden tahto ja niiden tahtoa joukon johtaja. Häntä käyttää hänen tahtonsa. Sotavoiman johtajan tahtoa käyttää poliittinen johtaja ja häntä hänen tahtonsa. Poliittisen johtajan tahtoon vaikuttaa demokratiassa kansa. Kansaa käyttää sen tahto. Kansan ja kaikkien edellä mainittujen tahtoon vaikuttaa joukkotiedotus.

Tosin joukkotiedotus ei voi luoda uusia tunteita, mutta se voi käyttää ja voimistaa olemassaolevia. Näitä ovat mm hyväuskoisuus, sinisilmäisyys, hyväntahtoisuus, usko ihmisten hyvyyteen, halu olla uskomatta että sota syttyisi, halu uskoa, että kaikki kääntyy vielä hyväksi jne.

1.4.6. USA:n psykologisesta sodankäynnistä

USA:n psykologisen sodankäynnin tavoitteena on vaikuttaa vieraiden valtioiden, organisaatioiden, ryhmien ja yksilöiden tunteisiin ja motiiveihin. Tietokonepohjaiset äänenkäsittelyjärjestelmät ja signaalien vääristämien ovat ko sodankäynnin välineitä, samoin kohdemaan joukkotiedotusvälineiden tuhoaminen.²⁷

Psykologisen sodankäynnin lentoyksiköt olivat USA:ssa salaisia 25 vuotta aina vuoteen 1986 asti, jolloin ne julkistettiin, jotta kiristyneessä budjettitilanteessa olisi saatu niille lisävaroja.

Yksi psykologisen sodankäynnin välineitä on nelimoottorisen Hercules- kuljetuskoneen yksi monista erikoismuunnoksista, EC-130E. Se tuntee myös nimen Rivet Rider tai Volant Solo. Koneen elektronisen joukkotiedotuksen lähettimet pystyvät lähettämään AM ja FM- yleisradiolähetyksiä, mustavalko- TV- lähetyksiä ja lyhytaaltolähetyksiä. Lähettimien edullinen asemapaikka korkealla tekee sen lähettimistä erittäin voimakkaat häirintä- tai/ja hyötylähettimet.

Koneen uusimmat versiot pystyvät lähettämään myös väri- TV- kuvaa maailman eri väri- TV- standardeilla. Lähetystehot on nostettu 1 kW:sta 10 kW:iin. Koneen normaali lentoaika on 6 tuntia. Persianlahdella lennettiin jopa 21 tunnin lento. Koneet kuuluvat 1100 hengen 193. Erikoisoperaatioiden Lentorykmenttiin (193rd Special Operations Group).²⁸

1.4.7. Sodankäynnin viisi ensimmäistä sukupolvea²⁹

Venäläiset näkevät sodankäynnissä kuusi sukupolvea.

Ensimmäinen sukupolvi oli orja- ja feodaalisysteiskuntiin ja yksinkertaiseen teknologiaan perustuva sodankäynti. Sen välineet olivat jalkaväki ja ratsuväki ilman tuliaseita.

Toinen sukupolvi oli teknologia laajennus ruudin ja sileäputkisten tykkien aikakaudelle.

Kolmas sukupolvi muodostui rihlatuista käsiaseista ja tykeistä, suuremmasta tulinopeudesta, tulivoimasta ja tarkkuudesta.

Neljäs sodankäynnin sukupolvi muodostui automaattiasista, panssarivaunuista ja lentokoneista ja tehokkaista kulkuvälineistä sekä viestilaitteista.

Viides sukupolvi muodostui keskeisesti ydinaseista. Viidennen sukupolven sodan syytminen merkitsisi kaiken sodan ja politiikan kehittymisen loppua.

Kaikkien sodankäynnin sukupolvien tavoitteena ennen viidettä oli vastustajan sotavoiman tuhoaminen, koska se merkitsi ainoaa keinoa vastarinnan lopettamiseen. Ko tekniikoilla ei pystytty yhtäaikaan hyökkäämään koko vastustajan syvyydessä ja tuhoamaan sekä siviili- että sotilaskohteita.

Ydinaseaikakausi, sodankäynnin viides sukupolvi muutti tämän. Ydinaseiden keskeisiä maaleja olivat koko vastustajan alue ja väestö asevoimien lisäksi. Toisaalta tämän sodankäynnin katastrofaaliset seuraukset ovat tehneet siitä mahdottoman.

1.4.8. Sodankäynnin kuudes sukupolvi³⁰

Kuten aiemminkin sodankäynnin seuraava sukupolvi on perustunut uudelle teknologialle ja sen mukanaan tuomille muutoksille sotavoiman rakenteessa ja tavassa käydä sotaa.

Kuudennen sodankäynnin sukupolven mukana tulevat suunnatun energian aseet, automaattiset ja automatisoidut täsmäaseet, tehokkaammat räjähdysaineet, syvälle tunkeutuvat ammuksot, ja tietenkin hyvin nopea datankäsittely ja elektronisen sodankäynnin välineet.

Avaruudesta tulee uusi sodankäynnin areena. Kuudennen sukupolven sota ratkaistaan, edellisistä poiketen, kolmannessa ulottuvuudessa eikä maanpinnalla kuten edellisissä. Maanpintaoperaatioista tulee avustava. Miehittämistä ei tarvita. Ilmavoimat, laivasto, ilmapuolustus ja elektroninen sodankäynti nousevat päärooliin.

Elektronisen sodankäynti nousee tukevasta asemasta itsenäiseksi operatiivis-strategiseksi toiminnaksi. Sen tavoitteet, tehtävät, henkilöstö ja materiaali tullaan integroimaan ja koordinoimaan voimakkaasti kaikilla rintamilla hyökättäessä henkilöstöä ja materiaalia vastaan sekä puolustettaessa niitä.

Asteittain suuret maavoimat ja ydinaseet vähenevät ja ne korvataan tavanomaisilla aseilla, joilla on täsmäaseominaisuudet. Ilmapuolustuksen tärkein vastustaja ovat miehitettömät lentovälineet, kuten risteilyohjukset ja täsmäaseet.

Taktiikan, operaatiotaidon ja strategian suhteet muuttuvat. Ylivoimainen taktiikka ei tulevaisuudessa korvaa operatiivisen ja strategisen tasan puutteita. Operatiiviset ja strategiset vastaukset on saatava kerralla oikein.³¹

Erytistä huomiota tulee kiinnittää asevoimien tietokoneistamiseen tulevilla sodilla. Älykkäät aseet korvaavat suuren joukon henkilöstöä ja tarvitsevat erilaisia datankäsittelykeskuksia (tietokoneita) tiedustelun, johtamisen, täsmäaseiskujen ja elektronisen sodankäynnin tarpeisiin.

Tulevaisuuden menestys riippuu datankäsittelylaitteiden (tietokoneiden) ylivoimasta ja sen tehokkuudesta häiritä vastustajan voiman ja aseiden käyttöä. Toisaalta radio-elektronisten laitteiden ja ilmapuolustuksen häiriösuojasta tulee tärkeä tekijä, ellei jopa ratkaiseva, määrittäessä asevoimien tehokkuutta taistelussa.

Tällä hetkellä hyvin monen valtion todellisin uhka on niiden takapajuisuus kehittää ja nopeasti hankkia suuria määriä uusimpia täsmäaseita, tietokonelaitteita ja elektronisen sodankäynnin laitteita. Jos ne jäävät takapajuisiksi, ne päätyvät kehittyneimpien maiden kannalta sukupolvea liian vanhoihin aseisiin.

1.4.9. Sotatekninen vallankumous

USA:ssa on julkaistu tutkimus³² tulevaisuuden sodankäynnin suuntaviivoista. Se käsittelee paljolti ja yhtenevästi sodankäyntiä em venäläisen näkemyksen mukaisesti. Ko tutkimus voidaan ymmärtää samanlaiseksi tulevaisuuden pohdinnaksi kuin salamasota-pohdinnat 1920 ja 1930-luvuilla.

Ko prosessissa on kolme kokonaisuutta, integroiva runko, mahdollistavat kapasiteetit ja toteuttavat kapasiteetit. Integroivaan runkoon kuuluvat doktriini ja organisaatio. Mah-

dollistavaan kapasiteettiin kuuluvat informaatioylioima, johtaminen, simulointi ja koulu- tus sekä liikkuvuus. Toteuttaviin kapasiteetteihin kuuluvat älykkäät aseet, pääasealustat ja eksoottiset aseet.

Oleellista on kokonaisuus, yksittäinen tekijä ei saa aikaan vallankumousta eikä merkit- tävää suorituskyvyn kasvua. Raportissa arvioidaan, että vain USA pystyy lähitulevaisuu- dessa toteuttamaan ko kokonaisuuden.

Nykyaikaista ja tulevaa sodankäyntiä dominoi informaatiotaistelun voittaminen, liik- kuvan sodankäynnin hallitseminen, täsmäaseiskujen suoritus, taisteluvoiman suuntaami- nen ja voiman ylläpito sekä taisteluvoiman suojaus.³³

Ranskalaiset sanovat saman näin: Uusien tiedustelujärjestelmien, syvälle selustaan ulottuvien asejärjestelmien, C³CM³⁴- toiminnan ja uusien aseiden muodostama uhka saa aikaan vallankumouksen sotavoimien rakenteessa. Joukon antama monispektrisi signaali (näky- vä valo, infrapuna, radiotaajuinen) on ensimmäinen lähde siihen kohdistuvaan uhkaan.³⁵

1.5. Sodankäynnin pysyviä elementtejä tulevaisuudesta

Sodankäynnin tulevaisuudessa kolme asiaa pysyy vakaina. Ensin syyt, joista sotia käydään, toiseksi sodan perusluonne tahtojen kaksintaisteluna ja kolmanneksi sodan perusluonne tieteen ja taidon, science and art, yhdistelmänä³⁶. Lisäksi sodankäynnin funktiot, sen luonne sydämen asiana sekä konfliktin perusluonne tuskin muuttuvat tulevaisuudessa.³⁷

Sotia käydään edelleen, koska valtioiden tai muiden organisaatioiden johtajat pelosta, vihasta, ahneudesta kunnianhimosta, kostosta, tai mistä tahansa inhimillisestä tunteesta johtuen arvelevat saavuttavansa haluamansa tavoitteet voiman käytöllä.

Sota on edelleen tahtojen kaksintaistelu, jossa epävarmuus, sumu, kitka, vaara, kunnia, uhrautuvaisuus, rohkeus, johtajuus ym vallitsevat. Sota on edelleen kuoleman valtakuntaa.

Sota on taidon ja tieteen, art and science, aluetta (vrt liite 1). Jos kuvittelee, että toinen riittää, erehtyy pahasti. Mallintaminen, integroiva teknologia, täsmäaseet, ovat tarpeellisia mutta eivät riittäviä. Luovuus, intuitio, johtajuus, motivaatio, päätöksentekokyky vajavai- silla tiedoilla ovat sodan taidollisia (art) tekijöitä.

Sodankäynnissä eivät muutu sen funktiot, tehtävät. E S Johnson³⁸ on esittänyt että näitä muuttumattomia asioita ovat taisteluvoima, liike, suoja, johtaminen ja tavoite.

Edelleen näyttää siltä, että konfliktin logiikka on aina riippumaton sodassa käytettävän teknologian määrästä.

Armeijan arvo sotavoimana on sen varusteiden laadun ja määrän, sekä taisteluhen- gen tulo. Sota on ensin sydämen ja tahdon asia, vasta toiseksi aseiden ja teknologian asia.

1.6. Sodankäynnin yleiset ulottuvuudet

1.6.1. Kokonaisuus

Sodankäynnissä on neljä, viisi eri ulottuvuutta, sellaista toisistaan eroavaa koko- naisuutta, jotka vaikuttavat sodankäyntiin oleellisesti. Ne ovat operatiivinen, logisti- nen, sosiaalinen, teknologinen ja organisatorinen ulottuvuus.

Operatiivinen taso käsittelee sotavoiman käyttöä, logistinen sen luontia ja ylläpitoa, sosiaalinen ihmisiin liittyviä käyttäytymismiljöitä yksilönä ja suuremman ryhmän osana sekä teknologinen taso teknologiaa sodassa mm kaikkien em tasojen yhteydessä. Myös organisatorinen taso voidaan nähdä yhtenä, viidentenä, sodankäynnin ulottuvuutena.

Jokaisessa sodassa on ollut em ulottuvuudet ja tulee olemaan. Se miten eri ulottuvuudet painottuvat eri sodissa, vaihtelee. Joissakin sodissa jokin ulottuvuus on noussut muita merkittävämmäksi.

Oleellista on kokonaisuus. Tätä korostaa mm edellä esitetty USA:n tutkimus tulevaisuuden sodankäynnistä (luku 1.4.9.). Kaikkien sodankäynnin välineiden käytössä tulisi huomioida kaikki em osatekijät ja erityisesti millaista sotaa valmistaudutaan käymään, mitä vastustajaa vastaan ja mitkä osatekijät tällöin korostuvat.

1.6.2. Operatiivinen sodankäynti

Operatiivinen ulottuvuus on perinteisin sodankäynnin ulottuvuus. Se käsittää sotavoiman käyttöä eri tasoilla. Näitä ovat politiikka, strategia, operaatiotaito ja taktiikka. Mm Clausewitz näki sodan operatiivis- sosiaalisena ilmiönä.

Operatiivisen sodankäynnin merkitys on sitä suurempi, mitä lyhyempi sota on. Saksalaiset ja japanilaiset näkivät selvästi Ensimmäisen Maailmansodan jälkeen, että heidän oli voitettava seuraava sota nopeasti operatiivisessa ulottuvuudessa. Jos sodan painopiste siirtyisi logistiseen ulottuvuuteen, heidän voimavaroilla edessä olisi varma tappio. Näin myös kävi.

1.6.3. Logistinen sodankäynti

Logistinen sodankäynti, kyky luoda ja ylläpitää sotavoimaa, vaikutti ensimmäisen kerran ratkaisevasti sodankäyntiin Amerikan Sisällissodan aikana 1861 - 65.

Siinä dominoi pohjoisvaltioiden kyky luoda ja ylläpitää lukumääräisesti ylivoimainen sotavoima. Etelän operatiivisesti loistavat kenraalit jäivät pohjoisen massojen jalkoihin.³⁹

Tämä logistinen ulottuvuus ja siihen liittyvä ajattelu on sittemmin dominoinut amerikkalaista sodankäyntiä lähes täydellisesti.

Myös Ensimmäisen ja Toisen Maailmansodan loput olivat logistisen, kulutus- tyyppisen sodankäynnin esimerkkitapauksia. Em sotien logistinen luonne oli mahdollista vain siten, että ko valtiot kestivät sosiaalisesti ko sodankäynnin.

1.6.4. Sosiaalinen sodankäynti

Sosiaalinen sodankäynti käsittää ne ihmisten väliset ilmiöt, lähinnä tunteet, jotka syntyvät ihmisessä, tai ihmisten välillä taistelujarjissa, ryhmässä, komppaniassa, suuremmissa joukoissa päätyen aina valtioon, ihmiskuntaan ja maailmankaikkeuteen asti.

Sotilaallinen toiminta ei koskaan kohdistu vain aineellisiin voimiin; se kohdistuu aina yhtäaikaan moraalisiin voimiin, jotka antavat sodalle sen voiman (life), eikä näitä kahta voi erottaa.⁴⁰

Sosiaalinen ulottuvuus vaikutti mm Toisessa Maailmansodassa niin, että Hitler ei uskaltanut mobilisoida koko yhteiskuntaa kun vasta 1943. Hän pelkäsi kansan keskokyyvyn pettevän kuten 1918, jos sota veisi kansalaisilta elintason.

Vietnamin sota oli amerikkalaisille tappio nimenomaan sosiaalisessa ulottuvuudessa. Kun vastapuoli ei suostunut logistiseen sodankäyntiin eikä ympäristö tarjonnut teknologisia maaleja, amerikkalaiset olivat vaikeuksissa.

USA menetti Vietnamissa näkemyksen siitä, että sota on ennen kaikkea ryhmätoimintaa, joka vaatii erittäin paljon molemminpuolista yhteistoimintaa. Hyvissä yhtymissä yhteistyö motivoitetaan yksityisen sotilaan voimakkaalla tarpeella täyttää tunnustetut vaatimukset taistelutovereidensa suhteen.⁴¹

Clausewitz näki sodankäynnin tahtojen kaksintaisteluna, jossa keskeinen tavoite oli

taivuttaa toinen osapuoli omaan tahtoon. Ainoa pysyvä vaikutuskeino tähän oli hänen mukaansa vastustajan tekeminen pysyvästi voimattomaksi.⁴²

Ko ajan tekniikalla olisikin ollut vaikea vaikuttaa hajautetun maanviljelyyn perustuvaan harvaan asuttuun ja hitailla tiedonsiirtovälineillä varustettuun kansaan. Tämä on teollistumisen mukana muuttunut.

1.6.5. Teknologinen sodankäynti

Teknologinen sodankäynti käsittää sotavoiman käytössä olevan tekniikkaan liittyvät asiat.

Clausewitz toteaa, että koska kaikilla sotaa käyvillä on lähes samanlainen tekniikka, teknologialla ei ole suurempaa merkitystä sodassa. Tämä piti paikkansa aina 1800- luvun puoliväliin saakka. Sitten höyryvoima, rautatiet, lennättimet, takaa ladattavat ja kierteillä varustetut kiväärit ja tykit muuttivat tilanteen.

Alkoi teollinen vallankumous, joka nosti länsimaat sotilaallisesti täysin ylivoimaiseen asemaan 1800- luvun loppupuolella ja 1900- luvun alussa. Samalla alkoi huima teknistyminen yhteiskunnassa ja asevoimissa.

Siirtomaa- ajan upseeri saattoi todeta (voimasuhde-vertailussa kapinoitsevia alkuasukkaita vastaan sodittaessa):⁷ Tapahtui mitä tahansa, meillä on Maxim- konekiväärit, heillä ei.⁴³

Elektroniikan kehittyminen ja erityisesti mikropiirit ovat tuoneet tekniikkaan kasvutekijöitä, joiden prosenttiluvut ovat kymmeniä prosentteja ja vuodessa tai 100 kertaistuminen kymmenessä vuodessa. Jälkimmäinen edellyttää noin 58,5% vuosikasvua vuosittaisella korkoa korolle periaatteella.

Teknologisen sodankäynnin keskeisin soveltamisperiaate on, että sotilaallista tehokkuutta saadaan teknisestä tehokkuudesta tinkimällä siitä. Tekniseen tehokkuuteen on rakennettava sisälle redundanssia, ylikapasiteettia, tuhlausta ja reserviä. Jos järjestelmä rakennetaan pelkän teknisen tehokkuusvaatimuksen mukaan, siitä tulee väistämättä keskitetty, osien osalta tiiviisti toisiinsa sidottu ja jäykkä järjestelmä. Tällainen on vihollisen helposti lamauttavissa. Suomalaisilla on tästä sananlaskukin: "Ahneella on paskanen loppu".

1.6.6. Organisatorinen sodankäynti

Organisatorinen sodankäynti käsittää mm joukkojen organisaatioon, käskyvaltaan, johtosuhteisiin ja yhteistoimintaan liittyvät asiat.

Merkittävin organisatorisen sodankäynnin sovellutus on ollut salamasotatiikan kehittäminen 1920- ja 1930- luvuilla. Siinä panssariaseella, ilmavoimilla ja radioilla luotiin täysin uusi tapa käydä sodankäyntiä.

Toisen maailmansodan alkaessa sekä liittoutuneilla että akselivaltioilla oli käytössä täysin sama teknologia em sodankäynnin välineiden osalta. Saksassa ko välineet oli organisoitu panssaridivisiooniksi ja taktisiksi ilmavoimiksi, liittoutuneilla tukemaan jalkaväkeä (panssarivaunu) ja pommittamaan vastustajan teollisuuskeskuksia (ilma-voimat).

Ko organisoinnin erot vaikutukset tiedämme hyvin Toisen Maailmansodan alusta. Ero ei ollut pelkästään välineellinen. Oleellista olivat myös koulutus, johtaminen ja erityisesti kokonaisvaltainen sodankäynnin uusi toteutustapa, uusi doktriini.

Tavanomainen sota, sissisota ja terrorismi voidaan nähdä kolmena eri tapana organisoida sotavoima. Niillä on omat heikkoutensa ja vahvuutensa.

Pearl Harbourin katastrofin yhtenä merkittävänä syynä vuodelta 1941 pidetään Havaijin korkeimpien komentajien kyvyttömyyttä järjestää, organisoida, kokonaisvaltainen puolustus saarille.⁴⁴

Ranskalla oli 1870 salainen ase. Se oli moniputkinen konekivääriä muistuttava ase, mitrailleur. Aikana, jolloin kiväärin pystyivät muutamaan laukaukseen minuutissa, sillä pystyttiin ampumaan 300 laukausta minuutissa. Laite oli kuitenkin erittäin salainen, joten sitä ei oltu koulutettu eikä kokeiltu. Lisäksi se sijoitettiin täysin väärin organisaatiossa tykistöille. Tällöin sen olisi pitänyt ampua vihollista omien joukkojen yli. Ase, joka olisi saattanut muuttaa sodan lopputuloksen, jäi lähes täysin merkityksettömäksi. Lisäksi saksalaisilla oli painettu kirjanen ko aseesta sen käytöstä. Salailukin oli turhaa.⁴⁵

Venäläisen näkemyksen mukaan (ks alla luku 1.7) sodankäynnissä on yksi periaatteellinen ilmiö, joka selittää em asiaa. Se on muutos määrästä laatuun.

Kun uutta asetta on riittävästi käytössä ja siitä kokemuksia, tapahtuu laadullinen muutos, eli sodankäynti muuttuu laadullisesti. Tämä sodankäynnin laki sanoo myös, että pieni määrä aseita ei saa merkittävää muutosta aikaiseksi sodankäynnissä.

Esim panssarivaunut tai helikopterit ripoteltuna läpi organisaation korjaavat joitakin olevia ongelmia, mutta eivät muuta sodankäyntiä tai/ja mahdollista ko välineiden koko potentiaalin käyttöä, eli muutosta. Vasta kun ko välineet kootaan panssaridivisioonaksi tai ilmerynnäkködivisioonaksi, jota käytetään uuden välineen perusominaisuuksien mukaisesti, eli uudella tavalla, tapahtuu oleellinen muutos. Syntyy salamasota- taktiikka tai Air-LandBattle- taktiikka.

1.7. Sodankäynnin yleisiä ominaisuuksia, venäläinen näkemys⁴⁶

Venäläisen dialektiikan mukaiset sodankäynnin lait ovat kokonaisuus, vastareaktio ja muutos määrällisestä laadulliseen.

1. Toiminnallinen kokonaisuus (unity) ja kamppailu kahden sodankäynnin osapuolen välillä; syntyy vaikutus ja vastavaikutus, reaktio. Yhtään uutta asetta ei pitäisi harkita miettimättä ensin, mitä vastustaja voi tehdä vastatoimenpitein ja mitä vastaava ase vihollisen hallussa voi tehdä itselleen.

2. Vastareaktion vastareaktio. Uudet sodankäynnin välineet synnyttävät vastavälineen, joka tuhoaa se. Vastaavasti vastavälineelle syntyy vastaväline, joka tuhoaa sen. Ko ilmiö vaikuttaa erityisesti taktiikkaan ja sen kautta joukkojen organisaatioon.

3. Muutos määrällisestä laadulliseen. Muutama uusi ase ei muuta sodankäyntiä. Ne sulautuvat vanhaan organisaatioon. Panssarivaunusta tuli aluksi ratsuväen tapainen takaa-ajoväline tai tulitukiväline. Tämä vaihe edeltää ko uuden välineen optimaalista käyttöä. Tämän mukaan helikopteri on periaatteessa tulossa optimaaliseen käyttövaiheeseen. Optimiin järjestelmien käyttöön ja laadulliseen paranemiseen päästään vain kun välinettä on paljon käytössä ja siitä on kokemuksia.

1.8. Kaksi osapuolta, sodankäynnin upseeriulottuvuus

Sodankäynnissä on kyse kahdesta osapuolesta, tahdosta, jotka pyrkivät toistensa organisoituuksiin tuhoamiseen väkivaltaa käyttämällä. Tästä dynamiikasta syntyy sodankäyntiin erityispiirteitä, jotka poikkeavat "normaalista" tekniikan ja tieteen pääosin toistamiseen ja lineaarisuuteen perustuvasta logiikasta. Kaksi tahtoa ovat sodankäynnin "upseeriulottuvuus".

Muut sodankäynnin ulottuvuudet ovat paljolti myös siviilitukijoiden ymmärrettävissä ja käsiteltävissä, esim tekniikka, psykologia, organisaatiotaito.

Kahden vastakkaisen tahdon synnyttämiä ilmiöitä, erityispiirteitä ovat mm - oppiminen järjestelmän sisällä,

- paradoksaalinen logiikka,
- suhteellinen etu,
- ase/vasta-ase- ilmiö ja
- määrän muuttuminen laaduksi.

1.8.1. Sodankäynti ja oppiminen

Kaksi tahtoa vastakkain synnyttää oppimisen. Kun sodankäynnissä kerran käyttää tiettyä menettelytapaa tai välinettä, vastustaja yleensä havaitsee sen ja ottaa siitä opikseen. Syntyy paradoksaalinen logiikka.

Se tarkoittaa mm, että lyhin ja nopein tie ei ole sodassa, vastustajan vaikuttaessa aina paras, koska vastustaja on sen myös sellaiseksi todennut ja pyrkii vaikuttamaan voimakkaasti ko lyhyimpään, "parhaaseen" tiehen.

Samasta syystä tehokkaimmaksi arvioitu väline ei ole todellisuudessa tehokkain, koska vastustaja on sen myös sellaiseksi arvioinut ja kehittänyt sitä vastaan tehokkaat vastatoimet.

Koska sodassa on kaksi oppivaa, aktiivisesti reagoivaa osapuolta, tahtoa, salaaminen ja harhauttaminen tulevat tärkeiksi.

Jos omaa kapasiteettia on saatu salattua, vastapuoli ei voi valmistautua ko toimintaa vastaa, kehittää esim vasta- asetta, oppia tai maalittaa ko järjestelmiä.

Vastaavasti harhauttaminen sitoo vastustajan kapasiteettia väärään suuntaan ja estää tehokkaan toiminnan. Jo 2500 vuotta sitten sotataidon mestari Sun Tzu totesi: "Kaikki sodankäynti perustuu harhauttamiseen".⁴⁷ Molemmat ovat keskeisiä keinoja epävarmuuden luomiseen.

Emme ole käyneet sota 50 vuoteen, onneksi. Jos joskus joudumme sotaan, valitettavasti, on oletettavaa, että opimme ensimmäisinä päivinä paljon. Tähän tulee valmistautua. Siis oppimaan nopeasti.

Sodassa, etenkin sen alussa toiminta ei onnistu suunnitellulla tavalla. Se joka pystyy oppimaan nopeammin saa oleellisen suhteellisen edun. Samoin se, joka jo sodan alussa osaa toimia vastustajaa paremmin.

Eräs näkemys sodista oppimisesta on esitetty liitteessä 2.

1.8.2. Sodankäynti ja suhteellisuus

Sodankäynnissä ei olekaan oleellista, että vihollisen toimenpiteet arvioitaisiin väärin, vaan se että omien toimenpiteiden vaikutus viholliseen arvioidaan väärin.

Edellä lainattu Sun Tzu on sanonut: "Voittamattomuus riippuu omasta toiminnasta, vihollisen haavoittuvuus hänestä".⁴⁸ Eli voittaminen ei ole varmaa eikä riipu pelkästään itsestään.

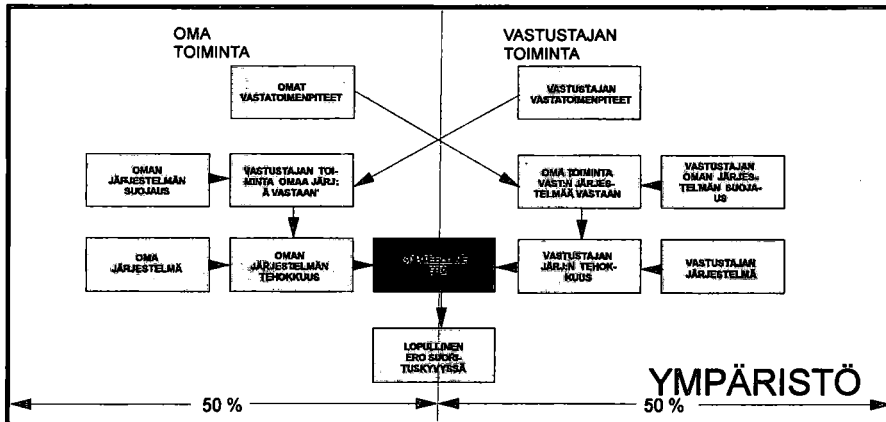
Suhteellinen etu syntyy siitä ilmiöstä, että sodassa on vastakkain kaksi todellista fyysistä vastustajaa. Sodassa ei tarvitse olla täydellinen, vain tarpeeksi parempi kuin vastustaja.

Esimerkiksi: Kaksi kävelijää törmäsi harmaakarhuun. Toinen vaihtoi pikaisesti kävelykengät piikkareihin. Toinen tuumasi: Mitä hyötyä tuosta on ? Et pysty juoksemaan karhua nopeammin. Toinen vastasi: En karhua, mutta sinua nopeammin kyllä.

Kuolevaisille riittää pieni etu luonnosta, kilpailijasta tai vihollisesta, ei täydellisyys. Armeijat voittavat taisteluita koska ne taistelevat toisia armeijoita vastaan, ei sen takia että ne ovat täydellisiä.⁴⁹

Suhteellisen etuun vaikuttaa useita asioita: Oma järjestelmä, sen suojaus, oma toiminta vastustajan vastaavaa järjestelmää vastaan, vihollisen vastaava järjestelmä, sen suojaus ja vastustajan toiminta meidän järjestelmää vastaan. Lisäksi vaikuttaa suhteelliseen etuun oman järjestelmän suhteellinen tehokkuus suhteessa toimintaympäristöön verrattuna

VASTUSTAJA JA KOKONAISJÄRJESTELMÄ



Yksittäisiä sotilaallisia järjestelmiä tarkasteittaessa, nihin vaikuttaa ylläoleva kokonaisuus. Se kulminoituu suhteelliseen eroon. Lopullinen suorituskkyky riippuu vain tästä tekijästä. Molemmat osapuolet toimivat samassa ympäristössä. Se voi olla fyysinen, esim maanosa tai abstraktimpi, esim maailman miellpide. Tämä riippuu siitä, millaista sodankäyntiä ollaan valmistauduttu käymään. Ympäristö sisältää myös mahdollisuuden suhteelliseen etuun.

Kuva 3

vastustajan järjestelmään. Ko riippuvuuksia on esitetty kuvassa 3.

Suhteellisen edun saamiseksi tulee pakottaa vastustaja tekemään yhtäaikaan kahta vastakkaista asiaa. Toiseksi omien järjestelmien tulee iskeä vastustajan heikkouksiin ja välttää sen vahvuuksia.⁵⁰

1.8.3. Sodankäynti ja epävarmuus

Epävarmuus on yksi sodankäynnin perusasioita. Koska siinä on kaksi aktiivista tahtoa mukana, mikään suunnitelma ei yleensä onnistu edes osittainkaan. Jos suunnitelmat onnistuvat täydellisesti, ei kysymyksessä ole sodankäynti, vaan teurastus.

Lisäksi yhdelläkään johtajalla ei voi olla koskaan täydellistä tietoa taistelulentän tilanteesta. Vihollisen vaikutus luo epävarmuuden, jota ei ole pystytty sodasta poistamaan. Sen kanssa on pystyttävä elämään, jopa käyttämään hyödyksi.

Sodankäynnin tekniikan uusin kehitys näyttää kuitenkin johtavan tilanteeseen, jossa epävarmuus omasta ja vihollisen tilasta voi vähentyä oleellista. Jos toinen osapuoli ei pysty muuttamaan sodankäyntiä "tavanomaiseksi", eli pitämään siinä mukana epävarmuutta, soditaan ko tilanteessa kahden aivan eri sukupolven sotaa.

Tällaisia teknisiä järjestelmiä ovat JSTARS⁵¹- maavalvontatutkakoneen ja AWACS⁵²- ilmalvontatutka-koneen näytöt vihollis- ja omasta tilanteesta ja EPLRS⁵³- viesti- paikan- tamin- ja tilannekuvajärjestelmä-tyyppiset näytöt omista joukoista, MLRS⁵⁴- raketinheitin ja ATACMS⁵⁵- taktisen ohjus- ja risteilyohjustyyppiset aluevaikutteiset tai/ja täsmäasejärjestelmä sekä näitä yhdistävä johtamisjärjestelmä. Tällainen sodankäynti ei ole enää clausevitziläistä. Siitä on kadonnut epävarmuus ja riski.

JSTARS- tyyppiisiin järjestelmiin on pystyttävä vaikuttamaan, esim häirinnällä ja suojautumalla sekä harhauttamalla. Vain näin saadaan sota siirrettyä takaisin clausevitziläiseksi epävarmuudeksi. Jos tähän ei pysty, sotii eri sotaa kuin ko vastustaja. Tällöin on tiedossa Persianlahden 1991 uusintoja.

1.8.4. Sodankäynti ja ase/vasta-ase- ilmiö

Koska vastustaja oppii ja reagoi, syntyy tästä ase/vasta-ase- ilmiö. Eli kun vastustaja kehittää tehokkaan aseensa tai toimintamenetelmän, vastustaja pyrkii eliminoimaan sen vaikutuksen vasta- aseella. Koska vasta- asekin on toiselle osapuolelle periaatteessa "vain" ase, kehitys jatkuu päättymättömänä.

Em ilmiöstä johtuen uusintoja sodissa on ollut yleensä melko huonosti. Vastustaja on valmistautunut voittamaan edellisen sodan, jolloin sitä ei tietenkään kannata uusia. Tämä sopii myös hyvin edellä esitettyyn paradoksaalisen logiikan käsitteeseen.

1.9. Sodankäynnin pitkiä kehityslinjoja⁵⁶

Sodankäynnissä on tiettyjä pitkiä kehityslinjoja, jotka vaikuttavat edelleen. Näitä ovat:

- tulivoiman tuho vaikutuksen, vaikutusetäisyyden ja tarkkuuden kasvu ja niiden perusteella syntyvä taistelukentän tyhjiys
- sodankäynnin koordinoitavien funktioiden lisääntyminen ja siitä seuraava sodankäynnin monimutkaistuminen⁵⁷
- yhtymän- käsitteen siirtyminen yhä alemmas
- havaittavuuden ja toisaalta näkymättömyyden kasvu ja
- uusimpana ilmakomponentin korostuminen.

1.9.1. Taistelukentän tyhjiys

Aseteknologian kehityksen nettovaikutus oli lisätä valtavasti tulen määrää, joka pystyttiin aikaansaamaan, etäisyyttä, jolle se pystyttiin aikaansaamaan, ja tarkkuutta, jolla se pystyttiin suuntaamaan. Näiden kolme kehityksen yhdistelmänä taistelukentästä tuli yhä kuolettavampi paikka.⁵⁸

Ko kehitys on luonut taistelukentälle "tyhjyyden". Kehitys jatkuu edelleen. Kehitystä on havainnollistettu kuvassa 4.



	Antiikki	Napoleon	US Sisällissota	I MS	II MS	Lähi-ltä 1973	Persianlahti 1991
Neliökm:jä	1,00	20,12	25,75	248	2.750	4.000	213.200,00
Etulinja	6,67	8,05	8,58	14	48	57	400,00
Syvyys	0,15	2,50	3,00	17	57	70	533,00
Miestä/neliökm	100.000,00	4.790,00	3.883,00	404	36	25	2,34
Neliökm:jä/mies	10,00	200,00	257,50	2.475	27.500	40.000	426.400,00

Lähde: DePuy:"The Evolution of Weapons and Warfa
sivu 312 ja Pagonis:"Moving Mountains"

Ko kehitys on johtanut johtamis-, tiedustelu- ja valvontatoiminnan kasvavaan elektronisointumiseen. Ko toiminnot eivät ole vaadittavilla laajoilla alueilla enää mahdollisia ilman elektroniikkaa ja sähkömagneettisen spektrin käyttöä radioissa, tutkissa, mikroaalto-, infrapuna- ja laser- sensorissa.

Samalla ko järjestelmät ja sodankäynti on tullut yhä riippuvammaksi elektroniikan vasta- aseesta, elsosta; elektronisesta tiedustelusta, -häirinnästä, -harhautuksesta, ja edellä mainituilta suojaumisesta.

Tyhjyyden hallinta edellyttää yhä suurempia johtamis-, tiedustelu-, valvonta- ja asevaikutusetäisyyksiä. Syntyy risteilyohjus-, AWACS-, JSTARS-, ATACMS- tyyppisiä kauas vaikuttavia, paljolti ilma- ja avaruusasenteisia järjestelmiä.

1.9.2. Sodankäynnin monimutkaistuminen

Napoleonin aikana sodankäynnissä oli noin 10 elementtiä, kuten jalkaväki, ratsuväki, tykistö, huolto jne. Toisen maailmansodan aikana tekijöiden luku oli kasvanut noin 20:een. Lisää oli tullut mm panssarit, signaalitiedustelu ja kolmas ulottuvuus, eli ilma-komponentti ja sen mukana mm maahanlaskujoukot, ilmatulituki, lentotiedustelu ja ilmatorjunta.

Tällä hetkellä (1994) voidaan nähdä, että elementtejä on noin 30. Lisää ovat tulleet ohjukset, helikopterit ja neljäs ulottuvuus, elektromagneettinen spektri ja sen mukana mm elektroninen häirintä ja elektroninen suojauminen. Ko sodankäynnin elementit on esitetty tarkemmin kuvassa 5.

TAISTELUKENTÄN MONIMUTKAISTUMINEN		
Koordinoitavat funktiot		
1800- luku Clausewitz	II Maailmansota Patton	Nyky aika AirLand Battle
Liike: - jalkaväki - ratsuväki Tuftuki - tykistö - rautiraketti Pioneeri Huolto - liydennys - kuljetus - lääkintä - hallinto	Liike - jalkaväki - ratsuväki - panssarijoukot Tuftuki - tykistö - raketti Pioneeri Huolto - liydennys - kuljetus - lääkintä - hallinto Ilmatorjunta - tykit - automaattiseet Taktinen lentotuki - ilmapuolustus - tiedustelu - ilmakuulutus - eristäminen	Liike - jalkaväki - ratsuväki - panssarijoukot - helikopterit Tuftuki - tykistö - raketti - ohjuksat Pioneeri Huolto - liydennys - kuljetus - lääkintä - hallinto Ilmatorjunta - tykit - automaattiseet - ohjukset Taktinen lentotuki - ilmapuolustus - tiedustelu - ilmakuulutus - eristäminen - vahvonta - lähtötuki - lähiertäminen - maastitiedustelu Tiedustelu - henkötiedustelu - partiointi - viestitiedustelu - elektroninen tied. - vahvonta ja maast. Elektroninen sodank. - häirintä - suojauminen
= Yht 11 funktiota	= Yht 20 funktiota	= Yht 30 funktiota

Lähde: W E DePuy: "Concepts of Operation..." s.12
 Kirjassa: C E McKnight: "Control of Joint Forces;
 AFCEA International Press USA 1989

Kuva 5

1.9.3. Yhtymän- käsitteen siirtyminen yhä alemmas

Yhtymä, eli itsenäinen, sotatoimiin ilman apua pystyvä, useita aselajeja sisältävä joukko on jatkuvasti pienentynyt.

Ensimmäisessä maailmansodassa armeijakunta, noin 30 - 40 pataljoonaa, sisälsi jalkaväkidivisioonaa ja kenttätykistödivisioonaa. Toisessa maailmasodassa divisioona, noin 10 pataljoonaa, sisälsi jalkaväkeä (vast) ja kenttätykistöä. Toisen maailmasodan jälkeen prikaati, 4 pataljoonaa sisälsi kenttätykistöröykmentin.

Nyt on nähtävissä, että seuraava yhtymä on pataljoonatasoinen sisältäen itsenäiseen taisteluun tarvittavat aselajielementit, mm kenttätykistön.

US Army'n esikuntapäällikkö kenraali Sullivan vakuuttaa, että panssariosasto (-team) vahvennuttuna MLRS- raketinheitinyksiköllä, lentotuella, ja yhdistettynä globaaliseen tiedonvälitysjärjestelmään voi olla tehokkaampi kuin nykyinen prikaati.⁵⁹

Em kehitys merkitsee myös puolustushaarojen yhteistoiminnan siirtymistä yhä alemmas.

1.9.4. Havaittavuuden ja toisaalta näkymättömyyden kasvu

Havaittavuus taistelulentäällä oli pitkään näkökykyyn perustuvaa. Sitten sitä saatiin lisättyä kaukoputkilla, tähystyspaloilla ja myöhemmin lentokoneilla. Elektroninen tiedustelu ja siihen liittyvä harhauttamien kehittyivät 1900- luvulla.

Holografia, virtuaalitodellisuus, mikroelektroniset laitteet, nanoteknologia, televideo ja muut informaatioteknologiat saattavat lisätä joukkojen havaittavuutta viholliselle huomattavasti.

Toisaalta elektronisten laitteiden harhautus, valelaitteet, elektronisesti "eristävät" materiaalit, tiedustelulaitteiden tuhoaminen ym, luovat mahdollisuudet myös näkymättömyydelle. Mahdollisuudet näkymättömyyden ja havaittavuuden suurille eroille ja yllätykselle ovat olemassa.

1.9.5. Ilmakomponentin korostuminen

Helikopteri on päässyt siihen vaiheeseen kehitystään, jossa välineitä on tarpeeksi käytössä, niistä on laajalti kokemuksia ja ko välineessä voidaan siirtyä määrällisestä muutoksesta laadulliseen. Tällöin syntyvät helikopteri-yhtymät: ilmarynnäkködivisioonat ja -prikaatit.

Niitä käytetään uudella tavalla, koukkauksiin kolmannessa ulottuvuudessa ja luomaan taistelulentäälle tempo, muutosrytmi, jota ei saada aikaiseksi millään muulla välineellä. Niillä on radikaalisti kasvanut reaktionopeus ja -etäisyys. Riippumattomuus taistelulentäen maastosta on helikoptereilla siirtynyt strategis- operatiiviselta tasolta (maahanlaskujoukot) operatiivis- taktiselle tasolle.

Yhdessä uusien asejärjestelmien, johtamis- ja tiedustelumahdollisuuksien sekä ko välineen nopeuden ja kantaman kanssa syntyy merkittävä uusi yhtymätyyppi ja sen sodankäyntifilosofia.

Ko kehitys on osa puolustushaarojen yhteistoiminnassa tapahtuvaa maavoima/maavoima-, maa/ilmavoima-, ilma/maavoima- ja mahdollisesti ilmavoima/ilmavoima- kehitystä (vrt luku 1.4.8. "Kuudennen sukupolven sodankäynti"). Tällä hetkellä ollaan ko kehityksessä vaiheessa maavoima/ilmavoima, eli maavoimakomponenttia avustaa ilmavoimakomponentti.⁶⁰

Toiseksi ilmaan ja avaruuteen on siirretty laaja- alaisimmat viesti-, tiedustelu- ja valvontajärjestelmät. Strategisella tasolla ne ovat satelliitteja ja operatiivisella yleensä lentokoneita.

Kuvassa 6 ja siihen liittyvässä termejä selvittävässä kuvassa 7 on esitetty optisen ja radiohorisontin etäisyys maapallolla eri korkeuksilla.

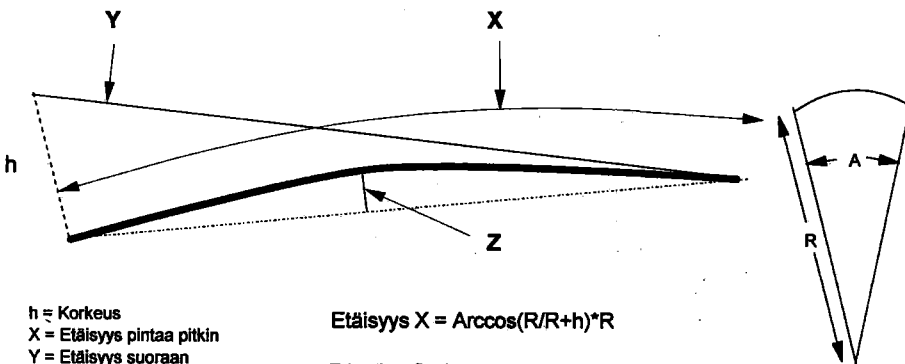
MAAPALLO KAAREVUUS

Kantam. X Pintaa pit	Kulm. A radiaan.	Kulm. A Astetta	Kantam. Y Suora	Este Z Keskellä	Korkeus H
2	0,000	0,0135	2,000	0,000	0,000
4	0,000	0,0270	4,000	0,000	0,001
8	0,001	0,0540	8,000	0,001	0,004
16	0,002	0,1080	16,000	0,004	0,015
32	0,004	0,2160	32,000	0,015	0,060
64	0,008	0,4320	64,001	0,060	0,241
128	0,015	0,8640	128,010	0,241	0,965
256	0,030	1,7280	256,078	0,865	3,882
512	0,060	3,4560	512,622	3,860	15,465
1.024	0,121	6,9120	1.028,997	15,437	62,143
2.048	0,241	13,8240	2.088,688	61,691	253,203
4.096	0,483	27,6480	4.448,616	245,669	1.094,169

Etäisyydet kilometrejä

Kuva 6

MAAPALLO JA OPT/RAD HORISONTTI



h = Korkeus
 X = Etäisyys pintaa pitkin
 Y = Etäisyys suoraan
 Z = Esteen korkeus keskellä
 A = X:ää vastaava kulma maapallon keskipisteestä

$$\text{Etäisyys } X = \text{Arccos}(R/(R+h)) \cdot R$$

R(opt) = Optisen maapallon säde n. 6370 km
 R(rad) = Radiomaapallon säde 8490 km
 R(rad) = 4/3 * R(opt)

Kuva 7

Radiohorisonttia voidaan pitää elektronisen tiedustelun ja valvonnan etäisyytenä sekä viestiyhteyksien kantamana tavanomaisiin radio- ja tutkaläheteisiin.

Eli esim noin 1000 metrin korkeudessa oleva helikopteri pystyy valvomaan mahdollisella tutkallaan ja elektronisilla sensoreillaan noin 130 kilometriin asti sekä välittämään radiolla ko tiedot samalle etäisyydelle.

Tyypillinen yhdistelmä on amerikkalaiset E-3 AWACS- (ilmatilanne) ja E-8 JSTARS- (maatilanne) tutkavalvontakoneet, RC-135 Rivet Joint- elektronisen tiedustelun kone, EC-130E ABCCC⁶¹-erikoistilanteiden taistelujohtokone ja EC-130 Compass Call- häirintäkone.

Tällä viiden koneen yhdistelmällä pystytään luomaan monipuolinen reaaliaikainen ilma-, maa- ja elektroninen tilannekuva vihollisesta ja omista joukoista, suurella, noin 200*200 - 600*600 neliökilometrin alueella, johtamaan asevaikutus oikeaan kohtaan sekä vaikuttamaan alueella vastustajan johtamis- ja tiedustelumahdollisuuksiin elson keinoin.

Em koneyhdistelmä sisältää paljon ja voimakasta synergiaa. Sen avulla voidaan nopeasti johtaa laajalle alueelle ryhmitettyjä hajautettuja joukkoja ja asejärjestelmiä keskitetysti (vrt edellä "taistelulentän tyhjyys"). Jos ko tyyppiseen koneyhdistelmään ei pysty vaikuttamaan, on vaarallisesti alivoimainen koko ajan.

On nähtävissä, että tulevaisuuden sodankäynnin oleelliset sensorit, viesti- ja johtamisjärjestelmät tulevat olemaan ilma- tai avaruuslavettisia. Kyky vaikuttaa niihin elektronisesti, fyysisesti tai muuten on välttämätön.

2. ELEKTRONIIKKA

2.1. Elektroniikka on vallankumous

Elektroniikka vaikuttaa lähes kaikkeen tekniseen toimintaan, se on USA:n suurin teollisuuden ala, sen takana on miniatyrisointi, uudet nopeammat puolijohdemateriaalit sekä uudet tietokonearkkitehtuurit.

Oleellisia muutoksia alalla ovat laskentatehon vallankumouksellinen kasvu ja laajojen tietokoneverkkojen muodostuminen.

Elektroniikka on tieteen ja tekniikan ala, jossa tutkitaan ja/tai käytetään hyväksi elektronien liikettä tyhjiössä, kaasuisissa tai puolijohteissa. Elektroniikka voidaan jakaa elektronisiin ilmiöihin, elektronisiin osiin ja elektronisiin järjestelmiin.⁶²

Niillä on kerroksellinen luonne, eli järjestelmät perustuvat osiin ja ne taas ilmiöihin. Järjestelmien kehitys pohjaa siis osien ja ilmiöiden kehitykseen. Myöhemmin käsitellään eräitä keskeisiä elektroniikan osia, lähinnä mikroprosessoreita ja ohjelmistoja.

Voidaan sanoa, että maailma on keskellä elektronista vallankumousta, joka on ainakin yhtä merkittävä kuin 1800- luvun teollinen vallankumous. Elektroniikan merkitystä kuvaa se, että 1980-luvun puolivälissä elektroniikkateollisuus nousi Yhdysvalloissa suurimmaksi teollisuustuotannon alaksi ohi öljyteollisuuden.⁶³

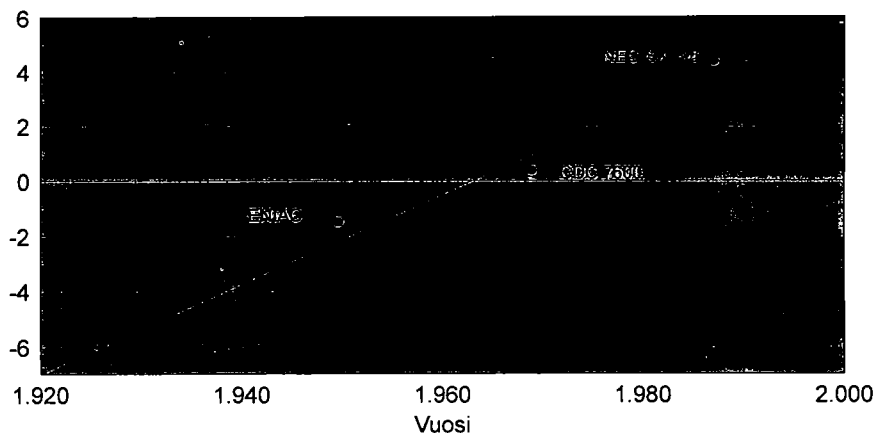
Elektroniikan kehityksen takana on kolme asiaa: Komponenttien pienentyminen, miniatyrisointi, uudet nopeammat puolijohdemateriaalit sekä uudet tietokonearkkitehtuurit. Tulevaisuudessa kehitykseen vaikuttaa siirtyminen elektroniikasta fotoneihin, eli valoon myös tiedonkäsittelyssä. Tiedonsiirrossa ko siirtyminen on jo tapahtunut.⁶⁴

Elektroniikan kehitys on luonut tietotekniikan, jota käytetään joko automaatioon tai informatiointiin.⁶⁵ Automaatiossa hoidetaan vaativia prosesseja tietokonetekniikalla ilman tai erittäin pienellä inhimillisellä ohjauksella. Informatiointissa tietokoneistetusta järjestelmästä saatavalla valtavalla tietomäärällä kehitetään järjestelmää oppimisen kautta.

Oleellinen muutos on myös laajojen hajautettujen tietoverkkojen muodostuminen ja laskentakapasiteetin valtava kasvu.⁶⁶

Kuvassa 8 on esitetty tietokoneiden laskenta-kapasiteetin kehittyminen 1920- luvulta alkaen. Viimeisten kolmen vuosikymmenen aikana tietokoneiden teho on noin 100.000-kertaistunut eli se on kasvanut noin 1,5- kertaiseksi joka vuosi tai 50- kertaiseksi vuosikymmenessä.⁶⁷

Suorituskyky, MIPS- potensseina



Esim -1 = 0,1 MIPS; 3 = 1000 MIPS

Lähde: VTT:n raportti TEL 31.12.1991 s.19

TIETOKONEEN SUORITUSKYKY

Kuva 8

2.2. Eräitä esimerkkejä suuren laskentakapasiteetin tarpeesta

Suuri, halpa digitaalinen laskentakapasiteetti mullistaa monen alan toimintaa mm tutkia, viestitoimintaa, elektronista sodankäyntiä, signaalin- ja kuvankäsittelyä. Se mahdollistaa aiemmin mahdottomana pidettyjä asioita.

Edellä on esitetty venäläisten käsitys "kuudennen sukupolven" sodankäynnistä (luku 1.4.8). Siinä he pitävät oleellisena suurta digitaalista laskentakapasiteettia. Alla on esitetty eräitä digitaalisesta laskentakapasiteetista riippuvia nykyaikaisia sotilasovellutuksia.

Esimerkiksi tutkissa käytettävä digitaalinen keilanmuodostus, jolla on erittäin hyviä ominaisuuksia mm elektronisen sodankäynnin kannalta, vaatii laskentakapasiteetin, joka on verrannollinen antennielementtien kolmanteen potenssiin. Tyypillisesti antennielementtejä tarvitaan toimivaan tutkaan satoja, tuhansia.

Tutka, jossa on 64 elementtiä, vaatii digitaaliseen keilanmuodostukseen eräällä algoritmilla noin 10 miljoonan operaation nopeuden sekunnissa. Tällöin 640 elementin tutka vaatisi 10.000 miljoonan operaation nopeuden sekunnissa.⁶⁸ Se vastasi vuonna 1993 noin kymmentä Cray- supertietokonetta. Vuonna 1995 -6 se vastaa kymmentä huippumikroprosessoria.

Viestipuolella on pidetty mahdottomana yhtä puhelinyhteyttä suuremman tiedonsiirtokapasiteetin välittämistä parikaapelissa useita kilometrejä. Käyttämällä digitaaliseen suodatukseen ja signaalikäsittelyyn tiedonkäsittelykapasiteetti, joka vastaa 250 miljoonan käskyä sekunnissa (250 MIPS⁶⁹), noin kymmentä 486- mikroprosessoria, voidaan tavallisessa kahdessa puhelinkaapelissa siirtää 784 kilobitin kapasiteetti sekunnissa kaapelista riippuen 3 - 7 kilometriä.⁷⁰ Se vastaa noin 12 - 50 puhelinyhteyttä modulaatiosta riippuen.

USA:ssa kehitteillä oleva infrapunaohjuksista lentäjää varoittava uhkavaroitusjärjestelmän keskusyksikkö sisältää yhdellä kortilla 320 miljoonan liukulukuoperaation kapasiteetin sekunnissa (320 MFLOPS⁷¹).⁷²

Synteettisen aukon, eli SAR⁷³- tutkan tarkkuus perustuu useiden peräkkäisten, samasta maalista hieman eri paikasta saatujen tutkakaikujen digitaaliseen käsittelyyn. Sen yksi mullistava ominaisuus on se, että tarkkuus ei huonone etäisyyden kasvaessa.⁷⁴

Tarvittava tiedonkäsittelykapasiteetti SAR- tutkassa on suuruusluokkana 100 miljoonaa liukulukuoperaatiota sekunnissa. Tähän asti ko kapasiteetti on ollut huipputeknologi-aa, prosessointi on suoritettu maassa tai prosessointi ei ole ollut reaaliaikaista.⁷⁵

Rohde&Schwarzin uusin digitaalinen suuntimo DDF 051 perustuu FFT⁷⁶- prosessiin ja suureen digitaaliseen laskentakapasiteettiin. Se pystyy suuntimaan 32 kHz:n kanavatakuudella 188 MHz:n taajuuskaistan, eli noin 6000 kanavaa sekunnissa⁷⁷.

Tämä merkitsee esim koko LV 217 radion taajuusalueen, 30 - 76 MHz, suuntimista 3,4 kertaa sekunnissa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että suuntimo ja hakuvastaanotin yhdistyvät, integroituvat ko laitteessa.

Ko suuntimo tuottaa valtavan määrän tietoa, noin 20.000.000 bittiä sekunnissa. Sen hyödyntäminen, eli radiopaikantamisjärjestelmän rakentaminen ko suuntimoista vaatii supertietokonekapasiteettia ja taktisella taistelukentällä toistaiseksi mahdottomia viestiyhteyskapasiteetteja.

Ko kapasiteetin merkittävimmät sovellutukset lienevät toistaiseksi ilmassa olevat strategis- operatiiviset järjestelmät ja erityisesti häirintälähettimien ohjaus hyppivätaajuisia radioita vastaan. Jälkimmäisessä tapauksessa suuntatietoja hyödyntävä järjestelmä on samassa paikassa suuntimon kanssa. Viestiyhteyskapasiteetti ei ole tällöin ongelma.

2.3. Vallankumouksen takana on mikropiirituotanto

Elektroniikan peruskomponentti oli aluksi elektroniputki, jossa elektronit kulkivat tyhjiöputkessa. Toisen maailmansodan jälkeen keksittiin puolijohdetransistori, joka korvasi elektroniputken. Puolijohdetransistori oli paljon pienempi kuin elektroniputki, rakenteena se oli kiinteä kappale, ei lasiputki, ja se käytti paljon pienempiä jännitteitä, 100 Voltin sijasta 5 - 15 Volttia. Se oli pieni vallankumous.

Suuri vallankumous tapahtui 1960- luvulla, kun keksittiin, että samaan puolijohdepalaan, johon aiemmin oli saatu yksi transistori, pystyttiin integroimaan aluksi kymmeniä transistoreja ja muita elektronisista komponentteja kuten, vastuksia, kondensaattoreita ym. Näin syntyi integroitu piiri, Integrated Circuit, IC.

Tuotantotekniikka kehittyi ja todettiin, että samaan tai lähes samaan tilaan voitiin integroida yhä useampia komponentteja, yhä pienempinä. Alkoi nykyaikaan jatkunut ja vielä lähitulevaisuuteen⁷⁸ jatkuva kehitys, jossa muutaman vuoden välein kaksinkertaistuu samalle mikropiirille mahtuvien komponenttien määrä.

Aloitettiin yhdestä transistorista per puolijohdepala, nyt samalla prosessilla luodaan miljoonia, kymmeniä miljoonia transistoreja per mikropiiri massatuotantona pitkälle automatisoiduissa tehtaissa.

2.4. Mikroprosessori

Mikroprosessori on kasvanut teholtaan 10.000- kertaiseksi noin 20 vuodessa ja sen suorituskyky on saavuttamassa supertietokoneen. Tämä merkitsee laskentakapasiteetin ja teknisen älyn rajua halpenemistä ja yleistymistä.

2.4.1. Kehityksen sukupolvet

Mikroprosessorit, eli yhteen mikropiiriin integroitu tietokoneen keskusyksikkö keksittiin vuonna 1971 (Intel 4004). Sen kellotaajuus oli 0,1 MHz:iä ja kerralla käsiteltävän tiedon leveys 4 bittiä (1 numero).

Kahdeksan prosessorisukupolvea ja 22 vuotta myöhemmin (v.1993) on päästy 80586-prosessoriin, eli Pentiumiin Sen kellotaajuus on 66 MHz:iä ja kerralla käsiteltävän datan leveys 64 bittiä (16 numeroa). Jos em luvut kerrotaan kuvamaan mikroprosessorien suorituskykyä, saadaan havainto, että 22 vuodessa niiden teho on yli 10.000-kertaistunut. Kehitystä on esitetty kuvassa 9.



	Julkaisuvuosi	MIPS abs/suht	Väyläleveys Sis, bittiä	Kellotaajuus MHz	Kello*Väylä Suhteellinen	Transistoria per mikropros.
4004	1971	0,06/1	4	0,1	1	n. 2.300
8080	1974	0,29/4,8	8	1 - 2	20 - 40	n. 5.500
8086	1978	0,75/12,5	8	4	80	29.000
8088	1979	0,75/12,5	8	4,77	95	29.000
80286	1982	1,5/25	16	16	512	134.000
80386	1985	5,0/83	32	33	2640	275.000
80486	1989	27/450	64	66	10.560	1.200.000
80586 (Pentium)	1993	100/1667	64	66	10.560	3.100.000

Lähde: Journal of Electronic Defence Feb 93 s.48

MIPS = Million Instruction Per Second, miljoonaa

käskyä sekunnissa

Kuva 9

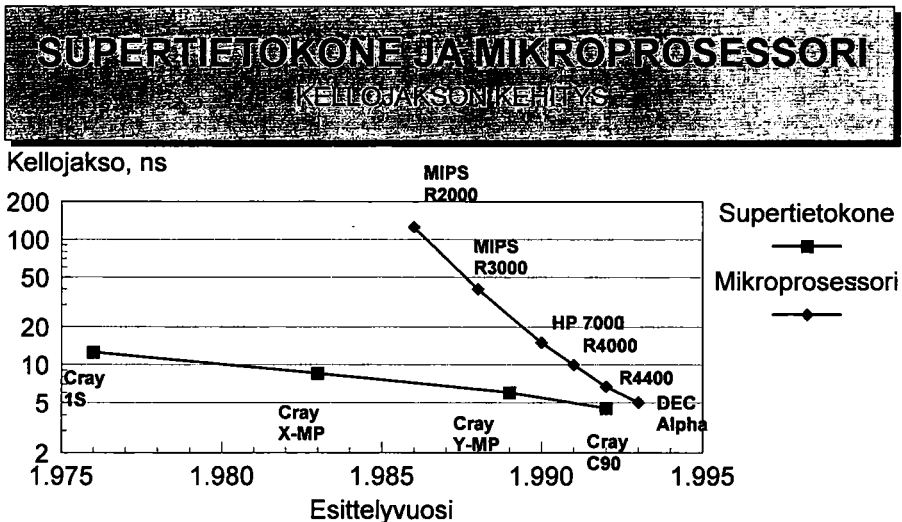
Koska mikrotietokoneen äly on sen mikroprosessorissa ja siihen liittyvässä ohjelmassa, em kehitys merkitsee teknisen älyn vallankumouksellista kasvua ja halpenemistä.

Jos vuoden 1971 viisihenkinen 100 kilometriä tunnissa kulkenut henkilöauto olisi kehittynyt vastaavasti vastaavassa ajassa, se kulkisi nyt 36 minuutissa maapallon ympäri (66.000 km/h) ja kuljettaisi 80 henkeä suurinpiirtein samalla energialle. Melko suuri vallankumous !

2.4.2. Mikroprosessorit ja supertietokoneet

Tekniikan kehitys suosii mikroprosessoreita. Niiden nopeus on kasvanut vuodesta 1986 vuoteen 1993 60 kertaiseksi. Vastaavassa ajassa supertietokoneiden nopeus on kasvanut "vain" kuusinkertaistunut.

Muita seikkoja, jotka parantavat edelleen mikroprosessorien tehoa, ovat tiedonsiirron nopeuttaminen prosessorin ja muistin välillä, tiheämmät piirit, kehittyneemmät prosessorirakenteet, esim superscalar, eli kyky suorittaa useita käskyjä yhdessä kellojaksossa sekä moniprosessorijärjestelmät.⁷⁹ Kuvassa 10 on esitetty Cray-supertietokoneen ja mikroprosessorin nopeuden kehitys kellojaksosella avulla.



Lähde: Aviation Week & Space Technology /
March 1, 1993 s.45

Kuva 10

Em kehityksen seurauksena mikroprosessori saavuttaa väistämättä nopeudessa supertietokoneen. Tämä on tapahtumassa vuoden 1995 tienoilla.⁸⁰

Em kehityksen seurauksena supertietokoneet rakennetaan mikroprosessorijärjestelmistä usean mikroprosessorin rinnakkaisjärjestelminä. Koska mikroprosessori on massatuote⁸¹, ko kehitys merkitsee supertietokonetasoisen kapasiteetin hinnan rajua laskua.

Vuoden 2001 sotilastietokone käyttää nopeaa Gallium- Arseeni- puolijohdetekniikkaan. Sen kellotaajuus on noin 2000 MHz tai nopeampi. Se pystyy 1000 miljoonaan liukulukuoperaatioon sekunnissa, supertietokone Cray C90:n tehoon. Useampia näitä on yhdistetty pöytä- ja työasemakokoonpanoihin.⁸²

Osaltaan elektronisessa sodankäynnissä on kyse siitä, saadaanko ko kapasiteetti omaan käyttöön ja/tai pystytäänkö se vastustajalta estämään. Toiseksi on kysymys ko tietokonejärjestelmien integroinnista kokonaisuudeksi. Tätä käsitellään seuraavaksi.

2.5. Ohjelmistot⁸³

Lähes kaikki tekninen toiminta perustuu nykyään ja tulevaisuudessa voimakkaasti mikroprosessoreihin. Niiden toiminta on taas täysin riippuvainen ohjelmistoista ja niiden algoritmeista, päättely- ja laskusäännöistä. Ohjelmistot ovat keskeinen keino toteuttaa automaatio, integraatio ja järjestelmien ylläpito ja modifiointi.

Automaatiossa on erittäin keskeisessä osassa ohjelmistot. Tietoa ohjelmoidaan koneisiin. Organisaation muisti ja läsnäolo lisääntyvät ohjelmistojen avulla siinä määrin, että se ylittää kaikki historialliset esimerkit.⁸⁴

Eli kun henkilöstö tekee töitään johtamisaikkalaitteella tai toimistoautomaatiojärjestelmällä, sen työtä ohjaa parhaimmillaan koko organisaation tiivistetty kokemus ohjelmoidun ja ylläpidetyn työohjekaavion ja mallien muodossa.

Käytännössä kaikki suuret sotilaalliset järjestelmät kuten lentokoneet, ohjukset, satelliitit, laivat, panssarivaunut, torpedot, johtamis- ja viestijärjestelmät sisältävät ohjelmoitavaa digitaalista elektroniikkaa.

Yhä enemmän tällaisten järjestelmien suorituskyvyn sanelee tietokoneohjelmat niiden signaali- tai dataproessoreissa, jotka kertovat mitä ja miten tehdä. Tietokoneohjelmien ylläpito, modifiointi on pääasiallinen tapa parantaa järjestelmää pitämään se uhkan edellä.

Esimerkiksi HOT- panssarintorjuntaohjauksen ohjaus- ja seurantajärjestelmä (tracker) sisältää kolme mikroprosessoria, viisi digitaalista signaaliprosessoria ja sen ohjelmisto on noin 50.000 riviä ohjelmakoodia. Ohjelmiston kirjallinen dokumentaatio on noin 1500 sivua tekstiä. Järjestelmän suorituskyky on noin 41 miljoonaa käskyä sekunnissa, eli vastaa noin kahdeksaa 33 MHz:n 386- prosessoria.⁸⁵

Vietnamin sodan aikainen F-4 hävittäjä ei sisältänyt tietokoneita eikä ohjelmistoja. Vuoden 1981 aikana käyttöön otetut F-16A hävittäjät sisälsivät seitsemän tietokonejärjestelmää, 50 digitaalista prosessoria ja 135.000 riviä ohjelmistoa.

F-16D sisältää 15 tietokonejärjestelmää, 300 digitaalista prosessoria ja 236.000 riviä ohjelmistoa. Sen ohjelmiston kehittäminen maksoi 85 miljoonaa dollaria ja ylläpito (virheiden korjaus, kunnossapito ja päivitys) tulee maksamaan 250 miljoonaa dollaria koneen eliniän aikana.

USA:n ilmavoimien johtamistoiminnan (C³) budjetista menee 50% ohjelmistoihin, maavoimissa 40% - 50% ja merivoimissa 35%. Vuonna 2002 elektroniikka ja ohjelmistot kattava 90% USA:n maavoimien johtamisbudjetista.⁸⁶

Ohjelmistojen rakentamisessa taas ovat tärkeitä ongelman mahdollisimman tehokkaan ratkaisun perusteet antavat algoritmit eli käsittely- tai laskusäännöt. Organisaation tulisi omata omista ydinprosessin asioista em syvälinen, algoritmitasoinen ymmärrys.

Hyvä esimerkki algoritmien merkityksestä on esim ns. FFT- prosessi, Fast Fourier Transformation, nopea Fourier- muunnos. Siinä voidaan elektronista signaalia edustavasta näytejonosta määrittää signaalissa olevat taajuudet digitaalisesti erittäin tarkasti ja nopeasti⁸⁷.

Tyypilliset FFT- analyysit tehdään 1024 signaalinäytteen jonolle. Muunnoksen laskeminen vaatii ilman FFT- algoritmia $1024 * 1024 = 1.048.576$ kertolaskua. FFT- algoritmilla vastaava muunnos voidaan tehdä $1024 * \ln(1024)$:lla eli $10 * 1024 = 10.240$ laskutoimituksella. Ko algoritmin tuntija pystyy noin 100 kertaiseen suorituskykyyn samalla konekapasiteetilla kuin FFT:tä tuntematon.

Vastaava konekapasiteetin kasvu voi tapahtua noin 10 vuodessa, esim 8080- prosessorista vuonna 1974 80386- prosessoriin vuonna 1985 (vrt edellä kuva 9).

Maailmalla on kehitetty 1980- luvulla uusi matematiikan alan, ns. wavelet- teoria. Se lupaa mullistavia mahdollisuuksia mm signaaleihin perustuviin tunnistamisiin ääni- ja sähkömagneettisessa aaltoilikkeessä. Se vaatii vähemmän laskentaa kuin FFT- analyysi ja parantaa tutkien suorituskykyä ja elsokestävyyttä.⁸⁸

Ohjelmistot ja algoritmit ovat erittäin keskeinen osa sotilaallista suorituskykyä, etenkin yhä tärkeämpää järjestelmien automaattista integrointia. Lisäksi ne ovat keskeinen keino modifioida nykyaikaisia järjestelmiä uusien uhkien ja uusien käyttöperiaatteita vastaaviksi. Ohjelmistoja ei kuitenkaan käsitellä tässä tutkimuksessa tarkemmin.

2.6. Simulointi

Simulointi on oleellinen osa nykyaikaista ja tulevaisuuden sotilaallista suorituskykyä. Se perustuu tietokoneisiin, niiden verkottamiseen ja ohjelmistoihin.

2.6.1. Miksi simulointi ?

Laskentatehon radikaali kasvu merkitsee yhä reaaliaikaisempia, halvempia, tarkempia ja laajempia simulointimahdollisuuksia. Simuloinnista tulee kehityksen myötä yhä varteenotettavampi kehittämis-, koulutus- ja tutkimusväline yhä pienempiin tarpeisiin ja yhä alemmas.

Näkökulmia simulointiin ovat säästöt, vaaralliset tilanteet, virheiden tekeminen ja ajan säästö. Perinteinen simulointi on tähännyt yhdeltä osin säästöihin. Peruslentämisen opettelu 100 miljoonaa maksavalla lentokoneella on kallista. Toisaalta simulaattori voi ko tapauksessa maksaa melkoisesti, koska varsinainen väline on vielä kalliimpi.

Simulointi vähensi erään asejärjestelmän testauskustannuksia 15,5 miljoonasta dollarista 2 miljoonaan dollariin ja testausajan 13 kuukaudesta 3 kuukauteen. Erään harjoituksen resurssit olivat ilman simulointia: 97.000 sotilasta, 7000 ajoneuvoa, 1080 panssarivaunua, 37 esikuntaa ja 53,9 miljoonaa dollaria. Sama harjoitus simulointiresursseilla: 20.000 oikeaa sotilasta, joista vain 6000 tuotiin USA:sta Eurooppaan, 135 ajoneuvoa, ei panssarivaunuja ja 41 esikuntaa. Simuloidut joukot olivat 175.000 miestä, 12.810 ajoneuvoa, 1950 panssarivaunua. Lisäksi tarvittiin 19.5 miljoonaa oikeaa dollaria.⁸⁹

Toisaalta vaarallisen toiminnan harjoittelu 100 miljoonan välineellä on juuri sitä, eli vaarallista. Oikean toiminnan osaaminen vaarallisessa tilanteessa oikealla välineellä on taas ratkaisevaa, usein ero elämän ja kuoleman välillä.

Simulointi mahdollistaa virheiden tekemisen tehokkaasti ja halvalla. Antamalla johtajien tehdä virheitä rauhanaikana simulaattorilla, niitä voidaan välttää sodanaikana. Voidaan harjoitella eri toimintatapoja tai taktiikoita ja oppia monimutkaisen järjestelmän toiminnan lainalaisuuksia.

Persianlahdella 1991 ilmasota simuloitiin ennen taisteluita. Se, että pelkästään F-117 häivekoneita käytettiin Baqdadin yllä oli simuloinnin antama tulos. Samoin se, minkälaisia koneita tuli sekoittaa eri tehtäviin ja miten ne tuli aseistaa, simuloitiin etukäteen. Taistelu-tehtävät haluttiin lentää ensin simuloimalla ennen todellista suoritusta.⁹⁰

Ajansäästö on myös merkittävä simuloinnin ulottuvuus. Jos joku pystyy tarvittavalla tarkkuudella simuloimaan esim prikaatin 24 tunnin taistelun yhdessä tunnissa, on ko organisaatiolla mahdollisuus kokeilla erilaisia toimintamenetelmiä, taktiikoita, uusia välineitä ym rytmillä, joka tavallisella sotaharjoitustoiminnalla on täysin mahdoton. Huonot välineet ja menetelmät voidaan karsia jo määrittelyvaiheessa pois tai tehdä niihin tarvittavia muutoksia. Rahalliset säästöt eivät tarvitse olla ko tapauksessa määrääviä.

Edellä esitetty tutkimus "The Military Technical Revolution" (luku 1.4.9.) pitää simulointia yhtenä keskeisenä uuden sotateknisen vallankumouksen osatekijänä.

2.6.2. Simulointi ja tietokoneet

Koulutusjärjestelmien puolella on voimakasta kehitystä tapahtumassa kolmella alalla: Avoimen arkkitehtuurin tietokoneiden käytössä, simulaattoreiden verkottamisessa ja uusien visuaalisten näyttöjen alueella.

Mikrotietokonevallankumouksella, joka koskettaa nykyään lähes kaikkia elämän alueita, on suuri vaikutus myös siihen miten simulointilaitteistoja suunnitellaan ja otetaan käyttöön. Aiemmin vain mini- tai superminikoneet pystyivät tarvittavaan tehoon. VME-pohjaiset 68030 prosessorijärjestelmät olivat ensimmäiset mikrojärjestelmät, joiden kapasiteetti mahdollisti simuloinnin mikroprosessoriympäristössä.⁹¹

Simulaattoreiden verkottamisen yhtenä tuloksena voi olla kokonaisen prikaatin kouluttaminen simulaattoreilla.⁹²

US Army vaatii vuoden 1994 puolivälistä hankintaohjelmiin liittyvän simuloinnin kehittämistä yhdessä hankinnan muun toiminnan kanssa.

US Army on perustanut kuusi taistelulaboratorioita (Battle Labs) ympäri valtakuntaa. Niissä teollisuus voi testata uusia ideoita, jotka välitetään Louisiana Maneuvers-organisaatiolle.⁹³ Se muodostuu todellisista joukoista, puoliautomaattisista joukoista ja sotilaista simulaattoreissa, jotka kaikki on kytketty samaan simulaattorialustaan.⁹⁴

2.6.3. Johtopäätöksiä simuloinnista

Simulointi on yksi uuden mikroprosessoriteknologian mahdollistama merkittävä kapasiteetti, joka muuhun kokonaistointiaan integroituna antaa uusia, jopa mullistavia mahdollisuuksia. Simulointi on integroitava doktriinin kehittämisestä päätyen yksittäisten laitteiden huollon ja asennusten kokeiluun virtuaalitodellisuudessa ennenkuin ko laitteen on edes suunniteltu valmistuksen vaatimalla tarkkuudella.

Kyky "pelata" erilaisia tilanteita sodankäynnin eri tasoilla rauhan ja sodanaikana lisää merkittävästi johtajien mahdollisuuksia tehdä virheitä ja oppia uusia asioita "vaarattomasti".

Kyky suorittaa, simuloida, 24 tunnin toiminta 1 tunnissa riittävällä tarkkuudella merkitsee kykyä tutkia ko ilmiötä aivan uudella, luovalla ja operatiivisen käyttäjän kannalta pienellä tieto- ja työmäärällä. Infrastruktuuri, eli simulointikapasiteetti, ohjelmistot ja alan ammattihenkilöstö on toki oltava kunnossa.

2.7. Tietokoneistuminen

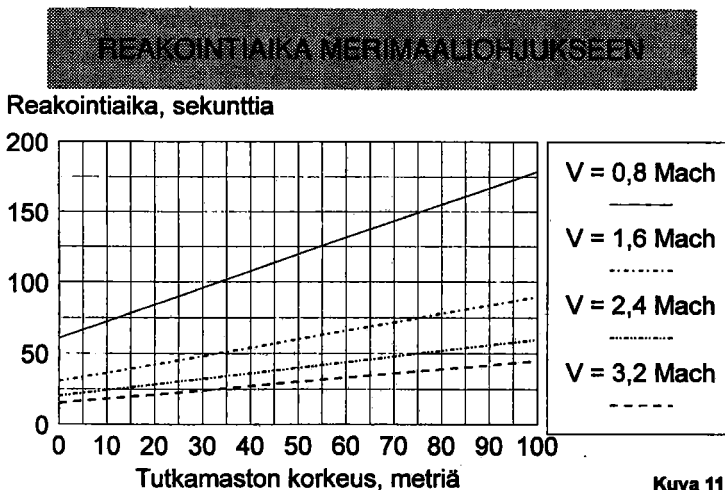
Sodankäynti on tietokoneistunut ja verkottumassa. Tietokone mahdollistaa mm nopeuden ja tarkkuuden, verkottuminen integroinnin ja synkronoinnin.

2.7.1. Tietokone, automaatio, tarkkuus

Automaatio mahdollistaa nopeuden. Esim dynaamisissa taistelulentätilanteissa, joissa vaaditaan suurta onnistumistodennäköisyyttä ensimmäisellä kerralla, ei voida viestiyhteyksiä välittää manuaalisesti. Etenkään pidempiä, operatiivisia, yhteyksiä. Vaaditaan automatiikkaa, joka löytää nopeasti halutun henkilön tai tietokoneen taistelulentätilältä.

Elektronisen omasuojan on toimittava merellä ja ilmassa muutamassa kymmenessä sekunnissa. Uhkan havaitseminen, luokittelu ja vastatoimenpiteiden käynnistäminen on tapahduttava tässä ajassa.

Kuvassa 11 on esitetty reagointiajan pieneneminen merimaaliohjauksen nopeuden funktiona.⁹⁵ Venäläisillä on ollut 3 Machin meritorjuntaohjus palveluskäytössä vuodesta 1980. Sen suunnitteluperustana on ollut US Navyn taistelunjohtojärjestelmän ja sen käytössä olevien ohjusten ominaisuudet.⁹⁶



Kuva 11

Risteilyohjusten tarkkuus kantalinnoitetun pistemaalain (strateginen ohjussiilo, johtamispaikka) tuhoamiseen on kasvanut niin, että 1960- luvulla olisi tarvittu yli 100 megatonnin ydinkärki, 1980- luvun alussa 10 kilotonnin ydinkärki ja noin vuodesta 1985 vaikutukseen riittäisi tavanomainen taistelukärki.⁹⁷

Risteilyohjukset ovat asejärjestelmänä siirtyneet siis strategiselta tasolta ainakin operatiiviselle tasolle.

2.7.2. Tietokoneet ja integrointi

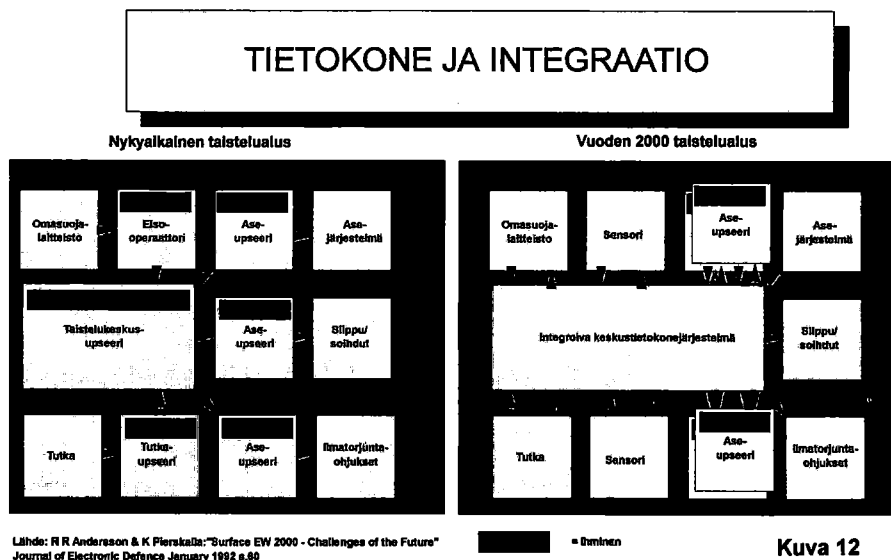
Vanhanaikaisessa toiminnassa ihminen suoritti integroinnin eri sensoreiden kanssa ja antoi ohjeet asejärjestelmille. Tulevaisuudessa em toiminnot integroidaan tietokoneella (tai tietokoneverkolla). Ko järjestelyt on esitetty kuvassa 12. Tietokoneella saadaan seuraavia etuja:

1. Erilaiset sensorit täydentävät toisiaan. Tutkalla voi mitata etäisyyden ja elektronisella mittaustiedustelulla tunnistaa kohteen.

2. Toisella sensorilla voidaan havaita esim häirinnän tehoaminen tai sen teho loppumisen ja vaihto ko pisteessä asejärjestelmiin.

3. työmäärä vähenee.

Myöhään aukeavat hakupäät ja yllääninopeudet vaativat paljon suurempia prosessoin-



tinopeuksia. Yksi vastaus em uhkiin (laivalla) voi olla aktiivisten, (laivan) ulkopuolisten vastatoimenpiteiden käyttö. Lavetti voi olla kertakäyttöinen tai sofistikoitumpi takasin palaava lavetti, poiju, purje, tai lennokki.⁹⁸

Tekniikka integroi jatkuvasti laitteita ja järjestelmiä. Puhelinyhtiön ja TV- yhtiön integraatio saattaa synnyttää järjestelmän, joka siirtää puhelinkaapeleissa puheluiden lisäksi videon ja TV-ohjelmat.⁹⁹ Ko kehityksen takana on mm digitaalinen signaalinkäsittely kuten luvussa 2.2. on esitetty.¹⁰⁰ Muutoksen yhteydessä perinteiset videovuokraamot todennäköisesti häviävät.

Tietokone integroi yhteen laitteeseen mm laskimen, kirjoituskoneen, arkistomapin, kalenterin, postin ja piirustuslaudat. Tietokoneverkko on integroimassa mm modeemin, puhelimen, videon, postin ja tietopankin samaan välineeseen.

Kun johtamis-, viesti-, tiedustelu- ja asejärjestelmien käyttölaitteina käytetään yhä enemmän tietokoneita, voidaan tietokoneilla potentiaalisesti simuloida mitä tahansa niistä. Tietokoneverkko on tällöin potentiaalisesti todellisen ja simuloidun järjestelmän mikä tahansa yhdistelmä (vrt edellä luku 2.6.2).

Siemens Plessey'n uusin elsolaitesukupolvi, PVS 3800, sisältää yhden digitaalisen laitteiston ja useita ohjelmia. Ohjelmaa muuttamalla sama laite toimii haku-, analyysi-, seuranta- ja suuntimovastaanottimena.¹⁰¹ Perinteisellä tekniikalla ei vastaavaa ole pystytty tekemään.

Vaikka prosessorijärjestelmien nopeus, tarkkaus ja datakapasiteetti on ilmiselvä, niin 90-luvun todellinen tehtävä on integroida kasvava määrä erillisiä järjestelmiä kokonaisuuksiksi.¹⁰²

2.7.3. Tietokoneiden verkottuminen

Siviilipuolella 1980- luku oli henkilökohtaisten tietokoneiden aikaa. Seuraavasta vuosikymmenestä on tulossa tietokoneverkkojen ja kannettavien tietokoneiden vuosikymmen.

Tietokoneverkko mahdollistaa tiedonsiirron tietokoneelta toiselle, tarvittaessa ilman ihmisen vaikutusta. Se mahdollistaa järjestelmien integroinnin ja automaattisen tietojen hyödyntämisen ilman ihmistä. Se mahdollistaa myös laajojen kokonaisuuksien synkronoinnin, teknisen ja/tai toiminnallisen tahdistamisen toisiinsa.

Esim AT&T:n suuressa puhelinkeskuksessa, 5ESS:ssä, oli vuonna 1981 30 mikroprosessoria, vastaten tietojenkäsittelykapasiteetiltaan alle 10 MIPS:ä, vuonna 1987 vastaavassa järjestelmässä oli 2500 mikroprosessoria ja vajaa 1000 MIPS:ä sekä vuonna 1991 5000 mikroprosessoria ja noin 10.000 MIPS:ä.¹⁰³ Ko puhelinkeskus on siis käytännössä suuri mikroprosessoriverkko.

Ko tyypiset puhelinkeskukset ovat ohjelmisto- ja tietokonejärjestelminä suurimpia maailmassa. Näillä massiivisilla mikroprosessoriverkoilla, puhelinkeskuksilla, luodaan nykyajan verkkojen verkot, eli maan- tai maailmalajuiset tele- ja tietokoneverkot. Ne perustuvat jatkossa siis maanlaajuisesti jopa miljoonien mikroprosessorien yhteistoimintaan. Ko yhteistoimintaan perustuvat taas mm ihmisten ja tietokoneiden tietoliikenne.

Tietokoneiden välinen tietoliikenne voidaan hoitaa tietokoneverkoilla. Ne jaetaan LAN, MAN ja WAN- tyypeihin niiden koon ja maantieteellisen peiton perusteella.

LAN- (Local Area Network) verkko muodostuu samassa ajoneuvossa tai korttelissa (vast) olevien tietokoneiden verkosta. MAN- (Metropolitan Area Network) verkko muodostuu samassa kaupungissa (vast) olevien LAN- verkkojen yhdistelmänä. Vastaavasti WAN- (Wide Area Network) verkko muodostuu MAN- verkkojen yhdistelmänä maan, maanosan tai maailmanlaajuisena verkkona.

Yksi maailman suurimpia tietokoneverkkoja on maailmanlaajuinen korkeakoulujen tietoverkko Internet. Sillä oli vuonna 1994 40 miljoonaa käyttäjää ja verkossa on noin kolme miljoonaa tietokonetta.¹⁰⁴

2.8. Elektroniikan kehityssuuntia:

Elektroniikassa voidaan nähdä seuraavia kehityssuuntia:

- lähitulevaisuudessa edelleen jatkuva yksittäisen mikropiirin komponenttimäärän, eli tehon, muistikapasiteetin kasvu
- uudet nopeammat puolijohdemateriaalit
- mikro/millimetrialtoalueen mikropiirit
- rinnakkaisprosessointi
- erikoismikropiirit
- asiakaskohtaiset piirit

- keinoäly ja
- hermoverkkopiirit.

Niiden seurauksena laitteet pienenevät edelleen, teho kasvaa, ja teknisen älyn, laskentakapasiteetin yksikköhinta laskee merkittävästi, suorastaan vallankumouksellisesti.

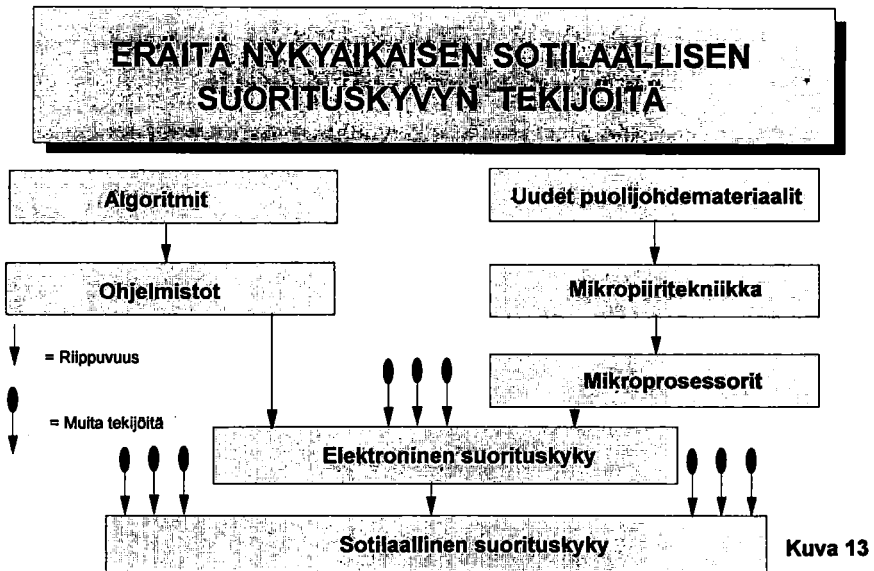
Yllä olevia elektroniikan kehityssuuntia on tarkemmin käsitelty liitteessä 3.

2.9. Johtopäätöksiä elektroniikasta

Elektroniikan ja erityisesti mikropiiri- ja digitaalitekniikan kehitys on mullistanut monen alan kehityksen.

Mikroprosessorien ja niiden ohjelmistojen ja ongelmia ratkovieen algoritmien, eli laskenta- tai päätelysääntöjen avulla on mahdollista tehdä aikaisemmin mahdollottomana pidettyjä asioita.

Algoritmit, ohjelmistot, mikroprosessorit, elektroninen ja sotilaallinen suorituskyky muodostavat kuvassa 13 esitetyn hierarkkisen järjestelmän. Sotilaallista suorituskykyä voi siis parantaa parantamalla mitä tahansa kuvan 13 osaa. Kaikkiin em suorituskyky-tekijöihin vaikuttaa perustutkimus ja sen taso.



Kehitys tulee jatkumaan lähiaikoina nykymuotoisena. Sen seurauksena voidaan nähdä mm:

Yleinen teknisen älykkyyden kasvu ja sen siirtyminen yhä alemmas; yhä älykkäämmät aseet ja ammuksset, ympäristön, mm häirinnän huomioivat ja muutenkin taistelunkestävät viestijärjestelmät, päätöksenteon tueksi tulevat analysointi- ja simulointijärjestelmät. Tietokone on jo monessa laitteissa (ohjus, hakeutuva ampumatarvike) kertakäyttötarvike.

Laitteiden koko pienenee edelleen. Mikä oli 10 vuotta sitten pöytäkokoa on nyt kannettava ja mikä 20 vuotta sitten oli laitehuone on nyt kannettava. Tai mikä 20 vuotta sitten oli strategista tietokonekapasiteettia on nyt taktista ja mikä 10 vuotta sitten oli operatiivista on nyt taktista.

Tai: 1960- luvun tietokonetekniikka oli tietokonehuone, 1970- luvun tietokonetekniikka päätehuone, 1980- luvun tietokonetekniikka pöytä tietokone ja 1990- luvun tietokonetekniikka liikkuva, kannettava tietokone.

Järjestelmät integroituvat automaattisiksi, nopeiksi, kokonaisvaltaisiksi ja monimutkaisiksi kokonaisuuksiksi, laajoiksi tietokonejärjestelmiksi, tietokoneverkoiksi. Yhä reaaliaikaisemmat ja monimutkaisemmat prosessit pystytään suorittamaan reaaliajassa.

Simuloinnin merkitys laskentatehon ja tietokoneverkkojen kasvaessa tulee olemaan merkittävä osana kaikkea sotilaallista toimintaa; järjestelmien suunnittelu, koulutus, huolto, operaatio- ja toimintavaihtoehtojen tarkastelu ym.

3. MITÄ ELSO ON ?

Elso on syntynyt sodankäynnin peruslakien mukaisesti. Jos vastustajalla on jokin osakokonaisuus, esim elektroniikka, josta sen suorituskyky on riippuvainen tai jota toinen osapuoli voi käyttää jotenkin hyväkseen, ko osakokonaisuus joutuu väistämättä sodankäynnin kohteeksi.

Sodankäynnin kohteena se synnyttää vasta- asean, vasta- ase vasta- asean jne. Näin elso alko elektroniikassa radioina, radioiden etsimis-, kuuntelu- ja paikantamis- ja häirintälaitteina, niiden vastalaitteina (EMP¹⁰⁵, HPM¹⁰⁶) jne. Toisessa maailmansodassa elso laajeni tutkajärjestelmiin ja niiden jälkeen sensoreihin laajemmin, sekä niiden mukana asejärjestelmiin.

Elektroninen sodankäynti, elso on:

- monipuolista suhteellista etua taistelukentällä
- ase aseiden joukossa
- elektronista tiedustelua, häirintää, harhauttamista ja tulevaisuudessa myös elektronistatuhoamista ja kaikilta näiltä suojautumista
- keskeinen osa kaikkea taistelukentän tukea
- dynamiikkaa ja yllätystä
- vaikeuksia komentajalle
- informaatio- ja sodankäynnin keskeinen tekijä sekä
- yhä keskeisempi taistelukentän strategis- operatiivinen vaikuttaja.

3.1. Elso on monipuolista suhteellista etua taistelukentällä

Elektroninen sodankäynti, elso, on suhteellisen edun tavoittelua vastustajasta elektroniikan tai/ja sen käyttämän elektromagneettisen spektrin avulla.

Siinä on em sodankäynnin mallin mukaan omalla puolella kolme osa- aluetta, elektronisen välineen käyttö omassa järjestelmissä, hyökkäys vastustajan elektroniikka välineitä vastaan ja omien elektronisten välineiden suojaaminen vastustajan vaikutuksilta.

Lopullinen, taistelukentällä vaikuttava suhteellinen etu saadaan kun huomioidaan edellisten lisäksi vastustajan elektroniset välineet, niiden suojaus ja vastustajan kyky hyökätä meidän elektroniikka välineitä vastaan. Em kokonaisuus on esitetty aiemmin kuvassa 3.

Suhteellista etua syntyy myös, kun vastustaja luulee elektroniikan käytöstä jotain muuta kuin mitä se on (harhautaminen) tai ei tiedä siitä mitään (salaaminen). Jälkimmäisessä tapauksessa ko elektroniikalla järjestelmällä on vain sodanajan merkitystä. Sillä ei ole ennaltaehkäisevää kykyä, koska vastustaja ei tiedä siitä mitään.

Myös sodankäynnin ympäristöön vastustajaa paremmin sopeutuvat järjestelmät antavat suhteellista etua sodankäynnin ympäristön, esim sähkömagneettisen spektrin kautta.

Elektronista suhteellista etua voidaan tehostaa myös vaikuttamalla viestivälineen tai tutkan käyttäjään psykologisesti. Esimerkiksi niin että hän ei uskalla tai halua käyttää ko laitetta. Tehokas häirintä pyrkii tähän.

Eli vastustaja luopuu häirityn välineen käytöstä, jolloin häirinnälle tulee jälkivaikutus: Se toimii, vaikka häirintää ei enää käytetä.

Tähän amerikkalaiset pääsivät Persianlahdella tutkaa hakeutuvien HARM- ohjusten käytöllä. Pelkkä harhauttavan HARM- koneen radiokutsun kuuleminen riitti tutkien sammuttamiseen alueella.

Suhteelliseen etuun elektroniikassa voidaan käyttää myös tulen- ja joukkojen käyttöä. Tällöin hyökätään kaikkea säteilevää vastaan, kaikkia viestiyhteyksiä vastaan, ja se mikä on säästynyt edellisistä joutuu häirinnän alle.¹⁰⁷ Tämä ei kuulu enää elsoon, mutta on erittäin oleellinen osa siinä kokonaisuudessa, johon elso kuuluu, esim amerikkalaisessa johtamisodankäynnissä, jonka komponentit on esitetty edellä kuvassa 2.

Tai voidaan käyttää tietoa ko viestiväliseen käytön vaikeuttamiseksi. Käytetään tietoja esim vastustajan viestitaktiikasta, viestiväliseen teknisistä ominaisuuksista, maastosta ja viestiväliseen maastoliikkuvuudesta hyväksi miinoittamalla parhaat asemapaikat tai/ja kylvämällä lähihäirintälähettimejä niille.

Em toimintatapojen yhdistelmä, synergistinen kokonaisuus, jota amerikkalaiset kutsuvat Command and Control Warfare:ksi, Johtamissodankäynniksi, on tehokkain käyttö.

3.2. Elso on ase aseiden joukossa

Elso on väline, ase, muiden sodankäynnin välineiden joukossa. Suhteellinen etu voidaan saada aikaiseksi esim tuhoamalla vastustajan viestiväline fyysisesti, häiritsemällä sitä elektronisesti tai tuhoamalla se elektronisesti. Meritorjunta- tai panssaritorjuntaohjus voidaan torjua pikatykillä, konekiväärillä tai vaikuttamalla sen käyttöön elektronisesti, esim häiritsemällä hakupäätä, komentoviestiyhteyttä tai maalinosoitusta suorituttavaa sotilasta.

Venälaiset myyvät Shtora-1 nimistä laser- ja optista häirintäjärjestelmää, joka mainoslehtisen mukaan vähentää panssaritorjuntaohjuksien osumatodennäköisyyttä kolmanteen osaan, jopa viidenteen osaan.¹⁰⁸

Oleellista on, että johtajat eri portaissa tiedostavat käytössään olevat välineet ja osaavat niitä käyttää tilanteen edellyttämällä tavalla parhaan kokonaisvaikutuksen aikaansaamiseen. Vielä oleellisempaa on, että ko mahdollisuudet on nähty rauhan aikana ja johtajille on luotu erilaisia mahdollisuuksia, joista voidaan luoda "reagointipaketti" useamman tyyppiseen uhkaan.

Yleensä elson vaikutus on välillistä. Paikannetaan esikuntia ja tuliyksiköitä elektronisesti tarkemman tiedustelun, asevaikutuksen, tai hyökkäyksen kohteeksi, estetään sensorin tai viestiväliseen toimintaa jne. Se ei ole siis niin näkyvää ja dramaattista kuin esim veren vuotaminen. Se on kuitenkin lopulta yhtä todellista. Tätä ei ole helppo ymmärtää, ja siinä on yksi elson keskeinen vaikeus.

Suorassa vaikuttamisessa haluttu tulos syntyy elektronisen vaikutuksen seurauksena, esim häirinnässä. Välillisessä vaikutuksessa, esim elektronisessa tiedustelussa, vaikutus syntyy suoran vaikutuksen jälkiseurauksena. Esim lentokoneen ohjausjärjestelmän tietokoneiden sekoaminen häirinnässä on suora vaikutus. Lentokoneen putoaminen ko häirinnän seurauksena on välillinen seuraus häirinnästä.

Elson välitön kohde voi olla laitteen ohjelmisto, laitteen fyysinen osa, laite, järjestelmä tai ihminen.

Sähkömagneettinen säteily, ja siten myös elso kattaa taajuudet nolasta hertzistä äärettömään. Tavanomaisimmat tällä hetkellä käytetyt elektronisen sodankäynnin aaltoalueet ovat radiotaajuudet, tutkataajuudet, millimetrialue, infrapuna-alue ja näkyvän valon alue.

3.3. Elso on tiedustelua, uhkavaroitusta, häirintää ja harhautusta

Elso jakautuu perinteisesti elektroniseen tiedusteluun, häirintään, harhautukseen sekä elektroniseen suojautumiseen. Uusina elektronisen vaikuttamisen keinoina ovat tulossa

ajankohtaiseksi myös elektroninen tuhoaminen, muutenkin kuin ydinräjähdyksessä syntyvällä EMP:llä, sekä vaikuttaminen ohjelmistojen kautta.

Elektroninen uhkavarointi mm omasuojajärjestelmissä on tulossa myös yhä tärkeämmäksi ilma-, meri- ja maavoimissa, kun elektronisesti tuettujen asejärjestelmien, ohjusten ja hakeutuvien ampumatarvikkeiden käyttö lisääntyy.

Uhkavarointijärjestelmiä ovat mm

- MAWS¹⁰⁹- ohjusvaroitusjärjestelmät ohjuksen lähestymisestä
- tutkavaroitimet tutkauksen tai tutkalukituksen kohteena olosta
- laser- valaisun varoitusjärjestelmät panssarivaunuissa, laivoissa ja lentokoneissa sekä
- ballististen ohjusten laukaisuista varoittavat varhaisvaroitukseen käytettävät satelliittijärjestelmät.

Elektroninen tiedustelu kohdistuu sähkömagneettiseen säteilyyn ja sen teknisiin ominaisuuksiin. Tiedustelun kohteena oleva säteily voi olla tahallista (tutka, radio, laser) tai tahatonta (lämpö-, haja- tai mikroaaltoalueen taustasäteily).

Kuuntelutiedustelu kohdistuu viestivälineiden muodostaman säteilyn informaatioon. Elektroninen mittaustiedustelu kohdistuu elektronisen signaalin teknisiin ominaisuuksiin (taajuus, modulaatio, ym).

Elektronisen tiedustelun tavoitteena on saada tietoa elektronisista laitteista, niihin liittyvistä seikoista, esim lähettimen paikka, ja em tietojen perusteella laitteiden takana olevista ilmiöistä, esim asejärjestelmistä ja johtamispaikoista tai niiden siirroista ja lopulta vastustajan toiminnasta ja aikomuksista em tietojen perusteella.

Elektroninen häirintä kohdistuu elektroniseen laitteeseen, tavallisesti vastaanottimeen. Se voi olla tahatonta, eli toinen hyötylähetin, oma tai vihollisen, samalla taajuudella. Tai se voi olla tahallista, eli häirintälähetin samalla taajuudella. Tahallisen häirinnän tavoitteena on estää hyötylähetettä tai sen osaa kuulumasta vastaanottimeen.

Elektroninen harhauttamisen kohdistuu elektroniikkaa hyödyntävään laitteeseen tai ihmiseen. Sen tavoitteena on elektroniikan välityksellä luoda laitteille tai järjestelmille tai niiden käyttäjille väärä kuva todellisuudesta.

3.4. Elso on tuhoamista ja suojautumista

Elektroninen tuhoaminen kohdistuu kaikkiin elektronisiin laitteisiin, sekä lähettimiin, että vastaanottimiin. Keinoja ovat EMP, HPM ja laser. Se voi kohdistua myös ihmisiin, esim laser-sokaisu silmään. Tuhoaminen voi olla laitteiston tai sensorin tuhoamista (hard kill) tai ohjelmiston datan "tuhoamista" (soft kill). Jälkimmäisessä tapauksessa suora vaikutus on harvoin pysyvä. Välillinen vaikutus voi olla pysyvä, esim ohjuksen harhautuminen tai ilma-aluksen putoaminen ohjaavan tietokone- ohjelman sekoamisen seurauksena.

Elektronisen suojautumisen tavoitteena on suojautua eri tavoin yllä esitellyiltä elson vaikutuksilta.

3.5. Elso on keskeinen osa kaikkea taistelun tukea

Materiaali ja henkilöstö ovat sotateoimille elintärkeitä. Sotateimet vaativat kuitenkin edellä mainittujen lisäksi tukitoimia.

Näitä sotateoimia tukevia funktioita ovat johtaminen (C²; Command and Control), informaatiosodankäynti, elektroninen sodankäynti, psykologinen sodankäynti ja johtamisen ja viestitoiminnan vastaiset toimet¹¹⁰. Ne menevät useasti toiminnallisesti päällekkäin.¹¹¹

Elektroniikka ja elso liittyy oleellisesti niihin kaikkiin, jopa psykologiseen sodankäyntiin sähköisen joukkotiedotuksen¹¹², ja sen häirinnän kautta.

Elson merkitys on siirtymässä taistelukentän tukitoiminnasta strategis- operatiiviseksi taistelukentän keskeiseksi tekijäksi, joka on verrattavissa johtamiseen, tulenkäyttöön tai liikkeeseen (vrt edellä venäläiset käsitys kuudennen sukupolven sodankäynnistä, luku 1.4.8.).

3.6. Elso on vaikeuksia komentajille

Komentajien ja esikuntien tehtävä on vaikeutumassa. Toisen maailmansodanaikaisesta 20 sodankäynnin funktiosta on siirrytty 30 funktioon (ks edellä kuva 5). Lisääntyneet funktiot ovat suoraan elsoa tai siihen läheisesti liittyviä, kuten ohjuksia, elektronista valvontaa, elektronisesti tuettuja asejärjestelmiä jne.

Komentajien ja esikuntien hallittava tietomäärä kasvaa, taistelukenttä laajenee ja syvenee, liikkuvuus ja operaatioiden tempo kasvaa ja taistelu on muuttunut 24 tuntiseksi.

Elso on nykyaikaisen sodankäynnin neljäs ulottuvuus. Se on integroitava lähes kaikkeen sotilaalliseen toimintaan, johtamis- ja valvontajärjestelmiin, viestiyhteyksiin, tiedusteluun, laivojen, lentokoneiden, helikoptereiden ja panssarivaunujen omasuojaan, asejärjestelmiin, jne.

Se sisältää kaikissa em kohdissa sekä puolustuksen että hyökkäyksen, sekä omalla että vihollisen puolella. Se vaikuttaa strategisella tasolla, esim satelliittijärjestelmien häirintä, operatiivisella tasolla, esim AWACS- ja JSTARS- tyyppisten koneiden sensoreiden ja viestiyhteyksien häirintä, ja taktisella tasolla, esim taktisen tason viestijärjestelmät tai asealustojen omasuoja ohjuksia ja hakeutuvia ampumatarvikkeita vastaan.

Esikuntien, sensoreiden, asejärjestelmien ja viestiyhteyksien haavoittuvuus - fyysinen ja elektroninen - on kasvanut, samoin mahdollisuudet niiden suojaamiseen. Tämä lisää sodankäynnin monimutkaisuutta ja tuo siihen uuden epävarmuustekijän.

Elso lisää siis sotatoimiin uuden, keskeisesti vaikuttavan, neljännen ulottuvuuden. Se vaikeuttaa tätä kautta sotatoimien suunnittelua ja toteutusta. Sen syvälinen ymmärtäminen, tutkiminen ja kokonaisvaltainen soveltaminen on entistä tärkeämpi.

3.7. Elso on oleellinen osa informaatio sodankäyntiä

Käydyissä sodissa on tähän mennessä ollut pääosin teollisuustuotantoon liittyvät asiat ihmisten ohella ratkaisevassa asemassa. Nyt on nähtävissä, että informaatio, tieto ja siihen liittyvät seikat ovat tulossa ratkaisevaksi.

Tämä ei tarkoita, etteikö tulevissa sodissa tuhoitaisi panssarivaunuja ja etteikö niissä edelleen kuulisi sotilaita. Tämä merkitsee, että keskittymällä tietoon liittyviin asioihin saadaan parempia tuloksia kuin keskittymällä aseiden, tehtaiden ja ihmisten tuhoamiseen.

Asejärjestelmien uhkavaroitussjärjestelmät, elektroninen omasuoja, asejärjestelmien liittäminen tiedonvälitysjärjestelmiin ja elektroniikan muu käyttö tehostamaan niiden käyttöä ja heikentämään niiden vastustajan toimintaa ovat jatkossa oleellisia, ei asejärjestelmät niinkään sinänsä.

Joskus oikean sekunnin aikana tehty oikea toiminta saattaa olla ero laivan, lentokoneen, tai panssarivaunun tuhon ja säilymisen välillä. Tällöin edellytetään, että tiedetään milloin on ko sekunti ja mikä on ko tehokas toiminta. Ko sekunnin tietäminen edellyttää uhkavaroitusta ja oikean toiminnan tietäminen strategista (elektronista) tiedustelua ja järjestelmähallintaa.

USA:ssa informaatiotaistelua tapahtuu Johtamissodan, Command and Control Warfare; C²W, ympärillä. Aihetta on tarkemmin käsitelty luvussa 1.4.4. Yksi US Army:n modernisointisuunnitelman viidestä periaatteesta on voittoa taistelukentän informaatioisota.¹¹³

Informaation merkitys on kasvanut ja kasvaa jatkuvasti. Samalla kasvaa informaation vastaisten toimien, mm elson merkitys. Tämä merkitsee myös elsolta suojautumisen merkityksen kasvua.

Informaatiotuki (tiedustelu, johtaminen ja valvonta), täsmäaseet ja elso synnyttävät synergiaa taistelukentälle, synergiaa joka muuttaa taas perusteellisesti sodankäynnin luonnetta.¹¹⁴

Informaatioidankäynnin keinoja voivat olla mm väärän tiedon levitys, sensoreiden sokaisu, ohjushyökkäykset johtamispaikkoja ja viestikeskuksia vastaan, tietokoneiden lamauttaminen ohjelmistoviruksilla ja johtajien harhauttaminen.¹¹⁵

3.8. Elso ja strategis- operatiivinen taistelukentän tekijä

Elso on yhä merkittävämpi tekijä siinä, ryhdytäänkö sotaan ollenkaan. Se ei ole pelkkää laitteiden ja tekniikan kaksintaistelua.

3.8.1. Elso, tuli, johtaminen ja suoja

Sodankäynnin keskeisiä elementtejä ovat edellä esitetyn Johnsonin mukaan (ks luku 1.3) taisteluvoima, liike, suoja, johtaminen ja tavoite.

Kuvaavaa elson merkitykselle on, että sillä on merkittävä osuus näissä johtamisessa, taisteluvoimassa ja suojassa. Johtamisessa elso liittyy mm viestijärjestelmiin ja esikuntien tietokoneisiin. Tulessa elso liittyy mm ohjuksiin, hakeutuviin ampumatarvikkeisiin ja herätesytytimiin. Suojassa elso liittyy mm elektronisesti tuettujen asejärjestelmien uhkavaroituksen ja ko järjestelmien elektronisiin vastatoimiin. Elso vaikuttaa kaikissa näissä vielä kahta kautta, puolustuksellisesti ja hyökkäyksellisesti.

Elso on sodankäynnin kokonaisuuden uusi, yhä keskeisempi elementti.

3.8.2. Elso, rauha ja sota

Vastustajan tehokkaimmat järjestelmät ovat nyt ja enenevässä määrin tulevaisuudessa elektronisesti tuettuja.

Niiden rakenne ja käyttö on selvitettävä rauhan aikana ja niitä vastaan on luotava valmiiksi toimiva strategia. Ko strategian keskeiset osat ovat elektroninen tiedustelu ja uhkavaroituksen ko järjestelmistä, sekä elektroniset ja muut vastatoimenpiteet ko järjestelmiä vastaan.

Elso on rauhan ja sodanajan toiminnan kokonaiskoordinoitua, resurssien ja mahdollisuuksien, myös pelotteen luontia. Se on elson strategista luonnetta.

3.8.3. Elso, yllätys ja epävarmuus

Tasapaino hyökkäyksen ja suojauksen, suorituskyvyn, välillä on elektronisessa sodankäynnissä häilyvä käsite. Se riippuu paljolti kulloinkin vallitsevista yksityiskohtaisista suorituskykyarvoista ja käyttöperiaatteista ko kaksintaisteluissa.

Kaikki muutokset, lisälaitteet, ohjelmistomodifikaatiot, käyttöperiaatteen kehittymiset voivat muuttaa tilannetta. Tämä korostaa oppimisen ja modifikaatioiden merkitystä.

Näihin muutoksiin on myös pyrittävä periaatteellisella tasolla, koska tällöin vastustajan epävarmuus lisääntyy. Epävarmuus on taas todellista pelotetta.

Lopulliseen elektronisen kaksintaistelun tulokseen vaikuttavat em yksityiskohtaisen teknisen tilanteen lisäksi merkittävästi mm koulutus, taktiikka, operaatiotaito ja aktiiviset vastatoimet.

Mm saksalaiset yöhävittäjät saavuttivat Toisen Maailmansodan aikana merkittäviä operatiivisia tuloksia Liittoutuneiden kannalta melko vanhentuneella tutkatekniikalla. Siinä on viehättävä ajatus jokaiselle, joka miettii elektronisen sodankäynnin historiallisia opetuksia.¹¹⁶

Kriittisissä sovellutuksissa, kuten lentokoneiden tai ohjusten havaitsemisessa, etu suuntaan tai toiseen voi hyvinkin olla pohja päätökselle ryhtyä sotaan.¹¹⁷

Em mahdollisuuden hyväksikäyttö vaatii järjestelmähallintaa, eli jatkuvaa kehittämistä, tutkimusta, kokeilua sekä laitteistojen tekniikan ja ohjelmistojen sekä niiden koulutuksen päivitystä¹¹⁸. Järjestelmähallinta on rakennettava alun perin sisälle (elso-) projekteihin ja (-) laitteisiin.

Yksi yllätyksen muoto on sodanajan käyttöön varatut toimintamoodit, WRM:t (War Reserved Modes).

Elso on potentiaalisesti epävarmuutta ja mahdollisuus yllätykseen. Yllätys ja epävarmuus ovat elson strategista luonnetta. Niiden hallinta on oleellista.

3.8.4. Elso ja strateginen/operatiivinen pelote, esimerkki

Esimerkiksi meritorjuntaohjus on vain rajattu pelote nykyaikaiselle vastustajalle. Pelote on enemmänkin se, että ko ohjuksen torjunnassa on epävarmuuksia kuin itse ohjus. Tähän, eli epävarmuuden luontiin on pystyttävä strategisella tasolla. On siis ostettava myös epävarmuuden luontikykyä eikä vain ohjuksia.

Tämä on suora sovellutus siitä, miten tekniikkaa tulee soveltaa asevoimiin. Tinkimällä "teknisestä" suorituskyvystä, tässä tapauksessa lukumäärästä, epävarmuuden luonnin, eli sotilaallisen suorituskykyyn, saadaan taistelukentällä näkyvää suorituskykyä tai rauhan ajan pelotetta.

Asia voidaan tiivistää siten, että parempi 20 ohjusta joista 15 toimii, kuin 40 ohjusta, joista yksikään ei toimi.

Elso on potentiaalisesti nykyaikainen sotilaallinen pelote rauhan aikana ja suhteellista suorituskykyä sodan aikana. Elson pelotefunktio on sen strategista luonnetta.

3.9. Elson toimialoista

Elso kattaa monta toimialaa. Näitä ovat mm

- tiedustelu ja vastatiedustelu (elektroninen osuus)
- viestitoiminta (häirintä, suojaus)
- johtaminen (johtamisjärjestelmät (virus, suojaus), sekä toiminta vihollisen johtamista vastaan (elektronisen tiedustelun tiedot)
- valvonta (elektroninen osuus)
- asejärjestelmien elektroninen uhkailmaisuus ja omasuoja sekä
- asevaikutuksen elektronikka ja sen vastatoimenpiteet (ohjukset, herätesytyttimet, hakeutuvat ampumatarvikkeet ja niiden häirintä).

Em tarkastelun mukaan elso on myös hajautettava ko aloille. Tämä ei kuitenkaan sulje pois keskitetyn organisaation tarvetta. Keskitetyn organisaation tarvetta korostavat mm vähäiset ja vähenevät resurssit sekä integroitava ja integroiva tekniikka.

Elso kattaa monta toimialaa. Vastuuta elsoista on oltava kaikilla ko toimialoilla ja niiden johtajilla. Jos ei ymmärrä elsoa tulevaisuudessa, ei voi ymmärtää merkittävää osaa oman alansa suorituskyvyn perustasta.

Edelleen kannattaa huomioida sen sisäinen, kaksinainen luonne: hyökkäys ja puolustus.

Elso kattaa strategisen (resurssien luonti), operatiivisen (resurssien jako), taktisen (resurssien käyttö taistelussa) ja teknisen tasan (resurssien käyttö laitteina). Niiden välillä on voimakas keskinäinen vaikutus, synergia.

Strategisella tasalla on ymmärrettävä uhkat ja mahdollisuudet ja elson kokonaistehtävä sotavoimien osana. Niihin perustuen luodaan resurssit. Strategisella tasolla elson tehtävä on suhteessa vastustajaan luoda epävarmuutta vastustajaan ja tukea sodankäynnin päämäärien saavuttamista suoraan tai välillisesti. Suhteessa omaan sodankäyntiin elson tehtävä on

strategisella tasolla vähentää omiin järjestelmiin kohdistuvaa epävarmuutta suojautumalla vastustajan elsolta.

Mm strategisen elektronisen tiedustelun tiedot ovat pohja elektroniselle uhkavaroituk- selle ja sitä seuraavalle elektronisen suojautumisen järjestelmille sekä operatiiviselle ja taktiselle elektroniselle tiedustelulle ja häirinnälle.

Sa-tilanteessa on pystyttävä nopeasti siirtämään uutta strategista elektronista tietoa operatiivisiin, taktisiin ja teknisiin järjestelmiin, koska vihollinen yllättää, tai ainakin pyrkii yllättämään.

Jos tätä ei harjoitella ra-tilanteessa, ei se tule pelaamaan sa-tilanteessakaan. Nopeasti kehittyvissä kriiseissä pystytään tekemään vain sitä, mitä on harjoiteltu vuosia ja mihin on valmistelut suoritettu. Jos tavanomaisia joukkoja käytetään strategisen yllätyksen periaat- teella, tästä tulee jopa keskeinen suorituskykytekijä.

3.10. Synergia, eli yhteisvaikutus elsossa

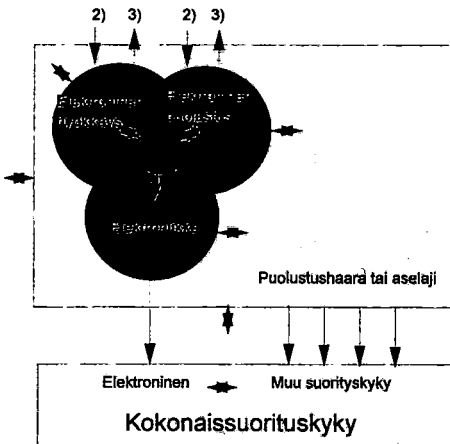
Ensin yhteisvaikutusta, synergiaa saadaan aikaiseksi koordinoimalla yhteistoiminta aselajin ja puolustushaaran sisällä hyökkäyksen ja puolustuksen välillä koulutuksen kautta.

Toiseksi yhteisvaikutusta saadaan koordinoimalla yhteistoiminta toiminnon, esim tieduste- lun sisällä, toimintokohtaisen ylemmän johtoportaan kautta kokonaissuunnittelun kautta.

Ensin yhteisvaikutusta saadaan aikaisesti elsossa koordinoimalla elektroniikka, sen suojaaminen ja hyökkäys (tiedustelu, häirintä, harhautus) koulutuksen kautta. Tämä tarkoittaa käytännössä suojautumisen ja hyökkäyksen koordinoitua ja järjestelmällistä johtamista yhdestä paikasta, jossa ovat sekä ko alan elektroniikka että resurssit ja vastuu.

Oleellinen osa ko kokonaisuutta on järjestelmähallinta. Ko kokonaisuuden hallinta, elektroniikka, sen suojaus ja hyökkäys sitä vastaan, on merkittävä osa aselajin, puolustus- haaran tai puolustusvoimien elektronista ja kokonaissuorituskykyä. Graafisesti ko toiminta on esitetty kuvassa 14 .

ELSO OSA-JÄRJESTELMÄN SISÄLLÄ¹



● = Järjestelmätieto, oppiminen ja vuorovaikutus

↔ = Vuorovaikutus

1 = Osajärjestelmä = Puolustushaara tai aselaji

2 = Elso-tietoa ylempistä laitoksista

3 = Elso-tietoa ylempiin laitoksiin

Tosiasia 1: Kokonaissuorituskyky on monella tavalla ratkaisevasti riippuvainen elektroniikasta ja sen suorituskyvystä.

Tosiasia 2: Elektroninen suorituskyky riippuu ratkaisevasti elektronisesta suojusta.

Tosiasia 3: Elektronista puolustuskykyä on valkea rakentaa ilman elektronista hyökkäyskykyä.

Tosiasia 4: Elektroninen hyökkäyskyky antaa suhteellista elektronista suorituskykyä.

Johtopäätös: Elektroniikka, elektroninen puolustus ja elektroninen hyökkäyskyky on integroitava kokonaisuudeksi, jonka sisällä pitää saada käyntii jatkuva oppiminen.

Kuva 14

Hyökkäys- ja puolustushenkilöstö on oltava aselaji- ja puolustushaarakoulussa yhdessä ko alan elektroniikan kanssa. Lisäksi edellytetään kiinteää yhteistyötä, jopa tehtävien vaihtoa, hyökkäyksen ja puolustuksen välillä. Kokemus on osoittanut, että käyttäjät, jotka ovat mukana valvonnassa ja toiminnan analysoinnissa ovat pysyvästi kiinnostuneita uhkasta myöskin sen jälkeen kun he palaavat normaaleihin tehtäviin.

Toiseksi yhteisvaikutusta saadaan aikaiseksi koordinoimalla yhteistoimintaa toimintojen, esim tiedustelun sisällä. Elektronisen mittaustiedustelun, tykistön mittaustiedustelun, radiotiedustelun, partiotiedustelun ja mahdollisen lennokkitiedustelun asiantuntijat ja johtajat on saatava yhteistyöhön ja synergian etsintää. Tämä voi tarkoittaa myös yhteisen organisaation perustamista, joka vastaa ko alan kokonaisuudesta ja määrittää mm alakokonaisuuksille tehtävät.

Tällöin aselajitiedusteluksikkö raportoisi sekä aselajille (oma suojautuminen ja sen valvonta sekä aselajin vihollistiedot) että tiedustelujohdolle (toimintotiedot).

Kolmanneksi synergiaa saadaan luotua koordinoimalla toimintaa alatoimintojen, esim elson sisällä. Tällöin esim puheradioalan tiedustelulla saatuja tietoja täydennetään linkkitaikäsähkötyradioalan tiedustelulla.

3.11. Elson käytöstä

3.11.1. Elson hyökkäyksellinen käyttö

Hyökkäyksellisessä elsonissa on kaksi näkökulmaa:

Näkökulma numero 1: Vastatoimet hyökkääjän elektroniikkaa vastaan sodanaikana. Tavoitteena suhteellinen etu ja eloonjääminen.

Näkökulma numero 2: Vastatoimet omaa elektroniikkaa vastaan rauhan aikana. Tavoitteena oppiminen ja oman elektroniikan suojaus.

Elson on siis keino vaikuttaa vastustajaan sodankäynnin kokonaispäämäärien saavuttamiseksi lähinnä välillisesti. Tämä keino on olemassa, koska vastustaja käyttää nyt ja tulevaisuudessa yhä enemmän elektronisia järjestelmiä. Tämä on elson hyökkäyksellinen näkökulma numero 1.

Elsona tulisi käyttää hyökkäyksellisesti pyrkien vaikuttamaan vastustajaan sodankäynnin päämäärien mukaisesti elektronisten järjestelmien kautta. Tässä on mm seuraavat näkökohdat:

1. Vastustajamme on jo erittäin riippuvainen elektronisista järjestelmistään. Tulevaisuudessa se on sitä yhä enemmän.

2. Jos vastustajan uuteen tekniikkaan perustuvat järjestelmät, jotka ovat keskeisesti riippuvaisia elektroniikasta, saavat toimia esteettä, vaikutukset ovat katastrofaalisia. Tähän meillä ei ole varaa.

Meidän on pystyttävä vaikuttamaan potentiaalisimpien vastustajiemme elektronisiin järjestelmiin !

Toisaalta oman elektroniikkamme suuri suorituskyky on erittäin riippuvainen sen suojasta ja vastustajan käyttämistä vastatoimista.

Pystyäksemme realistisesti arvioimaan elektroniikkamme todellista suorituskykyä vihollisen vaikuttaessa, meidän on käytettävä ainakin lähellä vihollisen kapasiteettia olevaa elektronista hyökkäyskykyä (tiedustelu, häirintä, harhautus ja elektroninen tuhoaminen) oman elektroniikkamme testaamiseen rauhan aikana. Tämä on hyökkäyksellisen elson näkökulma numero 2.

Vähintään tämän näkökulman edellyttämään hyökkäyksellistä elektronista kapasiteettia on oltava, muuten emme pysty valmistautumaan sodankäynnin elektroniseen, neljänneen ulottuvuuteen.

3.11.2. Elson puolustuksellinen käyttö

Elson puolustuksellisessa käytössä on kaksi näkökulmaa:

Näkökulma numero 1: Puolustustoimet omaan elektroniikkaan sodan aikana. Tavoitteena suhteellinen etu.

Näkökulma numero 2: Hyökkäysmahdollisuuksien arviointi rauhan aikana vastustajan elektronisia järjestelmiä vastaan omien suojautumisperiaatteiden avulla. Tavoitteena hyökkäyksen toimiminen sodan aikana.

Toisaalta elektroniikka on meille merkittävä, käytännössä elintärkeä voimankasvattaja. Tällöin ko elektroniset järjestelmät ovat vastustajan vastatoimien kohteita. Meidän on suojauduttava ko vastatoimilta, jotta rauhan ajan teknisestä suorituskyvystä jäisi sodan aikana jotain vaikuttavaa jäljelle. Tämä on elson puolustuksellinen näkökulma numero 1. Tässä on mm seuraavat näkökohdat:

1. Olemme jo erittäin riippuvaisia elektronisista järjestelmistämme. Tulevaisuudessa olemme sitä yhä enemmän.

2. Jos järjestelmämme, jotka ovat keskeisesti riippuvaisia elektroniikasta, saavat toimia esteettä, vaikutukset ovat vastustajallemme katastrofaalisia. Tähän vastustajallamme ei ole varaa¹¹⁹.

Meidän on pystyttävä käyttämään elsoa puolustuksellisesti, jotta elektroniset järjestelmämme toimisivat sodan aikana.

Ruotsalaiset ovat sitä mieltä, että tulevaisuuden asevoimat jakautuvat niihin valtioihin, jotka pystyvät suojaamaan yhtymänsä ja asealustansa uusilta ohjattavilta aseilta ja niihin, jotka eivät siihen pysty. Tässä kyvyllä käyttää omaa elsokapasiteettia ja suojaautua vastustajan elsokapasiteetilta on ratkaiseva rooli.¹²⁰

Toisaalta kehittämällä omaa elektronista puolustusta, voimme saatujen kokemusten perusteella arvioida potentiaalisten hyökkääjien elsosuojaan tasoa ja mahdollisia aukkoja, eli hyökkäysmahdollisuuksia. Tämä on puolustuksellisen elson näkökulma numero 2.

Tätä tekevät varmaan myös muut meille, eli arvioivat meidän elektronisen puolustuksen tasoa ja hyökkäysmahdollisuuksia järjestelmiämme vastaan niistä periaatteista, joita näytämme soveltavan ja jotka he ovat todenneet oleellisiksi.

3.11.3. Hyökkäyksen ja puolustuksen integrointi elsoissa

Edellisistä luvuista näimme, että puolustuksellinen ja hyökkäyksellinen elso kietoutuvat toisiinsa. Samoin elson rauhan aikainen ja sodanaikainen käyttö. Elektroninen hyökkäyskyky ja puolustuskyky on siis integroitava, samoin rauhan ja sodanajan käyttö. Integrointi on keskeinen keino nykyaikaiseen operatiiviseen suorituskykyyn elektroniikan alalla.

Elektroniikan kehitys antaa hyökkäysmahdollisuuksien ohella yhä paranevia mahdollisuuksia myös suojautumiseen. Elektronisen suojautumisen perusidea on suojaautua elektroniselta havaitsemiselta. Tällöin yleensä jäävät sitä seuraavat suuntiminen, kuuntelu, häirintä sekä elektroninen ja fyysinen asevaikutus tulematta. Jopa 90% C³CM:n toiminnasta tapahtuu ilman selvää havaintoa. Vain 10% uhkasta näkyy selvänä häirintänä.¹²¹

Rauhanajan hyökkäykselliset elsojärjestelmät¹²² ovat paras keino kouluttaa elektronisten järjestelmien, esim viestiyhteyksien, käyttäjät ja löytää ko järjestelmien heikot kohdat.

Kokemus on osoittanut, että käyttäjät, jotka ovat mukana valvonnassa ja toiminnan analysoinnissa ovat pysyvästi kiinnostuneita uhkasta myöskin sen jälkeen kun he palaavat normaaleihin tehtäviin.

Puolustuksellisia elsoaitoja tulee harjoitella säännöllisesti yksilö-, joukko- ja yhtymäharjoituksissa, jos joukkomme aikovat ylläpitää korkeatasoista operatiivista tehokkuutta.

Kaikki johtajat ovat vastuussa siitä, että tämä koulutus viedään läpi kokonaisvaltaisesti ja realistisesti.

Tässä mielessä tulee siis omata vähintään sellainen elson tiedustelu-, häirintä- ja harhautuskyky, että omat elektroniset järjestelmät ja niiden käyttäjät saavat realistisen palautteen ko järjestelmien toimivuudesta ja niihin liittyvistä uhkista.

Ko toiminta on mitä suurimmassa määrin osa sotilaallista valmiutta. Hyökkäyksellinen elsokapasiteetti ja sen antama palaute omista järjestelmistä, joka saadaan vaikuttamaan koulutukseen, on parasta mahdollista elektronista suojautumista rauhan aikana.

Voidaan väittää, että em kyky käsitellä omia elektronisia järjestelmiä em tavalla erottaa nyt tai tulevaisuudessa kehitysmaat ja kehittyneet maat toisistaan. Se on keskeinen osa tulevaisuuden sotilaallista suorituskykyä.

Emme ole valmistautuneet sodankäyntiin elektronisesti, jos emme ole harjoitelleet käyttämään elektronisia järjestelmiämme, eli joukkojamme ja niiden materiaalia sodan oloja vastaavasti. Tässä on kaksi näkökohtaa:

1. Useimpia elson osa-alueita voidaan harjoitella rauhan aikana hyvin sodanmukaisissa oloissa. Elso ei tuhoa materiaalia ja ihmisiä yleensä suoraan fyysisesti sodankaan aikana¹²³. Sen vaikutus on välillistä, mutta yhtä merkittävää kuin suorakin tuhoaminen.

On kyse siitä, että on hankittu lähellä vastustajan kapasiteettia ja käyttöperiaatteita olevaa elsokalustoa oman suojautumisen testaamiseksi ja kouluttamiseksi.

2. Elektroniikan ja siis myös elson merkitys on korostunut koko niiden olemassaolon ajan ja korostuu edelleen.

Tämä on elson puolustus/hyökkäyksellinen- palaute näkökulma. Tämä on oleellista.

Meidän on saatava aikaan jatkuva ja jatkuvaan kehittymiseen johtava palautesilmukka hyökkäyksellisen ja puolustuksellisen elson välillä sen eri osa-alueilla.

Eri organisaatioiden ja yhtymien vastuullisilla johtajilla on oltava kokonaisvastuunsa hoitamiseksi elektronisen sodankäynnin väline em palautesilmukan aikaansaamiseen.

4. JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

4.1. Sodankäynnistä

Sodankäynti on aina muuttunut mm teknologisista ja sosiaalisista syistä. Sodankäynti muuttuu edelleen.

Sodan voittamaan pyrkivät organisaatiot ovat aina käyttäneet muutoksia hyväkseen, olivat ne sitten teknologisia tai muita.

Selviä tavanomaisen sodankäynnin kehityslinjoja ovat tulivoiman jatkuva kasvu, taistelukentän tyhjyyden kasvu, sodankäynnin monimutkaistuminen, integroituminen, tietokoneistuminen ja verkottuminen, ilmakomponentin merkityksen kasvu, ehkä myös siirtyminen materiaalista ja ihmisistä tietoon, tahtoon, johtamiseen ja ihmisiin. Psykologian ja kansainvälisen joukkotiedotuksen merkitys kasvaa tässä yhteydessä.

“Tavanomainen” sodankäynti voi kuitenkin olla muuttumassa. “Tavanomainen” sota valtioiden välisenä keinona jatkaa politiikkaa voi olla vähenemässä. Sota väkivaltaisena vaikuttamiskeinona sinänsä tuskin on loppumassa, se muuttaa muotoaan, jälleen kerran.

4.2. Teknologia, elektroniikka

Erityisen merkittäväksi teknologisen muutoksen tekee kiihkeä, jopa vallankumouksen omainen kehitys elektroniikassa, lähitulevaisuudessa erityisesti mikropiiriteknologiassa.

Se aiheuttaa laajoja seurannaisvaikutuksia. Kehityksen myötä elektroniikan vastaisista aseista tulee sodankäynnin peruslakien mukaisesti oleellisia. Tällainen vasta- ase on elso.

Ko kehityksen myötä informaation, integraation ja sähkömagneettisen spektrin hallinnasta tulee oleellisia sodankäynnin kannalta. Samalla digitaalinen laskenta- ja simulointikapasiteetti, niihin liittyvät algoritmit, ohjelmistot ja järjestelmäintegraation hallinta tulevat ratkaiseviksi.

Simulointi mahdollistaa mm tehokkaan ja opettavaisen virheiden tekemisen, vaarattomasti ja halvalla. Se on eräs keino hallita ja tutkia yhä monimutkaisempaa sodankäyntiä.

Oleellinen tekninen suorituskyky on keskeiseltä osin elektroniikan ja elektronisesti tuettujen järjestelmien suorituskyvyssä, turvallisuudessa ja suojassa sekä kyvyssä vaikuttaa vastustajan elektroniikkaan ja elektronisesti tuettuihin järjestelmiin.

Nykyaikaista kehityneiden teollisuusvaltioiden välistä sodankäyntiä ei ole olemassa ilman elektroniikkaa. Se on oleellinen ja yhä korostuva osa johtamis- ja asejärjestelmiä sekä lopullista suorituskykyä. Elektroniikalla ja elektronisella sodankäynnillä on monitasoinen välillinen ja välitön vaikutus sotilaalliseen suorituskykyyn.

4.3. Uusi sodankäyntioppi

Oleellista nykyaikaisessa ja etenkin tulevaisuuden sodankäynnissä ei ole prikaatien määrä tai elektroniikka tai elso sinänsä, vaan uusi sodankäynnin kokonaisuus.

Toisen Maailmansodan alussakaan ei ollut oleellista panssarivaunujen ja lentokoneiden määrä vaan niiden uusi, integroitu käyttötapa tai sen puuttuminen.

Uuden sodankäyntitavan merkittävä tekninen tekijä on suhteellinen etu elektroniikassa mm johtamisessa, täsmäaseissa ja elsossa sodankäynnin kaikilla tasoilla.

Uusi sodankäyntitapa ei tee vanhoista aseista, panssarivaunuista, lentokoneista, tykeistä, raketinheittimistä ja helikoptereista tarpeettomia. Mutta ilman niiden toimintaa tehostavaa elektroniikkaa, integroitua, elsokestäväää johtamista, elektronista omasuojaa ja kykyä vaikuttaa vastustajan vastaavien välineiden elektroniikkaan niistä tulee pelkkiä maaleja.

Sodankäynnissä lähiajan teknologisen, synergistisen muutoksen pohjan muodostavat informaatiotuki, täsmäaseet ja elso. Niihin on liitettävä ihmiset, organisaatiot ja sodankäynnin uusi idea, jotta saadaan oleellinen kokonaisuus. Ja vain kokonaisuus on oleellista.

Organisaatioissa uutta teknologiaa voivat erityisesti hyödyntää mm erikoisjoukko-, etätäsmäase- (risteilyohjus, ballistinen ohjus), helikopteri- ja maahanlaskuyhtymät. Niiden ominaisuuksia on kyky iskeä yllättäen, syvälle, yhtäaikaan ja tarkasti.

Uusi syntymässä oleva sodankäynnin kokonaisuus saattaa olla suorituskyvyltään mullistava. Se tehnee aikaisemmat pelotelaskelmat ja sodankäyntimenetelmät hyödyttömiksi siten kuin salamasota teki Maginot- linjan hyödyttömäksi. Maginot- linja olisi kyllä ollut lähes täydellinen vastaus Ensimmäisen Maailmansodan toisintoon.

4.4. Uusi sodankäyntioppi ja Suomi

Edellinen vastaava teknologis-organisatooris-doktrinäärinen vallankumous, panssariaseeseen liittyvä salamasota, jonka komponentit olivat panssariase, ilmavoimat ja liikkuva, pienitehoinen sähkötyrsradio, jäi Suomessa maantieteellisistä olosuhteista johtuen vaikutukseltaan heikoksi. Eli Suomi ei ole parasta mahdollista panssaritaistelumaastoa ja ilmavoimien pääkäyttö oli hävittäjätorjunta.

Näin ei tule tapahtumaan seuraavan teknologisen vallankumouksen kanssa. Sen kaikki komponentit, informaatiotuki, täsmäaseet ja elso, vaikuttavat edellistä vallankumousta voimakkaammin myös Suomeen. Vetoaminen poikkeaviin olosuhteisiin ei ole perusteltua.

4.5. Uusi sodankäyntioppi ja elso

Oman elektroniikan suhteellista, taistelukentällä näkyvää suorituskykyä voidaan parantaa kolmella tavalla. Ensin paremmalla elektroniikalla, toiseksi suojaamalla sitä vastustajan toimilta ja kolmanneksi hyökkäämällä vastustajan elektroniikkaa vastaan. Tässä elsolla on merkittävä asema, sekä hyökkäyksellisesti että puolustuksellisesti käytettynä. Elso on osa nykyaikaisen sodankäynnin epävarmuutta, pelotetta.

Elso vaikuttaa kaikilla sodankäynnin tasoilla tekniikassa, taktiikassa, operaatiotaidossa ja strategiassa. Elso vaikuttaa merkittävästi lähes kaikissa tärkeissä sotilaallisissa järjestelmissä kuten johtaminen, tulenkäyttö, tiedustelu, valvonta ja suoja.

Elso on elektroniikan ratkaisevan aseman myötä noussut yhä merkittävämmäksi tekijäksi konventionaalisessa sodankäynnissä. Elso on nykyaikaisen sodankäynnin neljäs ulottuvuus. Se on siirtymässä taistelukentän tukitoiminnasta lähes kaikkialla vaikuttavaksi strategis- operatiiviseksi sodankäynnin tekijäksi.

Elso ei ole jatkossa vain viestimiesten tai elektronisen tiedustelun "hämärätoimintaa", vaan kaikessa toiminnassa huomioon otettava keskeinen sodankäynnin elementti. Se on tulevaisuudessa verrattavissa johtamiseen, tulenkäyttöön tai liikkeeseen.

Elson hallinta ylimmällä tasolla on oleellisin. Se korostaa siis strategista tasoa. Se on pystyttävä integroimaan kaikkiin aselajeihin ja kaikkiin sodankäynnin tasoihin strategisesti tekniseen. Se on hallittava sekä puolustuksellisesti että hyökkäyksellisesti. On pystyttävä suojaamaan oma elektroniikka ja vaikuttamaan vastustajan elektroniikkaan.

Erityisen tärkeä on hallita elektroniikan ja elson integroivaa, ohjelmistoihin perustuvaa luonnetta sekä kykyä modifikaatioihin. Modifikaatiotkin perustuvat keskeiseltä osin ohjelmistoihin ja niiden hallintaan.

Elsoa on harrastettava tavanomaisena toimintana lähes kaikessa rauhanajan toiminnassa. Ensimmäisenä tavoitteena on määrätietoinen elektronisten järjestelmien oikea käyttö rauhan ja sodan aikana. Toisena tavoitteena on toimiva, keskeiseltä osin elektronisesti tuettu hyökkäyskyky vastustajan tehokkaimpia järjestelmiä vastaan.

Näyttää siltä, että molempiin on pystyttävä, jos aikoo käydä teollisuusvaltioiden välistä, "tavanomaista" sotaa tulevaisuudessa. Jos maalina oleminen riittää, voi hallita vain toisen tai ei kumpaakaan.

Epävarmuus omasta suorituskyvystä kasvaa, ja sen saavuttaminen vaatii yhä suurempaa tutkimus-, kehitys- ja kokeilupanosta, tiedon suojausta, jatkuvaa modifointivalmiutta ainakin keskeisten järjestelmien osalta sekä ammattitaitoista, hyvin motivoitunutta, taktisesti ja teknisesti korkeatasoista henkilöstöä ase- ja johtamisjärjestelmien eri portailla.

Liite 1

SODANKÄYNNISTÄ, SAKSA 1936¹²⁴

Sota on taidetta, vapaata luovaa toimintaa, joka lepää tieteellisellä pohjalla. Se asettaa suurimmat mahdolliset vaatimukset yksilön koko persoonallisuudelle. Sodasta syntyvät tilanteet vaihtelevat loputtomasti. Ne muuttuvat usein ja odottamatta, ja muutoksia nähdään harvoin etukäteen. Usein ne tekijät joita ei ole nähty etukäteen ovat tärkeimmät. Oma tahto törmää vastustajan riippumattomaan tahtoon. Kitka ja virheet ovat jokapäiväisiä ilmiöitä.

On mahdotonta esittää sodankäyntitaitoa täydellisesti ohjeissa. Ohjeet ovat lähinnä suuntaviivoja, ja niitä pitää soveltaa olosuhteiden mukaan. Yksinkertaisuus ja toiminnan johdonmukaisuus ovat parhaat keinot tulosten saamiseen.

Huolimatta tekniikan edistyksestä, yksilön merkitys on ratkaiseva. Hänen merkitystään korostaa taistelulentän tyhjiys. Taistelulentän tyhjiys vaatii itsenäisesti ajattelevia ja toimivia taistelijoita, jotka käyttävät tilannetta hyväkseen harkitsevalla, päättävällä ja rohkealla tavalla. Heidän tulee olla täysin tietoisia siitä, että vain tulokset merkitsevät.

Nuorimmasta sotilaasta alkaen vaaditaan kaikkien henkisten, älyllisten ja ruumiillisten resurssien riippumatonta käyttöönottoa. Vain näin joukkojen täysi voima saadaan käyttöön. Vain näin on mahdollista kehittää miehiä, jotka ovat rohkeita ja päättäväisiä vaaran hetkellä, ja jotka pystyvät vetämään muut mukaan rohkeisiin tilanteiden hyödyntämissiin.

Täten päättäväinen toiminta on menestyksen esiedellytys sodassa. Kaikkien korkeimmista sodanjohtajista nuorimpiin sotilaisiin on oltava tietoinen siitä tosiasiaista, että toimettomuus ja menetyt mahdollisuudet painavat enemmän kuin virheet menetelmien valinnassa.

Liite 2

OPPIMINEN SODASTA¹²⁵

Sodista oppimista korostaa seuraavat seikat:

1. Aikatekijä: Tutkimuksen ja kehittämisen rahoitus, asevoimien varustaminen ja aseistus, uuden teknologian käyttöönotto, vastaavan doktriinin ja koulutuksen luominen on 10, 20 vuoden, jopa 30 vuoden prosessi.

Jos sodista ei pystytä ottamaan oikeita oppeja, saattaa kehitys em prosessissa mennä vaarallisesti vikaan. Ilmasota Persianlahdella toteutettiin Vietnamista saatujen oppien mukaisesti ja käytetyt korkeateknologiset aseet olivat 1970- ja 1980-luvun kehittämisen tuotteita.

2. Pienentyvät resurssit: Pienentyvät resurssit pakottavat keskittymään oleelliseen ja luopumaan toivottavasta. Ei ole pelkästään kysymys yksittäisistä hankintaohjelmista vaan tulevaisuudessa tarvittavan sotilaallisen suorituskyvyn monimutkaisen kokonaisuuden ymmärtämisestä. Kokonaisuuksien rakentaminen vaatii yhä suurempaa kansainvälistä yhteistyötä. Puolueettomien valtioiden itsenäisen puolustuskyvyn rajat tulevat tässä kehityksessä myös selvästi esille.

3. Sopeutumiskyky: Tulevaisuuden konfliktit eivät välttämättä noudata Persianlahden kaavoja ja niillä voi olla omat uudet erikoispiirteensä. Tämä vaikeuttaa suunnittelua ja vaatii asevoimilta suurta joustavuutta ja ennen kaikkea sopeutumiskykyä. Erinomaisesti varustettu ja koulutettu ammattiarmeija on erittäin joustava, koska se sisältää paljon tietoa ja kykyä.

4. Heikkoudet ja virheet sotaopetuksina: Poikkeavissa skenaarioissa oleelliseksi muodostuu se, kummalla on pienempi virhemäärä, jolloin myös sopeutumista vaaditaan vähemmän. Ko ominaisuus saavutetaan suhtautumalla säälimättömästi omiin virheisiin. Yleensä sodista oppii eniten hävinnyt. Eli USA voitti Persianlahdella 1991 koska se hävisi Vietnamissa 1973. Johtajille on annettava mahdollisuus tehdä virheitä ja ottaa niistä opiksi.

5. Myös potentiaaliset vastustajat oppivat: Näitä oppeja voivat olla esim:

- valloitusten tekeminen pieninä askeleina, jotta ei jouduta kansainväliseen saartoon
- ei anneta mahdollisuutta pitkään valmistelu- ja voimankasvatusvaiheeseen
- joukkotuhoaseiden hankkiminen, jotta saadaan pelotetta sotilaallisia vastatoimia vastaan
- on hankittava tarkkoja ohjuksia, jotta voidaan vaikuttaa vastustajaan syvyydessä sen kehittäessä voimaansa
- nopeasti suurten tappioiden tuottaminen kotirintaman romahduttamiseksi
- joukkotiedotuksen valjastaminen omaan käyttöön.

6. Sotaopit turvallisuuspolitiikan lähtökohtina: Puolustusministeri Cheney on todennut: Tuleva kansallinen turvallisuus ja nuorten amerikkalaisten elämä riippuu siitä, vedämmekö Persianlahden sodasta oikeat johtopäätökset. Se on tehtävä, jonka puolustusministeriö ottaa erittäin vakavasti.

Liite 3

ELEKTRONIIKAN ERÄITÄ KEHITYSSUUNTIA

1. VLSIC- PIIRIT

Alunperin yhdelle piipalalle pystyttiin tekemään yksi elektroniikan peruskomponentti, transistori. Jonkin ajan kuluttua opittiin, että samalle muutaman neliömillimetrin alueelle voidaan tehdä kymmeniä, satoja ja tuhansia transistoreja samalla prosessilla kuin aiemmin yksi. Alkoi nykypäiviin jatkunut kehitys, jonka tuloksena yhdelle aktiiviselle piipalalle pystytään tekemään 100.000- 10.000.000 transistoria. Syntyivät VLSIC¹²⁶- eli suurtiheyksiset integroidut piirit.

Kehitys näkyy mm edellä olleessa kuvassa 9, jossa on esitetty yhden mikroprosessorin koko sen sisältäminä transistoreina.

Em kehitys on merkinnyt laitekoon jatkuvaa pienenemistä, tehonkulutuksen laskua ja luotettavuuden kasvua.

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.

2. VHSIC- PIIRIT¹²⁷

VHSIC- projekti on USA:n puolustusministeriön 1000¹²⁸ miljoonan dollarin projekti suurnopeuksisten mikropiirien tuottamiseksi. Projekti alkoi 1981. Sen ensimmäisen vaiheen tavoitteena oli 50.000 portin 1,25 μ m:n viivanleveydellä tehdyt 25 MHz:n mikropiirit. Vuonna 1987 alkaneen toisen vaiheen tavoitteena on 100.000 portin 0,5 μ m:n leveydellä tehdyt 50 MHz:n tai nopeammat piirit.

VHSIC- (Very High Speed IC (Integrated Circuit))- eli suurnopeuksiset integroidut mikropiirit muuttavat merkittävästi maailmaa. Tietokoneet perustuvat vielä (vrt hermo-verkkopiirit) pääosin peräkkäisen vakiokäskyjen suoritukseen hyvin nopeasti (satojatuhsia - miljoonia käskyjä sekunnissa). Mitä nopeammin yksittäinen piiri toimii sitä enemmän se ehtii aikayksikössä tehdä. Mikropiirien nopeutuessa yhä useammat ja monimutkaisemmat asiat tulevat mahdollisiksi reaaliaikaisina.

Mikropiirien nopeuden kasvaessa tullaan uusiin vaikeuksiin. Kun kellotaajuus on 3 GHz (3000 MHz), radioaalto ehtii edetä yhden jakson aikana (0,33 ns) 0,1 metriä ! Jos vaatimuksiksi asetetaan, että radioaallon on ehdittävä joka paikkaan tietokoneessa, ennenkuin seuraava kellopulssi voi lähteä, tulee 3 GHz:n tietokoneen mitat hyvin pieniksi. Radiotaajuinen suunnittelu vaikeutuu myös oleellisesti kun laitteen mitat alkavat olla aallonpituuden luokkaa. Siis 40 cm:n kokaisen laitteen rajataajuus on tässä mielessä noin 750 MHz:iä (300/0,4).

Nopeuden kasvu merkitsee ensiksikin yhä suurempaa älykkyyttä, eli yhä monimutkaisempia ohjelmia. Koska digitaalisissa viestijärjestelmissä palvelut ja järjestelmän ominaisuudet muodostuvat ensisijaisesti ohjelmista, merkitsee nopeutunut ohjelmien suoritus yhä laajempia ja älykkäämpiä palveluja.

Parhaat nykyiset (1994) kaupalliset prosessorit toimivat yleisesti 66 MHz:n kelloaajuudella. Ensimmäisiä 100 - 150 MHz:n tietokoneita on mallikappaleita myynnissä.

Uudet materiaalit, mm GalliumArseeni (GaAs), nostavat nopeudet kertaluokkia suuremmaksi. Niiden käyttö mahdollistaa mikropiiriteknikan halpuuden ja pienen koon siirtämisen Gigahertsi- tasolle, eli linkki- ja tutkataajuuksille, 1...100 GHz.

3. MIMIC- PROJEKTI^{129,130}

3.1. Projekti

MIMIC on millimetrialueen, projektissa 1 - 100 GHz, seitsemän vuoden, eli vuosien 1987 - 1994, mikropiirituotannon tutkimus-projekti. Projektin hinta on 570 miljoona dollaria. Sen tarkoituksena on kehittää tutka-alueen, elektronisen sodankäynnin, viestivälineiden ja älykkäiden aseiden millimetrialueen mikropiirejä (MMIC; Millimeter-wave Monolithic Integrated Circuit), ja niihin liittyvää suunnittelu-, valmistus- ja testausteknologiaa.

Projektin lähtökohtana oli havainto uuden analogisen Gallium- Arseeni (GaAs)-mikropiiriteknologian liian kalliista hinnasta.

Ohjelmalla on neljä tavoitetta¹³¹:

- pyrkimys korkeaan saantiin, eli toimivien ja toimimattomien mikropiirien suhteeseen valmistuksessa tuotantotekniikkaa kehittämällä
- erittäin automaattisten testausmenetelmien kehittäminen kiekkoilla oleville mikropiireille
- suunnittelun kustannusten pienentäminen tietokoneavusteisella suunnittelulla ja
- kehittää standardit koko prosessille suunnittelusta, valmistukseen, asennukseen ja testaukseen'

Pääraaka- aine on GalliumArseeni (GaAs). MIMIC ohjelma perustuu paljon VHSIC-ohjelman oppeihin. Vaihe 1 ohjelmassa on 1988- 91 ja toinen 1991-94.

3.2. Sovellutuksia ¹³²

Sovellutuksia ovat mm vaiheistetulla antennilla varustetut, eli elektronisesti keilattavat tutkat. Niissä tarvitaan satoja, jopa tuhansia samanlaisia pienitehoisia lähettämiä.

Muita sovellutuksia ovat satelliittijärjestelmät, ammu- ja unohda- ohjukset, älykkäät sirotteet, paikantamisjärjestelmät, viestijärjestelmät, elso jne.

94 GHz:n ikkuna- alueella toimiva tutka olisi yksi sovellutuskohde.¹³³ Ko tutkan aallonpituus on 3,19 mm:iä. Tällöin 155 mm:n halkaisijan parabolisen peiliantennin vahvistus olisi noin 36 db:iä (4000- kertainen), eli normaalia tutka- antennia vastaava.

Ensimmäisiä sotilassovellutuksia GaAs- tekniikassa on USA:ssa modeemi ja taajuus-syntetisaattori, jotka tarjoavat AN/PRC- 126 radiolle häirintäsuojaa sekä Hellfire pst-ohjuksen raskaiden analogiaosien korvaaminen digitaalisilla.

GaAs- tekniikan käyttöönotto lisää erään tiedustelusatelliitin tietokonejärjestelmän kapasiteettia 75 MIPS:stä 560 MIPS:iin (million instruction per second). Kapasiteetin kasvu saadaan aikaiseksi ohjelmia ja laitearkkitehtuuria muuttamalla.

Texas Instruments on kehittämässä 32- bit:n 200 Mhz:n tietokonetta P-3C:n tutkaan AN/APS- 137:ään parantaakseen sen tarkkuutta.

GaAs- version teko USAF:n yleisestä 16 bit:stä lekotietokoneesta 1760 nostaa sen kelloaajuuden 1 GHz:iin (1000 MHz).

MIMIC- sovellutuksia ovat mm tutkaan hakeutuvissa ohjuksissa, kertakäyttöisissä tutka- häirintälähtetimissä, panssaritorjuntasiroteen hakupäässä, erilaisissa tutka- alueen häirintäjärjestelmissä, vaiheistetuilla antennilla varustetuissa tutkissa lähetinmoduleina,

satelliittivastaanottimissa, Apache- taisteluhelikopterin millimetrialueen Longbow- tutkassa (94 GHz), F-22 hävittäjässä, AMRAAM- ilmataistelu-ohjuksissa, GPS-satelliittisuunnitusjärjestelmässä, omatunnuslaitteissa jne. Projektin tuotteita oli jo mallikappaleita Persianlahden sodassa 1991.

Uusien raaka-aineiden (GaAs) sovellutuksina saadaan myös täysin uusia sovellutuksia, mm supernopeita kytkimiä. Niiden sovellutuksina taas saadaan mm erittäin laajakaistaisia, vaikeasti häiritäviä tutkia ja HPM- (High Power Microwave) mikroaaltoaseita.¹³⁴

Ne taas muuttavat sodankäyntiä oleellisesti tultuaan operatiiviseen käyttöön. GaAs ja sitä seuraavat yhä paremmat mikropiiriraaka-aineet ovat oleellinen osa nykyaikaista, tavanomaista sodankäyntiä.

4. RINNAKKAISPROSESSOINTI

Rinnakkaisprosessointi tarkoittaa sitä, että 100...10.000 yleis- tai erikoisprosessoria integroidaan samaan laitteeseen saman ongelman ratkaisemiseksi ja ratkaisun nopeuttamiseksi. Seurauksena on supertietokoneiden kapasiteetti paljon halvemmalla hinnalla. Ongelmia ovat mm ohjelman (ongelman) ratkaisun pilkkominen samanaikaisesti suoritettaviksi sopiviksi 100...10.000 osaksi sekä liikennekapasiteetin kasvu prosessoreiden välillä.

Tyypillisiä rinnakkaisprosessoinnille hyvin sopivia tehtäviä ovat mm tutkaprosessointi (SAR ja Doppler), simulointi, signaalinkäsittely, kuvankäsittely ja kompressointi, maallintunnistus ja maantieteellisten tietokantojen käsittely.¹³⁵ Mikroprosessorien saavuttaessa supertietokoneen nopeuden ja tiedonkäsittelylevyden 1990- luvun puolivälin tienoilla, supertietokoneita ei kannata rakentaa muuten kuin mikroprosessorien rinnakkaisprosessori-sovellutuksina.

Esim AT&T:n suuressa puhelinkeskuksessa, SESS:ssä, oli vuonna 1981 30 mikroprosessoria, vastaten tietojenkäsittelykapasiteetiltaan alle 10 MIPS:ä, vuonna 1987 vastaavassa järjestelmässä oli 2500 mikroprosessoria ja vajaa 1000 MIPS:ä sekä vuonna 1991 5000 mikroprosessoria ja noin 10.000 MIPS:ä.¹³⁶ Ko tyypiset puhelinkeskukset ovat ohjelmisto- ja tietokonejärjestelminä suurimpia maailmassa.

Rinnakkaisprosessointia varten on kehitetty oma prosessorilaji, transputer.

5. ERIKOISPIIRIT

Erikoispiirejä tarvitaan haluttaessa nopeuttaa tiettyä yleisprosessorilla (esim Intel 8086, 80286, 80386) ohjelmallisesti toteutettavaa toimenpidettä, esim matemaattisia laskelmia (esim 80287 80387), kuvankäsittelyä, salaamista, virheenkorjausta, hajaspektrimodulointia, nopeaa Fourier- muunnosta (FFT), jne. Yleensä erikoisprosessori tekee saman noin 100 kertaa nopeammin kuin yleisprosessori ohjelmallisesti.

6. ASIAKASKOHTAISET PIIRIT

Asiakaskohtaiset piirit perustuvat siihen, että mikropiirin suunnittelu- ja tuotantoteknologia on oleellisesti halventunut. Uuden mikropiirin suunnittelu maksaa satojatuhansia markkoja, esim 300.000 mk. Itse piirien tuotanto maksaa kiinteän kustannuksen per piiri, esim 20 mk. Tällöin 100 piirin tuotantohinnaksi tulee 3020 mk/piiri. Jos sarja on 10.000 kpl:ta, tulee yhden piirin hinnaksi 50 mk:aa.

7. KEINOÄLY

Kehitys, suuret muistikoot ja kasvanut nopeus, mutta erityisesti ohjelmistokehitys, on johtanut ns. keinoälyyn (Artificance Intelligence, AI). Siinä rajattu ongelma niputetaan

suureksi joukoksi keskeisiä ongelmaan vaikuttavia käsittelysääntöjä ja tiedostoja, joilla pystytään asiantuntijatasoiseen päättelyyn.

Keinoälyn tarvetta korostaa mm jatkuva informaatiomäärien ja nopeusvaatimusten (maalin tunnistus, toimintavaihtoehtojen löytäminen) kasvu.

Keinoäly antaa vastauksia kysymykseen miten datasta luodaan tietoa, tiedosta informaatiota, informaatiosta ymmärtämistä ja ymmärtämisestä viisautta.

Kaiken kaikkiaan kehitys digitaalitekniikassa avaa aivan uusia mahdollisuuksia sekä johtamis-, tiedustelu- ja asejärjestelmien toteuttamiselle että niiden tiedustelulle ja häirinnälle. Nopeutuvat operaatiot ja reaaliaikaisemmat ja yhä kauemmaksi vaikuttavat asejärjestelmät pakottavat myös johtamisen automatisointiin ja siellä digitaalitekniikan käyttöön.

8. OPPIVAT ELEKTRONISET PIIRIT ¹³⁷

Oppivat elektroniset piirit, eli hermoverkko-*piirit* (Neural Network) jäljittelevät ihmisen aivojen rakenneosia, hermosoluja, eli neuroneja. Ko tavalla rakennetut piirit mahdollistavat itsestään, toiminnasta oppivien sovellutusten rakentamisen.

Sopivia kohteita em piireille tai hermoverkoille ovat mm vianetsintä¹³⁸, hahmontunnistus lääketieteessä, myynti- ja pörssiennusteet, nimikirjoitusten tunnistus mm shekeissä, sormenjälkitunnistus turvatekniikassa, lentokoneiden tunnistus lentoliikenteessä, jne.¹³⁹

Nämä ovat normaalille, perättäisiin käskyihin perustuville tietokoneelle erittäin vaativia tehtäviä. Sovellutusten merkitys esim hakeutuvien ohjusten osana ja kuvien automaattisessa tulkinassa¹⁴⁰ on ilmiselvä.

Hermoverkot ovat täysin uusi tapa rakentaa tietokoneita. Normaali tapa perustuu nopeaan peräkkäisten vakiokäskyjen suoritukseen. Hermoverkkosovellutuksissa tietoa käsitellään useissa pisteissä rinnakkaisesti kuten ihmisäivoissa.

Intel ja Nestor ovat valmistamassa hermoverkkomikro-piiriä Ni1000, joka sisältää kolme miljoonaa transistoria ja pystyy 10.000 miljoonaan operaatioon sekunnissa ja tunnistamaan 40.000 hahmoa sekunnissa. Käytännön suorituskyky laskee tosin em arvosta muun järjestelmän rajoituksista johtuen melkoisesti.¹⁴¹

LÄHTEET

¹ Mao Tsetung: "Selected Writings of Mao Tsetung" Foreign Language Press, Peking, 1972 s.77

² M van Creveld: "Transformation of War" The Free Press New York 1991 s.41-42

³ G Blainey: "The Causes of War" The Free Press 1973 s.108

⁴ Sun Tzu: "Art of War" Oxford University Press 1963 s.63

⁵ C von Clausewitz: "On war" Princeton University Press 1976 s.103

⁶ C von Clausewitz: "On war" Princeton University Press 1976 s.75

⁷ J H Cushman: "Command and Control of Theater Forces: Adequacy" s.17

⁸ E S Johnson: "A Science of War" Review of Military Literature June 1934 s.124

⁹ G Blainey: "The Causes of War" The Free Press 1973 s.114

¹⁰ D Jeremiah: "Technology Drives Tactics, US Needs Long-Term View To Shape Strategy" Defence News February 28- March 6, 1994 s.19

¹¹ O Kivinen: "Vapise myllerrysten maailma, demokratia on tullut voitattaakseen" Helsingin Sanomat 5.3.1994 s. B3

¹² M van Creveld: "Transformation of War" The Free Press New York 1991 s.218

¹³ B Glad: "Psychological Dimensions of war" Sage Publications, California 1990 s.19

¹⁴ E S Johnson: "A Science of War" Review of Military Literature June 1934 s.123 (Figure 1)

¹⁵ Tarkoittaen lähinnä: yksi tehtävä, yksi johto; unity (of effort).

¹⁶ M Howard: "The Lessons of History" Yale University Press 1991 s.176

¹⁷ M van Creveld: "New Face of War Confounds Modern Leaders, Technology" Defence News January 17-23, 1994 s.19

- ¹⁸ D Pugliese: "Private Armies Threaten Established Borders" Defence News April 4-10, 1994 s.12
- ¹⁹ R E Simpkin: "Race to the Swift; Thoughts on twenty- first century warfare" London 1985 s.288-290
- ²⁰ AP-STT-AFP: "Thmisoikeusjohtaja murhattiin Algeriassa" Helsingin Sanomat, sunnuntai 19. kesäkuuta 1994 s.C2
- ²¹ T Aronen: "Saksa vetää itärikollisuutta puoleensa" Helsingin Sanomat 17.4.1994 s. D8
- ²² B Opall: "Pentagon Forges Strategy on Non-Lethal Warfare" Defence News February 17, 1992 s.1 ja 50
- ²³ Helsingin Sanomat: "Uusi "tahma- ase" ei surmaa eikä vammauta" Tiistai 1. helmikuuta 1994 s.C1
- ²⁴ Mao Tse Tung on ennustanut, että tulevaisuuden sotia ei käydä aseilla ja pommeilla vaan testiputkilla. Vuonna 1980 Sverdlovskissa Neuvostoliitossa sattui onnettomuus biologisen aseita laboratorioissa. Onnettomuuden arvellaan vaatineen jopa 1000 kuolonuhria.(M Baum: "Biological Nightmare Awaits" Defence News December 6-12, 1993 s.17)
- ²⁵ J Gray: "Turning Lessons Learned into Policy" Journal of Defence Electronics 10/93 s.87 - 92
- ²⁶ P Wilhelmsson: "Ajatuksen sulkeisharjoitukset" Helsingin Sanomat 26.4.1994 s. C5
- ²⁷ N Munro: "U.S. May Use TV to Mold Opinion in Global Hot Spots" Defence News January 17-23, 1994 s.7
- ²⁸ W B Scott: "EC-130E With Color TV Capacity Developed for US 'Psyops' Missions" Aviation Week & Space Technology July 13, 1992
- ²⁹ V I Slipchenko: "A Russian Analysis of Warfare Leading to the Sixth Generation" Field Artillery October 1993 s.38 - 41
- ³⁰ V I Slipchenko: "A Russian Analysis of Warfare Leading to the Sixth Generation" Field Artillery October 1993 s.38 - 41
- ³¹ C Dick: "Russian Views on Future War - Part 1" Jane's Intelligence Review September 1993 - Europa s.391
- ³² M J Mazarr, ym: "The Military Technical Revolution, a Structural Framework" Center for Strategic and International Studies, Washington 1993
- ³³ B Starr: "The Jane's Interview" Jane's Defence Weekly 16 October 1993 s.56, USA:n maavoimien esikuntapäällikön (maavoimien komentajan) kenraali G Sullivan'in haastattelu
- ³⁴ C³CM = Command, Control and Communications CounterMeasures ; Läntinen lyhenne sodankäynnin kokonaisuudelle, joka sisältää johtamisen ja viestitoiminnan vastaiset toimet, vuodesta 1993 C2W, Command and Control Warfare, Johtamissodankäynti.
- ³⁵ B Dary ym "Perestroika and the new military doctrine" Ranskan Sotakorkeakoulun tutkimus s. 20
- ³⁶ GR Sullivan & JM Dubik: "Land Warfare in the 21th Century" U.S. Army War College, Pennsylvania 1993 s.25-26
- ³⁷ M van Creveld: "Technology and war" Brassey's London 1991 s.314
- ³⁸ E S Johnson: "A Science of War" Review of Military Literature June 1934 s.123
- ³⁹ M Howard: "The Forgotten Dimensions of Strategy" Foreign Affairs Summer 1979 s.976- 7
- ⁴⁰ C von Clausewitz: "On war" Princeton University Press 1976 s.136
- ⁴¹ R Holmes: "Act Of War; The Behavior of Men In Battle" The Free Press New York 1985 s.281
- ⁴² C von Clausewitz: "On war" Princeton University Press 1976 s.75
- ⁴³ M Howard: "The Forgotten Dimensions of Strategy" Foreign Affairs Summer 1979 s.978
- ⁴⁴ E A Cohen & J Gooch: "Military Misfortunes: The Anatomy of Failure in War" The Free Press New York 1990 s.232
- ⁴⁵ E N Luttwak: "Strategy; The Logic of War and Peace" Harvard University Press London 1987 s.79
- ⁴⁶ J W Kipp: "Radio Frequency Weapons and Soviet Military Science" U. S. Army Combined Arms Center, Kansas s.5
- ⁴⁷ Sun Tzu: "Sodankäynnin taito" Love Kirjat Helsinki 1982 s.76
- ⁴⁸ Sun Tzu: "Sodankäynnin taito" Love- kirjat Helsinki 1982 s.93
- ⁴⁹ T P Coakley: "Command and control for war and peace" National Defence University Press 1992 s.139
- ⁵⁰ M van Creveld: "Technology and war" Brassey's London 1991 s.319 -320
- ⁵¹ JSTARS = Joint Surveillance Target Attack Radar System; USA:n asevoimien Boeing 707- pohjainen tutkavalvontakone maamaaleja vastaan, joka pystyy SAR- tarkkuustutkallaan luomaan reaaliaikaisen maatilannekuvan noin 100 km * 200 km:n alueelta yksittäisen ajoneuvon tarkkuudella ja välittämään sen maa- asemille.
- ⁵² AWACS = Airborne Warning and Command System; US Air Force:n Boeing- 707- pohjainen ilmavalvontatutka- ja taistelunjohtokone, jolla voidaan reaaliaikaisesti luoda ja välittää ilmatilannekuva noin 600 km * 600 km:n alueelta. Tutkan suuresta korkeudesta johtuen se pystyy seuraamaan aivan pinnassakin lentäviä maaleja (leko, risteilyohjus) aina noin 300 km:n etäisyydelle koneesta.
- ⁵³ EPLRS = Enhanced Position Location Reporting System; US Army:n kokeilukäytössä oleva radiojärjestelmä datasiirtoa, paikantamista, suunnitusta, varoituksia ja valvontaa varten. Järjestelmässä divisioonan 200 - 500 EPLRS- radion paikkaa pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti, eli tiedetään missä omat EPLRS- radiot ja niitä käyttävät joukot ovat.
- ⁵⁴ MLRS = Multiple Launch Rocket System; Telalavettinen 12- putkinen 220 mm:n raskas raketinheitin.

Kantama 30 km. Yhdessä raketissa 644 kpl:ta kaksoisvaikutteisia (sirpale ja ontelo) M77 - sirotteita.

⁵⁵ ATACMS = Army Tactical Missile System; US Army:n talalavettinen taktinen tykistöohjusjärjestelmä. Suunniteltu kokonaismäärä 1647. Kantama noin 100 kilometriä. Taistelukärki 950 kaksoisvaikutteista M74-sirotetta. Kantaman kasvattamisesta 200 kilometriin on keskusteltu. Se vähentäisi sirotteiden määrän 275:een. Toinen vaihtoehto pitkänkantaman ohjuksen taistelukärjeksi on vuosituhannen vaihteen jälkeen kuusi loppuvaiheessa itsenäisesti hakeutuvaa BAT- panssaritorjuntaohjusta. (Jane's Defence Weekly 20 March 1993 s.8)

⁵⁶ GR Sullivan & JM Dubik: "Land Warfare in the 21th Century" U.S. Army War College, Pennsylvania 1993 s.12

⁵⁷ C E McKnight: "Control of Joint Forces; A New Perspective" AFCEA International Press 1989 s.12

⁵⁸ van Creveld: "Technology and War" Brassey's London 1991 s.171

⁵⁹ NewsNet: "Information Makes Army" Signal March 1993 s.7

⁶⁰ GR Sullivan & JM Dubik: "Land Warfare in the 21th Century" U.S. Army War College, Pennsylvania 1993 s.21

⁶¹ ABCCC III = Airborne Battlefield Command Control Center III; Ilmalavettinen johtokeskus; Hercules-kuljetuskonepohjainen erikoiskone.

⁶² Otava Suuri Ensyklopedia Osa 2 s.1022

⁶³ The New Encyclopedia Britannica 1989, Vol. 18 s.312

⁶⁴ Professori Nevakivi ohjelmassa MTV-Akatemiassa MTV 3:ssa 17.4.1994 klo 17.00 - 17.30

⁶⁵ Zuboff Shoshana: "Viisaan koneen aikakausi" Otava Helsinki 1990 s.28 ja 486

⁶⁶ Professori Nevakivi MTV- Akatemiassa MTV 3:ssa 17.4.1994 klo 17.00 - 17.30

⁶⁷ T Lensu ym.: "Uuden sukupolven tutkan ominaisuuksien kartoittaminen" VTT:n teletekniikan raportti TEL1009 31.12.1991 s.40

⁶⁸ T Lensu ym.: "Uuden sukupolven tutkan ominaisuuksien kartoittaminen" VTT:n teletekniikan raportti TEL1009 31.12.1991 s.36 - 37

⁶⁹ MIPS = Million Instructions Per Second; miljoona (tietokone-) käskyä sekunnissa; yksi tapa mitata tietokoneiden suorituskykyä.

⁷⁰ R K Ackerman: "High-Bit-Rate Digital Data Enter Conventional Wiring" Signal December 1993 s.49

⁷¹ MFLOPS = Million Floating Points Operations Per Second; Miljoonaa liukulukuoperaatiota sekunnissa; toinen tapa mitata tietokoneen tehoa.

⁷² D Hughes: "Army EH-60 to Flight Test Sanders Directed IR Jammer" Aviation Week & Space Technology March 28 1994 s.29

⁷³ SAR = Synthetic Aperture Radar, synteettisen aukon tutka. Tutkamalli, jossa käsittelemällä peräkkäisiä tutkakaikuja (digitaalisesti), pystytään muodostamaan lentokoneen (vast) liikkeellä näennäinen, synteettinen, erittäin suuri antenni. Suurella antennilla taas päästään suureen tarkkuuteen.

⁷⁴ S Kingsley & S Quegan: "Understanding Radar Systems" McGraw-Hill London 1992 s. 245

⁷⁵ S Kingsley & S Quegan: "Understanding Radar Systems" McGraw-Hill London 1992 s. 248

⁷⁶ FFT = Fast Fourier Transformation, nopea Fourier- muunnos. Siinä voidaan elektronista signaalia edustavasta digitaalisesta näytejonosta määrittää signaalissa olevat taajuudet digitaalisesti erittäin tarkasti ja nopeasti. FFT- prosessia on käsitelty hieman luvussa 2.5.

⁷⁷ HF/VHF/UHF Scanning Direction Finder DDF 011/051/061" Rohde&Schwarz 2EAP-Un-sr s.6

⁷⁸ Mikropiiritekniikan kehityksestä johtuva tehon kasvun ennustetaan hidastuvan seuraavan 10 vuoden sisällä. Teho kasvaa kuitenkin edelleen johtuen arkkitehtuurien, pakkaustekniikan ja algoritmien kehityksestä. Rinnakkaisprosessoinnista tulee kasvun pääkohde. (C A Robinson, Jr: "Parallel Processing March Shades Sequential Devices" Signal January 1994 s.17)

⁷⁹ B D Nordwall: "New Architectures to Spur Revolution in Computers" Aviation Week & Space Technology March 1, 1993 s.45

⁸⁰ B D Nordwall: "New Architectures to Spur Revolution in Computers" Aviation Week & Space Technology March 1, 1993 s.45, alempi kuva

⁸¹ Intel arvio myyvänsä 30 miljoonaa 486- ja Pentium (586) mikroprosessoria vuonna 1994. (T R Halfhill: "80X86 Wars" Byte June 1994 s.75)

⁸² D Herskovitz: "Military Computing in the Year 2001 and Beyond" Journal of Electronic Defence February 1994 s.45

⁸³ J W Canan: "Military air and space communication", 1990" s.66

⁸⁴ Zuboff Shoshana: "Viisaan koneen aikakausi" s.431

⁸⁵ K.-H. Niederhofer: "Software for Missile Systems; New Structures and Requirements" Defence & Technologie International, June 1992 s.53

⁸⁶ G Leopold: "Pentagon Makes C³ Spending a Priority, Electronics, Software Programs Will Dominate Over Next Decade" Defence News November 2-8, 1992 s.22

⁸⁷ FFT:n sovellutus on esitetty luvussa 2.2. Rohde&Schwarzin suuntimon yhteydessä.

- ⁸⁸ D Polsky: "Math Theory May Boost Radar Accuracy" Defence News July 5-12, 1992 s.16
- ⁸⁹ B D Nordwall: "Simulations To Save Army Time, Cut Cost" Aviation Week & Space Technology November 1, 1993 s.73
- ⁹⁰ T A Cardwell: "The Wizard Warriors of Desert Storm" Journal of Electronic Defence March 1992 s.56 - 61
- ⁹¹ A C Cruce: "Simulation Technology Making Rapid Advances" Defence Electronics March 1993 s.48
- ⁹² R Holzer & V Muradian: "U.S. Army Plan To Train Entire Brigade Using Simulation" Defence News August 16-22, 1993 s.16
- ⁹³ R Holzer: "U.S. Army Wants Design Simulator On New Weapons" Defence News August 16-22, 1993 s.3, 16
- ⁹⁴ B D Nordwall: "Simulations To Save Army Time, Cut Cost" Aviation Week & Space Technology November 1, 1993 s.73
- ⁹⁵ Reagointiaikana on käytetty kaavaa: tutkahorisontti- + ohjushorisonttietäisyys jaettuna nopeudella. Mach-nopeutena on käytetty 330 metriä sekunnissa ja maapallona radiomaapalloa, jolloin maapallon säde R on $4/3R$ (todellinen).
- ⁹⁶ E Bonsignore: "New Data On Russian Anti-Ship Missiles" Military Technology 4/1993 s.65
- ⁹⁷ Aviation Week & Space Technology January 25 1988 s.135
- ⁹⁸ R R Anderson & K Pierskalla: "Surface EW 2000 - Challenges of the Future" Journal of Electronic Defence January 1992 s.57 - 62
- ⁹⁹ H Sokala: "Bell Atlanticin ja TCI:n fuusio nopeuttaa tietoverkkojen syntyä" Helsingin Sanomat maanantaina 18. lokakuuta 1993 s.B9
- ¹⁰⁰ H Sokala: "Löysät pois puhelinkaapeleista" Helsingin Sanomat tiistai 16. marraskuuta 1993 s.D1 ("Eri signaalien erottelu vaatii erittäin hienostuneita mikropiirejä, joiden kehittyminen on ollut uuden tekniikan elinehto".)
- ¹⁰¹ PVS 3800; Digital Communications ESM Receivers and Systems" Siemens Plessys Defence Systems 1991
- ¹⁰² Electronics on the Battlefield" Miltronics April 1991 s.27
- ¹⁰³ Information Technology Runs User's Bandwidth Bandwagon" Signal January 1994 s.34
- ¹⁰⁴ T Mainio: "Tekniikkaa voi opiskella Internet- tietoverkon avulla" Helsingin Sanomat lauantai 18. kesäkuuta 1994 s.D3
- ¹⁰⁵ EMP = Elektro Magneettinen Pulssi; Yli 30 km:n korkeudessa tapahtuvan ydinräjähdysen yhteydessä syntyvä erittäin voimakas ja kauas (satoja - tuhansia kilometrejä) ulottuva erityisesti herkkää mikropiirielektroniikkaa tuhoava sähkömagneettinen lyhytkestoinen pulssi.
- ¹⁰⁶ HPM = High Power Microwave; Suurtehoisen mikroaalto -(ase). 1 - 100 GHz:n alueella aikaansaatu, erittäin voimakas sähkömagneettinen pulssi, joka lähellä (kilometrejä) tuhoaa elektroniikkaa, kauempana aiheuttaa häiriötä (ohjelman suoritusvirheitä) tai häirintää.
- ¹⁰⁷ G F Steel: "The Endgame is Good, But the Steamroller is Decisive" Journal of Electronic Defence July 1992 s.33
- ¹⁰⁸ H Gershanoff: "Wanna Buy a Coh-2 or Shtora-1 ?" Journal of Electronic Defence December 1993 s.10
- ¹⁰⁹ MAWS = Missile Approach Warning Systems; Lähestyvistä ohjuksista varoitava järjestelmä. Käynnistää yleensä automaattiset omasuojatoimenpiteet (soihtu).
- ¹¹⁰ C³CM; Command, Control and Communications CounterMeasures tai nykyisin jo Johtamissota (Command and Control Warfare).
- ¹¹¹ F C Johnson & F C Painter: "The Integration of Warfare Support Functions" C3I Handbook 1988
- ¹¹² TV ja radio
- ¹¹³ CAR: "War Fighter's Impact Crucial In Altering Army's Azimuth" Signal June 1992 s.59
- ¹¹⁴ CDick: "Russian Views on Future War - Part 1" Jane's Intelligence Review September 1993 - Europa s.390
- ¹¹⁵ N Munro: "U.S. Boots Information Warfare Initiatives" Defence News January 25-31, 1993 s.1
- ¹¹⁶ T Devereux: "Messanger Gods of Battle; Radio - radar - sonar: The Story of Electronics in War" Brassey's London 1991 s.167
- ¹¹⁷ R E Simpkin: "Race to the Swift; Thoughts on twenty- first century warfare" London 1985 s.170
- ¹¹⁸ S M Hardy: "P³I - The New Realities for EW" Journal of Electronic Defence March 1991 s.31
- ¹¹⁹ Voidaan väittää esim, että maihinnousu etelärannikolle ei ole mahdollista, jos rannikkotyöstön ja merivoimien meritortijuntaohjukset ovat toimintakykyisiä.
- ¹²⁰ Försvarets Forskningsanstalt (FOA): "Huvudprojekt Telekrigföring; En kort introduktion" s.4
- ¹²¹ P H Martin: "Command, Control and Communications Protection" Journal of Electronic Defence January 1989 s.46
- ¹²² Elektroninen tiedustelu, -häirintä, -harhautus ja vähemmässä määrin elektroninen asevaikutus (HPM vast).
- ¹²³ Poikkeuksia potentiaaliset suurtehoiset mikroaaltoaset elektronisiin laitteisiin ja muunlainen säteily ihmisiin.

- ¹²⁴ J H Cushman: "Command and Control of Theater Forces: Adequacy" s.86 Vuoden 1936 Saksan ohjesääntö joukkojen johtamisesta.
- ¹²⁵ L F Carrel: "Kriegslehren" Österreichische Militärische Zeitschrift, Heft 1/1993 s.26 - 32
- ¹²⁶ VLSIC = Very Large Scale IC. Suurtehyksiset mikropiirit. Yhdellä mikropiirillä satojatuhanasia - miljoonia transistoreita (vast).
- ¹²⁷ C3I Handbook 1988 s. 133 —>
- ¹²⁸ M Stiglitz: "Unraveling the M?MIC Knot" Journal of Electronic Defence May 1994 s.43
- ¹²⁹ C D Caposell: "A Navy View of MIMIC" Journal of Electronic Defence July 1992 s.56 - 62
- ¹³⁰ Defence Electronics November 1987 s. 87 —>
- ¹³¹ International Defence Review Supplement to 12/1991 s. 183
- ¹³² J Rhea: "Silicon's Speedier Cousins" Air Force Magazine November 1989 s.104
- ¹³³ Aviation Week & Space Technology March 26. 1990 s.78
- ¹³⁴ Aviation Week & Space Technology February 26. 1990 s.55
- ¹³⁵ M Hewish: "Massively parallel computing; Part 1" Defence Electronic & Computing (Supplement to IDR 3/1991) s.23
- ¹³⁶ Information Technology Runs User's Bandwidth Bandwagon" Signal January 1994 s.34
- ¹³⁷ EW Design Engineers Handbook 1989/90 s. 4-13
- ¹³⁸ Diagnostic Computer Chip Will Help Spot Problems" Defence News September 6-12, 1993 s.25
- ¹³⁹ N Baran: "Intel and Nestor to Commercialize Neural-Net Chip" Byte March 1994 s.32
- ¹⁴⁰ B D Nordwall: "Digital Imagery Strains Hardware, Analysts" Aviation Week & Space Technology June 6, 1994 s.45
- ¹⁴² N Baran: "Intel and Nestor to Commercialize Neural-Net Chip" Byte March 1994 s.32