

Sakari Ahvenainen:

Kyber ja sodankäynnin 5. megavaihe



Sisällysluettelo:

Abstract	4
1 Johdanto:	6
2 Systeemiteoria ja sodankäynnin tasot: Ihmiskunnan globaali selviytymisstrategia ...	7
2.1 Mitä on systeemiteoria ja mikä on systeemi?	7
2.2 Olemassaolon tasot ja emergenssi.....	8
2.3 Olemassaolon tasojen sisäinen integroiva kommunikaatio	9
2.4 Ihmiskunnan organisaation evolutiiviset vaiheet.....	10
2.5 Sodankäynnin evolutiiviset tasot	11
2.6 Uusi globaali taso	12
2.7 Sodankäynnin perinteiset tasot ja ihmiskunnan evoluutio	13
2.8 Sodankäynnin tasot ja evoluutio	14
3 Kybernetiikasta.....	14
3.1 Yleistä kyberneettisistä systeemeistä	14
3.2 Kybernetiikka evoluutiossa	16
3.3 Kyberneettisen tiedon lajit: viesti ja viestin tulkinta	17
3.4 Kyberneettisen tiedon lajit ja kybersodankäynti	18
3.5 Kyberneettisen tiedon yleiset tasot	19
3.6 Kyberneettisen tiedon tasot ja kybersodankäynti.....	22
4 Kybernetiikan sovellutuksia	22
4.1 Kybersodankäynnin kahdeksan muotoa.....	22
4.2 Ihminen kyberneettisenä systeeminä ja kybersodankäynnin kohteena	23
4.3 Tietokone kyberneettisenä systeeminä ja kybersodankäynnin kohteena	25
4.4 Kyberavaruus: Noosphere	27
4.5 Sodankäynnistä ja kybernetiikasta	28
4.6 Tietokonetekniikan merkityksestä sodankäynnissä	30



4.7	Globaalista tietokoneteknologiasta.....	31
4.7.1	Alku	31
4.7.2	Suorituskyvyn ja kapasiteetin kasvu	32
4.7.3	Mikropiirit ja ohjelmistot	33
4.7.4	Promis	33
4.7.5	Internet	34
4.7.6	Internetin merkityksestä	35
4.7.7	Noosphere.....	36
5	Sodankäynnin fyysiset ja toiminnalliset ulottuvuudet	36
5.1	Sodankäynnin fyysiset ulottuvuudet	36
5.2	Sodankäynnin toiminnalliset ulottuvuudet	38
6	Arvioita ja virheiden karsintaa	40
6.1	Kirjoitus esittää vain muutaman näkökulman kyberiin.....	40
6.2	Sodankäynnin fyysiset ulottuvuudet eivät ole kokonaisuutena teoriaa	40
6.3	Onko avaruus yhdeksäs sodankäynnin ulottuvuus?.....	41
6.4	Kybernetiikka on tietotutkimuksessa aliarvostettu	41
6.5	Noosphere-kritiikki kybernetiikan kautta	41
6.6	Viidennen vaiheen pääselitysmalli uusiksi	42
7	Johtopäätöksiä	42
7.1	Johtopäätöksiä kyberin kannalta	42
7.2	Muita johtopäätöksiä	44
7.2.1	Johtopäätöksiä sodankäynnin tasoista.....	44
7.2.2	Johtopäätöksiä sodankäynnin historia megavaiheista	45
7.2.3	Johtopäätöksiä kybernetiikasta	45
7.3	Jatko-ongelmia	46
8	Lainatut lähteet	47



Abstract¹

“*Kyber ja sodankäynnin 5. megavaihe*” (*Cyber and 5th Mega Phase of Warfare*)²? is an article by Lt. Col. (G.S.) (Ret.) **Sakari Ahvenainen**³. He is a general staff officer and a freelance information warfare and network centric warfare researcher since 1990's. Ahvenainen's article looks down to the basic of cyberwar. It has three theories as starting points. First systems theory and as its application the five mega phases of information technology in warfare, secondly cybernetics and thirdly physical and functional dimensions of warfare.

According to Ahvenainen, the five mega phases of information technology in warfare in view of systems theory were proto-language, language, writing, print and global computer technology (internet). Each of them has led with other factors to bigger organizational levels of mankind; extended family, tribe, state, culture and global mankind. Ahvenainen starts this evaluation by asking what systems theory is and what systems are. Then he examines emergence and its importance and importance of communication between parts of a system. By applying these themes to warfare Ahvenainen find out that combat techniques, tactics, operational art and strategy are emergent features of warfare. The 5th phase of warfare is applications of global computer technology and it lead to new kind of global warfare of the global mankind.

Cybernetics is the main point (theory) of this article and the only point of its published version⁴. Cybernetics means also cyberspace as a new global infrastructure and cyberwar as a global level of warfare. Types and levels of cybernetic information and their importance to cyberwar are studied. Human and computer as a cybernetic systems and target of cyberwar are also studied. Ahvenainen finds eight logical types of cyberwar and claims that at the bottom Sunzi's and Clausewitz's warfare are much like a cybernetic process and that John Boyd's OODA-loop is a cybernetic process. According to Ahvenainen, computer programs and integrated chips added with human understanding are at the hearth of cyberwar.

According to Ahvenainen, physical and functional dimensions of warfare are time, energy, space, information, electromagnetic spectrum, will, operational (doctrine), social (humans), technological (artifacts), organizational (relationships of parts of warfare) and logistical (flows). Ahvenainen examines how these dimensions have evolved and how their importance has changed in the evolution of warfare. Ahvenainen find out that these dimensions of warfare have made and will in the future make warfare more complex and that technology gives birth to new importance of some of these dimensions. The 5th phase of warfare is the phase of cyber, information, complexity and outer space.

¹ Only in English. Main body of the article is in Finnish.

² Published version, a 13 pages article in a National Defence University book “The Fog of Cyber Defence (2013)” is titled: “*What Can We Say Of Cyberwar Based on Cybernetics*”. Its only point of view is cybernetics. This version (50 pages) of the article has two other points of view: Mega phases of information technology in warfare (systems theory) and physical and functional dimensions of warfare.

³ Home pages: <http://www.kolumbus.fi/sakari.ahvenainen/>

⁴ National Defense University: “The Fog of Cyber Defence (2013) (Helsinki Finland)



According to Ahvenainen, main conclusions concerning cyber and cyberwar are:

1. There are eight logical modes of cyberwar, four real ones and four simulated ones
2. Both message and interpretation of the message are important in cyberwar
3. Both message and interpretation of the message are important in cyberwar in relationship to humans and computers
4. Difference between thought and actual message and interpretation of the message are the hearth of cyberwar
5. Global information technology is a new emergent feature of the cyber age and its central feature in every way
6. Computer is the other means besides of brains for understanding and decision making
7. Computer is centrally a tool for ruling the complexity
8. Cyber is at the bottom global
9. Cyberspace is a new dimension that adds complexity to warfare
10. Definitions of cyberwar are still a bit vague
11. The heart of cyberwar is the enormous efficiency and all-over use of computer technology
12. Cyber gives birth a new dimension to warfare that is first time artificial, man-made.



Motto 1: Globaalin aikakauden uusi sotataidollinen paradigma on strateginen kommunikaatio⁵

Motto 2: Globaalin aikakauden sodankäynnin uusi näyttämö on globaali internet⁶

1 Johdanto:

Tämän kirjoitus tarkastelee kyberia⁷ systeemisistä ja evolutiivisista näkökulmista. Nämä näkökulmat ovat:

1. [Systeemiteoria](#) ja sodankäynnin tasot; yhteiskuntien ja sodankäynnin viisi informaatio-tekniologista megavaihetta⁸ ja kyber sen sovellutuksena, globaalina tietokone-tekniologiana (Wright, 1942) (Bertalanffy, 2003 (alunperin 1968)).
2. [Kybernetiikka](#), oppi eläinten ja koneiden kontrollista ja viestinnästä, siis oppi tietoa käsittelevistä järjestelmistä (Wiener, 2000) (Turchin, 1977) (Skyttner, 2005, ss. 75 - 95)
3. Sodankäynnin fyysiset ja toiminnalliset ulottuvuudet ja tieto yhtenä niistä (Grabau, 1986).

Tässä pohjana käytettävä Popperin induktio tiivistyy prosessiksi *ongelma, sen alustavat teorit, virheiden karsinta ja uudet ongelmat*. Prosessin ydinsanoma on, että näin voidaan päästä lähemmäksi tieteellistä ”totuutta”, mutta sitä ei voida koskaan⁹ saavuttaa¹⁰. (Popper, 1979 (Revised)).

Kirjoituksen rakenne noudattaa Popperin em. prosessia. Luvuissa 2 – 5 esitellään em. alustavat teorit. Nämä ovat yllä mainitut kolme näkökulmaa. Luvussa 6 on arviot ja virheiden karsinta ja luvussa 7 johtopäätökset, mukaan luettuna kirjoituksen prosessin mukaiset uudet ongelmat.

Tässä kirjoituksessa *sodankäynti on systeeminen ja evolutiivinen prosessi*, joka on synnyttänyt sodankäyntiin hierarkian, jonka perinteisesti tunnemme taistelutekniikkana, taktiikkana, operaatiotaitona ja strategiana.

⁵ ... kirjoitti everstilutnantti ja valtiotieteen tohtori Torsti Siren vuonna 2011 (Siren, 2011, ss. 12 - 3).

Kuitenkaan koko kirjassa ei esiinny sanoja ”kyber” tai ”cyber” tai niiden johdannaisia.

⁶ ... sanoi USA:n puolustusministeri Leon Panetta lokakuussa 2012 (Kotilainen, 2012). Tai tarkasti ottaen: ”Sodankäynnin uusi näyttämö on internet”.

⁷ Kyberia, kybersodankäyntiä tai/ja kyberulottuvuutta

⁸ (1) Suurperhe tai lauma; protopuhe, (2) heimo; puhe, (3) valtio; kirjoitustaitotaito, (4) kulttuuri; kirjapainotaito ja (5) globaali ihmiskunta; globaali tietokonetekniikka (internet).

⁹ Ihminen rajallisena oliona voi tuskin koskaan saavuttaa täydellistä totuutta, olemassaolon ymmärtämistä.

¹⁰ Samaa mieltä tieteen aproksisuudesta on mm. maailmankuulu fyysikko Richard P. Feynman (Feynman, 1995, s. 2)



Kybersodankäynti tarkoittaa tässä kirjoituksessa vihamielistä organisoitua vaikuttamista rauhan ja sodan aikana kyberulottuvuuden avulla. Kyberulottuvuus (eng. cyberspace) taas tarkoittaa globaalia fyysisten tietokoneiden ja fyysisten tietoliikennejärjestelmien luomaa teknistä rakennetta, infrastruktuuria digitaaliselle tiedolle. Sen tärkein, mutta ei ainoa osa on internet.

Tämän kirjoituksen mielenkiintoinen ongelma on: Mitä kyberistä voidaan sanoa sodankäynnin fyysisten ulottuvuuksien, ihmiskunnan pitkän aikavälin informaatio-tekniikan historian ja kybernetiikan perusteella?

Ko. kolme näkökulmaa ovat kirjoittajan aiemmin käyttämiä sodankäynnin tarkastelutapoja (Ahvenainen, 2011) ([linkki](#)), (Ahvenainen, 2008) ([linkki](#)) ja (Ahvenainen, 1997).

2 Systemiteoria ja sodankäynnin tasot: Ihmiskunnan globaali selviytymisstrategia

2.1 Mitä on systemiteoria ja mikä on systeemi?

Ensimmäinen tässä kirjoituksessa käytetty *alustava teoria* kybersodankäynnin aseman hahmottamiseen on [systemiteoria](#). Se tutkii aineen reduktionistisen, osiin pilkkovan näkemyksen sijasta sen organisoitumista (organization), sisäisiä ja ulkoisia suhteita (Laszlo, 2002, s. 17).

Systeemi on *erikoistuneista* osista muodostuva *kokonaisuus*, jossa osat ovat yhteydessä¹¹ toisiinsa ja tämä kokonaisuus yhteydessä *ympäristöönsä* (Skyttner, 2005, ss. 52, ja 63 - 64). Uusi systeemi perustuu siis aina aiemmin olleisiin osiin, systeemi on aina¹² aikansa tietyn historiallisen jatkumon¹³ tulos. Asia voidaan sanoa myös niin, että kaikilla tietyllä hetkellä olevilla systeemillä on historia, esi- tai protoaste. Tämä taas on esim. evoluution ja monen muunkin asian ymmärtämisen keskeinen idea. Se, että asioilla on historia, on myös tämän kirjoituksen keskeinen periaate.

¹¹ Osien suhde (systeemin rakenne) on vähintään yhtä tärkeä kuin osat itse. Vrt. mekaanisen kellon osa ja sen suhteet muihin osiin.

¹² Tämä toimii aina Big Bangiin, alkuräjähdykseen asti. Mutta mitä oli sitä ennen? Onko ”meidän” Big Bang vain yksi Big Bang, osa tasoa, jossa Big Bangit muodostavat oman olemassaolon tasonsa?

¹³ Esimerkki: Auton osat on oltava olemassa ennen autoa. Tai aiemmin tässä työssä esiintynyt ketju: Elämä ja sen perusyksikkö solu → ihminen → tietokone → internet.



2.2 Olemassaolon tasot ja emergenssi

Olemassaolon järjestelmät muodostuvat toisiaan luovista tasoista¹⁴: alkeishiukkaset muodostavat atomeja, atomit molekyylejä, molekyylit soluja, solut eliöitä, eliöt yhteisöjä ja yhteisöt megayhteisöjä (Paloheimo, 2002) (Pagels, 1989, s. 223) (Skyttner, 2005, s. 65) (Enqvist, 2007, ss. 296 - 298). Vastaavan tasohierarkian muodostaa esim. kirjoitus: merkki¹⁵, sana, lause, kappale, luku, kirja, kirjasto. Myös tekniikka on kehittynyt periaatteellisina vaiheina työkaluista koneisiin, siten järjestelmiin ja lopulta järjestelmien järjestelmiin (Creveld, 1991, s. sisällysluettelo). Jälkimmäisimmästä kirjoituksen kannalta hyvä esimerkki on internet.

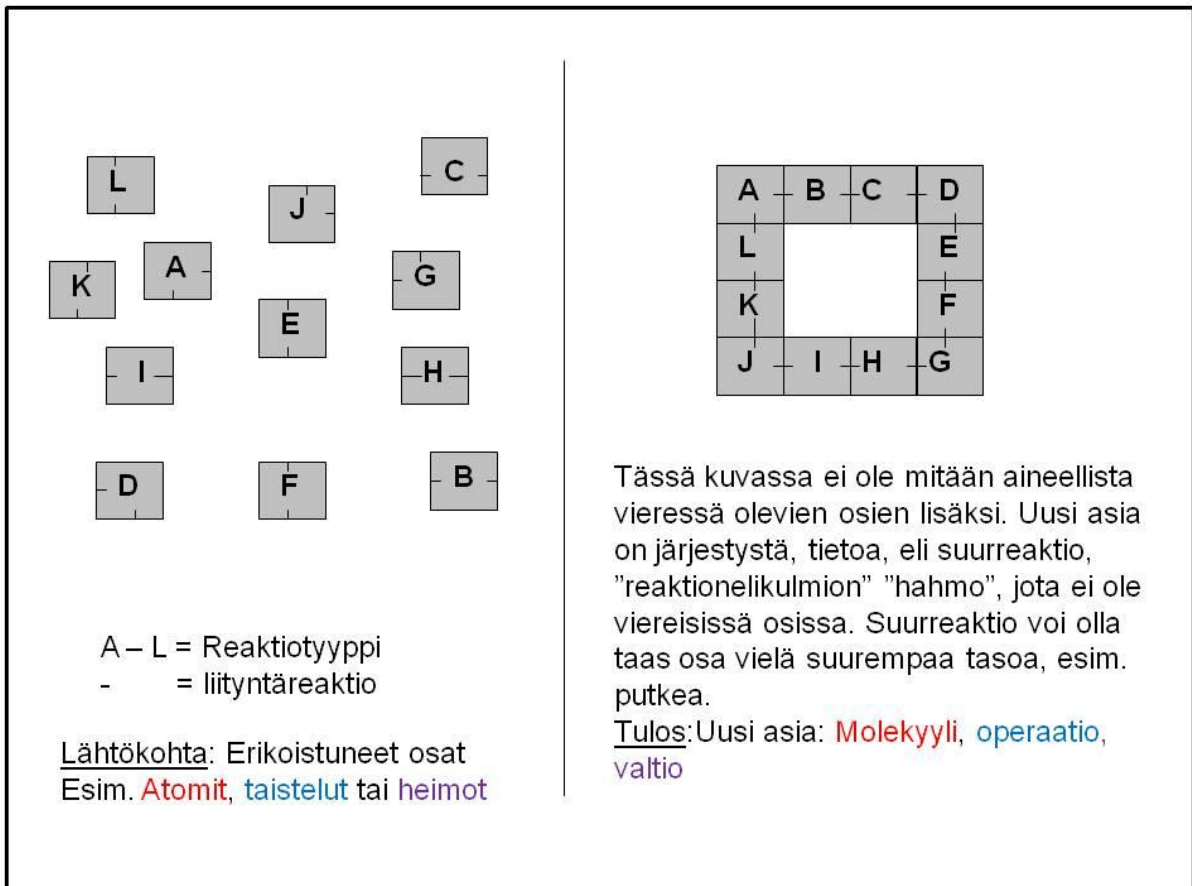
Kyseisessä tasomuodostuksessa oleellinen käsite on emergenssi. Emergenssi on systeemin alatasojen ominaisuuksien yhteisvaikutuksesta johtuvaa uuden kokonaisuuden uusien ominaisuuksien syntymistä ylätasolle. Periaatteessa siis $EOJ_{y(1 \dots N)} = UJ_x$, eli y-perusominaisuuden omaavat Erikoistuneet OsaJärjestelmät ($1 \rightarrow N$) muodostavat yhden x-perusominaisuuden omaavan UusiJärjestelmä X:n.

Emergenssi luo uudelle tasolle jotain aidosti uutta ja ennen näkemätöntä. Uudesta tasosta seuraa ylätasolla uusia ominaisuuksia, joita ei ole luonnollisestikaan osilla, koska uuden tason uudet ominaisuudet muodostuvat systeemin osien yhteisvaikutuksesta (Laszlo, 2002, ss. 25 - 29) (vrt. myös kuva ”Emergenssi” s. 9. Suurimmillaan uusi asia on todella iso. Kemiasta tulee elämää¹⁶ ja hermosoluista tietoisuutta. Emergenssi on myös karkeistusta ja tiedon hukkaamista ja vähentämistä (Enqvist, 2007, s. 23 ja 209). Tuhannesta puusta tulee yksi metsä.

¹⁴ Idea toisiaan luovista tasoista sisältyy jo systeemin määritelmään: Systeemi on *alasysteemeistä* koostuva kokonaisuus, joka on yhteydessä ympäristönsä (Turchin, 1977, s. 7).

¹⁵ Merkki: kirjain, numero tai esim. välimerkki

¹⁶ Elämä on tietyn kompleksisuustason saavuttanut erikoistuneiden kemiallisten reaktioiden kokonaisuus (Kauffman, 1995, s. 42) ja kyseisen kokonaisuuden uudet emergentit ominaisuudet.



Kuva 1: Emergenssi, uusi taso tai hahmo

Huom! Renkaassa oikealla on kadonnut tieto osareaktioiden ("laatat") liityntäreaktioista ja osien yksityiskohtaisista rakenteista. Vertaa esimerkiksi artikkeli ja sen johtopäätökset. Uusi emergentti ominaisuus oikealla on rengas ja sen uudet mahdollisuudet (putki!). Renkaan muodostavilla laatoilla ei myöskään ole "rengasmaisuutta", joka on vain kyseisen ylätasoinen ominaisuus. Rengas-ominaisuuteen liittyen voidaan luoda *uusi* teoria, joka selittää "reaktionelikulmion" ominaisuuksia reaktiotyypeistä A – L (*osista riippumatta*). Uutta tasoa voidaan myös sanoa metasynteesiksi (metasystem transition), joka kätkee alatasojen yksityiskohdat (Tossavainen, 2002, s. 197). ([linkki](#))

2.3 Olemassaolon tasojen sisäinen integroiva kommunikaatio

Kukin järjestelmätaso voidaan nähdä organisaationa ja organisaatio on viestintäverkko, jossa organisaation tavoitteet ja osat kytetään viestinnällä toimivaksi kokonaisuudeksi (Aula, 1999, s. 139). Kybernetiikkaan liittyen perusesimerkki tästä on kyberneettinen järjestelmä, jossa sensorinen, päätöstieto ja palautetieto sitovat sensorin, päätöksentekuelimen ja toimielimen yhteen kokonaisjärjestelmäksi.



Kybernetiikan keksijän matemaatikko Norbert Wienerin mukaan nimenomaan organisaation osien välinen viestintä tekee yksikertaisistakin¹⁷ osista muodostuvassa kokonaisuudesta älykstä, esim. mehiläisten ja muurahaisten osalta¹⁸. Yksi hänen kybernetiikkaa koskevan vuoden 1948 perusteoksensa oppi on, että kyky informaation saantiin, käyttöön, hallussapitoon (retention) ja välittämiseen pitää organismit koossa. Wiener luettelee em. mielessä suurissa ihmisorganisaatioissa tärkeiksi kirjapainon, kirjat, lehdistön, radion, puhelimen, kaukokirjoittimen, postin, teatterin, elokuvan, koulun ja kirkon. Mielenkiintoinen on myös Wienerin ajatus siitä, että, systeemin koossapysymisen kannalta toissijaiset tavoitteet kuten rahan ansaitseminen em. välineillä uhkaa ko. viestintäkanavien ensisijaista tehtävää, systeemin koossapysymistä. (Wiener, 2000, ss. 156 ja 160 - 1).

Kirkkoon liittyen poliittisen järjestyksen syntyä tutkinut maailmakuulu taloustieteilijä ja professori Francis Fukuyama toteaa valtion ja heimon keskeisenä erona sen, että valtion valta on perusteltu paljon kehittyneemmällä uskonnolla ja eriytyneellä papistolla kuin heimoissa. Wienerin edellä olevaan listaan voidaan lisätä keskeisinä ihmisen tulkintakyvyn muokkaajina myös perhe, kylä, suku ja heimo. Fukuyaman mukaan ne ovat olleet¹⁹ myös valtiolle keskeisiä ongelma-aiheita ja vastustajia. (Fukuyama, 2011, ss. 80, 88, 93, 116, 140 ja 152)

Ja kun organisaatioiden koko kasvaa olevan informaatioteknologian mahdollisuuksien yli, tarvitaan uusia informaation saannin, käytön, hallussapidon ja välittämisen keinoja. Tässä on tärkeä periaatteellinen perusta sille, miksi kieli, kirjoitustaito, kirjapainotaito ja globaali tietokoneteknologia ovat niin tärkeitä ihmiskunnan evoluutiossa ja miten ne ovat mahdollistaneet osaltaan organisaation koon kasvamisen (Ahvenainen, 2011).

2.4 Ihmiskunnan organisaation evolutiiviset vaiheet

Ihminen on aina ollut sosiaalinen laumaeläin, joka muodosti yhteisöjä ja tämä ominaisuus muokkasi merkittävästi ihmisen aivoja²⁰ (Fukuyama, 2011, ss. 29, 34). Ihmiskunnan pitkän historian mukaiset periaatteelliset vaiheet ovat olleet suurperhe (lauma), heimo, valtio, kulttuuri ja globaali ihmiskunta (Wright, 1942, ss. 29 - 33 ja 37) (Currie;Greenhill;Gray;Hasegawa;& Mace, 2010)²¹ (Taylor, 1973)²². Vastaavat uudet emergentit kyseistä tasoa pääselitysmallina kuvaavat asiat ovat vaistot (psykologia), sosiologia, politiikka (lait), tiede ja teknologia sekä globaalilla tasolla tieto ja

¹⁷ Vrt. hermosolu (joskin jo melko kompleksinen rakenne) ja aivot, tietoisuus.

¹⁸ Tässä on myös verkostomuotoisen toiminnan ja verkostokeskeisen sodankäynnin ydintä. Pelkkä hajautettu verkko ei riitä, tarvitaan verkkoelementtien kommunikaatiota.

¹⁹ Ja ovat ilmeisesti edelleen. Vrt. arabimaat ja heimojen valta niissä.

²⁰ Ko. yhteisöelämän vaatimaan kompleksisuuden hallintaan.

²¹ Yksityiskohdissaan poikkeaa Wrightin mallista. Rakennelma on viitteen mukaan historiallinen prosessi.

Tyynen meren poliittisia organisaatioita tutkittaessa on havaittu vastaavaa. Ylöspäin kehitystä tapahtuu vain yksi porras kerrallaan. Sen sijaan hajoaminen on mahdollista useampia kuin yksi porras kerrallaan.

²² Yksityiskohdissaan poikkeaa hieman kirjoituksen pohjana olevasta Wrightin mallista.



kompleksisuuden hallinta. Alla olevassa taulukossa on kuvattu kyseisten vaiheiden perusominaisuuksia (Roland, 1997) (Wright, 1942) (McNeill & McNeill, 2006)

	Vaiheen alku	Organisaation koko	Yhteiskunnan tyyppi	Selittävä asia	Merkittäviä uusia asioita
Protokieli	Ennen n. 50 000 e.a.a.	Suurperhe tai lauma	Eläimellinen	Vaistot	(pystykävely) Tuli ja työkalut
Kieli²³	n. 50 000 e.a.a.	Heimo	Primitiivinen	Sosiologia	Suurriistan metsästys ja kauppa
Kirjoitustaito²⁴	n. 3 500 e.a.a.	Valtio ¹	Historiallinen	Politiikka (laki)	Maanviljely, kaupunki, pyörä, metallit, sota ³
Kirjapainotaito	n. 1 500 j.a.a.	Kulttuuri ²	Moderni	Tiede, teknologia	Moderni valtio, teollisuus
Globaali elektroninen ja integroitu⁴ tieto	n. 2 000 j.a.a.	Globaali	Postmoderni	Tieto, kompleksisuus	Tietokone ja tietokoneverkot, internet

¹ = Kirjoitustaidon syntyminen noin 5000 vuotta sitten mahdollisti valtio synnyn (Sundin, s. Osa III Kappele: Kirjoitus) (Schamandt-Basserat, 2006, s. 29) (Robertson, 2004, s. 36) (Cooper, 2004, s. 72).

² = Kulttuuri tarkoittaa tässä eri kulttuureja, kuten läntinen, kiinalainen, islam ...

³ = Sotaa esiintyi myös varhaisemmissa vaiheissa. Valtioiden yhteydessä sodankäynnistä tuli erityisen merkittävä (Buzan & Little, 2000, s. 67).

⁴ Integroitu tieto tarkoittaa tässä tiedon tallennusta, käsittelyä ja siirtoa tietokoneverkoissa.

Taulukko 1: Sodankäynnin ja ihmiskunnan evolutiiviset ja systeemiset megavaiheet

2.5 Sodankäynnin evolutiiviset tasot

Perinteisessä sodankäynnin tasojen jaottelussa esiintyy lauma – heimo – valtio rakennetta muistuttava tasoluokittelu. Tarkastelemme seuraavana sitä, antaako kyseinen jaottelu jotain

²³ (Logan, 2007)

²⁴ (Schamandt-Basserat, 2006)



uutta kirjoituksen viitekehyksessä. Kirjoittaja on rinnastanut ko. jaottelun systeemiteorian mukaiseen rakenteeseen (Ahvenainen, 2008, ss. 155 - 156)²⁵:

1. taistelutekniikka: oppi henkilön tai ryhmän ja aseiden – esim. kivääri, panssarivaunu - käytöstä (kaksin-)taistelun voittamiseksi (valmistelu, suunnittelu, toteutus ja palaute)²⁶.
2. taktiikka: oppi useista erikoistuneista ryhmistä ja aseista muodostuvan paikallisen taistelun voittamiseksi.
3. operaatiotaito: useista erikoistuneista taisteluista muodostuvan suuremman²⁷ alueen kattavan operaation voittamiseksi.
4. sotilasstrategia: oppi useista erikoistuneista operaatioista muodostuvan (yhden) sodan voittamiseksi.
5. valtion suur- tai kokonaisstrategia (politiikka?): useista erikoistuneista valtion resursseista muodostuva valtion kokonaisidea olemassaolonsa ja etujensa varmistamiseksi *pitkällä aikavälillä*. Erikoistuneita resursseja ovat esim. asevoimat, väestö, talous, tiede, teknologia, ulkopolitiikka ja maantiede.
6. liittokunnan (esim. NATO) sotilasstrategia: oppi useista erikoistuneista sodista (operaatioista) muodostuvan *pitkäaikaisemmän kamppailun* voittamiseksi liittokunnan sisällä.
7. liittokunnan (esim. NATO) suur- tai kokonaisstrategia (ideologia?): useista erikoistuneista liittokunnan resursseista muodostuva liittokunnan kokonaisidea *pitkäaikaisemmän* olemassaolonsa ja etujensa varmistamiseksi. Erikoistuneita resursseja ovat esim. liittokunnan asevoimat, väestö, talous, tiede, teknologia, ulkopolitiikka ja, maantiede.

Joka tasolla kokonaisuus on väline kyseisen tason organisaation selviytymiseen ja kaikkien keinojen, mukaan luettuna sotilaallisten, käyttöä edistämään tätä selviytymistä. Yllä esitetty sodankäynnin luokittelu vastaa kirjoituksessa olevaa perusrakennetta: suurperhe (lauma), heimo, valtio, kulttuuri ja globaali ihmiskunta.

2.6 Uusi globaali taso

Jos edellä esitetty sodankäynnin tasorakenne laajennetaan kulttuurista, liittokunnista, seuraavaan, globaaliin vaiheeseen, saadaan globaalien ihmiskunnan *selviytymis*-strategia. Se on edellisten tasojen perusteella erikoistuneiden kulttuurien resurssien käyttöä globaalien ihmiskunnan erityisen pitkäaikaisen olemassaolon, etujen ja selviytymisen varmistamiseksi.

Koska globaalilla tasolla ei ole globaalille ihmiskunnalle muita kilpailijoita, esim. toista globaalia ihmiskuntaa, globaalien tason sota voi olla vain sisällissotaa²⁸ globaalien tason sisällä.

²⁵ Muutamaa yksityiskohtaa (kursiivi) täydennetty alkuperäisestä lähteestä.

²⁶ Nämä alakohdat liittyvät jokaiseen vaiheeseen.

²⁷ Vertaa esimerkiksi Operaatio Barbarossa, Saksan hyökkäys Neuvostoliittoon vuonna 1941.

²⁸ Aiemmissakin vaiheissa sodankäynnillä oli kaksi periaatteellista sovellutusta: Sisällissota systeemin, esimerkiksi heimon sisällä ja ”varsinainen” sota systeemien, esimerkiksi heimojen välillä.

Käytännössä tämä tarkoittaa taistelua globaalin tason keskeisimmän asian, globaalien tiedon sisällä. Em. logiikka synnyttää globaalien informaatioidenkäynnin (Jones;Kovacich;& Luzwick, 2002), josta esimerkiksi käy Tanskan Mohammed - piirroksista vuonna 2006 noussut globaali kohu, informaatiotaistelu.

Koska globaalilla tasolla ei ole sodankäyntiä vastaavien muiden kokonaisuuksien välillä, ko. taso on kokonaisuutena jotain muuta kuin sodankäyntiä. Hypoteesi on globaali ekologia, johon liittyvät globaalien ihmiskunnan globaalit ongelmat.

2.7 Sodankäynnin perinteiset tasot ja ihmiskunnan evoluutio

Kyseiset sodankäynnin tasot²⁹ ovat selvästi myös ihmiskunnan evoluution tasoja. Aluksi sodankäynti oli (eläimellistä) taistelutekniikkaa, tyypillisesti lauman johtajan ja haastajan, kahden yksilön kaksintaistelua, joka ratkaisee lauman kohtalon. Tällaista väkivaltaa esiintyi mm. eskimoilla, joilla ei ollut perhettä suurempia yhteisöjä (Mälkki;Marjomaa;Raitasalo;Karasjärvi;& Sipilä, 2008, s. 13). Taktiikkaa, operaatiotaitoa tai strategiaa³⁰ ei ollut nykymuodossa olemassa tai ne sisältyivät sovellettuna ko. kaksintaisteluun.

Taisteluun osallistuvien määrän kasvaessa ja heidän roolien erikoistuessa syntyi [taktiikka](#). Taktiikkana, oppina yhden paikallisen taistelu voittamisesta sodankäynti säilyi pitkälle Napoleonin aikaan tai USA:n sisällissotaan asti. Perinteinen tulkinta tälle vaiheelle on ”classical military strategy”, yhden pisteen (taistelun) strategia (Pittard, 1994, ss. 1 - 2). Poikkeuksen muodostaa mongolien lyhyt valtakausi 1200 – luvulla (Pittard, 1994)³¹. Mongolien sotataitoa kuvannee yksityiskohtana se, että he etenivät huhtikuussa 1241 Euroopan *operaatiossa* 300 kilometriä neljässä vuorokaudessa (Pittard, 1994, s. 26). Luvut ovat täsmälleen samoja kuin USA:n Irak *operaatiossa* vuonna 1991, 750 vuotta myöhemmin (sic.).

Strategia em. useamman operaation yhdistämismielessä syntyi tietysti vasta, kun sota muodostui useasta, osin päällekkäisistä operaatioista. Nykyaikaisen [operaatiotaidon](#) (operational art) synty merkitsi sodankäynnin monimutkaistumista (Pittard, 1994, s. 3). [Strategiaan](#) on siis ainakin kaksi näkemystä. Perinteisesti se on oppi sodan voittamisesta yhden operaation, yhden taistelun tai yhden kaksintaistelun avulla. Tässä kirjoituksessa

²⁹ Taistelutekniikka, taktiikka, operaatiotaito ja strategia

³⁰ Strategiaa siis ymmärrettynä usean operaation käyttämisenä sodan voittamiseen. Strategia sodan voittamisen mielessä sisältyi historialliseen taistelutekniikkaan eläimellisessä vaiheessa, taktiikkaan primitiivisessä vaiheessa ja operaatiotaitoon (yhteen operaatioon) historiallisessa vaiheessa.

³¹ Pittard käyttää kirjassaan USA:n vuoden 1993 ohjesäännön Field Manual 100-5 ”Operations” operatiivisen sodankäynnin määritelmää mongolien sotatoimien analyysiin ja toteaa johtopäätöksensä, että mongolit toteuttivat ko. määritelmän mukaista operaatiotaitoa.



esitetystä systeemissä mielessä operaatiotaito on oppi sodan voittamisesta useamman operaation avulla.

2.8 Sodankäynnin tasot ja evoluutio

Eläimellisessä sodankäynnissä, suurlaumassa, strategia, operaatiotaito, taktiikka ja taistelutekniikka supistuivat taistelutekniikaksi, yhdeksi kaksintaisteluksi. Lauman johtajan ja haastajan kaksintaistelu ratkaisi lauman ”strategisen, operatiivisen ja taktisen” kohtalon. Primitiivisessä sodankäynnissä, heimossa, strategia ja operaatiotaito supistuivat taktiikaksi, yhdeksi taisteluksi. Taistelutekniikka oli olemassa aiemmasta vaiheesta. Historiallisessa sodankäynnissä, valtiossa, sodankäynti säilyi edelleen yhden taistelun taktiikkana (classical military strategy), joskin sodankäynti monimutkaistui taistelijoiden määrän, niiden organisaation³² ja uusien ”aselajien³³” mukana. Modernissa sodankäynnissä operaatiotaito syntyi useamman taistelun yhdistelmänä laajalla alueella, sota-äyttämöllä (theater). Operaatiotaidon syntyä nähdään perinteisesti joko Napoleonin armeijakunnat tai USA:n sisällissodan operaatiot, joskin mongolit käyttivät nykyaikaista operaatiotaitoa jo 1200-luvulla (Pittard, 1994). Taktiikka ja taistelutekniikka olivat olemassa aiemmista vaiheista. Samalla syntyi ”uusi” strategia operaatioiden yhdistämismielessä sodan voittamiseksi. ”Uusi” strategia, operaatiotaito ja taktiikka ovat siis kirjoituksen viitekehyksessä alun perin emergentejä uusia ”hahmoja” sodankäynnissä.

3 Kybernetiikasta

Kyberin pohjaksi tarkastelemme sen etymologista taustaa, kybernetiikkaa. Hahmotamme ensin kybernetiikan asemaa ja aikakautta evoluutiossa, sitten kyberneettisen tiedon lajeja ja tasoja.

3.1 Yleistä kyberneettisistä systeemeistä

[Kybernetiikka](#) on osa yleistä systeemiteoriaa (Skyttner, 2005, s. 76) (Bertalanffy, 2003 (alunperin 1968), ss. 17 ja 21 - 2). Kybernetiikka oli alun perin oppi eläinten ja koneiden kontrollista ja viestinnästä: ”Cybernetic: or Control and Communication in the Animal and

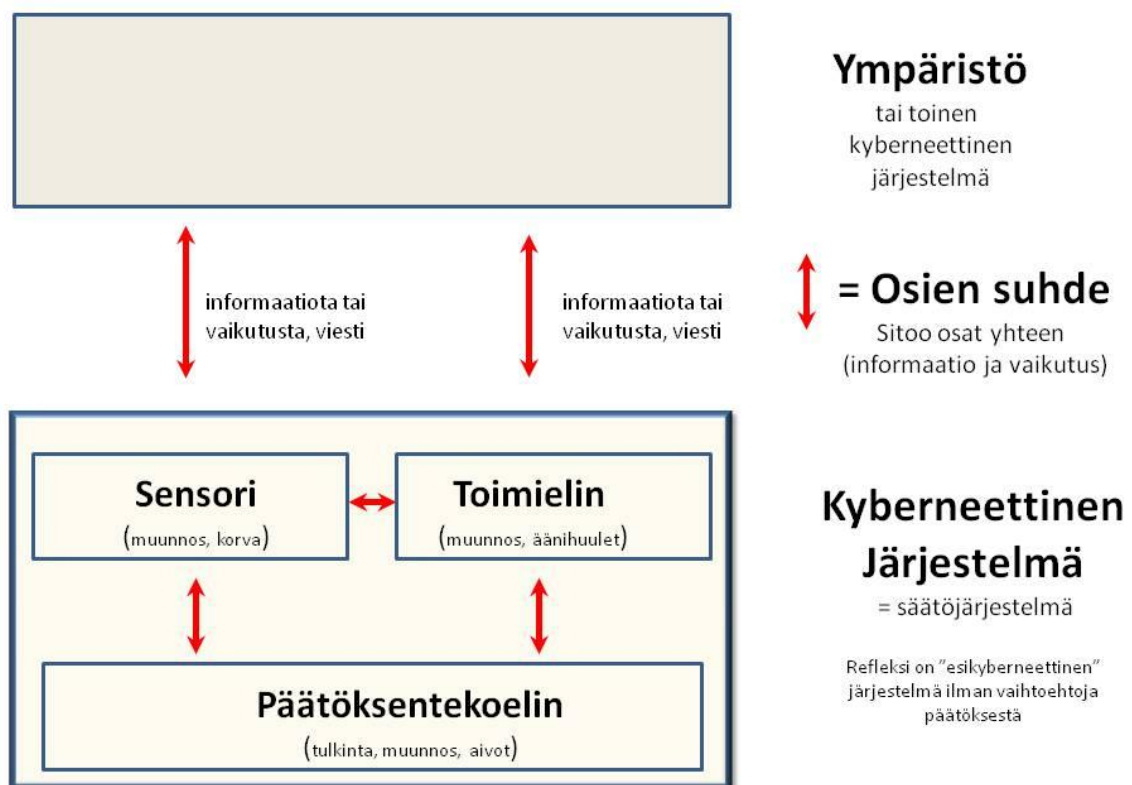
³² Sodankäynnin organisaatiotapoja ovat olleet ylätasolla: soturiarmeija, palkka-armeija, orja-armeija, ammattiarmeija, asevelvollisuusarmeija ja miliisiarmeija (Keegan, 1994, s. 227). Muita sodankäynnin organisatorisia sovellutuksia ovat yleisjoukot ja erityisjoukot, falangi, kohortti, feodaaliarmeija, hajautettu sissitoiminta ja terrorismi.

³³ Hevosten vetämät taisteluvaunut, ratsuväki, sodankäynti linnoituksista, heittokoneet, laivastot jne.

the Machine” (Wiener, 2000, s. (alunperin 1948)). Kyber *κυβερνήτης* (*kybernētēs*) tulee kreikan kielestä ja tarkoittaa laivan ohjaajaa, perämiestä, ohjauksen taitoa; siis abstraktimmin säätöä, jotain asetettua tavoitetta kohti kulkemista.

Kybernetiikan tutkimuksen kohteena ovat systeemit, jotka koostuvat osasysteemeistä ja erityisesti systeemin ja sen *osien suhteet* ja *systeemin tilat* ajassa. Kun systeemin tilat ajassa ovat *tavoitteellisia* (purposeful), puhutaan kontrollista. (Turchin, 1977, s. 7)

Kyberneettisen, tietoa käsittelevän järjestelmän perusosat ovat (1) *sensori* tiedon saamiseksi ympäristöstä ja systeemistä itsestään, (2) *päätöksentekoeelin* sensorin havaintojen koodaamiseen käskyksi toimielimille, (3), *toimielin* ympäristöön tai systeemiin itseensä vaikuttamiseen sekä (4) *palautekytkentä* systeemin eri osien välillä systeemin toiminnan säätämiseksi kohti asetettua tavoitetta (Turchin, 1977, s. 25) (Skyttner, 2005, s. 91) (Paloheimo, 2002, s. 111) .



Kyberneettinen järjestelmä: Solu, eliö, ihminen, ihmisen organisaatiot, tietokone, ...

Kuva 2: Kyberneettinen systeemi³⁴

³⁴ (Turchin, 1977, s. 25). Myös nykyaikaisessa sodankäynnissä kuuluisa John Boydin OODA-loop on kyberneettisen systeemin mukainen päätöksentekoprosessi (Skyttner, 2005, ss. 416 - 7)



Kybernetiikassa *tieto liittyy aina johonkin fyysiseen, materiaaliseen järjestelmään, eli tieto on aina fyysistä* (Turchin, 1977, s. 17) (Gleick, 2011, ss. 355 - 372). Seuraus tästä on, että kommunikoitavalla tiedolla on merkitystä vain suhteessa kyseisen tiedon järjestelmään, kontekstiin³⁵ (Bateson, 2002, s. 16). Tiedosta ja informaatiosta puhuttaessa tärkeä kontekstin käsite on siis tässä kirjoituksessa sama kuin tiedon systeemi. Konteksti on taas välttämätön merkitykselle, systeemin tulkinnalle (Bateson, 2002, s. 13)

Kirjoituksen (kirjojen) ja kielen konteksti on kyseistä kieltä ymmärtävän ihmisen aivot³⁶, DNA:n konteksti on solu ja tietokoneohjelman (tai tallenteen, esim. CD:n) konteksti on kyseistä ohjelmointikieltä tai tiedon tallennustapaa ”ymmärtävä” tietokone (mikroprosessori). Tyypiesimerkki tästä tiedon konteksti- tai järjestelmäsidonaisuudesta on etruskien kieli ja kirjoitukset. Koska etruskiaa ymmärättäviä ihmisiä ei ole (enää/vielä) olemassa, kyseisillä tallenteilla ei ole merkitystä nykyihmisille, etruskien kielen kannalta eri järjestelmälle.

Käytännössä kybernetiikka soveltuu teoriapohjaksi kaikkiin tietoa, säätöä ja tavoitteita (Turchin, 1977, s. 44) omaaviin järjestelmiin, siis tietoa käsitteleviin järjestelmiin (Ashby, 1957, s. 2 ja 4). Sodankäynnin kannalta on tässä mielessä erityisen tärkeää, että nykyaikaisessa sodankäynnissä kuuluisa [John Boydin OODA](#)³⁷-loop on kyberneettisen systeemin mukainen päätöksentekoprosessi (Skyttner, 2005, ss. 416 - 7).

3.2 Kybernetiikka evoluutiossa

Kyberneettisen järjestelmät sijoittuvat perinteisesti olemassaolon vuosimiljardien evoluutiossa maapallolla sen loppuvaiheille, elämän ja ihmisen vaiheeseen. Sitä ovat edeltäneet fysiikan ja kemian vaiheet ja sitä seuraavat evoluution nykyisiin vaiheisiin sijoittuvat ihmisen kulttuurin ja lopulta tietokoneiden vaiheet (Turchin, 1977, s. 83) (Paloheimo, 2002). Jatkossa tässä kirjoituksessa keskitytään lähinnä vain ihmiseen ja tietokoneisiin.

Kyberneettisiä, tietoa käsitteleviä järjestelmiä ovat ensin elämä, jossa laitteisto ja ohjelmisto ovat sekoittuneet ja jossa ohjelmiston välitettävä tieto on DNA:n [ATGC](#)³⁸-parit (Davies, 1999, ss. 28 - 9 ja 86). Eliön genomien on parhaimmillaan käskysarja eliön rakentamiseen, ei eliön rakennepiirros (Smith & Szathmary, 1995, s. 257). Toinen, elämän muokkaama ihmisen kannalta merkittävä kyberneettinen järjestelmä on ihminen, jonka päätöksentekolinjat ovat aivot ja välitettävä tieto sisäisesti mm. neuronin hermoimpulssit sekä ulkoisesti suhteessa

³⁵ Tiedosta ja informaatiosta puhuttaessa tärkeä *kontekstin käsite* on siis tässä kirjoituksessa sama kuin tiedon systeemi.

³⁶ Tai taktiikkaa, operaatiotaitoa tai strategiaa ja niihin liittyviä tilanteita ymmärtävän upseerin aivot.

³⁷ OODA = Observation (Havainnointi, siis sensori) - Orientation ((Tilanteeseen) (Perehtyminen, siis päätöksentekolinjat) – Decision (Päätöksenteko, siis tieto toimielimelle) – Action (Toiminta, siis vaikutus)

³⁸ ATGC = Adeniini, Tymiini, Guaniini ja Sytosiini (Eng. Cytosine)



muihin ihmisiin mm. puhe ja kirjoitus. Kolmas evoluution kyberneettinen järjestelmä on ihmisen muokkaama tietokone ja sen välitettävä tieto, bitit

3.3 Kyberneettisen tiedon lajit: viesti ja viestin tulkinta

Kyberneettisissä systeemissä on neljänlaista tietoa (Skyttner, 2005, ss. 81 - 84, 92) (Turchin, 1977, s. 25 ja 44) (Wiener, 2000, s. 42):

1. järjestelmän sensorin syötettä, stimulaatiota, järjestelmään: esimerkiksi korva ja puhe, esimerkiksi kysymys
2. järjestelmään tallennettua ja syötetietoa käsittelevää ja sen merkityksen tunnistavaa tietoa päätöksentekoaikavälissä: aivot³⁹ ja muisti⁴⁰
3. tulostetietoa vaikutuselimeen, esimerkiksi vastaus ja puheen tuottaminen äänielimissä, joka stimuloi järjestelmää: toisen ihmisen korvat ja
4. palautetietoa systeemin säätämiseen: negatiivinen tai positiivinen palaute.

Palautetieto on vaikutus- ja säätökanava systeemiin. Palautteen avulla systeemi ei tarvitse vain sopeutua ympäristön muutoksiin, vaan se voi itse aiheuttaa muutoksen ja luoda oman tulevaisuutensa (Aula, 1999, s. 103). Siirrytään olemisesta joksikin tulemiseen, satunnaisesta stokastisesta muutoksesta ja sopeutumisesta, tavoitteelliseen ja teleologiseen muutokseen.

Näistä syötetieto ja tulostetieto ovat siirrettävää tietoa, viestejä, jota ja vain jota viestintätekniikassa käytetty Claude E. Shannonin matemaattinen *kommunikaatioteoria* käsittelee (Shannon & Weaver, 1949, 1998). Kirja käsittelee kommunikaatiota, siirrettävää informaatiota, ei tietoa, informaation tulkintaa. Kirjasta puuttuu tulkitseva, systeemin rakenteen sisältävä semanttinen informaatiokäsitys, kuten Shannon itsekin toteaa (Shannon & Weaver, 1949, 1998, s. 31). Jotta siirrettävällä tiedolla olisi merkitys, jotta se vaikuttaisi, tarvitaan tulkitsevaa tietoa. Jotta systeemi saavuttaisi asetetun tavoitteensa, epätietoisuuden vähentäminen, tarvitaan palaute siitä, saatiinko kysymykseen tyydyttävä vastaus.

Jollain tasolla⁴¹ tietoa käsitteleviä järjestelmiä ovat myös muut aineen ominaisuuksia käsittelevät järjestelmät, siis kaikki aine (Stonier, 1990). Esimerkiksi atomi on määritelmän⁴²

³⁹ Aivot ovat rakennetta ja järjestystä, joka käsittelee järjestelmään tallennettua ja sinne sensorien syöttämää tietoa (Maturana & Varela, 1998, ss. 22, 34 ja 126). Vastaavia tietoja käsitteleviä rakenteita ovat myös solu ja mikroprosessori (tietokone). Sensorista tietoa käsittelevä päätöksentekoaikavälissä yhdistää sensorit ja vaikutuselimet ja laajentaa systeemin käyttäytymismahdollisuuksia (Maturana & Varela, 1998, s. 163). Laajentaa tarkoittaa miltei sama kuin mahdollistaa kompleksisempien tilanteiden (ympäristöjen ja systeemien) hallinnan.

⁴⁰ Lyhytaikainen muisti aivoissa on neuronien kemialla aivoissa ja pitkäaikainen muisti neuronien pysyviä yhteyksiä, rakennetta aivoissa (Teema kanava, 2010). Muisti on tiedonsiirtoväline menneisyyden ja tulevaisuuden välillä (Wiener, 2000, s. 121).

⁴¹ Järjestys on tietoa. Missä on järjestystä, siellä on siis tietoa. Vrt. Entropia (epäjärjestys) ja negentropia (järjestys). (Skyttner, 2005, s. 21)



mukaan systeemi ja järjestystä omaava kokonaisuus. Se koostuu erikoistuneista osista, jotka varauksettomassa vetyatomissa ovat protoni ja elektroni. Fotoni (valokvantti) on taas kvantittunut ”viesti” atomille. Fotoni saa vaikutuksen aikaiseksi atomissa, se virittää elektronin ja seurauksena on elektronin radan muutos. Viritystilän purkautuessa atomi lähettää fotonin, joka vaikuttaa törmättyään sopivaan atomin. (Vety-)atomi ”aistii” naapurinsa ja tekee sen perusteella ”päätöksiä” (Gleick, 2011, ss. 160 - 1). Atomilta puuttuu kuitenkin selkeä päätöksentekoeelin⁴³, joten atomi on ”esikyberneettinen” järjestelmä samalla tavalla kuin [refleksi](#) on hermostoevoluutiossa (Turchin, 1977, s. 26) ”esiaivoinen⁴⁴” järjestelmä.

Viesti ja viestin tulkinta näkyy mm. ihmisen näköaistissa. Näkeminen ei ole ”kameramaista”, silmistä tulevaa signaalia. Näkeminen on 90 prosenttisesti tulkintaa sillä perusteella, että aivojen näkökeskuksen yhteyksistä vain 10 prosenttia tulee silmistä. Myös näkemiseen liittyvät harhat (vast.) kertovat samasta väärintulkinnan kautta.

Pohjimmiltaan kyberneettisessä systeemissä on siis kolme oleellista asiaa. Ensin on fyysistä ainetta, järjestynyttä rakennetta systeemissä ja sen kyberneettisissä osissa, sitten on tietoa, abstrakteja eroja⁴⁵ (Bateson, 1973, ss. 272, 381 ja 458) ja niiden muunnoksia systeemin kyberneettisten osien välillä ja päätöksentekoeelimen sisällä ja sitten on abstrakti vaihtoehtoja tarjoava tulkinta päätöksentekoeelimessä, joka tuotetaan käsittelemällä sisäisiä ja ulkoisia abstrakteja eroja.

3.4 Kyberneettisen tiedon lajit ja kybersodankäynti

Kyberneettinen tieto jakautuu kahtia: ensin järjestelmälle koodattuun viestiin (syötetieto ja tulostetieto) ja toiseksi viestin tulkintaan päätöksentekoeelimessä. Mitä nämä kaksi tiedon tyyppiä kertovat kybersodankäynnistä? Viesti liittyy selvästi esimerkiksi viestijärjestelmiin ja elektroniseen sodankäyntiin. Entä viestin tulkinta? Se on sodankäynnissä yleisesti oleellinen osa muun muassa vastustajan toiminnan ymmärtämisessä, tiedustelutietojen tulkinnassa ja harhautuksessa. Harhautuksessa on ymmärrettävä harhautettavan systeemin ajattelua, viestin tulkintaa ja miten se käsittelee viestejä ja käsittelyn perusteella reagoi mihinkin viestiin. Vain ymmärtämällä viestin tulkintataso, harhautus voi onnistua.

Johtamissodankäynti on myös toimintaa viestin tulkintaa ja sitä seuraavaa toimintaa vastaan. Suurempien yksiköiden päätöksentekoeelin on sodankäynnissä komentaja tai vastaava ja/tai esikunta, komentopaikka. Ne ovat hyökkäyksen ja puolustuksen kohteita johtamissodan-

⁴² Systeemi on *erikoistuneista* osista muodostuva *kokonaisuus*, jossa osat ovat yhteydessä toisiinsa ja tämä kokonaisuus yhteydessä *ympäristöönsä* (Bertalanffy, 2003 (alunperin 1968), s. 70 ja 38)) (Skyttner, 2005, ss. 52, ja 63 - 64).

⁴³ ”Päätöksentekoeelin” on luonnon laki, joka on kybernetiikkaa ja informaatiota: Osia (muuttujat) ja niiden suhteita (matemaattinen operaatio).

⁴⁴ Refleksi muuttaa saman ärsyksen aina samaksi toiminnaksi. Refleksijärjestelmältä puuttuu siis monimutkaisempi päätöksentekoeelin, aivojen hermoverkko (Turchin, 1977, s. 26)

⁴⁵ Tietokoneessa 1 tai 0 ei siis ole tietoa. Tietoa on 1:n ja 0:n ero, jonka tietokone pystyy tunnistamaan.



käynnissä. Tämän kirjoituksen kannalta on kuitenkin oleellista, että toiminnan pohjana on suurempien joukkojen näkeminen kyberneettisinä, tietoa käsittelevinä järjestelminä.

3.5 Kyberneettisen tiedon yleiset tasot

Kyberneettisinä tietoa käsittelevinä järjestelminä voidaan nähdä jatkumo, joka alkoi elämän peruselementistä, solusta ja jatkui elämän eräänä tuloksena, ihmisenä ja hänen laajennettuina organisaatioina. Seuraavassa vaiheessa prosessi jatkui ihmisen eräänä tuloksena, tietokoneena ja sen laajennuksina eli tietokoneverkkoina. Viimeisintä vaihetta tässä ketjussa edustaa maailmanlaajuinen tietokoneverkko, internet. Näiden järjestelmien - solu, ihminen, tietokone - tiedon perustasot ovat (Ahvenainen, 2011, ss. 116 - 7):

1. **Data**⁴⁶ (**datum**⁴⁷), **pienin tiedon yksikkö**, jonka kohdesysteemi – solu, ihminen ja tietokone - voi tunnistaa, eli erottaa⁴⁸ toisistaan: viestin perusyksikkö, joka on *koodattu* kohdesysteemin erottamalla tavalla. Tiedon pienin yksikkö on siis *kvantittunut* (sic!) (Gleick, 2011, s. 357). Tieto on siis alimmalla tasolla ero.⁴⁹ Oleellista on, että informaation datumit ovat erikoistuneita⁵⁰ yksiköitä, jotka eroavat toisistaan, esimerkiksi nolla ja ykkönen, kaksi⁵¹ erikoistunutta yksikköä, tai kirjaimet A – Ö, 29 erikoistunutta yksikköä.
2. **Informaatio, N kertaa data, viesti**, jolla on erityismerkitys⁵² systeemilleen, esimerkiksi sana tai tietokoneessa tavu. Oleellista on, että perusviestitkin ovat

⁴⁶ Kvanttifysiikka Anton Zeilinger sanoo asian seuraavasti: Pienin systeemi (elementary system) sisältää yhden bitin informaatiota (Baeyer, 2004, s. 227). Data, informaatio, tieto jne. sisältävät eri ihmisten määritelmässä usein hieman eri asioita.

⁴⁷ Datum (lat.) on itse asiassa yksikkö ja data monikko. Datum tarkoittaa ”annettu”, ”ajattelun lähtökohta” (<http://fi.wikipedia.org/wiki/Annettu>). Informaatio ja sen ylempät tasot ovatkin ”saatuja”, datumin johdannaisia.

⁴⁸ Kyberneetikko ja tietotutkija (muun muassa) Gregory Bateson määrittelee informaation erona, joka saa eron aikaiseksi jossain myöhäisemmässä vaiheessa (Bateson, 1973, ss. 272, 381 ja 458). Vrt. ero nollan ja ykkösen (tietokoneen bitti), ero adeniinin, tyminin, guaniinin ja sytosiinin (solun DNA) sekä A – Ö:n (ihmisen (suomenkielinen) kirjoitettu kieli) välillä). ”Saa eron aikaiseksi jossakin myöhäisemmässä vaiheessa” viittaa voimakkaasti ensin päätöksentekojen ”päättökseen” ja sitten tiedon vaikutukseen. Myös kvanttifysiikka Erwin Schrödingerin mielestä ero on tärkeämpi kuin ominaisuus sinänsä (Baeyer, 2004, s. 53).

⁴⁹ Tämän toteaa kybernetiikan ja systeemiteorian synnyssä (Gleick, 2008, s. 243) keskeisesti mukana ollut kulttuuriantropologi, psykologi, sosiologi, tietoteoreetikko, kyberneetikko, kielentutkija ja oppimistutkija Gregory Bateson (Bateson, 2002) (Bateson, 1973). Tosin Bateson ei em. teoksissa esitä tarkempaa perusteluja asialle.

⁵⁰ Erikoistuminen on myös elämän, ihmisen ja talouselämän evoluution keskeinen piirre (Smith & Szathmary, 1995, ss. 210, 212, 268 ja 283).

⁵¹ Kaksi onkin pienin mahdollinen eron antava yksiköiden määrä (!)

⁵² Erityismerkitys: Ei 4 – 64 bittiä peräkkäin, vaan tietty täsmällisesti määritetty konekielinen käsky. Ei kolme ATGC-paria peräkkäin (kodoni), vaan tietty aminohappo 20:stä. Jne.



erikoistuneita yksiköitä, jotka eroavat toisistaan ja muodostavat seuraavalla tasolla uuden hahmon⁵³.

3. **Tietämys, informaation (viestin) tulkinta**, uusi hahmo *systemissään*, sen *päätöksentekolimessä*. Tässä vaiheessa informaatio saa merkityksen (vrt. semantiikka). Merkityksen kautta syntyy edelleen vaikutus systeemiin tai sen ympäristöön (vrt. pragmatiikka) systeemin toimielimien kautta. Tätä ja vain⁵⁴ tätä kautta tiedolla on merkitystä. Esimerkiksi sanan merkitys, tulkinta ihmiselle tai tavun tulkinta (konekieliseksi käskyksi) tietokoneelle
4. **Tiedon suuremmat tasot**, jotka muodostuvat N kertaa alemmista ja niiden erityismerkityksestä, koodauksesta *systemilleen*. Ihmisellä nämä ylempät tasot voivat olla esimerkiksi ymmärrys, viisaus ja valaistuminen. Ne taas voivat kulminoitua esimerkiksi osaamiseksi, arvoiksi ja elämäkatsomukseksi. Edelleen esimerkiksi lause, kappale, luku, kirja, kirjasto tai tietokoneessa aliohjelma, ohjelma, ohjelmisto.

⁵³ Kirjaimista k, o, i, r ja a muodostuva sana ”koira” ei viittaa suomenkielisessä lukutaitoisessa ihmisessä kirjaimiin, vaan tietyn eläinlajin yleiseen ”hahmoon”. Toisaalta suomen kieltä ymmärtämättömälle kyseinen kirjainyhdistelmä on vain kirjainyhdistelmä ja lukutaidottomalle ”tahra” paperilla.

⁵⁴ Kirja jota ei lueta tai tietokoneohjelma jota ei ajata eivät saa vaikutusta aikaiseksi. Tiukasti tulkittuna kyseisen ”informaatio” ei ole informaatiota, koska se ei koskaan saa eroa aikaiseksi jossain myöhemmässä vaiheessa. Tämäkin tulkinta korostaa sitä, että tiedolla on merkitystä vain suhteessa kyseisen tiedon systeemiin.



Yllä olevan perusteella saadaan seuraavat kyberneettisen informaation hierarkiat:

Systeemi / Tasot	Atomi	Ihminen, puhe, kirjoitus	Elämä (DNA)	Tietotekniikka (tietokone)
Taso 1: Data, pienin erotettava yksikkö	valokvantti	äänne, kirjain tai merkki	ATGS-pari ¹	bitti
Taso 2: Informaatio	(valokvantti)	sana, 1 tai useampi kirjain	kodoni ² , kolme ATGS-paria	konekielinen käsky (4 – 64 bittiä)
Taso 3: Tietämys, Informaation merkitys³	kvantin merkitys elektronille (uusi rata)	sanan merkitys ihmiselle	kodonin merkitys solulle (= aminohappo)	konekielisen käskyn merkitys mikroprosessorille ⁶
Taso 4 ja ylemmät tasot: Ymmärrys, viisaus, valaistuminen	Elektronien vuorovaikutukset, esim. molekyyli ja sähkön johtavuus	lause (kappale), puheenvuoro (luku), keskustelu (kirja), (kirjasto),	Geeni ⁴ (= proteiini), geeni, joka kontrolloi geenejä, ... (?) ⁵	aliohjelma tai algoritmi, ohjelma, ohjelmisto

Taulukko 2: Kyberneettisen tiedon hierarkkisia tasosovellutuksia

¹ = ATGS = Adeniini, tymiini, guaniini ja sytosiini

² = Kodoni, kolme ATGS-paria ($4^3 = 64$ mahdollisuutta), koodaa DNA:ssa yhden elämän käyttämästä 20 aminohaposta. Tieto on siis koodausta ja muunnosta.

³ = Tieto on merkittävä juuri ja vain siinä mielessä, että oikeassa järjestelmässä informaatio muuttuu symbolista (viestistä) toiminnaksi, konkreettiseksi vaikutukseksi olemassaolossa. Tieto saa eron aikaiseksi jossain myöhemmässä vaiheessa (Bateson, 1973, s. 381). Tietäminen on siis toimintaa, vaikuttamista.

⁴ = Geeni (100 – 200 aminohappoa) koodaa yhden solun 1 000 – 30 000 proteiinista. Tieto on siis koodausta ja muunnosta.

⁵ = Eliöiden genomien osien välisistä vaikutussuhteista tunnetaan vasta osa.

⁶ = Konekielisen käskyn bitit muuttuvat, koodautuvat esim. mikroprosessorin kahden rekisterin summaksi kolmanteen rekisteriin. Tieto on siis koodausta ja muunnosta.



3.6 Kyberneettisen tiedon tasot ja kybersodankäynti

Data ja informaatio ovat yllä esitetystä rakenteesta *välitettävää tietoa, viesti*, joka sitoo systeemin osat yhteen. Data ja informaatio liittyvät kybersodankäynnissä muun muassa koodeihin, salaukseen, virheenkorjauksen ja yleisesti tiedonvälitykseen.

Tietämys ja sen ylätasot ovat yllä esitetystä rakenteesta *tulkitsevaa tietoa, viestin tulkinta*. Tietämys ja tiedon tulkinta liittyvät kybersodankäynnissä harhauttamiseen, psykologisen sodankäyntiin ja päätöksentekoon ihmisen ja kyberin kannalta etenkin tietokoneen osalta.

Oleellista edellä mainitussa tiedon rakenteessa on emergenssi, eli se, että ylätaso muodostuu N kertaa alatason *erikoistuneen* elementin yhteisvaikutuksesta ja uutena hahmona, jota ei ole alatason osissa. Yllä olevan mukaan siis ymmärrys on N kertaa tietämys, viisautta on Y kertaa ymmärrys ja valaistuminen on Z kertaa viisautta. Tämän yksikertaisen mallin vaikutukset ovat merkittäviä.

Tietyn tulkitsevan tietoelementin, mallin M_x muodostuminen edellyttää oikeiden alaelementtien ($M_x = A_1 \dots A_N$) olemassaoloa ja ymmärrystä. Asia M_x ymmärretään, kun viimeinen⁵⁵ pala ”loksahtaa paikalleen”. Prosessi on nopea ja jokainen sen kokenut tietää siihen liittyvän ”ymmärryksen synnyn” tunteen.

Toiseksi edellä olevan mallin mukaan yksi ymmärrys vaatii N tietämystä, yksi viisautta Y ymmärrystä ja yksi valaistuminen Z viisautta. Yksi valaistuminen vaatii siis $N * Y * Z$ tietämystä. Aiemmin mainittu kybernetikko ja oppimistutkija Gregory Bateson näkeekin, että ihminen voi oppimisessa edetä elämänsä aikana vain muutaman tason (Bateson, 1973, s. 293) (Bateson, 2002, s. 152).

4 Kybernetiikan sovellutuksia

4.1 Kybersodankäynnin kahdeksan muotoa

Kirjoittaja on aiemmin jakanut *tietoperusteisen eli kybersodan* neljään osa-alueeseen (Ahvenainen, 2003, s. 31). Jakoperusteet ovat toimija, jonka vaihtoehdot ovat fyysinen ihminen tai abstrakti ohjelma ja siihen liittyvä tietokone sekä toimintaympäristö, jonka vaihtoehdot ovat fyysinen todellisuus ja virtuaalinen todellisuus. Alkuperäisessä vuoden 2003 lähteessä ohjelma esitetään abstraktiksi toimijaksi. Nyt kirjoittaja sanoisi, kybernetiikan perussysteemien mukaisesti ja kybersodankäyntiin liittyen, että jaottelua muodostavia toimijoita ovat kaksi kyberneettistä, informaatioidankäynnin kannalta tärkeää järjestelmää, ihminen ja tietokone (Stein & Szafranski, 1996, s. 37).

⁵⁵ Tällä on keskeinen merkitys systemaattisemmalle opetukselle. Mitkä ovat asian M_x vaatiman ymmärtämisen osat $A_1 \dots A_N$? Esimerkiksi kun $M_x =$ taktiikka, mitä ovat $A_1 \dots A_N$?

Tavanomainen kyberavaruus⁵⁶ tarkoittaa fyysistä todellisuutta, fyysisiä tietokoneita tai niiden välisiä fyysisiä tietoliikenneyhteyksiä. Virtuaalinen kyberavaruus tarkoittaa tiedon (ohjelmiston) luomaa virtuaalista todellisuutta, esimerkiksi tietokonepelin maailmaa tai yksityiskohtana autopelin virtuaalista, tietokoneen luomaa autoa. Lisäksi tässä virtuaalinen todellisuus on jaettu virtuaaliseen kybertodellisuuteen ja virtuaaliseen muuhun todellisuuteen. Fyysinen todellisuus jakautuu kirjoituksen kannalta edelleen kahteen osaan. Ensin fyysiseen kyberavaruuteen (tietokoneet ja niiden väliset yhteydet) ja toiseksi muuhun tavanomaiseen todellisuuteen, esimerkiksi maasto, ihmiset, aseet, rakennukset jne. Saadaan seuraavat kahdeksan kyber- tai tietointensiivisen sodankäynnin osa-alueita:

1. Hakkerisodankäynti⁵⁷, jonka toimija on ihminen ja toimintaympäristö fyysinen kyberavaruus.
2. Johtamissodankäynti, jossa toimija on myös ihminen, mutta toimintaympäristö tavanomainen fyysinen todellisuus
3. Tietokoneverkkosodankäynti, jossa toimija on tietokone ja sen ohjelma ja toimintaympäristö fyysinen kyberavaruus.
4. Automaatiosodankäynti, jossa toimija on myös tietokone ja mutta toimintaympäristö tavanomainen fyysinen todellisuus⁵⁸
5. Simuloitu hakkerisodankäynti, jossa toimija on ihmisen ja toimintaympäristö virtuaalinen kyberavaruus.
6. Simuloitu johtamissodansodankäynti, jossa toimija on ihmisen ja toimintaympäristö virtuaalinen tavanomainen todellisuus.
7. Simuloitu tietokoneverkkosodankäynti, jossa toimija on tietokone ja sen ohjelma ja toimintaympäristö virtuaalinen kyberavaruus.
8. Simuloitu automaatiosodankäynti, jossa toimija on tietokone ja sen ohjelma ja toimintaympäristö virtuaalinen tavanomainen todellisuus.

Huomionarvoista on, että johtamissodankäynti laajasti ymmärrettynä on näistä kahdeksasta sodankäynnin tyypistä ainoa, joka oli olemassa ennen tietokoneita. Tietokone on siis merkittävästi monimutkaistanut sodankäyntiä kyseisellä tavalla tarkasteltuna. Merkittävää on myös simuloinnin osuus, puolet kybersodankäynnin tyypeistä tällä tavalla käsiteltynä.

4.2 Ihminen kyberneettisenä systeeminä ja kybersodankäynnin kohteena

Kyberneettisenä järjestelmänä ihmisen sensoreita ovat keskeisesti aistit, aivot ovat päätöksentekoelein ja toimielimiä muun muassa lihakset. Ihminen ”ohjelmoituu”. Sen tekee

⁵⁶ Alun perin (1984) kyberavaruus (cyberspace) tarkoitti kaikkea, millä on tekemistä tietokoneajan kanssa (Stein & Szafranski, 1996, s. 37)

⁵⁷ Tässä esitettyjen kybersodankäyntien nimityksinä on käytetty lähintä vastaavaa yleisessä käytössä olevaa nimitystä.

⁵⁸ Sisältää esimerkiksi täsmäaseet, risteilyohjukset jne.



ympäristö⁵⁹. Peruselintoimintojen osalta ”ohjelmoituminen” on biologista, geneisissä ja vaistoissa, mutta ”pääohjelmoituminen” on kulttuurinen ja sen tekee ihmisen kulttuurinen ympäristö. Välittäjinä toimivat meemit, geenien kulttuuriset vastineet (Blackmoore, 1999). Tämä ympäristön suorittama ohjelmointi on evoluution ratkaisu ja sovellutus muuttuvien ympäristöjen hallintaan, sekä biologisella (geenit), että kulttuurisella (meemit) tasolla. Niin sanotut [susilapset](#)⁶⁰ ovat esimerkki siitä mitä seuraa, kun ihminen ohjelmoituu normaalista poikkeavalla tavalla, normaalista poikkeavassa ympäristössä (Maturana & Varela, 1998, ss. 128 - 9). Edelliseen liittyen fyysikko ja mediatutkija Robert K. Logan näkee, että mieli on eläimellisten aivojen, kielen ja kulttuuriin yhdistelmä (Logan, 2007, s. 64).

Ihmiseen vaikuttamisessa on kyberneettisen mallin mukaan kaksi mahdollisuutta. Ensin oikea viesti ja toiseksi ohjelmointi, viestin tulkinnan muokkaaminen. Oikean viestin toimittamista voidaan kutsua narratiiviksi (Siren, 2011, s. 81), viestin välittämiseksi, totuuden kertomiseksi, mainonnaksi ja vihamielisenä toimintana totuuden vääristelyksi, valehteluksi, provosoinniksi, propagandaksi, manipuloinniksi, psykologisiksi operaatioiksi. Oikea viesti edellyttää kohteena olevan ihmisen tai ihmisryhmän hyvää tuntemusta, käytännössä sisäpiiriläisyyttä. Esimerkiksi pelottelu voi lamauttaa kohteen tai saada sen raivokkaaseen vastarintaan. Kun ihminen on ilmiselvästi erittäin kompleksinen tietosysteemi, yksittäisen viestin vaikutuksen arviointi on ainakin potentiaalisesti hyvin vaikeaa.

Toinen tapa vaikuttaa ihmiseen on ihmisen ohjelmointi, tulkintamallien muokkaaminen. Kyky niiden luomiseen tekee vaikuttajan kannalta toiminnasta huomattavasti varmempaa ja yleisempää. Tätä voidaan kutsua habituaatioksi⁶¹, opettamiseksi, koulutukseksi, sopeuttamiseksi, vihamielisenä toimintana aivopesuksi, myös propagandaksi tai psykologisiksi operaatioiksi, jos niitä toteutetaan laajamittaisesti ja pitkäaikaisesti. Uutena sotataidollisena paradigmana se on strategista kommunikaatiota, proaktiivista ja jatkuvaa vaikuttamista jo syvän rauhan aikana, jossa mieli on ase ja pääasiallinen kohde ja jossa perinteiset sotilaalliset vaikuttamiskykyjen ensisijaisuus on asetettu kyseenalaiseksi (Siren, 2011, s. 12). Ihmisen ohjelmoinniksi on päästävä osaksi hänen ympäristöään. Tästä jatkojohtopäätös internetin kannalta on merkittävä. Internet on globaalin ihmiskunnan uutta ympäristöä ja siis yksi ihmisen ohjelmoinnin lähde ja muun muassa edellä mainitun strategisen kommunikaation mahdollistaja.

Inhimillisten järjestelmien osalta maailmankuulu professori, sosiologi ja tietoyhteiskunta-tutkija Manuel Castells toteaa, että perustavaa laatuisin vallan (power) muoto on kyky muokata ihmismieltä. Tämä on keskeinen työhypoteesi hänen kirjassa ”Communication Power”. Viestien ja niiden lähettäjien ymmärtäminen ei riitä. On ymmärrettävä miten viestejä prosessoidaan aivojen hermoverkoissa. (Castells, 2009, ss. 3 - 4)

⁵⁹ Systeemi (ihminen) on erikoistuneista osista koostuva kokonaisuus, jossa kokonaisuus on yhteydessä osiinsa ja ympäristöönsä.

⁶⁰ Miltei kaikille määrittelyä ja lisätietoa tarvitseville sanoille löytyy wikipediasta moneen tarkoitukseen riittävän hyvät tiedot. Jos esimerkiksi ”susilapsi” on terminä tuntematon, lisätietoa löytyy:

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Susilapsi>

⁶¹ Konstruktivistinen yhteiskuntateoria: Habituaatio: Tottuminen joihinkin sosiaalisiin totuuksiin



Samaan johtopäätökseen päättyy filosofian tohtori Tuula Okkonen väitöskirjassaan ”Yhdysvaltojen näkemykset, suunnitelmat ja toimenpiteet Japanin koulujärjestelmän uudistamiseksi 1942 - 1947: ”Uudelleenkasvatus tekee vihollisista vaarattomia”. Tämän kirjoituksen viitekehyksessä sanottaisiin, että ”tulkintataustan, päätöksentekokoelimen uudelleen ohjelmointi” tekee vihollisista vaarattomia. Ja edelleen: ”Kansalliset koulujärjestelmät ovat aina kansainvälisen kiinnostuksen kohteita ja osa suurvaltapolitiikkaa. Sitä ei pidä missään yhteydessä unohtaa”. (Okkonen, 2002 a) (Okkonen, 2002 b)

Kyberneettisesti kyky muokata ihmismieltä tarkoittaa kykyä muuttaa päätöksentekokoelimen, aivojen tulkintaa. Se taas tarkoittaa kykyä muokata päätöksentekokoelimen rakennetta, aivojen hermosolujen pysyviä yhteyksiä ja kemiallista, lyhyemmän muistin sisältäviä prosesseja.

4.3 Tietokone kyberneettisenä systeeminä ja kybersodankäynnin kohteena

Kyberneettisenä järjestelmänä tavallisen tietokoneen sensoreita ovat muun muassa näppäimistö, hiiri ja internet-yhteys, mikroprosessori⁶² on päätöksentekokoelin ja toimielimiä muun muassa näyttö, kaiuttimet, internet-yhteys ja kirjoittava DVD-asema. Tietokone ohjelmoidaan. Sen tekee ihminen. Tietokoneeseen vaikuttamisessa⁶³ on kyberneettisen mallin mukaan kaksi mahdollisuutta, ensin oikea viesti ja toiseksi ohjelmointi, tulkinnan muokkaaminen.

Viesti tietokoneelle on esimerkiksi näppäin- tai hiirikomento ohjelman käynnistämiseksi, ohjelman sisällä valinnan tekemiseksi tai input-tiedon antamiseksi, Viesti voi olla myös naamioitu joksikin muuksi, esimerkiksi ohjelma sähköpostiksi. Viestejä voivat tietokoneelle antaa ihminen tai toinen tietokone. Ihminen voi olla laajat oikeudet omaaja systeemi-administraattori, ohjelman pääkäyttäjä tai ohjelman tavallinen käyttäjä tai niiksi tekeytynyt ulkopuolinen.

Viestin tulkinta tietokoneissa nostaa esille mikroprosessorin, kyseisen päätöksentekokoelimen fyysisen rakenteen ja ohjelmiston, viestin käsittelysäännöt. Tietokoneiden ”harhauttaminen” vaatii siis näiden kahden osan ymmärtämistä. Teoriassa tietokoneen ohjelmiston tulisi tehdä asioita, joita sen käyttäjät haluavat sen tekevän, käytännössä ohjelmisto tekee tarkasti juuri sitä mitä sen koodi (asetukset) käskivät sen tehdä (Libicki, 2009, s. xix). Sama koskee mikropiirejä. *Tässä ”pienessä” erossa on informaatio- tai kybersodan ydintä.*

Tietoturva-asiantuntija ja fyysikko Tsutomu Shimomura San Diego Super Computer Centeristä on todennut, että tietoturvallisuuden (ja kybersodankäynnin) kannalta on oleellista osata purkaa siihen liittyvät tietokoneteknologian laitteet ja ohjelmat osiinsa ja täydellisesti

⁶² Mikroprosessori on itse asiassa tietokoneen keskusyksikkö yhdellä mikropiirillä. Vrt. aivot.

⁶³ Vaikuttamisen tarkempaa tavoitetta ei käsitellä tässä kirjoituksessa. Tarkempia tavoitteita voisivat olla esimerkiksi tiedon varastaminen, tiedon korruptointi, tietokoneen tai sen ohjaaman järjestelmän käyttö omiin tarkoituksiin, jopa tuhoaminen.



ymmärtää⁶⁴ kyseiset osat.⁶⁵ Shimomura sai kiinni aikanaan USA:n etsityimmän kyberrikollisen, Kevin Mitnickin. (Shimomura & Markoff, 1996, s. 11 ja 42). Samaa voidaan sanoa tietokoneen ohjaamista sotilaallisista järjestelmistä suhteessa ajateltuun ja todelliseen suorituskykyyn.

Ymmärtäminen⁶⁶ johtaa systeemin kontrollointiin ja manipulointiin, [Stuxnet viruksen](#) mukaisesti. Abstrakti ero (bitti) fyysistä järjestelmää ohjaavassa tietokoneessa johtaa järjestelmää ohjaavan tietokoneen tulkinnan kautta vaikutukseen todellisessa fyysisessä maailmassa. Idea ja sen toteutus on Stuxnetiä vanhempi (Shimomura & Markoff, 1996, s. 59).

Tietokoneen ohjelmoinniksi on päästävä osaksi sitä ohjelmoivia ihmisiä. Tällaisia ovat kyseisen ohjelmiston valmistajat ja sitten sellaiset ihmiset, jotka osaavat muokata ko. tietokoneen ohjelmistoa tai asentaa siihen uusia.

Vihamielisten, manipuloitujen mikropiirien tekemistä kutsutaan nimellä ”chipping” (Lewis, 1997). Niiden osalta USA:n tutkimusjärjestö DARPA onkin kehittämässä järjestelmää kyseisen mikropiirien tunnistamiseen (Bernstein). Vastaava ongelma on vihamielisen koodin osalta ohjelmistoissa. Ohjelmiston purkaminen ja analyysi tunnetaan termillä ”takaisinmallinnus (engl. Reverse engineering)”. Virustorjuntayhtiöt ovat ammattilaisia ohjelmistojen analyysissä edellä mainitussa ongelmassa (SuGim, 2013).

Vihamielinen mikropiiri voi olla manipuloimatonkin, eli rakennettu pelkästään vihamieliseen toimintaan. Se on vain kätketty kyseisen laiteen tai järjestelmän monimutkaisuuden taakse. Tällaisia mikropiirejä ovat esimerkiksi näppäimistön painallukset tallentava mikropiiri, joka lisäksi lähettää kyseiset painallukset mikropiiriin asettaneelle taholle.

Mielenkiintoinen yksityiskohta kybersodankäyntiin liittyen on se, että Unix käyttöjärjestelmän kehittäjästä ja salakirjoitusasiantuntijasta Robert Morriksesta tuli vuonna 1986 USA:n yhden salaisimman tiedusteluorganisaation NSA⁶⁷:n tieteellinen johtaja. Morriksella oli tietotaitoa kuinka murtautua tietokonejärjestelmiin ja samalla kuinka suojata niitä. (Shimomura & Markoff, 1996, s. 10)

Nämä ongelmat ja niihin liittyvä epävarmuus ja kompleksisuus ovat kyber-ajan⁶⁸ perinteisenkin sotilaallisen suorituskyvyn keskeisin ongelma.

⁶⁴ Vertaa ymmärtämisen käsite aiemmin: Yksi ymmärrys (kokonaisuus) on N tietämystä (osaa).

⁶⁵ ... ja niiden väliset yhteydet. Kirjoittajan kyberneettinen lisäys.

⁶⁶ Ymmärtäminen on tämän kirjoituksen viitekehyksessä systeemin tulkitsevan tiedon rakenteen ja prosessin tuntemista. Kun ne tunnetaan, tiedetään minkälaisen reaktion mikin viesti saa aikaiseksi.

⁶⁷ NSA: National Security Agency. Se vastaa mm. USA:n suorittamasta signaalitiedustelusta ja USA:n turvallisuusviranomaisten tietokone- ja televerkkojen turvallisuudesta (Warner, 2012, ss. 788 - 9).

⁶⁸ Sinänsä asia ei ole periaatteellisella tasolla muuttunut. Waltarin faaraoiden aikaa kuvaavassa ”Sinuhe” romaanissa heettiin hevosille, sen ajan sotilaallisen voiman ytimelle, syötetään rehua, joka on saastunut (kirjaimellisesti) ja egyptiläiset voittavat ko. taistelun (Waltari, 1982, s. 690 ja 693).



Tietokoneilla kybersodankäynnin kohteena on jo pitkä historia. Amerikkalaisen tiedusteluun keskittyneen sotahistorioitsijan Michael Warnerin mukaan kyberin vuosikymmenet ovat olleet (Warner, 2012):

1. 1960- luku: Tietokoneet voivat levittää (spill) luottamuksellista (sensitive) dataa ja niitä täytyy suojata
2. 1970-luku: Tietokoneita vastaan voidaan hyökätä ja dataa varastaa
3. 1980- ja 1990-luku: Tietokonehyökkäys voidaan rakentaa sotilaalliseksi välineeksi (into military arsenal)
4. 1990-luku: Muut voivat tehdä saman meille ja ehkä tekevätkin jo.

Tietokoneteknologian merkitystä tietoaikakautena korostaa se, että tietokone on myös kompleksisuuden hallinnan keskeinen väline ja se avaa ihmiselle kompleksisuuden maailman kuten aiemmin kaukoputki suuruuden ja mikroskooppi pienuuden maailman (Pagels, 1989). Tietokoneet ovat myös laajasti yhteiskunnan lähes kaikkia infrastruktuureja ohjaava keskeinen osa ja sitä kautta avautuu ennennäkemätön haavoittuvuus konflikteissa (Warner, 2012, s. 796). Tähän liittyen puhutaan kriittisen informaatioinfrastruktuurin suojaamisesta (CIIP).

Yleisesti informaation merkitystä korostaa informaatioteknologian kehitys, sen mahdollistamat uudet organisaatiot ja se, että informaatio ja valta kietoutuvat yhä enemmän yhteen. Informaatioon liittyvä pehmeä valta saa etusijaa vanhalta materiaan perustuvalta vallalta. (Arquilla & Ronfeldt, 1999, s. ix)

4.4 Kyberavaruus: Noosphere⁶⁹

Luvun 3.4 mukaan tietoon liittyy aina kyseinen fyysinen systeemi, välitettävä tieto, tulkitseva tieto ja tiedon vaikutus. Mitä näistä on internet? Pitkäaikaiset amerikkalaiset informaatio- ja verkostokeskeisen sodankäynnin tutkijat John Arquilla ja David Ronfeldt esittävät kirjassaan ”The Emergence of Noopolitik – Toward an American Information Strategy”, että on (1) internet, fyysinen rakenne, systeemi, on sen (2) informaation sisältö (infosphere) ja on (3) informaation tulkinta, noosphere. (Arquilla & Ronfeldt, 1999, ss. 10 - 15)

Tosin infosphere tarkoittaa heillä cyberspace plus media (Arquilla & Ronfeldt, 1999, s. 4). Kirjoittajan käyttämä kyberneettinen tulkinta edellyttää, että internetissä ja kyberavaruudessa on tietoa käsittelevänä järjestelmänä pohjalla (1) fyysisen systeemin fyysinen rakenne, cyberspace⁷⁰, (2) välitettävä ja välitettävää tietoa päätöksentekoaikavälissä käsittelevä tieto (infospace) ja (3) tiedon tulkinta päätöksentekoaikavälissä (noosphere).

⁶⁹ Katso myös luku 4.7.7 Noosphere

⁷⁰ Tieto liittyy aina fyysiseen systeemiin.



Noosphere, mielen ulottuvuus on kyberneettisesti tulkittuna tulkitsevaa, välitettävälle tiedolle merkitystä antava tietoa ja rakennetta tietokoneessa ja ihmisessä. Noosphere on aiemmin mainitun strategisen kommunikaation keskeinen maali Arquillan ja Ronfeldtin esittämässä mallissa.

Manuel Castellsin ”Communication Power” teoksen mukaan globaalien ajan päätöksentekojen ja tietoisuus (noosphere?), joka tekee globaalit päätökset, muodostuu yritysten viestiverkkojen, finanssialan verkkojen, kulttuuriteollisuuden verkkojen, teknologian verkkojen ja poliittisten verkkojen liittymissä (Castells, 2009, s. 431). Se on verkottunut, kompleksinen kokonaisuus.

4.5 Sodankäynnistä ja kybernetiikasta

Sodankäynnissä kyberneettisen järjestelmän perusosille, sensoreille, päätöksentekojen ja toimielimille löytyy selkeät vastineet: tiedustelu, komentaja (plus esikunta tai/ja komentopaikka), alayksiköt tai esimerkiksi tulenkäyttö. Tavoite on myös sodankäynnin johtamisessa keskeinen tekijä. Sodankäynti on siis pohjimmiltaan tavoitteellinen, tietoa käsittelevä kyberneettinen systeemi. Se on sitä monella tasolla: taistelutekniikassa, taktiikassa, operaatiotaidossa ja strategiassa. Tämä merkitsee edelleen, että kybernetiikka tieteenä on *yksi* vartenotettava tieteellinen tapa käsitellä sodankäyntiä, popperilaisittain *yksi* alustava teoria. Kun lisäksi elämme tiedon ja tietoyhteiskunnan aikakautta, tästä havainnosta tulee erityisen tärkeä.

Sodankäynnin uusi, informaatioteknologian mahdollistama teknologinen ja keinotekoinen tiedon ulottuvuus on kybernetiikan globaali sovellutus. Olemassaolon perustana olevat ja myös sodankäynnin perusulottuvuudet ovat olleet taso (pinta) (maa ja meri) ja aika sekä rajoitetusti tila. Aiempia vastaavia teknologian mahdollistamia uusia ulottuvuuksia ovat olleet rajoitukseton tila (lentokone, avaruusalus ym.) ja rajoitukseton sähkömagneettinen spektri⁷¹ rajoitetun valon lisäksi (Grabau, 1986). Kybersodankäynti on tässä mielessä teknologinen tuote, osa teknologista evoluutiota, josta esimerkiksi professori Eero Paloheimo puhuu keskeisenä ja viimeisimpänä evoluution vaiheena kirjassaan ”Megaevoluutio” (Paloheimo, 2002).

Kybersodankäynti on tiedon globaalissa ulottuvuudessa myös sodankäynnin uusi, globaali taso. Historiallisesti heimon sodankäynti liittyy puheen syntyyn, valtiotasoinen sodankäynti kirjoitustaidon kehittymiseen ja kulttuurinen sodankäynnin taso kirjapainotaidon kehittymiseen (Ahvenainen, 2008). Kybersodankäynti on perusluonteeltaan globaalia, kuten sen pohjalla oleva teknologiakin esimerkiksi Intel, Microsoft, Nokia, Cisco tai informaatiopalvelut kuten GPS, Google, Facebook, Twitter, sähköposti ja blogit. Globaalina kybersodankäynti voi olla vain sisällissotaa, koska globaaleja ihmiskuntia on määritelmän

⁷¹ Radio, tutka, infrapuna, (valo,) ultravioletti, röntgen (EMP), ...



mukaan maapallolla vain yksi. Globaalina kybersodankäynti muuttaa myös muita sodankäynnin alempia ulottuvuuksia aina yksilötasolle asti kuten aikaisemmat vastaavat muutokset.

Informaatioidankäynnissä tärkeät fyysinen, informatio ja kognitiivinen ulottuvuus (Alberts;Garstka;Hayes;& Signori, 2001)⁷² ovat myös selkeitä kyberneettisiä tulkintoja. Fyysinen viittaa kyberneettiseen systeemiin fyysisenä rakenteena, informatiivinen välitettävään tietoon ja kognitiivinen välitettävän tiedon tulkintaan päätöksentekoaikavälissä. Myös tietämys (knowledge) on sijoitettu edellä mainitussa teoksessa kyberneettisen tulkinnan kannalta väärin informaatioulottuvuuteen. Se on kyberneettisessä tulkinnassa ensimmäinen tulkitsevan tiedon, eli kognitiivisen tason ilmiö.

Informaatioajan keskeinen kannanotto on, onko sodankäynti tappamista ja tuhoamista asevoimilla vai yleistä vihamielistä vaikuttamista *esimerkiksi* väkivallan kautta. Väkivalta on tässä tulkinnassa siis vain *yksi keino* sodankäynnin tavoitteeseen, vihollisen pakottamiseen noudattamaan meidän tahtoa tai vastaava. Clausewitz sanoo, että sota on toimi, jossa *väkivalta on keino ja tavoite vastustajan pakottaminen noudattamaan meidän tahtoa* (Clausewitz (von), 1998, s. 15). Tietoaikakauden kysymys on, onko väkivalta ainoa keino vastustajan pakottamiseen tahtoomme. Joka tapauksessa vastustajan pakottaminen noudattamaan meidän tahtoa omaa hyvin kyberneettisen tulkinnan: Clausewitzin ”tahtomme noudattaminen” on kyberneettisesti ”tulkintamme, viestimme hyväksymistä”.

Sunzi sanoo asian vielä selvemmin. Ensin: ”Sodankäynti perustuu harhaanjohtamisen taitoon”, siis tulkinnan muokkauskykyyn. Toiseksi: ”Kaikkein tärkeintä on pyrkiä valloittamaan vihollisen valtio vahingoittumattomana. On vasta toissijaisen tärkeää tuhota vihollisen valtio”. Ja kolmanneksi: ”Erinomaisinta ei siis ole sata taistelua ja sata voittoa, vaan vihollisen kukistaminen taistelutta”. Väkivalta ei siis ole erinomaisinta, vastustajan tulkinnan muokkauskyky on. (Sunzi, 2005, ss. 64, 72 ja 73)

Neuvostoliitto teki vuonna 1969 päätöksen kopioida lännen tietokoneteknologiaa, koska se oli jäämässä yhä enemmän jälkeen kyseisen alan kehityksestä. Kopioinnin ulkopuolelle jätettiin vain sotilaalliset supertietokoneet. (Susiluoto, 2006, ss. 152 - 5)

1980-luvulla tämä päätös osoittautui katastrofaaliseksi. Neuvostoliitto kaadettiin tai ainakin sen kaatumista edistettiin merkittävästi informaatio-operaatiolla. Tässä operaatiossa Neuvostoliittoon toimitettiin 1980-luvulla ”parasta” länsimaista tietokoneteknologiaa, sekä mikropiirejä, ohjelmistoja ja ideoita muiltakin aloilta. Kaikki nämä muuttuivat viallisiksi jossain vaiheessa. (Reed, 2004, ss. 266 - 270)

Edellisen perusteella syntyy yhden esimerkin vastaus siihen, onko väkivalta ainoa sodankäynnin keino. Jos ”Kylmä Sota” tunnustetaan sodaksi, se voitettiin muilla keinoilla

⁷² Kuitenkaan kyseisessä kirjassa ei mainita sanaa ”cybernetics” tai sen johdannaisia.



kuin väkivallalla. Samalla se oli ensimmäinen informaatio­sota, eikä Persianlahden ensimmäinen sota vuonna 1991, kuten yleisesti esitetään.

Informaatio­sodankäynnin idea on, kyberneettisesti tulkittuna, poistaa vihollisen päätöksentekoe­lin (decapitate) (Warner, 2012, s. 790). Myös kaikenlaisilla hyökkäyksillä viestiyhteyksiä vastaan on edellisen perusteella selkeä kyberneettinen tulkinta: estää systeemin osien yhteistoiminta, tuhota ne systeeminä ”pienellä vaivalla”. Kybernetiikkahan on oppi systeemin osajärjestelmien *suhteista* ja tiloista ajassa.

4.6 Tietokonetekniikan merkityksestä sodankäynnissä

Kybersodankäynnin pohjana on tietokoneteknologian valtava tehokkuuden ja määrän kasvu. Vuodesta 1960 vuoteen 1999 tietokoneiden määrä on maailmassa noin 80.000 kertaistunut (Bamford, 2002, ss. 458 - 9) ja yksittäisen tietokoneen tehokkuus⁷³ noin 10.000 kertaistunut. Yhteensä tietokonekapasiteetti, siis tekninen älykkyys tai tämän kirjoituksen viitekeh­yksessä tekninen kyky informaation ja viestien tulkintaan, on siis 800 miljoona-kertaistunut neljässä­kymmenessä vuodessa. Vastaava kehitys on tapahtunut sodankäynnissä ja synnyttänyt muun muassa täsmäaseet.

Merkittävä esimerkki tietokoneiden ja elektroniikan voimasta on Bekaan laakson taistelut vuonna 1982, siis noin 30 vuotta sitten. Taistelussa Israel tuhosi kymmenessä minuutissa 17 Syyrian 19 ilmatorjuntaohjusyksiköstä ja pudotti myöhemmin 85 syyrialaista lentokonetta ilman omia tappioita. Tulokseen vaikutti keskeisesti integroitu kokonaisuus, jonka tietokoneisiin liittyviä osia olivat elektroninen tiedustelu ja häirintä, hyppivätaajuiset radiot, ilmavalvonta- ja taistelunjohtokoneet (E-2C Hawkeye), tykistön ja lentokoneiden täsmäaseet⁷⁴ maamaaleihin vaikuttamiseen, tutkaan hakeutuvat ohjukset⁷⁵, ilmataisteluo­hjukset sekä tiedustelu- ja harhautuslennokit. (Clary, 1988)

Kyseinen esimerkki kertoo siitä, että teknologisesti heikompi voi olla nykyaikana vaarallisen alivoimainen teknologisesti ylivoimaiseen nähden. Teknologia on kuitenkin vain yksi yhdeksästä sodankäynnin toiminnallisesta ulottuvuudesta. Teknologian puutteita voidaan korvata muilla ulottuvuuksilla, esim. doktriinilla (sissisota, terrorismi, kybersodankäynti). Sinänsä tässä ei ole uutta kuin ilmiön laajuus ja ilmiön globaali luonne: lähes kaikissa teknisissä järjestelmissä on tietokone ja kyseinen teknologia on globaalia.

⁷³ Hyvin karkeasti: 1960: PDP 1 tietokoneen suorituskyky oli noin 0,2 miljoonaa käskyä sekunnissa (MIPS) ja 1999 Pentium III pohjaisen tietokoneen noin 2000 MIPS:ä.

⁷⁴ Täsmäase tarkoittaa tämän kirjoituksen viitekeh­yksessä asetta, jossa on kyberneettinen järjestelmä: sensori, päätöksentekoe­lin ja vaikutuselin.

⁷⁵ Myös ohjukset ovat kyberneettisiä, tavoitteellisia ja tietoa käsitteleviä järjestelmiä.



Neuvostoliitto teki vuonna 1969 päätöksen kopioida lännen tietokoneteknologia, koska se oli jäämässä yhä enemmän jälkeen ko. alan kehityksestä. Kopioinnin ulkopuolelle jätettiin vain sotilaalliset supertietokoneet. (Susiluoto, 2006, ss. 152 - 5)

1980-luvulla tämä päätös osoittautui katastrofaaliseksi. Neuvostoliiton kaadettiin tai sen kaatumista edistettiin merkittävästi informaatio-operaatiolla, jolla 1980-luvulla toimitettiin Neuvostoliittoa parasta länsimaista tietokoneteknologiaa, sekä mikropiirejä, ohjelmistoja ja ideoita muiltakin aloilta. Kaikki nämä muuttuivat viallisiksi jossain vaiheessa. (Reed, 2004, ss. 266 - 270)

Koska lännestä salakuljetetut mikropiirit ja ohjelmistot olivat pääosin osa Neuvostoliiton tärkeintä järjestelmää, sotateollista kompleksia ja sen tuottamia asevoimia, oli selvää, että vaikutus oli maailmanrauhan kannalta aivan keskeinen.

Kybersodankäynti sodankäynnin viidentenä megavaiheena, globaalina informaatiotosodankäyntinä tulisi sisältää uusia emergentejä piirteitä. Näitä mm. informaatiotosodankäynnin pitkäaikainen tutkija Martin C. Libicki on käsitellyt kirjassaan ”Cyberdeterrence and Cyberwar” (Libicki, 2009).

Laajemmin globaali informaatioteknologia näkyy 1980-luvun strategisessa informaatiotosodankäynnissä (Neuvostoliitto yllä), 1990-luvun operatiivisessa informaatiotosodankäyntinä (Gulf War 1991 jne.) ja 2000-luvun operatiivisessa verkostokeskeisessä sodankäynnissä (Gulf War 2003 jne.). Näitä ei käsitellä tässä kirjoituksessa tämän laajemmin.

4.7 Globaalista tietokoneteknologiasta

4.7.1 Alku

Tässä ohitetaan tietokoneteknologian esivaiheet ja siirrytään suoraan elektronisiin, toisen maailmansodan jälkeisiin tietokoneisiin. Globaalin tietokoneteknologian päävaiheita olivat (1) erilliset tietokoneet, (2) erilliset tietokoneverkot ja (3) globaali tietokoneverkko, internet.

Maailman melkein⁷⁶ ensimmäinen varsinainen tietokone, ENIAC⁷⁷, valmistui vuonna 1945. Se maksoi 500 000 silloista⁷⁸ dollaria, painoi noin 30 tonnia, sisälsi noin 17.000 elektroni-putkea, kulutti sähköä 150 kilowattia ja vei tilaa noin 500 kuutiometriä. Se laski 5000 yhteenlaskua tai 357 kertolaskua sekunnissa, tuhat kertaa nopeammin kuin sitä edeltäneet sähkömekaaniset laskimet.

⁷⁶ Yleisesti ENIAC:ia pidetään ensimmäisenä. Ensimmäinen lienee kuitenkin 1942 rakennettu ABC- (Atanasoff – Berry – Computer) kone (Susiluoto, 2006, s. 28)

⁷⁷ Electronic Numerical Integrator And Computer

⁷⁸ Vastaa noin 6 000 000 vuoden 2010 dollaria (kerroin 12,13) (<http://www.dollartimes.com/calculators/inflation.htm>)



Jo tämä ensimmäinen tietokone oli merkittävä sodankäynnin ja kompleksisuuden hallinnan kannalta. Sitä käytettiin vetypommin teoreettisen rakenteen ratkaisuun vuonna 1945. Ratkaisuun tarvittiin noin miljoona reikäkorttia useassa vaiheessa. Jälkeenpäin todettiin: ”Kyseiset ongelmat ovat niin monimutkaisia, että ratkaisun löytäminen ilman ENIAC:n apua olisi ollut mahdotonta. Sekä fysiikka että muut tieteet tulevat hyötymään suuresti tämän kaltaisista koneista”. (Pulkinen, 2004, ss. 292 - 293)

Vetypommi on tyypillisesti sata kertaa voimakkaampi kuin uraanipommi, mutta vetypomminteknologia on myös sata kertaa monimutkaisempaa ja vaatii suurta⁷⁹ laskentakapasiteettia (Reed, 2004, ss. 22, 122 ja 126).

Toisen maailmansodan loppupuolen salakirjoituskoodien murtamiseen erikoistuneet tietokoneet korvasivat satoja tuhansia, jopa miljoonia paperilla työskenteleviä koodinmurtaajia (Bamford, 2002, s. 580). Elektroniikka (tietokone) vei voiton sähkömekaniikasta (Enigma). Saksalaiset olivat päätelleet oikein, että Enigman murtaminen vaatisi kokonaisen rakennuksen täynnä erikoistuneita laitteita, mutta olivat päätelleet väärin, että siihen ei kenelläkään olisi varaa (Bamford, 2002, s. 17).

4.7.2 Suorituskyvyn ja kapasiteetin kasvu

Vuoden 2010 alun tehokkaimpia näytönohjaimia⁸⁰ edustava ATI Radion HD 5970 pystyy lähes 5 000 000 miljoonaan ($4 * 10^{12}$) kertolaskuun sekunnissa (AMD_Press_Releases, 2009), siis noin 10 *miljardia* (sic!)⁸¹ kertaa parempaan kuin ENIAC vuonna 1945. Lisäksi kyseinen näytönohjain kuluttaa ”vain” 300 wattia, siis noin 500 kertaa vähemmän kuin ENIAC, vie tilaa noin alle 500 000-osan ENIAC:n tilasta ja maksaa tuhansia kertoja vähemmän kuin ENIAC.

Tietokone tai vastaava⁸² on lähes kaikissa teknisissä laitteissa, myös asevoimissa. Kun jostakin asiasta tulee asevoimissa tärkeä⁸³, siitä tulee myös sodankäynnin, hyökkäyksen ja puolustuksen kohde. Tähän osaltaan perustuu asevoimiin kohdistuva kybersodankäynti.

Digitaalinen tallennuskyky oli vuonna 2002 ensimmäisen kerran suurempi kuin analoginen ja vuonna 2007 jo 94 prosenttia kaikesta tallennuskapasiteetista oli digitaalista (HS, 2011). Elektroninen tieto on muuallakin ohittamassa paperisen. Kiinassa verkkomainonta on

⁷⁹ Suurta 1940- ja 1950-luvun tekniikalla toteutettuna.

⁸⁰ Suurin nykyaikainen laskentakapasiteetti ei siis ole tavallisten tietokoneiden mikroprosessorissa, vaan näytönohjainten erikoisrakenteisissa mikropiireissä.

⁸¹ Jos vuoden 1945 auton nopeus olisi kehittynyt samassa tahdissa, sen nopeus olisi kasvanut noin 60 km/h:sta noin 600.000 miljoonaan km/h:iin. Sillä siirtyisi mihin tahansa maapallolla alle 0,0333 mikrosekunnissa!

⁸² Mikrokontrolleri

⁸³ Tärkeiden osalta vrt. ENIAC ja vetypommin rakenne (s. 28)



ohittamassa lehtimainonnan ja vain TV-mainonta on vielä verkkomainontaa isompi (Tuohinen, 2011).

Tietokoneella uutta tietoa voidaan tehdä ennennäkemättömällä nopeudella. Erilaiset simulointijärjestelmät tuottavat valtavasta määrästä input- tietoa systeemitiedolla (ohjelmistot) valtavan määrän output- tietoa, simulointituloksia (vrt. simulointisota kybersodan yhtenä muotona s. 22). Tarvitaan yhä parempia⁸⁴ visualisointivälineitä valtaviin output- tietomäärien havainnollistamiseen ihmisen ymmärtämään muotoon. Olemassaolon ja sodankäynnin tietosisältö kasvaa edelleen.

4.7.3 Mikropiirit ja ohjelmistot

Aikanaan USA:n etsityimmän kyberrikollisen, Kevin Mitnickin, kiinni saanut tietoturva-asiantuntija ja fyysikko Tsutomu Shimomura San Diego Super Computer Centeristä on todennut, että tietoturvallisuuden (ja kybersodankäynnin) kannalta on oleellista osata purkaa siihen liittyvät tietokoneteknologian laitteet ja ohjelmat osiinsa ja täydellisesti ymmärtää kyseiset osat (Shimomura & Markoff, 1996, s. 11 ja 42).

Ymmärtäminen⁸⁵ johtaa systeemin kontrollointiin ja manipulointiin, Stuxnet viruksen mukaisesti. Abstrakti bitti tietokoneessa johtaa järjestelmää ohjaavan tietokoneen tulkinnan kautta vaikutukseen todellisessa fyysisessä maailmassa (vrt. kyberneettinen systeemi s. 14). Idea ja sen toteutus on Stuxnetiä vanhempi (Shimomura & Markoff, 1996, s. 59).

Tämän ymmärtämiseen liittyvän perusvaatimuksen jatko-ongelma on kyseisten laitteiden ja ohjelmistojen suuri kompleksisuus. Se rajoittaa oleellisesti niitä, jotka siihen voisivat halutessaan pystyä. Neuvostoliitto ei siihen pystynyt tai ei osannut pitää asiaa merkittävänä 1980-luvulla. Seurauksena oli Neuvostoliiton asevoimien ja muiden tärkeiden järjestelmien ”saastuminen” lännestä salakuljetetuilla vihamielisillä mikropiireillä ja ohjelmistoilla (Reed, 2004, ss. 266 - 270).

4.7.4 Promis

Informaatioajan mullistus on kyky useiden, hajanaisten tietokantojen yhdistelyyn ja tiedonhakuun niistä yhtä aikaa, tekemään datasta informaatiota. Tämä kyky on syntynyt vasta 1980- luvulla. Esimerkki tällaisen toiminnan vaikutuksista on ollut mm USA:n

⁸⁴ Vrt. edellä (s. 29) näytönohjain ja sen valtava laskentakyky simuloidun toimintaympäristön luontiin *tietokonepeleihin*.

⁸⁵ Ymmärtäminen on tämän kirjoituksen viitekehyksessä systeemin tulkitsevan tiedon rakenteen ja prosessin tuntemista. Kun ne tunnetaan, tiedetään minkälaisen reaktion mikin viesti saa aikaiseksi.



oikeusministeriön PROMIS⁸⁶. Alun perin 1970- luvulla se rakennettiin oikeustapausten tutkimisen tueksi yhdistämällä hajallaan olevat tiedostot yhden haun piirin. Sen havaittiin myöhemmin oleva hyvä mm terroristien jäljittämiseen ja tiedustelutyössä. Vuonna 1983 ohjelmasta oli kaksi versiota. Yksi USA:ssa ja yksi maailmalle levitetty versio, johon oli rakennettu takaovi, josta USA:n tiedustelupalvelu pääsi isäntäkoneeseen ja sen tiedostoihin. PROMIS oli erittäin tehokas tiedusteluväline, mm israelilaisten mielestä se oli 80- luvun suurin tiedustelutapaus. PROMIS oli niin oleellinen, että USA:n hallitus osti ko. ohjelman oikeudet sen suunnittelijalta. (Smith K. B., 1993, ss. 9 - 11 ja 20)

Osin saman PROMIS- järjestelyjen sekä NSA:n valmistamien minimikropiirilähettimien avulla, joita asennettiin pankkien tietokoneiden näppäimistöihin ym. CIA pystyi 1980- luvulla murtautumaan maailman elektroniseen rahansiirtoon. Seurauksena oli USA:n vastustajien (Panaman Manuel Noriega) laittomien rahansiirtojen, rikollisjärjestöjen rahanpesun, terroristijärjestöjen rahoituksen ja Neuvostoliiton salaisten operaatioiden rahoituksen paljastuminen. Mm. Abu Nidal- terroristijärjestö saatiin polvilleen ko. rahoituksen seurannalla.

4.7.5 Internet

Fyysikko, kielentutkija, media ekologi ja professori Robert K. Logan arvio internettiä seuraavasti: Se on viestintä- ja tietokoneteknologian risteytys. Sen sisältö muodostuu sähköpostista, postituslistoista (listserv), World Wide Webistä, keskustelufoorumeista, pikaviestintäpalveluista (IRC), uutisryhmistä ja pääsystä muihin palveluihin⁸⁷. Internet ketjuttaa tietokoneverkot internettiin ja takaisin tietokoneverkkoihin. Internet laajentaa tietojenkäsittelyä (computing), yhteisöjä ja mieltä sekä kutistaa maapallon verkotetuksi globaaliksi kyläksi. Se kasvattaa tietokoneen käyttäjien liitettävyyttä, tekee kauko- kirjoittamista, faxista ja asiantuntijasta tiedonlähteenä vanhanaikaisia, tekee yhteisöstä globaalin kylän ja kääntyy informaatioähkyksi ja harhautukseksi. (Logan, 2010, s. 235)

Tietokoneteknologia on keskeisesti globaalia. Tästä ovat esimerkkejä mm. Microsoftin, Intelin, Ciscon markkinaosuudet omilla alueillaan. Vastaavia globaaleja palveluita ovat mm. GPS ja etenkin Google. Globaalin tietokoneteknologian yksi emergentti piirre on ns. sosiaalinen media, joka on mahdollistanut uudenlaisen yhteistoiminnan. Sen seurauksena ovat syntyneet mm. Wikipedia, Facebook ja Twitter.

Internetin lisäksi kyberavaruus muodostuu muista tietoa käsittelevistä teknisistä järjestelmistä: puhelinyhteydet (lanka, kännykkä, satelliitti, valokaapeli jne.), sähköinen joukkotiedotus (radio ja TV sekä niiden vastineet internetissä, esim. nettiradioasemat ja IPTV),

⁸⁶ PROMIS = Prosecutor's Management Information System

⁸⁷ Kirjoittaja lisäsi vuonna 2012 luetteloon WWW:n täsmennyksenä tai yleisesti ainakin Googlen (ja muut hakukoneet), blogit, Wikipedian, Facebookin, Twitterin, e-lehdet, e-kirjat, e-elokuvat, e-pankin, e-kaupan, e-liput, e-musiikin sekä yritysten, yhteisöjen ja yksityisten ihmisten kotisivut.



tietokoneohjatut teollisuus- ja tuotantojärjestelmät⁸⁸ (SCADA⁸⁹, SAP⁹⁰ jne.), (kaupan) logistiikkajärjestelmät ja muut tietokoneohjatut järjestelmät (lentokoneet, laivat, autot, kodinkoneet, pelilaitteet, aseet, ammuksot, jopa sirotteet, sensorit jne.).

4.7.6 Internetin merkityksestä

Internet ja tietotekniikka muuttavat moni asioita. Vaaliväittelyissä valheet paljastuvat sekunneissa (Mykkänen, 2008), vakoilu ja rikollisuus siirtyvät myös internetiin (HS-STT, 2009) (Suoranta, 2008) ja yksilöstä tulee blogeillaan globaali vaikuttaja (Karismo, 2009).

Globaali tietotekniikka on uudenlaista tiedon avoimuutta ja avoimuus muuttaa systeemiä, tässä tapauksessa globaalia ihmiskuntaa. Globaalina uutena asiana internet saattaa muokata jopa uuden globaalin tietokonepohjaisen etiikan (Bynum, 2011, s. Luku 1.6).

Tietokoneteknologian globaali vaihe, internet, merkitsee välimiehen poistumista (Pariser, 2011, s. 59). Samalla median käsite informaatioteknologiassa muuttuu. Media (lat.) tarkoittaa välissä oleva, lähettäjän ja vastaanottajan välissä oleva. Tällä tavalla ymmärrettäviä, yhdeltä monelle medioita ovat aiemmin olleet kirja, lehdistö ja sähköinen joukkotiedotus (radio ja TV). Internetissä, monelta monelle mediassa lähettäjä ja vastaanottaja ovat suorassa kontaktissa, vieläpä globaalisti. Internetin yhteydessä välimiehen valta tiedon säännöstelymielessä pitkälti⁹¹ poistuu. Teknologian takia globaali tieto kuitenkin keräytyy globaaleille toimijoille ja niillä on tätä kautta uudenlaista valtaa (Pariser, 2011).

Globaali tietokoneteknologia merkitsee paperin valtakauden loppua ja siirtymistä elektroniseen integroituun tietoon. Integroitu tarkoittaa tiedon käsittelyä, siirtoa ja tallennusta samassa mediassa, globaalissa tietokoneverkossa⁹². Merkittävin muutos on se, että tässä yhteydessä syntyi aivojen jälkeen ensimmäinen uusi tapa käsitellä tietoa. Käytännössä syntyi automaattinen tietojen käsittely, tekninen älykkyys, ehkä jopa keinoäly. Tietokone on mahdollistanut myös uudenlaisen, laskennallisen tieteen (Pagels, 1989) aiempien teoreettisten ja kokeellisen tieteen rinnalle.

Internet globaalina digitaalisen informaation infrastruktuurina on erityisen merkittävä. Jos informaatioyhteiskunnassa tieto on erityisen tärkeä ja merkittävä esim. kansantalouden

⁸⁸ Stuxnet virus vuodelta 2009 on esimerkki teollisuus- ja tuotannonohjauksen tietokonejärjestelmien siirtymisestä kybersodankäynnin piiriin.

⁸⁹ SCADA = Supervisory Control And Data Acquisition (valvomo-ohjelmisto)

⁹⁰ SAP = Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung Aktiengesellschaft (Systeemit, käyttö ja tuotteet yritysten tietojenkäsittelyssä); yritysohjelmisto (ja ohjelmistoyritys).

⁹¹ Google on kuitenkin hakukoneena merkittävässä asemassa tiedon haussa (Pariser, 2011).

⁹² Aiemmin käsittely tapahtui ihmisen aivoissa, tallennus paperilla (vast.) ja siirto fyysisesti (lähetti, hevonen, laiva).



kannalta, niin internet on globaali infrastruktuuri niille. Digitaalisen tiedon⁹³ kannalta internet on lähes⁹⁴ ilmainen globaali viestintäväline, jakelukanava ja tallennusväline.

Internet on myös yksi niistä asioista, jotka haastavat perinteisten itsenäisten valtioiden toimivallan, joka syntyi vuoden 1648 Westfalenin rauhan jälkeen (Jones;Kovacich;& Luzwick, 2002, s. 41). Valtio on edelleen merkittävä toimija globaalilla tasolla, mutta sen ympäristössä on tapahtunut seuraavat merkittävät muutokset: (i) valtion rajat eivät ole enää läpäisemättömiä, (ii) niiden suvereenisuus on kyseenalaistettu ja (iii) kansainvälinen ulottuvuus on avautunut (Buzan & Little, 2000, s. 265 ja 367).

4.7.7 Noosphere⁹⁵

Luvun ”Kybernetiikasta” mukaan tietoon liittyy aina ko. systeemi, välitettävä tieto, tulkitseva tieto ja tiedon vaikutus. Mitä näistä internet on? Pitkäaikaiset amerikkalaiset informaatio- ja verkostokeskeisen sodankäynnin tutkijat John Arquilla ja David Ronfeldt esittävät kirjassaan ”The Emergence of Noopolitik – Toward an American Information Strategy”, että on (1) internet, fyysinen rakenne, systeemi, on sen (2) informaatio sisältö (infosphere) ja on (3) informaation tulkinta, noosphere. (Arquilla & Ronfeldt, 1999, ss. 10 - 15)

Tosin infosphere tarkoittaa heillä cyberspace plus media (Arquilla & Ronfeldt, 1999, s. 4). Kirjoittajan käyttämä kyberneettinen tulkinta edellyttää, että internetissä ja kyberavaruudessa on tietojärjestelmänä pohjalla (1) fyysisen systeemin fyysinen rakenne, cyberspace⁹⁶, (2) välitettävä ja välitettävää tietoa päätöksentekokoelimesta käsittelevä tieto ja (3) tiedon tulkinta päätöksentekokoelimesta.

Noosphere, mielen ulottuvuus on kyberneettisesti tulkittuna tulkitsevaa, välitettävälle tiedolle merkitystä antava tietoa.

5 Sodankäynnin fyysiset ja toiminnalliset ulottuvuudet

5.1 Sodankäynnin fyysiset ulottuvuudet

Saksalaisen elektronisen sodankäynnin asiantuntijan, everstin Rudolf Grabaun mukaan on olemassa kahdeksan sodankäynnin ulottuvuutta, ympäristöä: piste, suora, taso, tila, aika, informaatio, sähkömagneettinen spektri ja tahto (Grabau, 1986) (Ahvenainen, 1997, ss. 143 -

⁹³ Digitaaliset (eli e-) tietokoneohjelmistot ja niiden päivitykset, e-pelit ja niiden päivitykset, e-elokuvat, e-kirjat, e-lehdet, e-TV, e-radio, e-posti (siis sähköposti), e-tietokannat (esim. wikipedia), jne.

⁹⁴ Internet-yhteys (langallinen tai moka) operaattorilta maksaa jonkin verran. Myös täysin ilmaisia WLAN (vast.) yhteyksiä on olemassa jonkin verran.

⁹⁵ Vertaa myös luku 4.4 Kyberavaruus: Noosphere

⁹⁶ Tieto liittyy aina fyysiseen systeemiin.

4). Yllä olevasta tasokokonaisuudesta saa maa-, meri- ja ilmasodankäynnin, elektronisen sodankäynnin, informaationsodankäynti ja psykologisen sodankäynnin.

Piste on⁹⁷. Suora muodostuu rajattomasta määrästä pisteitä tietyllä⁹⁸ tavalla toisiinsa sijaiten. Taso muodostuu rajattomasta määrästä janoja. Tila muodostuu rajattomasta määrästä tasoja. Aika muodostuu rajattomasta määrästä tiloja (eri aikoina). Informaatio muodostuu rajattomasta määrästä tila-aika yhdistelmiä potentiaalina tiedolle, kun havaintoja tehdään. Tässä vaiheessa on siis otettu mukaan havaintojen, kyberneettisen systeemin käsite. Informaatiota ei ole olemassa ilman havainnointia⁹⁹, toisin kuin energia ja aine (Skyttner, 2005, s. 227). Sähkömagneettinen spektri ”muodostuu” rajattomasta määrästä informaatiota eri sähkömagneettisen spektrin taajuuksilla¹⁰⁰. Tahto muodostuu rajattomasta määrästä sähkömagneettisia spektrejä, tietoista ainetta¹⁰¹. *Tahto* ei ole siis yllä olevassa mallissa mitään tahansa energiaa, vaan tietoiseen muutokseen tähtäävää energiaa, siis *kyberneettinen järjestelmä*. Tahto on aineen ja energian emergentti olomuoto, tietoista ainetta, kyberneettisen systeemin ominaisuus sen korkeammalla, inhimillisellä tasolla. Mielenkiintoista on, että eversti Grabaun luokittelu sopii pitkälti yhteen professorin, kybernetistin ja tietojenkäsittelyopin tutkijan Valentin F. Turchinin kybernetiikasta esittämän luokittelun kanssa¹⁰². Turchinin mukaan elämän evoluution vaiheet ovat olleet kemia (esivaihe), kybernetiikka ja ihmisen järki (Turs. 83). Laajemmassa evoluutiossa, kosmologiassa, kemialla edeltää vielä fysiikka, tähtien muodostuminen keveistä atomeista, pääosin vedystä. Tähdet ja supernovat taas ovat raskaimpien alkuaineiden ”tehtaita” (Paloheimo, 2002, ss. 85 - 86).

Ulottuvuuksien hierarkia sisältää vähintään potentiaalisen ajatuksen siitä, että ylempältä tasolta voidaan hallita alemmaa (Grabau, 1986, ss. osa 3, s. 398): Suoraa voidaan hallita pinnalta¹⁰³, tasoa tilasta, tilaa ajasta (nopeampi toiminta) ja aikaa tiedolla (ymmärtäminen, ennustaminen, ennakointi). Vastaavasti tietoa voidaan hallita sähkömagneettisella spektrillä (siirto valon nopeudella, sensoreiden häirintä ja harhautus) ja sähkömagneettista spektriä energialla (smg-spektrin häirintä). Tässä mielessä sodankäynti on jatkuvasti kehittynyt kohti ylempiä, tärkeämpiä ulottuvuuksia. Poikkeuksena ovat tahto ja aika. Tahto on ihmisen keskeisenä ominaisuutena ollut jatkuvasti tärkein ja aika vaikuttaa kaikkeen.

Venäjän Federaation Turvallisuusneuvoston Tiedekomitean puheenjohtaja, amiraali (evp.) Pirumov esitti informaationsodankäynnistä Brysselin InfoWARcon96 seminaarissa toukokuussa 1996 seuraavaa: Jotta saataisiin voitto nykyaikaisessa sodassa, on ensin saatava informaatioylivoima, sitten ilmaylivoima, sitten tuliyylivoima ja vasta lopuksi ylivoima maan

⁹⁷ Laajemmin voidaan ajatella että piste edustaa myös, abstraktin ulottuvuuden elementin lisäksi konkreettisen aineen pienimpää, jakamatonta tunnettua yksikköä ja ko. yksikön suurempia tasoja, esimerkiksi atomeja.

⁹⁸ Täsmällisesti peräkkäin. Sama koskee periaatteessa soveltaen muita ulottuvuuksia.

⁹⁹ Tämä on Skyttnerin muotoilu. Kirjoituksen viitekehityksessä sanottaisiin: ”Informaatiota ei ole olemassa ilman ko. informaation fyysistä systeemiä”.

¹⁰⁰ Tietoliikkeenkaistan tiedonsiirtonopeus (C, bit/s) on kaistaleveys (B, Hz) kertaa luonnollinen logaritmi (1 + signaaliteho (S) jaettuna kaistan kohinateholla (N)); $C = B * \ln(1 + S/N)$

¹⁰¹ $E = mc^2$; Energia on massa kertaa valon nopeus toiseen potenssiin.

¹⁰² Turchinin teos on kybernetiikkaa käsittelevän luvun lähde lähteitä tässä kirjoituksessa.

¹⁰³ Esim. talvisodassa suomalaisten, kevyen jalkaväen kyky majoittua ja liikkua metsissä verrattuna venäläisen, mekanisoidun jalkaväen sitoutumiseen teihin ja niiden varressa olevaan asutukseen.



pinnalla¹⁰⁴. Tämä on sopusoinnussa eversti Grabaun mallin kanssa, paitsi korkeampien ulottuvuuksien, tahdon ja sähkömagneettisen spektrin osalta, joita amiraali Pirumov ei maininnut.

Ensimmäiset ihmiskunnan sodat sodittiin historiassa maan ja myöhemmin myös meren pinnalla, ajassa ja tahdossa¹⁰⁵. Teollisuusyhteiskunnan sodat sodittiin edellisissä ulottuvuuksissa plus ilmassa¹⁰⁶ ja merenpinnan alla sekä sähkömagneettisessa spektrissä¹⁰⁷.¹⁰⁸ Nykyajan ja lähitulevaisuuden sodan tullaan sotimaan edellisissä ulottuvuuksissa ja lisäksi informaatio- ja tavanomaisessa¹⁰⁹ avaruudessa¹¹⁰. Sodankäynti on siis tällä tasolla jatkuvasti monimutkaistunut¹¹¹ ihmiskunnan historian aikana, eli se on sisältänyt yhä enemmän ulottuvuuksia.

Piste, suora, taso, tila ja aika ovat avaruus-aika systeemin perusulottuvuuksia. Sähkömagneettinen spektri on valoa lukuun ottamatta ihmiselle keinotekoinen ulottuvuus aistein ulkopuolella. Sen havainnointi ja siinä liikkuminen vaatii laitteita. Tahto on tietoisena aineena myös melko uusi ilmiö evoluutiossa. Informaatio on solua ja eliötä laajempaa ulottuvuutena keinotekoinen¹¹² ja on integroituna ulottuvuutena syntynyt vasta globaalina informaatioteknologian yhteydessä. Kyberneettisissä systeemeissä informaatio on aina keskeisessä asemassa.

5.2 Sodankäynnin toiminnalliset ulottuvuudet

Kirjoittaja on yhdistänyt em. Grabaun mallin ja toiminnallisen teorian mallin sodankäynnin yleisiksi ulottuvuuksiksi. Nämä ovat operatiivinen, sosiaalinen, teknologinen, organisatorinen, tiedollinen, logistinen sekä lisäksi aika, energia ja tila. Operatiivinen (tai doktrinäärinen) taso käsittelee sotavoiman käyttöä, kokonaisideaa, logistinen sotavoiman luontia ja ylläpitoa, sosiaalinen ihmisiin liittyviä käyttäytymisilmiöitä yksilönä ja suuremman ryhmän osana sekä teknologinen taso teknologiaa sodassa mm. kaikkien edellä mainittujen tasojen yhteydessä. Myös organisatorinen taso, johtosuhteet, organisaatiot voidaan nähdä yhtenä, viidentenä, sodankäynnin ulottuvuutena.

¹⁰⁴ Kirjoittajan muistiinpanot ko. konferenssissa.

¹⁰⁵ Viisi ulottuvuutta, kompleksisuus ($5 * 4 =$) 20

¹⁰⁶ Tilaa käytettiin jo aiemmin mm. keihäiden, jousten ja heittokoneiden osalta. Korkeuden käyttö oli kuitenkin pientä (kymmeniä metrejä) verrattuna pintaan (satoja kilometrejä). Lentokone muutti asian.

¹⁰⁷ Elektroninen sodankäynti, elso

¹⁰⁸ Seitsemän ulottuvuutta, kompleksisuus 42

¹⁰⁹ Onko avaruus oma ulottuvuus vai vain korkeuden laajentuma?

¹¹⁰ Kahdeksan ulottuvuutta, kompleksisuus 56. Jos avaruus on yhdeksäs ulottuvuus, kompleksisuus on 82

¹¹¹ Jos sodankäynnin ulottuvuudet (N) pitää synkronoida toisiinsa, sodankäynnin monimutkaisuus (M) kasvaa lähes ulottuvuuksien neliössä ($M = N * (N-1) = N^2 - N$)

¹¹² Tämä kuvaa abstraktisuuden merkitystä evoluutiossa. Lisääntyvä abstraktio onkin kasvavan kypsyiden ilmentymä (hallmark) (Baeyer, 2004, s. 36).



Operatiivinen taso käsittelee sotavoiman käyttöä kokonaisuutena. Sen osa-alueita ovat mm. taktiikka, operaatiotaito ja strategia. Ideaan perustuvia operatiivisen sodankäynnin sovellutuksia ovat muun muassa salamasota, sissisota ja terrorismi.

Sosiaalinen taso liittyy ihmiseen ja ihmisten suhteisiin sekä ihmisen moniin ominaisuuksiin, muun muassa tahtoon, luottamukseen, motivaatioon, kestävyyteen, uskallukseen, älykkyyteen ja osaamiseen.

Teknologinen taso sisältää ihmisen fyysiset apuvälineet, muun muassa aseet, työkalut, koneet, järjestelmät ja järjestelmien järjestelmät.

Organisatorinen taso sisältää sodankäynnin elementtien (ihmiset, teknologia ym.) rakentamisen järjestelmiksi ja osajärjestelmiksi. Periaatteessa taistelutekniikka, taktiikka, operaatiotaito ja strategia ovat tällaisia toistensa päälle rakentuvia organisoituja tasoja (ks. tarkemmin s. 11). Muita esimerkkejä kyseistä tasosta ovat esimerkiksi hajautettu ja keskitetty johtaminen, falangi ja legioona.

Tiedollinen taso (informaatio, tietämys, ym.) sisältää tiedon käytön sodankäynnissä. Käytön osakokonaisuuksia ovat muun muassa tiedon kerääminen, käsittely, jakaminen ja käyttö. Tietoon liittyviä asioita ovat edelleen viestitoiminta, tiedustelu, johtaminen, harhautus, elektroninen sodankäynti, täsmäaseet ja koulutus. Tiedollinen taso liittyy sekä ihmiseen että kasvavasti tietokonejärjestelmiin ja tietokoneisiin sodankäynnissä.

Logistinen taso (virrat) sisältää useiden tasojen yhteydessä olevan valmistuksen, ylläpidon, kuljetuksen, korjauksen, täydennyksen ja poiston. Tavallisesti se liitetään teknologiaan, mutta se liittyy myös ihmisiin (lääkintähuolto), energiaan (polttoaineet, sähkö) ja informaatioon (siirto, logistiikka).

Aika sisältää muun muassa muutoksen, lisääntymisen tai vähenemisen sekä nopeudet. Valon nopeus on erityisen tärkeä suurimpana käytössä olevana nopeutena. Tekeminen (sotiminen) vaatii aina aikaa.

Energia sisältää voimanlähteet muun muassa ihmisille, koneille, elektroniikalle. Tekeminen (sotiminen) vaatii aina energiaa. Tiedon välitys vaatii erityisen vähän energiaa verrattuna esimerkiksi ihmisen kuljettamiseen tai tykillä ampumiseen.

Tila sisältää korkeuden ja potentiaalienergian sekä maapalloa ympärivät biosfääriin, stratosfääriin ja avaruuden. Tilaan voidaan laskea myös sen aliulottuvuudet, pinnan, suoran ja pisteen. Jopa virtuaalinen tai simuloitu sodankäynti tapahtuu tilassa, todellisissa tietokoneissa tai tietokoneverkoissa. Tekeminen (sotiminen) vaatii aina tilaa.

Jokaisessa sodassa on ollut edellä mainitut ulottuvuudet ja tulee olemaan. Koko rakennelman idea on siinä, että sen tulee sisältää kokonaisuus. Toisin sanoen kaikki sodankäyntiin liittyvä



pitää liittyä johonkin edellä mainituista ulottuvuuksista. Se miten eri ulottuvuudet painottuvat eri sodissa, vaihtelee. Joissakin sodissa jokin ulottuvuus on noussut muita merkittävämmäksi.

Oleellista on kokonaisuus. Kaikkien sodankäynnin välineiden käytössä tulisi huomioida kaikki em. osatekijät ja erityisesti millaista sotaa valmistaudutaan käymään, mitä vastustajaa vastaan, millaisessa ympäristössä ja mitkä osatekijät tällöin korostuvat.

6 Arvioita ja virheiden karsintaa

Aiheen arviot ja virheiden karsinta ovat tässä luvussa vielä alustavia ja suppeita. Aihe vaatii käsittelyä laajemman¹¹³ yhteisön kanssa ja enemmän aikaa. Tässä käsitellään seuraavat aiheet:

1. Kirjoitus esittää vain muutaman näkökulman kyberiin
2. Sodankäynnin fyysiset ulottuvuudet eivät ole kokonaisuutena teoriaa
3. Onko avaruus yhdeksäs sodankäynnin ulottuvuus?
4. Kybernetiikka on tietotutkimuksessa aliarvostettu
5. Noosphere-kritiikki kybernetiikan kautta
6. Viidennen vaiheen pääselitysmalli uusiksi

Alla näitä kohtia on käsitelty laajemmin.

6.1 Kirjoitus esittää vain muutaman näkökulman kyberiin

Kyberia selvitetään kirjoituksessa vain kolmesta valitusta näkökulmasta lähtien ja suppean sivumäärän puitteissa, joskin kybernetiikka-näkökulmaa voidaan pitää yleisestikin merkittävänä kyberin tarkasteluun. Kirjoitus on tässä mielessä kyberin kannalta tärkeä vain osana suurempaa kokonaisuutta, esim. MpKK:n helmikuussa 2013 julkaistua kirjaa ”The Fog of Cyber Defence”. Tämä on syytä muistaa jos kirjoitusta käytetään kyberin ymmärtämisen tai teorian luonnin pohjana.

6.2 Sodankäynnin fyysiset ulottuvuudet eivät ole kokonaisuutena teoriaa

Eversti Rudolf Grabaun sodankäynnin ulottuvuudet eivät sellaisenaan perustu kokonaisuutena mihinkään yleiseen teoriaan. Avaruus-aika käsitteeseen saakka rakennelma on tosin einsteinilaisen fysiikan perustotuus. Kirjoittaja on käyttänyt onnistuneesti korkeampien

¹¹³ Kirjoittaja avasi keskustelun kirjoituksesta aluksi alustavien johtopäätöksien osalta Twitterissä ja LinkedIn työryhmässä (Group) ”Kyberturvallisuus” elokuun 2012 puolivälin jälkeen.



ulottuvuuksien, informaation, sähkömagneettisen ja tahdon tulkinnassa kybernetiikkaa, joita Grabau ei mainitse alkuperäisessä lähteessä ulottuvuuksien pohjana.

Eversti Rudolf Grabaun sodankäynnin ulottuvuusmallissa viimeiset ulottuvuudet ovat järjestyksessä informaatio, sähkömagneettinen spektri ja tahto. Kyberneettisen tietomallin mukaan ajallisesti ensin tulee sensori, siis sähkömagneettinen spektri, sitten informaatio ja lopuksi päätöksenteko. Antaako tämä näkemys jotain uutta ko. malliin?

6.3 Onko avaruus yhdeksäs sodankäynnin ulottuvuus?

Eversti Grabaun mallissa avaruus on periaatteessa korkeuden alaominaisuus. Avaruuteen, maata kiertävälle radalle pääseminen edellyttää kuitenkin 7000 metrin sekuntinopeuden saavuttamista. Tavallinen suihkukone vaatii noin 70 sekuntimetrim nopeuden noustakseen ilmaan. Ero on nopeutena satakertainen ja energiana kymmentuhat-kertainen. Onko tässä perusteita sille, että avaruutta käsiteltäisiin erillisenä ulottuvuutena? Tämä sisältyy jatko-ongelmiin.

6.4 Kybernetiikka on tietotutkimuksessa aliarvostettu

Kybernetiikka esiintyi kirjoittajan edellisessä artikkelissa (Ahvenainen, 2011) merkittävässä roolissa ja johtopäätöksissä arvioitiin, että se olisi myös hyvä pohja tietotutkimuksille. Tämä arvio sai vahvistusta tässä kirjoituksessa. Jatkotehtäväksi jää sen pohtiminen, miksi kybernetiikka ei esiinny laajemmin tietotutkimuksen tai (informaatio-)sodankäynnin teoriapohjana. Popperin induktiokäsityksen mukaan tulisi aina lähteä liikkeelle olevista, mieluummin parhaiten testatuista ja yleisesti paikkansapitävistä teorioista (Popper, 1979 (Revised), s. 55).

6.5 Noosphere-kritiikki kybernetiikan kautta

Arquilla ja Ronfeldt esittävät että cyberspace, infospace ja noosphere ovat sisäkkäisiä rakenteita ja kaikki sisältävät esim. teknologisen osan (Arquilla & Ronfeldt, 1999, ss. 16 - 7). Kyberneettisen tulkinnan mukaan ne ovat olemassa, mutta ne ovat saman ilmiön eri puolia ja ne muodostavat kokonaisuuden. Cyberspace on fyysinen globaali tietojärjestelmä. Infospace on cyberspacen informaatioisisältö, viestit ja viestin tulkintaohjelmat. Noosphere on edellä mainitun informaatiojärjestelmän kollektiivinen tietämys, tulkinta.

Manuel Castellsin ”Communication Power” teoksen mukaan globaalien ajan päätöksentekojen ja tietoisuus (noosphere?), joka tekee globaalit päätökset, muodostuu yritysten viesti-



verkkojen, finanssialan verkkojen, kulttuuriteollisuuden verkkojen, teknologian verkkojen ja poliittisten verkkojen liittymissä (Castells, 2009, s. 431). Se on verkottunut, kompleksinen kokonaisuus. Tähän verkkoon vaikuttaa globaalin ihmiskunnan yksittäisten jäsenten päätökset eivätkä ko. päätökset ole parhaimmillaan enää kontrolloitavissa kuten ennen internetiä (Castells, 2009, s. 418).

6.6 Viidennen vaiheen pääselitysmalli uusiksi

Kirjoittajan aiemmin käyttämä viidennen vaiheen pääselitysmalli on ollut hypoteesina tieto ja kompleksisuuden hallinta (Ahvenainen, 2011). Tässä kirjoituksessa nousi esille ensin erityisesti globaali tietokoneteknologia ja toiseksi globaali ekologia. Uusi tarkennettu tulkinta on, että globaali tietokoneteknologia on aikakauden pääselitysmalli ja sen keskeiset sovellutusalueet ovat globaalin tason ja yleinen kompleksisuuden hallinta ja erityisesti globaali ekologia. Globaali tietokoneteknologia sisältää globaalin tiedon ja sen käsittelysäännöt. Noosphere on mielenkiintoinen ja kirjoituksen viitekehukseen sopiva osa globaalia tietokoneteknologiaa kyberneettisenä järjestelmänä.

7 Johtopäätöksiä

Johtopäätökset ovat tämän kirjoituksen viitekehyksessä tiedon tiivistelmiä, korkeamman tason tietoa, joissa on hukattu yksityiskohtaista tietoa johtopäätösten taustoista.

7.1 Johtopäätöksiä kyberin kannalta

Mitä kyberistä voidaan siis sanoa sodankäynnin fyysisten ulottuvuuksien, kybernetiikan ja ihmiskunnan historian informaatioteknologia megavaiheiden perusteella? Kybernetiikkaan liittyvät johtopäätökset ovat:

1. Löytyy kahdeksan loogista kybersodankäynnin muotoa
2. Sekä viesti että viestin tulkinta ovat tietoa ja oleellisia kyberin kannalta
3. Viesti ja viestin tulkinta liittyvät kyberissä sekä ihmiseen että tietokoneisiin
4. Ero ajatellun ja todellisen viestin tulkinnan välillä on kyber- tai informaatiotosodankäynnin ydintä
5. Globaali tietokonetekniikka on kyber ajan uusi emergentti piirre ja keskeinen asia monellakin tapaa
6. Tietokone on aivojen rinnalla uusi ymmärtämisen, päätöksenteon väline
7. Tietokone on keskeisesti monimutkaisuuden hallinnan väline
8. Kyber on pohjimmiltaan globaalia
9. Kyber on uusi sodankäynnin kompleksisuutta lisäävä ulottuvuus
10. Kyberiin liittyvät määritelmät ovat vielä selkiintymättömiä
11. Kybersodankäynnin pohjana on tietokoneteknologian valtava tehokkuus

12. Kyber luo sodankäyntiin uuden ulottuvuuden, joka on ensimmäistä kertaa keino-tekoinen.

Alla em. kohtia on käsitelty tarkemmin.

Kahdeksan loogista kybersodankäynnin¹¹⁴ muotoa toimijan ja toimintaympäristön mukaan jaoteltuna ovat hakkerisodankäynti, johtamissodankäynti, tietokoneverkkosodankäynti, automaattiosodankäynti ja vastaavat neljä simulointisodankäyntiä.

Kyberin pohjalla on kybernetiikka. Kyberneettisen tiedon peruslajeista syntyy ensin viesti (bitti, puhe) ja toiseksi viestin tulkinta päätöksentekoaikavälissä (tietokone, aivot). Tämän perusteella kybersodankäynnissä ja kyberavaruudessa ovat informaation kannalta oleellista ensin viestit ja sitten niiden tulkinta.

Viesti ja tulkinta ovat olemassa sekä ihmisen että tietokoneen osalta. Kybersodankäynnissä oleellista on tietokoneen kasvava merkitys. Ehkä voidaan sanoa jopa niin, että globaali tietokoneteknologia on juuri sitä uutta kyberia, joka muodostaa uuden globaalin tason (sodankäynnin) emergentin pääselitysmallin. Pääselitysmalli tarkoittaa, että ko. aikakauden sotia ei voi ymmärtää ilman ko. pääselitysmallin ymmärtämistä. Em. tietokoneosuutta aikakaudessa puoltaa myös se, että ihmisen osalta kyber (tiedon käsittely) on ollut olemassa yhtä kauan kuin ihminen itse.

Ero ajatellun ja todellisen viestin tulkinnan välillä on kyber- tai informaattiosodankäynnin ydintä. Ihmisen osalta viestin ajateltu tulkinta on sitä, että lähettäjällä on ”kirkas” ajatus siitä mitä hänen lähettämänsä viesti tarkoittaa ja osin jopa siitä, mitä sen perusteella tulisi tehdä. Todellinen tulkinta on se, mikä vastaanottajassa todellisuudessa syntyy. On ammattimaista johtajuutta ja kybernetiikan perustuntemusta tunnistaa tämä ero ja toimia sen mukaisesti. Ohjelmistoissa vastaava ero on ero ideaalisen koodin ja vihamielisen koodin, kuten viruksen, madon ja takaportin välillä. Mikropiireissä vastaava ero on ero ideaalisen mikropiirin ja vihamielisen¹¹⁵ (chipping) mikropiirin, kuten key loggerin välillä.

Kyberin uutta ja ytimessä olevaa asiaa olemassaolossa on tietoteknisen tiedon uusi tulkintaväline, tietokone. Se on aivojen kanssa rinnakkainen väline tutkia, hahmottaa ja analysoida olevaa todellisuutta ja etenkin sen monimutkaisuutta. Tietokone on siis myös keskeisesti kompleksisuuden hallinnan väline ja kompleksisuus taas on tämä aikakauden keskeinen yleinen ja sotilaallinen ongelma. Kompleksisuus kyber mielessä liittyy keskeisesti ihmiskunnan globaalien tason hallintaan.

Kyber on pohjimmiltaan globaalia ja kuuluu tässä mielessä sodankäynnin viidenteen, globaalien vaiheeseen. Viidennen vaiheen uusi asia kyberissä on tietokoneteknologia. Kyber kulminoituukin internettiin.

¹¹⁴ tai tietointensiivisen sodankäynnin

¹¹⁵ Vihamielisestä mikropiiristä käytetään termiä ”chipping” (Lewis, 1997).



Kyber on globaalina tietokoneverkkona uuden aikakauden uusi pääselitysmalli. Se syrjäyttää pääselitysmallina edellisen, kulttuurisen vaiheen pääselitysmallin, tieteen ja teknologian. Ne eivät siis poistu vaikuttavina asioina, kuten ei poistu yksittäisen ihmisen psykologiaan.

Kyber on uusi sodankäynnin kompleksisuutta lisäävä ulottuvuus. Aiemmin sodankäynnin kompleksisuutta ovat lisänneet korkeus (ilmavoimat, sukellusveneet) ja sähkömagneettinen spektri (elektroninen sodankäynti). Jatkopohdinnaksi jää, onko avaruus erillinen ulottuvuus korkeudesta.

Kyberiin liittyvät määritelmät ovat vielä selkiintymättömiä. Tähänkin kybernetiikka antaa selkeyttävän viitekehyksen.

Kybersodankäynnin pohjana on tietokoneteknologian valtava tehokkuus. Jos uusiin tietokonepohjaisiin asevoimien järjestelmiin ei pysty vaikuttamaan, on tavanomaisessa sodankäynnissä vaarallisesti alivoimainen. Teknologia on kuitenkin vain yksi sodankäynnin yhdeksästä toiminnallisista ulottuvuuksista. Teknologian voimaa voidaan vähentää muuttamalla teknologiassa alivoimaisen toimintaa muissa toiminnallisissa ulottuvuuksissa. Vrt. sissisota. Siis ymmärryksellä, systeemin tulkinnalla.

Kyber luo sodankäyntiin uuden ulottuvuuden, joka on ensimmäistä kertaa keinotekoinen. Uusi ulottuvuus on elektronisen teknisen tiedon ulottuvuus, jonka ydin on globaali internet. Aiemmin tekniikka on tuonut sodankäyntiin mukaan korkeuden (lentokoneet, avaruusalukset, satelliitit) ja sähkömagneettisen spektrin (radio, tutka laser, EMP, HPM, ...). Tässä mielessä kybersodankäynti on verrattavissa ilmasodankäyntiin, avaruussodankäyntiin tai elektroniseen sodankäyntiin.

7.2 Muita johtopäätöksiä

7.2.1 Johtopäätöksiä sodankäynnin tasoista

Kirjoittaja on liittänyt perinteiset taistelutekniikan, taktiikan, operaatiotaidon ja strategian systeemiteorian ja ihmiskunnan pitkän aikavälin historian (evoluution) mukaisiin tasoihin. Sodankäynti on kehittynyt historiallisesti edellä mainittujen tasojen kautta, toinen toistensa päälle rakentaen ja mitään aiemmin ollutta pois jättämättä. Sodankäynti on siis evolutiivinen ja systeeminen prosessi.

Edellä mainitun prosessin viimeisin, meneillään oleva vaihe on globaali. Se muuttaa jälleen sodankäyntiä perusteellisesti, kuten aiemmat vaiheet. Perusteellinen muutos näkyy erityisesti siinä, että kyseisen aikakauden sodankäynnin pääselitysmalli muuttuu, syntyy emergentisti uusi selitysmalli. Globaalina uusimmalla vaiheella on myös erityisominaisuuksia, koska sodankäynti ei voi siitä enää laajeta maapallolla.



7.2.2 Johtopäätöksiä sodankäynnin historia megavaiheista

Globaali tietokoneteknologia (internet) on tässä kirjoituksessa esitetyssä mallissa ensimmäinen ja ainoa sodankäynnin fyysinen ulottuvuus, joka on keinotekoinen, ihmisen luoma. Se on osa abstraktisuuden merkityksen lisääntymistä.

Globaali tietokoneteknologia poikkeaa aiemmista suurista informaatioteknologian vaiheista (kirja, lehdistö, sähköinen joukkotiedostus) siinä, että välimiehen (kustantaja, lehti- ja TV yhtiö), valta poistuu ja väline on kuitenkin joukkotiedotukseen sopiva, vieläpä globaalilla tasolla. Aiemmin sensuroimattomia tai vaikeasti sensuroitavia olivat puhe ja kirje, mutta niillä voitiin tavoittaa vain hyvin rajallinen vastaanottajajoukko. Uutena piirteenä globaalissa tietokoneteknologian sovellutuksissa on se, että niissä oleva yksilöiden tieto (esim. Twitter, Facebook, kotisivut) on teknisesti myös ko. yrityksen käytössä.

Gloaalilla tasolla tulisi systeemiteorian mukaan syntyä uusi emergentti pääselitysmalli ko. tason kuvaamiseen ja mallintamiseen. Edellisessä, kulttuurisessa vaiheessa pääselitysmalli oli tiede ja teknologia. Kyberin kannalta oleellista on, että hypoteesina tieto (tietokoneteknologia?) ja kompleksisuuden hallinta näyttäisi olevan ko. pääselitysmalli. Kompleksisuuden hallintakin liittyy tietokoneteknologiaan sillä tavalla, että se on uusi ja välttämätön väline kompleksisten järjestelmien ymmärtämiseen ja sitä kautta myös niiden hallintaan.

Aiemmin kirjoittaja on esittänyt että uuden globaalien tason uusia pääselitysmalleja olisivat tieto(teknologia) ja kompleksisuuden hallinta. Sodankäynnin globaalien tason perusteella näyttäisi siltä että myös pitkäaikainen globaali ekologia olisi uusi tärkeä ominaisuus ko. tasolla.

7.2.3 Johtopäätöksiä kybernetiikasta

Kirjoituksessa esitetään, että kemia ja fysiikka olisivat samassa mielessä ”esikyberneettisiä, kuin refleksi on ”esiaivollista”.

Tässä työssä keskeisenä kybernetiikan lähteenä ollut Turchinin teos jakaa evoluution päävaiheina fysiikan ja kemian vaiheeseen, kyberneettiseen vaiheeseen ja ihmisen älyn vaiheeseen. Evolutiivisen kybernetiikan näkemyksen mukaan vaiheet voisivat olla myös esikyberneettinen vaihe (fysiikka ja kemia), kyberneettinen vaihe ja jälkikyberneettinen tai kompleksisen kybernetiikan vaihe.



Esikyberneettistä vaihetta puoltaa se, että fysiikka ja kemia sisältävät hyvin samanlaisen mallin kuin kyberneettisen tiedon perusmäärittely, joskin päätöksentekoeelin puuttuu tai on hyvin yksikertainen (luonnon laki). Jälkikyberneettinen vaihe on terminä selvä evoluution yleisperiaatteen perustella, mutta kompleksisen kybernetiikan vaihe kuvaa ko. aikakauden haasteita paremmin kuin pelkkä jälkikyberneettinen vaihe.

Johtopäätös edellisestä on, että kybernetiikka on osa olemassaolon järjestelmien evoluutiota ja erityisesti kompleksisuuden kasvua. Jatkojohtopäätös on se, että noopolitik on vastaava kybernetiikan jatkovaihe evoluutiossa ja kompleksisuuden kasvussa.

7.3 Jatko-ongelmia

Käytetty Popperin evolutiivinen induktio edellytti uusien ongelmien syntymistä. Näitä ovat seuraavat:

1. Onko avaruutta pidettävä erillisenä sodankäynnin ulottuvuutena vai korkeuden yhtenä osa-alueena?
2. Onko kybernetiikka aliarvostettu tieteellinen teoria, ja jos, niin miksi?
3. Mikä tai mitkä ovat viidennen megavaiheen uudet emergentit pääselitysmallit? Kyber? Informaatio? Ekologia? Kompleksisuus?



8 Lainatut lähteet

- Ahvenainen, S. (1997). Informaatiosodankäynnin perusteita. Teoksessa Maanpuolustuskorkeakoulu, *Tiede ja Ase 1997* (ss. 134 - 153). Joensuu: PunaMusta.
- Ahvenainen, S. (2011). Informaatioteknologia ja ihmiskunta - systeeminen ja evolutiivinen tarkastelu. Teoksessa M. Laakkonen; S. Lamminpää; & J. Melaprade, *Informaatioteknologian filosofia* (ss. 113 - 138). Rovaniemi: Lapin Yliopistokustannus.
- Ahvenainen, S. (2008). Sotilasfilosofi Quincy Wright ja sodankäynnin muutos - Informaatioajan evolutiivinen ja systeeminen näkemys sodankäyntiin. Teoksessa *Tiede ja Ase 2008* (ss. 134 - 159). Suomen sotatieteellinen seura.
- Ahvenainen, S. (2003). Verkostosodan historia ja käsitteen muodostuminen. Teoksessa M. Piironen (Toim.), *Verkototaistelu 2020 - Taustatutkimus Maavoimien Taistelun kuvat 2020 tutkimukseen* (ss. 12 - 42). Helsinki: Edita Prima Oy.
- Alberts, D. S.; Garstka, J. J.; Hayes, R. E.; & Signori, D. A. (2001). *Understanding Information Age Warfare* (PDF (internet) p.). CCRP Publications Series.
- AMD_Press_Releases. (18. Marraskuu 2009). *AMD Introduces ATI Radeon™ HD 5970: Fastest Graphics Card in the World [1]*. Haettu 8. Tammikuu 2013 osoitteesta AMD:
<http://www.amd.com/us/press-releases/Pages/ati-radeon-hd-5970-18nov2009.aspx>
- Arquilla, J.; & Ronfeldt, D. (1999). *The Emergence of Noopolitik – Toward an American Information Strategy*. Santa Monica: RAND.
- Ashby, R. W. (1957). *An Introduction to Cybernetics*. London: Chapman & Hall Ltd.
- Aula, P. (1999). *Organisaation kaaos vai kaaoksen organisaatio? Dynaamisen organisaatioviestinnän teoria*. Helsinki: Loki-kirjat.
- Baeyer, H. C. (2004). *Information – The New Language of Science*. Phoenix (paperback).
- Bamford, J. (2002). *Body of Secrets - How America's NSA and Britain's GCHQ Eavesdrop on the World*. Viborg: Arrow Books.
- Bateson, G. (2002). *Mind and Nature*. Hampton Press, Inc.
- Bateson, G. (1973). *Steps to an Ecology of Mind*. Paladin.
- Bernstein, K. (ei pvm). *Integrity and Reliability of Integrated Circuits (IRIS)*. Haettu 8. Tammikuu 2013 osoitteesta DARPA:
[http://www.darpa.mil/Our_Work/MTO/Programs/Integrity_and_Reliability_of_Integrated_Circuits_\(IRIS\).aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/MTO/Programs/Integrity_and_Reliability_of_Integrated_Circuits_(IRIS).aspx)
- Bertalanffy, L. (. (2003 (alunperin 1968)). *General Systems Theory – Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
- Blackmoore, S. (1999). *The Meme Machine*. New York: Oxford University Press.



- Buzan, B.; & Little, R. (2000). *International Systems in World History – Remaking the Study of International Relations*. Oxford: Oxford University Press.
- Bynum, T. (2011). *Computer and Information Ethics*. Haettu 1. Tammikuu 2013 osoitteesta The Stanford Encyclopedia of Philosophy: <http://plato.stanford.edu/archives/spr2011/entries/ethics-computer>
- Castells, M. (2009). *Communication Power*. Oxford: Oxford University Press.
- Clary, D. E. (1988). *The Bekaa Valley - A Case Study*. Maxwell AFB: Air Command and Staff College - Air University.
- Clausewitz (von), K. (1998). *Sodankäynnistä*. (H. Eskelinen, Käänt.) Art House.
- Cooper, J. S. (2004). Babylonian beginnings - the origin of the cuneiform writing system in comparative perspective. Teoksessa S. Stephen, *The First Writing - Script Invention as History and Process* (ss. 71 - 99). Cambridge University Press.
- Creveld, M. v. (1991). *Technology and Warfare*. New York: The Free Press.
- Currie, T. E.; Greenhill, S. J.; Gray, R. D.; Hasegawa, T.; & Mace, R. (14. Lokakuu 2010). Rise and fall of political complexity in the island South-East Asia and Pacific. *Nature* , 801 - 804.
- Davies, P. (1999). *Viides ihme - Elämän syntyä etsimässä*. Helsinki: Terra Cognita.
- Enqvist, K. (2007). *Monimutkaisuus – Elävän olemassaolon perusta*. WSOY.
- Feynman, R. P. (1995). *Six Easy Pieces - Essentials of Physics Explained by Its Most Brilliant Teacher*. Basic Books.
- Fukuyama, F. (2011). *The Origin of Political Order - From Prehuman Times to the French Revolution* (Kindle 2011 p.). New York: Ferrar Straus and Giroux.
- Gleick, J. (2008). *Chaos - Making a New Science*. Penquin Books.
- Gleick, J. (2011). *The Information - A History - A Theory - A Flood*. New York: Pantheon Books.
- Grabau, R. (1986). Sechs Dimension des Krieges; Versuch einer analytischen Betrachtung. *Soldat und Technik* , Osa I: 5/1986 s.224 -249, Osa II 6/1986 s.328 - 337 ja Osa III 7/1986 s.392 - 398.
- HS. (15. Helmikuu 2011). Maailmassa on dataa 285 eksatavua - eli paljonko? *Helsingin Sanomat* , D 2.
- HS-STT. (30. maaliskuu 2009). Kiinasta ohjattu vakoiluverkosto iski myös Suomeen. *Helsingin Sanomat* , B 3.
- Jones, A.; Kovacich, G. L.; & Luzwick, P. G. (2002). *Global Information Warfare - How Businesses, Governments, and Others Achieve Objectives and Attain Competitive Advantages*. London: Auerbach Publicationa.
- Karismo, A. (25. tammikuu 2009). Verko kunigatar - Amerikkn-kreikkalainen Arina Huffinton nousi blogillaan maailman vallan keskiöön. *Helsingin Sanomat* , E 1.



- Kauffman, S. (1995). *At Home in the Universe – The Search of the Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press.
- Keegan, J. (1994). *A History of Warfare*. New York: Vintage Books.
- Laszlo, E. (2002). *The Systems View of the World - A Holistic Vision for Our Time* (4. painos p.). Hampton Press, Inc.
- Lewis, B. C. (Tammikuu 1997). *Information Warfare*. (Federation of American Scientists (FAS)) Haettu 18. Elokuu 2012 osoitteesta <http://www.fas.org/irp/eprint/snyder/infowarfare.htm>
- Libicki, M. C. (2009). *Cyberdeterrence and Cyberwar* (Adobe pdf p.). Santa Monica: RAND Corporation.
- Logan, R. K. (2007). *The Extended Mind: The Emergence of Language, the Human Mind and Culture*. University of Toronto Press.
- Logan, R. K. (2010). *Understanding New Media - Extending Marshall McLuhan*. New York: Peter Lang Publishing, Inc.
- Malkki, J.;Marjomaa, R.;Raitasalo, J.;Karasjärvi, T.;& Sipilä, J. (2008). *Sodan historia*. Keuruu: Otava.
- Maturana, H. R.;& Varela, F. (1998). *The Tree of Knowledge – The Biological Roots of Human Understanding*. London: Shambala.
- McNeill, W. H.;& McNeill, R. J. (2006). *Verkottunut ihmiskunta – Yleiskatsaus maailmanhistoriaan*. Vastapaino.
- Mykkänen, P. (11. Lokakuu 2008). Vaalivalhjeet paljastuvat sekunneissa. *Helsingin Sanomat* , B 6.
- Okkonen, T. (21. Lokakuu 2002 b). Uudelleenkasvatus tekee vihollisista vaarattomia. *Helsingin Sanomat* .
- Okkonen, T. (2002 a). *Yhdysvaltojen näkemykset, suunnitelmat ja toimenpiteet Japanin koulujärjestelmän uudistamiseksi 1942-1947*. Oulu: Oulun Yliopisto.
- Pagels, H. R. (1989). *Dream of Reason – The Computer and the Rise of Sciences of Complexity*. New York: Bantam Books.
- Paloheimo, E. (2002). *Megaevoluutio*. WSOY.
- Pariser, E. (2011). *The Filter Bubble - What the Internet is Hiding from You* (Kindle 2011 p.). New York: The Penquin Press.
- Pittard, D. J. (1994). *Thirteenth Century Mongol Warfare - Classical Military Strategy or Operational Art*. Fort Leavenworth: School of Advanced Military Studies - United States Army Command and General Staff College.
- Popper, K. R. (1979 (Revised)). *Objective Knowledge - An Evolutionary Approach*. Clarendon Press Oxford.
- Pulkkinen, J. (2004). *Sudenluista supertietokoneeseen – Laskemisen kulttuurihistoria*. Art House.



- Reed, T. C. (2004). *At the Abyss - An Insider's History of the Cold War*. New York: Ballantine Books.
- Robertson, J. S. (2004). The Possibility and Actuality of Writing. Teoksessa S. Houston, *The First Writing - Script Invention as History and Process* (ss. 16 - 38). Cambridge University Press.
- Roland, A. (1997). *Technology and War*. Haettu 12. Kesäkuu 2010 osoitteesta American Diplomacy: http://www.unc.edu/depts/diplomat/AD_Issues/amdipl_4/roland.html
- Schamandt-Basserat, D. (2006). *How Writing Came About*. Austin: University of Texas press.
- Shannon, C. E.;& Weaver, W. (1949, 1998). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press.
- Shimomura, T.;& Markoff, J. (1996). *Takedown - The Pursuit and Capture of Kevin Mitnick, America's Most Wanted Computer Outlaw - by the Man Who Did It*. New York: Hyperion.
- Siren, T. (Toim.). (2011). *Strateginen kommunikaatio ja informaatio-operaatiot 2030*. Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu - Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos.
- Skyttner, L. (2005). *General systems theory – Problems, perspectives*. World Scientific.
- Smith, J. M.;& Szathmary, E. (1995). *The Major Transitions in Evolution*. Oxford University Press.
- Smith, K. B. (1993). *The Crises and Opportunity of Information Warfare*. Fort Leavenworth: School of Advanced Military Studies - US Army Command and General Staff College.
- Stein, G.;& Szafranski, R. (1996). *US Information Warfare - Jane's Special Report*. Alexandria: Jane's Information Group.
- Stonier, T. (1990). *Information and the Internal Structure of the University*. Springer-Verlag.
- SuGim. (23. Tammikuu 2013). *F-Secure: News from the Lab*. Haettu 23. Tammikuu 2013 osoitteesta University Courses on Reverse Engineering and Malware Analysis: <http://www.f-secure.com/weblog/archives/00002490.html>
- Sundin, B. (ei pvm). *Teknologia ja ihminen - Historiallinen katsaus*. Haettu 2. Heinäkuu 2011 osoitteesta Oulun yliopisto, Humanistinen tiedekunta, historiatieteet: http://www oulu.fi/hutk/historia/sundin/bosse_sundin.htm
- Sunzi. (2005). *Sodankäynnin taito*. (M. Nojonen, Käänt.) Tampere: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Suoranta, L. (2008). Verkkorikollisuus kannattaa. *Tietokone*, 2008 (12).
- Susiluoto, I. (2006). *Suuruuden laskuoppi - Venäläisen tietoyhteiskunnan synty ja kehitys*. Helsinki: WSOY.
- Taylor, A. M. (1973). Some Political Implications of the Forrester World System Model. Teoksessa E. Laszlo, *World System – Models – Norms – Variations. International Library of Systems Theory and Philosophy* (ss. ?? - ??). New York: Braziller.
- Teema kanava, Y. O. (2. (klo 08.55). Huhtikuu 2010). Dokumentti. *Muistia etsimässä*.



Tossavainen, T. (2002). *System Usability of Complex Technical Systems*. Acta Polytechnica Scandinavica.

Tuohinen, P. (12. Tammikuu 2011). Verkkomainonta ohittaa Kiinassa pian lehtimainonnan. *Helsingin Sanomat* , B 6.

Turchin, V. F. (1977). *The Phenomenon of Science - a cybernetic approach to human evolution* (Adobe Reader (pdf) p.). (F. Brand, Käänt.) New York: Principia Cybernetica Project.

Waltari, M. (1982). *Sinuhe egyptiläinen II*. Juva: WSOY.

Warner, M. (2012). Cybersecurity - A Pre-history. *Intelligence and National Security* , 27 (5), 781 - 799.

Wiener, N. (2000). *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine* (10 (1. painos 1948) p.). Cambridge (USA): The MIT Press.

Wright, Q. (1942). *A Study of War*. The University of Chicago Press.