

# TULEVA SOTA



---

*Tulevaisuuden  
sodan  
tulevaisuus*

**TULEVA  
SOTA**



# TULEVA SOTA

---

*Tulevaisuuden  
sodan  
tulevaisuus*

JARI RANTAPELKONEN (TOIM.)

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU  
EDITA • HELSINKI

Kuvat:

Kansi: Shutterstock

Reuters s. 19, 85

Ruotuväki s. 43

United States Navy s. 121

Shutterstock s. 145, 177

Iltalehti/Jukka Lehtinen s. 197

Kustantaja: Edita Publishing Oy

© tekijät, Maanpuolustuskorkeakoulu ja Edita Publishing Oy

Ulkoasu ja taitto: Petteri Kivekäs

Kuvatoimittaja: Jari Hanski

Kustannustoimittaja: Arja Olin/Edita Publishing Oy

Teoksen sähköinen versio:

Maanpuolustuskorkeakoulu

Sotataidon laitos

Julkaisusarja 2: Tutkimusselesteita nro 5

ISBN 978-951-25-3017-5 (pdf)

ISSN 2343-5283 (verkkojulkaisu)

ISBN 978-951-37-7416-5



Otavan Kirjapaino Oy

Keuruu 2018

## LUKIJALLE

Marraskuussa 2014 professori Vesa Tynkkynen ja sotilasprofessorit Mika Hyytiäinen ja Jari Rantapelkonen Maanpuolustuskorkeakoulun Sotataidon laitokselta kävivät keskustelun tulevan sodan ennustamisen vaikeudesta tai mahdottomuudesta. Asevoimien kehittäminen hakee ja on aina hakenut perusteitaan mahdollisen tulevan sodan kuvasta ja toisaalta menneistä sodista. Käydyssä keskustelussa todettiin, että teemaan liittyvää tutkimusta on kovin vähän.

Vielä saman vuoden joulukuussa päätettiin perustaa tutkimusprojekti otsikolla *SODAN KUVAT – Sodankäynnin tulevaisuuden ennakointi ja arvio sen kehittymisestä*, joka jakautuisi kolmeksi osatutkimukseksi:

- Menneen vuosisadan sodan kuvien osatutkimuksen johtaisi professori Tynkkynen
- Nykyajan sodan kuvia kuvien osatutkimuksen johtaisi professori Hyytiäinen
- Tulevaisuuden sodankuvia käsittävän osatutkimuksen johtaisi koko projektia johtava professori Rantapelkonen

Maaliskuussa 2015 laaditussa tutkimussuunnitelmassa todettiin, että kaikkia osatutkimuksia ohjaa väljästi yksi tutkimuskysymys: ”*Miten tuleva sota ja sodankäynti on eri aikoina nähty (sodan kuvat) ja kuinka sodan kuvissa on onnistuttu tulevaisuus näkemään?*” Mahdollisimman monipuolisen käsitteilyn takaamiseksi päätettiin, että kukin tutkimus julkaistaan artikkelikirjana.

Vuoden 2015 syksyyn mennessä osatutkimusten rakenteet saatiin valmiiksi. Marraskuussa koko projektin päärahoittajaksi varmistui Eevi ja Eemil

Tannisen säätiö sekä Maanpuolustuskorkeakoulun tukisäätiö. Vuoden 2016 alkuun mennessä saatiin yli 20 tutkijaa sidottua projektiin, jolloin osatutkimukset lähtivät liikkeelle.

Tutkimussarjan kaksi ensimmäistä osaa ”TULEVA SOTA – Ennustamisen sietämätön vaikeus” ja ”TULEVA SOTA – Nykyhetki ennakointien valossa” on julkaistu jo aiemmin. Lukijalla on nyt kädessään tutkimussarjan kolmas osa, joka paneutuu tulevaisuuteen.

*Sotataidon laitoksen johtaja  
Everstiluutnantti Riku Suikkanen*

## ESIPUHE – MATKALLA TULEVAISUUTEEN

Menneisyys ja nykyisyys vaikuttavat tulevaisuuteen. Toimintaympäristö, jossa sodat ilmenevät ja taistelut käydään, on merkittävä tekijä siinä, millaista tuleva sota on. Se millainen yhteiskunta on, heijastuu siihen, millaista sodankäynti on. Teknologian merkitys on yksi keskeinen tekijä, joka vaikuttaa sodankäynnin luonteeseen.

Siellä missä ihminen on, käydään sotia. Ihmisellä on taipumus laajentaa sota kaikkialle, missä hän asuu ja elää – niin maalla, merellä kuin ilmassa.

Sinne mihin ihminen ulottuu, käydään sotia. Valtioilla on taipumus, vastuu ja velvollisuus kehittää sodankäyntikykyjä sinne, mistä ne kokevat vastaavansa tai mitä kautta ne voivat vaikuttaa sodankäynnin kulkuun ja lopputulokseen. Tällä hetkellä sota laajenee informaatio- ja kyber-fyysisessä ympäristössä. Samalla kun sota laajenee, siitä tulee paradoksaalisesti kaukaisempaa, jotta voidaan vaikuttaa lähelle.

Mikään eilisen ja nykyisen sodankäynnin toimintaympäristö ei jää tulevasta sodasta pois. Kaikissa toimintaympäristöissä käydään sotaa myös tulevaisuudessa. Tässä perinteessä tuntuu vaikealta, että valtiot voisivat sopia sodan rajaamisesta – varsinkaan kun sota ei ole enää pelkästään valtioiden ”omaisuutta”.

*Tuleva sota* -tutkimuksen ja kirjasarjan kolmannessa osassa, tässä kirjassa *Tuleva sota – Tulevaisuuden sodan tulevaisuus* vastataan osaltaan tulevan sodan muutoshaasteisiin, jotta kykenisimme paremmin suomalaisessa maanpuolustuksessa ennakoimaan. Tämän tutkimuksen seitsemässä artikkelissa käsitellään tulevaisuuden sodan ja taistelun kuvia. Tarkoituksena on tuoda esille arvioita ja näkemyksiä vuoden 2030 tai sen jälkeen tule-



vasta sodasta. Artikkeleissa analysoidaan myös yhteistä kysymystä: ”Mitä jos yleisesti nähty arvio meneekin pieleen?”, ovathan sota ja sodankäynti aina yllättäneet.

Yhteiskunta 2030+ -artikkelissa Janne Rautiainen avaa tulevaisuuden yhteiskuntaan vaikuttavia trendejä ja suomalaisen yhteiskunnan kriisinkestävyyttä.

Teknologia 2030+ -artikkelissa Jyri Kosola kirjoittaa teknologian kehityksestä ja sen merkityksistä sodankäynnille.

Jan Hanskan Maasota 2030+ -artikkelissa kahlataan läpi näkemyksiä maasodankäynnin yhteisistä piirteistä päätyen siihen, että yhtä yhteistä maasotaa ei tästä huolimatta ole tulevaisuudessakaan.

Jan Brunberg pohtii Merisota 2030+ -artikkelissaan niitä muutostekijöitä, jotka vaikuttavat merisodankäyntiin Itämerellä vuoteen 2030 asti ulottuvalla aikajänteellä.

Martti Lehdon Ilmasota 2030+ perustelee kuinka teknologia ja ilmaelementin merkitys strategisen ylivoiman hankinnassa ilmassa ja avaruudessa voi olla harha, sillä tulevia ilma- ja avaruussotia saatetaan käydä maalta, mereltä, kyber- ja informaatioympäristöistä.

Jari Rantapelkosen, Lotta Koistisen ja Veli-Pekka Kivimäen Informaatio- ja tietosota 2030+ -artikkelissa käy selväksi, kuinka informaatio- ja tietosodat muuttavat luonnettaan jatkuvasti. Samalla tulevaisuuden informaatio- ja tietosotien suuri epäselvyys koskettaa tekoälyn tuloa.

Mirva Salmisen Kyber-fyysinen sota 2030+ osoittaa kuinka sodankäynnin rajat jatkavat hämärtymistään. Kyber-fyysisyyden vaikutukset tulevaisuuden sotaan ovat osin arvaamattomia.

Kirjoittajiksi on valittu ja valikoitunut sotataidon ammattilaisia. Ammattimaisuus perustuu ennen kaikkea tiedolle ja sen tuottamiselle alalta, josta kukin kirjoittaja on kirjoittanut. Ammattimaisuus on rakentunut osin myös kokemukselle. Kukin kirjoittaja on persoona ja se myös näkyy kädenjäljessä. Toisaalta kirjoituksille on yhteistä yhteinen kysymys, jonka kukin on taivuttanut alansa toimintaympäristöön, olipa se sitten maasota tai kyber-fyysinen sota.

*Janne Rautiainen (1972), everstiluutnantti, on pataljoonankomentaja ja Porin prikaatissa. Hän on toiminut vuodesta 2011 alkaen strategisen*

tutkimuksen ja suunnittelun tehtävissä Maavoimissa, Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosastossa sekä Pääesikunnassa.

*Jyri Kosola (1967), insinöörieversti, DI, TkL* palvelee Pääesikunnassa Puolustusvoimien tutkimuspäällikkönä. Hän on toiminut muun muassa Puolustusvoimien teknillisen tutkimuslaitoksen johtajana, osastopäällikkönä Puolustusvoimien materiaalilaitoksen esikunnassa sekä teknologia-sektorin johtajana Pääesikunnassa. Kosola on suorittanut myös Master of Science in Military Electronics Systems Engineering -tutkinnon Royal Military College of Sciencesissä sekä yleisesikuntaupseerin tutkinnon Maanpuolustuskorkeakoulussa.

*Jan Hanska (1976), majuri (ye), YTT (kv-politiikka), ST* toimii erikois-tutkijan tehtävässä Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa. Hän on myös Lapin yliopiston kansainvälisten suhteiden ja sotatieteiden dosentti. Hänen tutkimusintresseihinsä kuuluvat operaatiotaito, strategia, Yhdysvaltojen poliittinen johtajuus ja narratologia.

*Jan Brunberg (1976), komentajakapteeni (ye)*, on toiminut Merivoimien tutkimusjohtajana ja työskennellyt strategisen suunnittelun parissa. Hänellä on lisäksi lähes 10 vuoden kokemus palveluksesta taistelualusyksikössä. Tällä hetkellä hän toimii tasavallan presidentin adjutanttina.

*Martti Lehto (1955), professori, eversti (evp), ST* toimii Jyväskylän yliopistossa IT-tiedekunnassa kyberturvallisuuden professorina. Hän on myös Maanpuolustuskorkeakoulun dosentti alueenaan ilma- ja kybersodankäynti. Hänellä on kirjoittanut yli 100 julkaisua, tutkimusraporttia ja artikkeleita, jotka käsittelevät johtamista, johtamisjärjestelmiä, ilma- ja kybersodankäyntiä, kyberturvallisuutta, turvallisuuspolitiikkaa ja digitalisaatiota.

*Jari Rantapelkonen (1963), professori (emeritus), everstiluutnantti (evp), ST* on Maanpuolustuskorkeakoulun dosentti ja on toiminut aiemmin Sotataidon laitoksen operaatiotaidon ja taktiikan (tulevaisuus) sotilasprofessorina. Hän on kiinnostunut johtamisesta, strategiasta ja taktiikasta sekä kirjoittanut lukuisia kirjoja ja artikkeleita sodankäynnistä.

*Lotta Koistinen (1988), FM, projektitutkija*, työskentelee Turun yliopiston maantieteen osastolla projektitutkijana Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston hankkeessa 303677. Hän valmistelee väitöskirjaan-

sa globaalihallinnasta. Hän on aiemmin työskennellyt Maanpuolustuskorkeakoululla tutkimusavustajana.

*Veli-Pekka Kivimäki (1978), tutkija, ins. (YAMK)* työskentelee Puolustusvoimien tutkimuslaitoksella strategisen analyysin tehtävissä. Hän opettaa avointen lähteiden tiedustelua Jyväskylän yliopistolla sekä laatii aiheeseen liittyvää väitöskirjaa Maanpuolustuskorkeakoululle. Kivimäellä on lisäksi liki 20 vuoden kokemus teknologiateollisuuden tuotekehitystehtävistä.

*Mirva Salminen (1982), väitöskirjatutkija, YTM* työskentelee Lapin yliopiston Arktisessa keskuksessa kehittäen kyberturvallisuuden teoriaa ja soveltaen sitä Arktisten alueiden erityiskysymyksiin. Salminen on työskennellyt niin turvallisuusalan yrityksille, siviili- ja sotilastutkimuslaitoksille kuin eri yliopistoille julkaisten pääasiallisesti kyberturvallisuudesta ja turvallisuuden kaupallistumisesta.

Tuleva sota kirjojen kolmen tutkimusosan kokonaisuus ei olisi syntynyt, ilman että Sotataidon laitoksella olisi ”syttynyt lamppu”. Lampun syttyminen johtui innostavasta ilmapiiristä, yhteisestä päämäärästä toimia Suomen maanpuolustuksen parhaaksi ja halusta tehdä yhä parempaa sotataittoa. Haluan lämpimästi kiittää silloisia kollegoita professori, kenraalimajuri evp Vesa Tynkkystä ja sotilasprofessori, eversti Mika Hyytiäistä inspiroivista keskusteluista, jotka johtivat muun muassa näiden kolmen osatutkimuksen julkaisemiseen. Julkaiseminen ei olisi ollut myöskään mahdollista ilman Eevi ja Emil Tannisen säätöön arvokasta tukea, josta parhaat kiitokset.

Minun kontolleni jäi erityisesti tämän tulevaisuuden sodankuvien käsittävän osatutkimuksen johtaminen. Onnekseni ymmärsin ottaa yhteyttä raudanlujjiin ammattilaisiin, jotka innostuivat jakamaan tietojaan ja osaamistaan. Parhaat kiitokset sotataidon alan ammattilaisille Jannelle, Jyrille, Jan B:lle, Jan H:lle, Martille, Lotalle, Veli-Pekalle ja Mirvalle tulevaisuuteen luotaavista tutkimusartikkeleista.

Parasta suomalaiselle sotataidolle olisi luonnollisesti se, että tämä koko kirja kuuluu lukijoiden käsissä, joista sitten taas syntyy yhä laadukkaampaa sotataittoa ja osaamista; johtamista sekä operaatiotaitoa ja taktiikkaa, myös uutta tutkimukseen perustuvaa tietoa.

Toivon, että *Tuleva sota* -kirjasarja ja sen kolmas kirja *Tulevaisuuden sodan tulevaisuus* pystyvät omalta pieneltä osaltaan vastaamaan sodankäynnin muutoksen haasteeseen, jotta kykenisimme Suomessa ennakoimaan.

4. helmikuuta 2018, Enontekiöllä,  
Suomen käsivarressa, missä pakkasta  
tällä hetkellä on yli 30 astetta.

*Jari Rantapelkonen*  
*Professori, emeritus*

## LUOTAUS MAHDOLLISTEN TULEVAISUUKSIEN TEKEMISEKSI

Sitkeä luku-urakkasi on edennyt kirjasarjan kolmanteen osaan, jossa esitetään joukko näkemyksiä tulevaisuuden sodankäynnin luonteesta erilaisista näkökulmista katseltuna. Kuten edellisen osan kommenttipuheenvuorossa, en tässäkään valitsemani linjan mukaisesti ota kantaa kirjoittajien teksteihin. Ne ovat itsessään kirjoittajiensa syvällisen asiantuntemuksen oivallisia näytteitä. Siinä roolissa ne antavat mainion makoisan läpileikkauksen tarkasteltavaan ilmiökenttään. Kuten kunnan jälkiruuan tuleekin. Kirjasarjan edellinen osa tarjosi oivalluksen siemenen siitä, miten haasteellista on tulevaisuuden tekeminen. Vaikka kuinka hyvin ennakkoinnin tekisi, se ei takaa tulevaisuuden rakentumista toivotulla tai ennakkoon arvioidulla tavalla.

Tässä kirjasarjan kolmannessa osassa ei liene kyse niinkään toivotuista tulevaisuuksista, vaan kirjosta erilaisia perusteltuja näkemyksiä mahdollisista tavoista käydä sota. Tulipaloakaan ei kukaan toivo, mutta siihen on hyvä varautua järkevällä tavalla. Sama pätee sotaan. Mikäli varautuminen osuu edes jollain tarkkuudella kohdalleen, voidaan resurssit ja toimintatavat mitoittaa ja rakentaa oikein. Erityisen vaativaa tämä on puolustusratkaisujen osalta, koska järjestelmien elinkaaret ovat kymmeniä vuosia. Suurten peruslinjausten pitää edes jollain tarkkuudella osua oikeaan. Mikäli edellisen osan perusteella voi minkäänlaisia johtopäätöksiä tehdä, niin osapuilleen teknologisesti on osuttu oikeaan viimeisen parinkymmenen vuoden aikana. Poliittisesti ei sitten ehkä ihan niinkään aina.

Tämä ei kuitenkaan saa johtaa ajattelemaan, että teknologia jatkaa kulkuaan lineaarisesti tai että puolustusjärjestelmähankkeet viedään läpi kuten aina ennenkin on tehty. Hitaasti, mutta varmasti perustuen teknisesti tarkkoihin spesifikaatioihin tunnetuissa käyttötapauksissa. Periaate on siinänsä ihan hyvä, mutta pätee vain staattisessa maailmassa. Teknologia ja sen sovellettavuus uusissa käyttöympäristöissä ja rooleissa kehittyi tietyin osin kovin kiivaasti. Tällä hetkellä informaatioteknologian sovellukset menevät kovaa vauhtia eteenpäin. Peruskysymys tässä on, että miksi juuri informaatioteknologian sovellukset? Vastaus ei löydy sodankäynnin ympäristöstä. Jokunen aika sitten bioteknologia oli kovin hypettymässä, mutta pettyikin. Sitä kautta ei syntynyt suuria jokamiehen vallankumouksia tai kokonaan uutta toimintaympäristöä. Olemme keskeisten peruskysymysten äärellä. Katsotaan, mitä kirjoittajat tästä kertovat.

Palataan jälleen ennustamisen ja ennakkoinnin problematiikkaan. Ennustaminen on jonkin ilmiön tai tapahtuman ennakkoon ilmentymisen tarkkuuden ja varmuuden määrittelyä ajassa. Kun on kyse isoista ja dynaamisista kokonaisuuksista, joiden osat vuorovaikuttavat toistensa kanssa ajassa muuttuvalla tavalla, on ennusteiden teko jopa ajanhukkaa. Ennustearvo on satunnainen. On kuin yrittäisi ennustaa säätä paikkakunnalla viiden viikon päähän. Yleisesti voidaan kertoa pitkän ajan trendien odotusarvot, mutta ei muuta. Ennakointi taas on sitä, että pyritään varautumaan, vaikka sinne viiden viikon päähän. Jos on silloin kesälomakausi, ostan grillin, en suksia. Jos on talvilomakausi, teen päinvastoin. Tietysti, jos minulla on strategisen ajattelun kykyä, teen koko operaation päinvastoin ja ostan kesällä sukset ja talvella grillin ja säästän ainakin 40 prosenttia. Ennakointi perustuu todennetun tiedon analyysin perusteella syntyneisiin kuvauksiin mahdollisista maailmoista. Hyvän ennakkoinnin perusteella on mahdollisuus rakentaa hyvä strategia.

Tässä kirjassa ennakoidaan. Kukin kirjoittaja on tuottanut näkemyksensä mukaisen ennakkokuvan mahdollisesti maailmasta. Ne pitää lukea kaikki, jotta lukija saa kuvan kirjoittajien näkemyksellisestä visiosta tulevaisuuden sotaan. Kombinaatio ja synteesi syntyy kullekin lukijalle hänen taustatietojensa kautta. Parhaassa tapauksessa syntyy reipas divergenssi reunoja koettelevia avauksia. Näiden avausten perusteella syntyy dialo-

gissa muiden kanssa uusi reipas divergenssi reunoja koettelevia avauksia uusien tulkintojen kautta. Se taas avaa mahdollisuuden rakentaa tulevaisuutta, jossa mahdollista tehdä kaikkensa sillä, mitä on käytettävissä siinä ympäristössä, joka on rakentunut. Ympäristö rakentuu joka tapauksessa. Parempi on, jos olemme sitä myös itse rakentamassa.

Palataan tässäkin vielä hypetykseen. Memeettisen mantran sulosävelten illuusioiden houkutus on seireenien laulua meille. On helppo uskoa, kun jatkuvasti joka paikassa todetaan, että geenimanipulaatio on vaarallista ihmisille tai että kaiken julkisen tiedon pitää olla kaikkien käytössä. Käsitteitä ja termejä ponnahtaa esiin vieteriukkojen lailla värähtelemään näkökenttäämme. Kun värähtely loppuu, niin loppuu myös mielenkiinto. Mutta ei hätää, seuraava ukkeli jo hetkuilee edestakaisin edellisen vieressä. Ja mieleen painui jo arvoksi edellisen hypeukkelin naksutus. Vaikka ei koko totuus olisi ollutkaan. Mutta mitä on näiden naksuttajien taustalla? Se sieltä pitäisi kaivaa esille, niin löytyy kokonaisuus, josta motiivit ponnistavat. Ja naksutuksesta tulee karpästen surinaa korville. Sodan taustalla on aina hyökkääjän motiivi. Se määrittää myös sen, millaista sotaa käydään.

Palautetaan vielä mieleen myös tulevaisuuden ennakkosensuuri. Erilaiset ja eri paikoissa tehdyt ratkaisut muovaavat maailmaa. Yksi ratkaisujen muoto ovat poliittiset ratkaisut. Demokraattisessa järjestelmässä ne ovat valintojen ydin. Ne ovat sitä, miten resurssit jaetaan ja miten pelisäännöt rakennetaan. Ne perustuvat siihen, mikä nähdään hyväksi ja tavoiteltavaksi. Jos oman ohjelman mukainen tavoiteltavuus ei esitetyssä ennakkomaailmassa näy, se hylätään (siis se maailma...). Jos resursseja on rajallisesti, ne suunataan tavoiteltavuuden suuntaan. Helppoa kuin heinänteko. Mutta johtaa arvostiriiiitilanteessa jonkin ennakoidun maailman ennakkosensuuriin. Silloin tuo maailma lakkaa olemasta. Toimeenpano sen tekemiseksi ei ala. Poliittiset päätöksen muovaavat yhteiskunnan ohella vääjäämättä myös mahdollista sodankäynnin maailmaa. Puolustammehan maatamme. Virtuaalimaa kuuluu siihen. Millaista maailmaa siis puolustamme? Se on eri maa, kuin kaksikymmentä vuotta sitten, jolloin keskeiset ja nyt käytössä olevat puolustusjärjestelmät olivat tuliteriä.

Sota on äärimmäinen keino, jolla väkivaltaa käyttämällä saadaan joku toinen taipumaan omaan tahtoon. Edellä mainitut motiivit ovat se funda-

mentaali, joka määrittää sodan luonteen ja taistelutilan sijainnin. Sodankäynnin ja taistelun periaatteet ovat sodankäynnin ytimessä. Niiden perusteella syntyy se profiili, miten taistelutilassa voidaan menestyä. On perin oleellista miettiä, miten tuo profiili muovautuu tulevaisuuden sodissa. Me Suomessa puolustamme Suomea. Taistelumaastomme (myös virtuaalinen) on omanlaisensa. Se tekee sodankäynnistä meillä myös omanlaistaan. Siinä on piirteitä muualta, mutta paljon piirteitä myös vain meiltä. Tästä realiteetista voimansa saava ennakointi on välttämätön edellytys tulevaisuuden puolustuksen onnistumiseksi.

Tulevaisuus ei ole pelkkää muutosta. Siinä on aivan tavattoman paljon pysyviä ilmiöitä, asioita ja toimintoja. Ennakoinnissa on erityisen tärkeää tunnistaa ne asiat, jotka eivät muutu. Vasta toisella sijalla ovat ne, jotka muuttuvat. Näiden perustalle voidaan rakentaa ennakkokuva maailmasta. Siispä kannattaa noin esimerkiksi ihan harjoituksen vuoksi pohtia, mikä on se voima, joka on hybridi-hypen tietoisuutemme ajanut? Onko se mahdollisten vaikuttamiskeinojen laaja kirjo? Miksi kirjo on muuten niin laaja? Onko kyseessä vain yhden valtion tahtotila globaalien valtatasapainon uudelleen muotoutumisesta? Miksi se tahtoo niin tehdä? Onko kyseessä yleinen globaalien valtarakenteen modifikaatio? Miksi se tapahtuu? Onko kyseessä informaatioteknologinen vallankumous? Miksi se on käynnissä? Onko se yleisesti ottaen vallankumous lainkaan? Onko hybridikeskustelun nousuun syynä suomalaisen yhteiskunnan teknologissosiaalinen muutos? Onko se Suomessa erilainen kuin muualla? Mitkä ovat ne poliittiset päätökset, jotka meillä muutoksen ovat saaneet aikaan? Miten tuo muutos on muovannut puolustettavaa territoriaa? Olemmeko huomanneet nämä muutokset? Miten taistelumaasto on muuttunut? Miten tämä vaikuttaa sodankäynnin tulevaisuuteen? Millainen se voi olla? Mitä suorituskykyjä siellä tarvitaan? Miksi niitä tarvitaan? Vastauksiin saadaan tässä kirjassa mainiota syötettä. Hyvää jälkiruokakokemusta kaikille lukijoille yhdenvertaisesti.

29.3.2018

*Rauno Kuusisto*  
*Professori*



# SISÄLLYS

*Lukijalle / 5*

*Esipuhe – matkalla tulevaisuuteen / 7*

*Luotaus mahdollisten tulevaisuuksien tekemiseksi / 12*

## **YHTEISKUNTA 2030+ / 19**

*Suomen kriisinkestävyys*

JANNE RAUTIAINEN

## **TEKNOLOGIA 2030+ / 43**

*Vaikutukset tulevaisuuden sodankäyntiin*

JYRI KOSOLA

## **MAASOTA 2030+ / 85**

*Sodan kuvan ennakointi*

JAN HANSKA

**MERISOTA 2030+ / 121**

*Tulevaisuus Itämerellä*

JAN BRUNBERG

**ILMASOTA 2030+ / 145**

*Ilmasodankäynnin tulevaisuuden muutostrendit*

MARTTI LEHTO

**INFORMAATIOSOTA 2030+ / 177**

*Sodankäynnin muutos ja pysyvyys*

JARI RANTAPELKONEN, LOTTA KOISTINEN JA VELI-PEKKA KIVIMÄKI

**KYBER-FYYSINEN SOTA 2030+ / 197**

*Yhteiskuntien kompleksisuus tuottaa yllätyksiä sodankäyntiin*

MIRVA SALMINEN

*Yhteenvedo / 225*

*Vitteet ja lähteet / 237*



A black and white photograph of a destroyed urban landscape. The foreground is filled with twisted metal, charred debris, and rubble. In the background, there are more ruins and a hazy sky. A white rectangular box is overlaid on the upper part of the image, containing the title and author information.

# YHTEISKUNTA 2030+

*Suomen kriisinkestävyys*

JANNE RAUTIAINEN

# 1

---

---

*”Kehitys ei minään ajankohtana pysähdy sellaisella kansakunnalla, joka ansaitsee kansakunnan nimen. Silti kansakunta ei voi muodostaa kansallisuuttaan vain itsensä varassa, ilman vuorovaikutusta muiden kansakuntien kanssa. Sillä samoin kuin voimme käsittää kansallisuuden vain inhimillisen sivistyksen muodoksi, kansalliseksi tietämykseksi ja tavaksi, joka on määrätty suhteessa muihin samankaltaisiin muotoihin, siten kansallisuus muodostuu ja kehittyy vain vaikuttavassa yhteydessä muiden kansakuntien kanssa; samoin yksilösäkin kehittyä tietty luonne vain hänen eläessään yhdessä muiden kanssa.”<sup>1</sup>*

J. V. Snellman, Tukholmassa 1842

Suomalainen yhteiskunta on jälleen murroksen edessä. Höyrykone, teräs ja rautatiet aiheuttivat sysäyksen Snellmannin aikana. Sodan kuva muuttui silloin merkittävästi voiman projisoinnin ja uusien materiaalien aiheuttaman kilpavarustelun vaikutuksesta. Nyt olemme kipuamassa älykkääseen teknologiaan perustuvan nk. kuudennen aallon harjalle. 2030-luku nähdään kehityksen kiivaimpana vaiheena. Tämä näkyy myös sodassa.<sup>2</sup>

Suomi Euroopan unionin jäsenmaana on sitoutunut rauhanomaiseen riitojen sovitteluun ja yhteistyöhön yhteisten instituutioiden välityksellä.<sup>3</sup> Jäsenmaiden omalla vastuulla on alueensa ulkoisen ja sisäisen turvallisuuden ylläpitäminen. Suomessa jokaisella kansalaisella on perustuslaillinen velvollisuus osallistua isänmaan puolustukseen tai avustaa sitä.<sup>4</sup> Samaan aikaan yksilöt ja organisaatiot kiinnittyvät erilaisiin yhteisöihin, palve-

luntuottajien verkostoihin sekä kansakuntaan itseohjautuvasti ja osin tiedostamattaan. Inhimilliselle ajattelulle jää arjessa yhä vähemmän tilaa erilaisten sovellusten ohjatessa arkea. Tulevaisuudessa entistä suurempi osa inhimillisestä toiminnasta tapahtuu tietoverkoissa. Ihmisten sitoutuminen virtuaaliyhteisöihin kiihtyy ja muuttaa muotoaan. Myös yhteisöt muuttuvat jatkuvasti.

Väestön toimintakyky ja hyvinvointi turvataan ylläpitämällä keskeiset peruspalvelut sekä takaamalla kansalaisten turvallisuus. Tulevaisuudessa teknisillä ratkaisuilla ja palvelumuodoilla pyritään edistämään väestön itseenäistä selviytymistä ”*kaikissa tilanteissa*”<sup>5</sup>. Voiko lainsäätäjän tahto mennä pieleen, osaammeko todella varautua ja uhrautua tulevaisuuden mukana vastaantuleviin tilanteisiin Suomen kaltaisessa saarekkeessa? Varmaa on, että tulevaisuuden sota käydään yhteiskunnallisesti epäselvässä tilanteessa. Järjestelmien toimivuus ja luotettavuus on kyseenalaista, alustat joko toimivat tai eivät toimi. Sähkönsiirto ja energiantuotanto muodostavat yhteiskunnan toiminnan ja sodankäynnin perustan. Myös henkiset arvot ja osaaminen korostuvat. Suomen kansan ja sen sivistyksen on kestävä murros toisensa jälkeen, jos aikoo selvitä tulevaisuuden sodassa.

Toimintakulttuurin muutos altistaa suomalaisen kriisinkestävyuden ennen näkemättömään haasteeseen, jota käsitellään artikkelissa seuraavilla kysymyksellä:

- ”*Miten globalisaatio etenee Suomen kriisinkestävyuden näkökulmasta?*”
- ”*Mikä voisi murentaa kiihtyvää kehitystä seuraavina vuosikymmeninä?*”

## *Globalisaation eteneminen*

### **Murros**

Globalisaation paine muuttaa yhteiskuntaa seuraavat vuosikymmenet. Kasvun vaikutukset suomalaisen yhteiskunnan rakenteisiin jatkavat syvenemistään. Suomi pyrkii edistämään maailmanlaajuisia verkottumista ja globalisaatiosta voimaa saavaa innovaatio- ja yritystoimintaa.<sup>6</sup> Poliittinen järjestelmä ja viranomaiset tukevat näitä pyrkimyksiä. Suomalaisessa elinkeinoelämässä kysyntä ohjaa tarjontaa, joka johtaa usein ristiriitaan

jatkuvuuden hallinnan kanssa. Vallitseva turvallisuustilanne vaikuttaa turvallisuuden kysyntään. Esimerkiksi vakuutusmyyjän on vaikea myydä turvallisuutta, jos vahinkoa ei koeta todennäköiseksi tai välittömäksi.

Yhteiskunnallinen kehitys ulottuu laajasti Suomeen ja sen kriisinkestävyteen kaikilla tasoilla. Ihmiskunta on jo nyt kietoutunut taloudellisesti, digitaalisesti, kulttuurisesti ja fyysisesti toisiinsa. Muutoksen arvellaan edelleen kiihtyvän seuraavien vuosikymmenten aikana. Julkishallinto uhkaa jäädä nopeasti muuttuvassa maailmassa kehityksestä jälkeen. Hallinnon toimivuus tai toimimattomuus vaikuttaa kaikkien suomalaisten arkeen.<sup>7</sup> Yhteiskunnallisen muutoksen sanotaan olevan lähitulevaisuudessa suurempi kuin kahdensadan vuoden aikana tapahtuva kehitys tähän mennessä. Eurooppalaisten pienten kansallisvaltioiden mahdollisuudet vaikuttaa omaan kehitykseensä kaventuvat entisestään, samalla kun elinkeinoelämässä avautuu uudenlaista yritystoimintaa ja keskinäisriippuvuutta. Toimintaympäristön kompleksisuus lisääntyy, samalla kun sen hallintaa helpottavat työkalut kehittyvät. Yhä vaikeammaksi haasteeksi muodostuu kyky ennakoida. Tulevaisuudessa turvallisuushaasteita ei voi ratkaista ajatteleamalla samalla tavalla kuin nykypäivänä.<sup>8</sup>

Kehityskulku jatkuu vääjäämättä. Megatrendien vetovoimassa kysymys on lähinnä muutoksen nopeudesta. Yhteiskunnalliseen murrokseen vaikuttavia *megatrendejä ovat esimerkiksi laaja kehitys teknologiassa, demografiassa, terveydessä ja hyvinvoinnissa, ylläpidettävyydessä, liikkuvuudessa ja geopolitiikassa.*<sup>9</sup> Kaikki tämä vaikuttaa yhteiskuntaan laajalla rintamalla, jossa muutoksen nopeus, epävarmuus ja monimutkaisuus kasvavat.<sup>10</sup> Yhteiskunnallisten megatrendien yhteisvaikutus ja yleinen riskinotto nopeuttaa muutosta, jossa positiivisuuden kierre ruokkii kasvua.

Ylikansallisten talouskuplien ketjumainen puhkeaminen on tyypillistä tulevaisuuden globalisoituvassa yhteiskunnassa.<sup>11</sup> Länsimaisia yhteiskuntia ei uhkaa talouskriisien aiheuttama yksittäinen romahdus.<sup>12</sup> Sen sijaan ilmastonmuutoksen aiheuttamaa kumulatiivista vaikutusta pidetään todellisena uhkana. Aasian kasvun lisäksi kehitysmaiden kasvava osallistuminen innovaatiotoimintaan kasvaa, mikä on johtamassa hyvin alhaisten kustannusten tuotantoon ja palvelutoimintaan.<sup>13</sup> Edellä mainituista syistä paineet lisätä säästämistä kulutuksen sijaan ovat selvästi voimistumassa. Samalla

elinkeinoelämässä ihmisiä kannustetaan kuluttamaan alueellisen kasvun aikaansaamiseksi ja kilpailukyvyyn lisäämiseksi. Taloudelliset paineet lisätä globaalia sääntelyä ovat voimistumassa, mutta yleinen kehitys on vaarassa viedä sääntelyn mahdollisuudet Suomen ulottumattomiin. Verkottuneen maailman jatkuvuuden hallinnassa sääntely keskittyy yhä suuremmille voimaryhmittymille, mikä on vaarassa viedä myös lainsäätäjien ja turvallisuusviranomaisten regulaatiomahdollisuudet Suomen ulottumattomiin. Koko kansainvälinen järjestelmä muuttuu luonteeltaan verkottuneeksi. Ei-valtiollisten toimijoiden merkitys kasvaa, ja valtiot, joilla on tehokas ja toimiva hallinto, onnistuvat sopeuttamaan hallintorakenteensa muuttuneeseen globaaliin ympäristöön. Silloin ne voivat tehokkaammin myös ajaa etujaan verkottuneessa, keskinäisriippuvaisessa ja nopeatempoisessa maailmassa. Globalisaatio ja teknologinen kehitys ylläpitävät rauhaa ja nopeaa taloudellista kehitystä. Syvän integraation maailmassa puolustus on sulautunut osaksi laajaa turvallisuutta. Puolustushallinnon toiminnassa korostuu hallinnonalan ydintehtävien hoitamisen varmistaminen. Sotilaallisten suorituskykyjen rooli perinteisen sodankäytinkyvyn osalta pienenee, ja kriisinhallinnan ja muun yhteiskunnan tukemiskyvyn merkitys korostuu.<sup>14</sup>

Monimutkaistumisen hallinnassa ei ole edetty teknisesti vielä riittävän pitkälle 2035-luvulle mennessä. Toimintaympäristö muuttuu myös kansalaisen näkökulmasta yhä vaikeammaksi hahmottaa, mikä luo olosuhteet erilaisille globaaleille ja paikallisille romahduksille.<sup>15</sup> Toisaalta erilaisten yhteisöjen ja kansalaisjärjestöjen merkitys yrityksille ja valtioille kasvaa, mikä parhaimmillaan tukee laajaa turvallisuusajattelua.

Väestön keskittyminen kaupunkeihin jatkaa kasvuaan.<sup>16</sup> Tiivis asuminen ja sen tueksi rakennettu infrastruktuuri luo kasvavia mahdollisuuksia reaaliaikaiselle kommunikoinnille ja entistä joustavampien yhteiskäyttöisten palveluiden rakentamiselle. Yksilöt muodostavat myös maailmanlaajuisesti arvojensa ja kiinnostuksen kohteidensa mukaisia yhteisöjä ja intressiryhmiä.<sup>17</sup> Ne muistuttavat dynamiikaltaan heimoyhteiskuntaa. Tällaisten yhteisöjen toiminta on riippuvaista sähköisestä tiedonsiirrosta. Yhteisöjen elinjaksot ovat usein lyhyitä ja yksilöiden sitoutuminen on itseohjautuvaa. Tulevaisuudessa kielimuurit hidastavat entistä vähemmän vapaata kanssakäymistä käännösohjelmien kiihtyvän kehityksen seurauksena.



Energiatalouden murroksessa hintataso nousee.<sup>18</sup> Ilmastonmuutoksen aiheuttamat ympäristökatastrofien vaikutukset ovat merkittäviä ja heikentävät ihmisyyhteisöjen elinmahdollisuuksia eri puolilla maailmaa. Seurauksena kestävä kehityksen kulttuuri kehittyy ja vahvistuu. On odotettavissa, että energiatalouden murros merkitsee saman mittakaavan muutosta yhteiskuntien kehitykseen kuin teollinen vallankumous oli aikoinaan.<sup>19</sup>

Hinnan noususta huolimatta energian kulutus jatkaa edelleen kasvuaan maailmanlaajuisesti, osin globalisaation vaikutuksesta.<sup>20</sup> Investoinnit uusiutuviin energialähteisiin kasvavat merkittävästi<sup>21</sup> mutta uusiutuvien ei uskota ohittavan fossiilisten polttoaineiden tasoa hetkeen. Elintasomme perustuu halpaan öljyyn vielä pitkään, mutta helposti hyödynnettävän ja porattavan sekä kuljetettavien öljyvarantojen niukentuminen ja energian kysynnän kasvamisen uskotaan laajasti johtavan energian kallistumiseen ennemmin tai myöhemmin.<sup>22</sup>

Energiaturvallisuus mukautuu globaaliin muutokseen. Vaikka energiasektorin kvartaalin sanotaan olevan kaksikymmentäviisi vuotta, on jo nyt uusiutuvien ja fossiilisten polttoaineiden osalta nähtävissä selkeitä tulevaisuuden voittajia ja häviäjiä. Vanhat kartellit murtuvat ja uusia muodostuu, kun skenaariopohjaisesti katsotaan energiasektorin siirtymiä vuoteen 2040 asti. Sähköverkkojen merkitys kasvaa ja riippuvuus sähköstä lisääntyy, mutta samaan aikaan yhä suurempi osa sähköstä tuotetaan uusiutuvilla polttoaineilla ja uudella teknologialla.<sup>23</sup>

Työn murroksessa yhä useamman on itse keksittävä ja myytävä työnsä. Tietoa on tulevaisuudessa tarjolla aivan toisessa mittaluokassa. Verkon välityksellä voidaan rakentaa aivan uudenlaisia globaaleja verkostoja ja näissä yhteisöissä kehitellään ja innovoidaan ideoita nopeasti eteenpäin. Työmarkkinoiden murros muuttaa osaltaan tapaamme jäsentää elämäntapaa ja työtä.<sup>24</sup> Tulevaisuuden työelämää luonnehtii hajanaisuus, moninaisuus ja jatkuva muutos. Tällaisessa ympäristössä tarvitaan uudenlaisia työelämäntaitoja. Toisaalta havaittavissa on myös vastatrendejä ja niihin liittyviä uusia tapoja toimia.<sup>25</sup>

Muutoksen myötä Suomelle avautuu uusia menestysmahdollisuuksia lisäämällä toimeentuloa. Globalisaation ansiosta myös monet kehittyvät maat ovat pystyneet nousemaan köyhyydestä. Vapaakauppa ja ulkomaan-

kauppa hyödyntävät myös Suomen taloutta. Tiedon saatavuuden parantuminen voisi parhaimmillaan edistää demokratiaa ja ihmisoikeuksien vahvistumista. Globalisaatio tehostaa taloudellisten voimavarojen käyttöä ja siten taloudellista kasvua. Se myös lisää eri kansojen kulttuurien kohtaamista ja vuorovaikutusta.<sup>26</sup>

Liiketoimintamallit muuttuvat jatkuvasti ja nopeasti, ja systemaattisella verkostoitumisella, verkottumisella ja digitalisoitumisella on suuri merkitys. Kilpailun lisääntymisen ja kustannustehokkuuden tavoittelun vaikutuksesta erilaiset elinkeinoelämän ja kansallisvaltioiden laajentumispyrkimykset lisääntyvät, samalla kun kansallisvaltion merkitys vähenee.<sup>27</sup> Digitalisaatio, yleinen teknologisoituminen, robotisoituminen ja virtualisoituminen avaavat mahdollisuuksia arvoketjuissa uudelle yrityksitoiminnalle ja suomalaisille alihankkijoille. Esimerkiksi joukkoistaminen<sup>28</sup> avaa uusia mahdollisuuksia myös yksilöiden aktiivisuudelle ja läpimurroille.

Teknologian kasvusta ja yleisestä niukkuudesta syntyy uusia ratkaisuja, joissa erikoistuneen osaamisen tarve korostuu.<sup>29</sup> Osaajista on yhä suurempi pula, mutta samalla koulutettua väestöä on myös jatkuvasti työttömänä alueellisen epätasapainosta johdosta. Globaalin palveluntuotannon yhä kiihtyvä keskittyminen Aasian kasvukeskuksiin johtaa tiivistyviin riippuvuuksiin sekä elinkeinoelämässä että yksilöiden kulutuskäyttäytymisessä.<sup>30</sup> Huoltovarmuusorganisaation ja viranomaisten mahdollisuudet vaikuttaa kansalliseen resilienssiin kapenevat. Tulevaisuudessa syntyy jatkuvasti uusia riippuvuuksia globaaleista kasvukeskuksista myös turvallisuusviranomaisille ja huoltovarmuuskriittisille yrityksille.

Suomen demografiset ongelmat jatkuvat tulevaisuudessa<sup>31</sup>, mikä vaikuttaa erityisesti talouteen ja julkisen sektorin rahoitusmahdollisuuksiin. Julkisella sektorilla niukat varat kohdennetaan helposti talouskasvun lisäämiseen ja positiivisen kierteen pönkittämiseen<sup>32</sup>. Perinteiseen huoltovarmuuteen jää yhä vähemmän aikaa. Huoltovarmuus nähdään tulevaisuudessa yhä enemmän kannustimien ja synergian kautta syntyvänä positiivisena toimintana. Tulevaisuudessa kannustimilla tuetaan yhteiskunnan keinoja hallita riippuvuutta korkeasta teknologiasta ja kriittisestä osaamisesta sekä häiriöttömästä tietoliikenteestä. Suurin osa huoltovarmuudelle kriittisistä tuotteista ja palveluista tuotetaan Suomen ulkopuolella.<sup>33</sup>

Sisäinen muuttoliike maalta kaupunkeihin ja alueellinen keskittyminen jatkuu. Muuttovoittajia ovat Etelä-Suomessa Espoo, Vantaa ja Helsinki ja muualla Tampere sekä Oulu.<sup>34</sup> Yleisen kasvutrendin lisäksi on havaittavissa myös vastakkaista kehitystä, jossa kaupungistumisen aiheuttama asumisen kallistuminen keskittymissä lisää etätöiden kiinnostavuutta. Erikoisosajien ja etätömahdollisuuksien laajentuminen lisää tiedonsiirron tarpeita ja haavoittuvuutta valtakunnallisesti.

Tuotantorakenne muuttuu palvelupainotteiseksi. Tuotantorakenteen painopiste on siirtynyt taantuman jälkeen jalostuksen toimialoista palvelutoimialoihin. Jalostuksen arvioidaan supistuvan. Jalostuksen tuotanto-osuus voi kasvaa 2020-luvun lopulla, mutta ei välttämättä saavuta taantumaa edeltänyttä tasoa. Myös alkutuotanto supistuu hieman. Toimialojen työllisyysrakenne kehittyy tuotantorakennetta vastaavasti.<sup>35</sup>

Valtion ulkoinen ja sisäinen turvallisuus kytkeytyvät tiiviimmin yhteen. Turvallisuusintegraatio syvenee ja kansainvälistyy. Suomalainen turvallisuuskulttuuri heikkenee huolimatta siitä, että turvallisuuspoikkeamien lisääntyminen johtaa reagoiviin toimenpiteisiin ja viranomaisten keinovalikoima laajenee. Kokonaisuutta on yhä vaikeampi hallita, ja 2035-luvulle mentäessä teknologian ei vielä uskota olevan riittävän kehittyneitä hallitakseen systeemien keskinäisriippuvuuksia. Turvallisuusjohtamisessa päätöksentekohetken hahmottaminen on usein vaikeata ja keinoja on yhä vaikeampi erottaa päätöksenteon perusteista.<sup>36</sup> Arvojen ymmärtäminen korostuu. Ihminen muodostaa haavoittuvuuden myös kahdenkymmenen vuoden päästä. Suomalaisessa yhteiskunnassa verkostoituminen on johtanut pitkiin ja monisäikeisiin arvoketjuihin, joissa vastuut hajautetaan verkostoon.<sup>37</sup> Keskittyminen ydintoimintaan korostuu. Kehitys näkyy myös viranomaisten, keskushallinnon ja kuntasektorin verkostojohdamisessa ja kumppanuuksien kehittymisessä. Kumppanuuksia hallitaan ja kehitetään monella eri tasolla, joilla kaikilla nähdään kriisinkestävyys kannalta keskeisiä kehittämistarpeita, kuten esimerkiksi yhteiset pelisäännöt, alihankintojen hallinta ja harjoittelu. Monissa tapauksissa kustannustehokkuuden ja kilpailukyvyn tavoittelu voidaan ajatella johtavan tosiasiallisten toimien riittämättömyyteen. Myös turvallisuuden odotetaan kallistuvan järjestelmien yleisen hintakehityksen ja monimutkaistumisen myötä, vaikka yksittäisissä palveluissa ja laitteissa hinta laskisi merkittävästi.

## Murroksen vaikutukset Suomeen

*”Ja kansa, jonka keskuudessa sivistys on pysähtynyt ja kuollut, kulkee nopein askelin kohti tuhoansa.”<sup>38</sup>*

Tulevaisuuden sodassa tarvitaan tueksi toimiva yhteiskunta – kaikille osapuolille. Myös hyökkääjän logistiikalle ja informaatiovaikuttamiselle on eduksi, että sähköinen tiedonsiirto ja yhteiskunnan rakenteet eivät vaurioitu hyökkääjän tavoitteleman loppuasetelman kannalta liikaa. Esimerkiksi Suomessa sijaitsevat ylikansalliset palvelinhotellit ja niihin kytkeytyvä infrastruktuuri voi olla suojattavaa myös hyökkääjälle.

Suomalainen yhteiskunta muuttuu yleisen kehityksen mukana.<sup>39</sup> Kyky turvata väestön toimeentulo, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömät taloudelliset toiminnot ja niihin liittyvät tekniset järjestelmät rakentuvat kilpailukykyisen ja vakaan kansantalouden varaan.<sup>40</sup> Vakaa yhteiskunta ja vauras kansantalous mahdollistavat sellaisten rakenteiden kehittämisen ja ylläpidon, joiden avulla varmistetaan huoltovarmuudelle välttämättömän infrastruktuurin, tuotannon ja palveluiden jatkuvuus ja saatavuus vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa.

Muutoksen hallinta on tulevina vuosina entistä vaikeampaa ja vaatii systeemijattelua sekä tilanneymmärrystä rajoitteista. Siihen Suomen koulutustaso antaa hyvät lähtökohdat tulevaisuudessa. Haasteeksi nousee seuraavina vuosikymmeninä nähtävä työelämän murros ja sen hallinta. Kriisinkestävyyyteen vaikuttava muutos vaatii monialaista ja kokonaisvaltaista ymmärrystä, jossa ammattirakenteen murros lisää mukautumiskykyä ja vähentää ennustettavuutta. Juuri suomalaisen työn tuntemus luo perustan arvioida sodan osaamistarpeita. Palveluntuottajien arvoketjuissa ja puolustusvoimien reservissä on suuri osa tulevaisuuden sodassa tarvittavasta osaamisesta, josta merkittävä osa siirtyy yhä useammin Suomen ulkopuolelle.

Väestön toimeentulo on yhteiskunnan kriisinkestävyyyden edellytys. Valtion talouspolitiikalla ja sisäpoliittisilla ratkaisuilla vaikutetaan keskeisesti väestön toimeentulon turvaamiseen. Verkottuneessa kansainvälisessä toimintaympäristössä, kuten EU:ssa, tehtävät taloudelliset ratkaisut ja kauppapolitiikka sekä ulkopoliitiikka muodostavat merkittäviä heijastevai-

kutuksia väestön toimeentulon turvaamisen ratkaisuihin Suomessa. Kaikki ratkaisut eivät ole yksiselitteisesti Suomen omissa käsissä. Eurooppalaiset sisämarkkinat ovat muutoksen kohteena.<sup>41</sup> Suomessa muutoksen kärkihankkeiksi on valittu biotalous, digitalisaatio ja puhdas teknologia.<sup>42</sup> Turvallisuus on nouseva huoli EU:n puitteissa, mutta Suomessa varsinaiseksi kärkihankkeeksi asti itse turvallisuutta ei ole nostettu.

Taloukasvu on jäämässä hitaaksi ja luonnon ääri-ilmiöiden odotetaan lisääntyvän, kun ilmastonmuutos etenee. Vuosikymmenen alun runsaslumisten talvien kokemukset sekä myrskyjen vaikutukset ovat uutisoinnissa ja yhteiskunnallisessa keskustelussa nostaneet esille arvioita ja näkemyksiä yhteiskunnan haavoittuvuudesta ja sitä kautta kriisinkestävydestä. Yhteiskunnallinen kriisinkestävyyskeskustelu on siirtynyt fyysisen infrastruktuurin toimintahäiriöistä yhä enemmän kyberturvallisuuteen ja energiansaannin varmistamiseen. Sähkökriittisyys laajenee nopeasti. Myös tilannekuva on riippuvainen sähköstä.

Yhteiskunnan varautumisen edellyttämä rahoitus näyttää jatkuvan niukkana. Taustalla vaikuttava yhteiskunnan taloudellinen kehitys johtaa resurssien vähyyteen ja rakenteelliseen rahoitusvajeseen. Nykyisellä rahoituskehityksellä on vaikea ylläpitää riittävää huoltovarmuutta perinteisin keinoin. Huoltovarmuus pyritään integroimaan kaikille tasoille kannustimien avulla, joilla luodaan positiivinen varautumista tukeva kierre. Keskeinen kannustin on yrityksen jatkuvuus ja turvallisuuden panostamisen aiheuttama synergia. Tietyissä tilanteissa turvallisuuteen sijoittanut yritys voi saavuttaa myös kilpailuedun ja mahdollisuuden edullisiin investointeihin huonoina aikoina. Kannustimien suosiminen voi johtaa myös negatiiviseen kierteseen. Suomalaisen elinkeinoelämän kilpailukyvyyn korostaminen johtaa pahimmillaan riskinottoon varautumisessa. Esimerkiksi jatkuvuudenhallinnassa ennakoivien toimien tosiasiallinen resursointi jää vähemmälle painoarvolle suhteessa elinkeinoelämän kilpailukyvyyn edellyttämiin investointeihin. Myös toipumiskyvyn edellyttämät keinot voidaan nähdä liian reaktiivisina.

Kyky turvata väestön toimeentulo, maan talouselämän ja maanpuolustuksen kannalta välttämättömät taloudelliset toiminnot ja niihin liittyvät tekniset järjestelmät rakentuvat kilpailukykyisen ja vakaan kansantalouden varaan. Vakaa yhteiskunta ja vauras kansantalous mahdollistavat sellaisten

rakenteiden kehittämisen ja ylläpidon, joiden avulla varmistetaan huoltovarmuudelle välttämättömän infrastruktuurin, tuotannon ja palveluiden jatkuvuus ja saatavuus vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Kriisinkestävyteen vaikuttavat muutostekijät, uhkat ja riskit ovat jatkuvasti monipuolistuneet ja laaja-alaistuneet. Huoltovarmuuden turvaamisessa korostuvat sähköisiin tieto- ja viestintäjärjestelmiin, energiansaantiin, väestön terveyteen ja toimintakykyyn liittyviin häiriöihin ja uhkiin sekä luonnon- ja ympäristöonnettomuuksiin varautuminen. Vakavimpana ulkoisena uhkana huoltovarmuudelle tulee edelleen pitää kriisitilannetta, jossa kyky tuottaa tai hankkia ulkomailta kriittisiä tavaroita ja palveluja on väliaikaisesti vaikeutunut.<sup>43</sup>

Suomalainen yhteiskunta on myös tulevaisuuden sodassa riippuvainen ulkomailta saatavasta merikuljetuskapasiteetista. Ulkomaankaupastamme pääosa kulkee meritse. Merikuljetusten volyymia ei voida tulevaisuudessa korvata muilla kuljetusmuodoilla. Laivalastillinen vastaa yhteensä kahtakymmentä junaa ja lähes tuhatta rekkaa. Suomalaisten alusten osuus on koko Itämeren ulkomaankaupasta vain muutamia kymmeniä prosentteja.<sup>44</sup> Satamat erikoistuvat ja toiminnot keskittyvät suurimpiin satamiin 2035 mennessä. Niihin kytkeytyvä logistiikka kehittyy joustavammaksi ja tehokkaammaksi, mutta samalla nykyistä häiriöherkemmäksi. Tulevaisuuden sota voidaan käydä tilanteessa, jossa tuonnissa on merkittäviä rajoitteita. Tulevaisuudessa yhteiskunta on entistä riippuvaisempi myös alkulähteiden logistiikasta. Esimerkiksi raaka-aineiden tai kriittisten palveluiden häiriöt voivat heijastuvat suoraan Suomen elinkeinoelämään.

Suomen huoltovarmuuden kannalta tärkeimmät teollisuuden alat ovat energia, elintarvikkeet, terveydenhuolto, metsäteollisuus, kemianteollisuus ja teknologiateollisuus, joissa tuonnin osuus on merkittävä, monissa raaka-aineissa jopa 100 %. Tuotannon keskeytymisestä aiheutuu seurannaisvaikutuksia tuotantoon ja elinkeinoelämälle. Energiantuotannon arvioidaan keskeytyvän muutamassa kuukaudessa, kun hiilivarastot loppuvat. Öljynjalostus olisi ajettava alas muutamassa päivässä. Muut tuoteryhmät riittävät päivistä kuukausiin.<sup>45</sup>

Voimassa oleva lainsäädäntö antaa viranomaisille ja yhteiskunnan muille toimijoille perusteet varautumisesta, jolla kriisinkestävyttä ylläpi-

detään ja kehitetään. Keskeistä on viranomaisten välinen tiedonvaihto ja tilannekuva käytettävissä olevista resursseista ja toimenpiteistä kriisitilanteessa. Lainsäädäntö ei kaikissa suhteissa ole kuitenkaan velvoittava, vaan esimerkiksi yrityksille jää harkinta- ja ratkaisumahdollisuus siitä, minkälaisia varautumisen toimenpiteitä ne tekevät. Tähän vaikuttavat suuresti kustannustekijät. Edellä mainittujen vaihtoehtoisten menettelyjen tai varajärjestelyjen rakentaminen ja ylläpito aiheuttavat yrityksen toiminnalle lisäkustannuksia. Taloudellinen mekanismi toimii niin, että aiheutuvat kustannukset siirretään asiakashintoihin – asiakas maksaa. Tällä taas on vaikutusta yrityksen kilpailukykyyn ja tätä kautta toiminnan kannattavuuteen.<sup>46</sup>

*“The best hope is that technology can deliver the economic growth and rising prosperity voters want. If that happens, these threats will not disappear but they will be much reduced. But for all the hype about new technology, productivity has been sluggish. The omens are not great.”<sup>47</sup>*

Globaali kasvu perustuu seuraavat vuosikymmenet teknologian rajattomaan kasvuun. Kehittyessään teknologia tarjoaa yhteiskuntaan ja sodankäyntiin yhä kehittyneempiä ratkaisuja. Yhteiskunnan kriisinkestävyyden voidaan arvioida olevan perusratkaisuiltaan toimiva myös tulevaisuuden sodassa. Teknologian kehitys, digitalisaatio sekä kaupungistumiseen ja väestön ikääntymiseen liittyvät innovaatiot muuttavat nopeasti arkaamme. Siksi myös yhteiskunnan rakenteiden, käyttämiemme palvelujen ja osallistumistapojemme tulee uudistua.<sup>48</sup> Suomen varautumisjärjestelyjen perusratkaisut antavat hyvän lähtökohdan jatkuvuuden hallinnalle nykytilanteessa, ja lujalla tahdolla sekä rahoituksella varautuminen kestää murroksen. Toimintaympäristön ja uhkakuvien muuttuessa lähtökohtana on laaja turvallisuusajattelu, jossa sääntelyssä huomioidaan kokonaisturvallisuus ja keinoina on koko yhteiskunnan voimavarojen hyödyntäminen tilanteen edellyttämässä laajuudessa. Varautumisessa korostuu jo nykytilanteessa elinkeinoelämän vahvistunut rooli, jossa monet turvallisuusratkaisut ovat yhä teknisempiä ja sidoksissa huimaan teknologian kehitykseen. Samalla teknologiamurroksen taakse on yhä vaikea nähdä, joten sekä turvallisuustoimijoiden että palveluntuottajien on pysyttävä vauhdissa

mukana. Lopputulos voi olla epämieluisa, mutta vielä epämieluisampi se on matkasta jääneelle valtiolle. Murroksesta oppii vain olemalla mukana. ”Kaikki paitsi purjehtiminen on turhaa”.

## *Mikä voi murentaa kehityksen perusteita?*

---

*”Disaster comes when elites push society toward instability and eventual collapse by hoarding huge quantities of wealth and resources.”<sup>49</sup>*

### **Globalisaation vastavoimia**

Megatrendit synnyttävät vastatrendejä. Globaali toimintaympäristö on arvaamaton ja erilaiset yllättävät tapahtumat voivat nopeastikin muuttaa poliittista toimintaa. Taloudelliset intressit ja voimapolitiikka sekoittuvat toisiinsa ja ilmapiiri muuttuu. Syntyy uusia toimijoita ja liittoumia.<sup>50</sup>

### *Globalisaation ylikuumeneminen*

Voisiko lokalisaatio hidastaa kehitystä? Poliittisten, taloudellisten ja sosiaalisten trendien vaikutus ulottuu globalisaation vauhdittamana Suomeen aiempaa voimakkaammin. Niin kutsuttu ”Suomen metropolialueet” kytkeytyvät kansainvälisesti merkittäviin taloudellisen kasvun verkostoihin. Valtiojohtoisesta, hierarkkisesta toimintatavasta siirrytään kohti monitoimijaisista hallintoa, jossa globaali metropolialueiden luotsaama toimijaverkko ohittaa monin tavoin Euroopan sisäisen hallintojärjestelmän.<sup>51</sup> Seurauksena tulevaisuudessa erilaisten talous- ja turvallisuuskuplien puhkeamisen seurannaisvaikutukset ulottuvat vähintäänkin välillisesti suomalaiseen yhteiskuntaan ja sen kriisinkestävyyteen. Osa shokeista on normaalia aaltoliikettä, joista palautuminen aiheuttaa korkeintaan taloudellisia vaikutuksia ja tervehdyttää markkinoita. Romahdusten jälkeiset, usein reagoivat toimenpiteet toipumisessa, avaavat uudenlaisia markkinoita ja pakottavat kansakunnan huolehtimaan turvallisuudestaan. Seurauksena suomalainen jatkuvuuden hallinta kehittyisi luonnollisesti. Periaatteessa tasaisella tahdilla toistuvat laajahkotkin turvallisuustapahtumat parantavat resilienssiä



pitkällä aikavälillä, mikä johtaisi vuoteen 2035 mennessä entistä kriisinkestävämpään yhteiskuntaan.

Miten suuri shokki sitten riittäisi hidastamaan yhteiskunnallista murrosta ja aiheuttamaan merkittäviä ongelmia kansalaisille ja murentamaan pohjaa Suomen puolustuskyvyltä? Uhka sotilaalliseen interventioon kasvaisi, jos kansainvälinen järjestelmä muuttuisi epävakaaaksi ja painopisteettömäksi.<sup>52</sup> Globalisaation vastavoimaksi voisi nousta esimerkiksi yhdistelmä laajoja romahduksia, joissa useat maailmantalouden kuplat sekä ihmisten ja tiedon liikkuvuuteen vaikuttavat tapahtumaketjut puhkeaisivat samanaikaisesti. Kansainvälisen järjestelmän ja palvelualustojen luottamus joutuisi kyseenalaiseksi ja vaikuttaisi ihmisten ja turvallisuustoimijoiden toimintatapoihin kaikkialla maailmassa.<sup>53</sup> Ajatellaan esimerkiksi, että useiden vaikeasti hallittavien pandemioiden yhtäaikainen leviäminen osuisi yhteen ilmastonmuutoksen aiheuttamien laajojen kansanvaellusten<sup>54</sup> sekä romahtaneiden valtioiden aiheuttamien vakavien tietoturvaluusongelmien kanssa tilanteessa, jossa suurvallat joutuisivat keskittymään sisäiseen turvallisuuteen. Poliittinen ilmapiiri kiristyisi ja populistiset liikkeet saisivat kasvavaa kannatusta, mikä taas ruokkisi opportunistisia reaktioita myös ulkopoliittisesti. Talouselämä taantuisi laajaan lamaan. Kehityskulku hidastaisi globalisaatiota tukevia toimia ja voisi näkyä globaalina kriisinä jo 2030-luvulla. Globalisaation kiihtyvyys hidastuisi.

Kuplien ketjumainen puhkeaminen vaikuttaisi myös suomalaisen elinkeinoelämän rakenteisiin ja mahdollisuuksiin rakentaa häiriökestävää yhteiskuntaa kannustimien avulla. Merkittävät muutokset talouden ja huoltovarmuuden peruspilareissa voisivat aiheuttaa lyhyellä aikavälillä yhteiskunnallista levottomuutta ja horjuttaa luottamusta kansalaisten elinmahdollisuuksiin. Tässä tilannekehityksessä Suomi taantuisi syrjäiseksi saarekkeeksi. Vasta pitkällä aikavälillä palautumistoimet voisivat kovalla tahdolla tuettuna johtaa nykyistä kestävämpään yhteiskuntaan.

### *Lokalisaatio*

Kaupungistumisen pysähtyminen maailmanlaajuisesti on epätodennäköistä.<sup>55</sup> Myös Suomessa kaupungistuminen nähdään vääjäämättömänä kehityksenä<sup>56</sup> ja sitä nopeutetaan erilaisin kannustimin. Turvallisuusrat-

kaisut keskittyvät sinne, missä on kysyntää eli kaupunkeihin. Suomalainen yhteiskunnan kriisinkestävyys on haavoittuvinta juuri kaupungeissa, mutta samalla sinne kohdistuvat suurimmat investoinnit tulevana vuosikymmeninä. Kehitys olisi Suomen kannalta haitallista, mikäli maaseutu ei tyhjenisi oletetulla tavalla. Turvallisuusalan investoinnit kohdentuisivat epätarkoituksenmukaisesti. Yhdyskunta- ja aluerakenteilla on suuri vaikutus liikennejärjestelmään, ja toisaalta liikennejärjestelmä vaikuttaa monien linkitysten kautta yhdyskunta- ja aluerakenteiden toimivuuteen ja kehitykseen. Mikäli yli kolmannes suomalaisista asuisi haja-asutusseuduilla ja maaseutumaisissa ympäristöissä, liikennejärjestelmään kohdistuvat tarpeet näyttäisivät aivan erilaisilta. Joukkoliikenteen ratkaisujen sijaan kysyntä kohdistuisi yksityisliikenteeseen, ja mikäli liikkumistarpeissa ei tapahtuisi merkittävää vähennystä, liikennesuorite kasvaisi merkittävästi pidempien etäisyyksien vuoksi.<sup>57</sup> Vastatrendin vahvistuessa korjausliikkeitä ei ehdittäisi tehdä vielä 2030-luvulla, mutta nykyiset investoinnit ja kaupungistumisen varaan tehdyn sääntelyn vaikutukset ulottuvat 2040-luvulle. Puolustusvoimien toimintaedellytysten näkökulmasta Suomessa oltaisiin vuonna 2035 siirtymävaiheessa, jossa turvallisuusajattelu voisi jäädä vähemmälle poliittiselle tuelle.

Suomessa kaupungistumisen hidastumiseen voisi vaikuttaa myös palveluiden digitalisoituminen ja etätyömahdollisuuksien laajentaminen. Henkilökohtaisten palvelujen siirtyminen mobiililaitteisiin vähentää tarvetta liikkumiseen. Kehitys muodostaa merkittävän uhkan kriisinkestävyydelle riippuvuuksien lisääntymisestä herkässä systeemissä.

### *Luottamus teknologiaan*

*”Internetin sisällöt, kommunikaatio ja laskentateho voivat – todentotta – lisätä yksilöiden, yhteisöjen, yritysten ja verkostojen toiminnan älykkyyttä. Kun älykkyyys lisääntyy, se näkyy monissa eri yhteyksissä: älyvaatteissa, älykorteissa, älykkäissä kodeissa, älykkäissä teissä, älykkäissä autoissa, älykkäissä renkaissa, älykkäissä rajapinnoissa, äly-TV:ssä ja älypuhelimissa. Ehkäpä lopulta saavutamme jopa älykkään ja kestävämmän yhteiskunnan?... Kyberrikollisuus voi tuottaa viljejä kortteja sekä demokratialle että teknologiselle kehitykselle.”<sup>58</sup>*

Teknologiamurros etenee nopeasti, mutta osin pinnan alla.<sup>59</sup> Monet innovaatiot eivät ole kaikkien kuluttajien kannalta toivottavia. Teknologian hallitsematon positiivinen kasvukierre voisi johtaa myös hallitsemattomiin ongelmiin, jotka näyttäytyvät laajana luottamuksen puutteena uuteen teknologiaan. Kertakäyttöisyys lisääntyy myös teknologiassa ja kaikkea haavoittuvuutta ei koeta vakavana uhkana, mutta riittävän monta kertaa ryöstetty pankkitalletus ja yrityssalaisuuden varkaus tai peräjälkeisten kybertuhojen paikkailu yrityksessä johtaa luottamuspulaan. Kansallisen kyvyn rakentuminen ei ole itsestäänselvyys. Uskottava kyberturvallisuus ei toteudu ilman uskottavaa yritys kenttää.<sup>60</sup> Kybertoimintaympäristöön kohdistuvat uhkat ovat muuttuneet vaikutuksiltaan aiempaa vaarallisemmiksi yksittäisten ihmisten, yritysten sekä koko yhteiskunnan kannalta. Uhkia muodostavat toimijat ovat ammattimaisempia kuin ennen, ja nykyään niihin voidaan laskea kuuluviksi myös valtiolliset toimijat. Kybertoimintaympäristössä toteutettavia hyökkäyksiä voidaan käyttää poliittisen ja taloudellisen painostuksen välineinä ja vakavassa kriisissä yhtenä vaikuttamiskeinona perinteisten sotilaallisten voimakeinojen ohella tai niiden sijaan.<sup>61</sup>

Materiaalisen hyvinvoinnin lakipisteen saavuttaminen hyvinvoivissa väestöryhmissä voisi synnyttää ”nyt riittää” -ajatteluksi kutsutun trendin. Hyvinvointi ei lisäännä enää hankkimalla materiaa, vaan nimenomaan rajaamalla sitä. Hyvä elämä arvona korostuu.<sup>62</sup> Tulevaisuudessa kaupunkeihin voi syntyä esimerkiksi teknologiavapaita vyöhykkeitä, joista osa ihmisistä ei edes halua poistua. Teknologiasta irrottautumisesta voikin tulla luksusta, joka parhaimmillaan lisää kotivaraa ja sitä kautta yhteisöjen resilienssiä. Teknologiavapaat vyöhykkeet ovat vain yksi esimerkki kontrollin tunteen tarpeesta, jota eksponentiaalisen muutoksen aikakausi synnyttää.<sup>63</sup> Kontrollin kaipuu näkyy myös yhteiskunnan tasolla. Koska muutos ja epävarmuus ovat pelottavia, syyttävät ne kaipuun takaisin tuttuun ja turvalliseen.<sup>64</sup> Riittävän suuren turvallisuuskatastrofin seurauksena myös turvallisuusviranomaiset ja kunnat mahdollisesti keskittyvät yhä enemmän väestön toimeentulon turvaamiseen kriittisen infrastruktuurin romahtaessa. Riittävän paineen alla painopiste muuttuisi enemmän ennakoinnista toipumiskyvyn kehittämiseen. Paine sähkönsiirrosta riippumattomien järjestelmien rahoittamiseen on tultava kansalaisilta riittävän poliittisen tuen saamiseksi talousarvioon ja konkreettisiin toimiin.

### *Halvan öljyn loppu*

*”Halvan öljyn loputtua saattaa käydä ilmi, että nykyisenkaltainen öljyllä rakennettu hyperglobalisaatio oli vain muutaman vuosikymmenen pituinen hetki ihmiskunnan historiassa. Nykyisessä yhteiskunnassa jopa energiantuotanto on öljyriippuvaista. Logistiikkajärjestelmä ja tuotanto tarvitsevat öljyä vielä pitkään.”<sup>65</sup>*

Monet tutkijat katsovat, että öljyhuippu (Peak Oil) alkaa olla käsillä. Öljyhuipun lähellä tuotannon maksimi saavutetaan, minkä jälkeen tuotanto alkaa väistämättä vähentyä geologisten ja fysikaalisten syiden vuoksi. Nykyisestä ylituotannosta johtuva halpa öljy ei riitä loputtomiin nykyaikaiselle kasvavalle liikenteelle, maanviljelylle ja teollisuudelle.<sup>66</sup> Öljynhinnan nousemisen aiheuttaa negatiivisia vaikutuksia maailmantalouteen ja ihmisten elämään. Yhdessä ilmastonmuutosten vaikutusten kanssa vaikutus tehostuu. Ennustukset näistä vaikutuksista poikkeavat paljon toisistaan. Öljyntuojamailla, kuten Suomella, tilanne on vielä vakavampi, sillä vientimaamallin mukaan öljyntuottajamaan tuotannon vähetessä vientiin riittävän öljyn määrä vähenee tuotantoa nopeammin viejämään oman kulutuksen kasvun ansiosta.<sup>67</sup> Öljyhuipun seurausten lieventämiseksi öljyn kulutusta täytyisi vähentää, johon ei olla vielä valmiita. Öljyriippuvuus ei poistu sodan kuvasta vielä pitkään aikaan. Yhteiskunta on öljyriippuvainen myös 2035 ja toisaalta eurooppalaisten valtioiden nykyiset investoinnit perustuvat pitkälti legacy-järjestelmiin, joissa kulutus ei ole määräävä tekijä. Ponnistelut energiatehokkuuden lisäämiseksi on kuitenkin aloitettu ja integroitu Naton transformaatiotavoitteisiin.<sup>68</sup>

Optimistiset ennusteet öljyhuipun ajankohdasta sijoittuvat vuoteen 2020 tai sen jälkeen,<sup>69</sup> mikä ennustaa suuria investointeja vaihtoehtoihin polttoaineisiin tai sähköön perustuvaan liikenteeseen ilman suuria muutoksia elämäntyyliin öljynkuluttajamaissa. Pessimistiset ennusteet olettavat öljyhuipun jo ohitetun. Näiden ennusteiden mukaan olemme jo nyt öljyhuipulla tai että öljyhuippu saavutetaan aivan pian.<sup>70</sup> Tällaisissa ennusteissa öljyhuipun seurauksia ei enää kannata yrittää lieventää, ja sen seurauksena ennustetaan maailmanlaajuisia lamaa, teollisen yhteiskunnan romahtamista ja suurta väestön vähentymistä. Seurannaisvaikutukset eivät tapahdu

hetkessä, mutta kytkeytyneenä yleiseen poliittiseen levottomuuteen negatiiviset turvallisuusvaikutukset heijastuvat Suomeen sisäisen turvallisuuden ongelmana.

Öljyhuipun jälkeen sääntelyn tarve lisääntyy. Se voidaan nähdä globalisaation vastavoimana. Globalisaatio on heikentänyt maiden kykyä kontrolloida taloudellista kehitystään. Vuonna 2008 alkanut maailmanlaajuinen finanssikriisi on esimerkki globaalien talouden varjopuolista. Yhdysvalloista alkunsa saanut pankkikriisi levisi kaikkialle maailmaan muodostuen globaaliksi reaalityalouden kriisiksi. Siitä seurannut talouden taantuminen ja työttömyys vaikuttavat edelleen ihmisiin ympäri maailmaa. Kriisi osoitti, että globaalitalous tarvitsee maailmanlaajuisia yhteisiä pelisääntöjä.<sup>71</sup>

### *Hallitsematon työn muutos*

*“The number of young people out of work globally is nearly as big as the population of the United States”<sup>72</sup>*

Noin 90 % maailman datasta on luotu viimeisen kahden vuoden aikana.<sup>73</sup> Digitaalitaloudessa korostuvat itsepalvelu, vertaistuotanto, epäsuorat ansaintamallit ja muu kuin markkinavaihdanta. Sama tieto päätyy lukuisiin eri käyttöihin. Virtuaalitalous on osin näkymätöntä. Puhutaan piilotaloudesta, jonka kasvavaa merkitystä emme täysin hahmota. Työ hajoaa ja sen sisältö muuttuu. Monipaikka-, moniansio-, osa-aika- ja yrittäjätö lisääntyy. Ihmisen alueina pysyvät vielä ainakin 2030-luvulle asti keksiminen, intuitio, moraali ja etiikka.<sup>74</sup>

Talouden osalta suurimmat muutokset ja epävarmuudet liittyvät digitalisaation mukanaan tuomiin uusiin toimintatapoihin ja talouskasvuun perustuvan ajattelun pätevyyyteen tulevaisuudessa. Tietotyön automatisaatio oppivan koneilyn myötä muuttaa toisaalta ammattirakennetta ja toisaalta tuo mukanaan toisenlaisia työskentelyn muotoja. Työn tuottavuuden nousu tulee lähinnä teknologisesta kehityksestä, ei niinkään työvoimasta. Alustatalous globaalissa mittakaavassa saattaa johtaa joko kansainvälisen kilpailun kiristymiseen, palkkojen alasajoon ja työn pirstoutumiseen tai uudenlaisiin taloudellisen arvon jakamisen muotoihin. Se millaista työtä tehdään, kuka sitä tekee ja miten, on muutoksessa, jonka

suuntaan vaikuttavat vallalla olevat ajattelumallit.<sup>75</sup> Esimerkiksi robotiikan mukana syntyy uusia osaamisvaatimuksia ja keskinäisriippuvuuksia. Tehdasrobottien rinnalle kasvaa palvelurobotiikkaan perustuvia ratkaisuja. Palvelurobotiikka on sovellusalue, joka kattaa muut kuin perinteiset tehdastyöt. Palveluroboteilla on myös hyvä liikkuvuus. Sovellusalueita työelämässä ovat 2030-luvulla esimerkiksi työkoneteknologia rakentamisessa ja luonnonvarojen hyödyntämisessä, avaruudentutkiminen ja lähiavaruuden hyödyntäminen, palvelutoiminnot kuten yksitoikkoiset raskaat tai terveydelle vaaralliset työt, kotiapu, sotilasteknologia, katastrofien jälkihoito, ydinteknologian purkaminen sekä erilaiset viihdesovellukset.<sup>76</sup> Robotiikka yhdistettynä metallin ainetta lisäävään tulostukseen ja 3D-tulostamisen kanssa luo täysin uusia sovellusmahdollisuuksia sekä sotilas- että siviilikomponentille. Tämä kehitys luo myös yhteiskunnassa ja taistelulentäällä nykyistä paremmat edellytykset ihmisen työpanoksen korvaamiselle tai täydentämiselle.

Lyhyellä aikavälillä tietokoneistuminen ja robotiikka voivat vähentää työvoiman tarvetta merkittävästi joillakin aloilla. Toisaalta, uuden teknologian omaksuminen ja hyödyntäminen vie aikaa, ja samalla antaa sitä työmarkkinoiden sopeutumiseen.<sup>77</sup> Työn muutos sinällään ei hidasta globalisaatiota, mutta yhdistettynä väestön polarisaation lisääntymiseen ja syrjäytymiseen pienelläkin muutoksella on negatiivisia vaikutuksia sisäiseen turvallisuuteen ja hajoavien valtioiden turvallisuustilanteeseen.

Pitkäaikaistyöttömyyden suhteellisen pienetkin heilahdukset aiheuttavat suomalaisille veronmaksajille suuremmat kustannukset kuin mitä ovat Suomen vuotuiset puolustusmenot.<sup>78</sup> Perinteiseen turvallisuuteen jää yhä vähemmän rahaa valtion budjetista. Rahoitusvaje pitkittyessään vaikuttaa mahdollisuuksiin investoida riittävästi varautumiseen ja sotilaalliseen maanpuolustukseen.<sup>79</sup> Ammattirakenteen muutos asettaa ammattiliitot ja poliittiset puolueet ennennäkemättömään haasteeseen. Globalisaation eteneminen murentaa pohjaa vahvalta ammattiin johtavalta koulutukselta. Ikääntyminen ja digitalisaatio muuttavat työpaikkojen määrää ja työn luonnetta. Työn murroksessa ei ole kyse siirtymisestä yhdestä tavasta tehdä töitä johonkin toiseen, vaan nykyisestä useaan erilaiseen tapaan. Tämä edellyttää uutta terminologiaa sekä entisten asenteiden ja näkemysten haas-

tamista. Osaamisen jatkuva päivitys on avainasemassa erityisesti hyvinvoinnin turvaamiseksi, kun työtavat ja työn luonne muuttuvat.<sup>80</sup>

Muutospaineisiin vastaamisesta voidaan hahmottaa kaksi linjaa. Toinen keskittyy lähitulevaisuuteen korostaen tehokkuuden ja kilpailukyvyn kasvattamista sekä työmarkkinoiden joustavoittamista. Toinen katsoo pidemmälle peräänkuuluttaen työn uudelleenmäärittelyä ja toimeentulon rakenteiden uudistamista. Haasteena on saada nämä kaksi näkemystä kohtaamaan.<sup>81</sup> Epäonnistuessaan työn muutoksella voi olla vaikutuksia aivovuotona ja jopa yhteiskuntarauhan järkkymisenä. Osaamisen varmistaminen on keskeinen haaste myös turvallisuustoimijoille, joille on tärkeää myös niin sanottu osaamisen huoltovarmuus Suomen puolustuksen teknologisen ja teollisen perustan turvaamisessa.

Erimielisyyttä on aiheuttanut myös globalisaation vaikutukset köyhimpien maiden asemaan. Elintasokuilua ruokkii rakenteellinen työttömyys, joka ulottuu tulevaisuudessa myös alhaisen työvoiman maihin.<sup>82</sup> Kansainvälisen kilpailun koventuminen pakottaa yritykset jatkuvasti tehostamaan toimintaansa. Varsinkin tuotannon työpaikkoja on siirretty Suomesta alhaisen palkkatason ja verotuksen maihin. Globalisaation on myös pelätty kaventavan demokratiaa, kun suuryrityksistä on alkanut muodostua valtioita vaikuttavampia toimijoita globaaleilla markkinoilla. Parhaimmillaan globaali liiketoiminta tuo kehitysmaihin investointeja, osaamista ja työpaikkoja. Riskinä on kuitenkin vastuuton yritystoiminta, joka pahimmillaan tuhoaa ympäristöä, polkee työntekijöiden oikeuksia, kiertää veroja ja ruokkii korruptiota.

Köyhän väestön osuus kasvaa sekä kehittyneissä jälkiteollisissa maissa että kehitysmaissa. Veden niukkuus on yksi suurimmista koko maailmaa koettelevista riskeistä, joka ulottuu hidastavana tekijänä valtioiden välisistä suhteista aina alueelliseen talouskehitykseen. Seuraavien suurien kansanvaellusten ensi askeleita otetaan parhaillaan. Globaalin köyhyyden ja vesipulan sekä globaalin työn muutoksen toisiinsa kietoutuneet yhteisvaikutukset heijastuvat Suomeen. Myös Suomessa yhteiskunta polarisoituu. Tartuntatautien lisääntyminen keskilämpötilan kasvaessa ja veden niukkuudesta johtuvat konfliktit ajavat kansoja liikkeelle. Työn murroksen hallitsemattomuus voisi lisätä protektionismia, joka taas hidastaisi globalisaation perustuvan kasvun tavoittelua.

Pitkäaikaistyöttömyys on vaarassa jäädä rakenteelliseksi ongelmaksi.<sup>83</sup> Työmarkkinatuen ja peruspäivärahan, asumis- ja toimeentulotuen, päivähoitomaksujen alentumisen ja saamatta jääneiden verotulojen aiheuttaman vuotuisen kustannusvaikutuksen suuruisella summalla maksettaisiin kaikki vuotuiset puolustusmenot. Lisäksi pitkäaikaistyöttömyyden vaikutus sosiaaliseen ja henkiseen kriisinkestävyyteen ajatellaan olevan kriisinkestävyyden kannalta negatiivista ja aiheuttavan välillisiä kustannuksia yhteiskunnalle esimerkiksi terveydenhuoltomaksuina. Esimerkiksi syrjäytymiskehityksen katsotaan heikentävän kansakunnan kykyä kestää vakavia häiriöitä. Pitkäaikaistyöttömyys lisää yhteiskunnallista polarisatiota entisestään, joka heikentää yksilöiden omaehtoista sitoutumista jatkuvuuden hallintaan.<sup>84</sup>

Toimintaympäristön ja työn kiihtyvä muutos ja lyhytjänteisyyden yleistyminen vaikeuttavat tarvittavan erikoisosaamisen hahmottamista. Harkinnan ja kokonaisvaltaisuuden merkitys korostuu jo nykypäivänä, jos erityisosaamista kohdennetaan yhteiskunnasta viranomaisten ja maanpuolustuksen käyttöön. Erikoisosaamisen lisäksi suuren volyymin ulosmittaaminen on haasteellista myös perinteisiä sotilastaitoja vaativissa tehtävissä, koska huippuunsa optimoiduissa järjestelmissä yhä useampi ihminen muodostaa kriittisiä solmukohtia arvoketjuissa. Kotimaisen teollisuuden ohuus ja elinkeinoelämän palvelupainotteisuus vaikeuttavat poikkeusoloissa ja vakavissa häiriöissä materiaalista valmiutta ja infrastruktuurin käytettävyyttä.

#### *Horjuuko luottamus Aasian talouskasvuun?*

Suomen nähdään pudonneen tietoyhteiskunnan terävimmästä kärjestä, mikä voi johtaa kilpailukyvyyn suosimiseen yhteiskunnan kriisinkestävyyden sijaan. Kriisinkestävyyden tarjonta laskee, jos kysyntä laskee. Parhaimmillaan kilpailukyvyyn ja varautumisen tavoitteet tukevat toisiaan, mitä pyritään edistämään erilaisissa turvallisuusstrategioissa ja erilaisin huoltovarmuutta edistävin kannustimin. Kehitys näyttää kuitenkin menevän markkinaehtoisesti osin hallitsemattomasti.

Turvallisuus nähdään usein saavutettavan keskinäisriippuvuuksien kautta, jossa kumppanin valintaan vaikuttaa luotettavuus. Luotettavuus perustuu oletukseen jatkuvuudesta, jossa systeemi rakentuu johonkin suu-



rempaan kasvuun. Esimerkiksi Aasian talouden romahtaminen aiheuttaisi merkittäviä ongelmia yritysten kriisinkestävyydelle, koska monien kriittisten palveluiden arvoketjut ja palveluiden hankinnat on Kiinaan sijoitettuisa globaaleissa yrityksissä kiinni. Ongelman välttämiseksi suomalaisten ja Suomen kansalaisia palvelevien globaalien yritysten olisi rakennettava joustavia ja kriisinkestäviä verkkoja, joissa myös turvallisuusviranomaisten ja terveydenhuollon sekä huoltovarmuuskriittisten yritysten tarpeet on huomioitu. Tämän lisäksi kansallinen teknologinen varautuminen on elinehto kriisinkestävyydelle. Pohdittavaksi jää, onko asiat varmennettu riittävän kattavasti ja riittääkö luja tahto rakentaa resilienssiä 2030–2040-luvulla jopa kilpailukyvyyn kustannuksella. Tämä edellyttäisi globalisaation vauhdin tietoista hidastamista laajemmassa eurooppalaisessa viitekehyksessä.

### *Lopuksi*

---

*”Maamme nykyinen asema on tämä: On epävarmaa, tuleeko sota vai rauha; jos sota syttyy, joutuvat Suomen rannikot varmaan saarretuiksi; epävarmaa on, hyökkääkö vihollinen maahamme vai ei.”<sup>85</sup>*

Suomi on logistinen saareke myös tulevaisuuden sodassa. Geopoliittinen asema ei juuri järkähä. Sota on kuitenkin aikansa tuote, ja tulevaisuudessa sitä on yhä vaikeampi määritellä tai tunnistaa. Talouselämän mekanismit ovat jälleen kerran saaneet uusia sodankäynnin piirteitä. Tämä kehitys näyttää vahvistuvan. Uusien globaalien voimaryhmittymien muodostuminen näkyy monella tavalla turvallisuusympäristössä, jonka todelliset vaikutukset nähdään vasta seuraavien vuosikymmenien kuluessa. Kaikissa kehityskuluissa yhteiskunnan murros vaikuttaa sodan kuvaan merkittävästi.<sup>86</sup> Tulevaisuudessa sotilaskomponentin suorituskyvyt perustuvat suurelta osin muualta yhteiskunnalta saataviin resursseihin ja osaamiseen, joiden osalta Suomi on yhä riippuvaisempi globaaleista markkinoista ja altis niiden häiriöille. Haasteena on turvata puolustuskyvyn kannalta kriittisten järjestelmien toimintakyky myös yhteiskunnan laajoissa häiriötilanteissa<sup>87</sup> ja globaalissa kilpailussa. Siinä mielessä tulevaisuuden sota on jo käynnis-

sä, mutta sen ratkaisutaistelujen ajoitus ja todennäköisyys on epävarmaa. Myös vastustajaa tai vihollista on yhä vaikeampi tunnistaa.

Suomen ja sen kansalaisten sivistyksen on kestettävä murros toisen-  
sa jälkeen, jos aikovat selvitä tulevaisuuden sodassa. Siinä selviävät vain  
osaavimmat ja kokonaisvaltaisesti toimivat osapuolet yhdessä. Yksilöt ja  
yhteisöt sekä viranomaiset hoitavat perustuslaillisen velvollisuutensa ja  
osaavat hyödyntää globaaleja arvoketjuja sodan päämäärän ja taisteluiden  
tukemiseksi. Tulevaisuuden sodassa kaikki on kriittistä, mutta toimien ajoitus  
ja kriisinkestävyys ratkaisee menestyksen. Seuraavien vuosikymmenien  
puolustuskyvyn kannalta on merkittävää, että kokonaisturvallisuuden  
syvälinen kokemus ja perinteet olisi siirrettävä seuraavalle sukupolvelle.  
Kriisinkestävyyden kannalta merkittävät asiat jäävät tulevaisuudessa hel-  
posti pinnallisempien arvojen varjoon ja yhteiskunnan rakenteita on yhä  
vaikeampi nähdä viisauden ja elämäkokemuksen kautta.

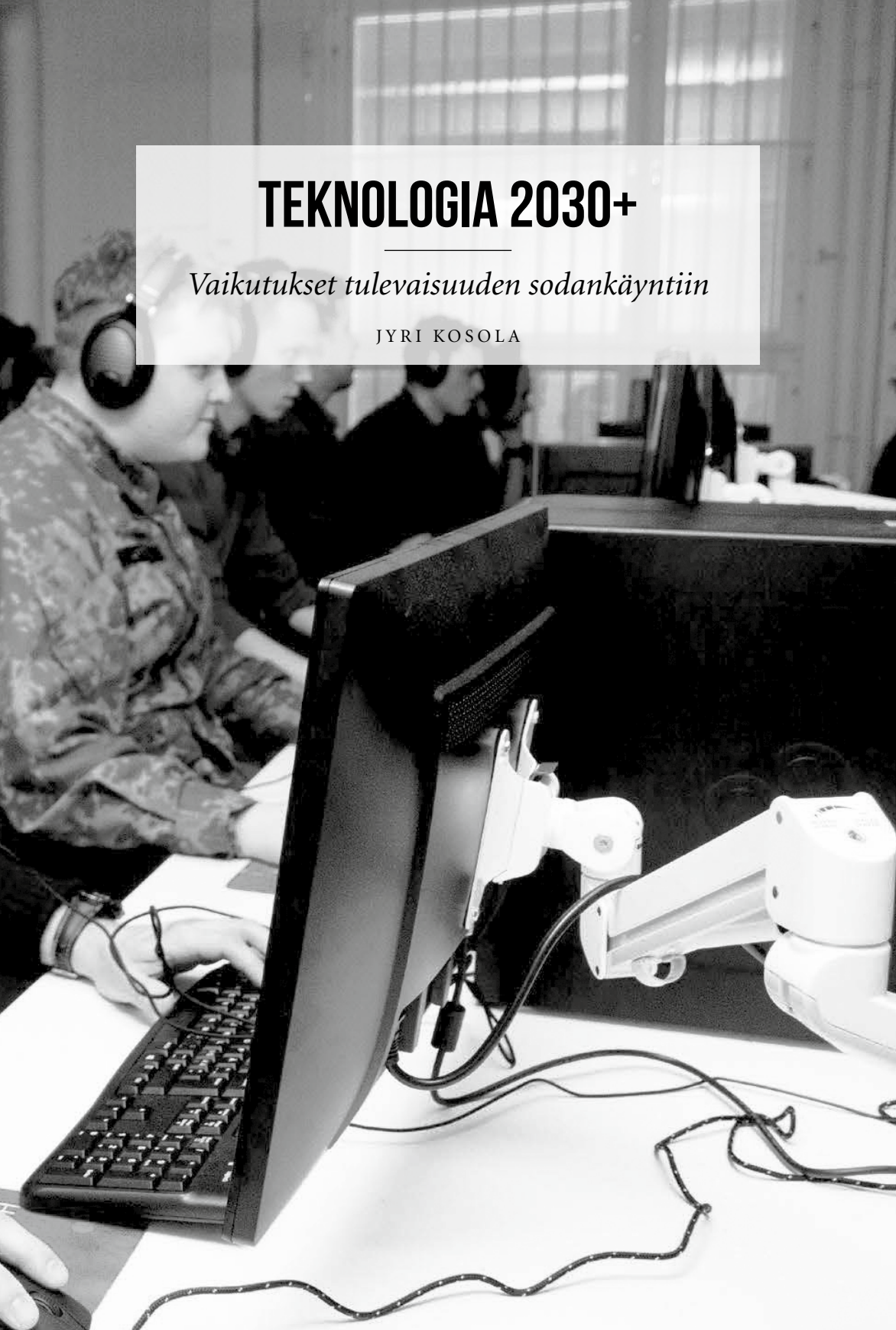
Sivistyneessä valtiossa viranomaiset palvelevat kansaa ja kansa hoitaa  
maanpuolustusvelvollisuutensa ”kaikissa tilanteissa”. Luotettavat ja ymmär-  
rettävät perustelut, jotka kansalainen itse sisäistää, on paras ase tukea sodan  
päämääriä ja torjua hybridiuhkia sekä luoda kansalaisille käsitys omista  
mahdollisuuksistaan vaikuttaa turvallisuuteensa. Viisaalle kansalle ei pysty  
ulkoapäin sanelemaan sitä, mikä on Suomen etu ja mikä ei. Pitkällä aikavälillä  
globaali yhteiskunnallinen kehitys on yksittäistä sotaa suurempi muu-  
tosvoima, jossa sivistys on miekkaa mahtavampi. Toisaalta sodan voittaja,  
jos sellaista tulevaisuudessa voidaan ylipäätään nimetä, sanelee tulkinnan  
perusteille globaaleissa verkostoissa. ”Sivistys ei ole määriteltävissä muuten  
kuin halusta ja kyvystä kulkea eteenpäin totuuden ja oikeuden tiellä.”<sup>88</sup>



# TEKNOLOGIA 2030+

*Vaikutukset tulevaisuuden sodankäyntiin*

JYRI KOSOLA



# 2

---

---

## *Johdanto*

---

*Uudet sotilastechnologiat voivat tuoda sodankäyntiin sellaisen vallankumouksen, joka muuttaa sodan ja taisteluiden kuvaa niin paljon, että vahvatkin armeijat ja doktriinit muuttuvat vanhentuneiksi.*<sup>1</sup> Näin todettiin Yhdysvalloissa 2000-luvun alussa. Tuolloin puhuttiin sodankäynnin vallankumouksesta, Revolution in Military Affairs, RMA. Kun mitään äkillistä vallankumousta ei kuitenkaan nähty, koko asialle ryhdyttiin naureskelemaan. Kuitenkin nyt kuusitoista vuotta myöhemmin moni asia on muuttunut. Ja kun asioita tarkastellaan tämän kirjan aikajänteellä viitisentoista vuotta nykyhetkestä tulevaisuuteen, on aiheellista pitää mieli avoimena: moni asia on oleva perustavalla tavalla erilaisia. Ihmisillä on nimittäin tapana yliarvioida kehityksen nopeus lyhyellä aikajänteellä ja aliarvioida muutoksen syvyys pitkällä aikavälillä.

Tässä luvussa tarkastellaan teknologian vaikutusta sodan ja taistelun kuvaan 2030-luvulla, siis 15–20 vuoden kuluttua nykyhetkestä. Tarkasteluun on valittu vain ne teknologiat, jotka saattavat muuttaa sodan ja taistelun käsitettä ja ilmentymiä. Osalla näistä teknologioista voi olla disruptiivisia seurannaisvaikutuksia, eli ne voivat muuttaa sodan tai taistelun lainallisuuksia. Esimerkiksi ydinaseteknologia oli disruptiivinen, koska se muutti sodan viitekehystä. Ydinasevaltion olemassaoloa ei voi uhata ilman vakavaa molemminpuolisen tuhon uhkaa. Muita disruptiivisia ilmiöitä olivat aikoi-

naan muun muassa rintamahyökkäykset lopettanut konekivääri, asemasodan murttanut panssarivaunu sekä ympärivuorokautisen taistelun mahdollistaneet pimeänäkölaitteet. On erittäin tärkeätä huomata, että sen paremmin konekivääri kuin panssarivaunukaan eivät olleet sinänsä uusia teknologioita, vaan keksimishetkellään jo pitkään vallinneiden teknologioiden mahdollistamia uudennaisia suorituskykykonsepteja. Siksi on tärkeämpää miettiä, millaisia uusia konsepteja suorituskykyjen kehittämiseen voitaisiin luoda kuin pohtia, miten teknologinen kehitys parantaa nykyisiä järjestelmiä.

Teknologian kehittyminen sovellusidean esittämisestä yleiseen kaupalliseen tai sotilaalliseen käyttöön on voinut tyypillisesti parisenkymmentä vuotta. Siten 2030-luvulla sovellettavat teknologiat ovat jo olemassa ja niiden sovellustapakin on todennäköisesti jo idea-asteella, vaikkei teknologian nykytaso välttämättä vielä mahdollistakaan idean toteuttamista. Ympäriin kannattaa katsoa kahdessakin mielessä: yhtäältä 2030-luvun suorituskyvyn uudet teknologiat ovat jo nähtävissä, mutta toisaalta asejärjestelmien pitkän, jopa 30–40 vuotta kestävä elinkaaren johdosta kovin moni jo nykyisin käytössä oleva järjestelmä on myös ensi ja seuraavalla vuosikymmenellä käytössä, mahdollisesti päivitetynä tai täydennettynä uusilla teknologioilla.

Käytettävissä olevan sivumäärän puitteissa ei ole mahdollista käsitellä kaikkia sodankäyntiin vaikuttavia teknologioita ja niiden kehittymisen seurauksia sodankäynnille. Sen vuoksi tekstissä pyritään ensin kuvailemaan ilmiöitä ja hahmottelemaan niiden seurannaisvaikutuksia, ja sen jälkeen esitetään muutama sellainen teknologia-alue, jolla arvioidaan olevan olennainen vaikutus joko sodan tai taistelun kuvan muuttumiseen 2030-luvulla. On huomattava, että mahdollinen laajamittainen sota merkitsisi merkittävää teknologista hyppäystä, kun kansakunnan voimavarat kohdennetaan sotaponnistelujen tukemiseksi tieteen ja uuden teknologian keinoin. Toinen maailmansota aloitettiin puurakenteisin ja kangasverhoilluin kaksitasolentokonein, mutta päätettiin kuusi vuotta myöhemmin ballistisin ohjuksin, pimeänäkölaittein ja ydinasein. On siis selvää, että normaalioloissa tehtävät teknologiset kehityssennusteet pätevät vain normaalioloissa ja mahdollisen laajamittaisen konfliktin alkuhetkinä.

Wikipedia määrittelee sodan järjestäytyneiden yhteisöjen väliseksi aseelliseksi konfliktiksi.<sup>2</sup> Molemmat käsitteet *järjestäytynyt yhteisö* ja

*aseellinen konflikti* ovat muuttumassa, kumpikin osin teknologian kehittymisen välittömänä ja välillisenä vaikutuksena. Tässä kirjoituksessa keskitytään teknologisen kehityksen suoraan vaikutukseen sodankäyntiin. Yhteisöjen ja yhteiskuntien muutosta ei käsitellä, vaikka niillä on merkittävä vaikutus siihen, mikä tulevaisuuden sodan luonne ja siitä aiheutuvat kamppailun ilmentymät tulevat olemaan. Tästä rajauksesta huolimatta käsite *aseellinen konflikti* on aseteknologioiden kehityksen myötä yhä vaikeampi määritellä.

Nykykäsitys sodasta perustuu olettamukseen siitä, että sitä käydään omalla tai vastustajan maa- tai merialueella tai ilmatilassa operoivilla joukoilla. Tilannekuvan muodostaminen edellyttää joukkojen tai järjestelmien lähettämistä operointialueelle, ja tavoitteeseen pääseminen vaatii sotilaallisen voiman käyttöä operaatioalueella tai ainakin sillä uhkaamista. Informaatioteknologian kehittymisen ja yhteiskunnan digitalisoitumisen myötä tiedustelua ja valvontaa voidaan tehdä ilman tarvetta tunkeutua operaatioalueelle joukoin tai järjestelmin. Samoin vaikutus voidaan saada aikaan virtuaali- ja mielikuvamaailmassa. Onko siis kybertiedustelu ja -vaikuttaminen tai virtuaalimaailmassa ja informaatiotasolla tapahtuva vaikuttaminen sotaa? Sodankäynnin äärimmäisenä onnistumisenahan pidetään voittoa ampumatta laukaustakaan. Kyber- ja informaatiotosodankäyntiä tarkastellaan kirjan muissa osissa, joten ne on rajattu tämän kirjoituksen ulkopuolelle. On kuitenkin huomattava, että ne edustavat kahta sellaista sodankäynnin ulottuvuutta, jotka voivat muodostaa strategisen yllätyksen toimintaympäristöinä, joihin perinteisillä asevoimilla ei ole näkymää ja joissa niillä ei ole kykyä operoida. Toisaalta on aiheellista huomata, että vaikka uudet toimintaympäristöt laajentavat sodankäynnin ulottuvuutta, ne eivät kuitenkaan tee vanhoja ulottuvuuksia tarpeettomiksi. Ilmasodankäyntikään ei aikoinaan tehnyt maa- ja merisodankäyntiä tarpeettomiksi. Toisaalta maalla ja merellä operointi edellyttää myös ilmassa operointia. Aivan samoin toimintakyky fyysisissä ulottuvuuksissa edellyttää toimintakykyä ja aktiivista toimintaa myös virtuaaliulottuvuuksissa.

Länsimainen tapa ymmärtää ja selittää sotaa perustuu hyvin pitkälti clausewitziläiseen näkemykseen sodasta kansallisvaltion kansallisen politiikan rationaalisena välineenä valtion etujen ajamiseksi ja tavoitteiden

saavuttamiseksi. Tämän mukaisesti sotien taustalla nähdään poliittisia ja strategisia syitä. Tämä lähestymistapa jättää kuitenkin huomiotta ideologiset syyt, kuten jihadistisen ”pyhän sodan” kaikkea ei-islamilaista vastaan. Länsimaiset asevoimat on suunniteltu käymään sotaa muita vastaavalla tavalla toimivia asevoimia vastaan. Tällaisen sotakoneiston – ja koko länsimaisen yhteiskunnan – kyky toimia ideologista sotaa käyvää osapuolta vastaan on rajallinen. Koska ideologinen sota perustuu johonkin ”ihmistä suurempaan suunnitelmaan”, on mahdollisuus, etteivät ihmisen sopimat rajoitukset ja edes inhimillisyyden rajat sido tällaista ”pyhää sotaa” käyvää osapuolta. Tällöin sota- ja jopa arkiteknologian käyttö voi saada mitä irvokkaampia mielikuvituksellisia muotoja. Tämä on erityisen huolestuttavaa siksi, että teknologinen kehitys on levittämässä väärin käytettävissä olevaa teknologiaa kaikkien ulottuville alkaen itse tulostettavista aseista ja räjähteistä ja päätyn räätelöitäviin mikro-organismeihin.

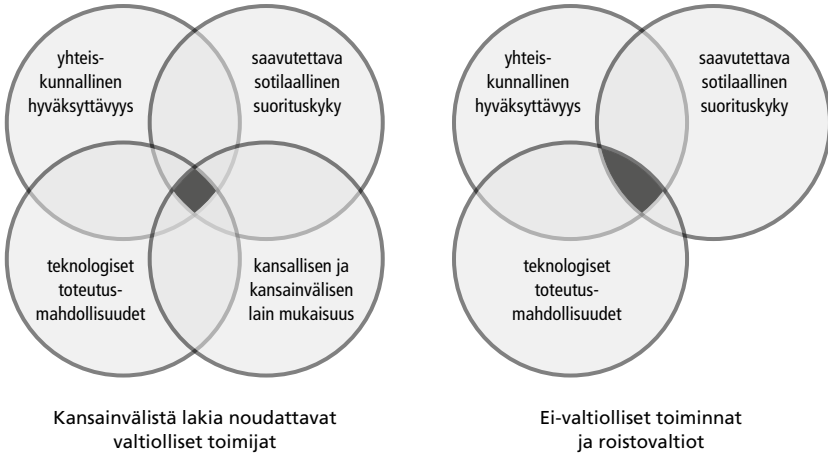
### *Teknologian rooli tulevaisuuden sodankäynnissä*

---

#### **Sitä käytetään mitä on**

Sodan luonne määrittää paitsi miten sotaa käydään, myös millaisin välinein sitä käydään. Luonnollisestikin osapuolet käyttävät sitä teknologiaa, joka on heidän saatavillaan. Valtioiden asevoimilla on käytettävissään monipuolinen valikoima eri sukupolvien asejärjestelmiä. Erilaiset sissi- ja terrorijärjestöt ovat perinteisesti varustautuneet valtioiden asevoimia yksinkertaisemmin ja kevyemmin, mutta muutoin vastaavanlaisin asein. Siviiliteknologian kehityksen nopeus sotilasteknologiaan nähden on kuitenkin johtamassa – ja on osin jo johtanut – tilanteeseen, jossa ei-valtiollisilla toimijoilla voi olla asevoimia nopeampi pääsy moderniin teknologiaan. Asevoimien hitaat kehittämisohjelma-, hanke-, hankinta- ja käyttöönottoprosessit kestävät vuosikausia ja pahimmillaan jopa vuosikymmeniä. Niistä vapaat toimijat voivat hankkia ja ryhtyä käyttämään modernia teknologiaa jopa muutaman päivän sisällä idean keksimisestä. Siinä missä asevoimien on suunniteltava, budjetoitava, auditoitava, kilpailutettava ja hyväksyttävä käyttöön sekä kirjoitettava käyttöohjeita ja varomääräyksiä, suuripiirtei-





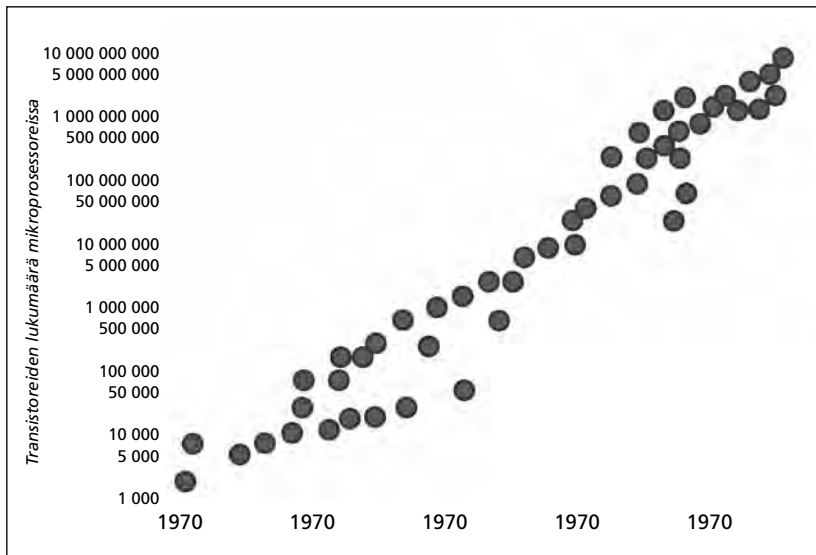
*Ei-valtiollisten toimijoiden ja kansainvälisestä lainsäädännöstä piittaamattomien roistovaltioiden mahdollisuudet hyödyntää teknologiaa sodankäynnissä voivat olla lakia noudattavia valtioita laajemmat.*

sempi toimija tilaa tuotteen verkkokaupasta, muokkaa siitä aseensa ja kokeilee sitä kenties jo samana päivänä.

Kansainvälisestä laista piittaamattomalla toimijalla on käytettävissään laajempi teknologiavalikoima kuin lakeja noudattavilla asevoimilla, joiden on aina ennen uuden teknologian käyttöönottoa arvioitava sen laillisuus kansainvälisiä aserajoitussopimuksia ja kansainvälistä humanitaarista oikeutta vasten. Teknologian kaupallistumisen myötä tästä toiminnanvapauseriariteetista voi tulla merkittävä haaste sodan kuvalle ja sotilasorganisaatioiden kyvyille käydä sotaa. Uudet valmistusmenetelmät, erityisesti ainetta lisäävä valmistus, kansanomaisesti 3D-tulostus, mahdollistavat jossain vaiheessa aseiden valmistamisen kotioloissa. Geeni- ja bioteknologian kehittymisen myötä aiemmin vain laboratorioissa mahdollinen biologisen aseensa kehittäminen voi tulla jokaisen ulottuville, samoin kuin internetistä saatavien ohjeiden avulla laillisista komponenteista tehtävät kemialliset taisteluaaineet ja kotitekoiset räjähteet. Itse liikkuvien ajoneuvojen ja kauko-ohjattujen lennokeiden yleistymisen ja halpenemisen myötä itsemurhaisku ei tulevaisuudessa enää vaadi itsemurhaa, eikä tekijän rekrytointia, vaan vain koneensa ohjelmoimisen tai tehtävään kaskyttämisen.

### Teknologian miniatyrisoituminen tekee mahdottomasta mahdollista

Valmistusmenetelmien kehittymisen myötä on mahdollista paitsi valmistaa uudenlaisia materiaaleja ja osia, myös valmistaa pienempiä laitteita. Erityisesti mekaniikan, elektroniikan ja optiikan pienentyminen sekä akuteknologian energia/tilavuussuhteen kasvaminen ovat johtaneet jatkuvaan elektronisten järjestelmien pienentymiseen, eli miniatyrisoitumiseen. Ilmiötä käytetään hyväksi yhtäältä pakkaamalla samaan tilaan koko ajan enemmän komponentteja ja toisaalta tekemällä pienempiä laitteita. Ensin mainitusta hyvänä esimerkkinä on niin sanottu Mooren laki. Puolijohteita valmistavan Fairchild Semiconductor -yhtiön tutkimusjohtaja Gordon E. Moore julkaisi 1965 Electronics-aikakausjulkaisussa artikkelin, jossa ennusti mikropiirille mahtuvan kymmenen vuoden kuluttua jopa 65 000 transistoria.<sup>3</sup> Määrää pidettiin huikeana, sillä ensimmäinen teollisesti valmistettava integroitu mikropiiri oli kehitetty vain viisi vuotta aikaisemmin. Moore järkeili, että mikropiirin kompleksisuus kasvaisi ajan mittaan ekspo-



Mikropiirin transistoreiden lukumäärä on kaksinkertaistunut kahden vuoden välein, kuten Gordon Moore ennusti. Kasvu on kuitenkin jatkunut 1980-luvun jälkeenkin, toisin kuin Moore arveli. (Kuvan lähde Our World In Data)

nentiaalisesti samalla kun sen hinta laskisi. Kymmenen vuotta myöhemmin 1975 Moore päivitti ennustettaan esittämällä kompleksisuuden kaksinkertaistuvan vuosittain vuoteen 1980 saakka, jonka jälkeen kasvu hidastuisi tästä puoleen. Koska Moore oli osunut suurin piirtein oikeaan kymmenen vuoden ennusteellaan, tätä päivitettyä arviota alettiin kutsua Mooren laiksi. Intellillä työskennellyt David House puolestaan esitti, että puolijohdeiden kehittyminen johtaa mikropiirien suorituskyvyn kaksinkertaistumiseen puolentoista vuoden välein.

Mikroprosessorien transistoreiden lukumäärä saavutti hiiren aivon noin 100 miljardin neuronin tason vuonna 2015. Jos teknologian kehitys jatkuu samaa tahtia, ihmisaivojen taso saavutetaan vuosina 2025–2030. Tämän jälkeen pienikokoisessa koneessa on enemmän prosessointivoimaa kuin ihmisen päässä. On kuitenkin varottava tekemästä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä, sillä aivojen neuronien kytkennän ulottuvuudet ovat huomattavasti nykyisiä puolijohdekytkimiä monitahoisempia. Hermosolujen kaltaiseen toiminnallisuuteen vaadittaneen useampia puolijohdekytkimiä tai jopa kokonaan uudenlaista elektroniikkaa. Vastaavanlainen kehitys tapahtuu myös muistipiirien osalta, joiden kapasiteetti kymmenkertaistuu viiden vuoden välein. Samaan aikaan tapahtuva algoritmien kehittäminen johtaa tekoälyn laajamittaiseen käyttöön ottoon 10–15 vuoden sisällä. Sillä on oleva mullistava vaikutus kaikilla yhteiskunnan aloilla, myös sodankäynnissä.

Komponenttien pientyminen mahdollistaa kokonaisten järjestelmien toteuttamisen yhdellä mikropiirillä. Järjestelmäpiiri (System on a Chip, SoC) on mikropiiri, johon on integroitu digitaalisia, analogisia ja radiotaajuisia toimintoja, kuten prosessoreita, muisteja ja radioita. MEMS-teknologian avulla järjestelmäpiiriin voidaan integroida myös mekaanisia, sähkömekaanisia ja optisia toimintoja, kuten laserkeilain ja kamera. MEMS (Micro-Electro-Mechanical System) on teknologia, jossa mikropiirille valmistetaan mikroskooppisen pieniä laitteita. Tyypillisesti niiden koko on 20 µm–1 mm luokkaa komponenttien ollessa 1–100 µm kokoisia. Sillä voidaan toteuttaa esimerkiksi mikropeilejä sekä kiihtyvyyden ja asentensensoreita. Niitä voidaan käyttää muun muassa laserkeilaimen, kameran ja inertianavigointilaitteiston toteuttamiseen ilman liikkuvia osia ja perinteistä optiikkaa. MEMS-teknologiassa hyödynnetään perinteisiä

puolijohde-elektroniikan valmistusmenetelmiä, mikä mahdollistaa erittäin pienikokoisten laitteiden halvan massavalmistamisen.

Elektroniikan miniatyrisoitumisen, MEMS-tekniikan ja SoC-konseptin myötä kaikenlaisten laitteiden älykkyys ja tietoisuus toimintaympäristöstään kasvavat, samalla kun niiden koko, paino, tehonkulutus ja hinta laskevat. Pienempi koko ja integroidumpi toteutus parantavat laitteiden kiihtyvyyden ja muiden ympäristörasitusten kestoja. Entistä pienempi tehonkulutus mahdollistaa joko teholähteen pienentämisen tai toiminta-ajan pidentämisen. Jopa ”ikuisesti” ilman paristoja toimivia tarvitsemansa energian ympäristöstään uuttavia laitteita on kehitetty ja kehitetään edelleen. Uusien teknisten ominaisuuksien sekä pääosin siviilikäyttöön tapahtuvan massavalmistuksen myötä moni aiemmin mahdottomana, epäkäytännöllisenä tai liian kalliina pidetty asia tulee mahdolliseksi ja luo samalla kustannustehokkaamman vaihtoehdon nykyisille asejärjestelmille. Tämän kehityksen merkitystä ei pidä aliarvioida. Jos kehitystä ajatellaan hyödynnettäväksi vain nykyjärjestelmien kehittämisessä, mennään pahasti metsään. Olennaista on huomata, että monet suorituskykykonseptit voidaan rakentaa täysin nykyisistä poikkeavilla periaatteilla.

Kuluttajamarkkinoille suunnatun teknologian kehittymisen myötä monet sellaiset asiat, joita on pidetty ultrakalliina sotilassovelluksina, kuten pimeä- ja hypernäkökyky, tulevat osaksi arkipäivää ja siten myös otettaviksi laajamittaiseen sotilaskäyttöön.

### **Teollinen vallankumous myös sodankäynnissä**

Höyrykoneen laajan soveltamisen aiheuttama teollinen vallankumous 1700-luvun puolivälissä mullisti koko silloisen maailman. Yksinkertaisesta keksinnöstä lumivyöryn lailla liikkeelle lähtenyt kehitys aiheutti merkittäviä yhteiskunnallisia ja institutionaalisia muutoksia. Ne vaikuttivat kaikilla yhteiskunnan alueilla maailmankaupasta maanviljelykseen ja säätyjen välisistä suhteista kaupungistumiseen. Palkkatyö syrjäytti feodaalisen yhteiskunnan. Samalla syntyi uudenlainen kansanosa, työväenluokka. Jopa käsitys ajasta muuttui, sillä rautatieliikenteen aikataulujen järjestäminen pakotti yhteiskunnan yhtenäiseen aikaan. Muutos ei tullut hetkessä, mutta se oli täydellinen. Teknologian kehitys toi myöhemmin muita teollisia vallanku-

mouksia: toinen perustui sähkö- ja polttomoottoreihin, kolmas mikropiireihin ja niiden mahdollistamaan elektroniseen tietojenkäsittelyyn. Teollisissa vallankumouksissa teknologia oli välttämätön mahdollistaja, mutta ei kuitenkaan muutoksen keskiössä. Muutos tuli liiketoimintamalleissa, ajatuksissa ja rakenteissa tapahtuneesta kehityksestä. Tekniikan kehittäjät eivät parhaimmissa haaveissaankaan kyenneet näkemään aiheuttamansa muutoksen laajuutta ja syvyyttä.

Informaation tuotantoon ja hyödyntämiseen perustuvasta suuresta muutoksesta käytetään ilmaisua neljäs teollinen vallankumous. Edellä kuvattu digitaalitekniikan ja mikroelektroniikan kehitys mahdollistaa yhä pienempien ja suorituskykyisempien elektronisten laitteiden valmistamisen. Optroniikan ja muiden sensoritekniologioiden kehittymisen myötä nämä laitteet kykenevät havainnoimaan ympäristöään. Ohjelmistotekniologian kehityksen myötä koneet kykenevät kiinnittämään huomiota eri asioihin, muistamaan mitä aiemmin on tapahtunut, arvioimaan tilannetta ja tekemään päätöksiä sekä oppimaan. Radiotekniologian kehittymisen myötä ne kykenevät viestimään keskenään ja ympäristönsä kanssa. Samalla järjestelmän käsite muuttuu selkeästi määriteltävästä rajatusta fyysisestä laitteistosta hajautetuksi kokonaisuudeksi, joka järjestyy tilanteen edellyttämällä tavalla ja jonka toiminnallisuuksia saadaan palveluina verkostosta, ilman että ne olisivat suoraan omassa hallinnassa. Toiminnallisuuksien hajautumista verkostoon kutsutaan toiminnalliseksi divergenssiksi.

Digitalisaation myötä informaation käsittely siirtyy kasvavassa määrin fyysisestä maailmasta virtuaaliseen. Samalla informaation tallentamiseen, välittämiseen ja esittämiseen tarvittavat välineet virtualisoituvat ja yhdistyvät. Esimerkiksi geoinformaatiota ei enää tallenneta paperille painetuilla karttasymboleina, vaan tietokoneen muistiin tallennettuina ykkösinä ja nollina. Kartta on olemassa vain virtuaalimuodossa, josta se tarvittaessa näytetään ihmiselle tai tulostetaan fyysiseksi esineeksi. Sama ilmiö on tapahtunut myös valokuville, kirjoille ja lähes kaikille muulle informaatiopohjaisille asioille. Koska kaikki informaatio on samassa digitaalisessa muodossa, sitä voidaan kerätä, käsitellä, tallentaa, esittää ja jakaa samalla laitteella. Tällöin ei enää ole tarkoituksenmukaista hankkia ja pitää mukana erilaisia laitteita. Ilmiön hahmottaa helposti tarkastelemalla älypuhelin-

kehitystä, jonka myötä yksi laite sisältää puhelimen lisäksi postilaatikon, kartan, kompassin, navigaattorin, ääni- ja videosoittimen ja -tallentimen, radion, television, kaikki mahdolliset sanomalehdet ja kirjat, matkaoppaat, sääennusteet, kaikkien kielten sanakirjat, tietosanakirjan, kellon, kalenterin, parkkiautomaatin, kaukosäätimen, yhteystietokortiston, ruokalistat, matkaliput ja lompakon sekä paljon muuta. Tätä eri toiminnallisuuden keskittymistä samaan yleiskäyttöiseen laitteistoon kutsutaan fyysisiksi konvergenssiksi. Ilmiö on tullut myös sodankäynnin maailmaan esimerkiksi yleiskäyttöisinä johtamislaitteina. Siinä missä aiemmin on tarvittu erillinen sanomalaite, tykistön ampuma-arvojen laskin ja ilmatorjunnan tuliasemäpääte, nämä toiminnallisuudet voidaan toteuttaa ohjelmallisesti samassa laitteessa. Samoin radio- ja tutkajärjestelmien siirtyminen ohjelmistopohjaisiksi mahdollistaa erilaisten toiminnallisuuden integroimisen samaan laitteistoon. Esimerkiksi kenttäradio voi tulevaisuudessa viestinvälityksen lisäksi kuunnella radioliikennettä, suuntia ja paikantaa lähettämiä ja häiritä vihollisen viestiliikennettä.

Koneiden kognitiivisten ominaisuuksien kehittymisen myötä niiden oppimiskyky kasvaa merkittävästi 2030-luvulla. Koko ajan syvenevän ja laajenevan digitalisaation myötä yhä suurempi määrä informaatiota on koneiden ymmärtämässä muodossa ja tietoverkkojen kautta saatavilla. Näiden kahden tekijän, koneen kognitiivisten kykyjen ja yhteiskunnan digitalisaation johdosta tulemme näkemään tekoälyn suuren vaikutuksen 2030-luvulla sekä yhteiskunnassa että sodankäynnissä.

### **Avainteknologiat**

Sodankäynnin monitahoisuuden vuoksi voidaan väittää, ettei ole mitään teknologiaa, jonka kehittymisellä ei olisi vaikutusta sodankäyntiin. On kuitenkin joitakin avainteknologioita, joiden arvioidaan vaikuttavan taistelun kuvaan ja jopa koko sodan käsitteen muuttumiseen. Jo nyt tai lähitulevaisuudessa merkittäviä teknologiailmiöitä ovat muun muassa taistelutilan digitalisoituminen, sosiaalisen median sekä kybermenetelmien hyödyntäminen tiedustelussa ja vaikuttamisessa, avaruuden hyödyntämisen leviäminen pienoissatelliittien myötä, ihmisen korvaaminen joissakin tehtävissä miehittämättömillä ratkaisulla, tekoälyn hyödyntäminen erilaisissa mo-

nimutkaista hahmottamista edellyttävissä analyyseissä sekä ainetta lisäävä valmistus.

Keskipitkällä 6–16 vuoden aikajänteellä merkittäväksi muodostuu tekoälyn kehittymisen mahdollistava järjestelmien autonomisten kykyjen kehittyminen tasolle, jolla robotit kykenevät suoriutumaan itsenäisesti monipuolisemmista tehtävistä ja toimimaan vaikeammissa ja vaihtelevammassa oloissa sekä jakamaan tehtäviä keskenään. Sensoreiden pienentymisen ja halpenemisen myötä ne kehittyvät suorituskykyisemmiksi ja yleistyvät, mikä tekee taistelutilasta entistä läpinäkyvämmän. Esineiden internetin (Internet of Things, IoT) myötä erilaiset taistelukentän esineet tulevat älykkäämmiksi ja kykenevät suorittamaan uudenlaisia toimintoja. Keskipitkällä aikavälillä nähdään myös suunnatun energian aseiden, ainakin suurteholaserin, operatiivinen käyttöönotto. Taistelijan suorituskykyä tehostetaan sekoittamalla oikeaa ja keinotekoisia todellisuutta virtuaalitekniologian keinoin. Uudet materiaalit keventävät laitteita ja varusteita sekä voivat tuoda niihin uusia ominaisuuksia.

Pitkällä aikavälillä 2030-luvun puolivälin jälkeen tekoälyn arvellaan olevan tiedon prosessoinnin osalta ihmisen tasolla, mutta algoritmien kehittämisestä riippuu, kuinka hyvin kone kykenee oppimaan ja yleistämään oppimaansa. Pidetään selvänä, että tekoälysovellukset ovat 2030-luvullaikin kuhunkin käyttökohteeseen kehitettyjä, eivätkä ne kykene korvaamaan ihmistä monipuolisuutta, luovaa ajattelua ja tilanteen sekä ympäristön merkittävään muutokseen sopeutumista vaativissa tehtävissä. Uudet materiaali- ja valmistustekniologiat mahdollistavat adaptiivisia metamateriaaleja, joiden avulla voidaan ohjata sähkömagneettista säteilyä ja säätää pinnan heijastus- ja emissiivisyysominaisuuksia erilaisissa adaptiivisissa naamiointitratkaisuissa. Hypersooniset ohjukset yleistynevät 2030-luvun puolivälin jälkeen, elleivät jo sitä ennen. Sen sijaan raidetykin kehitysnopeutta nykyisestä demonstraattoritasosta operatiiviseksi järjestelmäksi on vielä mahdoton arvioida. 20 vuoden kuluttua kvanttitekniologiaa hyödynnetään esimerkiksi salauksessa ja sensoreiden ilmaisimissa. Varsinaisen kvanttietokoneen kehittyminen arkipäivän välineeksi on kuitenkin hyvin epävarmaa käytännöllisten laitteistojen rakentamisen ja kvanttilaskentaan soveltuvien algoritmien ja ohjelmointitekniologioiden kehittämiseen liittyvien haasteiden johdosta. Neurobiologia ja synteettinen biologia mahdol-

2018–2024	2025–2035	2035 jälkeen
Taistelutilan digitalisaatio	Autonomisia piirteitä omaavat järjestelmät, parveilevat robotit	Keinoälyn mahdollistama autonomia
Sosiaalinen media aseena	Kaikkialla olevat ja kaikkialle näkevät sensorit	Adaptiivinen naamiointi
Kyberaseet	Täsmäaseiden pienentyminen	Hypersooniset aseet, raidetykki
Avaruuden hyödyntäminen	Esineiden internet – älykkäät esineet	Kvanttilaskenta
Miehittämättömät järjestelmät	Suunnatun energian aseet	Neurobiologia ja synteettinen biologia
Keinoälypohjainen analyysi	Tehostettu ja sekoitettu todellisuus	Nanoteknologia
Ainetta lisäävä valmistus	Uudet materiaalit	

*Arvio sodankäyntiin vaikuttavasta teknologisesta kehityksestä lyhyellä, keskipitkällä ja pitkällä aikajänteellä. Teknologioiden valinta ja ryhmittely perustuu NATO Science & Technology Organization Tech Trends Report 2017 -raportin sekä US TRADOCin tulevaisuuskatsauksen The Operational Environment and the Changing Character of Future Warfare kriittiseen tarkasteluun suomalaisesta näkökulmasta.*

listavat ihmisen suorituskyvyn parantamisen, mutta samalla raja ihmisen ja koneen välillä hämärtyy. Nanoteknologian avulla voidaan luoda uusia materiaaleja, joilla on nykymateriaaleista poikkeavia ominaisuuksia. Sitä hyödynnetään jo nykyisin, mutta laajaan käyttöön nanoteknologia otetaan vasta valmistusmenetelmien kehittyessä massatuotantoon sopivaksi.

## Tulevaisuuden sota

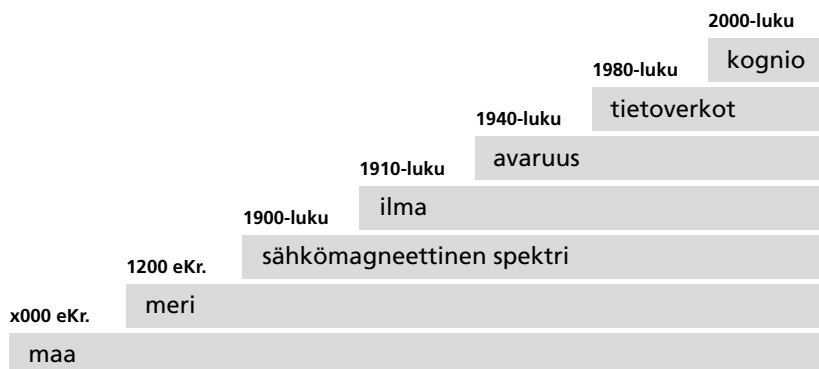
Ihmiskunta lienee sotinut koko olemassaolonsa ajan. Ensimmäiset dokumentoidut lähteet sodankäynnistä ajoittuvat ajanjaksolle 3000 eKr. Ensimmäinen dokumentoitu meritaistelu lienee tapahtunut noin 1210 eKr., kun heettiläisten kuningas Suppiluliuma II löi kyproslaisten laivaston. Sähkömagneettisesta spektristä tuli uusi toimintaympäristö, kun radiota ryhdyt-



tiin hyödyntämään sodankäynnissä 1900-luvun alussa. Samalla syntyi sen vastatoimena elektroninen sodankäynti, jonka antaman edun avulla japanilaisten oli mahdollista lyödä venäläisten laivasto Tsushiman salmessa 1905. Ilmaan sota levittäytyi 1910-luvun alussa, kun ilmaa raskaampia lentolaitteita ryhdyttiin käyttämään laivaston ja tykistön tähytykseen. Avaruus tuli mukaan 1941, kun saksalaiset laukaisivat menestyksekkäästi ensimmäisen ballistisen V2-ohjuksen. Tietokoneiden yleistyminen ja verkottuminen johtivat häiritsevien ohjelmien kehittämiseen 1980-luvun puolivälin jälkeen. 2000-luvulla yhteiskunnan digitalisaatio ja sosiaalisen median merkitys nousi tasolle, joka mahdollisti laajan vaikuttamisen ihmisten ajatuksiin ja asenteisiin. Huomionarvoista on, että teknologinen kehitys on avannut uusia toimintaympäristöjä sodankäynnille, mutta uudet ympäristöt eivät tee vanhoja tarpeettomiksi. Siten sodankäynti tulee koko ajan monimutkaisemmaksi ja moniulotteisemmaksi.

### **Sota levittäytyy ylös ja alas**

Avaruutta on pidetty erittäin kalliina, riskialttiina ja hitaasti hyödynnettävissä olevana toimintaympäristönä, jossa vain suurvalloilla on taloudelliset mahdollisuudet toimia. Satelliiteissa käytettävän teknologian miniatyrisoituminen ja laukaisuteknologioiden kehittyminen ovat murtamassa tämän paradigman. Termi *New Space* kuvaa tämän seurauksena 2010-luvun puolivälissä alkanutta kehitystä ja uutta toimintafilosofiaa, jossa korostuu globaalisti kehittyvä yksityissektorin kaupallinen avaruusliiketoiminta pienoissatelliittien ja uudelleen käytettävien kantorakettien ja avaruusaluusten kehittämisessä ja operoinnissa. Uudelleen käytettävien laukaisuratkaisujen avulla satelliitin kiertoradalle saattamisen hinnan tavoitellaan laskevan alle 6 000 e/kg. Tämän odotetaan johtavan nopeampaan uusien sovellusten käyttöönottoon ja parempiin palveluihin. Miniatyrisointi mahdollistaa yksinkertaisemman suunnittelun, halvemman konstruktion ja massatuotannon, mikä johtaa kehitys- ja käyttökustannuksiltaan nykyistä merkittävästi halvempiin ratkaisuihin. Kehityksen myötä alalle syntyy paljon uusia toimijoita, ja avaruudellisten suorituskykyjen rakentaminen tulee kaikkien valtioiden ulottuville. Suomikin on mukana piensatelliittikilpailussa: Suomen ensimmäinen satelliitti, Aalto 1, laukaistiin 23.6.2017.



*Teknologioiden ja yhteiskuntien kehittyessä sodankäynti levittäytyy uusiin ulottuvuuksiin, mutta mikään vanha ulottuvuus ei jää tarpeettomaksi. Siksi sodankäynti monimutkaistuu koko ajan.*

Perinteiset satelliitit painavat satoja tai tuhansia kilogrammoja. Esimerkiksi Inmarsat-5-tietoliikennesatelliitti on kaksikerroksisen bussin kokoinen ja painaa 6 000 kg. Pienoissatelliiteiksi kutsutaan alle 500 kg painavia satelliitteja. Ne jaetaan edelleen 10–100 kg:n painoisiin mikrosatelliitteihin, 1–10 kg nanosatelliitteihin ja 0,1–1 kg painaviin pikosatelliitteihin. Alle 100 kg painavien satelliittien sotilaallinen käyttöpotentiaali liittyy johtamiseen sekä tiedusteluun ja valvontaan. Niiden avulla voidaan rakentaa maanpäällisistä radiolinkeistä ja valokuituverkoista riippumaton terrestriaalisen radiohorisontin taakse ulottuva tiedonsiirtoratkaisu, joka on halvempi rakentaa ja vaikeammin lamautettava. Satelliittiin voidaan asentaa myös kamera, kaikissa sääoloissa näkevä SAR-tutka sekä signaalitiedustelujärjestelmä<sup>4</sup>.

Avaruudelliset suorituskyvyt eivät sinänsä tuo mitään täysin uutta sodankäyntiin, mutta ne mahdollistavat vastustajan vaikutuspiirin ulkopuolella olevan ja kaikkialle ulottuvan tiedustelu-, valvonta- ja johtamiskyvyn luomisen. Harvalukuisiin suuriin satelliitteihin verrattuna useiden keskenään kommunikoivien pienoissatelliittien verkosto voi mahdollistaa ajallisesti ja paikallisesti kattavamman valvontakyvyn. Tämä lisää taistelutilan läpinäkyvyyttä, mikä vaikuttaa sekä operatiivisella että taktisella tasolla tapahtuvaan taisteluun. Matalalla kiertoradalla toimiva satelliittikonstellaatio voi tarjota maan päällä toimiville IoT-laitteille<sup>5</sup> niiden tarvitseman pitkän

kantaman tiedonsiirtoyhteyden, esimerkiksi yhdistää älykäs miinakenttä. hajautettu sensoriverkosto tai horisontin takana operoiva lennokkiparvi tilannekuva- ja johtamisjärjestelmiin.

Avaruuspoijaisten suorituskykyjen yleistyminen johtaa sodankäynnin peruslinalaisuuksien johdosta myös avaruudellisten vastatoimien kehittämiseen ja edelleen vastatoimiin näitä vastatoimia kohtaan. Ase-vasta-asekierteen pelätään johtavan avaruudelliseen asevarustelukilpaan. Toisin kuin maasodankäynnissä, avaruudessa ei ole rajoja eikä kukaan omista maa-alueensa yläpuolella olevaa avaruustilaa. Avaruussodankäyntiä ei myöskään ole rajoitettu kansainvälisellä säätelyllä, vaikka Yhdysvallat ja Neuvostoliitto aikoinaan pidättyivätkin sijoittamasta ydinaseita avaruuteen. Suomen kaltaisella maalla ei ole edellytyksiä rakentaa avaruudellista pidäkettä mahdollisen hyökkääjän toimenpiteille avaruuteen sijoitettuja suorituskykyjä vastaan. Avaruudellisia kykyjä on kuitenkin mahdollista täydentää hajauttamisen ja riittävän lukumäärän ja satelliittiriippumattomien varamenetelmien tuomalla resilienssillä, kuten satelliittiriippumattomilla navigointimenetelmillä, miehittämättömillä ilma-aluksilla ja horisontin taakse ulottuvilla tiedonsiirtoratkaisuilla. On myös huomattava, että vastustaja, joka hyödyntää itsekin avaruutta, tuskin haluaa synnyttää avaruuteen romua ja siten vaikeuttaa tai jopa estää omia toimintamahdollisuuksiaan. Kriisiosapuolten todennäköinen halu välttää fyysisen tuhon aiheuttamista kiertoradoilla sijaitseviin laitteistoihin tekee kybervaikuttamisesta erityisen houkuttelevan vaihtoehdon. Myös satelliittien tiedonkeruun ja kommunikoinnin häirintä sekä kineettinen vaikuttaminen maajärjestelmiin ja niiden tiedonsiirtoon ovat todennäköisiä vastatoimia. Yhteiskunnan tiedonkeruun, tiedonvälityksen, sääennusteiden, kuljetusten ja muun logistiikan riippuvuus satelliiteista muodostaa paitsi yhteiskuntaan, myös asevoimiin kohdistuvan haavoittuvuuden. Siten suojautuminen satelliittijärjestelmien häiriötilanteilta on asevoimia laajempi kansallinen kysymys.

Siinä missä teknologian miniatyrisoituminen laajentaa sodankäyntiä ylöspäin avaruuteen, miehittämättömien järjestelmien teknologia vie sen yhä kauemmas merten syvyyyksiin. Miehitettyjen sukellusveneiden maksimitoimintasyvyys on puolen kilometrin luokkaa. Miehitämättömien järjestelmien toimintasyvyydellä ei ole teoreettista rajaa. Koneautonomian ke-

hittymisen myötä miehittämättömistä järjestelmistä tulee kauko-ohjauksen sijasta itsenäisesti toimimaan kykeneviä. Tämä poistaa tarpeen miehitetyn aluksen tai sukellusveneen lähellä oloon. Viimeistään tässä vaiheessa koko merestä pohjasta pintaan tulee sodankäyntitila.

### **Kognitiivinen toimintaympäristö, jotain uutta?**

Kuten johdannossa todettiin, sodankäynnin ulottuvuudet, paitsi laajenevat fyysisessä tilassa, myös leviävät fyysisestä virtuaaliseen maailmaan. Digitalisaation myötä yhä suurempi osa ihmisten tekemistä havainnoista, näkemistä asioista ja kuulemista mielipiteistä perustuu vain virtuaalisessa muodossa olevaan informaatioon, kuten tekstiin, valokuviin, videokuvaan ja ääneen. Modernin informaatioteknologian keinoin tätä informaatiota voidaan muokata, luoda ja tuhota. Tekoälyä hyödyntämällä sosiaaliseen mediaan voidaan luoda tekotekoisia käyttäjätilejä, jotka osallistuvat keskusteluihin ja sovittavat sanomansa kohderyhmälle sopivasti. Toisin kuin nykyiset ihmisiin perustuvat trollitehtaat, nämä tekoälyagentit voivat täyttää koko keskustelutilan ja näin luoda illuusion siitä, että lähes kaikki ovat samaa mieltä automaattitrollin kanssa. Tekoälyn vahvuus on maalittamisen ja vaikuttamisen massaräätälöinnissä. Ihmiset antavat koko ajan enemmän tietoja itsestään verkossa. Niitä voidaan käyttää sekä maalittamiseen että sanoman räätälöintiin. Voidaan jopa sanoa, että osa ihmisen elämästä siirtyy digitaaliseen virtuaalimaailmaan, jossa tähän kohdistuu tiedustelua ja vaikuttamista sekä näitä tukevaa informaatiotilan valmistelua. Kuka tahansa verkossa oleva pääsee käsiksi globaaleihin informaatiolähteisiin ja kykenee kommunikoimaan kenen kanssa tahansa. Varjopuolena tämä ikkuna toimii toisinkin päin: jokaisen verkossa toimivan henkilön verkkoidentiteettiä voidaan tarkkailla ja analysoida ja häneen voidaan vaikuttaa verkon kautta.

Kognitiivinen vaikuttaminen ei sinänsä ole uutta. Sodankäyntiin on liittynyt propaganda ja muu psykologinen vaikuttaminen niin kauan kuin ihmiset ovat sotineet. Sen sijaan uutta on digitalisaation avaama globaali kanava jokaisen ihmisen silmiin, korviin ja ajatuksiin sekä kuvan- ja äänenkäsittelyteknologian tuoma mahdollisuus luoda uskottavia vääriä viestejä. Vuonna 2017 tapahtui monta teknologista läpimurtoa, joissa tekoälyä hyödynnettiin synteettisen äänen ja videokuvan tuottamiseen. Kun tekoälyoh-

jelmalle toistetaan jonkin verran puhujan omaa puhetta, se kykenee matkimaan puhujan äänen lisäksi ääntämystä, murrettä ja puhemanövereitä. Kun ohjelmalle syöttää puheen tekstinä, se toistaa sen halutun henkilön äänellä. Synteettisten videokuvien luomiseen on kehitetty menetelmä, jossa tekoäly ensin analysoi henkilöstä otettuja videopätkiä ja kykenee sen jälkeen luomaan liikkuvaa kuvaa, jonka kasvonliikkeet vastaavat sitä, mitä tämän synteettisen hahmon halutaan sanovan. Yhdistämällä nämä kaksi tekoälypohjaista teknologiaa voidaan luoda täysin aidolta kuulostava ja näyttävä viesti. Tekoälyteknologian kehittymisen myötä tällaisen synteettisen hahmon kyky vuorovaikutukseen paranee. Tämä avaa kokonaan uudenlaisia mahdollisuuksia hyödyntää kognitiivista tilaa sodankäynnissä.

### *Fyysinen taistelu tulevaisuudessa*

Sota on virtuaalimaailmaan leviämisestä huolimatta viime kädessä taistelemista fyysisen väkivallan keinoin. Vaikka monet nykysodankäynnin keinot, kuten informaatio-operaatiot, tietoverkkohyökkäykset tai elektroninen vaikuttaminen, eivät suoraan sisällä väkivaltaisia toimenpiteitä, pyritään niilläkin usein tukemaan fyysistä vaikuttamista tai suojautumaan väkivallalta. Fyysisen taistelun osalta esiin nousee kolme merkittävää tekijää: sensoriteknologian kehitys tekee piiloutumisesta koko ajan vaikeampaa, aseteknologian kehitys parantaa osumistarkkuutta ja tekoälyn sekä robotiikan kehitys muuttaa käsitystä siitä, mitä aseella ylipäänsä tarkoitetaan.

#### **Piiloutumisen vaikeus**

Sensoriteknologian kehittämisen tavoitteena on mahdollistaa taistelu kaikissa valaistus- ja sääoloissa. Ensimmäiset pimeänäkölaitteet otettiin käyttöön toisen maailmansodan loppuvaiheessa 1945. Sen jälkeen pimeys, pilvet ja sumu ovat tuoneet koko ajan vähemmän suojaa vihollisen tähtäykseltä. Sensoriteknologian miniatyrisoituminen on mahdollistanut aiemmin mahdottomana tai kalliina pidetyn suorituskyvyn luomisen satelliittija lennokkialustoihin. Esimerkiksi SAR-järjestelmien painon putoaminen kymmenessä vuodessa sadanteen osaan on mahdollistanut jokasään tutka-

valvontakyvyn toteuttamisen nelimoottorisen E-8 J-STARS -tutkavalvontakoneen sijaan miehittämättömällä ilma-aluksella. Pienimmät SAR-tutkat painavat nykyisin alle kilon. SAR-järjestelmien resoluutio on jo nykyisin valvottaviin kohteisiin ja maasto-oloihin nähden riittävällä tasolla (10–50 cm tarpeen mukaan), joten kehityksen painopisteenä tulee olemaan koon ja painon pienentäminen sekä kuvan käsittelyyn ja tulkintaan kuluvan ajan lyhentäminen. Tämä tekee lennokkiin asennetusta SAR-tutkasta kustannustehokkaan ratkaisun säästä ja valaistuksesta riippumattomaan valvontaan ja tiedusteluun 10–100 km:n etäisyydelle.

Tarkat SAR-tutkat toimivat tyyppillisesti mikroaaltoalueella, jolla tutkasignaali siroaa puiden latvuksista eikä tutka siksi näe kasvillisuuden läpi. Tinkimällä resoluutiosta eli käyttämällä pidempää aallonpituutta on mahdollista laskea toimintataajuutta tasolle, jolla tutkasäteily läpäisee puiden ja pensaiden lehvästön. VHF-UHF-taajuuksilla puusto ei sirota tutkasignaalia, vaan se heijastuu tai siroaa vasta maanpinnasta tai sen päällä olevasta rakennelmasta tai metalliesineestä. Tällaisen antinaamiointitutkan avulla voidaan nähdä metsän ja naamiomateriaalin läpi ajoneuvot, raskaat aseet, linnoitteet ja rakennukset. VHF-SAR-tutka on oikeastaan kehitetty jo 1990-luvulla, mutta suurikokoisena ja kalliina se ei koskaan tullut laajaan käyttöön. Teknologian pienentyminen ja kaupallistumisen myötä tapahtunut halpeneminen mahdollistanevat kustannustehokkaan antinaamiointitutkan asentamisen miehittämättömiin ilma-aluksiin, joten ne yleistyvät kymmenisen vuoden sisällä. Lennokkiin asennetulla järjestelmällä voidaan valvoa laajaa ja peitteistä taistelukenttää ympärivuorokautisesti ja näkyvyysoista riippumattomasti.

Laserteknologian kehitys ja itseliikkuvien autojen tarve tekevät laser-tutkasta, eli LIDAR:sta, entistä kustannustehokkaamman myös tiedustelu-, valvonta- ja asejärjestelmissä. Auto- ja robotiikkasovelluksiin on jo kehitetty lyhyen kantaman LIDAR-järjestelmäpiirejä, joissa koko lasertutka on toteutettu yhdellä mikropiirillä ilman liikkuvia osia. LIDARin etuna on sen tuottama kolmiulotteinen pistepilvi laserpulssin keilaamasta tilavuudesta. Pilvestä on mahdollista sekä poistaa pisteitä että täyttää pisteiden väliin jääviä aukkoja ekstrapoloimalla. Tätä voidaan käyttää hyväksi poistamalla tarkasteltavan kohteen edessä, takana tai vieressä olevia kohteita ja täyttämällä kohteeseen laservalon katveeseen jääneitä aukkoja.

Laservalo soveltuu ominaisuuksiensa johdosta hyvin tutkauskäyttöön. Laserin tuottama valo on kollimoitua, joten lasersäde pysyy tutkataajuista säteilyä paremmin koossa eikä leviä. Tämä mahdollistaa tarkan kuvauksen pitkälläkin etäisyyksillä. Lasertutka toimii saman periaatteen mukaisesti kuin perinteinen tutka: lähetin muodostaa mittaussignaalin, joka lähetetään kohdistettuna valvottavaan tilaan. Kohteeseen osuva signaali heijastuu tai siroaa. Osa heijastuneesta tai sironneesta säteilystä suuntautuu takaisin tutkan vastaanottimeen, joka päättelee kohteen etäisyyden pulssin lähetys- ja vastaanottohetkien aikaerosta. Laserteknologia mahdollistaa lyhyen aallonpituuden vuoksi huomattavasti perinteistä tutkaa tarkemman kuvauksen sekä sivuttais- että pituussuunnassa. Parempi resoluutio kuitenkin lisää prosessoitavan tiedon määrää niin paljon, että lasertutkia on tähän mennessä käytetty lähinnä etäisyysmittauksiin sekä tarkkojen karttojen tekemiseen. Reaaliaikaista kolmiulotteista kuvaa muodostavat lasertutkat kuitenkin yleistyvät mikroprosessorien prosessointikyvyn kehittymisen myötä.

Laserkeilaimen muodostamaa kolmiulotteista kuvaa voidaan tarkastella mistä suunnasta tahansa. Kuvaan voidaan tarvittaessa sukeltaa sisään ja tarkastella näkymää kohteesta käsin. Jos samalta alueelta on useampia kuvia, niiden välinen muutos voidaan laskea tietokoneella ja korostaa muuttuneita kohtia samalla kun samoina pysyneet kohteet häivytetään. LIDAR-kuvasta voidaan havaita jopa ajoneuvojen jättämät painaumat pehmeässä maastossa sekä kaikki maanpintaa muuttaneet kaivannot ja maantäytöt.

Kolmas piiloutumista vaikeuttava tekijä on sensoreiden kehittyvä värierottelukyky. Ihmisen kyky erotella erivärisiä kohteita johtuu siitä, että silmässä on kolmelle eri aallonpituudelle herkistyneitä tappisoluja. Nämä aallonpituudet vastaavat sinistä, vihreää ja punaista väriä. Aivot tulkitsevat eri aallonpituuksille herkistyneiden tappisolujen signaalien suhdetta eri väreiksi. Mikäli siniselle herkkä solu antaa muita voimakkaamman signaalin, aivot tulkitsevat verkkokalvolle heijastuneen kohteen siniseksi, jos taas punaisen solun taso on suuri, kohde tulkitaan punaiseksi. Jos sekä vihreä että punainen tappisolu tuottavat samantasoisien signaalien ja sinisen solun signaali on riittävän pieni, kohde tulkitaan keltaiseksi. Ihminen ei varsinaisesti näe keltaista valoa, vaan se syntyy aivojen tulkintana. Keskeistä on eri aallonpituusalueille viritettyjen sensoreiden lukumäärä ja niiden antaman signaalin tulkinta.

Tekniikkaa, jolla nähdään kymmeniä tai satoja värejä hyvin laajalla aallonpituusalueella, kutsutaan hyperspektrikuvaukseksi (hyperspectral imaging). Jo muutamalla lisävärillä kyetään erottelemaan ihmissilmälle samanväriset puut, kivet ja kasvit sekä naamiointimaalit toisistaan. Hyperspektrisensorilla kyetään erottamaan eri kasvilajit toisistaan, nähdään onko sato kypsä, vaivaako kasvia loistauti tai kärsiikö se kuivuudesta. Maaperästä erotetaan eri mineraalit ja vedestä nähdään kuinka saastunutta se on. Hyperspektritekniologialla on niin monia siviilisovellusmahdollisuuksia, että sen hintataso tulee laskemaan ja käyttö jokapäiväistymään.

Tiedustelu-, valvonta- ja maalituskäytössä hyperspektritekniikalla voidaan havaita maastoutetut kohteet, erotella valelaitteet oikeista kohteista ja tietyyntyyppinen ajoneuvo toisesta, esimerkiksi ohjuslavetti kuorma-autosta, vaikka niistä ei saataisi hahmon tunnistamiseen riittävää kuvaa. Koska spektrikameran erottelukyky perustuu kohteen väriin eikä muotoon, kuten tavallisen kameran, sen ei tarvitse saada kohteesta tarkkaa kuvaa. Spektrikameran yhteydessä puhutaankin alipikselisuorituskyvystä, jolla tarkoitetaan sitä, että kohde voi olla pienempi kuin yksi piste kameran kuvassa, mutta se kyetään silti havaitsemaan ja tunnistamaan. Alipikselikyvyn johdosta spektrikamera pystyy tunnistamaan kohteen jopa 10–15 kertaa perinteistä kameraa kauempaa. Jos kohde on maalattu muista poikkeavalla maalilla, se pystytään tunnistamaan pelkän yhden pikselin avulla – jos vain kohteesta saadaan riittävän kirkas kuva. Hyperspektrikameran heikkoutena on se, että tuleva valo jaetaan eri taajuusalueille, jolloin kuhunkin ilmaisimeen tuleva signaali heikkenee verrattuna mustavalkokuvaan, jossa kaikki samasta pisteestä tuleva valo keskitetään samaan ilmaisimeen. Tätä heikkoutta voidaan kiertää aktiivisella laservalaisulla, jossa ongelmana on tietysti menetelmän aktiivisuus.

Neljäntenä merkittävänä tekijänä on elektronisen valvonnan joukoistuminen. Elektronisia valvontajärjestelmiä, jotka havaitsevat tutkaja radiosignaaleja sekä paikantavat muita lähettämiä, on ollut jo ennen ensimmäistä maailmansotaa. Uutena ilmiönä on se, että myös tavalliset radio- ja tutkalaitteet voivat oman päätehtävänsä ohella tarkkailla sähkömagneettista spektriä, havaita, luokitella, tunnistaa ja paikantaa sekä omia että vastustajan järjestelmiä ja niitä käyttäviä joukkoja. Ilmiö perustuu ana-



logia-digitaalimuuntimien ja signaalinkäsittelyteknologioiden kehittymiseen tasolle, joka mahdollistaa radiotaajuisen signaalin suoramuunnoksen digitaaliseksi, sekä laitteiden ohjelmistopohjaisuuteen, jonka myötä laite voi samaan aikaan tehdä monia täysin erilaisia tehtäviä. Tämä mahdollistaa sen, että tutka voi jäädä passiiviseksi tarkkailijaksi muodostamaan tilannekuvaa, jos sen etsimät kohteet ovat aktiivisia, mikä tietysti parantaa suojaa. Toisaalta se johtaa siihen, että radion käyttäminen viestintään paljastuu entistäkin varmemmin.

Kaikissa sää- ja valaistusoloissa toimivat, kasvillisuuden ja naamioverkkojen läpi näkevät, tarkkaa kolmiulotteista kuvaa muodostavat ja kohteen väristä tunnistavat sekä viestiliikenteen havaitsevat sensorit tekevät piiloutumisesta erittäin vaikean ja monitahoisen haasteen. Jokaisella edellä kuvatulla sensoriteknologialla on kuitenkin omat rajoitteensa eikä mikään niistä ole kaiken ratkaiseva hopealuoti. Suojautumisen vaikeutta lisää kuitenkin se, että nämä sensorit toimivat verkostossa, jossa voidaan käyttää tilanteen kannalta parasta sensoria sekä yhdistää eri sensoreiden tuottama tieto.

Suojautuminen edellyttää tulevaisuudessa nykyistä kokonaisvaltaisempaa piiloutumista taustaan. Naamiomateriaalien on vastattava taustan herätettä koko spektrikaistalla tutkataajuuksista ultravioletialueelle. Radio- ja tutkasignaalien on sulauduttava muiden lähetteiden sekaan tai hävittävä pohjakohinaan. Silloin kun tämä ei ole mahdollista, on piilouduttava näkyville joko tekeytymällä joksikin muuksi tai luomalla niin paljon samankaltaisia kohteita, ettei vastustaja kykene käytettävissä olevan ajan puitteissa päättelemään, mikä kohde on arvokas maali ja mikä arvoton valelaite tai pelkkä naamio.

### *Täsmäaseet pienentyvät ja yleistyvät*

Aseiden suorituskyky lisääntyy merkittävästi ensisijaisesti tarkkuuden ja kantaman osalta. Elektroniikan miniatyrisoituminen sekä hinnan lasku johtavat siihen, että älykkäät täsmäaseet yleistyvät jo lähitulevaisuudessa. Miniatyrisoitumisen myötä yksittäinen taistelija kykenee vaikuttamaan linnoitettuihin, panssaroituihin ja liikkuviin kohteisiin muutaman kilo-

metrin etäisyydelle. Pienisohjuksessa on kuvaava näkyvän valon tai infrapuna-alueen kamera, jonka tuottama kuva välitetään ampujalle ohjuksesta purkautuvalla ohuella valokuidulla. Tämä mahdollistaa tulenkäytön myös tilanteissa, joissa ampuja ei laukaisuhetkellä näe maalia tai tiedä sen tarkkaa sijaintia. Koska maali voidaan valita lennon aikana ja tehtävä voidaan tarvittaessa keskeyttää terminoimalla ohjus ilmaan, tulenkäyttö on mahdollista myös epäselvissä ja muuttuvissa tilanteissa. Jos ennakkovaroitus maalista saadaan esimerkiksi pienislennoilta tai hajautetuilta maasensoreilta, maalialuetta ei edes tarvitse nähdä suoraan. Tällöin joukko voi pitää riittävää etäisyyttä vastustajaan ja tulittaa sitä suojasta ilman että vastustaja edes kykenisi joukkoa havaitsemaan.

Täsmäaseiden miniatyrisoitumisen yksi ajuri on miehittämättömien ilma-alusten aseistaminen. Toinen syy on halu välttää oheisvahinkoja ja mahdollistaa voimankäyttö asutuilla alueilla, joissa tulenkäyttöalueella on myös siviilejä. Mitä tarkemmin ase osuu, sitä kevyempi sen taistelulataus voi olla ja mitä pienemmälle etäisyydelle se vaikuttaa, sitä vapaammin asetta voidaan käyttää. Ilmiö ulottuu ohjusten lisäksi myös kiväärikranaatteihin sekä jopa pienkaliiperiaseisiin. Kehityksen julkituotua kärkeä edustanee tällä hetkellä vielä kehitteillä oleva 12,7 mm:n tarkka-ampujakiväärin laserohjautuva luoti. Amerikkalainen DARPA on käynnistänyt ohjelman, jonka tarkoituksena on merkittävästi lisätä tarkka-ampujien kantamaa ja tarkkuutta. Extreme Accuracy Tasked Ordnance (EXACTO) -ohjelman tavoitteena on kantaman ja tarkkuuden parantamisen lisäksi mahdollistaa tarkka tulittaminen myös vaikeissa sääoloissa.

Pienten täsmäaseiden kehitys näyttää noudattavan suurempien aseiden kehityspolkua: ensin kehitetään aktiiviseen laservalaisuun hakeutuvia ampumatarvikkeita ja sitten valaisua tarvitsemattomia itsenäisesti hahmontunnistuksella hakeutuvia ampumatarvikkeita. Maalin tunnistava luoti lukittuisi maaliin jo piipussa ja lukaisun jälkeen kykenisi sekä kompensoimaan tuulen vaikutuksen että ottamaan huomioon maalin liikkeen. Miniatyrisiä ohjuksia voi olla mahdollista hyödyntää laajasti keskipitkällä aikavälillä 2025–2035, mutta pienaseiden hakeutuvat ampumatarvikkeet tuskin tulevat tarkka-ampujia lukuun ottamatta laajaan käyttöön 2035 mennessä.

### **Vaikutusta valon nopeudella**

Suunnatun energian aseet vaikuttavat kohteeseensa valon nopeudella. Radiotajuiset aseet kohdistavat maaliin voimakasta sähkömagneettista säteilyä, josta osa läpäisee rakenteet ja laitekotelot sekä indusoituu elektroniikkapiireihin. Syntynyt jännite- ja virtapiikki sekoittaa elektroniikan toiminnan. Jos pulssin energia on riittävän suuri, se tuhoaa elektroniikan puolihoiteet aiheuttaen pysyvän vaurion. Tunnetuin radiotaajuinen suunnatun energian ase on suurtehomikroaaltoase (High-Power Microwave, HPM). HPM-järjestelmät pystyvät tuottamaan 100 MW:n pulssitehon<sup>6</sup>. Pulssi on hyvin lyhyt, jolloin sen energia on suuresta tehosta huolimatta pieni. HPM-järjestelmien oletetaan tulevan käyttöön keskipitkällä aikavälillä. Ne soveltunevat lähinnä infrastruktuurin lamauttamiseen sekä omasuojakäyttöön.

Toinen merkittävä suunnatun energian teknologia on radiotaajuisia aseita korkeammilla taajuuksilla toimiva laser. Ensimmäinen suurteholaser (High-Energy Laser, HEL) on Yhdysvalloissa jo operatiivisessa käytössä. Laserasetta on kehitelty jo pitkään, mutta kaasuun perustuvien ja kemiallisten lasereiden kehittäminen tyssäsi lopulta epäkäytännöllisyyteen. Puolijohdelasereiden kehittämisen myötä suurienergisien laserpulssin muodostaminen ei enää ole teknologinen haaste. Kun primäärienergian varastointi ja säteen yhdistämiseen sekä kohdistamiseen liittyvät kysymykset saadaan ratkaistuiksi sekä laserlähteen hyötysuhde nostettua ja siihen liittyen jäähdytys saadaan riittävän kompaktiksi, laserase tulee laajamittaiseen käyttöön. Useat valmistajat ovat kertoneet tuottavansa laseraseen 4–5 vuoden sisällä, joten sen voidaan ajatella olevan 2025 alkaen tekijä, joka tulee ottaa huomioon maa-, meri- ja ilmasodankäynnissä, joissa se tulee ensin käyttöön omasuojajärjestelmissä ja myöhemmin 2030-luvulla hyökkäyksellisenä kykynä.

### **Etäsotaa**

Hypernopeat aseet sekä miehittämättömät sensori- ja aselavetit luovat uusia mahdollisuuksia kontaktittomaan sodankäyntiin, jossa fyysistä sotaa käydään konein ja asein ilman tarvetta kohdentaa operointialueelle joukkoja ja miehittyjä järjestelmiä. Yhtäältä tämä vähentää tappioriskejä, mutta toisaalta juuri sen vuoksi sen pelätään laskevan voimankäytön ja jopa sodan kynnystä.

Hypernopea ase voi olla kantoraketin yläilmakehään noin sadan kilometrin korkeuteen nostama moottoriton laite, joka liittää kohteeseensa 8–10-kertaisella äänen nopeudella, tai se voi olla ilmaa hengittävällä moottorilla varustettu miehitetty tai miehittämätön laite, joka lentää 5–10 -kertaisella äänen nopeudella. Hypersoonisten aseiden kehittämisen taustalla on ajatus siitä, että niillä voidaan iskeä vastustajan puolustuksen torjuntakyvyn ulkopuolelta aikakriittisiin kohteisiin. Suuren nopeuden ajatellaan tekevän häiveominaisuudet tarpeettomiksi ja kohteen omasuojajärjestelmät tehottomiksi. Siinä missä nykyisiltä alisoonisilta risteilyohjuksilta kestää 70 minuuttia lentää 1 000 km, kuluu Mach 5 nopeudella lentävältä aseelta vain 10 minuuttia. Jos kohde on aikakriittinen, perinteiset aseet joudutaan laukaisemaan kehittyneiden ilmapuolustusjärjestelmien kantaman sisäpuolelta, kun taas hypersoonisilla aseilla laukaisu voi tapahtua turvalliselta etäisyydeltä. Toisin kuin ballistinen ohjus, hypersooninen ase voi muuttaa lentorataansa. Sen vuoksi sen torjunta on huomattavan paljon vaikeampaa, koska ennakkopistettä ei voi laskea ballistisesta lentoradasta.

Hypernopeiden laitteiden merkittävänä haasteena on ilmaa hengittävän moottorin vuoksi ilmakehässä tapahtuva lento (toisin kuin ballistisilla ohjuksilla, jotka lentävät pääosin avaruudessa) suurella nopeudella, jolloin ilman aiheuttama kitka kuumentaa rakenteita, erityisesti siiven ja rungon johtoreunoja. Pienikin kuumenemisen aiheuttama pinnanmuutos johtaa näin suurilla nopeuksilla ilmanvirtauksen muutokseen, joka saa aikaan aluksen labiiliin tilaan johtavan shokkiaallon. Materiaaliteknologisen haasteena on kehittää materiaali, joka kestäisi sekä korkeita lämpötiloja että mekaanisia rasituksia ja olisi lisäksi riittävä kevyt. Mekaanisen lujuuden merkitystä kuvaa se, että 20 kilometrin korkeudella Mach 4 nopeudella lentävään laitteeseen kohdistuu 10 tonnin paine neliometrille<sup>7</sup>. Lämpötilanhallinnan lisäksi myös liikehtiminen on haastavaa, sillä hypersooninen ilmavirtaus ei käyttäydy samoin kuin ilma pienemmillä nopeuksilla, eikä tätä ilmiötä vielä täysin ymmärretä. Suurista teknologisista haasteista huolimatta suurvallat jatkavat hypernopeiden aseiden tutkimusta ja kehittämistä, koska ne mahdollistavat kauas ulottuvan nopean vaikuttamisen ilman tarvetta lähettää ihmisiä vastustajan aseiden ulottuville.

## Suorituskyky palveluna

Useat suorituskyvyt ja toiminnot ovat jo nykyisin saatavissa vain verkoston kautta. Niitä voi tilata verkoston kautta toimitettuina palveluina ilman tarvetta itse omistaa, operoida tai johtaa niitä tuottavia joukkoja ja järjestelmiä. Esimerkkejä verkostopohjaisesta ratkaisusta ovat ilmatilannekuva ja tykistön tuli-isku. Kummankin voi tilata verkosta: ensin mainitun virtuaalimaailmassa ja jälkimmäisen fyysisenä ilmentymänä. Verkostopohjaisen ratkaisun ideana on maksimoida resurssitehokkuus saattamalla mahdollisimman moni sensori, ase ja muu väline yhteiseen käyttöön. Sensoriteknologian konvergoitumisen myötä samalla sensorilla nähdään useampaa tahoja kiinnostavia asioita, kuten lentokoneita, lennokkeja, ohjuksia ja tykistökranaatteja. Tällöin saman sensorin tuottamaa informaatiota voidaan käyttää esimerkiksi ilmavalvonnassa, omasuojajärjestelmien ohjaamisessa, taistelunjohdossa ja vastatykistötoiminnassa. Vastaavasti asejärjestelmien kantaman kasvaessa ja niiden maalivalikoiman monipuolistuessa samaa asetta voidaan käyttää esimerkiksi panssarintorjuntaan, ilmatorjuntaan ja vastatykistötoimintaan.

Verkostoituminen on kokonaisvaltainen ilmiö, joka perustuu digitaalisessa muodossa olevan tiedon käsittelyn, varastoinnin ja välittämisen helpouteen. Digitaalitekniologia mahdollistaa järjestelmien, laitteiden ja arkipäivän esineiden tietoisuuden ja älykkyyden kehittämisen kokonaan uusille tasoille. Verkostoituminen käsittää puolustusjärjestelmien verkottumisen lisäksi myös niiden ja siviiliyhteiskunnan järjestelmien keskinäisen verkottumisen kaikilla tasoilla alkaen arkiesineet yhdistävästä esineiden internetistä ja päätyen puolustusjärjestelmäkokonaisuuden tasolle järjestelmien järjestelmäksi. Verkostojen kytkennät muuttuvat jatkuvasti ja verkossa olevat elementit kehittyvät koko ajan. Suoraan ja muiden järjestelmien kautta verkotettujen järjestelmien keskinäisiä vuorovaikutussuhteita on siksi erittäin vaikea hahmottaa, saati hallita. Yhtäältä tämä luo uhkan, koska järjestelmään vaikuttavat riippuvuussuhteet ovat osin tuntemattomia, mutta toisaalta se antaa mahdollisuuden myös järjestelmien ei-suunnitellulle evoluutiolle, jossa järjestelmät kykenevät hyödyntämään toistensa kehitystä ja ominaisuuksia tavoilla, joita ei suunnitteluhetkellä edes osattu kuvitella.

Yhdysvalloissa esitettiin 1990-luvulla ajatus, että verkottamalla kaikki sensorit, johtaminen ja asejärjestelmät keskenään voidaan madaltaa organi-

saatiohierarkiaa sekä tehostaa ja nopeuttaa tilanneymmärryksen syntymistä, päätöksentekoa ja päätösten toimeenpanoa. 2000-luvun alussa monessa länsimaassa ryhdyttiin kehittämään verkostopuolustusta, eri maissa tosin hieman eri nimillä. Yritykset päätyivät 2010-luvulla osin väärän lähestymistavan ja osin teknologian kypsymättömyyden vuoksi enemmän tai vähemmän epäonnistuneisiin lopputuloksiin. Verkostopohjaisen toiminnan perusajatus on kuitenkin toimiva. Teknologian kehitys ja digitalisoitumisen taso mahdollistavat jo nykyisin siirtymisen verkostopohjaiseen toimintamalliin. Sensoreiden ja aseiden yleiskäyttöisyyden ja verkostomaisen toiminnan mahdollisuuksien täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää kuitenkin sekä taktiikan kehittämistä että järjestelmien ja joukkojen organisointia uudella tavalla. Järjestelmien kantama sekä horisontaalisesti että vertikaalisesti ja kyky vaikuttaa maa-, meri- ja ilmamaaleihin antavat perusteen tarkastella puolustushaarojen ja aselajien rooleja uudelleen. Teknologian kehityksen täysimääräinen hyödyntäminen edellyttääkin myös toimintojen ja organisaatioiden kehittämistä.

### **Kone korvaa ihmisen, vai korvaako?**

Ihmisen siirtäminen lavetin ulkopuolelle mahdollistaa pienempien, ketterämpien ja nopeampaan taistelutempoon kykenevien tiedustelu-, valvonta- ja asejärjestelmien kehittämisen. Kyse on kuitenkin strategisesta valinnasta: perustuvatko tulevaisuudenkin suorituskykykonseptit perinteisiin ratkaisuihin, joissa ihminen istuu haavoittuvassa, isokokoisessa ja kalliissa lavetissa, vai hyödynnetäänkö pieniä, ketteriä, vaikeasti havaittavia ja hankalasti torjuttavia autonomisia järjestelmiä? Paras tulos saavutetaan, kun ihminen siirretään pois toiminnan keskeltä suojaan ja rauhaan muodostamaan tilanearviota ja tekemään tehtävän kannalta merkittäviä päätöksiä. Koneen ja ihmisen työnjako on tällöin selkeä: ihminen päättää mitä pitää saada aikaan ja antaa tehtäviä konejoukolle, esimerkiksi ”*suojatkaa komentopaikkaa*” tai ”*rynnäköikää vihollisen aseisiin*” ja koneäly ohjaa lavetteja, aseita ja omasuojajärjestelmiä. Koneet toimivat verkostona, jossa kollektiivinen koneäly keskittää tulen kulloinkin tärkeisiin maaleihin, jakaa tulenkäyttösektorit sekä sopii mikä omasuojajärjestelmä minkäkin kohti tulevan uhkan torjuu. Ihminen keskittyy siihen, missä on hyvä: kokonaistilanteen arviointiin ja

joukon tehtävän määrittämiseen. Kone tekee sen, missä se on ylivoimainen ihmiseen nähden: nopeaa päätöksentekoa ja välitöntä tarkkaa toimintaa vaativiin asioihin, kuten lavetin ajamiseen käskettyyn paikkaan, tulenkäytön toimeenpanoon ja nopeisiin ryhmitysmuutoksiin.

Yhdistämällä autonominen lavetti ja torpedo, ohjus, panos tai miina saadaan vaaniva ase. Toisin kuin ohjus, joka laukaistaan valittuun maaliin, vaanivalle aseelle kerrotaan minkälaista maalia sen pitää etsiä, mikä on etsintätehtävän alue ja tehtävän pituus, minkä jälkeen se toimitetaan maalialueelle. Maalin etsintä ja tunnistus sekä hyökkäyspäätös ja maaliin hakeutuminen voivat tapahtua autonomisesti tai ihmisavusteisesti. Ilmassa vaanivien aseiden toiminta-aika on nykyisin muutamia tunteja, mutta vedessä tai maanpinnalla toimiva vaaniva ase voi päivystää kohdealueellaan päiviä, viikkoja tai jopa vuosia. Mikään ei estä kehittämästä lentolaitteita, jotka odottavat maassa tai vedessä maalihavaintoa ja nousevat ilmaan vasta sen jälkeen, tai lentolaitteita, jotka voivat kesken tehtävänsä laskeutua säästämään energiaa. Tällainen ase olisi lähempänä itseliikkuvaa miinaa kuin laukaistavaa asetta.

Ensimmäiset vaanivat aseet otettiin käyttöön jo 1980-luvulla, jolloin niiden päätehtävänä oli vastustajan ilmapuolustuksen lamauttaminen päivystämällä ilmassa ja tuhoamalla havaitut ilmatorjunnan tutkajärjestelmät. 2000-luvulla miehittämättömien ilma-alusten teknologinen kehittyminen sekä koneen kognitiivisten ominaisuuksien parantuminen erityisesti havainto-, päätöksenteko- ja oppimiskykyjen osalta mahdollistivat myös aktiivista tutkaa vaikeammin havaittavien kohteiden lisäämisen maalivalikoimaan. 2010- ja 2020-luvulla kehitys kulkee kohti pieniä taktisia suhteellisen lyhyen kantaman aseita, joita taistelijat kantavat mukanaan.

Vaanivien aseiden yleistyminen on alkanut lennokeista. Teknologia on jo kypsä vedessä pinnalla tai pinnan alla toimivien vaanivien aseiden kehittämiseen. Julkisuudessa esiintyy jonkin verran tietoja miinatorpedoista, jotka voidaan toimittaa kohdealueelleen ilmasta pudottamalla tai vedestä laskemalla. Miinatorpedo voi valvoa kohdealuetta viikkoja tai kuukausia etsien ja tunnistuen sukellusveneitä ja pinta-aluksia niiden akustisen, magneettisen ja paineherätteen perusteella. Kun ase tunnistaa kohteen sopivan siihen ohjelmoituun maaliprofiiliin, se irtautuu suojakuorestaan ja hyökkää maalin kimppuun.

Maanpinnalla vaanivan aseiden haasteena on lyhyt näköyhteys sekä näkymän monitahoisuus, mahdollinen toimintaympäristön nopea muutos sekä maalien ja ei-toivottujen kohteiden monimutkaisuus. Lisäksi yhteyttä operaattoriin hyökkäyspäätöksen positiivisen vahvistamisen ja toiminnan kontrolloinnin mahdollistamiseksi on vaikea järjestää. Siksi on todennäköistä, että maalla toimivat autonomiset asejärjestelmät tulevat ensin käyttöön osana ihmis-konejoukkoja ja vasta pitkällä aikavälillä vaanivaan käyttöön koneen kognition kehityttyä riittävälle tasolle.

Pienten miehittämättömien järjestelmien hyökkäys voi olla hyvin kustannustehokas tapa lamauttaa kallis omasuojajärjestelmällä varustettu maali. Se voidaan toteuttaa kaupallisesti saatavilla olevalla teknologialla yhdistämällä lennokki ja räjähdettä tai ase, esimerkiksi käsikranaatti, kertsinko tai kuorma-ammuksen sirote. Tällainen lennokki voi toimia yksin tai parvena. Parven lennokit kommunikoivat keskenään ja muodostavat yhteisen päätöksen siitä, mitä niiden pitää tehdä sekä mikä on kunkin yksilön paikka ja rooli tehtävässä. Jotkut parven lennokeista voivat kyllästyä omasuojajärjestelmän, jotkut hyökätä kohteen haavoittuviin kohtiin joidenkin jäädessä tarkkailemaan saavutettua vaikutusta ja joidenkin välittäessä tietoa johtopaikalle. Tällaista vaikeasti havaittavista ja nopeasti liikkuvista pienistä lennokeista muodostuvaa johtajatonta parvea on käytännössä äärimmäisen vaikeaa – ellei jopa mahdotonta – torjua. Useidenkaan lennokeiden tuhoutuminen ei estä parvea suorittamasta tehtävänsä, sillä jäljelle jäävät yksilöt sovitautuvat muuttuneeseen tilanteeseen ja jakavat tarvittaessa keskenään tehtävät uudelleen. Vaikka yhden yksilön tuhovoima ei vastaisi perinteisen aseiden vaikutusta, on koko joukon yhdessä muodostama tulivoima huomattava, varsinkin kun se voi tulla samaan aikaan useasta eri suunnasta. Joukko eri suunnista hyökkäviä halpoja miehittämättömiä järjestelmiä kykenee kyllästyttämään nykyiset omasuojajärjestelmät. Omasuojajärjestelmät kykenevät erottamaan torjuttavat projektiilit esimerkiksi ihmisistä ja linnuista niiden nopeuseron avulla. Jos uhka on ammusta paljon hitaammin lähestyvä, se voi jäädä omasuojajärjestelmältä huomaamatta tai se voidaan luokitella harmittomaksi.

Ihmisen poistaminen järjestelmistä kokonaan ei ole mahdollista teknisten syiden vuoksi vielä pitkään aikaan, juridisten ja eettisten syiden vuoksi



kenties ei koskaan. Se ei oikeastaan ole välttämättä tarkoituksenmukaista-kaan. Useimmin riittää, että ihminen poistetaan vastustajan vaikutuspiirin sisällä toimivasta lavetista. Ilman mukana kuljetettavaa operaattoria kone kykenee toimimaan päiviä, viikkoja ja jopa kuukausia ilman tarvetta pysähtyä lepäämään tai käydä satamassa täydentämässä tarvikkeita. Kone voidaan toimittaa taistelualueelle, esimerkiksi meriväylän, sataman, esikunnan, lentotukikohdan tai viestiverkon solmupisteen läheisyyteen vuorokausia tai kuukausia etukäteen odottamaan tehtävää.

Tekoälysovellukset kehitetään tiettyä käyttötarkoitusta varten ja opetetaan toimimaan tietynlaisissa tilanteissa, ympäristöissä ja olosuhteissa. Näiden rajaamissa tehtävissä ne tulevat olemaan ihmistä tarkempia, nopeampia ja kestävämpiä. Mutta jos tilanne, käyttöympäristö, olosuhteet tai tehtävä olennaisesti muuttuu, tekoälysovelluksilta puuttuu tarvittava joustavuus ja monitahoisuus. Siksi tekoäly ei ainakaan nähtävissä olevassa tulevaisuudessa korvaa ihmistä. Lisäksi on huomattava, että siinä missä kone tekee juuri niin kuin on ohjelmoitu tai opetettu, ihminen on paitsi erehtyvä, myös luova ja kokeileva. Ihminen voi käyttää koneita ja välineitä myös toisin kuin alun perin on ajateltu. Tästä syntyy paitsi innovaatioita, myös emergenttejä ominaisuuksia ja uudenlaista suorituskykyä, mihin koneet eivät kykene.

Autonomiset järjestelmät muuttavat väistämättä taistelun kuvaa. Mikro- ja minilennokeiden sekä maalla liikkuvien autonomisten järjestelmien avulla taisteleva joukko kykenee valvomaan aluettaan ja käyttämään tulta kauas oman ryhmityksensä ulkopuolelle ja myös katvealueille. Koska kone on uhrattavissa eikä se tunne pelkoa, se voidaan lähettää moniin sellaisiin tehtäviin, joihin taistelussa ihmisin ei päädyttäisi, kuten väkivaltainen tiedustelu, vastustajan selustaan jättäytyminen, hyökkäys suoraan liikkeestä ilman tiedustelua tai itsensä uhraavat iskut tärkeisiin kohteisiin. Kone on ihmistä helpompi käskeä taistelemaan viimeiseen patruunaan. Autonomisten järjestelmien avulla voidaan ottaa suurempia riskejä, mikä nopeuttaa joukon taktista liikkumista, mahdollistaa rohkeampia taisteluliikkeitä ja nopeuttaa operaatiotempoa. Koska koneet eivät väsy, vaan tarvitsevat vain täydennystä ja kunnossapitoa, korkeaintensiteettinen taisteluvaihe voi pitkittyä yli ihmisen kestäkyvyn. Tämän vuoksi myös ihmisen suorituskyvyn

tehostamisesta ja ylläpitämisestä tulee väistämätön edellytys joukon toimintakyvylle.

### **Jospa perinteiset lainalaisuudet eivät enää päde?**

Teknologinen kehitys on tähän asti perustunut luonnonmateriaaleihin, joiden ominaisuudet tunnetaan jo varsin hyvin. Uusilla materiaaliteknologioilla, kuten nanoteknologialla, voidaan kehittää materiaaleja, joilla on epätavallisia mekaanisia, optisia, sähköisiä, magneettisia, kemiallisia ja biologisia ominaisuuksia. Esimerkiksi vuonna 2004 keksittiin grafeeni, jonka murtolujuus teräkseen verrattuna on 300-kertainen. Grafeeni on myös äärimmäisen kevyt ja joustava materiaali. Grafeenista valmistettujen hiilinanoputkien lujuus-painosuhte on 600-kertainen teräkseen nähden, joten se voi pitkällä aikavälillä mullistaa ballistisen suojauksen ja läpäisyn välisen kamppailun sekä keventää merkittävästi aseita, ajoneuvoja ja taistelijan varustusta.

Ballistisessa suojauksessa nanoteknologia voi mahdollistaa kosteutta ja leikkaavia voimia huonosti kestävästä kuitumaisesta kevlarin korvaamisen nestemäisellä ratkaisulla. Yhtenä mahdollisuutena ovat leikkauspaksunevat nesteet (Shear Thickening Fluids, STF), joiden viskositeetti kasvaa leikkausjännityksen kasvaessa. Nanokokoisilla kvartsihiukkasilla kyllästetty kangas on normaalioloissa notkea ja taipuisa, mutta jos sitä koetetaan leikata, se muuttuu jäykäksi. Kangas kestää pistimen, sirpaleen ja luodin aiheuttamaa rasitusta toisin kuin kevlar, joka on altis leikkuuefektille. Lisäksi STF-nesteellä kyllästetty kangas jakaa iskuenergian laajemmalle alueelle kuin kevlar-kuitukangas. Ohuen ja taipuisan rakenteen ansiosta suojaus voidaan ulottaa myös raajoihin toisin kuin nykyisissä jäykissä ja painavissa suojarusteissa. Tulevaisuuden ballistinen suoja voisi kenties olla iskusta jäykistyvä vaate. Arvioiden mukaan nanoteknologialla tuotettu suojaliivi voisi olla 10 kertaa kevlar-liiviä lujempi jo 2030 mennessä. Pidemmällä aikajänteellä nanoteknologia saattaa mullistaa suojarusteet täydellisesti. Hiilinanoputkista valmistettu alle millimetrin paksuinen suojaliivi riittää teoreettisesti pysäyttämään kaikki käsiaseiden luodit. Ongelmana on siirtää yksittäisen hiilinanoputken nanomittakaavan mekaaniset ominaisuudet isoon suojaliiviin tai vaatetukseen.

Taistelulatausten tehoa tilavuusyksikköä kohti voidaan nanoteknologian avulla lisätä kymmenen tai jopa sata kertaa suuremmaksi kuin perinteisillä räjähdysaineilla. Tämä tarkoittaisi sitä, että 7,62 mm:n luodissa voisi periaatteessa olla sama räjähdysenergia kuin nykyisessä 30 mm:n kranaatissa.

Nanotransistorit ovat kymmeniä tuhansia kertoja nykyisiä transistoreita nopeampia. Nanofaasimuistipiirien arvioidaan mahdollistavan terabitin suuruisen datamäärän tallentamisen postimerkin kokoiselle mikropiirille. Grafeeni- puolijohdeiden myötä äärimmäisen tehokkaat, pienet, kevyet ja älykkäät laitteet yleistyvät massamaiseen käyttöön. Tämä nopeuttaa informaatioteknologian leviämistä kaikkialle leluista hintalappuihin ja maitopurkeista aseisiin ja ampumatarvikkeisiin.

Miehittämättömissä järjestelmissä lujien nanomateriaalien käyttäminen mahdollistaa rakenteiden keventämisen ja pientämisen nykyisestä. Hiilinanoputkista tehdyt lihakset voivat yhdessä grafeenipohjaisen mekaniikan kanssa mullistaa erilaiset ilmassa ja maassa liikkuvat robottisovellukset. Hiilinanoputkilihakset ovat sekä pienikokoisia että hyvin voimakkaita. Niiden ilmoitetaan kykenevän nostamaan yli 100 000-kertaisen massan lihaksen omaan painoon verrattuna, mikä on 85-kertainen tavalliseen lihakseen nähden.

Nanomateriaalit voivat mahdollistaa taustaansa sopeutuvien pintojen kehittämisen. Naamioitava kohde reagoi ympäristöönsä, jolloin sen heräteominaisuudet muuttuvat ympäristön mukaisesti reaaliajassa. Ideaalitapauksessa kohde kätkeytyy taustaansa täydellisesti. Visuaalisen alueen adaptiivinen naamiointi saattaa huimimpien arvioiden mukaan olla käytössä sotilaiden vaatetuksessa jo 10 vuoden kuluessa. Adaptiiviseen häivetekniikkaan liittyviä nanoteknologian ratkaisuja, rakenteita ja materiaaleja ovat esimerkiksi painettava elektroniikka, taipuisat näyttöpaneelit, säädettävät fotonikiteet, elektro- ja termokromaattiset materiaalit, nanohiiliputket, valodiodit, kvanttipisteet sekä biomimiikka. Eri komponenttien (sensorit, tietokoneet, virtalähteet jne.) koon pieneneminen nanoteknologian avulla edesauttaa adaptiivisen häivetekniikan käyttöönottoa, kun kaikki tarvittava sensoreista alkaen on integroitavissa suoraan naamiomateriaaliin. Tulevaisuudessa on mahdollista kutoa kankaita, joiden väri ja kuvio ovat elektronisesti säädeltävissä.

## **Vanhat realiteetit pysyvät**

Edellä on kuvattu sellaisia uusia teknologioita, joilla arvioidaan olevan olennainen merkitys sodankäynnin kehitykselle. On kuitenkin huomattava, että myös jo nykyisin käytössä oleva teknologia, kuten taktiset ydinaseet, termobaariset aseet, raketinheittimet, tykit ja ballistiset ohjukset sekä risteilyohjukset, on otettava huomioon arvioitaessa millaista sota tulevaisuudessa on. Niitä ei kuitenkaan tässä käsitelty, koska ne eivät ole uusia elementtejä. Lisäksi on huomattava, että esimerkiksi lähitulevaisuuden sensoriteknologian kehitys mahdollistaa jo nykyisin käytössä olevien asejärjestelmien, kuten pitkän kantaman tykistön ja raketinheittimistön tulivaikutuksen moninkertaistamisen.

## *Tulevaisuuden joukot ja järjestelmät*

Tulevaisuuden joukkojen kokoonpanoihin ja organisointiin sekä niiden käyttämiin järjestelmiin ja soveltamiin taktiikoihin vaikuttaa monia seikkoja, joita tässä ei ole mahdollista käsitellä. Teknologian kehityksestä voidaan kuitenkin tehdä joitakin yleisiä johtopäätöksiä. Joukkojen on tarvittaessa kyettävä myös kontaktittomaan taisteluun hyödyntämällä autonomisia sensori- ja asejärjestelmiä, maastoa ja liikettä. Tämä edellyttää entistä modulaarisempia, pienempiä ja ketterämpiä joukkoja, joiden suoja tulee raskaan panssaroinnin sijaan kevyemmän varustuksen mahdollistamasta ketteryydestä, kulkureittien optimoinnista ja hajautetumpien ratkaisujen mahdollistamasta resilienssistä ja etäisyydenpidosta vastustajaan. Silmiä, korvia, aivoja ja nyrkkejä ei aina kannata pakata samaan koriin. Sensoreiden on nähtävä vastustaja, mutta päätöksentekijän ja aseiden ei välttämättä tarvitse, jolloin vastustajakaan ei mahdollisesti havaitse niitä. Tällöin sensorista voidaan tehdä pieni ja huomaamaton, sekä tarvittaessa uhrattavissa oleva, ilman että samalla jouduttaisiin uhraamaan koko muukin järjestelmä. Asemitä todennäköisimmin paljastuu viimeistään laukaistaessa, jolloin siihen kohdistetaan vastatoimia. Jos ihminen ei istu aseiden vieressä tai sen päällä, aseeseen kohdistuvat vastatoimet eivät kohdistu ihmisiin. Hajautetun järjestelmän, joka toimii osin autonomisesti ja osin kauko-ohjatusti, kaikkien

osatekijöiden ominaisuudet ja käyttöperiaatteet voidaan optimoida tämän osatekijän suhteen ilman tarvetta tehdä yhteen koriin asettamisesta väistämättä johtuvia kompromisseja. Hajauttaminen pätee niin paikallisella kuin operatiivisella tasolla. Ideaalitapauksessa tulevaisuuden joukko tai lavetti kuljettaa mukanaan vain lyhyen kantaman sensorit ja aseet, muu tilannekuva ja vaikuttamiskyky saadaan käyttöön verkoston kautta. Tämä pätee niin maa- ja meri- kuin ilmasodankäyntiin.

Sensoriteknologioiden kehitys lisää taistelutilan läpinäkyvyyttä, mutta myös kerättävän datan määrää. Tekoälyn hyödyntäminen tietojen yhdistämisessä ja analysoimisessa on siksi välttämätöntä. Tekoälyn käyttö mahdollistaa johtoportaiden keventämisen, johtamishierarkiatasojen vähentämisen ja operatiivisen suunnitteluprosessin nopeuttamisen. Tekoälyä voidaan käyttää erityisesti tilanneymmärryksen muodostamiseen, päätösvaihtoehtojen seurannaisarvioiden tekemiseen ja ihmisen tekemän päätöksen toimeenpanon ohjaukseen.

### *Teknologiaa voidaan hyödyntää ja jättää hyödyntämättä*

#### **Konservatiivisuus taakkana ja ajattelun rajoittuneisuus esteenä**

Miksi uusi teknologia jää usein hyödyntämättä, vaikka sen mahdollisuudet olisi tunnettukin? Historia on osoittanut, että asevoimat ovat usein hyvin konservatiivisia eivätkä älyä ja osaa hyödyntää uutta teknologiaa muutoin kuin pakon edessä. Ehkäpä suurimpana syynä teknologian hyödyntämättä jättämiselle on asevoimien kulttuuriin kuuluva perinteisen arvostaminen ja menneeseen tyytyminen. Perinteiset ratkaisut, jotka ovat osoittautuneet normaaliolojen yksipuolisissa ja kritiikittömissä sotaharjoituksissa tai aiemmissa sodissa toimiviksi ja luotettaviksi, ovat turvallinen valinta. Jos asevoimien henkilöstö vielä on kokeilunhaluisen sijaan turvallisuushakuista, eikä painetta muutokseen ole, on äärimmäisen helppoa tyytyä menneeseen. Vasta hävitty sota tai uudessa konfliktissa koetut vaikeudet saavat turvallisuushakuisen organisaation kehittämään uusia tapoja hyödyntää teknologiaa.

Toinen mahdollinen rajoite on ihmisten puutteellinen kyky abstraktiin ajatteluun. Ajattelu konkretian kautta rajaa mahdolliset ratkaisut nykyisyyden jatkumoksi. Tällöin tykin seuraaja on kehittyneempi tykki ja ratsuväkiryynnäköön korvaa entistäkin uljaampi rynnäkkö. Koska disrupttiivisten teknologioiden huomioiminen vaatii käytännössä aina kykyä rakentaa suorituskykykonsepti täysin aiemmasta poikkeavalla tavalla, näitä teknologioita voidaan hyödyntää vain marginaalisesti organisaatiossa, jossa ihmiset eivät kykene abstraktiin ajatteluun.

Kolmas, joskus jopa merkittävin, rajoite on organisaatiopsykologinen. Organisaatiolle, jossa ihmisten ammatti-identiteetti ja urakehitys rakentuvat jonkin välineen käyttämisen ympärille, on äärimmäisen vaikeata, ellei peräti mahdotonta, luopua tästä välineestä, tai edes ymmärtää sen olevan sotateknologisesti vanhentunut. Jo pelkkä keskustelu asiasta voi olla mahdotonta ihmisten kokiessa oman identiteettinsä olevan vaarassa. Hyvänä esimerkkinä tästä on William ”Billy” Mitchellin kohtalo. Palvellessaan ensimmäisessä maailmansodassa Yhdysvaltain lentojoukoissa Ranskassa Mitchell havaitsi ilma-aseen potentiaalin. Hän katsoi sillä olevan kriittisen merkityksen tulevissa sodissa. Mitchell uskoi lentokoneiden pystyvän upottamaan taistelulaivoja ja piti investointeja laivoihin vääränä ratkaisuna: yhden aluksen hinnalla voitaisiin rakentaa tuhat lentokonetta. Merivoimat yrittivät estää väitteen oikeaksi osoittamisen järjestämällä oman demonstraationsa, joka osoittaisi Mitchellin väitteet paikkansa pitämättömiksi. Vasta kun osoittautui, että merivoimat oli käyttänyt hiekalla täytettyjä räjähtämättömiä pommeja, julkisuuden paine sai puolustusministeriön käskemään asianmukaisen testin toimeenpanon. Testit osoittivat Mitchellin väitteet ja näkökulman oikeiksi: lentokoneilla todellakin voidaan upottaa vahvasti panssaroituja ja aseistettuja pinta-aluksia ja koska yhden sellaisen hinnalla voisi rakentaa tuhatkunta lentokonetta, taistelulaivoihin perustuva ratkaisu ei ole kustannustehokas. Organisaatiopsykologista asetelmaa kuvaa hyvin se, että Mitchell oli yritetty erottaa merivoimien johdon painostuksesta. Oikeassa olemisesta huolimatta (tai kenties juuri sen vuoksi) Mitchell alennettiin prikaatikenraalin palvelusarvosta takaisin everstin sotilasarvoon. Mitchell jopa haastettiin sota-oikeuteen hänen kritisoiduaan kovasanaisesti maa- ja merivoimien johtoa investoimisesta taistelulaivoi-

hin lentotukialusten sijaan<sup>8</sup>. Myöhemmät tapahtumat osoittivat Mitchellin olleen oikeassa, mutta väärään aikaan, mikä tuhosi hänen uransa. Väärään aikaan oikeassa oleminen voi olla asevoimissa palvelevan uralle tuhoisaa.

### **Asymmetrian hakeminen**

Alivoimaisen osapuolen elinehtona on hakea asymmetriaa tavalla tai toisella. Lukumääräisesti alivoimaiset ja toisen maailmansodan alla teknologisesti tasaväkiset saksalaiset hakivat ratkaisevaa etua itä- ja länsivastustajiinsa nähden erilaisesta taktiikasta ja siihen optimoidusta sotavarustuksesta. Voittoon piti pääsemän nopeasti syvälle iskevillä kärkijoukoilla, joiden liikkeen varmistaisi motorisointi, radioviestiliikenne, ilmatulenjohto ja täsmäpommituskyky. Yksikään saksalaisten sodan alkuvaiheessa käyttämä teknologia ei ollut ennennäkemätön tai edes uusi. Voiton avain oli hyödyn-tää olemassa olevaa teknologiaa uudentlaisissa suorituskykykonsepteissa. Myöhemmin amerikkalaiset pyrkivät ensin ilma-maa-taistelun (Air Land Battle), sitten pimeätoiminta- ja täsmävaikutuskyvyn ja nyttemmin teko-älyn ja autonomian avulla luomaan vastaavanlaisen teknologisen yliotteen, jolla lyödä lukumääräisesti vahvempi, mutta perinteisesti varustautunut vastustaja. Vastaavasti teknologisesti heikomman osapuolen on pakko hakea etua lukumäärästä tai toimintatavasta. Taistelun voi myös siirtää ympäristöön, jossa toisen osapuolen paremmista aseista ei ole hyötyä, esimerkiksi asutuskeskuksiin, tietoverkkoihin tai kognitiiviseen toimintaympäristöön. Vaikuttamisen kohteeksi voidaan valita asevoimien sijasta yhteiskunnan infrastruktuuri tai päätöksentekijät. Keinoja asymmetrisen asetelman luomiseksi on paljon. Tämän asetelman on kuitenkin oltava strateginen valinta ulottuen kaikille toiminnan tasoille ja kaikkiin suorituskyvyn osatekijöihin. Jos toimintatapa ja välineet ovat saman tyyppisiä eikä joukkojen koulutus-tasossa tai moraalissa ole ratkaisevaa eroa, lukumääräisesti pienempi on tuomittu häviämään.

### **Kansainvälinen lainsäädäntö rajoittaa teknologian soveltamista**

Vaikka sota edustaa väkivaltaisinta yhteisöllisen elämän aluetta, väkivalta ei siinäkään ole täysin rajoittamatonta. Ihmiskunnan on säädeltävä teknologian käyttöä sodankäynnissä oman inhimillisyytensä ja jopa säilymisensä

vuoksi. Jo muinoin yhteisöjen henkiin jääminen vaati vesi- ja muonavarjojen myrkyttämisen sekä satokasvien tuhoamisen kieltämisen. Sotiminen saattoi olla kokonaan kiellettyä esimerkiksi uskonnollisten menojen aikana tai yöllä.<sup>9</sup> Kiellettyjen tavoitteena on rajoittaa väkivallan käyttöä tasolle, joka on sotilaallisesti perusteltua sekä kieltää kulttuurissa sillä hetkellä epäihmellisiä pidetyt keinot, rajata sodan vaikutukset sotilaallisiin kohteisiin ja minimoida siviiliväestölle sekä ympäristölle aiheutuvat riskit vakavuudeltaan, laajuudeltaan ja kestoaltaan. Aserajoitussopimukset ovat aina aikakautensa tuotteita, joten niillä on usein myös rajallinen elinjakso joko yhteiskunnallisen tai teknologisen kehityksen tai yksinkertaisesti sodankäynnin realiteettien ajaessa niiden ylitse.

Liiallista ja erottelematonta vaikutusta omaavien aseiden kieltosopimus<sup>10</sup> on ehkä keskeisin kansainvälisten sopimusten henkeä kuvaava sopimus. Sen mukaan sodankäynnin vaatimuksiin nähden liiallisesta voimankäytöstä tulee pidättäytyä niin vahingon määrän kuin kohteidenkin osalta. Tämän sopimuksen hengessä on esimerkiksi asetettu rajoituksia miinoittamiselle ja kielletty ansoittaminen.<sup>11</sup> Sopimuksessa kielletään miinojen, tappavien ansojen sekä muiden välineiden, kuten tienvarsipommien käyttö

- tarkoituksellisesti siviiliväestöä vastaan,
- muun kuin sotilaallisen kohteen suojaamiseksi tai sitä vastaan toimimiseksi,
- sellaisin levitysmenetelmin, joiden ei voi varmistua kohdistuvan vain sotilaskohteisiin,
- tilanteissa, joissa niiden voidaan olettaa johtavan sotilaallisiin tavoitteisiin nähden kohtuuttomaan siviiliväestön onnettomuusriskiin.

Vuoden 1980 sopimus yhtäältä mahdollistaa tarkoituksenmukaisen sotilaallisen toiminnan, eli joukkojen suojaamisen ja hyökkääjän torjumisen, mutta toisaalta suojaaa siviiliväestöä mielivaltaiselta miinojen käytöltä ja kohtuuttomilta riskeiltä. Tästä huolimatta tämän sopimuksen vastainen toiminta ja miinojen mielivaltainen sekä tahallisen terrorimainen käyttö kehitysmaissa johti länsimaissa haluun rajoittaa miinojen käyttöä, hallussapitoa ja kouluttamista kieltämällä henkilömiinat. Vuoden 1980 sopimus



ja siihen vuonna 1996 tehty itsetuhomekanismeja ja havaittavuutta edellyttänyt muutos olisivat ratkaisseet miinojen vastuullisen käytön aiheuttamat haasteet. Sodan lakeja rikkovia tahoja taas sodan lakien tiukentamiset – varsinkin silloin kun ne eivät ole yleissitovia – eivät juuri liikuta. Henkilömiinojen kieltosopimus perustuu vanhanaikaiseen käsitykseen aseteknologian kehityksestä<sup>12</sup>. Siinä missä 1980 sopimuksilla haluttiin estää liiallinen voimankäyttö ja siviilien joutuminen kärsimään sodasta, Ottawan sopimus estää kaikkien henkilömiinojen käytön, siis myös sellaisten, jotka kykenisivät erottelemaan sotilaskohteet siviileistä.

Yhdistyneiden Kansakuntien konventionaalaisia aseita rajoittava sopimus (Convention on Prohibitions or Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons Which May Be Deemed to Be Excessively Injurious or to Have Indiscriminate Effects)<sup>13</sup> pyrkii kieltämään tai rajoittamaan liian vahingoittavien tai kohdetta erottelematta vaikuttavien aseiden käyttöä. Sen kiellon piirissä ovat maamiinat, ansat, polttotaisteluaineet ja sokaisulasarit. Sokaisulasereiden kieltö<sup>14</sup> koskee laseraseita, jotka on kehitetty nimenomaisesti aiheuttamaan paljaan silmän<sup>15</sup> pysyvää sokeutumista. On huomattava, että sopimus ei koske laillisena pidetyn laserjärjestelmän toiminnan sivuvaikutuksina syntyvää tilapäistä tai pysyvää sokeutumista. Siten optiikkaa vastaan toimivat antisensori-, omasuoja- ja sokaisulasarit sekä tilapäisen sokeutumisen aiheuttavat häikäisylaserit ovat lain kirjaimen mukaisesti sallittuja, vaikka sen henkeä vastaan sotivatkin. Myöskään laserit, joiden teho riittää sokaisemaan kiikarin tai kaukoputken takana olevan silmän, eivät kuulu kiellon piiriin.

Teknologisen kehityksen myötä asejärjestelmien kyky luokitella ja tunnistaa maaleja paranee. Tämä tulee mitä todennäköisimmin johtamaan vaatimuksiin asejärjestelmien teknologiaa kehittämisestä sellaiseksi, että ne kykenevät erottelemaan legitiimin maalin siviilikohteista. Tekoälyn saadessa yhä isomman roolin voimankäyttöön liittyvän tilanneymmärryksen muodostamisessa, voimankäyttöpäätöksen teossa ja toimeenpanossa tulee ajankohtaiseksi ratkaista, mitä koneen sallitaan ja mitä sen ei haluta tekevän. Tällä hetkellä YK:n alaisessa CCW:ssä käydään laajaa keskustelua siitä, pitäisikö autonomisten asejärjestelmien (Lethal Autonomous Weapon Systems, LAWS) kehittämiselle ja käytölle asettaa rajoituksia.

Sotilaat ja siviilit erottelemattoman voiman käytön kiellon voidaan tulkita edellyttävän myös sitä, että ihmisen tulee viime kädessä olla vastuussa voimankäytöstä. Tämä on jo johtanut henkilömiinojen kieltosopimukseen Ottawan sopimuksella, rypäleasideen rajoituksiin sekä kansanliikkeisiin ajoneuvomiinojenkin kieltämisestä<sup>16</sup>. Länsimaiden etääntyessä valtioiden välisen sodan realiteeteista on hyvinkin mahdollista, että ajoneuvomiinakiellosta ennen pitkää sovitaan ja ajoneuvomiinat joudutaan korvaamaan tähytetyksi laukaistavilla panoksilla. Ihmisen sitominen voimankäytön päätöksentekoketjuun rajoittaa myös autonomisten järjestelmien kehittämistä. Autonomisten asejärjestelmien (Lethal Autonomous Weapon Systems, LAWS) rajoittamiseen liittyvä keskustelu on parasta aikaa käynnissä YK:n johdolla<sup>17</sup>. Niiden käytön mahdolliset rajoitukset kuuluisivat CCW-sopimuksen laajennettuun piiriin. Voimassa olevien sopimusten hengen mukaisesti voitaneen olettaa, että autonomisten asejärjestelmien voimankäytön edellytyksenä tulee olemaan jonkinasteinen ihmisen tekemä kokonaisarvio ja päätös. Tämän johdosta ei liene tulevaisuudessakaan mahdollista kehittää täysin autonomista asejärjestelmää ainakaan niissä maissa, jotka sopimukseen sitoutuvat. Tällä voi olla merkittävä rajoittava vaikutus vaanivien ja parveilevien aseiden kehittämislle.

On huomattava, että siinä missä aserajoitussopimukset alun perin perustuivat molemminpuoliseen sopimukseen keskinäisissä sodissa sallituista ja kielletyistä keinoista ja välineistä<sup>18</sup>, uudemmat rajoitussopimukset ovat vain yksipuolisesti sitovia. Esimerkiksi Ottawan miinasopimuksen ulkopuolelle jättäytyneet maat, kuten Venäjä, voivat niitä käyttää. Tämä asettaa sodan osapuolet kovin erilaiseen asemaan toisen kyetessä hyödyntämään sellaisia keinoja, joiden käytöstä toinen on itse pidättäytynyt.

### *Tulevaisuus yllättää joka tapauksessa*

Tulevaisuuden ennakkoinnille on mahdotonta kehittää pitävää tieteellistä perustaa, mikä johtuu itse tehtävän logiikasta. On mahdotonta löytää kunnollista mittaustapaa ennusteiden ennustevoillemalle. Aiempien ennusteiden oikeaan osuvuuden perusteella ei välttämättä voi tehdä johtopä-

töksiä nykyisten ennusteiden oikeellisuudesta. Ennusteiden ennustevoimaa ei kyetä todistamaan ennustusvaiheessa, vaan se jää tulevien tapahtumien osoitettavaksi<sup>19</sup>. Tämän vuoksi tulevaisuuden ennakoinnissa ei edes pyritä tieteellisesti oikeaksi todistettuun analyysiin tulevaisuudesta, vaan tehdään erilaisia trendi- ja ilmiötarkasteluita sekä kootaan eri alojen parhaiden asiantuntijoiden näkemyksiä. Toki näidenkin takana olisi hyvä olla myös evidenssipohjaista näyttöä, esimerkiksi teoreettisia laskelmia, teknologian kypsyystasomittareita, tilastoja investoinneista kyseisiin teknologioihin, tieteellisten julkaisujen sekä patenttien määriä yms. arviota tukevaa näyttöä. Yksinkertainen oletamus kehitystrendien jatkumisesta ei riitä luotettavaan tulevaisuuden kartoittamiseen ilman trendien taustalla olevien syy-seuraus-suhteiden ymmärtämistä. Kehitys näyttää usein jälkikäteen tarkasteltuna hyvin suoraviivaiselta. Historiankirjoituksen etsiessä ja löytäessä loogisen selityksen tapahtuneelle asiat vaikuttavat edenneen vaiheittain kohti vääjäämätöntä lopputulosta. On kuitenkin huomattava, että tapahtumahetkellä ei tiedetä, mikä vaihtoehdoista kehityspoluista olisi lopulta paras, tai edes johtaa onnistuneeseen ratkaisuun.

Ennuste, jota käytetään tulevaisuuteen liittyvien investointi- ja kehittämispäätösten tukena, on myös jossain määrin itseään toteuttava. Tämä pätee varsinkin suurvaltoihin, joilla on riittävät resurssit merkittävien uusien avausten tekemiseen. Niiden erilaisten ennusteiden ja kehittämisen tiekarttojen roolina onkin paitsi arvioida, mihin kehitys on menossa, myös asettaa kehitykselle suuntaa ja tahtia. Pienten valtioiden ennusteet ovat lähinnä muiden toimesta tapahtuvan kehityksen arviointia ja johtopäätösten tekemistä sekä ennakoivien toimenpiteiden käynnistämistä ennen kuin arvioitu kehitys on jo tapahtunut. Koska ennakointi perustuu yleensä asiantuntijoiden tulkintaan moninaisesta tiedosta sekä mielipiteisiin sen merkityksestä, päätöksentekijät, media ja muut suhteuttavat asiantuntijan kannan omiin käsityksiinsä. Tämän vuoksi ennusteilla on tendenssi arvioida kehityksen suuntaa sovinnaisesti, siis ilman disruptiivisia vaikutuksia. Tämä tukee päätöksentekijöiden taipuvaisuutta valita tyydyttävältä vaikuttava vaihtoehto, tulkita arviota sopimaan odotuksiinsa ja korjaamaan linjaansa vain asteittain.<sup>20</sup> Sovinnainen tulkinta johtaa väistämättä yllätykseen, kun sinänsä tiedossa ollut asia sitten lopulta tapahtuukin ja tarkoittaakin sitä mitä se tarkoittaa.

Tekoälypohjaisten autonomisten järjestelmien, bio- ja geeniteknologian leviäminen ja ainetta lisäävän valmistuksen kehittyminen murtavat valtioiden monopoliaseman sodankäynnin suorituskykyihin. Näiden teknologioiden arkipäiväistymisen ja leviämisen myötä niitä tullaan väistämättä käyttämään myös ihmisten vahingoittamiseen, vaikka emme tällä hetkellä osaa sanoa miten. Tästä teknologian joukkoistumisesta voi muodostua merkittävä yllätys myös sodankäyntiin.

Julkisten ja salassa pidettävien ennusteiden kyky tuottaa tulevaisuudenkuvia on osoittautunut ainakin teknologioiden osalta varsin hyväksi. Eri teknologioiden kehityksen suunta on usein osattu arvioida oikein, mutta nopeus väärin. Esimerkiksi informaatioteknologian kehitysnopeutta aliarvioitiin ja muiden teknologioiden kehittymisnopeutta yliarvioitiin. Suurimmaksi ongelmaksi on kuitenkin muodostunut organisaatioiden kyky ymmärtää mitä johtopäätöksiä ja ennen kaikkea kehitystä ennakoivia päätöksiä pitäisi tehdä.

Yllätys on väistämätön myös siksi, että se on sodan perusluonne ja siihen nimenomaisesti pyritään. Yllätykseen pääsemiseksi asevoimat tutkivat ja kehittävät salassa vaihtoehtoisia menetelmiä tehdä asioita uudella tavalla. Vastaavasti välttyäkseen itse ikäviltä yllätyksiltä asevoimat tiedustelevat ja tutkivat, mitä muut tekevät. Tutkimus ja oman osaamisen, taktiikan ja tekniikan kehittäminen ovat välttämättömiä yllätykseen pääsemisessä ja yllätysten välttämisessä. Asevoimat, jotka ajavat alas tutkimuksensa ja omien ratkaisujen kehittämisen tyytyen kopioimaan ratkaisuja muilta, ovat niitä aina 5–10 vuotta jäljessä.



# MAASOTA 2030+

*Sodan kuvan ennakointi*

JAN HANSKA



# 3

---

---

## *Johdanto*

---

Tulevaisuuteen tuijottaminen on hankalaa ja kukaan meistä ei ole Nostradamus. Sir Basil Liddell Hartia lainaten, tulevaisuuden ennustaminen varmuuden syvällä rintaäänellä tulisi jättää kenraaleille. He ovat luokka, jolla on siihen perinteinen mieltymys eikä profetoina merkittävää mainetta menetettäväksi.<sup>1</sup> Viime vuosien aikana suursodan tai vastaavan laajan konfliktin todennäköisyys maailmassa on noussut, koska kylmän sodan jälkeinen maailmanjärjestys on murroksessa. Laajamittainen Yhdysvaltojen tai Naton ja Kiinan tai Venäjän välinen konflikti on muuttunut jälleen mahdolliseksi.<sup>2</sup> Tämä on saanut Euroopan valtiot muuttamaan jälleen asevoimiensa käytön suunnittelun painopistettä kansainvälisistä kriisinhallintaoperaatioista kohti sekä kollektiivista että kunkin kotimaan puolustusta ja se puolestaan on nostanut selkeästi maavoimien merkitystä. Siinä missä vielä muutama vuosi sitten painottuivat korkean ammattitaidon omaavat sotilaat, joilla on kyky toimia globaalisti vaativissa kriisinhallintaoperaatioissa, näiden kyvykkyyksien lisäksi kaivataan kasvavassa määrin perinteiseen kotimaan puolustukseen sopivia kyvykkyyksiä ja joukkoja.<sup>3</sup>

Williamson Murray toteaa, että ymmärtääksemme sodankäynnin tulevaisuutta meidän pitää ymmärtää nykyhetkemme historiantuntemuksemme pohjalta. Jollemme tiedä, mistä tulemme, mikä tahansa tie tulevaisuuten on samanarvoinen.<sup>4</sup> Elämme tällä hetkellä samantyyppistä huumaa

kuin mekanisoidun aikakauden tai *Revolution in Military Affairsin* (RMA) alussa, jolloin ideoita, uusia menetelmiä ja taktiikoita koskevia esityksiä syntyi kuin sieniä sateella. Sodan nähdään usein olevan ”transformaation” kohteena.<sup>5</sup> Jotta asevoimat voivat toteuttaa sodankäynnin vallankumouksen, niiden tulee hallita yhteiskunnallisen, poliittisen ja sotilaallisen toimintakentän muutokset ja toisinaan jopa ennakoita ne.<sup>6</sup> Kuitenkin sodan perusluonne itsessään ei ole muuttunut, vaan ainoastaan sodankäynnin olemus tai ilmentymä muuttuu aivan kuten tulevaisuudessakin. Uudet tuulet puhaltavat, mutta kyseessä on kehityskaari eikä kaiken mullistava vallankumous. Sota tulee olemaan uuden muotoista, mutta ontologialtaan samanlaista kuin aina ennenkin.<sup>7</sup>

Tulevaisuudessakin maasodalla on selkeä rooli osana sodankäyntiä. Tämä juontuu jo siitä, että nyt maailman vakinaisessa palveluksessa olevista sotilaista kolme neljäsosaa eli yhteensä viisitoista miljoonaa palvelee valtioidensa maavoimissa.<sup>8</sup> Nämä sotilaat eivät ole katoamassa mihinkään ja he teoretisoivat ja rakentavat tarkastelujakson sodan kuvaa jo nyt. Kuitenkaan maasodan tulevaisuuden muodosta tai kehityssuunnassa ei vallitse minkäänlaista konsensusta.<sup>9</sup> Varmaa on, että teknologisen kehityksen myötä tullaan rakentamaan huipputekninen komponentti ainakin osaksi asevoimia niissä maissa, joissa tähän on varaa. Teknologia muuttuu jatkuvasti halvemmaksi, mutta itsestään selvää on, että tulevaisuuden taistelurobotti ei muuttu halvemmaksi kuin massatuotettu halpa Kalashnikov-kopio. Jo ensimmäisen maailmansodan yhteydessä selvisi, että moderni sota on aivan liian kallista, että sitä enää kannattaisi valtioiden käydä potentiaalisen tuoton vuoksi.<sup>10</sup> Sama ei kuitenkaan päde valtion sisäisiin rikollis- ja/tai kapinallisryhmiin. Kehittyvässä maailmassa ja etenkin epäonnistuneissa ja romahtaneissa valtioissa AK-47 ja ihmishenki ovat halpoja. Järjestäytyneellä rikollisuudella on mahdollisuus käyttää hyväkseen sotaa, tehdä voittoa ihmisten kurjuudella ja palkka-armeijan avulla vahventaa omaa voimaansa ja vaikutusvaltaansa sekä mahdollistaa ”sotilailleen” ruuan ja puhtaan veden kaltaisten perustarpeiden tyydytymisen.

Mary Kaldor aloitti 1990-luvulla keskustelun ”uusista sodista”, joita käydään tämänkaltaisissa oloissa, järjestäytymättömien toimijoiden välillä ja usein valtioiden sisällä.<sup>11</sup> Uudet sodat olivat lähinnä kylmän sodan aikais-



ten asevarastojen tyhjennysmyyntiä, joissa valtioita alemmanasteiset toimijat taistelivat keskenään. Nämä uudet sodat ovat 2030-luvulla muuttuneet ”vanhoiksi sodiksi”, mutta ne eivät katoa mihinkään niin kauan kuin on toimimattomia valtioita ja yhteiskuntia. Yhdysvaltojen rymistellessä terrorismivastaista sotaansa Irakissa ja Afganistanissa sotilasajattelu maavoimiesakin alkoi kääntyä siihen suuntaan, että erilaisia kapinallisia, rikollisia ja terroristeja vastaan käytävä kamppailu oli tulevaisuuden sodan kuvan tärkein ilmentymä. Hammes kuvasi kyseessä olevan ”neljännen sukupolven sodan” (4GW), joka on kapinallisuuden ja kansannousujen evoluution tulos. 4GW:n sodat kestäisivät pahimmillaan vuosikymmeniä ja käyttäisivät yhteiskunnan kaikkia verkostoja, poliittisia, taloudellisia, sosiaalisia ja sotilaallisia osoitukseen viholliselle, että sen strategisten päämäärien saavuttaminen olisi liian kallista. 4GW:ssä korostuisi siis pienen toimijan kyky käyttää linkoa ja kiveä kaatamaan supervalta-Goljat, ja 4GW-sodat ovatkin ainoita, joita Yhdysvallat on hävinnyt – vähintäänkin Vietnamissa, Libanonissa ja Somaaliassa.<sup>12</sup> Maavoimien tulee kyetä tasapainottelemaan nykypäivänä käytävien ja tulevaisuuden sotien asettamien erilaisten vaatimusten välillä. ”Harmaan alueen” konfliktien lisäksi suursota on palannut suunnitteluperusteisiin.<sup>13</sup>

Sodan kuvasta vallitsevat moninaiset käsitykset ovat pääosin synkkiä ja ennustavat sekavaa tulevaisuutta. Esimerkiksi Iso-Britannia ennakoii tulevaisuuden sotia käytävän ”ahtaissa, kiistanalaisissa, tukkoisissa, sotakuisissa, yhteen liittyvissä ja rajoitetuissa olosuhteissa.”<sup>14</sup> Tämä luo kuvan oloista, joiden olemusta on mahdotonta ennakoida. Haaste ennakoinnissa onkin kyetä välttämään luonnollinen taipumus valita tällä hetkellä sodankäynnissä vallitsevat trendit ja suoraan ekstrapoloida niiden perusteella arvio tulevaisuudesta. Ainoa asia, joka voidaan varmuudella sanoa on, että erilaisia ”mustia joutsenia” eli täysin ennakoimattomia asioita, joilla on kauaskantoiset vaikutukset, ilmenee jatkossakin. Niiltä emme voi välttyä.<sup>15</sup> Arvioitaessa tulevaa lähihistorian kehityskulut antavat vahvoja viitteitä, mutta niihin tulee suhtautua tietyin varauksin, sillä yhteiskuntamme ja siten olosuhteet, joissa sotia käydään, muuttuvat nopeasti ja sodan olemus muuttuu niiden mukana. Koska meillä ei ole varmuutta tulevaisuudesta, suunnittelemme usein asevoimien käyttöä uusia elementtejä etsien ja roikuen samalla kiinni totutussa ja turvallisessa. Siten voidaan perustellusti

arvioida, että tulevaisuuden operaatioympäristöön kuuluu sekä uusia että vanhoja sodankäynnin konsepteja samanaikaisesti.<sup>16</sup> Suomalaisen näkökulman mukaan sodankäynnin kulttuuria määrittelevät uhkakuvat, käsitys sodan luonteesta sekä asevoimat. Myös teknologian kehitys ja yhteiskunnan käytössä olevat resurssit muokkaavat sodan kuvaa.<sup>17</sup> Sodan kuva kokonaisuutena on siis selkeässä muutoksessa ja se ei voi olla vaikuttamatta myös puolustushaarojen sodan kuviin.

Teorian tasolla voimme akateemisesti keskustella loputtomasti siitä, miltä tulevaisuuden maasota tulee näyttämään, mutta valtioilla ja niiden asevoimilla ei ole tätä ylellisyyttä. Tulevaisuuden asejärjestelmien saaminen suunnittelupöydiltä taistelukentille voi pahimmillaan viedä vuosikymmeniä. Christopher Tuckin mukaan tulevaisuuden maasodan kuvasta on kolme eri pääkehityssuuntanäkemystä. Yksi ja hyvin teknologiaorientoitunut koulukunta korostaa *Revolution in Military Affairs*, (RMA) ajattelun jatkoa, eli että täsmäaseet, uudet ja kehittyvät sensorit sekä verkottumisen muodot muovaavat tulevaisuuden asevoimien rakennetta perinpohjaisesti. Kilpailevan koulukunnan mielestä sodankäynti päinvastoin pikemminkin taantuu. Nämä ovat ”uusiin sotiin” uskovat ihmiset, jotka näkevät valtioiden välisten sotien muuttuvan entistä harvinaisemmiksi ja veristen paikallisten tai alueellisten kansalaisten ja heidän muodostamiensa toimijoiden välisten epätavanomaisten sotien muodostavan tulevaisuuden maasodan paradigman. Kolmas koulukunta puhuu ”hybridisodista”, joissa tulevaisuudessa tavanomainen ja epätavanomainen tapa käydä sotaa yhdistyvät toisiinsa. Jokainen näistä koulukunnista asettaisi osin samoja ja osin hyvin erilaisia vaatimuksia tulevaisuuden maavoimien kehittämiseksi.<sup>18</sup>

Jopa käsitys siitä, mikä on ”maasotaa” on jatkuvassa muutoksessa. Verkostokeskeisessä, informaatioylivoimaa hyödyntävässä korkean teknologian asevoimassa kaikkien puolustushaarojen resursseja voidaan käyttää yhteen sovitettuna ja joint-henkisesti. Keskeistä on tehokkaan vaikutuksen saaminen viholliseen mahdollisimman kustannustehokkaasti. Vaikutus voidaan kohdistaa niin maalta, mereltä, ilmasta, avaruudesta kuin kyberavaruudestakin, mutta myös perinteistä sotilasvoimaa maaulottuvuudessa tarvitaan. Tulevaisuuden maavoimat toimivat entistä kiinteämmin muiden puolustushaarojen kanssa yhteisen vaikuttamisen saavuttamiseksi.

Miten maavoimat toimisivat muuttuvassa tilanteessa, on vaikea kysymys vastata selkeästi. Joustavuus, sopeutuvuus ja ketteryys ovat termejä, joita toistuvasti liitetään maavoimien kehittämispyrkimysten tavoitteiksi. Esimerkiksi Kanada pyrkii yhdistämään liikesodankäynnin teoriapohjan ja vaikutusperustaisen ajattelun siten, että tulevaisuuden maavoimat muodostaisivat sopeutumiskykyisen, verkottuneen ja integroituneen joukon, joka tehtävän vaatimusten mukaisesti hajaantuisi ja kokoaisi voimansa ja vaikutuksensa koko moniulotteisessa taistelutilassa kyetäkseen löytämään, sitomaan ja iskemään viholliseen.<sup>19</sup> Koska ei ole olemassa yhtenäistä uhkaa, viholliskuvaa, saati sodan kuvaa, jonka edes länsimaat jakaisivat, on tärkeää keskittyä juuri maavoimien kehittämiseen sellaisiksi, että ne pystyisivät nopeasti mukautumaan äkillisiin muutoksiin ja eri toimintatapoihin, joita erilaiset uhkaskenaariot vaativat.<sup>20</sup>

Kaikilla tulevaisuuden sodan teoreetikoilla – ja siten myös pääosassa erilaisista kehittämisohjelmista – on omia lempi-ilmajujujaan. Verkostokeskeisen sodankäynnin (*network-centric warfare*, NCW) teoreetikoilla RMA:n henkisinä perillisinä se usein on itsesynkronointi (*self-synchronization*) ja joint-henkisillä liikesodan kannattajilla joustavuus ja ketteryys (*flexibility, agility*). Yhteistä löytyy kuitenkin siitä, että käytännössä koskaan teksteistä ei löydy varsinaisia neuvoja tai suuntaviivoja, millä näitä kunnioitettavia pyrkimyksiä edistettäisiin.<sup>21</sup> Aivan liian usein nämä termit kirjoitetaan iskusanoina doktriineihin ja kun ne kerran ovat mustana valkoisella, niitä pidetään asevoimien keskuudessa jo silloin toteutuneina periaatteina, jotka ohjaavat toimintaa. Ongelmallista tulevaisuuden arvioinnin kannalta on, että Persianlahden toinen sota sen enempiä kuin Afganistankaan eivät kyenneet väitteistä huolimatta sen enempiä todistamaan kuin kyseenalaiseen NCW:n käytettävyyttä sodankäynnin paradigmana.<sup>22</sup> Läntisessä maailmassa vallitsee monta eri päällekkäistä näkemystä ”parhaasta” tavasta käydä sotaa.

Joustavuus ja ketteryys maavoimien kehittämisvaatimuksina ovat jopa varsin perinteisiä. Esimerkiksi jo Persianlahden sodassa Norman Schwarzkopf korosti, kuinka joustavuus mahdollistaa tilanteiden ja tapahtumien hyväksikäytön.<sup>23</sup> Kuitenkin jo itse operaation suunnitteluprosessi on prosessiluonteensa myötä kaikkea muuta kuin joustava, ja on vaikea nähdä, mi-

ten jäykällä analyysillä luotaisiin aidosti joustava synteesi. Suunnittelun ja toimeenpanon erilliset prosessit tulee kyetä sitomaan toisiinsa joustavaksi johtamistoiminnaksi.<sup>24</sup> Valitettavasti tässä tapahtuu kuten monien muidenkin muodikkaiden iskusanojen kanssa – MITEN se tapahtuisi, jää teoreetikoilta kertomatta. Totuus edelleen on, että asevoimat puhuvat ja kirjoittavat paljon joustavuudesta, sopeutumiskyvystä ja ketteryudesta, mutta nämä päämäärät jäävät vain doktriineissa viljellyiksi sanoiksi eivätkä siirry käytänteisiin. Kuten Simpkin on todennut, asevoimat ja eritoten maavoimat kykenevät luomaan jopa paljon niiden kokoa suuremman sisäisen inertian, mikä rajoittaa kaikkia pyrkimyksiä ketteryyteen.<sup>25</sup> Asevoimat eivät ole nykypäivänä kovinkaan joustavia organisaatioina, mutta joustavuuden nähdään rakentuvan konseptien ja doktriinien, organisaation ja teknologian, johtamisen ja kognition sekä nopean oppimisen yhdistelmästä.<sup>26</sup>

Maasodan olemus ei tule muuttumaan, mutta eri konfliktityyppien määrä ja erilaisuus kasvavat, ja vaikuttaa teknologia taktisella ja operatiivisella tasolla miten hyvänsä, sodasta vastaavilla poliittisilla päättäjillä ei ole yhtään sen selvempää käsitystä tapahtumista ja siitä, mitä heidän tulisi tehdä.<sup>27</sup> Keskeistä on ymmärtää, että maavoimien merkitys on tulevaisuudessakin kriittinen sotatoimien onnistumiselle. Vaikka ilma ja meri operaatioulottuvuuksina ovat elintärkeitä ennen sotatoimia ja niiden aikana, ainoastaan maajoukoilla kyetään valloittamaan ja pitämään maa-alueita. Maajoukoilla kyetään pakottamaan vihollista, ja maa-alueiden hallinta edesauttaa ihmisten ja tärkeiden alueiden hallinnan myötä poliittisten tavoitteiden saavuttamista jopa siinä määrin, että maavoimilla on mahdollisuus tuottaa ratkaisu sodalle. Samalla maavoimilla ei kuitenkaan yksin kyetä ratkaisuun, vaan sekä taktisella että operationaalisella tasalla maavoimien taistelu tulee jatkossakin kyetä liittämään yhteisoperaatioihin muiden puolustushaarojen kanssa. Yhteisoperaatioilla kyetään paikkaamaan toisten puolustushaarojen heikkouksia ja vahvistamaan omia. Näin ollen tulevaisuudessakin maaoperaatioiden toteuttamiskyky on välttämätön, muttei suinkaan itsessään riittävä edellytys voitolle sodassa.<sup>28</sup>

## *Missä maasotaa käydään?*

2030-luvun nähdään olevan aikaa, jolloin väkivaltainen ideologinen kilpailu, vihamielinen geopoliittinen tasapainoilu ja kilpailu kyberavaruu- den hallinnasta muokkaavat konfliktien kontekstia. Fyysisesti niihin liittyy sekä hajonneille valtiolle kuuluvien että globaalien yhteiskäyttöalueiden häiriöt.<sup>29</sup> Jos etsimme maailmankartalta mahdollisia fyysisiä paikkoja, joissa eri valtioiden asevoimat voivat kohdata, on niitä liikaa lueteltavaksi. Konfliktialueena voi olla miltei mikä tahansa, sillä sodat juontuvat suoraan valtioiden kansallisista eduista ja niiden uhkaamisesta. Esimerkiksi Kanada valmistautuu käyttämään maavoimiaan tulevaisuuden sodissa kansainvälisesti alueilla, joita kuvaa epävarmuus, epävakaus ja korkea riski. Mitään maantieteellistä rajoitetta ei ole. Kanada näkee epätavanomaisen sodankäynnin jatkossakin korvaavan perinteiset suurten joukkojen väliset taistelut ja arvioi konfliktien keskittyvän urbaaneille alueille. Konfliktit tapahtuisivat niin fyysisessä, henkisessä kuin informaatiotilassakin ja tiheän väestön seassa ja suojassa. Aivan kuten Yhdysvallat myöskään Kanada ei näe akuuttia tarvetta käydä maasotaa oman alueensa puolustamiseksi, vaan valmistautuu operoimaan muualla maailmassa, mutta näkee doktriininsa peruseriaatteiden soveltuvan kaikille alueille.<sup>30</sup>

Verkottunut maailmanjärjestyksemme rakentuu yhtäältä suvereenien valtioiden hallitsemiin alueisiin ja toisaalta globaaleihin yhteiskäyttö- alueisiin. Näiden välillä kulkee erilaisia reittejä niin fyysisessä ulottuvuu- dessa kuin tietoliikenneyhteyksinäkin. On sitten kyseessä kaupankäynnin vaatimien merireittien tai kaasuputkien tai muun energiansiirron reitit, niiden tulee olla avoinna. Tiedon ja materiaalin tulee liikkua vapaasti, jotta globaali talousjärjestelmä ja tietoyhteiskunta voi toimia.<sup>31</sup> Näiden verkon ”säikeiden” lisäksi myös sen solmukohtien merkitys nousee. Solmu- kohtia ovat paitsi suuret satamat ja tietoliikenneterminaalit, myös suuret kaupungit, jotka vetävät puoleensa asukkaita ja asukasmäärän kasvaessa urbanisaation myötä kiihdyttävät myös kaupunkeihin ja niistä ulos kul- kevia tavaravirtoja nostaen entisestään kaupungin merkitystä. Tämä voi vähentää valtion kykyä hallita suurkaupunkejaan, mikä pahimmillaan joh- taisi epäonnistuneiden valtioiden lisäksi epäonnistuneisiin kaupunkeihin.

Mutta samalla kaupungit tarvitsevat maaseutuja toimiakseen, ja verkosto, joka tukee kaupunkia materiaalivirroin, on sen elinehto. Kaikilla tasoilla globaaleista alueellisiin logistiikan ja tiedon kulkuväylien käytettävyyden turvaaminen korostuu.<sup>32</sup> Globaaleilla yhteiskäyttöalueilla toimivat lähinnä muut puolustushaarat, mutta koska verkoston säikeet tai kaupunkien kaltaiset solmukohdat sijaitsevat maa-alueella, on maavoimilla korostettu vastuu niiden turvaamisesta.

Ensimmäistä kertaa maailmanhistoriassa tänään kaupungeissa elää enemmän ihmisiä kuin maaseudulla. Urbaani kasvu keskittyy kuitenkin vain osaan kaikista kaupungeista, ja suurkaupungit laajenevat osin hallitsemattomasti. Vuonna 2030 maailmassa arvioidaan olevan 41 ”megakaupunkia”, joissa kussakin asuu yli 10 miljoonaa asukasta ja 600 suurinta kaupunkia tuottavat 60 prosenttia maailman BKT:stä. Niissä asuu neljäsosa väestöstä.<sup>33</sup> Megakaupungeista voi nousta jopa valtioiden rinnalle kansainvälisiä toimijoita. Etenkin heikkojen valtioiden sisällä ja megakaupunkien ympärille rakentuu slummialueita, joiden hallinnassa sekä kaupunki että valtio voivat epäonnistua.<sup>34</sup> Kaupungistuminen tarjoaa tulevaisuuden asevoimille haasteellisen toimintaympäristön juuri ruuhkaisuutensa ja suurten ihmismäärien vuoksi. Suurkaupunki operaatioympäristönä on sekava ja monimutkainen sekä asettaa eri turvallisuustoimijoille suuria ongelmia tulevaisuudessa. Miten löytää miljoonien asukkaiden seasta sodan osapuolet ja kyetä välttämään siviiliuhrit? Kaupungistuminen luo tilanteen, jossa vihollisen sissit eivät enää tukeudu Afganistanin karuihin vuorisuituihin tai Vietnamin viidakoihin. Betoniviidakosta tulee uuden urbaanin sissitaitelijan tukeutumisaalue ja samalla taistelukenttä.<sup>35</sup> Samalla kun esimerkiksi Yhdysvaltojen strateginen painopiste on alkanut siirtyä kohti Aasiaa ja se on korostanut merellistä ulottuvuutta, on huomattava, että arvioiden mukaan 2035 suurin osa maailman ihmisistä elää kaupungeissa ja että näistä kaupungeista suuri osa sijaitsee rannikolla.<sup>36</sup> Yhdistelmä näistä saa aikaan tilanteen, jossa merellisen voiman ja maavoiman yhteiskäyttö tulee korostumaan eritoten Aasian alueella ja muuallakin, jossa megakaupunkeja syntyy.

Kaupungistuminen ja etenkin Aasian suurkaupunkien sijoittuminen usein rannikon välittömään läheisyyteen luo kehityspaineita tulevaisuu-

den maavoimille. Urbaani alue, ja eritoten suurkaupungit eivät tule enää olemaan toissijainen ja välteltävä operaatioympäristö, vaan suuri osa tulevaisuuden operaatioista tullaan toteuttamaan kaupunkiympäristöissä. Jo tämä tekijä johtaa siihen, että maavoimien joukkomäärät eivät tule sotia käyvissä valtioissa pienemään, sillä kaupunki nielee suuremman määrän sotilaita kuin muut operaatioympäristöt ja samalla pakottavat sotilaat ottamaan vastuulleen myös muita tehtäviä kuin puhtaat taistelutehtävät. Kaupunkiympäristö luo suojaa paitsi sotilaille myös rikollisille ja terroristeille ja rajoittaa esimerkiksi täsmäaseiden käyttökykyä.<sup>37</sup> Vaikka sensorit lisääntyvät, halpenevat ja fuusioituvat, kaupunkiympäristö tulee ylikuormittumaan datalla. Tulevaisuudessa kaupunkiin on helpompi suojautua kuin vaikeakulkuisimpaankaan maastoon.

Myös kaupunkien sijainti luo omat vaatimuksensa sen voiman projisoinnille, jota niissä suunnitellaan käytettäväksi. Rannikkoalueet vaativat myös maavoimien joukoilta kykyä suunnata joukkojaan ja niiden liikettä mereltä kaupunkiin, eli käytännössä amfibiokykyisiä iskuosia.<sup>38</sup> Sekä urbaanit alueet että rannikkoalueet muodostavat suuria operationaalisia haasteita.<sup>39</sup> Yhdysvaltojen kontekstissa merijalkaväki on yksi puolustushaaroista ja sen sekä maavoimien tulevaisuuden kehittämisessä ja yhteistyössä tulee olemaan yhteen sovitettavaa, että ne eivät kamppailisi samoista resursseista. Maille, joilla ei erillistä merijalkaväkeä ole, uusiin vaatimuksiin mukautuminen on helpompaa. Maavoimienkin on kyettävä operoimaan rannikkoalueella olevissa urbaaneissa ympäristöissä.<sup>40</sup> Joka tapauksessa puhtaasti maavoimien tehtäväksi jää etenkin kaupunkiympäristössä konkreettinen toiminta paikallisväestön keskellä, ja sen rooli vain korostuu operaation edetessä vaikuttamisesta kohti vakauttamisvaihetta.<sup>41</sup>

Kaupunkiympäristö täyteen rakennettuna ja tiiviisti asutettuna mahdollistaa puolustajalle piiloutumisen sekä infrastruktuurin rakenteiden että väestön sekaan. Urbaanilla alueella operoivien maavoimien joukkojen tulee kyetä keräämään ja analysoimaan moninkertainen määrä siitä tiedosta, mitä ne nyt käsittelevät voidakseen paikantaa, tunnistaa ja vaikuttaa viholliseen samalla välttämällä siviileihin ja omaisuuteen kohdistuvat liialliset tuho vaikutukset. Samoin maavoimien tulee kyetä liittymään kumppaneiden kuten muiden puolustushaarojen sekä viranomaisten tilannetietojär-

jestelmiin. Haaste on suurempi kuin ehkä osaamme kuvitellakaan ja vaatii käytännössä tämänhetkisestäkin eksponentiaalisesti kasvavaa tiedon käsittelykykyä ja uusia automaation kaltaisia ratkaisuja.<sup>42</sup> Urbaaneilla alueilla ja jopa suurkaupungeissa tapahtuvat operaatiot eivät 2030-luvulta eteenpäin tule olemaan vain yksi operaatiotyyppi muiden joukossa, vaan niistä tulee tätä vuosisataa leimaava sodankäynnin muoto aivan kuten mekanisoiu sodankäynti leimasi edellistä.<sup>43</sup> Aleppo ja Mosul eivät ole vain poikkeuksellisia operaatioita, vaan ensimmäiset maistiaiset tulevasta.

Maan merkitys operaatioalueena ja eritoten sen määrittely muuttuu epäselvemmäksi. Eri operaatioympäristöt, eli maa, meri, ilma, kyber ja avaruus, liittyvät ja kytkeytyvät toisiinsa entistä tehokkaammin, niiden perinteiset rajapinnat sekoittuvat ja niissä operoidaan aktiivisemmin ja muiden toimijoiden kanssa yhteistyössä tai niiden seassa. Yhdysvaltojen merellinen strategia korostaa mereltä ja ilmasta maalle vaikuttamisen tarvetta visioidessaan AirSea Battle -konseptia.<sup>44</sup> Tämä vaatii myös maavoimilta sekä kyvykkyksiä että tahtotilaa, kyvykkyksiä operoida myös muissa kuin perinteisessä maaoperaatioympäristössään. Loistavana esimerkkinä toimivat rannikkoalueiden taistelut, joissa merellinen ulottuvuus kytkeytyy välittömästi ilmaan ja maa-elementtiin. Maavoimien tulee kyetä saumattomaan yhteistoimintaan joint-viitekehyksessä, liittouman muiden joukkojen sekä erilaisten monimuotoisten kumppaneiden kanssa myös muilta hallinnonaloilta ja jopa valtioilta tukeutuen siviili-infrastruktuuriin.<sup>45</sup> Toisaalta, mitä digitalisoidummaksi ja verkostoituneemmaksi maavoimien operointi menee, sitä korostetummissa roolissa sen toiminnan mahdollistajana toimii avaruus ja sinne sijoitetut sekä sitä hyväksikäyttävät kyvykkydet. Kyky kommunikoida, jakaa tietoa vihollisesta ja omasta tilanteesta, paikantaa, maalittaa ja vaikuttaa viholliseen ovat tulevaisuudessa riippuvaisia avaruuden käytettävyydestä.<sup>46</sup> Ilmavoimat siirtyvät suurempaan korkeuteen ilmakehän ylempiin osiin ja nopeampaan liikkeeseen, jättäen matalat korkeudet miehittämättömille ilma-aluksille, joita maavoimat saattavat operoida. Samalla avaruuden ja ilmavoimien vastualueen raja hämärtyy. Operaatioympäristönä maa on kuitenkin lähitulevaisuudessakin ainoa, jossa ihminen asuu ja elää pysyväisluontoisesti, joten siellä tulee aina kyetä operoimaan.



Verkottunut yhteiskunta sisältää paljon rakenteellisia haavoittuvuuksia aina kansalaisista yhteiskunnallisesti kriittiseen infrastruktuuriin, joita tulee suojata ja tämä vaatii asevoimilta uusia kyvykkyyksiä vähintäänkin toimia tukena muille turvallisuudesta huolehtiville viranomaisille. Oxfordin yliopiston tulevaisuuden sodan kuvan -tutkimuksen johtaja Robert Johnson määrittelee, että tulevaisuuden sodan kuva tulee muuttumaan yhtä usein tai useamminkin kuin ennen, mutta terrorismi ja väkivaltaiset massamaiset mielenosoitukset tulevat säilymään pitkäaikaisina kehityssuuntina samalla kun asymmetrisen kaupunkisodankäynnin ja systeemisen sodankäynnin merkitys kasvaa.<sup>47</sup> Samalla joint operaatiot puolustushaarojen välillä ovat avain verkottuneeseen sodankäyntiin. Maavoimia tulee käyttää kokonaisvoiman yhtenä osa-alueena. Suuri osa myös ilmaan, merelle, avaruuteen ja kyberavaruuteen vaikuttavista uhkista lähtevät maa-alueelta ja vaikka tunkeutumista mille tahansa alueella tuetaan muilla puolustushaaroilla, maavoimien tehtäväksi jää vallata alueita ja hallita resursseja ja ihmisiä niillä alueilla.<sup>48</sup>

### *Millä teknologioilla?*

---

Teknologian kehitys muuttaa yhteiskuntiamme radikaalisti, sillä robotisaatio, automaatio, tekoäly ja esimerkiksi 3D-tulostus muuttavat työn kuvaa ja luonnetta ja aiheuttavat siten jopa globaalin turvallisuusrisikin, sillä kiihtyvä teknologian kehitys on kiihdyttänyt eriarvoistumista ja lisännyt työttömyyttä ja tyytymättömyyttä.<sup>49</sup> Alueita, joilla suuria teknologioikkia lähivuosina voi löytyä, ovat informaatioteknologia, automaatio- ja tuotantoteknologiat, resurssien hyväksikäyttöön liittyvät teknologiat ja terveys-teknologia.<sup>50</sup> Tällä hetkellä yleinen tapa lännessä hahmottaa sodankäynnin luonne muodostuu kasvavasta digitalisaatiosta ja keskittymisestä maalittamisen, valvonnan ja vaikuttamisen parametreihin. Pysyäkseen tämän trendin aallon harjalla teknologian merkitys korostuu nykyajattelussa.

Yhdysvalloilla on taipumus ihastua teknologiaan siinä määrin, että vallitsevassa huumassa eksytään harhateille pohtiessa mitä sotilaallisella voimalla voidaan saavuttaa ja mitä ei. 2000-luvulla O'Hanlon arvioi, että

tietokoneiden osalta sekä soft- että hardware ovat osa-alueita, joilta multistavia uusia kyvykkyyksiä voisi syntyä. Kuitenkin terrorismin vastaisen sodan ajan historia on osoittanut, että teknologinen kehitys teki Yhdysvalloista entistä ylivoimaisempia vain niillä sodankäynnin osa-alueilla, joilla ylivoima jo vallitsi, kuten kaukovaikutteiset täsmäaseet. Maasodankäynti niin perinteisen jalkaväen tapaan maastossa kuin urbaaneilla alueillakin pysyi edelleen yhtä haastavana.<sup>51</sup> Teknologia ei ole aiemminkaan tehnyt yhtään asevoimaa autuaaksi itsessään, vaan ainoastaan yhdistettynä oikeisiin konsepteihin ja käyttöperiaatteisiin. Maavoimien tulee tulevaisuudessa keskittyä hallitsemaan käytössään olevat teknologiat tai muuten teknologia hallitsee maasotaa.

Hammes näkee tulevaisuuden sodankäyntiä muokkaavista teknologioista keskeisimmiksi elektroniikan miniatyrisoitumisen, 3D-tulostuksen, nanoteknologian, avaruuskävykkyydet, tekoälyn ja drooniteknologian niin parveilun, itseohjautuvien räjähteiden kuin maalla ja merellä operoivienkin järjestelmien osalta. Nämä uudet teknologiat tarjoavat suuren sotilaallisen potentiaalin kasvattamisen mahdollisuuden myös pienille valtioille ja muille poliittisille toimijoille hajottaen ja levittäen valtaa myös niille. Hän kutsuu tätä ”*smart, small, and many*” vallankumoukseksi.<sup>52</sup> Monella eri teknologialla on mahdollisuus ja potentiaali nousta disruptiiviseksi. 3D-tulostus mahdollistaa varaosatuotannon yhtä lailla urbaanissa ympäristössä kuin viidakossakin. Samoin kaupallisia tuotteita voidaan innovatiivisesti hyödyntää sodankäynnissä.<sup>53</sup> Uusien teknologioiden ongelma on juuri niiden nopea leviäminen paitsi sotilaallisten vihollisten, myös muiden vihamielisten toimijoiden käyttöön.<sup>54</sup> Siten voiton avaimet tulevaisuuden maasodassa ovat paremmassa ajattelussa, strategiassa ja suunnittelussa, sillä kaikki tekniset ratkaisut vihollinen voi nopeasti kopioida ja käyttää itseä vastaan.<sup>55</sup>

Teknologian ohella myös taktikat ja toimintatavat eri osapuolilla alkavat sodan kestäessä pidempään muistuttaa toisiaan, koska molempien pitää opiskella vastapuolen tapaa sotia ja muokata omaansa sen mukaiseksi.<sup>56</sup> Maasodankäynnissä korostuu siis innovatiivisuus ja omaleimaisuus. Innovaatio on saanut viime vuosina Suomessa jo pahan kaiun, mutta maavoimissa siihen voitaisiin päästä tuottamalla luovia ja sopeutumiskykyisiä

johtajia, ottamalla käyttöön dynaamisia toimintatapoja ja kehittämällä joustavia ja yhteiskäyttöisiä kyvykkyyksiä.<sup>57</sup> Ehkä siten kyetään ennakoimaan ennakoimatonta ja valmistautumaan varmoihin yllätyksiin.

Maavoimien kehitys voidaan jakaa kolmeen kehitysaskeleeseen. Kuluvalla vuosikymmenellä ammattimaistuminen ja korkean teknologian hyödyntämisen jatkaminen pyritään yhdistämään kotimaan puolustuksen asettamiin vaatimuksiin, 2020-luvulla muuttuvan aseteknologian suomia mahdollisuuksia hyödynnetään nyt kehitettävien konseptien toteuttamisessa ja vasta 2030-luvulla alkaa perinpohjainen maasodankäynnin menetelmien, tekniikoiden ja teknologioiden uudistaminen. Tätä ennen ei maavoimien vahvuutta kuitenkaan juuri enää nykyisestä supisteta, ellei tapahdu merkittäviä robotisaation tai vastaavien uusien teknologioiden mahdollistamia kehitysoikkoja.<sup>58</sup> Roboteille tulee jatkuvasti kasvava rooli maasodankäynnissä.<sup>59</sup> On arvioitavissa, että robotiikalla pyritään lähi-vuosikymmeninä pikemminkin tukemaan ihmisten ja asejärjestelmien suorituskykyjä kuin varsinaisesti korvaamaan niitä kokonaan. Robotiikka toimii maasodassakin toimintakyvyn lisääjänä mahdollistaen pidemmät ja tehokkaammat operaatiot, joita täydennettäisiin parveilun kaltaisilla uusilla tekniikoilla.<sup>60</sup>

Tänä päivänä ja vielä todennäköisesti muutaman vuosikymmenen ajan Yhdysvallat säilyttää etumatkansa sotilasteknologiassa, mutta yleisellä tasolla tapahtuva teknologinen kehittyminen haastaa sotilasteknologiat. Yhdysvaltojen ylivoiman takaa sekä korkea osaaminen, sen yliopistojen kyky houkutella maailman parhaimmat lahjakkuudet että käytössä olevat resurssit. Muut läntiset suurvallat tippuvat 2035 mennessä kehityksen kärjestä ainakin tietyillä teknologian osa-alueilla ja niiden pitää pikemminkin kehittää vastakykyjä.<sup>61</sup> Kehityksen kiihtyessä yhä enemmän ja kehittyneempiä sekä kaksikäyttöisiä laitteita on saatavilla siviilitoimijoille ja siten valtiot menettävät monopolinsa kehittyneeseen aseistukseen. Maavoimat, aivan kuten muutkin puolustushaarat, tulevat menettämään teknologian suoman ylilyöntiasemansa ja niiden tulee tunnistaa ja sopeutua myös asymmetrisen vastustajan kasvaneeseen tekniseen kyvykkyyteen.<sup>62</sup>

Teknologian tulevaisuuden kehitys johtanee pienempiin ja tehokkaampiin asejärjestelmiin, entistäkin tarkempiin täsmäaseisiin ja vaikuttamiseen

kauempaa ja kauempaa. Asevoimilta vaaditaan kasvavaa tarkkuutta ja etenkin kykyä paikantaa maalit nopeammin kuin nyt. Kuitenkaan miehittämättömät ilma-alukset (*unmanned aerial vehicle, UAV*), robotiikka, kyberkyvykkyydet tai mikään muukaan teknologia ei takaa voittoa, ilman että teknologia kyetään liittämään tehokkaisiin toimintatapoihin strategisella, operatiivisella ja taktisella tasolla. Pelkkä teknologia ei ole koskaan ratkaisut sotia.<sup>63</sup> Kehittyvä teknologia vaatii sotilailta teknistä lahjakkuutta, jotta laitteista saataisiin kaikki teho irti. Siten niiden käyttäjät ovat ensisijaisesti pitkälle koulutettuja erikoisjoukkosotilaita.<sup>64</sup> Entistä monimutkaisempi sotilasteknologia säilyy suhteessa kalliina, vaikka tuotantokustannukset laskevatkin ajan myötä. Teknisten välineiden hinta ja niiden käytön vaativuus yhdessä johtavat tilanteeseen, jossa niitä käyttävien erikoisjoukkojen ja maavoimille massamaisen voimankäytön tarjoavien joukkojen väliin repeää kuilu. Yhdysvaltojen operaatioissa suuri joukko erikoisjoukkosotilaita toteuttaa vaativia tehtäviä, mutta jalkaväen ”perustehtävät” kuuluvat kansalliskaartien tyyppisille joukoille. Maavoimien eliitin ja keskivertotaitelijan ero kasvaa ja vaikka eliittisotilaiden määrä kasvaa, he ovat arvokas resurssi, jota pitää käyttää vain tärkeimpiin tehtäviin ja siten operaatiotyypin mukaan myös muuta jalkaväkivoimaa tarvitaan.

Teknologinen kehitys tuo myös täysin uusia uhkakuvia sodankäynnille. Yksi tällainen löytyy synteettisestä biologiasta, jossa kyky luoda patogeeneja ihmisiä tai ekosysteemiä vastaan voi tuoda mukanaan uuden biosodan aikakauden joko sotilaallisten, kaupallisten tai terrorististen toimijoiden käymänä. Toinen uhka syntyy nanoteknologian mahdollistamasta kyvystä pienillekin toimijoille tuottaa suuria määriä aseita. Siinä missä ydinasekilpailu johti strategiseen tasapainoon, nanoteknologisten aseiden kilpailu johtaisi jatkuvasti kehittyvien ja epävakaiden asevarastojen syntymiseen tai pahimmillaan hallitsemattomien aggressiivisten nanoteknologian aseiden käyttöön.<sup>65</sup> Vielä toistaiseksi maavoimien operaatiokykyä ja etenkin operationaalisen tason liikkuvuutta rajoittaa suuresti energia- ja paristoteknologia. Polttoainemäärät ja tarvittava määrä paristoista tai generaattoreista saatavaa virta rajoittavat myös operaatioiden kestoja.<sup>66</sup> Nanomateriaaleista, kehittyvästä paristoteknologiasta ja bioteknologiasta voi syntyä maasotaan vaikuttavia disruptiivisia välineitä joiden vaikutusta on mahdotonta ar-

vioida.<sup>67</sup> Teknologioiden osalta kaikki riippuu sitä mikä teknologia, jos mikään, ottaa suuren kehitysharppauksen, joka aiheuttaa kiihtyvän kehittämissyklin. Mikäli varsinaista harppausta ei tapahdu, disruptiivinen vaikutus on paremmin ennakoitavissa ja silloin mikään näistä ei ole vielä 2030-luvulla laajasti vaikuttamassa maasodan kuvaan.

Uusien teknologioiden suurin haaste ei ole niiden kehittämisessä, vaan niiden käyttöönotossa. Valitaan teknologiaksi mitä hyvänsä edellä esitetystä, sille tulee ensin laatia puhtaasti maavoimallinen käyttökonsepti tai ainakin idea, miten sitä voitaisiin hyödyntää maavoimien operaatioiden tukena. Niin tällä hetkellä kuin tulevaisuudessakin käytössä oleviin järjestelmiin tulisi joustavasti rakentaa sekä mahdollisuus yhteensopivuuteen vanhojen järjestelmien kanssa että modernisointiin. Teknologian kehitysnopeutta tärkeämpää on nopeus soveltaa ja ottaa käyttöön sitä kyllin laajasti.<sup>68</sup> 2030-luvulla nykypäivän aseistuksen ja kaluston kehittämisohjelmat eivät enää sovellu käyttöön. Yhden tai kahden vuosikymmenen kehittämisohjelmat joilla pyritään vuosikymmenien käyttöikänsä rakennettaville järjestelmille, voi olla liian hidat vastaamaan tulevaisuuden uhkakehityksen nopeuteen.<sup>69</sup> Moni maavoimien järjestelmistä on halvempi ja osin yksinkertaisempi kuin esimerkiksi ilmavoimien. Tämä saattaa luoda mahdollisuuden, että ottamalla siviiliteknologioita innovatiivisesti käyttöönsä maavoimat kykenee seuraamaan teknologiakehitystä muita puolustushaaroja tehokkaammin – joskin pelättävissä on, että sen asymmetriset vastustajat ovat vielä innovatiivisempia. Maasodankäynnissä tärkeimmät tulevaisuuden teknologiat ovat sellaisia, joita voidaan ottaa käyttöön massamaisesti ja tuottaa halvalla.

Teknologian miniatyrisoituminen näkyy sekä aseiden suorituskyvyissä – entistä pienemmillä ja vähälukuisemmilla asejärjestelmillä saadaan aikaan suurempia vaikutuksia – että eritoten valvonnan ja tiedustelun laitteistossa. Mitä halvempaa sensoriteknikka on, sitä enemmän ja pienempiä sensoreita voidaan sijoittaa parantamaan maajoukkojen tilannekuvaa. Samalla näistä sensoreista pyritään luomaan autonomisia ja etenkin kykeneviä itsenäiseen parveiluun.<sup>70</sup> Parveilulla on suurta potentiaalia, mutta parven kontrolloiminen aiheuttaa vielä ongelmia.<sup>71</sup> Kauko-ohjattavat ja automatisoidut järjestelmät tulevat lisääntymään myös maasodankäyntiin vaikuttavilla tavoilla seuraavan kahdenkymmenen vuoden aikana. Jo tällä

hetkellä melkein yhdeksälläkymmenellä eri valtiolla on UAV-kyvykkyyksiä ja niille kehitetään jo nyt vastatoimia.<sup>72</sup> Niitä tullaan myös aseistamaan ja tekoäly tai laskentakapasiteetin kasvu tulevat mahdollistamaan autonomisille järjestelmille parveilun. Useiden verrattain halpojen järjestelmien parveilu tuo mahdollisuuksia kiistää kehittyneempien ja kalliimpien järjestelmien toimintakyvyn.<sup>73</sup>

Teknologian tämänhetkinen kehitysvauhti ja siitä tehtävät päätelmät osoittavat, että 2050 maasotaa kyettäisiin tekniikan puolesta käymään täysin automaattisilla ja autonomisilla roboteilla ja vastaavilla asejärjestelmillä. Tätä kehitystä voivat kuitenkin hidastaa tai jopa estää monet asevoimien ulkopuoliset tekijät. Ensinnäkin eri yhteiskunnat ovat eri kehitysvaiheissa. Siinä missä monelle länsimaalle yksittäisen sotilaan henki on niin kallisarvoinen, että kalliisiin roboteihin siirtyminen on perusteltavaa, väestöräjähdyksestä ja puutteesta kärsivissä kehitysmaissa ihmishenki on halpaa ja sotilas on helposti uhrattavissa. Länsimaiden oikeusjärjestelmät ja painotus ihmisoikeuksiin ja hyvin sitovaan eettisesti hyväksyttävään sodankäyntitapaan eivät helpolla mahdollista tekoälyn ohjaamien robottien käyttöä itsenäisesti tehtäviin, joissa ne surmaavat ihmisiä. Teknologia toimii mahdollistajana tulevaisuudessa tämän päivän viltimmillekin visioille, mutta kustannukset, lait ja moraalinormisto rajoittavat kehitystä tai ainakin sen vauhtia.

Uudet materiaalit tulevat radikaalisti muokkaamaan maavoimien joukkojen suojaa ja siten myös liikkuvuutta.<sup>74</sup> Ultrakevyet ja -kestävät materiaalit mahdollistavat kevyempien ja paremmin suojaavien taistelijan panssareiden ja samalla taistelujoneuvojen panssarointiratkaisuiden kehittämisen lisäten fyysisen suojan tason, keveyden myötä nopeuttaen liikettä ja lisäten yksittäisen taistelijan suorituskyvyn kestoa. Nämä varusteet samalla nostavat hintoja ja lisäävät monimutkaisuutta taistelujärjestelmän kokonaistasolla.<sup>75</sup> Mutta yksi oleellinen elementti, minkä maavoimat ainoana puolustushaarana tulee tarjoamaan tulevaisuudessakin, on kyky toimia pitkäaikaisen operoinnin mahdollistajana. Maavoimilla on niin suuri koko, että se usein toimii logistiikan selkärankana globaalilla tasolla myös muille puolustushaaroille ja samalla se muokkaa toimintaympäristöä niille sopivaksi. Vaikka maavoimia käytetään osana joint-operaatioita, niillä

on muiden puolustushaarojen toimintaa tukevia tärkeitä kyvykkyyksiä, ja se lopultakin varmistaa, että operaatio kyetään turvaamaan niin pitkään, kunnes tavoitteet on saavutettu.<sup>76</sup>

Joka tapauksessa teknologian muutokset muuttavat maasodan käyntiä, koska ne vaikuttavat joukkojen rakenteeseen, varustukseen ja käyttöön. O’Hanlon kiinnittää huomionsa siihen, että Yhdysvaltojen maavoimien osuus on supistumassa alle neljäsosaan Department of Defensen budjetista, mikä olisi historiallista modernilla aikakaudella. Tämä antaisi viitteitä, että robotiikka, kaukovaikutteiset täsmäaseet ja uudet sotilasteknologiat avaruus- ja kyberavaruuskäyttöön nielevät rahaa perinteisen joukon rakentamiselta.<sup>77</sup> Yhdysvallat pyrkii rakentamaan ”*Third Offset Strategyn*” ja sen vaatimat teknologiset kyvykkyydet. Niillä pyritään säilyttämään sotilaallinen ylivoima ja vahvistamaan konventionaalista pidäkettä. Näitä teknologioita kuvaa se, että ne syntyvät yksityisellä sektorilla ja leviävät nopeasti maailmalla, eli myös vihollisilla ne tulevat nopeasti olemaan käytössä. Tärkeimmät näistä tulevat löytymään autonomian ja tekoälyn alueilta ja tavoitteena ovat ”*joint and combined collaborative human-machine battle networks*”, joissa kuitenkin ihminen tulee aina tekemään päätöksen kuolettavan voiman käyttämisestä.<sup>78</sup> Yhdysvaltojen johtaessa länsimaista aseteknologiakehitystä voidaan todeta, että heidän näkemyksensä, ettei robotille tai muulle automatisoidulle järjestelmälle anneta kuolettavan voiman käytön autonomiaa, tulee vallitsemaan. Kaikilla tulevaisuuden mahdollisilla vihollisilla ei tällaisia eettisiä tai lakiin perustuvia rajoitteita ole ja siksi robotiikassa länsi saattaa seurata kehityksen jäljessä.<sup>79</sup>

### *Kuka maadomainissa sotii?*

J. F. C. Fuller kirjoitti jo 1932 arvionsa, että tiedemaailman siirtymä kohti sähköisesti rakentuvaa universumia ja tilanne, jossa teollisuus ja arkielämä ovat sähköstä ja siihen nojaavista teknologioista täysin riippuvaisia, ajaa asevoimat seuraamaan kehitystä avaten sotataidossa uuden ”robottiaikakauden”.<sup>80</sup> Jo aiemmin Giulio Douhet oli todennut, että sodan kuva on täysin riippuvainen käytössä olevista teknisistä keinoista.<sup>81</sup> Suurin haasteemme

nyt ja tulevaisuudessa on oleva, että kykenemme kehittämään doktriinimme, taktiikkamme ja ohjesääntömme vastaamaan niitä teknologioita, jotka ovat käytössämme. Sillä jos doktriini ei seuraa kehitysvauhdissa niitä toimintatapoja, jotka teknologia mahdollistaa, tuloksena on usein sotatdollinen katastrofi.<sup>82</sup>

Länsimaiden suuri ongelma tulevaisuudessa maasodankäynnissä tulee olemaan siinä väkisin kärsittävät tappiot. Nykysotia käydään tappioita välttämättä, mikä vaikuttaa siihen, että maajoukkoja ei haluta sitoa taisteluun, vaan keskittyä ilma-iskuihin ja täsmäaseisiin. Der Derian on käyttänyt tätä sodankäynnistä ”hyveellisen sodan” nimitystä tarkoittaen keskittymistä kaukovaikuttamiseen omat tappiot minimoiden.<sup>83</sup> Valitettavasti tämä taipumus on samalla johtanut maaoperaatiotaidon vakaviin rajoituksiin ja on vähentänyt onnistumisen mahdollisuuksia.<sup>84</sup> Tulevaisuuden osalta valtioiden välinen sotilaallinen yhteistyö on kasvussa ja esimerkiksi Yhdysvaltojen asema maailmassa erilaisten liittoutumien johtajana ei tule kestämään, mikäli se ei ole itsekkin valmis käymään sotaa myös maajoukoillaan ja kärsimään tappiot sen seurauksena.<sup>85</sup>

Tulevaisuuden taistelulentän monimutkaistuva luonne syventää jo entistään trendiä, jonka mukaan ihminen pyritään poistamaan taistelusta tappioiden välttämiseksi. Ihmisen tehtävät pyritään ulkoistamaan automatisoiduille tai vähintään kauko-ohjattaville laveteille, mutta aina tullaan tarvitsemaan jonkin verran ihmisotilaita. Automaatiolla pyritään sekä lisäämään ihmisen suorituskykyä että osin korvaamaan ihmistä taistelulentällä etenkin tukitoiminnoissa.<sup>86</sup> Uudet eettiset rajat tulevat vastaan ylitettäväksi tai neuvoteltaviksi silloin, kun ihmistä pyritään tehostamaan, jotta hän pystyisi paremmin ja turvallisemmin toimimaan taistelutilassa. Nanoteknologia, synteettinen biologia, geenimanipulaatio, erilaiset tukirangat ja kemian sekä lääketehneiden tuotteet voivat suuresti lisätä sotilaan suorituskykyä vähintään tilapäisesti.

Jo 2025 vihollisilla voi olla käytössään ”tehostettua kognitiivista kykyä”, jolloin pelkkä inhimillinen päätöksentekokyky ja -nopeus voi osoittautua riittämättömäksi. Näin ollen myös maavoimien tulee keskittyä kehittämään ihmisen ja koneen rajapintaan liittyvää ymmärrystä ja yhdistämään teknologiaa ja biologiaa hallitakseen toimintaa verkottuneessa operatioym-



päristössä.<sup>87</sup> Mutta ihmissotilaan suorituskyvyn nostaminen esimerkiksi huumeilla tai integroimalla ihmiseen koneen osia vaatii etenkin länsimaissa perinpohjaista eettistä tarkastelua, sillä vallitsevat moraalinormit eivät suhtaudu tämännäyttävyyseen kehitykseen positiivisesti. Mitä monimutkaisempia tulevaisuuden maaoperaatiot ovat, sitä paremmin koulutettuja tulevat olemaan niitä toteuttavat sotilaat. Yhden huippuammattimaisen sotilaan laskennallinen hinta nousee kohtuuttomaksi. Eräiden näkemysten mukaan maasodankäynti 2030-luvulla tukeutuu kauko-ohjattaviin ja autonomisiin robotteihin, joiden käytöllä pyritään minimoimaan joukoille syntyvät ihmistappiot.<sup>88</sup>

Robotit ovat kuitenkin jo nyt osa arkeamme niin siivouksen kuin vaikkapa ruohonleikkuun osalta. Olisi naivia kuvitella, että robotiikan lisääntyessä yhteiskunnassa ne eivät päätyisi myös tulevaisuuden taistelukentille. On siis selvää, että robotiikka tulee näyttelemään tulevaisuuden maasodassa suurempaa roolia, mutta ei välttämättä tuota androideja. Ainakin toistaiseksi ihminen pidetään robotin kontrolloijana, eli robotti on kauko-ohjattava. Lisäksi tuskin tulemme näkemään ihmisen kaltaisia robotteja, sillä kahdella jalalla kulkeva robotti olisi epäkäytännöllinen. Tulevaisuuden miehittämätön maataistelurobotti (*unmanned ground vehicle UGV*) on todennäköisesti teloilla tai pyörillä kulkeva ja mahdollisesti modulaarinen rakenteeltaan, että se voisi toimia useamman mahdollisen asejärjestelmän lavettina.<sup>89</sup> 2040-luvulla täysin itsenäiset robotit voivat esimerkiksi toteuttaa lähitulitukitehtäviä, evakuoida haavoittuneita taistelukentiltä tai toteuttaa taistelutehtäviä erittäin vaarallisissa olosuhteissa.<sup>90</sup>

Vuonna 2003 Yhdysvalloilla ei ollut yhtään UGV:ta, mutta vuoden 2008 niitä oli jo kaksitoista tuhatta, joista osa oli vanhentuneita. Näistä järjestelmistä on kuitenkin pitkä harppaus taistelutoimia toteuttavaan robottiin. Ennen kuin roboteilla on merkittävä rooli maataisteluissa, pitää olla visio niiden käytöstä ja selkeä doktriini, miten niitä voitaisiin käyttää.<sup>91</sup> Tällä hetkellä nämä puuttuvat. Samoin monta lainopillista tekijää tulee ottaa huomioon. Mahdollisuus, että täysin itsenäisesti toimivat taistelurobotit tekisivät valintoja tappaa vihollisia, on kaukainen. Kuitenkin todennäköisesti esimerkiksi tiedon keruussa, analysoinnissa ja materiaalin kuljetuksessa taistelutilassa niiden rooli maasodassa kasvaa merkittävästi.<sup>92</sup>

Vaikka siis esimerkiksi sotilasajoneuvojen kuljetustehtäviin robottiohjaajat olisivat tervetulleita kuorma-autoista panssarivaunujen kautta lentokoneisiin, eettiset ongelmat korostuvat silloin, kuin kyseessä ovat tappavat autonomiset asejärjestelmät (*lethal autonomous weapon systems, LAWS*). Tämä on vain yksi sotilasrobotiikan mahdollinen soveltamisalue, mutta siihenkin kuuluvat niin ammuksiset, lavetit kuin operationaaliset järjestelmät. Jonkinasteisia miehittämättömiä ilma-aluksia on jo nyt yli 90 asevoimilla ja noin kymmenellä ne ovat aseistettujakin.<sup>93</sup> Nämä tulevat laajenemaan muidenkin käyttöön, mutta hyppäys autonomiseen toimintakykyyn olisi konseptuaalisesti valtava ja haastava. Ilma-elementin lisäksi miehittämättömiä järjestelmiä kehitetään myös merelle ja maalle. Yhdysvaltojen teknologinen etumatka ei tule säilymään aikaansa pidempään Kiinan ja monien muiden haastajien ja liittolaisten kehittäessä omia järjestelmiään.<sup>94</sup> Jo tällä hetkellä hyväksytään itsenäisesti toimiva järjestelmä, joka paikantaa ja suosittaa maaleja ihmisoperaattorin hyväksyttäväksi. Hyppy siihen, että järjestelmä toimii koko vaikuttamissyklin läpi autonomisesti ja ilman ihmisen valvontaa voi osoittautua liian suureksi päätökseksi tehtäväksi edes lähivuosisikymmeninä.

Kysymys tulevaisuuden maasodan toteuttajasta ei ole ihmisten ja tietokoneiden välillä, vaan pikemmin tietokoneiden ja niiden tehostamien ihmisten välillä. Ihminen tulee vielä pitkään olemaan päätöksen tekijä maasodassa. Vaikka lähitulevaisuudessa tekoälyn kehitys tulee mahdollistamaan täysin automatisoidun päätöksenteon, on sodankäynnissä ratkaisujen tekemisen ulkoistamiselle tietokoneelle paljon laillisia ja eettisiä esteitä voitettavaksi. Tässä on myös potentiaalinen asymmetrinen tekijä tulevaisuudelle. Ei ole nähtävissä, että kaikki sodankäynnin osapuolet noudattaisivat samoja moraalinormeja. Niin terroristeille kuin myös ei-läntiset arvot omaaville valtioille voi olla helpompaa käyttää täysin itsenäisiä taistelurobotteja.<sup>95</sup>

Mielenkiintoinen piirre robotisaatiossa maasodankäynnin kannalta on se, että kyseessä saattaa (jälleen kerran) olla paluu ajattelussa massan merkitykseen ohji joukkojen laadun. Ensisijaisesti tämä tulee näkymään halpenevana teknologiana, mikä mahdollista niin maalla, merellä kuin ilmassa ope-roivien automatisoitujen järjestelmien lukumäärien räjähdysmäisen kasvun, mikäli niiden tuottamisen kustannukset pienenevät.<sup>96</sup> Jos hinta ei painu kyl-

lin alas tai valtiolla (tai muulla sodankäyntiin osallistuvalla instituutiolla) ei ole mahdollisuuksia niiden massamaiseen käyttöönottoon, vihollisen ylivoimaa tällä osa-alueella tultaneen korvaamaan ihmissotilaiden massamaisemalla käytöllä. Oli niin tai näin, massa ei välttämättä ole maasodan kuvasta katoamassa mihinkään. Milan Vegon näkemyksen mukaan tulevaisuuden maaoperaatioita ei tulla toteuttamaan merkittävästi pienemmällä, vaan hyvin samankokoisilla, mutta merkittävästi suorituskykyisemmällä joukoilla.<sup>97</sup>

O'Hanlon esittää erilaisia skenaarioita tulevaisuuden konflikteille ja jokaisen arvion hän esittää perustuen pitkälle Dupuyn arviolaskelmiin joukoista, joita Yhdysvalloilta ja niiden liittolaisilta voitaisiin tarvita opeointiin. Näin esimerkiksi Venäjän laajamittainen hyökkäys Eurooppaan vaatisi noin 300 000 sotilasta, toinen Korean sota Kiinan ollessa osallisena 400 000 ja laaja kotimainen suuronnettomuus tai -katastrofi pahimmillaan jopa 500 000. Tämä noudattelee pitkälle hänen ajatustaan siitä, että Yhdysvaltojen maavoimat ja merijalkaväki ovat parhaimmillaan laajoissa ja massamaisissa operaatioissa. Vaikka Yhdysvallat eivät sellaisiin halukaan sitoutua, myös mahdollisilla vihollisilla on sanansa sanottavana asiaan.<sup>98</sup>

O'Hanlon päätyy esittämään Yhdysvaltojen asevoimille ”1+2” vaatimusta joukkojen koon suunnittelun pohjaksi. Tällä hän tarkoittaa tilannetta, jossa joukot sitoutuisivat yhteen laajamittaiseen operaatioon tai sotaan tarkoituksenaan päihittää mikä tahansa teknisesti kehittyneet asevoimat maailmassa ja samanaikaisesti sitoutua ja toteuttaa kahta vakauttamis- tai peloteoperaatiota pitkäkestoisesti. Yhden suursodan vaatimus maavoimille olisi noin kahdenkymmenen prikaatin vahvuiset joukot. Koska samaan aikaan muut operaatiot vaativat omat joukkonsa ja näitä tulisi vielä kyetä kierrättämään ja vaihtamaan, suunnitteluperusteena tulisi olla miljoonan sotilaan vahvuiset maavoimat, eli joukkomäärän tulisi tulevaisuudessakin säilyä hyvin samankokoisena kuin tänään. Toisin sanoen tulevaisuuden Yhdysvaltojen maavoimien ei tulisi olla mitenkään radikaalisti tämänhetkistä eroavat, mutta luonnollisesti uusien teknologioiden ja modernisaation tulee jatkua ja toimintatapoja kehittää innovatiivisesti.<sup>99</sup> Kuitenkin asevoimia kehitetään edelleen pääosin nojautuen ammattisotilaisiin ja vasta toissijaisesti reserviin. Näin ollen Liddell Hartin surema ”fetissi lukumääriin” ei ole katoamassa mihinkään, mutta ”sivilisaation syöpä” eli kutsun-

tojen kautta perustettavat massa-armeijat ovat tulevaisuudessa vähenevä trendi.<sup>100</sup> Koska yhtäältä suurissa operaatioissa tarvitaan paljon sotilaita ja toisaalta budjetit eivät tue ammattilaisten lukumäärän kasvattamista, on monessa maassa käynnissä suunnittelu, miten ammattisotilaat ja reserviläiset saataisiin tehokkaimmin yhdistetyksi samoihin joukkoihin.<sup>101</sup>

Samaan aikaan esimerkiksi Kanadan mukaan globalisaatio, nopea teknologian kehittyminen, demografian muutokset, muuttuvat alueelliset voimatasapainot ja ei-valtiollisten toimijoiden vaikutusvallan lisääntyminen luo tilanteen, jossa sodankäynnin luonteeseen on muutettava vastaamaan uusiin ja asymmetrisiin uhkiin perinteisten ohella. Vihollisten päämääräksi tulevaisuudessa ei nähdä niinkään asevoimien päihittäminen taistelussa, vaan niiden taistelutahdon heikentäminen. Vihollisiin kuuluvat niin vakauden tilan järkyttämiseen tähtäävät roistovaltiot kuin moni- ja ylikansalliset omia tarkoituksiperiään ajavat rikollis- ja terroristijärjestöt.<sup>102</sup> Sodankäynnin nähdään privatisoituvan jopa pienryhmittymiin ja yksilötasolle asti sekä niistä rakentuviin erilaisiin ja muuntuviin verkostoihin. Tätä tendenssiä myös valtiot tulevat käyttämään hyödykseen. Esimerkkeinä voidaan käyttää Kiinaa, Venäjää ja Irania, mutta yhtä lailla Yhdysvaltoja ja muitakin läntisen maailman toimijoita.<sup>103</sup>

Erityisesti maasotaan vaikuttavana trendinä voidaan pitää taisteluun mahdollisesti osallistuvien toimijoiden monimuotoistumista.<sup>104</sup> Omien asevoimien tehtäviä tullaan tarjoamaan yksityisille toimijoille laajemmin kuin aiemmin. Neoliberaali maailmankuva mahdollistaa turvallisuuden tuottamisen ulkoistamisen, mutta asevoiman päätehtävien täytön ulkoistamisen hyväksyttäminen yksityisille yritykselle vie aikaa, mutta mahdollistuu 2030-luvulla.<sup>105</sup> Tämä ei ole täysin uusi asia, sillä esimerkiksi Iran on käyttänyt Hizbollahia samoin kuin Pakistan talebaneja ajamaan strategisia intressejään sitomatta omia asevoimiaan konfliktiin, mutta vastaavien järjestelyiden määrä tulee kasvamaan. Maasodan osapuoliin tulee kuulumaan korostetusti myös muita kuin konventionaalisia asevoimia ja niiden sotilaita.<sup>106</sup> Tulevaisuudessa entistä useammin niin valtiolliset kuin ei-valtiolliset toimijatkin tulevat käyttämään välikäsiä sotilaallisessa toiminnassaan minimoidakseen konfliktin eskaloitumista ja rajoitetun sitoutumisen myötä omaa resurssien käyttöään sekä irrottaakseen itsensä varsinaisesta sodankäynnistä.<sup>107</sup>

Erilaiset toimijat tulevat kilpailemaan kohteena olevien kansalaisten yhteistyöstä tai hyväksynnästä ja siten sodan lopputulos on riippuvainen paitsi voitoista taistelukentällä myös näiden kansalaisten näkökulmista. Teknologian kehitys myös sodankäyntiin käytettävien välineiden osalta paitsi jatkuu, myös kiihtyy ja se tarjoaa menestymisen mahdollisuuksia myös muille osapuolille kuin perinteisille asevoimille – ja siten entistäkin suurempia haasteita.<sup>108</sup> Teknologioiden kehitys tulee vaikuttamaan maasotaan ehkä vähemmän kuin muissa operaatioympäristöissä käytävään sotaan, sillä maa-elementtiin kuuluu niin paljon historiallisia jatkumota luovia muuttumattomia elementtejä maastosta siviileihin, jotka hankaloittavat operoimista.<sup>109</sup> Tulevaisuuden korkean teknologian armeijoiden välisten kohtaamisten lisäksi tulemme näkemään ”barbaarista” sodankäyntiä, sillä tietyissä olosuhteissa huippumodernien asevoimien on hankalaa vastata epätyypilliseen sodankäyntiin. Kuten Sir Rupert Smith kirjoitti, viime vuosikymmenien tappavin ase on ollut viidakkoveitsi, jolla aiheutettiin pelkästään Ruandassa melkein miljoonan ihmisen kuolema.<sup>110</sup>

### *Miten maasotaa käydään?*

---

Lukiessa teknisesti kehittyneiden länsimaiden maavoimien kehityskonsepteja tulee mieleen enemmänkin konsulttien hunajaa valuvat lupaukset ja visiot kultaisesta tulevaisuudesta kuin konkreettista kehittämistä ohjaavat paperit. Esimerkiksi Kanada näkee tulevaisuuden taistelutilan sellaiseksi, että maavoimien tulee olla ”mukautuvat, hajanaisesti toimivat ja toteuttaa yhdenaikaista koko spektrin kattavaa sitoutumista konfliktiin tilassa, joka on moniuhkainen, moniulotteinen, monikansallinen joint- ja viranomaistoimijoiden välinen.”<sup>111</sup> Luonnollisesti tällaisessa kehitysohjelmassa on hienoutensa. Se näyttää äärimmäisen mediaseksikkäältä tekstinä ja sieltä kyetään poimimaan lukuisia sisällöttömiä termejä asevoimien sisäiseen puhuntaan, mutta mitään konkreettista kehittämissuuntaa tekstistä on vaikea hakea.<sup>112</sup> Mukautuvuus tai adaptiivisuus joukkojen osalta tarkoittaa niiden ”ketteryyttä, tappavuutta ja ei-tappavuutta, verkottumista, monitarkoituksellisuutta ja kyvykkyksiä koko spektrissä”.<sup>113</sup> Toinen vaatimusluettelo löy-

tyy Yhdysvalloista, joiden tulevaisuuden maavoimia kuvaavat termit ”*agile, expert, innovative, interoperable, expeditionary, scalable, versatile, balance*”.<sup>114</sup> Nämä kaikki ilmaisut kuvaavat periaatteessa samanlaista unelmajoukkoa, joka on huippuammattimainen, joustava ja käytettävissä miten tahansa mihin tahansa tehtävään. Kun unelmaan yhdistetään realismi, on lopputuloksena poikkeuksetta varsin erilaiset maavoimat.

Osa doktrinaalisesta epäselvyydestä maasodan osalta tulee suoraan joint-kyvykkyyksien luomisen vaikutuksena. Silloin kun yhteisoperaatioajattelu nousee puolustushaarojen oman sodan kuvan yläpuolelle, operaatiotaito saavuttaa tärkeämmän aseman kuin doktriinit. Samalla operatioiden monimutkaistuminen ja keskinäisriippuvuudet vaikuttavat siihen, että doktriinin on jätettävä tekstiinsä tulkinnanvaraisuutta.<sup>115</sup> Toisaalta ainakin Yhdysvaltojen osalta kyseessä on myös omituinen innokkuus laatia erilaisia doktriineja. Martin van Creveld on kuvannut, että doktriinien laadinta Yhdysvalloissa on sekä työ- että vapaa-ajan viete ja niin monet ihmiset ovat kirjoittaneet niin monenkaltaisia doktriineita, että niitä on vaikea ottaa vakavasti.<sup>116</sup>

*Sustaining Global Leadership – Priorities for 21st Century Defence* oli strategisen tason ideapaperi, jonka pohjalta oli tarkoitus muokata Yhdysvaltojen asevoimista *Joint Force 2020*. Tehtäviksi nähtiin vastaterrorismi, aggression ennaltaehkäisy ja lyöminen, joukkotuhoaseiden vastustaminen, kotimaan puolustus ja tuki siviiliviranomaisille, A2/AD haasteista riippumaton voiman projisointi, tehokkaat operatiot kyberavaruudessa ja avaruudessa, turvallisen ydinasepidäkkeen ylläpito, vakauttavan läsnäolon tarjoaminen, vakauttavien ja vastakumouksellisten operaatioiden toteuttaminen sekä humanitaarisen avun, katastrofiavun ja muiden operaatioiden toteuttaminen. Näiden tehtävien nähtiin vaativan asevoimia, jotka olisivat vahvat, ketterät ja kyvykkäät ja joiden käyttö yhdistettäisiin muihin Yhdysvaltojen kansallisen voiman elementteihin.<sup>117</sup> *Quadrennial Defense Review* määritteli asevoimien strategisiksi pääpilareiksi kotimaan turvaamisen, turvallisuuden rakentamisen globaalisti ja voiman projisoinnin sekä kyvyn saavuttaa ratkaiseva voitto.<sup>118</sup> Kaikkien näiden tehtävien toteuttaminen ei onnistu ilman maavoimia ja etenkin kaksi ensin mainittua ovat mahdotomia toteuttaa muilla kuin maavoimien joukoilla.

Tuskin koskaan tullaan näkemään tilannetta, jossa ainoastaan ylivoimainen teknologia takaisi voiton maasodassa, sillä näin ei ole käynyt koskaan aiemminkaan. Maasota ei siis ole ensisijaisesti teknologiasta riippuvaa toimintaa. Kyse on enemmänkin tavoista, joilla teknologiaa hyödynnetään kuin teknisistä välineistä itsestään. Vastavoimaisesti uusilla taistelutavoilla ja konsepteilla myös kyetään vähentämään teknologian merkitystä, esimerkiksi juuri pakenemalla tehokkaampia sensoreita kaupunkiympäristöön, joka kuormittaa sensoreita enemmän. Ei ole yhtä ainutta oikeaa tapaa käydä maasotaa, vaan sen toteuttaminen on kiinni paitsi teknologiasta myös olosuhteista ja käytössä olevista resursseista. Huipputekniset maavoimat yhdistettynä suhteellisen suureen kokoon eivät ole kaikille valtioille mahdollinen ratkaisu ja vaikka tulevaisuutemme on teknistyvä, kaikki tehokkaat maavoimatkaan eivät välttämättä taistele teknologian tuomia mahdollisuuksia tehokkaimmin hyödyntäen, vaan valitsevat juuri niille sopivimman tavan juuri tiettyä vihollista vastaan.<sup>119</sup>

Viime vuosituhatosen loppupuolella yli sadan maan asevoimilla oli käynnissä modernisointiprosessi. Vaikka joukkoon mahtui asevoimia kaikkialta maailmasta ja hyvin erilaisista valtioista, pääosa seurasi Yhdysvaltojen senhetkisen ”transformaation” suuntaviivoja eli tavoittelivat laajempaa verkottumista, parempaa strategisen tason liikkuvuutta, räätälöityä ja modulaarista joukkorakennetta, parempaa yhteisoperaatiokykyä puolustushaarojen ja muiden asevoimien kanssa ja monipuolisuutta vastaamaan koko sodankäynnin tapojen kirjoon. Transformaatio oli vuosituhatosen alun kehittämistrendi ja Yhdysvallat tämän uuden aallon harjalla pääsivät jo tilanteeseen, jossa he pyrkivät ”transformoimaan transformaation”.<sup>120</sup>

Yhdysvaltojen maavoimat doktriininsa mukaan valmistautuvat siihen, että sodankäynti tapahtuu kolmessa ulottuvuudessa samanaikaisena yhdistelmänä hyökkäys-, puolustus- ja vakauttamisoperaatioita siviilihallinnon tukemiseksi ja että onnistuakseen Yhdysvaltojen tulee kyetä kytkemään operaatioihinsa myös muiden hallinnonalojen toimijoita ja monikansallisia kumppaneita.<sup>121</sup> Vihollisen ja uhkakuvan tunnistetaan olevan ”hybridiluonteinen” eli koostuvan dynaamisesti muuttuvasta yhdistelmästä asevoimia, ei järjestäytyneitä joukkoja, terroristijoukkoja ja rikollisia joko valtiotasolla tai ei-valtiollisia vihollisia, jotka käyttävät sellaisia operationaalisia konsepteja

tai korkean teknologian kyvykkyksiä, jotka perinteisesti ovat olleet vain valtioiden käytettävissä.<sup>122</sup>

Tulevaisuuden keskenään riippuvainen ja entisestään globalisoituva maailma tarjoaa fyysisessä, moraalisisessa ja informaatioullottuvuudessa konfliktien verkon, johon sitoutuu entistä enemmän toimijoita, joilla on erilaiset motivaatiot, strategiat ja keinot saavuttaa päämääränsä, ja todellisuudessa fyysisen ulottuvuuden merkitys taistelutilana pienenee näkemysten, psykologisten tekijöiden ja ideoiden merkityksen kasvaessa. Tämä pakottaa maavoimat rakentamaan itselleen kyvykkyksiä operoida myös muissa kuin fyysisessä maaulottuvuudessa oman operaatiokykynsä takaimiseksi.<sup>123</sup> Verkostoituneessa yhteiskunnassa informaatiosta itsestään tulee yksi taistelutila lisää, jossa tulee kyetä operoimaan.<sup>124</sup>

Ongelmaksi nousee valmistautuminen tulevaisuuteen. Maavoimien tulee valmistautua kohtaamaan laaja skaala erilaisia uhkia ja konflikteja, jotka ovat luonteeltaan ennustamattomia.<sup>125</sup> Pääosa sodista on kilpailuita, joissa osapuolet pyrkivät toista nopeammin korjaamaan virheelliset odotukset, joiden vallassa sota aloitettiin. Ennustamisen – tai kauniimmin sanottuna ennakkoinnin – asemesta maavoimat voisivat parhaiten vastata tulevaisuuden haasteisiin lisäämällä joustavuuttaan ja mukautumiskykyään organisaationa siten, että ne kykenisivät nopeasti sopeutumaan siihen muotoon, minkä tulevaisuuden maasodan kuva saakaan.<sup>126</sup> O’Hanlonin arviot tulevaisuudesta viittaavat siihen, että maasota ei tule suuresti eroamaan siitä, millaista se menneisydessäkin on ollut, mutta muuttuu entistä hankalammaksi ja sotkuisemmaksi. Teknologian merkitys on evolutiivinen pikemminkin kuin täysin mullistavan vallankumouksellinen. Lisäksi usein sama teknologia on käytössä konfliktin molemmilla osapuolilla ja siten minimoi omaa vaikutustaan.<sup>127</sup>

Maavoimilla on yllättävän suuri teoreettinen joustavuus käyttöperiaatteiden osalta, mikä tekee niistä käyttökelpoiset myös sotaa alemmanasteisissa konflikteissa, mutta rauhanoperaatiot ja vakauttamisoperaatiot tulevat jatkossakin olemaan vaativia toteuttaa. Niiden asettamat vaatimukset maavoimien taistelijoiden osaamiselle ovat todella korkeat ja vaativat merkittävien resurssien kohdentamista tarvittavien kyvykkyksien rakentamiseen. Siten on epäselvää, onko nykyinen panostus vakauttamiseen ja



uudelleenrakentamisen pysyväluonteinen painopisteen muutos asevoimien käytössä vai ainoastaan väliaikainen kehityskulku.<sup>128</sup> Joka tapauksessa puolustushaaroista vain maavoimilla on tulevaisuudessakin kyky turvata laajoja maa-alueita ja ylläpitää alueellista vakautta pitkäjänteisesti operaation vaatimusten mukaisesti.<sup>129</sup>

Operaatiomallina nykyisin usein toteutettavat ”*full spectrum operations*” koostuvat hyökkäyksestä, puolustamisesta ja vakauttamisesta. Vakauttaminen on oma operaation vaiheensa omine operaatiolinjoinen, ja päätehtävänä on kansalaisyhteiskunnan ja siviilihallinnon perustaminen, tärkeiden palveluiden palauttaminen, tuki hallinnolle ja tuki talouden ja infrastruktuurin kehittämislle.<sup>130</sup> Nämä tehtävät ovat niin kaukana perinteisestä maavoimien operoinnista kuin mahdollista. Kuitenkin ne ovat kaikista puolustushaaroista ja asevoimien osista ainoastaan maavoimilla toteutettavissa olevia tehtäviä ja Yhdysvaltojen kokemuksen mukaan elintärkeitä, jotta operaatio saadaan joskus loppumaan ja sodan jälkitilasta päästään siirtymään joskus takaisin rauhaan. Aidosti globaalilla tasolla operoiville Yhdysvalloille kyky tällaiseen operaatiomalliin on tärkeä, että joukot eivät sitoudu päättymättömiltä tuntuviin konflikteihin. Sama ei kuitenkaan päde lähellekään kaikkiin maavoimiin. Suomen asevoimien osien tulee kyetä toimimaan erilaisten liittoutumien osana konflikteissa, joissa vakauttamisoperaatioita suoritetaan osana osallistumista kansainväliseen kriisinhallintaan jatkossakin. Siten kyseessä on taito, joka tulee osata, mutta tulevaisuudessakin maavoimien osana puolustusvoimia ei tule rakentaa kyvykkyyksiään ensisijaisesti tämänkaltaisiin operaatioihin, sillä päätehtävämme on kotimaan puolustus ja sen toteuttamiseen liittyvät hyökkäysoperaatiot.

### *Millä kohti tulevaisuutta?*

Yksi oleellinen perustelu maavoimien säilymiselle tulevaisuudessakin löytyy siitä, että maa-alueet on jaettu ja ne kuuluvat pääosin jollekin valtiolle tai ovat kiistan kohteena, mutta avaruus, meri, ilma ja kyberavaruus ovat globaaleja yhteiskäyttöalueita. Joka tapauksessa 100 prosenttia maapallon

asujaimistosta asuu maalla. Kaikessa innossaan jopa ensimmäiset ilmasodankäynnin teoreetikot myönsivät, että sodankäynnissä kaikki alkaa ja päättyy maa-alueella ja siellä ratkaisut tulevat jatkossakin tapahtumaan. Siten myös maavoimien käyttö tulee säilymään hyvin samantapaisena, sillä niiden tulee pyrkiä samantapaisiin ratkaisuihin sodalle kuin aina ennenkin.<sup>131</sup> Yhdysvaltojen asevoimille suunniteltuja tulevaisuuden tehtäviä on mm ”*global maneuver and seizure*”, jossa luonnollisesti jälkimmäistä osatehtävää ei voi toteuttaa kuin maajoukoilla.<sup>132</sup> Sota maalla voidaan hävitä, jos ilmassa ja merellä tavoitteita ei saavuteta, mutta itselleen ei tule ratkaisua, ellei voittoa saavuteta maalla.<sup>133</sup>

Saatamme olla astumassa robottisodan aikakauden hapuilevia ensiaskeleita. Sitä edeltänyt mekanisoitu aikakausi opettaa meille, että ennen kuin uusia aseita ja järjestelmiä käytetään sodassa, vaaditaan hyvinkin pitkä aika siitä, kun niistä tuli teknisesti mahdollisia rakentaa siihen, että niitä alettiin tuottaa.<sup>134</sup> Teknologian kehitysnopeus on kiihtynyt suuresti, mutta jos arvioidaan uusia teknologioita, kuten esimerkiksi tekoälyä ja sen mahdollistamia täysin autonomisia robotteja, kehitystyö on vielä siinä vaiheessa, etteivät ne massamaisesti ehdi taistelukentille lähivuosina. Douhet aikoinaan totesi, että tapa ennustaa tulevaa on kysyä nykyisyydeltä, mitä se suunnittelee tulevaisuuden varalle. Tiedustelemalla syytä sen seurausta voidaan ainakin supervaltojen osalta onnistua ennakoinnissa, sillä se, mitä ne tällä hetkellä kylvävät, tulevat niitettäväksi tulevaisuudessa.<sup>135</sup> Siten on käytännössä varmaa, että tekoälyllä, autonomisuudella, robotiikalla ja nanoteknologialla on roolinsa tulevaisuuden sodan kuvassa.

Yhdysvaltojen kansallinen turvallisuusstrategia 2015 korosti Yhdysvaltojen johtajuutta maailmassa, mutta johtajuutta omalla vahvuudella, esimerkiksi liittolaisten kanssa, pitkällä aikajänteellä sekä erityisesti kaikkien Yhdysvaltojen käytössä olevien instrumenttien myötä. Asevoimien merkitys tulee säilymään, mutta voiman käyttö ei ole Yhdysvaltojen kansainvälisen toiminnan keskiössä. Silloin kun asevoimia käytetään, on vähintäänkin todennäköistä, että toisin kuin Kosovossa 1990-luvulla myös maavoimilla operoiminen tulee kuulumaan siihen. Lisäksi strategia korostaa, että supistettuinkin asevoimien tulee olla ylivoimaisia kaikissa operaatioulottuvuuksissa.<sup>136</sup>

Yhdysvallat on vuosikymmeniä valmistautunut sotaan muita supervaltoja vastaan ja doktriinin tasolla pyrkinyt pysymään erossa pienistä sodista. Kuitenkin juuri jälkimmäiset ovat olleet niitä mihin se on sekaantunut parhaimmillaan vuosikymmeneksi kerrallaan. On äärimmäisen todennäköistä, että pienten konfliktien määrä säilyy suurena tulevaisuudessakin, mutta vuoteen 2050 mennessä myös suursotia tullaan käymään, ja Yhdysvaltojen kyvykkyksiä käydä massamaista sotaa kaikissa operaatioympäristöissä – myös maassa – tullaan niissä käyttämään.

Siten Yhdysvaltojen suurstrategia määrittelee pitkälle tulevaisuuden maasodan kuvaa, tai, tarkemmin sanoen, maavoimien massamaista käyttöä. 1900-lukua kuvaa näkemys Yhdysvalloista uinuvana jättiläisenä, joka hitaasti heräsi reagoimaan tapahtumiin maailmassa, mutta herättyään toimi päättäväisesti ja ankarasti käytännössä vailla rajoitteita. Tämä on luonut Yhdysvaltojen operaatiosuunnitteluun tilanteen, jossa jokainen sota on ehdottomasti kyettävä voittamaan.<sup>137</sup> Sama perusteellisuus ja ylivertauuden hakeminen oli havaittavissa terrorismin vastaisessa sodassa, ja tulevaisuudessakaan Yhdysvallat ei tule osallistumaan sotaan muuten kuin laskennallisesti sen varmaan voittamiseen riittävillä joukoilla. Tämä luo tilanteen, jossa tulevaisuuden maasodan kuva on edelleen massamaiseen voimaan nojaava. Yhdysvallat pyrkii luomaan ylivoiman (*overmatch*) ja heikompi vihollinen käyttämään monikäyttöisiä teknologioita saadakseen aikaan disruptiivisen vaikutuksen eri osa-alueilla.<sup>138</sup>

Yhdysvaltojen tulevaisuuden maaoperaatioita kuvaamaan on valittu termit joustavuus, integraatio, tappavuus, sopeutuvuus, syvyys ja synkronointi. Kaikki ovat varmasti termejä, joilla voi kuvailla myös muiden läntisten ja teknologisesti kehittyneiden maiden tulevaisuuden maasodan kuvaa, mutta tulee muistaa, että termien sisällön pitää vaihdella kyseessä olevien asevoimien kyvykkyyksien perusteella. Näin esimerkiksi operaatioiden syvyyden ja synkronoinnin laajentaminen tilassa, ajassa ja tarkoituksiperässä koko vihollisen syvyyteen ei välttämättä ole pienien asevoimien osalta mahdollista.<sup>139</sup> Vaikka Euroopan valtioiden sodankäynti on sidottu Naton statukseen Eurooppaa yhdistävänä puolustusjärjestelmänä, eurooppalaisten ei tulisi yrittää kopioida suoraan amerikkalaista sodankäyntitapaa. Rajallisilla budjeteillamme pyrkimys ”*full spectrum dominanceen*” ei

yksinkertaisesti ole kestävä kehityssuunta omiin turvallisuuspolitiikan tarpeisiimme.<sup>140</sup> Viime vuosien kehityksen myötä perinteisen sodan käymisen kyky on osa-alue, jota eurooppalaisten asevoimien tulee kehittää vähintään yhtä aktiivisesti kuin Yhdysvaltojen asevoimien kykyään konfliktin jälkeiseen vakauttamistoimintaan. Doktriinit saattavat hiukan lähestyä toisiaan, mutta ero sodankäyntitavoissa tulee säilymään.<sup>141</sup>

Tulevaisuuden maasodankäynnin kyvykkyyksien osalta tulee laatia selkeä erottelu suurvaltojen tai sellaisiksi pyrkivien välillä. Globaalina supervaltana Yhdysvaltojen asevoimille on asetettu vaatimus kyetä sitoutumaan alueellisesti ja reagoimaan globaalisti.<sup>142</sup> Yhdysvaltojen tavoittelema globaali toimintakyky on tavoitteena vain harvoilla valtioilla.<sup>143</sup> Esimerkiksi Intia on pitkään pyrkinyt olemaan alueellinen suurvalta, jolloin sillä tulee olla kyky voiman projisointiin lähialueellaan lähinnä Kiinan ja Pakistanin kanssa tapahtuvan konfliktin tilanteessa, mutta tulevaisuudessa se rakentaa suurvallan tapaan kykyä projisoida sotilaallista voimaansa kauemmaksi. Intian asevoimat ovat maailman neljänneksi suurimmat. Aktiivipalveluksessa on yli miljoona sotilasta ja reservissä miltei saman verran. Intian asevoimia rakennetaan turvaamaan sen strategiset intressit ja osin vasta voimaksi Kiinalle. Tämä yhdistettynä merkittävän pituisiin ja osin vaikeasti valvottaviin maarajoihin luo tilanteen, jossa maavoimien teknistyvyys ei tule radikaalisti pienentämään joukkomääriä.<sup>144</sup> Intian asevoimien päätehtävänä on konventionaaliseen pelotteen tai pidäkkeen luominen, mutta myös nopeiden sotien käyminen välttämättä eskalaatiota ydinaseiden käyttöön. Intian käsityksen mukaan tulevaisuuden maasodan kuvassa oleellisina tekijöinä ovat teknologia ja innovaatiokyky, mutta myös suuret tappiot ja kyvykkyyksien nopea kuluminen. Sensori ja kommunikaatioteknologian tuomien mahdollisuuksien hyödyntäminen vaatii tehokkaita ja joustavia joukkokokoonpanoja, joilla kyetään toimimaan puolustushaarayhteistyössä koko konfliktien kirjossa ydinsotaan asti. Suuret ja tehokkaat maavoimat ovat Intian luoman pidäkkeen takuuna ja ne mahdollistavat lisäksi viranomaisten tukemisen turvallisuusyhteistyössä ja mittavan osallistumisen kansainväliseen kriisinhallintaan.<sup>145</sup>

Kiina on tulevaisuuden musta hevonen. On selvää, että se tulee nousemaan supervallaksi, mutta sen suhtautuminen asevoimiensa käyttöön

ja voimapolitiikkaan on epäselvää. Vuonna 2013 Kiina korosti strategia-paperissaan, ettei se tule koskaan hyökkäämään ketään vastaan, mutta että se tulee varmasti vastaamaan hyökkäykseen itseään vastaan. *People's Liberation Army* (PLA) rakennetaan kykenemään voittamaan alueelliset ”informationalisoituneet” sodat yhteisoperaatiokyvykkäillä joukoilla, mutta myös toteuttamaan muita kuin perinteisen sodankäynnin tehtäviä. Kiina rakentaa itselleen 850 000 sotilaan vahvuiset maavoimat ja se tunnustaa taloudellisen roolinsa kasvun myötä myös kansallisten intressiensä globaalin luonteen ja tarpeen suojata niitä.<sup>146</sup> Kaikesta tästä voi päätellä, että Kiina kasvattaa asevoimiensa ja myös maavoimiensa kyvykkyyksiä ja on valmis käyttämään niitä tavoilla, jotka eivät ensisijaisesti viittaa pieniin, vaan suuriin korkeaa teknologiaa hyödyntäviin joukkoihin. Tulevaisuus pitkälle riippuvainen siitä, tuleeko Kiina käyttämään maavoimiaan oman alueellisen koskemattomuutensa ja rajojensa suojaamiseen sekä kotimaisiin tehtäviin vai tuleeko se hakemaan niille tai muille puolustushaaroilleen kansainvälisempää käytettävyyttä.<sup>147</sup>

Maasodan kuva eri maissa voi saada hyvin erilaisia muotoa esimerkiksi valtion poliittisen, ja taloudellisen tilanteen mukaan, asevoimien organisaation itsensä luomista vaatimuksista ja kulttuurin vaikutuksesta siihen, mitkä ovat sen hyväksymiä sotilaallisen toiminnan muotoja. Nämä saavat aikaan sen, että kehittäessään asevoimiaan valtio ei välttämättä suoraan kopioi toiselta valtiolta toimivaksi osoittautunutta mallia, vaan muokkaa sen itselleen sopivaksi tai saattaa rakentaa asevoimat, joilla pyrittäisiin toimimaan juuri tällaisia joukkoja vastaan ja innovoi uusia tapoja käydä sota.<sup>148</sup> Yhdysvallat ja Kiina – sekä osin Venäjä – ovat sellaisia maita, joiden doktriinien kehitys tulee määrittelemään, millaista maasotaa tulevaisuudessa käydään. Tämä johtuu siitä, että jokin niistä on suurella todennäköisyydellä tulevaisuuden laajamittaisen valtioiden välisen sodan osapuoli. Suurvaltojen tulee valmistautua käymään jälleen suursotia, mutta näiden sotien operaatioista entistä suurempi osa tulee tapahtumaan urbaaneilla alueilla.<sup>149</sup> Kaikissa maissa maavoimat voivat valmistautua tulevaisuuden konflikteihin tutkimalla ja kehittämällä doktriineja ja konsepteja, rakentamalla fyysistä, älyllistä ja sosiaalista pääomaa joukoilleen sekä erityisesti koulutuksen kautta valmistamaan sotilaansa niin todennäköisiin kuin

mahdollisiin tehtäviin. Ehkä ratkaisun avaimet löytyvät siitä, että maavoimia pyritään muokkaamaan sopeutuviksi ja muutosmyönteisiksi asenteiltaan.<sup>150</sup>

Vaikka eri valtioiden asevoimat ovat erilaisia, sodassa ja maasodassa on nähtävissä selkeitä inhimillisiä, kulttuurillisia ja poliittisia jatkumia. Sotia käydään samoista syistä kuin aina ennenkin ja sotaan kuuluu aina politiikka, tunteet, riskinotto ja väkivalta.<sup>151</sup> Kun kerran kulttuurilliset tekijät vaikuttavat asevoimien ja siten maavoimien kokoonpanoon, on huomattava, että globalisoituneessa maailmassa ne voivat olla myös transnationaaleja. Eli kansainväliset näkemykset vaikuttavat siihen, millaisina tulevaisuuden maavoimakokoonpano halutaan nähdä. Usein lopullinen näkemys on hyvin standardin mukainen silloinkin, kun valtion itsensä tarpeisiin voisi sopia epätavanomaisempi joukkokokonaisuus.<sup>152</sup>

Toisaalta maasodan pysyviin trendeihin kuuluu variaatio. Niissäkin tapauksissa, jossa eri maavoimilla on samanlaiset käsitykset, millaista maasota olemukseltaan ja luonteeltaan on, voidaan suhteellista etua hakea itselleen adaptaation kautta. Jos toinen osapuoli on tehokkaampi, toinen voi käydä maasotaansa tavoilla, jotka eivät vastaa kummankaan näkemystä ”oikeasta” doktriinista. Tästä yleisin esimerkki on jännite, joka syntyy tavanomaisten ja epätavanomaisten operaatioiden välille. Vihollinen voi adaptoitua ja kompensoida toisen osapuolen ylivoimaa ja oikeaksi kokemansa taistelutavan asemesta kehittää vastataktiikoita. Tämä puolestaan pakottaa toisen osapuolen sopeutumaan vuorostaan näihin taktiikoihin ja lopulta maasodan käytäntö on täysin erilainen kuin osapuolien jakama maasodan kuva.<sup>153</sup> Viime vuosien tapahtumat maailmanpolitiikassa ovat luoneet tilanteen, jossa eri maiden asevoimien ja maavoimien on ollut pakko kirjoittaa doktriininsa uudelleen. Mahdolliset viholliset ovat muuttuneet, kun valtioiden väliset sodat ovat palanneet suunnitteluperusteisiin. Tietyillä vanhoilla suuntaviivoilla, kuten keskittyminen liikesodankäyntiin ja tehtävätaktiikkaan, on vielä merkitystä, mutta toisia on jouduttu hylkäämään.<sup>154</sup>

Suurin tulevaisuuden haaste maasodankäynnissä ei ole kehittyvä teknologia vaan strategisen tason tekijät. Paine pienentää joukkoja, resurssien vähentyminen, kasvavat kansainväliset sitoutumistarpeet ja suursodan

mahdollisuuden palaaminen asettavat suunnattomia haasteita kaikille maavoimille Yhdysvalloista pieneen Suomeen asti.<sup>155</sup> Maavoimien perusominaisuuksiin voidaan nähdä tulevaisuudessa kuuluvan kurinalaisuus, joustavuus, ketteryys, korkea koulutus, toimiva organisaatio, itsenäisyys, laadukas varustus ja tehokkaat kommunikaatioyhteydet. Näiden yhdistelmä tekee maavoimista tärkeän toimijan myös kansallisissa ja kansainvälisissä hätätilanteissa siviilihallinnon tukena.<sup>156</sup> Tulevaisuudessa asevoimille juuri niiden kasvavan tehokkuuden ja monipuolistumisen johdosta tulee kuin luonnostaan enemmän viranomaistukitarpeita ja -tehtäviä jopa siinä määrin, että maavoimien tulee kiinnittää huomionsa siihen, että niiden kyky päätehtävänsä, maasodankäynnin, toteuttamiseen ei laske muiden tehtävien kustannuksella.

Maavoimien tulee kyetä täyttämään omat tehtävänsä, mutta maavoimilla on tulevaisuudessa entistä suurempi tukeva rooli kaikissa sotilasoperaatioissa ja etenkin turvallisuusympäristön muokkaamisessa ja pidäkkeen luomisessa sekä kansainvälisissä operaatioissa politiikan jalkauttajana.<sup>157</sup> Suuri haaste kaikille tulevaisuuden maavoimille tulee olemaan keskittyminen oleelliseen, eli varsinaiseen päätehtävään – maasodankäyntiin. Yksittäisiltä sotilailta, joukoilta, ja maavoimilta tullaan vaatimaan kyvykkyyksiä toimia erilaisissa tilanteissa eri tarkoituksiperiä varten. Silloin kyky keskittyä oleelliseen ja yksinkertaistaa toimintoja on elintärkeä vaatimus, jottei sotilaista tule toissijaisten tehtäviensä orjia.<sup>158</sup>

## *Loppusanat*

---

Eri länsimaisten asevoimien sodan kuvassa korostuvat ennakoimattomuus, kompleksisuus ja joustavuuden tarve sotaan valmistautuessa niin organisaatioissa kuin doktriineissa. Hiukan kärjistäen jokainen asevoima on poiminut omat suosikkiadjektiivinsa, ja kaikki putkeen kirjoittamalla päästään noin kymmeneen–viiteentoista tulevaisuuden sotaa tai sen vaatimuksia kuvaavaan iskusanaan.

Ainoa varma asia, jonka tulevaisuudesta voidaan sanoa on, että se tulee yllättämään meidät. Asevoimia syytetään aina valmistautumisesta edelli-

seen eikä seuraavaan sotaan. Tämä on liioiteltu näkemys, mutta haaste arvioida tulevan konfliktin luonne ja kohdentaa riittävä määrä resursseja juuri oikein, on äärimmäisen hankala. Suomi on yhtäältä hyvässä asemassa ja toisaalta äärimmäisen huonossa esimerkiksi Yhdysvaltoihin verrattuna. Yhdysvaltojen tulee valmistautua käyttämään maavoimiaan missä tahansa maailmassa mitä tahansa vihollista vastaan, ja se tekee suunnittelun monimutkaiseksi. Suomella on käytännössä yksi ainoa potentiaalinen vihollinen, jolta sen tulee valmistautua puolustautumaan. Valitettavasti tämä on globaalilla tasollakin tarkasteltuna voimakas haastaja.

Sodan kuva kaikissa operaatioympäristöissä muuttuu ja kaikesta päätellen muutosnopeus on suurempaa kuin se on ollut koskaan aiemmin historiassa. Paras tapa, jolla mikään asevoima voi valmistautua tulevaan sotaan, on pyrkiä luomaan sellaiset toimintatavat, joilla se pystyisi mahdollisimman nopeasti toipumaan yllätyksestä eikä pyrkiä muokkaamaan todellisuutta vastaamaan sen käsityksiä. Vaikka kaikki perinteisen sodankäynnin muodot ja tavat tulevat jatkossakin vallitsemaan jossain päin maailmaa jossain tietyssä konfliktissa, ainoa järkevä suunnitteluperuste on ottaa tulevaisuuden sodan kuva ikään kuin ”tule-sellaisena-kuin-olet”-konfliktina, joka vaatii korostettua sopeutumisnopeutta.<sup>159</sup> Eritoten Suomen pitää keskittyä miettimään, miten me käyttäisimme puolustusvoimia ja miten ne taistelisivat juuri meidän välittömästä turvallisuusympäristöstämme nousevia uhkia vastaan. Se vaatii perinpohjaista perehtymistä sota- ja operaatiotaitoon ja yhteiskunnankin peräänkuuluttamaa innovaatiota.

Kun viimeksi jouduimme puolustamaan valtiollista suvereniteettiämme, Suomi oli täysin erilainen agrariiyhteiskunta, joka pystyi käyttämään senaikaisia vahvuuksiaan edukseen. Nyky-Suomi on verkostoitunut tietoyhteiskunta, jonka tulee toimia tyystin toisten periaatteiden ohjaamana ottaakseen kaiken irti koko yhteiskunnan kyvykkyyksistä. Alkaa sota milloin hyvänsä, jos koskaan, ainoa varma asia on, että se ei ole samanlainen kuin edellinen. Melkein yhtä todennäköistä on, että se on tyystin toisenlainen, kuin mitä odotimme.

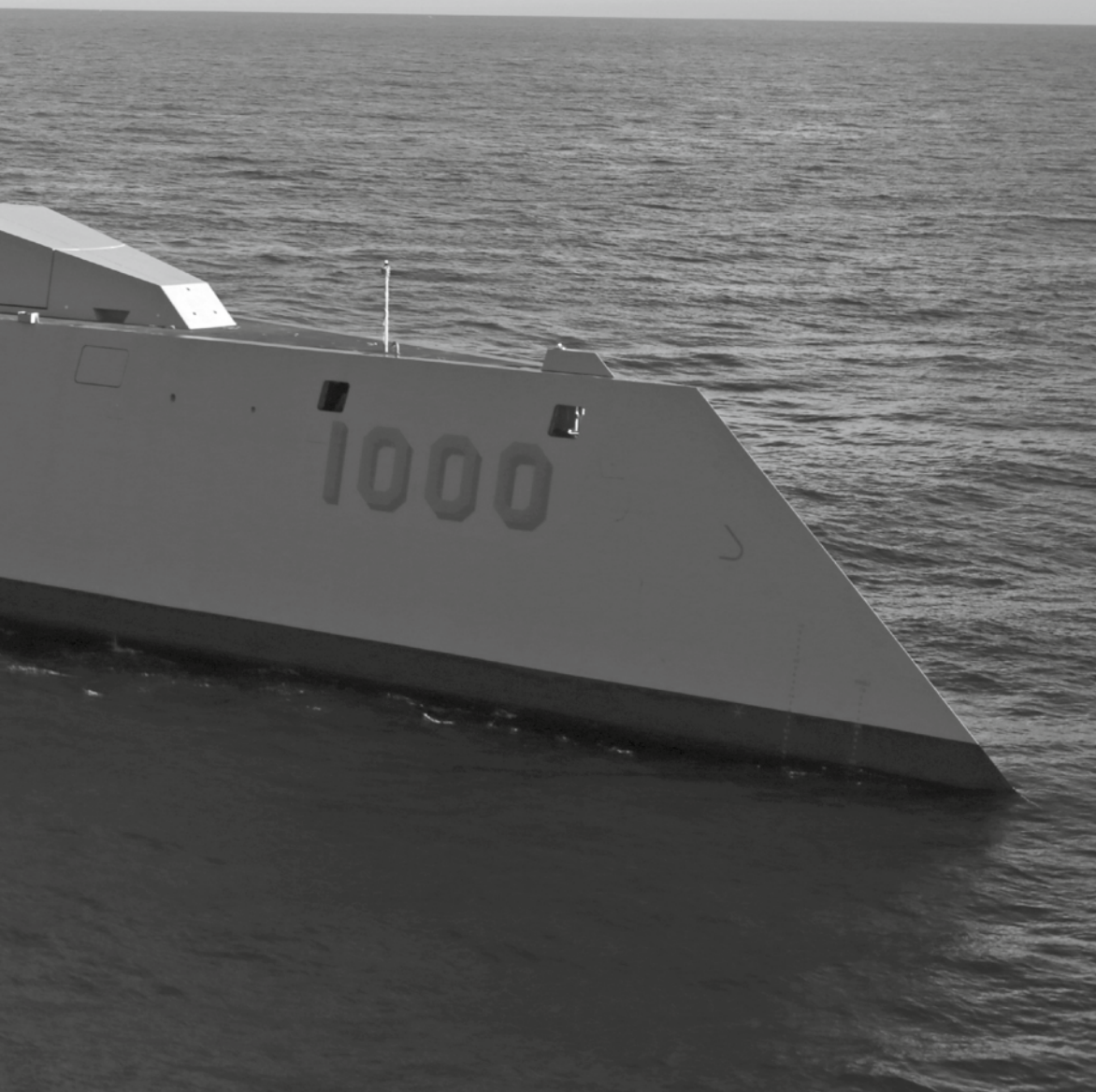




# MERISOTA 2030+

*Tulevaisuus Itämerellä*

JAN BRUNBERG



# 4

---

---

*”Command of the Sea, therefore means nothing but the control of maritime communications, whether for commercial or military purposes. The object of naval warfare is the control of communications and not as in land warfare the conquest of territory.”*

Sir Julian Stafford Corbett, 1911

Brittiläisen merisotateoreetikko Julian Stafford Corbettin yli sata vuotta sitten määrittämä merisodankäynnin tavoite kuulostaa yllättävän ajankohdaiselta vielä vuonna 2018. Tälläkin hetkellä esimerkiksi Kiina rakentaa asevoimiensa johdolla merellistä Silkkitietä Aasiasta Eurooppaan. Venäjä kehittää sotilaallisia suorituskykyjä Kaakkoisväylän hallintaan taloudellisen hyödyntämisen näkökulmasta. Suomen kannalta Kylmän sodan asetelma Itämerellä painoi tavoitteen kenties taka-alalle koska ajan doktriini oli korostetun puolustuksellinen. Tällöin tavoite oli maataistelun merellisen sivustan suojaaminen. Kylmän sodan päätyttyä asetelma jälleen muuttui ja erityisesti globalisaation myötä meriyhteydet ovat jälleen nousseet suomalaisen merisodankäynnin keskiöön.

Merisodankäynnissä on siis kyse kyvystä käyttää merta omiin strategiisiin tarkoituksiin (meren hallinta<sup>1</sup>) sekä kyvystä kiistää tämä vastustajalta. Operatiivisena tavoitteena on yleensä kriisin vahvemmalla osapuolella ylläpitää meren hallinta, kriisin heikomman osapuolen pyrkiessä kiistämään

tämä. Corbett toi jo aikanaan esille, että merenhallinnan tasoista yleisin on tilanne jossa kumpikaan kriisin osapuoli ei täysin hallitse merta mutta tavoitteena on aina varmistaa tai estää meren käyttö kuljetustienä.

Tässä artikkelissa pohditaan vuoteen 2030 asti ulottuvalla aikajänteellä niitä muutostekijöitä, jotka vaikuttavat merisodankäyntiin Itämerellä. Uhkaako Corbettin ajatus merisodankäynnin tavoitteesta vanheta? Samalla artikkeli käsittelee niitä tekijöitä, jotka arvioidaan pysyviksi eli jotka nyt ovat merisodankäynnissä keskeisiä ja arvioidaan olevan sitä myös tulevaisuudessa. Artikkelin ei tulevaisuuden ennustamisen vaikeudenkaan takia pyri kattavasti kuvaamaan, miten merisotaa käydään tulevaisuudessa. Käsittelyn näkökulmaksi on valittu Iso-Britannian puolustusministeriön *Future operating environment 2035 -tutkimuksessa ennakoitujen tulevaisuuden sodankäynnin viisi olosuhdetta. Tutkimus päättelee, että tulevaisuuden sodat käydään ”ahtaissa, sotkuisissa tai ruuhkaisissa, kiistanalaisissa, yhteen liitettyissä ja rajoitetuissa olosuhteissa”*<sup>2</sup>. Tutkimus on valittu, koska se on tuore (2016) ja lisäksi se edustaa nimenomaisesti eurooppalaista näkemystä sodankäynnin tulevaisuudesta. Artikkelin lopussa vastataan siihen mikä merisodankäynnissä säilyy, mikä muuttuu ja mikä mahdollisesti voisi mullistaa nykykäsitteitä.

## Merisodankäynnistä

Merisodankäynnin toimintaympäristö jakautuu muita sodankäynnin toimintaympäristöjä useampaan, ominaisuuksiltaan hyvin erilaiseen ulottuvuuteen. Merivoimille on perinteisesti vastuutettu varsinainen merialue sekä sen vedenalainen osa. Näiden valvontaan tai hallintaan liittyvät suorituskyvyt löytyvät perinteisesti yksinomaan merivoimilta. Merialueiden ilmatila muodostaa niin ikään keskeisen operaatiodimension, koska merkittävä osa merisodankäynnin vaikuttamisesta tapahtuu tässä ulottuvuudessa tai sen kautta, jolloin se muodostaa meripuolustukselle sekä mahdollisuuden että myös uhan. Merisodankäyntiä on lisäksi kautta historian käyty myös maalta, joko taistelemalla rannikolla tai vaikuttamalla maalta merelle.

Kuten myöhemmin käy ilmi, on tähän kokonaisuuteen vielä lisättävä informaatio- ja avaruusulottuvuudet, jotka tulevat tulevaisuudessa leikkaamaan läpi kaikki sodankäynnin ulottuvuudet. Täten meripuolustus tulee tulevaisuudessa taistelemaan yhtäaikaaisesti viidessä ulottuvuudessa; meren pinnalla, sen alla, maalla, ilmassa sekä informaatioulottuvuudessa. Avaruusulottuvuudessa tuskin meripuolustus käy taistelua, mutta se tulee otetuksi korostuneemmin huomioon kuin nykyään.

Itämerellä merisodankäyntiä erityisesti leimaava piirre nyt ja tulevaisuudessa on se, että sitä käydään kahdessa, kansainvälissopimuksellisesti hyvin erilaisessa ympäristössä. Rannikolla ja saaristossa on voimassa Suomen lainsäädäntö, mutta se kattaa vain aluemerен, joka ulottuu enintään 12 meripeninkulman eli 22 kilometrin päähän rannikosta. Tästä eteenpäin alkaa kansainvälinen merialue, jonka käytöstä ja sääöksistä päätetään kansainvälisesti. Kansainvälisen merialueen piirteisiin kuuluu Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimuksen turvaama tasapuolisen merenkulun vapaus, johon ainakin pienen valtion sotilaalliset toimet ja voimankäyttö tulee suhteuttaa.

Erityisesti toiminta Itämeren kansainvälisellä merialueella korostaa samanmielisten rantavaltioiden yhteistyötä merisodankäynnin näkökulmasta. Tästä on hyvä esimerkki Suomen ja Ruotsin alati tiivistyvä merisotilaallinen yhteistyö. Toimimalla yhdessä voidaan normaalioloissa paremmin saavuttaa kansainvälissopimuksellisia tavoitteita ja poikkeusoloissa jakaa vastuuta yhteisen intressin, merenkäytön vapauden takaamiseksi.

Suomenlahdella on hyvin kapeaa kansainvälistä merialuetta lukuun ottamatta lähes yksinomaan aluemerta, eli merialuetta, jolla noudatetaan Venäjän, Suomen tai Viron lainsäädäntöä. Itämeren pääaltaan osalta tilanne on päinvastainen, ja lukuun ottamatta rannikkoaluetta pääosa merisodankäynnin operaatioalueesta on kansainvälistä merialuetta. Tämä leimaa merisodankäyntiä nyt ja myös tulevaisuudessa kaikissa sotilaallisen kriisin vaiheissa; on poikkeuksetta kyettävä toimimaan molemmissa toimintaympäristöissä.



*Kansainvälisen merialueen piirteisiin kuuluu  
Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimuksen turvaama  
tasapuolisen merenkulun vapaus, johon ainakin pienen valtion  
sotilaalliset toimet ja voimankäyttö tulee suhteuttaa.*



## Ahdas ja ruuhkainen Itämeri

Liuskeöljyn ja -kaasun markkinoille tulo on siirtänyt arviota globaalin huippukulutuksen, niin sanotun peak oil ja peak gas<sup>3</sup> ajankohdasta eteenpäin, mutta todennäköistä on, että molemmat saavutetaan tämän artikkelin käsittelyjakson aikana. Tästä ajankohdasta eteenpäin globaali öljy- ja kaasunkulutus pienenee, jolloin vastaavasti niiden kuljetustarve meritse todennäköisesti laskee. Tähän vaikuttaa lisäksi uusiutuvan energian tuotantotekniikan kehittyminen; missä määrin ja millä nopeudella kenties paikallisesti tuotettu uusiutuva energia muuttuu kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi pääosin meritse kuljetetuille fossiilisille energiamuodoille.

Globaalin maailmankaupan ja merikuljetusten määrän arvioidaan 2030-luvulle tultaessa kaksinkertaistuneen nykyisestä. Sama trendi näkyy globaalissa energiantarpeessa, jonka niin ikään arvioidaan kaksinkertaistuvan samalla aikajänteellä. Epävarmaksi jää siis, mikä on energiakuljetusten suhteellinen osuus muutoin kasvavasta meriliikenteestä.

Itämerellä merellisten energiakuljetusten tulevaisuus saattaa ulottua peak oil / peak gas -ajankohtaa hieman pidempään tulevaisuuteen, koska monet rantavaltiot pyrkivät eroon Venäläisestä kaasu- ja öljymonopolista. Todennäköisin vaihtoehto on siirtyminen merellisiin siirtoyhteyksiin, mikä on omiaan kasvattamaan merellisiä energiakuljetuksia Itämerellä. Energian kuljetusten suhteellinen määrä Itämerellä voi siis tarkastelujaksolla jopa kasvaa. Tämä trendi sitoisi nykyistäkin enemmän meriyhteydet osaksi Itämeren rantavaltioiden energiansaantia ja täten strategisia intressejä. Tätä taustaa vasten on siis todennäköistä, että energian siirtotiet merellä säi-

lyttävät ainakin 2030-luvulle asti merkityksensä poliittisen ja sotilaallisen painostamisen ja vaikuttamisen kohteena.

Maailemankaupasta noin 90 prosenttia kulkee meritse ja sen arvioidaan pysyvän ennallaan lähivuosisikymmeninä. Suomen ulkomaankaupasta meritse kulkee noin 90 % ja vaikka Suomen talous kehittyisi nykyistä enemmän kohti palvelutaloutta, arvioidaan tulevaisuudessakin Suomen yhteiskunnan olevan täysin riippuvainen merikuljetuksista. Suomen ja laajemmin koko globaalin kaupan vakaus nojaa siis todennäköisesti tulevaisuudessakin tavarän ja raaka-aineiden jatkuvaan ja häiriöttömään virtaan mereltä.

Nouseva sotilaallinen kriisi Itämerellä häiritsisi alueellisesti meriliikennettä ja sen vaikutukset peilaisivat todennäköisesti nopeasti esimerkiksi merikuljetusten hintojen kautta markkinoiden kilpailukykyyn. Pitkittyessään häiriö vaikuttaisi teollisuuden toimintaedellytyksiin raaka-aineiden saatavuuden vähentymisen johdosta sekä ihmisten päivittäiseen elämään vähittäiskauppatavaroiden vähentyessä. Kyvyttömyys tällaisessa tilanteessa estää tahalliset häiriöt Suomen ulkomaankauppaan saattaisi nopeastikin suistaa maan sotilaallisen kriisin ohella myös syvään taloudelliseen kriisiin. Syvän laman mahdollisuus ulkopuolisen vihamielisen toimijan aloitteesta mahdollisen sotilaallisen kriisin kynnyksellä ei ole omiaan lisäämään poliittisen päätöksentekojärjestelmän toiminnanvapautta, jolloin on mahdollista, että vastustajan tavoitteet tulevat saavutetuksi ennen kuin yhtään laukausta on ammuttu. Sota olisi hävitty ennen kuin se on edes alkanut.



*Suomen ja laajemmin koko globaalin kaupan vakaus nojaa  
siis todennäköisesti tulevaisuudessakin tavarän ja raaka-aineiden  
jatkuvaan ja häiriöttömään virtaan mereltä.*



Koska Itämeren rantavaltiot ovat pääosin hyvin riippuvaisia meriyhteyksistään, tulisi kriisin syventymisestä huolimatta meriliikenne ylläpitää ainakin vaaditulla minimitasolla. Vakavakaan sotilaallinen kriisi tuskin tyhjentäisi

Itämerta aluksista, vaan niiden läsnäolo on huomioitava merioperaatioita suunniteltaessa. Kasvava ja aina läsnä oleva meriliikenne yhdessä ovat omiaan lisäämään merisotanäyttämön sotkuisuutta.

Sotilaallisesta näkökulmasta tulevaisuus ei ole tuomassa muutosta siihen, että meriyhteydet ovat tehokkain ja usein ainoa riittävä keino projisoida sotilaallista voimaa ja huoltaa suurempaa sotajoukkoa maalla. Tältä osin merenkäytön vapaus kytkeytyy siis suoraan lähes kaikkien Itämeren rantavaltioiden kykyyn käydä sotaa maalla ja ilmassa. Toiseksi jotkin Itämeren maat rakentavat jo nyt merkittävää merellistä sotapotentialia, jolla kyetään iskemään mereltä maalle nopeasti ja yllättävästi. Tämä viittaa siihen, että meri tulee säilyttämään roolinsa myös hyökkäystienä ainakin 2030-luvulle asti.

Vuoteen 2050 mennessä noin 85 prosenttia Euroopan väestöstä asuu kaupungeissa. Niin globaalisti kuin Itämeren alueellakin nämä kaupungit sijaitsevat enenevässä määrin rannikolla, jolloin esimerkiksi taloudellinen ja sotilaallinen toiminta keskittyy näille alueille. Edellä kuvattua vaikuttamista valtion meriyhteyksiin voidaan tehdä mihin kohtaan tahansa merellistä logistiikkaketjua, myös satamiin. Tulevaisuuden satamien sulautuminen osaksi entistä tiiviimmin asuttua rannikkometropolia voi täten myös tuoda merisodan osaksi asutuskeskustaistelua.



*Tältä osin merenkäytön vapaus kytkeytyy  
siis suoraan lähes kaikkien Itämeren rantavaltioiden kykyyn  
käydä sotaa maalla ja ilmassa.*



Itämeren kaltainen ahdas merialue mahdollistaa tulevaisuudessakin erityisesti kapeikkojen hallinnan myös maalta käsin. Tämä pitää sotilaallisessa keinovalikoimassa ajankohtaisena myös rajoitetun alueen, kuten esimerkiksi Ahvenanmaan tai Gotlannin haltuunoton meritse tai ilmoitse. Sodankäynnin näkökulmasta tämä tarkoittaa maa-, rannikko- ja merisodankäynnin keinojen entistä tiiviimpää sekoittumista, jolloin operointi edellyttää nykyistä tiiviimpää yhteistyötä ja vastuiden tarkoituksenmukaista jaka-



mista puolustushaarojen, eri turvallisuusviranomaisten sekä yhteiskunnan kesken.

Ilmastonmuutos tulee suurella todennäköisyydellä aiheuttamaan Itämerellä jääpeitteen ohentumista, ankarien jäätalvien harvenemista sekä sään ääri-ilmiöiden lisääntymistä. Merenkäytön näkökulmasta oleellista on jään vaikutus merenkulkuun, joka on yhdistelmä jään paksuudesta sekä tuulien aiheuttamasta jäiden ahtautumisesta. Täten pelkästään jääpeitteen ohentuminen ei automaattisesti armahda kansallista meriliikennettämme jäänmurrolta. Potentiaalisesti mullistavampi ilmastonmuutoksen seurannaisvaikutus on pohjoisten vesiväylien avautuminen, joka globaalisti aiheuttaa kasvavan kysynnän jäävahvistetuille aluksille ja niihin liittyvälle osaamiselle. Lopputulemana voi olla, että maailman meriä kyntää tulevaisuudessa nykyistä huomattavan paljon suurempi jäävahvistettu kauppa- ja sota-alustonnisto, joka siten myös soveltuu ympärivuotiseen käyttöön Itämerellä. Globaalisti kyky käydä merisotaa myös jäätalvena saattaa siis tulevaisuudessa parantua.

### *Teknologialla taistelukentän sotkuisuutta vastaan?*

Teknologisesta näkökulmasta merisodankäyntiä tulee 2030-luvulle tultaessa leimaamaan erityisesti kolme trendiä: sensoriverkoston kyvykkyyden kasvu, miehittämättömien ja autonomisten järjestelmien yleistymisen sekä aseiden kantaman, tarkkuuden ja nopeuden kasvu.

Sensori- ja viestiteknologia kehittyvät jatkuvasti kohti pienempiä, monipuolisempia, edullisempia ja suorituskykyisempiä laitteita. Tulevaisuudessa Itämeren operaatioaluetta valvoo todennäköisesti nykyistä lukumääräisesti suurempi ja huomattavasti kyvykkäämpi sensoriverkosto, joka on verkottunut nykyistä tehokkaammin. Ei voida sulkea pois, että tulevaisuudessa pääosa Itämeren pinnan päällisestä alueesta on tarvittaessa kattavasti ja lähes reaaliaikaisesti valvottu.

Rinnan sensoriteknologian kehittymisen kanssa kehittyy myös avaruusteknologia ja avaruudessa operointi muuttuu todennäköisesti nykyistä

edullisemmaksi. Tämä kehitys tuo avaruusdimension käyttöön monille sellaisille toimijoille, jolle se aikaisemmin on ollut resurssien näkökulmasta mahdotonta. Nykyiset suurvallat, jotka jo nyt operoivat esimerkiksi satelliitteja, tulevat todennäköisesti moninkertaistamaan ja monipuolistamaan avaruuden hyödyntämisenä myös sotilaallisessa tarkoituksessa. Pienemät valtiot seuraavat perässä ja todennäköistä on, että tulevaisuudessa avaruudesta käsin toimivilla sensoreilla on merkittäväkin rooli meripuolustuksen tilannekuvan muodostamisessa. Avaruuden hyödyntäminen yhdessä kehittyvän sensoriverkoston kanssa viittaa siihen, että tulevaisuudessa aava meri ei itsessään tule tarjoamaan nykyisen tasoista suojaa ilma- ja pinta-aluksille.

Sensorien yhdistäminen miehittämättömiin järjestelmiin tulee arkipäiväistymään merkittävästi. Tullessa 2030-luvulle todennäköisesti merkittävä osa meripuolustuksen yksiköistä operoi jotakin miehittämättöntä järjestelmää jolla se kykenee ulottamaan valvontansa pidemmälle, vähentämään itseensä kohdistuvaa riskiä tai operoimaan yhtäjaksoisesti kauemmin. Valvovien miehittämättömien järjestelmien osalta autonomia tulee todennäköisesti yleistymään siten, että sensorit ilmassa, pinnalla sekä veden alla kykenevät suorittamaan itsenäisiä tehtäviä, tarvittaessa osana ryhmää. Erityisen merkittävää autonomisuuden kehittyminen arvioidaan olevan vedenalaisissa miehittämättömissä järjestelmissä, jossa jo nyt on käytössä autonomia piirteitä omaavia järjestelmiä.

Itämeren pinnan alaiset osat tulevat kenties tulevaisuudessakin tarjoamaan mahdollisuuden operoida jossakin määrin salassa. Vaikuttaa siltä, että kehittyvä sensoritekniikkakaan ei kykene täysin ratkaisemaan Itämeren altaan topografian ja hydrografian asettamat haasteet. Sensorikattavuus ja -herkkyys paranevat toki nykyisestä, mutta samalla kehittyvät esimerkiksi sukellusveneet entistä hiljaisemmiksi, niiden tehtäväkenttä monipuolisemmaksi ja toiminta-aika pidemmäksi. Merivesi väliaineena tulee todennäköisesti vielä vuoteen 2030 asti tehokkaasti rajaamaan myös langattoman tiedonsiirron kantamaa ja -kapasiteettia, jolloin miehittämättömien järjestelmien operointi veden alla ei kehity samalla tavalla kuin esimerkiksi vastaavat järjestelmät ilmassa. Vaihtoehtoina ovat autonomia, joka todennäköisesti kehittyi valvontasensoreiden osalta, tai lavettien pitäminen miehittettynä. Tätä alleviivaa

tällä hetkellä seuraavan sukupolven sukellusveneiden suunnittelu pääosin miehitetyiksi. Valvontasensoreiden autonomisuudesta huolimatta kerätyn datan välittäminen käyttäjälle vaatinee siis tulevaisuudessakin joko pinnassa käyntiä, jolloin data siirtyy radiotiellä käyttäjälle tai sensorin paluuta esimerkiksi vedenalaiseen telakkaan, joka on kytketty käyttäjään.



*Itämeren pinnan alaiset osat tulevat kenties tulevaisuudessakin tarjoamaan mahdollisuuden operoida jossakin määrin salassa.*



Operoinnissa merellä ja rannikolla on siis otettava olettamukseksi, että rajatulta alueelta joukko tai pinta-alue ei pysy vastustajalta salassa. Voimankäytön edellytykset täyttyvät kuitenkin vasta, kun tilannekuva on tulkittu ja päätös voimakäytöstä on tehty. Tulkinta ja suodatus tulevat 2030-luvulle tultaessa todennäköisesti olemaan ainakin osittain tekoälyn avustamaa, mutta ihmisen arvioidaan säilyvän päätöksentekijänä. Paljastuminen ei siis ole suora synonyymi tuhoutumiselle, mutta kehitys nostaa nykyistä tärkeämpään rooliin oman aktiivisuuden, liikkeen, sensoriverkoston häirinnän sekä ennen kaikkea harhauttamisen. Monipuolistuva sensoriverkosto mahdollistaa myös nykyistä laajemman skaalan keinoja päätöksentekijän harhauttamiseen, joten mikäli sensoria ei voi väistää, tulee siihen kyetä vaikuttamaan harhauttavasti tai lamauttavasti.

Merisodankäynnin ohjusaseet tulevat 2030-luvulle tultaessa todennäköisesti kehittymään siten, että Itämerelle kyetään tarkasti käyttämään tulta laajalti myös sen ulkopuolelta, jopa muutamien minuuttien aikaikkunassa. Tämän mahdollistaa meritorjuntaohjusten kantaman kehittyminen lähemmäksi nykypäivän risteilyohjuksia ja nopeuden kasvaminen hypersooniseksi, jopa 5–8 kertaa äänen nopeudesta. Ohjukset kehittyvät todennäköisesti myös kohti entistä suurempaa monikäyttöisyyttä: samalla ohjuksella voidaan vaikuttaa ilmaan, merelle sekä maalle.

Täysin ongelmatonta tämä kehitys ei ole. Kasvavan kantaman täysimääräinen hyväksikäyttö Itämeren alueella edellyttää usein ohjuksen len-

tämistä usean valtion ilmatilassa, mikä voi olla ongelmallista esimerkiksi Venäjälle. Niin ikään nopeuden kasvattaminen hypersooniseksi on teknisesti haastavaa ja saattaa kohdata monta kehitystä hidastavaa haastetta. Sen sijaan kantaman ja osumatarkkuuden kasvu yksinään ovat melko vakaita trendejä, jotka tulevat tarjoamaan sekä haasteita että mahdollisuuksia meripuolustukselle. Haasteina ovat kyky vaikuttaa vastustajan entistä kauempana sijaitseviin laukaisualustoihin sekä kysymys miten järjestää oma maalinosoitus entistä kauemmaksi omalta alueelta. Mahdollisuutena on tuliyksiköiden nykyistä joustavampi ryhmitys ja käyttö; tuliyksikkö yltää samasta tulariasemasta koko meripuolustuksen operaatioalueelle ja kykenee lisäksi tukemaan myös esimerkiksi maapuolustuksen taistelua.

Itämeren pinnanalaisten osien jäädessä tulevaisuudessakin haastaviksi valvoa keskittyyne asetekninen kehitys myös sinne. Tästä on merkkinä rakenteilla olevien sukellusveneiden entistä laajemmat roolit, joissa ne aseistetaan torpedoin, miinoin ja risteilyohjuksin. Tämän lisäksi ne voivat toimia nykyistä korostuneemmin erikoisjoukkojen ja miehittämättömien järjestelmien emäaluksena. Erityisesti miehittämättömien järjestelmien monipuolistuminen saattaa muuttaa tulevaisuuden sukellusveneiden roolia entistä enemmän kohti platformia, josta käsin voidaan operoida erilaisilla miehittämättömillä järjestelmillä ja erikoisjoukoilla sekä tiedustella aluksen omilla passiivisilla sensoreilla. Sukellusveneiden suora aseenkäyttö tulee niin ikään kehittymään, mutta haasteena säilyy, että niiden käyttö todennäköisesti paljastaa sukellusveneiden läsnäolon alueella.

Ahtaalle merialueelle ja erityisesti rannikon läheisyyteen hyvin soveltuva merimiina lähestyy tulevaisuudessa teknisesti torpedoa. Merimiina voi siirtyä itsenäisesti toiminta-alueelle ja jäädä siihen odottamaan laukaisukriteerit täyttävää herätettä. Tultaessa 2030-luvulle tähän teknologiaan on todennäköisesti yhdistynyt jossain määrin autonomisuutta. Tällöin vedenalaisella järjestelmällä kyetään jopa luomaan yhdistetty sensori- ja aseverkosto pitkäksi aikaa, ilman paljastavaa pinnan päällistä toimintaa. Tätä kehitystä rajoittaa kuitenkin edellä mainittu vedenalaisen tiedonsiirron haaste sekä toisaalta autonomiseen voimankäyttöön liittyvät oikeudelliset ja moraaliset pohdinnat, joita käsittelemme myöhemmässä luvussa.

## *Merta ei voi valloittaa*

---

Future operating environment 2035 -tutkimuksessa esiin nostettu taistelutilan kiistanalaisuus kytkeytyy tulevaisuudessakin merisodankäynnin tavoitteen ytimeen; kykyyn käyttää merta omiin tarkoituksiin. Maasodankäynnistä poiketen merisodankäynnissä alueita ei voida pitää, vaan meren hallinta perustuu läsnäoloon ja kykyyn vaikuttaa merelle. Tehtävän vaadittava työkalupakki vaihtelee suuresti sen mukaan, toimitaanko normaalioloissa vai poikkeusoloissa. Oleellista on, että tietty hallinnan taso on ylläpidettävä kaikissa olosuhteissa, myös normaalioloissa, jolloin se perustuu pääosin kansainvälisiin sopimuksiin, yhteistyöhön, valvontaan ja läsnäoloon.

Merisodankäynnin edellytyksiin kuitenkin lukeutuu myös alueiden pitäminen. Liikkuvan laivaston ja rannikkojoukkojen operointi edellyttää tukialuetta, joka mahdollistaa yksiköiden huollon ja levon. Tulevaisuudessakin tämä tukialue sijaitsee luontevimmin saaristossa, entistä laajemman kansainvälisen yhteistyön huomioon ottaen tukialue ei kuitenkaan välttämättä ole vain oma saaristomme.



*Maasodankäynnistä poiketen merisodankäynnissä alueita ei voida pitää, vaan meren hallinta perustuu läsnäoloon ja kykyyn vaikuttaa merelle. Tehtävän vaadittava työkalupakki vaihtelee suuresti sen mukaan, toimitaanko normaalioloissa vai poikkeusoloissa.*



Monen Itämeren valtion hyvinvointi ja jopa olemassaolo nojaa meriyhteyksiin, oli sitten kyseessä ulkomaankaupan häiriöttömyys tai sotilaallisen voiman projisointi. Meriyhteyksien roolia merisodankäynnin tavoitteena käsiteltiin jo aiemmassa luvussa, mutta tulevaisuudessa myös meren pohjassa makaavien tiedon- ja energiansiirtoyhteyksien muodostaman infrastruktuurin strategisen merkityksen arvioidaan olevan nousussa.

Itämeren rantavaltiot ovat jo nyt poikkeuksetta korkean teknologian maita, jotka ovat riippuvaisia tietoliikenneyhteyksistään. Tämä trendi jatkuu suurella todennäköisyydellä ja siten 2030-luvulle tultaessa yhteiskunnat ovat

nykyistä paljon enemmän digitalisoituneita ja informatisoituneempia. Nähtävissä ei ole teknologista vaihtoehtoa korvata kaapeli suuren tietomäärän siirrossa, joten merkittävä osa kaupallisista ja valtiollisista tietoliikennetyksistä oman valtion ulkopuolelle kulkevat tulevaisuudessakin kaapeleissa merenpohjassa. Suomen tietoverkkoyhteydet kulkevat pääosin Suomenlahden poikki Viroon sekä Ahvenanmeren ja Pohjois-Itämeren poikki Ruotsiin.

Vedenalaisen infrastruktuurin rooli Itämeren alueen kriisien synnyttäjänä, mutta toki myös lieventäjänä voi tulevaisuudessa nousta jyrkästikin. Esimerkiksi Taiwanin vuoden 2006 maanjärjestyksen aiheuttamien tietoliikennekaapelirikkojen arvioidut kustannukset alueelliselle taloudelle olivat 1,5 miljoonaa dollaria tunnissa. Kokonaiskustannus voi nopeasti nousta jopa 250 – 500 miljoonaan dollariin kaapelia kohti, koska korjaaminen on hidasta ja soveltuva kalustoa on globaalistikin vähän. Tästä näkökulmasta vedenalaisen tietoliikenneinfrastruktuurin merkitys suojattavana kokonaisuutena merisodankäynnissä voi siis korostua tulevaisuudessa.

Energiansiirtoyhteytenä Itämeren vedenalaisen putkiverkoston arvioidaan säilyttävän merkityksensä ainakin 2030-luvulle asti, koska muutoin nyky-investoinnit tuskin toteutuisivat taloudellisesti kannattamattomina. Esimerkiksi Itämerellä North Stream 1:n ja 2:n putket tulevat tältä osin sitomaan yhteen Venäjän ja Pohjois-Euroopan siitakin huolimatta, että vaihtoehtoisia energiamuotoja ja -reittejä kehitetään jatkuvasti. Putkiverkosto tulee siis muodostamaan ainakin Venäjän ja Saksan osalta strategisen kokonaisuuden jolla voi olla niin liennyttäviä kuin eskaloivia vaikutuksia Itämeren turvallisuustilanteeseen.

Vedenalainen infrastruktuuri on joko valtiollista tai yksityistä omaisuutta, mutta siinä kulkeva data tai energia on väistämättä kytköksissä valtiollisiin etuihin. Näitä etuja tulee tarpeen vaatiessa kyetä puolustamaan jopa sotilaallisesti joten on todennäköistä, että tähän tarpeeseen kehitetään tulevaisuudessa jopa dedikoituja suorituskykyjä ja teknologioita.

Ilmiö, josta tällä hetkellä käytetään termiä *Anti Access / Area Denial* (A2/AD) säilyttäneen ajankohtaisuutensa Itämeren alueella. Tämä johtuu sekä Itämeren ahtaudesta että merisodan luonteesta; kiistanalaista merialuetta ei voi valloittaa. Mikäli merta haluaa käyttää oman talouden tai sotilasvoiman hyväksi, sitä on hallittava läsnäololla ja tarvittaessa kyvyllä

vaikuttaa aseellisesti. Kuten aiemmassa luvussa todettiin, myös tulevaisuudessa Itämeren rantavaltioiden kyky toimia globaalissa taloudessa, elättää kansalaisiaan ja tarvittaessa käydä sotaa edellyttää meren käyttöä.

Itämerellä tämä viittaa siihen, että pääosa rantavaltioista pyrkii tulevaisuudessakin ylläpitämään riittävän monimuotoisia ja kattavia suorituskykyjä<sup>4</sup> merisodan kaikissa dimensioissa, jotta meren hallinta voidaan ylläpitää itsellä, kiistää vastustajalta ja merta tarvittaessa käyttää hyökkäystienä. Itämeren rantavaltioiden käynnissä olevat kehittämishankkeet, eli niiden suorituskykyjen rakentaminen, jolla nähdään merisota 2030-luvulla tarvittaessa käytävän, tukevat tätä käsitystä.



*Vedenalaisen infrastruktuurin  
merkitys valtiollisesti suojattavana kokonaisuutena voi  
tulevaisuudessa korostua.*



### *Merisodan kahlittu verkosto – yhteen liitetty mutta rajoitettu*

Tulevaisuuden merisotanäyttämö tulee olemaan nykyistä paljon yhteenliitetympi, ja siinä toimivat verkottuneet suorituskyvyt kykenevät kenties myös ihmisestä riippumattomiin toimiin. Maalla, merellä, veden alla, ilmassa ja avaruudessa toimivat sensoriverkostot sulautuvat todennäköisesti nykyistä enemmän yhdeksi kokonaisuudeksi, jossa tulkinta ja suodatus tapahtuvat ainakin osin tekoälyn avustamana. Uutena ulottuvuutena on tarve ylläpitää tilanneymmärrys myös informaatioavaruuden osalta. Merisodankäynnissä tämä tarkoittaa ennen kaikkea nykyistä aktiivisempaa omien läheteiden hallintaa, vastustajan läheteiden tulkintaa sekä tarvittaessa offensiivista vaikuttamista läpi sähkömagneettisen spektrin. Kokonaisuutena on oletettavaa, että vain tekoälyn käyttöönotto mahdollistaa tarpeeksi monipuolisen, mutta kuitenkin tulkittavissa olevan koherentin tilannetietoisuuden ylläpidon merisotanäyttämöltä ilman tietöähkyn uh-

kaa. Tilannetietoisuuden parantuessa koko merellinen vaikuttamissykli tulee todennäköisesti nopeutumaan nykyisestä.

Verkostojen avulla voiman käyttö merellä ja saaristossa tulee edellyttämään nykyistäkin vähemmän, että asejärjestelmät sijaitsevan samassa fyysisessä paikassa tai lavetissa kuin sensori. Tämä mahdollistaa aseiden kasvavan kantaman täysimääräisen hyödyntämisen sekä joustavampien ja taistelunkestävämpien sensori–ase-kokonaisuuksien luomisen, mikä saattaa myös tehostaa resurssien käyttöä normaalioloissa. Toinen verkostojen suoma mahdollisuus on parveilutaktiikan laajempi käyttö, erityisesti miehittämättömien järjestelmien osalta. Edellä kuvattu kehitys palvelee kuitenkin ensisijaisesti aseelliseksi eskaloitunutta kriisiä. Alempiasteisissa kriiseissä kehitys voi olla pikemminkin päinvastainen, kuten jäljempänä argumentoin.

Kuten aiemmissa luvuissa on tuotu esille, myös tulevaisuudessa valitsee Itämeren meriyhteyksien ja vedenalaisen infrastruktuurin sekä rantavaltioiden strategisten etujen välillä kiinteä yhteys. Globaalia kauppaa ylläpitää katkeamaton raaka-aineiden ja hyödykkeiden virta mereltä sekä vedenalaiset tietoliikenneyhteydet. Sotilaallisen operoinnin edellytyksenä on meriyhteyksien mahdollistama liikkuvuus ja huolto. Ahtaalla Itämerellä tätä kokonaisuutta kyetään tulevaisuudessa nykyistäkin tehokkaammin uhkaamaan. Erityisesti teknologisen kehityksen perustalle rakentuva merellinen verkosto luo mahdollisesti kyvyn vaikuttaa näihin etuihin niin nopeasti tai huomaamattomasti veden alla, että Itämerelle on muodostumassa konventionaalisten aseiden pidäke muiden sotilaallisten pidäkkeiden rinnalle.

Kenties eräs rakentumassa oleva esimerkki konventionaalisesta pidäkkeestä on Venäjän varusteluohjelma Itämerellä; pienempien mutta iskukykyisten pinta-alusten käyttöönotto, Kilo-luokan sukellusveneiden varustaminen risteilyohjuksin ja esimerkiksi Kaliningradin tukikohdan varustaminen pitkän kantaman ilmatorjunta- ja meritorjuntaohjuksin sekä ballistisin ohjuksin<sup>5</sup>. Mikäli tähän kokonaisuuteen lisätään esimerkiksi laajemmin veden alla toimivia miehittämättömiä järjestelmiä, mahdollistavat ne yhdessä joko sabotaasitoiminnan lähes täysin salassa tai yllättävän iskun lähes kaikkialle Itämerelle sekä strategisiin kohteisiin rannikolla.

Kansainvälinen merialue on tulevaisuudessa ehkä korostuneemmin merisodankäynnin toimintakenttänä koska meriyhteyksien suojaaminen



korostunee entisestään. Tästäkin syystä tulevaisuuden merisotanäyttämöä tulee leimaamaan jatkuva kansainvälinen yhteistyö ja vaatimus kyvystä toimia yhdessä hyvin lyhyellä varoitusaajalla. Tämä tarkoittaa, että omien toimintatapojemme tulee jo normaalioloissa olla hioutuneet sellaisiksi, että ne välittömästi mahdollistavat yhteistoiminnan eri kansainvälisten kumppanien kanssa. Todennäköistä on, että vain yhteistyön kautta Suomen kokoinen maa kykenee muodostamaan riittävän merellisen pelotteen.



*On mahdollista, että Itämerelle on  
muodostumassa jopa konventionaalisten aseiden pidäke  
muiden sotilaallisten pidäkkeiden rinnalle.*



Samanaikaisesti edellä kuvatun kanssa merisotanäyttämö tulee olemaan monilta osin poliittisesti, lainsäädännöllisesti ja jopa moraalisesti rajoitettu. Tekoäly tai kone-oppiminen on merisodankäynninkin osalta potentiaalisesti mullistava kehitystrendi, mutta erityisesti tappavan voiman käytöstä puhuttaessa siihen liittyy monia teknisiä, lainsäädännöllisiä ja moraalisia haasteita. Kone-oppimisen edellytyksenä on esimerkiksi annotoidun datan olemassaolo, eli oppimisvaiheessa tiedetään tarkasti ja yksiselitteisesti, mitä syötetty data edustaa. Mikäli kone-oppimiseen käytetty data on puutteellista, tulee oppimisesta niin ikään puutteellista. Koska sodankäyntiin ja erityisesti tappavan voiman käyttöön liittyy niin paljon oikeudellisia, moraalisia ja tilannesidonnaisia muuttujia ja yleensä yllätyksiä, on annotoidun datan tuottaminen ainakin nykykäsityksen mukaan erittäin haastavaa. Tältä osin arvioidaan siis, että tekoälyn ohjaama tappavan voiman käyttö ei ajankohtaistu merellä ainakaan tämän artikkelin käsittelemällä ajanjaksolla.

Merisodankäynnin piirteisiin kuuluu, että meren hallinta on kyettävä ylläpitämään normaalioloista aina poikkeusoloihin. Normaalioloissa sekä kriisin alkuvaiheissa tappavan voiman käyttö tuskin tulee tulevaisuudessakaan olemaan nykyistä hyväksyttävämpää, jolloin on kyettävä projisoimaan ”pehmeämpää” voimaa sinne missä sitä tarvitaan. Nykyistä ahtaampi

ja ruuhkaisempi Itämeri ei todennäköisesti poliittisesti tai juridisesti tule mahdollistamaan tappavan voiman käyttöä ilman ihmisen välitöntä vastuunkantoa. Näin ollen erityisesti kriisin alkuvaihe edellyttäneen tulevaisuudessakin voimakeinojen joustavaa käyttöä, jossa ihmisen intuitio, moraali ja luovuus ovat päätöksenteon perustana. Tätä prosessia toki tukevat, mutta eivät korvaa, laajat verkostot ja tekoäly.

Samaan aikaan kun teknologia yleisesti muuttuu saavutettavammaksi, dedikoidun sotilaallisen huipputeknologian hinta vaikuttaa jatkavan nousuaan. Mikäli tämä trendi ei murru, uhkaa tulevaisuudessa meripuolustuksen kärkisuorituskykyjen kutistuminen lukumäärällisesti alle kriittisen. Korkean teknologian sensoreita, aseita, lavetteja olisi yksinkertaisesti liian vähän, jotta niiden tarjoama suorituskyky millään todennäköisyydellä olisi täysimääräisesti käytettävissä sotilaallisessa kriisissä. Haaste on toki universaali, mutta haittaa vähemmän kriisin suurempaa tai aloitteellista osapuolta. Suuremmalla osapuolella on todennäköisesti paremmat resurssit ja sodan aloitteellisella osapuolella ensi-iskun etu, jolloin mahdollisesti juuri kyetään lamauttamaan harvalukuiset vastustajan kärkisuorituskyvyt. Suomen kannalta asetelma ei siis tältä osin ole suosiollinen.

Hyvin käytännönläheinen kahlitseva seikka on myös vaatimus uuden käyttöön otettavan teknologian tai toimintamallin yhteensopivuus olemassa olevaan. Tulevaisuudessa koko puolustusjärjestelmän integraatiotaso lienee nykyistä paljon korkeampi, jolloin vanhin käytössä oleva teknologia tai toimintamalli väistämättä asettaa rajoituksia uuden liitettävyydelle ja sen kaikkien ominaisuuksien käyttönotolle. Niin ikään käyttäjien koulutus ja taktiikan muodostumien ovat hitaita, jopa vuosia kestäviä prosesseja. Vallitseva trendi Itämeren valtioiden tiivistyvälle yhteistyölle tarkoittaa, että tässä rajoittavaksi seikaksi saattaakin muodostua jonkin muun maan järjestelmä tai toimintaperiaate.



*Erityisesti kriisin alkuvaihe edellyttäneen tulevaisuudessakin voimakeinojen joustavaa käyttöä, jossa ihmisen intuitio, moraali ja luovuus ovat päätöksenteon perustana.*



## *Merisodan tulevaisuudenkuva – mikä muuttuu, mikä säilyy?*

Tulevaisuuden ennustaminen on aina haastavaa ja siitä voi kohtuullisella varmuudella sanoa vain sen, että se yllättää kuitenkin. Arvioitaessa merisodan tulevaisuudenkuvaa Itämerellä suurimmaksi avoimeksi kysymykseksi nousee lopulta teknologisen kehityksen implementoinnin nopeus. Ihminen on historiallisesti ollut taipuvainen yliarvioimaan teknologian vaikutukset lyhyellä aikavälillä ja aliarvioimaan sen vaikutukset pitkällä aikavälillä. Merisodankäynnin näkökulmasta on nähtävissä ainakin yksi mahdollisesti mullistava teknologinen kehityspolku, joka toteutuessaan voisi muuttaa merisodankuvaa Itämerellä.

Autonomisuuden ja kone-oppimisen implementoinnin nopeus asevoimissa ja sodankäynnissä yleensä on monilta osin kysymysmerkki. Tulevatko robottiarmeijat sodankäynnin arkeen jo 2030-luvulle tultaessa? Moni seikka viittaa siihen, että niin maalla, ilmassa kuin merellä koneälyn ohjaaman tappavan voiman käyttö ei ajankohtaistu ainakaan vielä tämän artikkelin käsittelyjaksolla. Arviointi on kuitenkin kokonaisuutena hankalaa, koska puhtaasti teknologinen kyky tähän saavutettaneen, joten kyse on enemmän moraalista, poliittisesta ja juridisesta valinnasta. Merellisten tappajarobottien käyttöönotto tuskin mullistaisi merisodan luonnetta, kyse olisi edelleenkin kyvystä käyttää merta, mutta sen olemusta se muuttaisi. Koneälyn hallitsemalla merellisellä taistelukentällä nyt rakentuvat suorituskyvyt saattaisivat osoittautua kömpelöiksi ja vanhanaikaisiksi. Mullistavuutta pienentäisi kenties hieman merisodan luonteeseen kuuluva vaatimus toimintakyvystä sekä normaalioloissa, kiristyneessä tilanteessa että täysimittaisen sodan olosuhteissa. Kynnys lienee korkein implementoiselle koneälyn ohjaamaa voimankäyttöä normaalioloihin tai aivan kriisin alkuvaiheeseen, jolloin tarve konventionaalisemmille merellisille suorituskyvyille kuitenkin säilyisi.

Future operating environment 2035 -tutkimuksessa ennakoitiin, että siinä määritetyt sodankäynnin olosuhteet eivät välttämättä päde kaikki samanaikaisesti ja kaikkialla. Itämeren tulevaisuuden merisodankuva vaikut-

taa kuitenkin siltä, että se käydään nykyistä ahtaammalla ja sotkuisemmalla Itämerellä, jossa merialueen kiistanalaisuus on kasvussa. Monet nousevat merisotateknologiat ja toimintatavat ovat luonteeltaan erittäin yhteen liitettyjä, mutta ne toimivat samanaikaisesti monien rajoitusten alaisina. Tältä osin voidaan siis arvioida, että Itämeren osalta kaikki viisi olosuhdetta vallitsevat ainakin jossakin määrin koko ajan. Tämä tulee väistämättä lisäämään merioperaatioiden haastavuutta tulevaisuudessa.

### *Mikä muuttuu?*

Merisota muuttuu tulevaisuudessa nykyistäkin monimutkaisemmaksi. Informaatio- ja avaruusulottuvuudet tulevat arkipäiväisiksi osiksi operaatioita, ja informaatio-operaatiot nousevat kenties merioperaatioiden rinnalle tukevaan rooliin tai jopa päinvastoin; merioperaatiolla tuetaan informaatiosodankäyntiä. Avaruudessa toimivat sensorit on huomioitava samalla tavalla kuin tänä päivänä ilmassa, pinnalla ja veden alla sijaitsevat sensorit. Toisaalta on jopa todennäköistä, että merioperaatiota voidaan niinkin tukea kotimaisilla tai yhteiskäyttöisillä suorituskyvyillä avaruudessa.

Tiivistyvät rannikkoalueiden väestökeskittymät aiheuttavat mahdollisesti merisodan sekoittumisen asutuskeskustaisteluun mikä asettaa uudenlaiset vaatimukset maa-, ilma- ja merioperaatioiden yhteensovittamiselle rannikolla. Tämä asettaa uusia vaatimuksia niin materiaalille, doktriineille kuin henkilöstön koulutukselle.

Merisodankäynnin nykyisistä ulottuvuuksista vedenalainen tulee todennäköisesti selkeimmin kehittymään tulevaisuudessa. Tähän on syynä vedenalaisen infrastruktuurin potentiaalinen nousu osaksi yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria, jota on kyettävä valvomaan ja suojaamaan. Toinen katalyytti kehitykselle on valvontateknologian kehittyminen maalla, merellä, ilmassa ja avaruudessa. Samaan aikaan vedenalainen valvonta ei kehity yhtä merkittävästi, koska Itämeren altaan topografian ja hydrografian asettamat haasteet hidastavat kehitystä. Vedenalainen dimensio voi siis tulevaisuudessa olla ainoa, joka antaa todellista suojaa havaitsemiselta.

Tulevaisuuden sotilaalliset suorituskyvyt niin maalla, merellä kuin ilmassakin ovat nykyistä enemmän ”näkyvissä” vastustajalle, jolloin vastaavasti harhautukseen liittyvien doktriinien ja teknologisten keinojen tulee kehittyä. Tulevaisuuden yksiköiden liikkuvuudenvaaitimus tulee myös kasvamaan. Informaatioulottuvuus voi tässä kontekstissa tarjota enemmän mahdollisuuksia kuin haasteita. Harhautus on mahdollista hajuttaa nykyistä useampaan ulottuvuuteen näin vahvistaen harhauttavaa viestiä.

Miehittämättömien järjestelmien hyödyntäminen merisodankäynnissä tulee lisääntymään. Vaikutus ei välttämättä ole mullistava, mutta järjestelmien hinnan laskun myötä niiden käyttö arkipäiväistyy. Alusten ja rannikkojoukkojen valvontakykyä voidaan kasvattaa lennokeilla, pitkäaikaista valvontaa kyetään tehostamaan rannikolla ja saaristossa miehittämättömillä pinta-aluksilla ja miinan- ja sukellusveneentorjunnan kerroksellisuutta on mahdollista lisätä vedenalaisilla miehittämättömillä ja autonomisilla järjestelmillä. Nykyinen trendi, jossa näille järjestelmille annetaan erityisesti tylsät, likaiset ja vaaralliset tehtävät, vaikuttaa jatkuvan.

Autonomia, robotiikka ja tekoöly ovat trendejä, jotka kiistämättä tulevat muokkaamaan tulevaisuuden merellistä taistelukenttää. Vuoteen 2030 ulottuvalla aikajänteellä vaikutus tuskin on mullistava, koska niihin liittyy paljon poliittisia ja kansainvälissopimuksellisia ongelmia, joiden ratkaisu vie aikaa. Todennäköistä kuitenkin on, että tekoöly ja autonomia tulevat olemaan keskeisessä roolissa tukemassa ihmisen päätöksentekoa, mutta ihminen tekee todennäköisesti vuoteen 2030 ulottuvalla käsittelyjaksolla ainakin tappavaan voimaan liittyvät päätökset. Tämä ei kuitenkaan edellytä, että sensori, ase ja päätöksentekijä ovat samassa fyysisessä paikassa, vaan nykyistä laajemmat ja yhteenliitetyimmät verkostot kytkyvät vaikuttamissyklin eri toimijat toisiinsa. Maalla, merellä ja ilmassa etäisyydet voivat olla lähes äärettömät, mutta veden alla suuren datamäärän siirtäminen säilyy haastavana, jolloin ihmisen tulee olla lähempänä tai ainakin fyysisesti kytketty sensoriin ja aseeseen.

Tekoöly ei kenties mullista merisodankäyntiä, mutta se on omiaan muuttamaan merisodankäynnin entistä nopeatempoisemmaksi ja moniulotteisemmaksi jossa myös yhteistyö- ja yhteisoperointikyky ko-

rostuvat. Vaatimus yhteistoimintakyvylle kattaa ainakin kaikki valtiolliset turvallisuusviranomaiset sekä kansainvälisten kumppaneiden asevoimat.

Sotilaallisen korkeateknologian kallistumisen trendi uhkaa jatkuessaan kutistuttaa resurssien mahdollistaman arsenaalin liian pieneksi. Tällöin tietyn kriittisen suorituskyvyn selviäminen toimintakuntoisena aseelliseen kriisiin alkua pidemmälle on epävarmaa. Suomen kaltaiselle pienelle maalle, joka noudattaa puolustuksellista doktriinia, tämä kehitys olisi erityisen pulmallinen.

Kehittyvät teknologiat vaikuttavat selkeimmin vakaviin merellisiin kriiseihin, varsinaiseen merisotaan. Tällöin kyetään täysimääräisesti hyödyntämään uuden teknologian mahdollisuudet kasvattaa laukaisuetaisyyttä, hajauttaa sensoreita ja nopeuttaa päätöksentekoa. Tämä trendi, jossa missään ei voi olla piilossa ja kaikkialle voidaan vaikuttaa kaukaa, nopeasti ja tarkasti, on osittain myytti. Toteutuessaan edes osittain se voi kuitenkin yhdessä kansainvälisen yhteisoperointikyvyn kanssa luoda Itämerelle konventionaalisten aseiden pidäkkeen, koska sillä kyetään uhkaamaan meriyhteyksiä sekä vedenalaista infrastruktuuria. Näiden koskemattomuus on tulevaisuudessa jopa kriittinen useimmille Itämeren valtioille.

### *Mikä säilyy?*

Merisodan tulevaisuudenkuva muuttuu hieman, kun tarkastellaan myös matalamman intensiteetin kriisejä tai sotilaallisen kriisin alkua, jossa tappavaa voimaa ei vielä ole käytetty laajasti. Tällaisessa tilanteessa oleelliseksi seikaksi nousee meripuolustuksen kyky muodostaa uskottava pelote niillä suorituskyvyillä, jotka kriisin vakavuus ja strategiset päämäärät huomioon ottaen ovat poliittisesti hyväksyttäviä.

Olettaen, että Suomi tulevaisuudessakin noudattaa de-eskaloivaa ja puolustuksellista doktriinia, on täysimittaisen merellisen iskun toteuttaminen heti kriisin alussa epätodennäköistä. Merisodankäynnin menestyksen avaimena on tällöin riittävän tasapainotettu meripuolustus, joka kykenee vastaamaan avomerellä, rannikolla ja saaristossa nouseviin uhkiin oikein

mitoitettulla ja kansainvälisoikeudellisesti hyväksyttävällä keinolla. Mikäli keinovalikoimassa on puutteita, jääminen operaatiotempon jalkoihin uhkaa. Tällöin vastustaja voi vapaasti vaikuttaa esimerkiksi meriliikenteeseen, yhteiskunnan kriittisiin kohteisiin maalla tai valtakunnallisiin tietoliikenneyhteyksiin meren pohjassa. Sota voidaan siis tulevaisuudessakin hävitä merellä, ennen kuin se on maalla alkanutkaan.

Vuoteen 2030 asti ulottuvalla aikajänteellä tarkasteltuna Suomen riippuvuus meriliikenteestä ei ole häviämässä tai edes kovinkaan paljon muuttumassa nykyisestä. Taloutemme tarvitsee katkeamattoman virran raaka-aineita ja tuotteita niin kuin nytkin. Huolimatta uusiutuvan energian tuotannon kehityksestä merkittävä määrä energiasta tulee edelleen kulkemaan meritse, joko laivassa tai meren pohjassa. Tämä riippuvuussuhde ei ole Suomelle uniikki, vaan pätee lähes kaikkiin Itämeren rantavaltioihin. Täten meriyhteydet tulevat säilyttämän asemansa vakaan globaalin talouden mahdollistajana ja siten myös sotilaallisen vaikuttamisen kohteena.

Meriyhteydet säilyttävät myös roolinsa sotilasoperaatioiden mahdollistajana. Tulevaisuudessakin merta on käytettävä voiman projisointiin maalle sekä maa- ja ilmakomponentin huoltamiseen. Merelle tukeutuu lisäksi kaiken aikaa merkittävä hyökkäyksellinen potentiaali, jolla sotilasoperaatio voidaan aloittaa erittäin nopeasti ja yllättävästi. Niin ikään säilyy merisodankäynnille luonteenomainen piirre merten valtaamattomuudesta: niitä ei maa-alueen tavoin voi pitää, vaan niitä on hallittava.

Eräs tulevaisuuden kannalta oleellinen, merisodan muista toimintaympäristöistä nykyäänkin erottuva piirre on toimintakentän laajuus. Samanaikaisesti saaristossa, aluemerellä sekä kauempana kansainvälisellä merialueella tulee pienellä viipeellä ja viidessä ulottuvuudessa kyettävä mitoittamaan kansainvälissopimuksellisesti perusteltava vastine nouseviin uhkiin, oli sitten kyseessä valvonta, suullinen varoitus tai laivan upottaminen. Kaikki tämä on lisäksi kyettävä tekemään yhteistoiminnassa kansainvälisten kumppanien kanssa, yhteisin toimintatavoin.

Toimintakentän laajuuden ja yhteisten päämäärien johdosta kaikki kykenevät Itämeren valtiot rakentavat tällä hetkellä tasapainoista merisodankäyntikykyä, jossa harjoitellaan yhdessä kumppanien kanssa yhteisellä kielellä. Merisotavoima Itämerellä 2030-luvulla muodostuu täten toden-

näköisesti miehitetyistä sukellusveneistä, monipuolisesti varustetuista pintataistelualuksista, rannikkotaisteluun erikoistuneista liikkuvista amfibio- ja erikoisjoukoista sekä alati laajenevasta skaalasta miehittämättömiä järjestelmiä. Asejärjestelmien osalta keskeisimmät ovat edelleen ohjukset sekä miinat ja torpedot. Uudet teknologiat täydentävät joukkorakennetta, mutta 2030-luvulle ulottuvalla aikajänteellä ei ole nähtävissä, että mikään täysin korvaisi mitään keskeistä suorituskykyä ja täten mullistaisi tapaa, jolla merisotaa käydään Itämerellä.

Merisodan luonne ei siis vaikuta olevan merkittävästi muuttumassa edes Corbettin ajoista. Tulevaisuudessakin merisodankäynnissä on kyse kyvystä käyttää merta ja kiistää tämä kyky vastustajalta.





# ILMASOTA 2030+

---

*Ilmasodankäynnin tulevaisuuden  
muutostrendit*

MARTTI LEHTO

# 5

---

---

## *Johdanto*

---

Vuoden 1991 liittouman ilmaoperaatiota Persianlahden sodassa pidetään käännekohtana ilmasodankäynnissä. Siinä toteutettiin konventionaalinen strateginen ilmaoperaatio vastustajan sodankäyntikyvyn lamauttamiseksi. Menetyksen muodostavia uusia elementtejä olivat konventionaalisten risteilyohjusten massamainen käyttö, ilmapuolustuksen lamauttaminen tutkasäteilyyn hakeutuvilla ohjuksilla ja elektronisella häirinnällä, häivehävittäjien käyttö vahvasti suojattujen avainkohteiden lamauttamisessa sekä jatkuva reaaliaikainen taistelutilan valvonta ja kohteiden seuranta. Myöhemmissä operaatioissa ilmasta toteutettavaa ilma- ja pintavalvontaa sekä vastustajan johtamisjärjestelmien ja -verkkojen seuranta on täydennetty miehittämättömien ilma-alusten ja satelliittien avulla tuotettavilla tilannetiedoilla. Uudessa operaatiomallissa ensimmäisen vaihe tähtää oman toimintavapauden turvaavaan ilmanherruuteen, jonka rinnalla käynnistetään toimet maalla ja merellä sijaitsevien strategisten kohteiden tuhoamiseksi tai lamauttamiseksi. Strategisilla pommikoneilla, rynnäkköpommittajilla ja monitoimihävittäjillä voidaan iskeä erittäin kaukaa risteilyohjuksin ja muin pitkän kantaman täsmäasein kaikissa sää- ja valaistusoloissa. Sotatoimien painopistettä voidaan helposti säädellä monitoimihävittäjien käytöllä ja ilmatankkauksen avulla.<sup>1</sup>

Oman ilmavoiman toimintaedellytyksiä rajoittavat vastustajan elektronisen häirinnän, ilmatorjunnan, hävittäjätoiminnan ja kauas kantavien asejärjestelmien vaikutus. Vastustajan toimintakyky ilmassa voi supistaa omaa toiminta-alueita, ja omaa toimintaa voidaan tehokkaasti toteuttaa vain alueilla, joilla ilmanherrsus on saavutettu ja vastustajan asejärjestelmien vapaa käyttömahdollisuus estetty tai voimakkaasti rajoitettu. Siksi syvälle ulottuvat operaatiot ovat välttämättömiä vastustajan strategisiin kohteisiin vaikuttamiseksi ja sotatoimen ratkaisemiseksi. Taistelun tai sotatoimen ratkaisuun tähtäävät syvät, hyvin puolustetuille alueille suunnatut operaatiot ovat erittäin riskialttiita. Riskien pienentämiseksi puolustuksen tehokkuuteen vaikutetaan häiritsemällä tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmää elektronisen ja kybersodankäynnin tekein, tuhoamalla puolustajan ase-, tiedustelu-, tilannekuva- ja johtamisjärjestelmiä sekä torjumalla laukaistuja ohjuksia, raketteja ja pommeja.<sup>2</sup>

Yhdysvalloissa oli 1980-luvulla perustettu Pentagoniin ”Checkmate”-osasto, joka oli erikoistunut Neuvostoliiton sodankäyntiperiaatteiden analyysiin. Ryhmä laati strategisen ilmasotasuunnitelman ”Instant Thunder” eversti John Wardenin johdolla. Operaatiomallissa korostettiin välitöntä iskua Wardenin kehittämästä viidestä strategisesta kehästä (Five Rings) tärkeimpään – sodanjohtoon.<sup>3</sup>

Irakin toteuttama Kuwaitin miehittäminen 1990 antoi eversti Wardenille mahdollisuuden soveltaa hänen ilmavoimateoriaansa todellisessa sodassa. Ilmavoimien esikunnan Checkmate-osaston johtajana Warden johti tulevan strategisen ilmaoperaation suunnittelua.

Vaiheessa I strategisen ilmaoperaation avulla suunniteltiin hankittavaksi ilmanherrsus ja samalla iskettäisiin laajaan valikoimaan strategisia painopisteitä Irakin sisällä. Wardenin tavoitteena oli tuottaa shokki- ja lamautusvaikutus ja siten luoda edellytykset voitolle ilman maaoperaatiota. Vaihe II aloitti siirtymisen operatiiviselle tasolle iskemällä Irakin ilmapuolustusverkkoa vastaan Kuwaitissa. Vaiheessa III Wardenin ”system of system” -mallin mukaisesti siirrettiin ensisijainen fokus irakilaisiin joukkoihin Kuwaitissa. Tällä toimintatapamallilla ilmavoimat valmistivat taistelukenttää maaoperaatiota varten. Lopuksi vaiheessa IV ilmaoperaatio antoi tukea maaoperaatiolle. Seuraukset ilmaoperaatiosta ovat hyvin

tunnettuja. Kenraali Schwarzkopf toteutti vaiheita I, II ja III samanaikaisesti painottuen strategiaan kohteisiin ja vähitellen siirtyen ilmaoperaation edistyessä operatiivisiin kohteisiin.<sup>4</sup>

Paljon ennen aamunkoittoa tammikuun 17. päivänä 1991 majuri Greg Biscone johti kahden B-52:n osasto kohti Irakin keskiosassa sijaitsevaa eteen työnnettyä Wadi Al Kirrin hävittäjätukikohtaa, joka oli vastikään saatu valmiiksi. Kohteiksi oli valittu kiitotietä ja linnoitettuja lentokonesuojia yhdistävät rullaustiet. B-52 lensi kahdeksan sadan kilometrin tuntinopeudella alle sadan metrin korkeudessa sellaisessa pimeydessä, ettei pimeänäkölaitteista tai hämärässä toimivasta televisiojärjestelmästä ollut apua. Irakilaisten kaukovalvontatutkilta piiloutuakseen Bisconen oli pakko lentää mahdollisimman alhaalla, sillä ilmatorjuntaohjusten uhka oli suurempi vaara kuin matalalentämisen riskit. Osasto hajautui ja vain muutamia minuutteja myöhemmin Bisconen B-52 ja osaston toinen pommittaja hyökkäsivät eri suunnista lentokenttää vastaan. Ne onnistuivat tuhoamaan kentän käyttökelttomaksi, eikä ilmatorjunta ehtinyt muuta kuin ampua loittonevien pommittajien perään.<sup>5</sup>

Alle tuntia aikaisemmin sodan ensimmäisinä minuutteina F-117-häiväkonet olivat iskeneet vastustajan sydämeen, Bagdadiin. Seuraavan iskun antoivat pinta-aluksilta laukaistut Tomahawk-risteilyohjukset. Niiden maaleina oli elintärkeitä sähköntuotto- ja jakelujärjestelmiä, hallintorakennuksia ja viestikeskuksia. Etukäteen Irakin ilmatilaan salaa tunkeutuneet F-15E:t hyökkäsivät tiedossa oleviin Scud-ohjusten laukaisualustoihin, jotka olivat uhka liittouman muille valtioille ja Israelille. Kun Biscone ja hänen osastonsa olivat poistumassa kohteeltaan, neljä muuta eteen työnnettyä hävittäjätukikohtaa eri puolilla maata joutuivat samanlaisen hyökkäyksen kohteeksi ja samanaikaisesti kolmetoista F-117:ää iski 22 erilliseen maaliin, joihin kuului muun muassa ylijohdon bunkkereita Bagdadin pohjoispuolella, Bagdadissa sijaitsevia viestikeskuksia, hävittäjätorjunnan johtopaikkoja Kuwaitissa, satelliittitietoliikenteen vastaanottoasemia ja elintärkeitä viestiliikenteen solmukeskuksia kaikkialla maassa. Länsi-Irakissa 30 lentokonetta iski laitokseen, joka valmisti Saddam Husseinille lentokoneissa ja ohjuksissa kuljetettavia kemiallisia aseita. 38 hävittäjää tuhosi heti Basrasta pohjoiseen sijaitsevan Shaibahin lentokentän ja 44 muuta tuhosi

Bagdadin länsipuolelle Al Taqqadumin lentokentän lähelle sijoitetut keskipitkän kantaman ilmatorjuntaohjusasemat, Habanniyhin öljyvarastot ja kolme kemiallisten aseiden valmistelulaitosta. Näin raivattiin tietä seuraavan iltapäivän hyökkäyksille. Ennen kuin Bisconen osasto oli ehtinyt takaisin tukikohtaansa Diego Garcian saarelle Intian valtamerelle, Irakin tasavaltalaiskaartien esikunta Basran alueella ja Irakin maavoimien joukot Saudi-Arabian rajan lähellä joutuivat ilmaiskujen kohteeksi. Kaikki epäillyt biologisten aseiden varastoalueet valittiin maaleiksi ja iskuja kohdistettiin myös elintärkeisiin öljyvarastoihin. Yhdysvalloista lähteneistä B-52-koneista laukaistut risteilyohjukset tuhosivat Irakin pohjoisosassa sijaitsevat Al Mawsilin voimalaitokset.<sup>6</sup>

Sodan kestänyt 24 tuntia pommitusten kohteeksi olivat joutuneet myös Irakin alueella olevat sillat, tukeutumisyjärjestelmät, tehtaat, telakat ja satamat. Tuon vuorokauden aikana lennettiin yli 1 300 hyökkäyksellistä lentosuoritusta. Sodan ensimmäisen vuorokauden tärkein saavutus ei kuitenkaan ollut lentosuoritusten määrä, vaan tapa, jolla ne oli suunniteltu haluttujen vaikutusten aikaansaamiseksi. Sodan ensimmäisen yön ilmatoiminta osoitti sodankäynnin muotojen muuttuneen. Ilmasodan ensimmäisen 24 tunnin ajalle laaditussa hyökkäyssuunnitelmassa iskujen kohteeksi oli määritetty 152 erillistä maalia ja lisäksi Irakin maavoimien joukkoja ja ilmatorjuntaohjusasemia. Ensimmäisen vuorokauden hyökkäyssuunnitelmassa oli enemmän maaleja, kuin mitä koko Yhdysvaltain 8. Ilma-armeijalla oli ollut vuosina 1942 ja 1943 (noin 50 maalia), ja niiden 24 tunnin aikana ilmasta käsin oli isketty useampaan erilliseen kohteeseen kuin koskaan ilmasodankäynnin historiassa. Iskunopeus oli yli tuhat kertaa suurempi kuin ilmaoperaatioissa Saksaa vastaan vuonna 1943. Saksa kykeni toipumaan pommituksista ja saattoi jatkaa sotatoimia yli kaksi vuotta. Irakissa iskut aiheuttivat 24 tunnissa shokkivaikutuksen, josta maa ei pystynyt toipumaan lainkaan.<sup>7</sup>

Aikaisemmin ilma-asetta oli käytetty voimaa asteittain kasvattaen vastustajan puolustuksen ”vyöryttämiseksi” ennen arvokkaimpiin kohteisiin iskemistä. Vastustajan alue- ja kohdepuolustusjärjestelmät piti tehdä toimintakyvyttömiksi, ennen kuin operaatioiden suunnittelijoiden todella tavoittelemat kohteet oli mahdollista saavuttaa. Tällaisessa sodankäynti-

tavassa on iskettävä ensin kaukovalvontatutkiin ja sitten vuorollaan lentokennttiin, johtokeskuksiin, ilmatorjuntatykistön aseisiin ja ilmatorjuntaohjuspattereihin. Kunkin kohteen tuhoaminen avasi tien seuraavaan, kunnes lopulta oli mahdollista iskeä arvokkaimman kohteen eli valtion ja asevoimien johdon kimppuun. Ilmapuolustuksen lamauttaminen on valtaisa ponnistus, ja edellä selostettujen tehtävien suorittaminen määrättyssä järjestyksessä vie paljon aikaa, joten ei useinkaan ole tarkoituksenmukaista iskeä useaan arvokkaaseen kohteeseen samanaikaisesti, ja sitä paitsi vastustaja yleensä suojaa tärkeimmät kohteet kaikista parhaiten. Vastustajan puolustusjärjestelmän heikentäminen ennen näihin tärkeisiin kohteisiin tehtävää iskua on järkevää, koska niin lisätään oman hyökkäyksen onnistumisen edellytyksiä ja pienennetään huomattavasti odotettavissa olevia omia tappioita. Yhdysvaltain 8. Ilma-armeija iski Schweinfurttiin Saksaan 14. lokakuuta 1943 ja kärsi 20 prosentin tappiot. Tämä hyökkäys on tunnettu ja dramaattinen esimerkki siitä, mitä tapahtuu, kun vastustajalla on toimiva ja tehokas puolustusjärjestelmä. Saksan ilmavoimien hävittäjien aiheuttamat suuret menetykset osoittivat, että omien tappioiden pienentämiseksi ja päiväsaikaan suoritettavien ”tarkkuuspommitusten” onnistumiseksi on ehdottoman tärkeää hallita ilmatilaa.<sup>8</sup>

Jos ilmapuolustusjärjestelmän jokaista osaa vastaan hyökätään yhtä aikaa, tärkeiden kohteiden saavuttaminen helpottuu, mutta tällöinkin voiman käyttö on jossakin määrin vaiheittaista. Suurin osa puolustusjärjestelmään kuuluvista kohteista on tärkeään kohteeseen vievällä reitillä tai kohdealueella. Tällainen melkein samanaikainen hyökkäys voidaan suorittaa, jos siihen voidaan keskittää suuria rynnäkkökonelauttoja – ja jos käytössä ei ole häivekoneita – ja kohteet sijaitsevat selvästi erillisillä sotanäyttämön alueilla, tai jos hyökkäys toteutetaan kertaiskuna rajoitettua maaliryhmää vastaan. Ilmapuolustuksen lamauttamiseen tarvittavien rynnäkkökoneiden suuri määrä kuitenkin rajoittaa näin saavutettavien kohdealueiden lukumäärää, joten koko sotatoimialueella oleviin arvokkaisiin kohteisiin iskemiseksi pitäisi suorittaa lukuisia hyökkäyksiä.<sup>9</sup>

Rinnakaissodankäynnissä sen sijaan isketään yhtä aikaa valtion johtoon ja yhteiskunnan elintärkeisiin toimintoihin kuten öljynjalostamoihin, voimalaitoksiin, liikenneverkkoon, johdon ja väestön välisiin tiedotuskanaviin ja

vastustajan kenttäarmeijaan. Näin voidaan vaikuttaa vastustajan toimintakykyyn selvästi nopeammin ja tehokkaammin kuin peräkkäisoperaatioissa.<sup>10</sup>

Persianlahden sodan vallankumouksellisuus voidaan tiivistää kahdeksaan teesiin, jotka täytyy ottaa huomioon kehitettäessä uusia voimankäytön periaatteita ja strategioita:<sup>11</sup>

1. Strategisen hyökkäyksen merkitys on suuri ja valtiot ovat haavoittuvia sodankäynnin strategisella tasolla.
2. Ilmaylivoinan menettämisen (strateginen ja operatiivinen taso) seuraukset ovat kohtalokkaat.
3. Rinnakkaissodankäynnin vaikutukset ovat musertavat.
4. Täsmäaseiden arvo on suuri.
5. Maajoukot ja pinta-alukset ovat haavoittuvia sodankäynnin operatiivisella tasolla.
6. Lukumäärän ja yllätyksen merkitys tulee arvioida uudelleen häivetekniikan ja täsmäaseiden aikakaudella.
7. ”Ilmasta tapahtuva miehitys” on toteuttamiskelpoinen malli.
8. Tiedonhallinnan merkitys on hyvin suuri strategisella ja operatiivisella tasolla.

Näillä periaatteilla on John Wardenin mielestä edelleen käyttöä pitkälle tulevaisuuteen, mutta lisäksi ilmasodankäynnin suunnittelijoiden tulee lisäksi ottaa huomioon, kuinka kehittyvä teknologia edelleen muuttaa ilmaoperaatioiden luonnetta.<sup>12</sup>

Tulevaisuuden ilmasodankäynnin strategiaa kehitettäessä tulee ottaa huomioon, että lähes jokainen merkittävä kohde pinnalla, pinnan alla tai ilmassa voidaan havaita, identifioida ja maalittaa. Kohteesta jää aina sen koon, äänen tai käyttöenergian jättämä jälki. Ainoastaan mikrokokoluokan, lähes äänettömät ja hyvin alhaisen käyttöenergian kohteet voivat jäädä tiedustelun ja valvonnan ulottumattomiin. Pienuuden vaatimuksen toteuttaminen rajaa miehityt järjestelmät tämän ulkopuolelle. Häiveteknologia näyttääkin saavuttaneen kustannus-hyötysuhteen ylärajan. Havaitsemattomuuden ja havaitsemisen osalta on tultu tilanteeseen, jossa perinteisten lentokoneiden kehittäminen ei tuota kaikkia tarvittavia suorituskykyjä. Tämä



vie ilma-aseen kehittämistä (sekä sensorit että asejärjestelmät) kohti pieniä, vaikeasti havaittavia, modulaarisia (nopeasti eri tehtäviin muunneltavia) ilmassa ja avaruudessa toimivia alustoja.<sup>13</sup>

Miehittämättömien ilma-alusten kehittämisessä on useita kehitysuuntia. Koon puolesta kehitetään perinteisten lentokoneiden kokoisia strategisiin tiedustelu-, valvonta- ja vaikutustehtäviin soveltuvia miehittämättömiä ilma-aluksia sekä pieniä lennokkeja erityisesti TV-tehtäviin, mutta myös hyökkäyksellisiin tehtäviin. Nykyiset etänä ohjattavat järjestelmät (Remotely piloted aircraft systems, RPA) saavat rinnalleen tekoälyyn pohjautuvia täysin autonomisia järjestelmiä. Tämä miehittämättömyys ja autonomisuus laajentavat ilmaoperaatioalan globaaliksi, mahdollistaen yhä laajemman tehtävien kirjon ilmaoperaatioissa ja ehkä merkittävimmin lyhentää torjunta-ajan sekuntiluokkaan. Tämä luo haasteita ihmisen roolille päätöksentekijänä.<sup>14</sup>

Ilmaoperaatioissa korostuu pyrkimys estää vastapuolen toimintavaupaus taistelutilassa (Anti-Access/Area Denial, A2/AD). Ilma-aseen käytössä on nopeus aina ollut keskeisessä merkityksessä. Tulevaisuudessa nopeuden merkitys ei koske pelkästään ilma-aluksia vaan systeemistä kokonaisuutta tiedustelusta ja valvonnasta maalittamiseen, johtamiseen ja asevaikutuksen aikaansaamiseen. Hyökkääjän ja puolustajan operaationopeuden kasvu tarkoittaa, että perinteistä ilmanherruutta on ajateltava uudella tavalla. Perinteisen ilmanherruuden ylläpito käy haasteelliseksi, ja siksi rinnan ilma-aseen tulee kehittää älykästä maasta ilmaan -kyvykkyyttä sekä ilmaoperaatioiden johtamisnopeuden kehittämistä älykkäillä TVJM-järjestelmillä. Näin nopeus on enemmän systeemin ominaisuus kuin teknologinen ominaisuus. Tämä tarkoittaa enemmän investointeja informaatiojärjestelmiin, tiedustelukyvykkyyteen, kybersodankäynnin osaamiseen ja henkilöstön kykyyn toimia nopeassa taistelutempossa ennakoivasti.<sup>15</sup>

Tulevaisuuden ilmavoiman strategisen iskun kyvykkyys vaatii kehittämistä aina mikrotasolta makrotasolle saakka. Iskuja täytyy voida toteuttaa pieniin, mutta operaation tavoitteiden kannalta strategisiin kohteisiin ”kirurgisen” tarkasti. Iskuissa korostuu sekä kineettisten että ei-kineettisten vaikutusten yhteisvaikutus. Täsmäiskuna toteutettu kyberhyökkäys voi lamauttaa vastustajan kyvyn tehokkaaseen tiedusteluun, valvontaan

ja johtamiseen, mikä lisää rinnan toteutetun kineettisen ilmaoperaation vaikuttavuutta kohteessa. Näin voidaan saavuttaa asetetut tavoitteet ilman ”shock and awe” -strategiaa.<sup>16</sup>

Huolimatta edellä kuvatuista kehityslinjoista miehitettyjen hävittäjien kehittäminen on edelleen välttämätöntä. Niiden yleiseksi kehitystrendiksi on selkeästi tunnistettavissa monitoimikyky. Kehityshankkeiden lähtökohdaksi on kaikkialla asetettu useamman vanhemman, eri tehtävätyyppeihin suunniteltujen koneiden korvaaminen yhdellä, useampaan hävittäjäkaluston tehtäväalueeseen vastaamaan kykenevällä monitoimihävittäjällä. Tämä tarkoittaa tehtävävarustuksen mukaista kykyä erilaisiin ilmataistelu-, hyökkäys- (ilmasta pintaan) sekä tiedustelu- ja valvontatehtäviin. Monitoimikyvyn keskeiset suorituskykytekijät perustuvat pääosin viidenteen sukupolveen liitettyyn kehittyneempään asejärjestelmä- ja sensoriteknologiaan sekä niiden tuottaman informaation analysointiin ja sensorifuusioon käytettyihin teknisiin ratkaisuihin.<sup>17</sup>

### *Teknologian muutostrendit ilmasodankäynnissä*

Teknologian evoluutiota voidaan selittää kombinaatioiden perusteella. Ne yhdistävät aikaisempia teknologioita toisiinsa uudella tavalla, jolloin teknologioiden kasautuminen lisää kasautumista. Teknologioita uudistamalla ja yhdistelemällä kehitetään uutta, jolloin teknologia muuttuu uuden teknologian perustaksi ja ainesosaksi. Teknologiset kombinaatiot rakentuvat alateknologioista ja -järjestelmistä. Kysymys on osista, jotka ovat järjestyneet tietyn konseptin tai periaatteen perusteella muodostaen toiminnallisen arkkitehtuurin. Teknologia muodostaa erilaisia ja erikokoisia moduuleja ja komponentteja, joita voidaan käyttää monen eri laitteen ja järjestelmän rakentamiseen. Teknologia on jatkuvassa syklisessä evoluutiossa. Teknologia kehittyy, kun tarvitaan parempaa suorituskykyä, kun toimintaympäristö tai -olot muuttuvat, kun vaadittu tehtäväkenttä muuttuu, tai kun halutaan uutta toiminnallisuutta.<sup>18</sup>

Kehittyvä digitaalinen teknologia synnyttää uusia tilaisuuslokeroita vielä uudemmille teknologioille ja usein uusi teknologia synnyttää tar-

peita vielä uudemman teknologian kehittämiseksi. Teknologia luo uusia lokeroita inhimilliseen ekosysteemiin digitaalisen maailman monissa pisteissä samanaikaisesti, minkä vuoksi prosessi on alati kiihtyvää. Teknologia synnyttää lisää teknologiaa, joten tekniikan leviämisen merkitys on potentiaalisesti suurempi kuin alkuperäisen keksinnön merkitys. Teknologian evoluutio kuvaa autokatalyyttistä prosessia, jonka nopeus kiihtyy ajan mittaan, koska prosessi katalysoi itseään. Tämän kehityksen yksi ominaisuus on, että edetään yksinkertaisesta monimutkaisempaan. Nykyisiten disruptiivisten teknologioiden kehitystä onkin edeltänyt yli kahden sadan vuoden kehitys elektroniikassa ja viimeisten vuosikymmenten kehitys digitaali tekniikassa.<sup>19</sup>

### **Hypersooninen teknologia**

Hypersooninen teknologia ei ole aivan uusi, mutta se ei ole saavuttanut käytännön sovelluksille asetettuja tavoitteita. Ilma-aseen kehittämisessä nopeuden kasvattaminen on aina ollut keskeisellä sijalla sekä taktisella että operatiivisella tasolla. Tulevaisuudessa tarvitaan selkeä teknologiahyppy hypersoonisella alueella, millä olisi vallankumouksellinen vaikutus voimatasapainoon ilmassa, ilmasodankäynnin taktiikoihin, tekniikoihin ja toimintatapoihin. Usein kuullusta ilmaisusta – *speed is life* – voi tuoda tulevaisuudessa merkittävän edun ilmataistelussa.<sup>20</sup>

Ilma-aseen strategisen tason kehittäminen kohdistuu kaukovaikuttamiskykyyn konventionaalisilla aseilla. Tärkeimpiä kehityslinjoja ovat häive-teknologiaan ja risteilyohjusten käyttöön pohjautuvat tunkeutumiskykyiset pommikoneratkaisut sekä nopeaan reagointiin hypernopeuden avulla tähtäävät konseptit. Hypernopeuksiin tähtäävällä teknologialla pyritään 5–20-kertaiseen äänennopeuteen. Yhdysvaltojen käynnistämään teknologiaohjelmaan kuuluvalla demonstraattorilla, Falcon Hypersonic Technology Vehicle 2 (HTV-2), on jo saavutettu tavoiteltu nopeus.<sup>21</sup>

### **Nanoteknologia**

Nanoteknologiassa valmistetaan nanometrin mittakaavassa rakenteita, joilla tuotetaan uusia ominaisuuksia tai toiminnallisuuksia. Nanoteknologian leviäminen avaa uusia mahdollisuuksia sekä materiaalisen rakenteen että koon suhteen. Materiaalien molekyyllitason käsittelyllä voidaan luoda

rakenteita, jotka ovat sekä vahvempia että kevyempiä, mikä edesauttaa kehittämään sekä nopeutta että kantomatkaa. Nanoteknologian läpimurto vaikuttaa kaikkiin lentäviin alustoihin. Kevyemmät ja samalla vahvemmat materiaalit pienentävät kustannuksia. Miniaturisointi auttaa pienentämään alustojen painoa, ja samalla niiden havaittavuus pienenee. Pienikokoisten järjestelmien innovatiivinen soveltaminen voi avata uusia toimintamalleja erittäin vaikeissa toimintaympäristöissä.<sup>22</sup>

### **Miehittämättömät järjestelmät**

Aikaisemmin miehittämättömät ilma-alukset tarjosivat hieman edullisemmän riskiprofilin, mutta nyt niiden hyödyllisyys kasvaa eksponentiaalisesti ja niitä otetaan laajempaan käyttöön. Ihmisen poistamisen ilma-aluksesta sallii sen koon pienentämisen, kustannuksien alentamisen ja monimutkaisuuden pienentämisen samalla lisäten kantomatkaa, kestävyyttä ja suorituskykyä. Miehittämättömillä järjestelmillä voidaan ottaa suurempia riskejä erittäin uhanalaisissa ympäristöissä. Tulevat miehittämättömät järjestelmät ovat entistä itsenäisempiä ja asettavat vähemmän vaatimuksia kriittisille ja haavoittuville kommunikaatioinfrastruktuureille. Korkean intensiteetin konflikteissa ne tarjoavat lisäkapasiteettia ja redundanssia miehityille ilmaoperaatioille. Hyökkäysoperaatioissa ne parveilutaktiikan avulla tukahduttavat, harhauttavat tai tuhoavat vastustajan ilmapuolustuksen ja muita kohteita. Osassa kehityshankkeita tähdätään nopeaan tulivaikutukseen pyrkivän yksittäisten ilma-alusten tiedustelu-maalinosoitus-tulenkäyttö-ketjun korvaamiseen miehittämättömien ilma-alusparvien koordinoitulla käytöllä. Niiden aseiden vaikutukset voivat vaihdella kineettisestä ei-kineettiseen, pysyvästä palautuvaan, kertakäyttöisestä uudelleen käytettävään. Miehittämättömien järjestelmien edullisuus sallii kaikille valtioille tällaisten asejärjestelmien hankinnan ja suorituskyvyn kehittämisen.<sup>23</sup>

Miehittämättömät ilma-alukset soveltuvat erityisen hyvin pitkäkestoiisiin miehistöä kuluttaviin tai vaarantaviin tehtäviin. Ilma-aluksen miehistön poistamiseen liittyy kaksi etua: suorituskyvyn parantaminen (kuten kantaman, toiminta-ajan, hyötykuorman ja liikehtimiskyvyn kasvattaminen sekä fyysisen koon ja havaittavuuden pienentyminen) ja riskinotto-kyvyn lisääntyminen. Miehittämätön järjestelmä voi toimia ennalta ohjel-

moituna täysin itsenäisesti, valvottuna tai vaihteittain ihmisen hyväksyessä kunkin toiminnon, kuten uuden reittipisteen, erikseen. Miehittämättömän ilma-aluksen täysin itsenäisen (autonomisen) toiminnan hyödyiksi nähdään turvallisuuden ja luotettavuuden lisääntyminen inhimillisten virhemahdollisuuksien vähenemisen myötä, työkuorman keventyminen, parantunut reaktionopeus ja suorituskyky sekä kyky jatkaa toimintaa radioyhteydettömissä olosuhteissa.<sup>24</sup>

### **Autonomiset järjestelmät, tekoäly ja kognitiivinen tietojenkäsittely**

Tekoälyn ja vastaavien teknologioiden nopea kehitys mullistaa autonomian käsitteen. Nykyiset itsenäiset järjestelmät kykenevät toteuttamaan ennalta ohjelmoituja toimintoja, mutta tulevaisuuden järjestelmät pystyvät paremmin reagoimaan ympäristöönsä ja suorittamaan enemmän tilanteenmukaisia tehtäviä sekä synkronoitumaan ja integroitumaan tehokkaammin muiden autonomisten järjestelmien kanssa. Tämä tarjoaa suuren edun ja joustavuuden haastavissa uhkaympäristöissä.

Tekoäly, koneoppiminen ja älykkäät laitteet ovat keskeinen strateginen megatrendi. Tekoäly ja koneoppiminen ovat saavuttaneet sellaisen kypsyyden, joka jo nyt laajentaa mahdollisuuksia taistelutilassa. Tekoäly ja koneoppiminen käsittävät sellaisia teknologioita kuin syväoppiminen, syvät neuroverkot ja luonnollisen kielen käsittely. Kognitiivisen tietojenkäsittelyn taustalla on pyrkimys laajentaa ja syventää ihmisten asiantuntemusta. Kognitiiviset järjestelmät oppivat, päättelevät ja tukevat päätöksentekijää luonnollisella kielellä tapahtuvan vuorovaikutuksen kautta. Parhaat käyttötapaukset liittyvät tilanteisiin, joissa ihmisen pitää tehdä päätöksiä suurten tietomassojen sisältämän informaation pohjalta ja vieläpä vuorovaikutustilanteissa. Kognitiivinen järjestelmä oppii kolmella tavalla: siihen syötetystä datasta, ohjatusta opetuksesta sekä itse käytöstä. Tämä on keskeinen ero verrattuna nykyisiin ohjelmitaviin tietojärjestelmiin, jotka oppivat ainoastaan silloin, kun niihin ohjelmoidaan uutta logiikkaa.<sup>25</sup>

Venäjän asevoimat kehittävät voimakkaasti tekoälypohjaisia asejärjestelmiä, joilla olisi kyky ajatella itsenäisesti. Nykypäivän kehittyneimmät aseet kykenevät tekemään päätöksiä käyttämällä sisäänrakennettuja älykkäitä sensoreita ja työkaluja. Kaikki suurvallat kehittävät omia ohjusjärjes-

telmiään älykkäämmiksi. Yhdysvaltain ohjelmassa on kehittää pitkän kantaman älykästä Tomahawk-meritorjuntaohjusta Kiinan kehittäessä älykästä risteilyohjusta. Venäjän presidentti Vladimir Putin totesi syyskuussa 2017: *“Artificial intelligence is the future, not only for Russia, but for all humankind. Whoever becomes the leader in this sphere will become the ruler of the world.”*<sup>26</sup>

Yhdysvaltain ilmavoimat ja Lockheed Martin ovat testanneet miehitettömän Lockheed Martinin F-16 -hävittäjän kykyä toimia miehitetyn lentokoneen parina ilmasta maahan -hyökkäyksessä. Miehitettömän F-16 onnistui tekoälynä avulla suunnittelemaan ja toteuttamaan hyökkäyksen itsenäisesti ennalta asetettujen parametrien ja käytettävissä olevien varusteiden perusteella.<sup>27</sup>

Psibernetixin kehittämää Alpha-tekoälyä testattiin ilmataistelussa kokeenutta ihmispilottia vastaan. Tekoäly osoitti kykenevänsä voittamaan vuosikymmenien kokemuksen omaavan taistelulentäjän ilmataistelusimulaatiossa. Lentäjä totesi hänet voittanutta Alpha-tekoälyä aggressiivisimmaksi, herkimmin reagoivammaksi, dynaamisimmaksi sekä uskottavimmaksi tekoälyksi, jonka hän on koskaan nähnyt. Tekoälystä erityisen taitavan teki sen sumeaan logiikkaan perustuva päätöksentekojärjestelmä. Päätöksentekojärjestelmänsä ansiosta Alpha kykeni laskemaan parhaat mahdolliset liikkeet dynaamisissa olosuhteissa yli 250 kertaa nopeammin kuin ihminen.<sup>28</sup>

Tekoälyn avulla voidaan ymmärrystä ulkoistaa. Parantuessaan koneiden älykkyydet käyttävät syvöppimistä ymmärtääkseen kaikkea kollektiivista tietoa. Digitaalisen sensoridatan avulla voidaan tekoälyyn perustuvista laitteista ja järjestelmistä kehittää sotilaalliseen käyttöön älykkäitä tukijoita, neuvonantajia ja avustajia. Tekoäly ulkoistaa päätöksentekoa. Sen avulla voidaan kehittää jatkuvasti mukana olevia yksityisiä avustajia, jotka voivat auttaa monimutkaisissa ja myös moraalisesti vaikeissa päätöksentekotilanteissa. Älykkäät henkilökohtaiset avustajat oppivat kunkin henkilökohtaisista päätöksentekotyyleistä ja auttavat parantamaan päättelytaitojamme.

### **Data-analyysi**

Big datalla tai massadatalalla tarkoitetaan erittäin suurten järjestelämätömien, jatkuvasti lisääntyvien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, jakamista, analysointia ja visualisointia. Danan asema yhteiskunnassa ja

myös asevoimissa on radikaalisti muuttumassa ja sen määrä kasvaa eksponentiaalisesti. Jo nykyisellään tallessa olevan datan määrä on valtaisa, ja arvioiden perusteella siitä vain noin 20 prosenttia on jollakin tavoin saatu käsittelyksi. Kyky jalostaa ja analysoida dataa tehokkaasti on yhä keskeisempi yhteiskunnan tuottavuutta ja kilpailukykyä ja asevoimien suorituskykyä voimistava tekijä. Suurien datamassojen käsittelystä ja analyysistä on muodostunut uusi tieteen paradigma.<sup>29</sup>

Data-analytiikassa käsitellään datasta johdettavia syvällisempiä suhteita ja merkityksiä, ja siihen liittyy perinteisesti laskennallisten tieteiden ja tilastotieteen menetelmiä. Eri tavoilla (sensorit, videokuvat, signaalit, raportointi) kerätyn aineiston perusteella pyritään muodostamaan kohteena olevaa ilmiötä kuvaavia malleja ja etsimään tilastollisesti luotettavaa informaatiota. Sovellusalueesta riippumatta on keskeistä analysoida ja ymmärtää olemassa olevan tiedon luonne ja uuden datan tarve, määritellä tavoitteet ja kohdentaa analyysi oikeaan dataan. Tämän pohjalta voidaan datasta tuottaa erilaisin data-analyysimenetelmin informatiivisia malleja, jotka tulkitaan ja muunnetaan uudeksi tietämykseksi massadata-analytiikan ja sovellusalueen ammattilaisen yhteistyönä.<sup>30</sup>

### **Avaruusteknologia**

Ilmaoperaatioiden tilaa laajenee 2020-luvulla. Suurvallat tulevat käyttämään ulkoavaruutta joustavammin, ja miehittämättömät ilma-alukset käyttävät nykyistä enemmän keski- ja yläkorkeuksia. Miehittämättömien ilma-alusten älykkyyden kasvu ja liittäminen kokonaisilmapuolustusjärjestelmään tekee näistä alustoista strategisia komponentteja. Samalla niistä muodostuu verkottunut kokonaisuus. Kauempana tulevaisuudessa ovat stratosfäärin yläosaa hyväksi käyttävät miehittämättömät ilma-alukset, joilla voidaan lisätä avaruuden valvontaa. Tulevaisuudessa stratosfäärin siviili- ja sotilaskäyttö tulevat lisääntymään, mikä lisää tämän ilmatilan osan strategista luonnetta. Tämä kehitys lisää stratosfäärin sotilaallista luonnetta. Kasvava toiminta edellyttää kyvykkyyksiä, joilla voidaan valvoa koko stratosfääriä, säädellä joustavasti satelliittien orbitaaleja sekä vaikuttaa kineettisesti ja ei-kineettisesti kaikkiin lentäviin alustoihin. Aikaisemmin tämä kyvykkyys oli vain muutamilla vaurilla valtioilla, mutta nyt tekno-

logian halventuessa useilla teknologisesti kehittyneillä mailla on mahdollisuus niiden kyvykkyyksien rakentamiseen.<sup>31</sup>

Suomessa avaruuteen liittyvä toiminta on suhteellisen pientä. Vuonna 2012 valmistuneen raportin mukaan puolustusvoimat on merkittävä avaruustoiminnassa syntyneiden tuotosten, erityisesti satelliitti-informaation hyödyntäjä. Erityisesti GPS:n kautta saatavat paikka- ja aikatiedot ovat puolustusvoimien toiminnan kannalta erittäin tärkeitä. Kaukokartoituksella on puolestaan tärkeä merkitys havainnoinnin, tiedonkeruun ja valvonnan kannalta. Lisäksi satelliittiviestinnän merkitys korostuu johtamisen näkökulmasta.<sup>32</sup> Jatkossa tarvitaan ilmavoimia ja koko puolustusvoimia kattava strategia ja kehittämisohjelma, jolla otetaan haltuun laajentuva ilmaoperaatiotila.

### *Ilmasodankäynnin strategiset vektorit*

Yhä dynaamisemman toimintaympäristön hyödyntämiseksi ilmavoimien on pyrittävä voimakkaasti kohti strategista ketteryyttä. Strateginen herkkyys edellyttää kykyä nopeaan tilannekuvan muodostamiseen ja tilannetietoisuuden luomiseen<sup>33</sup>. Tässä kontekstissa strateginen ketteryys tarkoittaa joustavuutta, sopeutuvuutta ja reagointikykyä. Joustavuus on pysyvä osa ilmavoimia, ja sopeutumiskyky kattaa henkilöstön, organisaatiot, operatiivisen konseptin ja asejärjestelmät. Muutosvauhti ja asioiden nopea kehittyminen tekevät ketteryydestä välttämättömyyden. Tämä edellyttää ennakkointia reaktiivisuuden sijaan.<sup>34</sup>

#### **Pelote**

Yksi ilmavoimien keskeisistä panostuksista kansalliseen puolustukseen on ylläpitää uskottavaa ja kestäväää strategista pelotetta. Suomen puolustusvoimien ensisijainen tavoite on ennaltaehkäistä mahdolliset hyökkäykset maattamme vastaan ja tämän tavoitteen saavuttamisessa Ilmavoimien merkitys ennaltaehkäisijänä on keskeinen.<sup>35</sup>

Tulevaisuuden peloteympäristö on erittäin haasteellinen. Pelotteen ytimessä on potentiaalisen vastustajan käsitys riskeistä suhteessa toimin-



nan tuloksellisuuteen. Viimeaikaiset globaalit ja teknologiset kehityssuunnat ovat monimutkaistaneet tilannetta useilla eri tavoilla. Ensinnäkin tiedon ja teknologian levittäminen (NCBR- ja kyberteknologia) on tuonut tehokkaita kyvykkyksiä aivan uusien toimijoiden käsiin. Monet näistä toimijoista ovat ei-valtiollisia ryhmiä tai organisaatioita. Perinteinen asetelma, jossa konfliktien osapuolina ovat kansallisvaltiot, on muuttunut kompleksiseksi valtiollisten ja ei-valtiollisten toimijoiden toimintaympäristöksi. Toinen erityisesti kybertoimintaympäristön haaste on niin sanottu attribuutio-ongelma, toisin sanoen tilanne, jossa hyökkääjästä ei ole varmuutta. Lisäksi koko ajan kasvava esineiden internet (Internet of Things) mahdollistaa anonyymien hyökkäysten tekemisen mistä tahansa päin maailmaa.<sup>36</sup>

Attribuutio-ongelman ratkaiseminen edellyttää monitasoista tiedustelu- ja valvontakyvykkyyttä, jossa voidaan tunnistaa sekä kineettiset että ei-kineettiset aseet, niiden käyttäjät ja fyysinen toimintaympäristö. Tämän lisäksi tehokas TV-kyvykyys lisää ilma-aseen ennaltaehkäisevää pelotevaikutusta. Tuottamalla analysoitua riski-hyötysuhdeinformaatiota voidaan tuottaa tehokasta pelotevaikutusta tulevaisuudessa. Tällöin voidaan kehittää innovatiivisia ja kustannustehokkaita vaihtoehtoisia ratkaisuja, jotka aiheuttavat vastustajalle suuria taloudellisia riskejä.<sup>37</sup>

Painostuksen ja sotilaallisen voimankäytön ennaltaehkäisy on Suomen turvallisuus ja puolustusstrategian ydin. Suomen ilmavoimilla ja ilmapuolustuksella on merkittävä ennaltaehkäisevä rooli, jolla muodostetaan kynnysisiä tavanomaisen hyökkäysoperaation suuntaamiselle Suomeen, sotilaallisen voiman käytölle Suomen rajojen ulkopuolelta, sekä sotilaallisen hyökkäyksen torjunta ja hyökkääjän sotatoimien jatkamisen tekeminen kannattamattomaksi.<sup>38</sup>

### **Voiman keskittäminen**

Tulevaisuuden ilmasotatoimissa joustavan voiman keskittämisestä muodostuu ratkaiseva menestystekijä. Turvallisuusympäristössä on luotu kehittyneitä anti-access and area denial (A2/AD) -järjestelmiä, ja asevoimien on yhä vaikeampi rakentaa turvallisia tukikohtia optimaaliselle hyökkäys-ettäisyydelle vastustajista. Tämä kehitys lisää pitkänmatkan voiman keskit-

tämistarvetta. Näiltä osin ilmavoimat tarjoavat tehokkaimmin tehokasta voiman keskittämiskyvykkyyttä. Voiman keskittämisessä korostuvat sellaiset kyvykkyydet kuten tunkeutumiskykyinen syväälle ulottuva iskukyky ja ilmatankkaus sekä viimeisimpänä kyberhyökkäyskyvykkyydet. Ilmavoiman kehittämisessä keskitytään miehitettyjen ja miehittämättömien kyvykkyyksien ja kyberkyvykkyyden integraatioon, johon tarvitaan kokonaisvaltaista ja systeemistä kehittämiskonseptia. Ilmavoimien voimankäytön kehitysohjelmien on muututtava näiden vaatimusten korostamiseksi, mihin sisältyy (miehitetyn ja miehittämättömän) ilmatilan, avaruuden ja kybertoimintojen integrointi.<sup>39</sup>

Mikäli luotu pelote epäonnistuu, ilmavoimien on kyettävä toimimaan menetyksellisesti ilmasodankäynnin eri olosuhteissa. Konfliktissa ilma-alusten toimintaedellytyksiä rajoittavat vastustajan elektroninen häirintä, ilmatorjunta, hävittäjätoiminta ja kauas kantavien asejärjestelmien vaikutus sekä kyberoperaatiot. Tällöin ilmatilan käytön kannalta suotuisa alue voi supistua hyvin pieneksi, ja omaa toimintaa voidaan menestyksellisesti toteuttaa vain alueilla, joilla ilmanherruus on saavutettu ja vastustajan asejärjestelmien vapaat käyttömahdollisuudet estetty. Ilmavoima ja ilmapuolustus voivat vaikuttaa sotatoimien jatkoedellytyksiin ilmanheruudesta käytävällä taistelulla sekä vastustajan niukkojen ilma ja ilmapuolustusvoimavarojen lamauttamisella ja tuhoamisella. Tämä asettaa selvät rajoitukset hyökkääjän yhteisoperaatiomahdollisuuksille ja vapaudelle. Haastavin skenaario on toiminta taistelutilassa, joka ei ole täysin oman ilmavoiman hallinnassa. Voiman oikea-aikaisella ja ilma-aseen optimaalisella keskittämisellä voidaan tuottaa sotatoimien kannalta tehokkain vaikutus kohteessa.<sup>40</sup>

Kyky toimia tehokkaasti edellä mainittu skenaariossa vaatii yhdistelmäratkaisuja. Toiminnassa tarvitaan stand-off-kyvykkyyksiä (kaukolaukaisutavat asejärjestelmät), mikä mahdollistaa aseiden laukaisun torjuntaetäisyyden ulkopuolelta. Kaukolaukaistavia ohjuksia pidetään niin sanottuina kynnysasejärjestelminä (Threshold-raising Weapons System). Suomen ilmavoimien JASSM-ohjushankinnan yhteydessä todettiin, että ”JASSM on kynnysasejärjestelmä, jolla luodaan hyökkäyksen ennaltaehkäisykykyä, vahvennetaan puolustuksen uskottavuutta ja kasvatetaan torjuntakykyä”.<sup>41</sup>

Stand-off-asejärjestelmillä voidaan optimoida nopeus, asevaikutuksen etäisyys sekä toiminnan aktiivisuus ja joustavuus. Näin voidaan lisätä ilmaoperaatioiden tehokkuutta, parantaa omaa selviytymiskykyä ja pakottaa vastustaja reagoivaan toimintaan.<sup>42</sup>

Tämän lisäksi tarvitaan stand-in-resilienssiä, joka tarkoittaa toimintaa lähellä operaatioaluetta. Toiminta niin sanotulla lähietäisyydellä lyhentää ilmaoperaatioaikoja, vähentää tehtäväkohtaisten resurssien määrää, antaa mahdollisuuksia logistiselle hajautukselle. Vastaavasti johtamisjärjestelmä ja tukikohtajärjestelmä joutuvat alttiiksi vastustajan vaikutukselle. Siksi Suomen ilmavoimien monitoimihävittäjien suorituskyvyn käyttö perustuu kiinteiden ja siirtyvien tukikohtien joustavaan ja tilanteenmukaiseen käyttöön. Suorituskyvyn optimaalisen käytön kannalta korostuvat maantieteellisesti hajautetun ryhmytyksen käyttömahdollisuudet.<sup>43</sup>

### **Toiminnan vapaus**

Ilmanherruus on ilmanhallinnan taso, jossa vastustajan ilmavoimajoukot eivät kykene tehokkaasti häiritsemään omia operaatioita. Ilmanherruuden tavoitteena on varmistaa pääsy ilmatilaan eri paikoista ja aikoina. Ilmanherruus käsittää myös kyvyn ylläpitää tarvittavaa ilmatilannekuvaa ja maalittamiskyvykkyyttä. Tulevina vuosikymmeninä ilmanherruuden merkittävin kehitys kohdistuu autonomisiin järjestelmiin ja ihmisen suorituskyvyn parantamiseen. Kehittämisen kohteina ovat häiveteknologiaa hyödyntävät, suorituskykyiset, autonomiset ilma-alukset. Ihmisen suorituskykyä voidaan laajentaa erilaisilla älykkäillä ratkaisuilla, joita virtuaalitodellisuuden (Virtual reality, VR) ja laajennetun/lisätyn todellisuuden (Augmented Reality, AR) ratkaisut edustavat. Tätä kehitystä edellyttää asejärjestelmien monimutkaistuminen ja riippuvuus koneen ja ihmisen välisistä rajapinnoista. Toiminnan vapautta voidaan edistää, kun käytössä ovat älykkäät ja autonomiset ilma-alukset, joita voidaan hyödyntää ilmanherruuden ylläpitämisen vaativissa tehtävissä. Ihmisen ja koneen välisen rajapinnan kehitys ilmentyy nopeudessa, toimintaetäisyydessä, aerodynamisessa suorituskyvyssä, sensoreiden suorituskyvyissä, tietojenkäsittelyssä ja päätöksenteossa.<sup>44</sup>

Toiminnan vapauteen liittyy yhä voimakkaammin ylivoiman ylläpitäminen kybertoimintaympäristössä. Kyberylivoiman saavuttaminen ja ylläpitäminen ovat strateginen haaste, koska kyberturvallisuuden puutteet heijastuvat heikentävästi muille alueille kuten ilmanherruuteen. Menestys ilmatilassa tulee yhä enemmän riippuvaiseksi menestyksestä kybertoimintaympäristössä.<sup>45</sup>

### **Tilannetietoisuus**

Sodankäynnin historian aikana informaation arvo sekä ehkäisevänä elementtinä että etuna taistelussa on hyvin tiedostettu. Teknologian kehitys on vahvistanut tämän osa-alueen merkitystä entisestään. Tilannetietoisuuden kehittämisessä merkittäviä kohteita ovat laaja-alaisuus, nopea havainnointi ja tiedon kerääminen sekä strateginen ketteruus palvelemaan nopeaa ja aktiivista päätöksentekoa. Tilannetietoisuuden luomisessa tarvitaan laajaa ja verkottunutta sensorimaailmaa, jossa sensoreilla on kyky kerätä tietoa mistä tahansa järjestelmistä. Perinteisten ilmamaalihavaintojen lisäksi tarvitaan tietoa muun muassa monispektrisistä kuvista, tallennetuista ja suoratoistetuista videoista, signaalitiedustelusta ja laajasti koko internetmaailmasta. Tämä edellyttää tehokkaampaa havaintojen integraatiota, suurien tietomäärien käsittelyä, keskittymistä kriittiseen tiedon analysointiin ja kykyyn tuottaa oikea-aikaisesti tietoja helposti hyödynnettäviksi tuotteiksi ja palveluiksi.<sup>46</sup>

Kehittyneet sensorit, johtamisjärjestelmät ja -verkot, täsmäaseet sekä erilaiset tiedon fuusiojärjestelmät ovat merkittävästi lyhentäneet päätöksenteko- ja reagointiaikaa sekä vähentäneet halutun vaikutuksen tuottamiseen tarvittavaa asemäärää taistelutilanteissa. Erilaisten lavettien sensori- ja vaikutusjärjestelmien integrointi ja niiden välillä suoritettava lähes reaaliaikainen tiedonsiirto ei pelkästään paranna taistelukykyä, vaan muuttaa konventionaalisiin aseihin käytävää sodankäyntiä.<sup>47</sup>

Ilmaoperaatioiden johtaminen tulevaisuudessa edellyttää ilmatilannekuvan lisäksi laajempaa ja analysoidumpaa kuvaa operaatioympäristöstä. Nopeasti muuttuvista tilanteista tulee muodostaa valtakunnallisesti integroitu tilannekuva. Toiminnan ja tilannekuvan perusteella tehdään nopeita päätöksiä, joiden tulee olla reaaliajassa kaikkien tarvitsijoiden

tiedossa. Tällainen tilannetietoisuus vaatii suorituskykyistä, robustista ja turvallista tietoverkkoa, joka yhdistää tietolähteet, operaation johdon ja eri alustat. Kehittämisen tavoitteena tulee olla tilannetietoisuusjärjestelmä, jossa havaintojen ja tiedon fuusio, integraatio ja esittäminen on toteutettu älykkäällä tavalla tuottaen uuden sukupolven ihminen-kone-käyttöliittymän. Perinteisesti tilannetietoisuutta on rakennettu alhaalta ylös ts. keräten informaatiota, yhdistäen sitä ja esittäen sitä johtamisen eri tasoilla. Tulevaisuudessa ylhäältä alas -malli voisi tehostaa ja kohdentaa tilannetietoisuuden muodostamista uudella tavalla. Tässä mallissa ensiksi määriteltäisiin kognitiiviset vaatimukset kullekin johtotasolle, jolloin voidaan tuottaa kohdennetumpaa informaatiota vähemmässä ajassa tavoitteena palvelu, joka auttaa päätöksentekijöitä estämään tai voittamaan ilmaoperaatioita.<sup>48</sup>

### **Systemi-integraatio**

Yhteisoperaatioajattelu on ollut jo pitkään vallitseva toimintakonsepti, jossa eri puolustushaarat ja aselajit toteuttavat operaatioita kiinteässä yhteistyössä aina suunnittelusta toimeenpanoon saakka. Seuraavaksi tulee ottaa harppaus kohti täysimittaista integraatiota. Tämä tarkoittaa uutta ajattelutapaa, jossa toimintaa tarkastellaan holistisesti parhaalla mahdollisella tavalla integroimalla kaikki ilmaoperaatioiden osa-alueet tehokkaimmalla tavalla, jotta voidaan tarjota optimaalinen ratkaisu mihin tahansa tilanteeseen. Tämä tarkoittaa miehitettyjen ja miehittämättömien ilma-alusten, ilmatorjunnan ja kyberulottuvuuden eri vaihtoehtojen tehokasta integraatiota. Ilmassa, maalla ja merellä operoivien järjestelmien integrointi lisää niiden tehokkuutta, vaikeuttaa yksittäisten järjestelmien löytämistä ja vastatoimien kohdentamista niihin. Järjestelmien integrointi, merkityksellisen tiedon oikea-aikainen saatavuus, havaittavuuden pienentäminen ja kauas kantavat täsmäaseet luovat edellytykset sekä ilmavoimien menestykselliselle ilmanhallinnalle että tehokkaalle vaikuttamiselle ilmasta maahan ja pintaan.<sup>49</sup>

Tässä paradigman muutoksessa yhdistetään kineettisiä ja ei-kineettisiä suorituskykyjä yhteisiin operaatioihin tavoiteltavien vaikutusten näkökulmasta. Tehokas integraatio voi olla myös kustannustehokas, mikä voi va-

pauttaa resursseja suorituskykyjen kehittämiseen laajemmin. Integraatio todennäköisesti lisää operaatioiden monimutkaisuutta, mutta tuottaa nykyistä vahvempaa tehokkuutta ja vaikuttavuutta.<sup>50</sup>

## *John Warden ja ilmasodankäynnin kehittäminen*

### **John Wardenin ilmastrateginen perusta**

Opiskellessaan National War Collegessa John A. Warden III (s. 1943) päätti kirjoittaa kirjan siitä, kuinka johdonmukainen ja yhtenäinen ilmaoperaatio tuli suunnitella. Tällä tavoin hän halusi saada aikaan keskustelua konventionaalisen ilma-aseen potentiaalisesta käytöstä. Tuolloin keskustelua ja samalla doktriinimaailmaa hallitsi Strategic Air Command (SAC) ja ydinasepelotteeseen perustuva ilmavoimakomponentin käyttö. Kirja ”*The Air Campaign: Planning for Combat*” ilmestyi 1988, ja se on filosofinen ja teoreettinen viitekehys ilmaoperaation käsitteellistämiseksi, suunnittelemiseksi ja toimeenpanemiseksi ilmasodan operatiivis-strategisella tasolla. Se fokusoituu siihen, kuinka ja miten ilma-asetta tulee käyttää, jotta sotilaalliset tavoitteet saavutetaan sodan voittamiseksi. Kirjassa on esillä Wardenin teoria vastustajan kohteiden luokittelusta, mutta vielä tuolloin hänen viiden sisäkkäisen renkaan mallinsa (Five Rings) ei ollut graafisesti esitettyä eikä lopullisesti mallinnettuna.<sup>51</sup>

John Wardenin teorian perustana on strategisista lähtökohdista toteutettu ilmaoperaatio. Tärkeintä ilmaoperaatiossa on ilmanherruus ja kun se on saavutettu, ilmavoimaa voidaan käyttää joko muiden puolustushaarojen tueksi tai muut puolustushaarat voivat tukea ilmavoimia tai ilmavoimat voi toimia itsenäisesti strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Wardenin teoriassa teknologialla on suuri merkitys. Sen avulla vihollisen elintärkeisiin kohteisiin voidaan vaikuttaa kustannustehokkaasti. Teknologia on myös tehnyt rinnakkaiset hyökkäysoperaatiot peräkkäisiin verrattuna mahdollisiksi paremmin kuin aikaisemmin, mikä lisää ilmaoperaatioiden tehokkuutta.<sup>52</sup>

Wardenin teorian mukaan nykyaikaiset sodat käydään kolmiulotteisessa tilassa. Ilma-aseella voidaan iskeä vastustajaan satoja tai tuhansia

kilometrejä maa- ja merivoimien edellä. Teoriassa ilma-aseella voidaan tuhota vastustajan maavoima, mutta lähes varmasti sillä kyetään hidastamaan vastustajan etenemistä tai jopa pysäyttämään se. Ilmavoima on monella tavoin hyökkäyksen ensimmäinen aalto riippumatta siitä, toimii-ko se maatumikohdista vai lentotukialuksilta. Se on erittäin liikkuvaa ja helposti keskitettävää. Ilmavoimalla voidaan hallita taistelutilan kolmatta ulottuvuutta ja voittaa aikaa maavoimien siirtämiseen ja ryhmittämiseen toisessa ulottuvuudessa käytävää taistelua varten. Tämä tärkeä ilmavoimien suorituskyky saattaa olla voiton avain.<sup>53</sup>

Yksikään ilmaylivoimaa hallussaan pitävä valtio ei ole hävinnyt sotaa, ja sotilaallista voittoa on poikkeuksetta edeltänyt ilmaylivoiman saavuttaminen. Ilmaylivoimalla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilmatilaa hallitaan siinä määrin, että vastustajaa vastaan voidaan hyökätä ilmasta tämän kykenemättä merkittävään vastarintaan, ja toisaalta sitä, että vastustaja ei pysty käyttämään puolustajan ilmatilaa siinä määrin, että siitä aiheutuisi vakavaa uhkaa.<sup>54</sup>

Ilmaylivoiman hankkimiseksi (olipa ilmaylivoima päämäärä tai teko päämäärän saavuttamiseksi) ei pidä käyttää vain ilmavoimaa, vaan meri- ja maavoimalle on annettava tilaisuus osallistua operaatioihin aina kun se on mahdollista. Mitä joustavampaa niiden taktiikka on, sitä todennäköisempää on, että kokonaisoperaatio on tehokas.<sup>55</sup>

Wardenin mielestä ilmasodankäynnin sotilaalliset tavoitteet tulee johdattaa poliittisista tavoitteista ja ne voidaan jakaa kolmeen kategoriaan:<sup>56</sup>

1. Vihollisen asevoimien tuhoaminen tai neutralisoiminen kokonaan tai osittain.
2. Vihollisen sotateollisuuden ja tuotantokyvyn tuhoaminen kokonaan tai osittain.
3. Vihollisen sodankäyntitahdon tuhoaminen.

Wardenin näkemys vihollisesta systeeminä ja vihollisen johtamisjärjestelmästä tuon systeemin tärkeimpänä toimintajärjestelmänä kohdistaa toiminnan strategiseen lamauttamiseen ja systeemiseen vaikutukseen. Wardenin mallissa tärkein imperatiivi on, että sodankäynnin strategisella tasolla

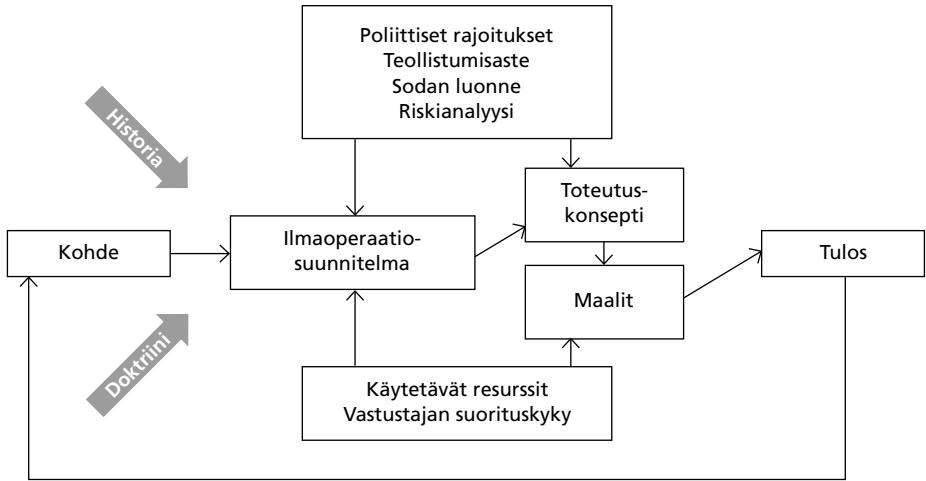
kysymys ei ole ensisijaisesti vihollisen asevoimien tuhoamisesta. Tämä tarkoittaa puolustushaaroille merkittävää muutosta ajattelussa; nälännytyssodan ja tuhoamissodan mallista uuteen informaatioajan sodankäyntiin.<sup>57</sup>

Wardenin teorian suurin merkitys on kokonaisvaltaisessa näkemyksessä, joka sen kautta avautuu ilmasodankäyntiin. Wardenin mukaan strategisen iskun tärkein edellytys on vastustajan järjestelmän ymmärtäminen. Kun hänen järjestelmänsä ymmärretään, ongelmaksi nousee, kuinka järjestelmän toimintakyky voidaan alentaa halutulle tasolle tai kuinka se voidaan tarvittaessa lamauttaa. Tehokkain toimintatapamalli on yleensä rinnakkainen operaatiomalli, ellei ole painavaa syytä pitkittää sotaa. Valtioilla on strategisella tasolla noin tuhat elintärkeää painopistettä ja jokaisessa on keskimäärin kymmenkunta kohdetta. Nämä kohteet ovat yleensä pieniä, hyvin kalliita, ja niiden kineettisen tai ei-kineettisen hyökkäyksen jälkeinen korjaaminen on hyvin vaikeaa ja hyvin paljon aikaa vievää. Jos merkittävään määrään tällaisia kohteita isketään yhtä aikaa, vauriot muodostuvat vastustajalle kestäättömiksi.<sup>58</sup>

Wardenin näkemyksen mukaan konfliktit voidaan varmimmin ratkaista strategisella sodankäynnillä. Sen onnistumiseksi normaali ajattelutapamme täytyy kääntää ylösalaisin ja alkaa ajatella suuresta pienempään, ylhäältä alaspäin. Järjestelmiä tulee ajatella, sillä vastustajamme kanssa olemme järjestelmiä ja alajärjestelmiä ja välillämme on riippuvuuksia. Tavoitteeseen pyrkiessämme teemme lähes aina jotakin, joka heikentää koko järjestelmän tehokkuutta. Samalla on estettävä vastustajaa vaurioittamasta järjestelmäämme tai alajärjestelmiämme tavalla, joka tekisi oman tilanteemme kestäättömäksi. Sotaa ei lähtökohtaisesti saa ajatella lentokoneiden, panssarivaunujen, laivojen ja niiden miehistöjen tai muiden sodankäyntivälineiden kannalta. Nämä välineet ovat tärkeitä ja niillä on paikkansa, mutta ajattelu ei saa perustua niihin, eikä niitä saa pitää sodan näkökulmasta keskeisenä tärkeinä tekijöinä. Taistelu ei sekään ole sodankäynnin kannalta ehdottoman tärkeää eikä oikeastaan suotavaakaan. Sodankäynnin todellinen ydin on toimia sellaisella tavalla, että vastustajamme hyväksyy tavoitteemme myös hänen omiksi tavoitteikseen.<sup>59</sup>

Wardenin Five Rings -malli ohjaa ajattelemaan vihollista järjestelmänä, josta voidaan tunnistaa systeemin kriittiset solmukohdat ja niiden pai-





Wardenin ilmaoperaation suunnittelumalli.

nopisteet. Hänen kokonaistavoitteena oli luoda ilmaoperaatiomalli, joka tarjoaisi parhaan mahdollisen tekon operatiivisten ja strategisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Onnistuneen ilmaoperaation luomiseksi ei ole yhtä patenttiratkaisua. Wardenin malli on työkalu, joka antaa suunnittelijoille perusteita määrittää painopisteet. Hänen malliaan ja teoriaansa voidaan soveltaa erilaisiin skenaarioihin. Tehokas ilmaoperaatiostrategia on jatkuva ja dynaaminen prosessi, jossa on joustava tavoitelähtöinen lähestymistapa. Wardenin teorioista lähtevä pelkistetty ilmaoperaation suunnittelumalli voidaan esittää seuraavalla tavalla:<sup>60</sup>

### Johtopäätöksiä strategisesta kehittämisestä

John Wardenin näkemyksen mukaan offensiivisessa ilmaoperaatiossa tulee pyrkiä lyhyessä ajassa rinnakkaisoperaatioin strategisesti lamauttavaan vaikutukseen. Kehittämisen tavoitteena tulee olla kyky ratkaista sota nopeasti. Puolustajalla tulee olla kyky selviytyä iskusta ja ylläpitää kyky tilannekuvaan, johtamiseen ja voimankäyttöön, samalla kun yhteiskunnan elintärkeät toiminnot selviytyvät ensi-iskusta ja niiden toimintakyky voidaan palauttaa. Puolustajan ilmapuolustuksen keskeisin tehtävä on tuottaa vastustajalle suuria tappioita lyhyessä ajassa (Schweinfurtin 1943 opetus).<sup>61</sup>

Hänen mukaansa ilmasodankäynnin strategian ja ilma-aseen kehittämisessä tulee vastata seuraaviin peruskysymyksiin:

- Voidaanko ilmavoimalla voittaa sota?
- Voiko ilmavoima olla johtavassa roolissa tulevaisuuden sodassa?
- Mikä rooli ilmavoimalla on yhteisoperaatioissa?
- Mikä rooli ilmavoimalla on maa- ja merivoimien tukemisessa?

Hänen näkemyksensä mukaan nämä olivat keskeisiä tekijöitä kehitettäessä Yhdysvalloille viidennen sukupolven hävittäjiä F-22 Raptor ja F-35 Lightning II, vaikka kaikilta osin asetettuja tavoitteita ei saavutettu. Ilma-aseen kehittämisessä suorituskyvyn lisäyksen tulee olla oikeassa suhteessa taloudellisiin panostuksiin.<sup>62</sup>

Aikoinaan ilmavoimissa oli mantrana ”Go Higher, Farther, Faster” ja tämän ajattelumallin yhtenä ilmentymänä oli tiedustelukoneiden U-2 ja SR-72 kehittäminen. Näiden avulla Yhdysvallat saavutti merkittävän etumatkan strategisessa lentotiedustelussa useiksi vuosikymmeniksi. Tämä teknologinen etumatka toimi sekä pelotteena että mahdollisti suhteellisen vapaan ilmaoperointikyvykkyuden. Vastustajan ilmapuolustuskyvyn kehityksessä tämä teknologinen etumatka on supistunut lähes olemattomiin.<sup>63</sup>

Uhka-analyysi on keskeinen tekijä ilmaoperaation suunnittelun kannalta. Vastustajan osalta voidaan määritellä noin 1 000 strategista kohdetta, joita ovat kriittisen infrastruktuurin kohteet, keskeisinä energia ja öljy. Wardenin mukaan vuoden 1991 sodassa Irakissa määriteltiin olevan 5 000–6 000 taktis-operatiivista tasolla maalia, joissa oli yhteensä noin 25 000 yksittäistä kohdetta. Toisessa maailmansodassa noiden 25 000 maalin tuhoamiseen olisi tarvittu 1 000 pommia jokaista kohdetta vastaan silloisella osumatarkkuudella (Circular Error Probable, CEP). Nyt voidaan saavuttaa 200 paunan pommilla alle 20 metrin CEP eli nyt tarvitaan vastaavan kohteen tuhoamiseen hieman yli 25 000 tarkkuuspommia.<sup>64</sup>

Tekoälyn ja konenäön kehitys vievät eteenpäin miehittämättömien hävittäjien ja pommittajien kehitystyötä. Miehittämättömien ilma-alusten kehittäminen ei ole lähtökohta, vaan mahdollinen lopputulos. Nykyisin perinteiset UAV:t ovat sopivia tiedustelussa ja voimankäytössä vain täydellisen

ilmanherruuden vallitessa. Siksi tarvitaan uutta teknologiaa hyödyntämään miehittämättömien järjestelmien kehittämistä.<sup>65</sup>

Wardenin näkemyksen mukaan tulevaisuuden ilmasodankäyntiin tulisi kehittää korkealla ja nopeasti lentävät koneet (10-15 Mach ja yli 30 km). Tällainen kyky antaisi strategisen ylivoiman ilmasodassa taktiselta tasolta strategiselle tasolle saakka ja kyvyn ulottaa voimaa nopeasti minne tahansa maapallolla. Samalla tällainen asejärjestelmä toimisi tehokkaana pelotteena potentiaalisia vastustajia vastaan.<sup>66</sup>

### **Lessons Learned Irak 1991**

Wardenin mukaan ilmasodankäynnin tavoitteena oli perinteisen tuhoamisodankäynnin (Annihilation Warfare) tilalla toteuttaa strateginen lamauttava isku (Strategic Paralysis). Toteutetun ilmaoperaatiokokonaisuuden keskeisiä osia ilmasodankäynnin vaikuttavuudesta olivat:<sup>67</sup>

- Häivehävittäjä F-117:n operatiivis-taktisella tunkeutumiskyvyllä oli keskeinen vaikutus strategisessa lamautuksessa.
- Irakin ilmavoimat yritti 1.–2. päivien aikana toimia liittouman ilma-asetta vastaan, laatimansa operaatiosuunnitelman mukaisesti.
- Toisen operaatiopäivän jälkeen Irakin ilmapuolustusjärjestelmä oli lamautettu niin, ettei Irak kyennyt muodostamaan tilannekuvaa tai johtamaan operaatioita.
- Kolmantena operaatiopäivänä Irakin ilmavoimat totesi ilmatilannekuvan ja tulenkäytön johtamisen kyvyn menettämisen jälkeen, että koneet oli paras sijoittaa suojaan bunkkereihin.
- Neljäntenä operaatiopäivänä liittouma aloitti hyökkäykset noita bunkkereita vastaan 2000 paunan pommein, jotka kykenivät murtamaan lentokonebunkkereiden katon aiheuttaen riittävää tuhoa sisällä oleville koneille.
- Viidentenä operaatiopäivänä Irakin ilmavoimat lennättivät koneensa suojaan Iraniin.

Viiden operaatiopäivän aikana kyettiin lamauttamaan Irakin ilmapuolustus tavalla, jonka jälkeen Irak ei kyennyt enää jatkamaan koordinoituja ilmapuolustusoperaatioita.<sup>68</sup>

## *Mahdollisuuksien tulevaisuus*

Teknologian evoluutioprosessin aikana emme pysty ennustamaan luotettavasti, minkälaisia teknologioita kombinaatioita syntyy tai millaisia tilauslokerointeja luodaan. Koska potentiaalisten kombinaatioiden lukumäärä kasvaa eksponentiaalisesti, kasvavat myös systeemin epävarmuustekijät. 3 000 vuotta sitten olisi ollut mahdollista ennakoida teknologia sadan vuoden päähän, nyt jo muutaman kymmenen vuoden ennusteen tekeminen on vaikeaa. Kiihtynyt muutosnopeus ja lisääntynyt epävarmuus lisäävät tarvetta luoda tehokkaita teknologian seuranta- ja analyysimenetelmiä, jotta päätöksentekotilanteissa olisi riittävä tilannetietoisuus ja mahdollisimman luotettavia tulevaisuusarvioita.<sup>69</sup>

Teknologiaevoluutiota voimme kuvata ja selittää inkrementaalisten tai revolutionaaristen innovaatioiden perusteella. Toinen mahdollisuus on kuvata niitä teknologian disruptiivisuuden tai retention perusteella. Molempia selitysmalleja tarvitaan, sillä historialliset ilmiöt ovat muuttuneet yhä monimutkaisemmiksi. Näiden erilaisten evoluutiomekanismien tunnistaminen ja ymmärtäminen auttavat meitä suorituskykyjen pitkän aikavälin suunnittelussa ja päätöksenteossa.

Teknologian evoluution ytimen muodostaa eri kombinaatioiden fyysikaalinen ja mentaalinen yhdistäminen toiminnalliseksi kokonaisuudeksi. Tätä prosessia pitävät yllä teknologian autopoieettisen luonteen lisäksi ulkoiset muutostekijät. Ilmasodankuvan muuttuminen jalostaa ilmasotateoriaa, jonka kehittyminen muokkaa ilmasotadoktriineita, jotka luovat uusia suorituskykyvaatimuksia ja kysyntätarpeita eli systeemin kysyntälokerointeja, joiden vaatimusten täyttämiseksi teknologia kehittyy. Ilmavoimien muuttuvien tehtävien synnyttämät institutionaaliset tarpeet luovat myös uusia kysyntälokerointeja, jotka ilmestyvät uusina käyttäjävaatimuksina. Eri lähteistä syntyneiden kysyntätarpeiden ja teknologian mahdollisuuksien välillä on yleensä ristiriita, joka pyrkii tasapainotilaan. Epätasapainoa luovat teknologian sisäinen kehittyminen, kun uudet innovaatiot ja teknologian kypsyminen edellyttävät muutoksia systeemin muissa rakenteissa tai kun teknologian vanhentuminen pakottaa löytämään uusia ratkaisuja. Ilmasotateorian, -doktriinin ja institutionaalisten vaatimusten evoluutio

kohtaa usein teknologian rajoituksia ja siten näiden välille syntyy ristiriitailanteita. Näitä ratkaistaan uusilla teknologisilla innovaatioilla, jotka voivat luoda uusia epätasapainotilanteita.<sup>70</sup>

Mikä tekee innovaatiosta selkeästi uuden, radikaalin? Innovaatio on radikaali, kun se käyttää hyväkseen uutta periaatetta, toisin sanoen perustana on luonnontieteellisen ilmiön täysin uudenlainen hyväksikäyttö. 1900-luvun alun lentokoneen voimanlähde perustui mäntämoottori-potkuri-ratkaisuun. Suihkumoottorin voimanlähteenä oli työntövoimaan perustuva kaasuturbiinimoottori eli aivan uusi periaate. Tutkan käyttöönnotto oli myös radikaali innovaatio, kun ryhdyttiin käyttämään hyväksi radioaaltojen heijastumisvaikutusta. Uudet innovaatiot syntyvät jonkin tarpeen tyydyttämiseksi yhdistelemällä sekä käsitteellisesti että fyysikaalisesti uusi periaate hyödynnettävään muotoon. Kombinaatioiden lopullisena muotona on vaatimukset täyttävä toiminnallinen ratkaisu. Vaatimusten muuttuessa kehitetään tehtyä ratkaisua tai löydetään kokonaan uusi innovaatio. Teknologia voi kehittyä myös sisäisesti, kun tutkijat löytävät tekoja parantaa tuotteen tai laitteen suorituskykyä, kuten 1900-luvun alussa alkaneessa elektroniputkien kehitysprosessissa tai 1960-luvulla alkanut mikropiiriteknologian kehittyminen.<sup>71</sup>

Evolutionaarisisessa kehityksessä ilmenee polkuriippuvuus-käsite. Polkuriippuvuudessa menneisyydessä tehdyt valinnat vaikuttavat nykyhetkeen. Hetkellä t1 tehdyssä valinnassa hetkellä t2 hetken t1 valinta ei enää ole mahdollinen. Yksinkertaisemmin sanottuna tehtäessä yksi valinta ”muut mahdolliset valinnat” tulevat hylätyiksi eikä niitä enää jälkikäteen voi saada takaisin ainakaan ilman suuria ponnisteluja. Tehdyistä valinnoista muodostuu siten polku, jonka aikaisemmasta kehityskulusta ollaan riippuvaisia. Tämä taas saattaa johtaa lukkiutumiseen (lock-in), tilanteeseen, josta on hyvin hankala päästä pois ja jossa polun suunnan muuttaminen on hyvin vaikeaa. Yksi usein käytetty esimerkki on autoteollisuus. Teknologiaa kehitettäessä on ollut helpompaa jatkaa jo valitulla tiellä, kuin luoda jotain uutta. Aikoinaan autoon voimanlähdeä valittaessa oli kolme vaihtoehtoa: bensiinimoottori, höyrykone tai sähkömoottori. Polttomoottorista tuli aikaa myöden hallitseva, vaikka ainakin sähkömoottoria olisi voitu hyödyntää ja kehittää tehokkaaksi. Sähköauton kehittäminen jäi lähes kokonaan

syryään, ja vasta 2000-luvulla tilanne globaaleilla öljymarkkinoilla ja tarve vaikuttaa ilmastonmuutokseen ovat pakottaneet tehostamaan sähköauton kehittämistä.<sup>72</sup>

Ilmasodankäynnin kehityksen ennustettavuutta vaikeuttavat teknologiakehityksen revolutionäärisyys, toisin sanoen uudet teknologiat, kuten nanoteknologia, tekoäly, kvanttilaskenta, voivat pian tuottaa disruptiivisia ratkaisuja, jotka suuntaavat systeemikehitystä nopeasti aivan uusiin suuntiin. Sähköautojen määrän kasvu kuvaa kehityksen nopeutta. Vuoden 2009 alussa maailmalla sähköautoja oli käytössä muutamia tuhansia, mutta vuonna 2018 niitä myydään yli kaksi miljoonaa kappaletta. Nopeaa muutosta hidastaa ja rajoittaa edellä kuvattu polkuriippuvuus, joka ilmenee sotilaallisten suorituskykyjen kehittämisessä. Teknologian kehitys muuttaa ja laajentaa ilmasodankäynnin toimintaympäristöä, mutta muutosvauhdin ja suunnan arviointi on haasteellista.

Valintaa tehtäessä eri suorituskykyjen välillä korostuu luonnollisesti monimuotoisuus valinnan mahdollisuuksista. Jos ei ole valittavana kuin yksi mahdollisuus, ratkaisu on tietenkin helppo. Mitä enemmän valinnanmahdollisuuksia on, sitä enemmän on myös mahdollisuuksia tehdä erilainen valinta. Siksi kannattaa pitää valinnanmahdollisuuksien määrää suurena, koska silloin on paremmat mahdollisuudet välttää lukkiutumista. Tehtäessä yksi valinta seuraavien valintojen määrä pienenee. Tämän vuoksi olisi saatava uusia mahdollisuuksia jo ulos rajattujen valintojen tilalle.

Teknologia on ollut voimakas katalysaattori ilmapuolustuksen evoluutiassa. Uusien teknologisten innovaatioiden ilmestyminen ilmatilaan on muuttanut oleellisesti ilmataistelun kuvaa ja tämä kehityskulku tulee jatkumaan. Teknologisten innovaatioiden ilmestyminen ja kypsyminen operatiiviseen käyttöön soveltuviksi järjestelmiksi on pitkä prosessi, joka johtuu polkuriippuvuuden aiheuttamasta hitausvoimasta ja uuden teknologian pysymisestä käytettäväksi sotilaallisissa suorituskykyratkaisuisissa. Tämä edellyttää sekä poliittisilta että sotilaallisilta päätöksentekijöiltä pitkäaikaista sitoutumista ja riittävää resursointia kehittämiseen. Uusien innovaatioiden paljastumista voidaan tehostaa parantamalla vaatimusten hallintaa järjestelmäkehityksessä. Teknologian kehittämisellä ja käyttöön-otolla tulee pyrkiä vaikuttamaan sodan strategisella tasolla. Taktisen tason

tekninen ratkaisu tuottaa vain taktisen tason tuloksia. Operatiivisia suorituskykyvaatimuksia tulee kyetä visualisoimaan riittävän tarkasti, jotta saadaan esiin todellinen ongelma, joka halutaan ratkaista. Tehokkaalla vaatimustenhallinnalla voidaan teknologiaevoluutiota ohjata haluttuun suuntaan eikä antautua sen vietäväksi.<sup>73</sup>

Suomen puolustuskyvyn ylläpidon ensisijaisena päämääränä on muodostaa ennaltaehkäisevä kynnyksen sotilaallisen voiman käytölle ja sillä uhkaamiselle sekä kyky torjua maahamme kohdistuvat hyökkäykset. Ennaltaehkäisykyvyn ylläpitäminen säilyy puolustuksen prioriteettina myös tulevaisuudessa seuraavien vuosikymmenten aikana. Teknologian kehitys 2030-luvun näkökulmasta ei muuta Suomen kansallisen ilmapuolustusratkaisun perusrakennetta. Monitoimihävittäjä on nähtävissä olevassa tulevaisuudessa tärkein tekijä Suomen valtakunnallisen ilmapuolustuksen torjuntakyvyn muodostamisessa ja sillä on keskeinen rooli ensi-iskun torjunnan jälkeen puolustusvoimien toimintavapauden sekä riittävän ilmanhallinnan hankkimisessa ja ylläpidossa. Sotilasteknologian nopeasta kehitymisestä huolimatta lähitulevaisuudessa operatiiviseen käyttöön tulevien aseistettujen miehittämättömien ilma-alusjärjestelmien suorituskyky ei vastaa nykyaikaisen monitoimihävittäjän suorituskykyä, eikä siten ratkaise Suomen ilmapuolustuksen lähivuosikymmenten tarpeita. Suurvallat ja erityisesti Yhdysvallat, jotka johtavat ilma-aseen kehittämistä, eivät ole kokonaan luopumassa miehitettyjen ilma-asejärjestelmien kehittämisestä. Joissakin aikaisemmissa arvioissa nähtiin viidennen sukupolven hävittäjän olevan viimeinen miehitetty, mutta todennäköisesti kehityksessä nähdään kaksi rinnakkaista linjaa: kuudennen sukupolven älykäs miehitetty hävittäjä ja pommittaja sekä joukko taktisen ja strategisen tason miehittämättömiä, älykkäitä ja osin autonomisia ilma-aluksia käytettäväksi erilaisiin ilmaoperaatioihin.<sup>74</sup>

Tällä hetkellä monitoimihävittäjän tehtäväkenttä ja suorituskykyvaatimukset ovat merkittävästi monipuolisemmat kuin operatiivisessa käytössä olevat tai lähitulevaisuudessa käyttöön tulevat miehittämättömät ilma-alukset. Niiden kehitys on kuitenkin nopeaa, ja täydentävänä suorituskykynä miehittämättömät ilma-alusjärjestelmät ovat mahdollinen ratkaisu. Tunkeutumiskykyisiä miehittämättömiä ilma-aluksia kehitetään

sekä itsenäiseen toimintaan että miehitettyjen ilma-alusten kanssa reaaliaikaiseen yhteistoimintaan. Tunkeutumiskyisten ilma-alusten laajamittaiseen operatiiviseen käyttöön arvioidaan päästävän aikaisintaan 2030-luvulla. Miehittämättömyys ilmataistelutehtävissä on vieläkin kauempana tulevaisuudessa. Täysin autonomisia järjestelmiä edeltää neljännen ja viidennen sukupolven hävittäjien ja miehittämättömien tunkeutumiskyisten ilma-alusten yhteiskäyttö ilmaoperaatioissa.<sup>75</sup>

Suomen kansallisen ilmapuolustuksen suorituskyvyn kehittämisen yhtenä keskeisenä periaatteena on ollut pyrkimys pysyä teknologisen kehityksen eturintamassa. Suomen kaltaisen pienen maan kannattaa pyrkiä kompensoimaan määrää laadulla. Ylivoima ilmataistelussa voidaan saavuttaa vastustajaa paremman osaamisen ja taistelutaktiikan lisäksi käyttämällä täysimääräisesti hyväksi kehittyvän digitaaliteknologian suomaa mahdollisuuksia.





# INFORMAATIOSSOTA 2030+

*Sodankäynnin muutos ja pysyvyys*

JARI RANTAPELKONEN, LOTTA KOISTINEN JA  
VELI-PEKKA KIVIMÄKI



# 6

---

---

*Tulevaisuudessa sodan alkuvaihe on todennäköisesti avain ja ratkaiseva vaihe, sillä monella tapaa se määrittää sodan lopputuloksen.*

*Toisin kuin menneisyydessä, sota voi alkaa ilman maahyökkäystä.*

*...on kaikkein tärkeintä yllättää, ja salata huolellisesti se mihin pyrkii, harhauttamalla vastustaja.*

Mahmut Garejev, 1995<sup>1</sup>

Venäläinen armeijankenraali Mahmut Garejev kuvaa yllä olevassa sitaatissa tulevaisuuden sodankäyntiä, sen muutosta ja samalla muuttumattomuutta. Kun poliittiset ja taloudelliset keinot tai sotilaallinen voimannäyttö eivät tuota haluttua tulosta, on valtion Garejevin mukaan käytettävä sekä sotilaallista voimaa että informaatiotosodankäynnin keinoja. Kenraali Garejevin ajatus ei ole sotataidon historiassa mitenkään poikkeuksellinen. Ajatus sopii yhteen myös Venäjän presidentti Vladimir Putinin johdolla toimeenpannut operaatioon vuoden 2014 Sotshin olympiakisojen jälkeen, kun Venäjä tempaisi aloitteen käsiinsä valtaamalla Krimin niemimaan ja toimeenpanemalla operaatioita Itä-Ukrainassa. Kun Ukrainan sota leimahti tuleen, kiihtyi informaatiotosota sanoista, kuvista ja mielikuvista tavalla, jossa tieto sekoittui informaatioon, mustavalkoinen väreihin, järki tunteisiin, tavanomainen tavattomuuksiin, totuus valheisiin, valta vallattomuuksiin, paikallinen globaaliin – ja päinvastoin, venäläisittäin tyypillisesti, kietomalla nämä kaikki samanaikaisesti yhteen.

Venäjästä ja sen käymästä informaatiiosodasta keskusteleminen Ukrainan sodan alkamisen jälkeen ei ole helppoa. Informaatiiosodalle tyypillinen propaganda nousi sotaa koskevien keskustelujen käytäntöihin näkyen julkisuudessa muun muassa tunteiden purkautumisina, asioiden kärjistyksinä, vastakkainasetteluina, loan heittona ja ajan termein trollaamisena. Aiheen tulenarkuudesta kirjoittaa osuvasti Maria Pettersson arvioidessaan *Venäjän palatseissa ja kaduilla* -kirjaa kesällä 2015 Helsingin Sanomissa: ”Nykyään suhde Venäjään on niin säikky, että jo kysymysten esittämisestä, saati niihin vastaamisesta on tullut tulenarkaa.”<sup>2</sup> Toimittaja Anna-Lena Laurén kirjoittaa samasta ilmiöstä, kuinka väittely Itä-Ukrainan sodasta ei muistuta mitään aiemmin hänen seuraamaansa väittelyä: ”Mediakäyttäjät, lukijat, kuulijat ja katsojat jakautuvat salamannopeasti leireihin ja linnoittautuvat ällistyttävän vuoreнварman seinämän taa. Twitterissä leirit pommittavat toisiaan täysin yhdentekevilla joukkojensiirtoa kuvaavilla kartoilla, joilla parin tunnin päästä ei ole mitään merkitystä. Saan hurjistuneita vastaväitteitä lukijoilta, sekä venäjämielisiltä että ukrainamielisiltä... jompikumpi osapuoli alkaa laukoa raivokkaita syytöksiä joko siitä, että on fasisti tai että on putinisti.”<sup>3</sup>

Sotilaallisesta näkökulmasta tarkasteltuna venäläisen informaatiiosodankäynnin tarkastelu on myös haasteellista, koska se herättää vahvoja mielipiteitä ja aihepiiri on hyvin politisoitunut ja ideologian värittämä. Venäläisessä sotataidossa on Neznamovista Frunzeen ja Garejeviin pidetty henkisiä voimia tärkeänä voiton saavuttamiseksi sodassa. Petteri Lalu lainaa Frunzea ja kirjoittaa: ”Propagandan avulla oli muodostettava sellainen psykologinen kansallinen asenneilmasto, joka tukee menestykseen kykenevän aseellisen voiman rakentamista.”<sup>4</sup> Myös Tuhatševski korosti poliittisen työn kasvattavaa merkitystä.<sup>5</sup> Lisäksi Lalu siteeraa Svetšiniä: ”Taktinen luovuus sääntelee operaatiotaitoa. Taistelutoimet eivät ole itsetarkoituksellisia vaan perusaineisia, joista muodostetaan operaatio.”<sup>6</sup> Kysymys informaatiiosodankäynnin pysyvyydestä venäläisessä sotataidossa on aiheellinen.

Venäläisessä sotataidollisia kirjoituksia käsiteltäessä on myös nähtävissä käsitteellinen jännite. Valtioiden välinen geopoliittinen kilpailu jota käydään sodan ja rauhan aikana<sup>7</sup>, informaatiokamppailu, kääntyy länsimaisissa kirjoituksissa usein informaatiiosodankäynniksi.<sup>8</sup> Toisaalta venäläisessä

kirjallisuudessa informaatiiosodankäynnin käsitettä on tarkasteltu tulkittaessa amerikkalaisten toimia Persianlahden sodan jälkeen.<sup>9</sup> Venäläisessä tarkastelussa onkin esitetty tulkinnallisesti kahta aspektia, aiemmin mainittua laajan merkityksen geopolittista kilpailua sekä suppeampaa aseelliseen taisteluun liittyvää toimintaa informaatioherruuden saavuttamiseksi.<sup>10</sup> Läntisessä käsittelyssä nämä merkitykset usein sekoittuvat. Vuoden 2014 jälkeen Venäjän globaaleja informaatiotoimia on ruvettu tarkastelemaan lännessä myös kylmän sodan aikaisen poliittisen sodankäynnin viitekehysten kautta.<sup>11</sup>

Operaatiotaidon kannalta tarkasteltuna ehkä haasteellisin asia informaatiiosodankäynnin operatiivisten tekijöiden arvioinnissa on asevoimien käyttöön oleellisesti liittyvä toiminta, eli salaaminen ja harhauttaminen. Venäläisittäin puhutaan *maskirovkasta*, joka on kaikesta toimintojen kätkemisestä ja naamioinnista käytetty yleisnimitys. Historiallisesti tarkasteltuna harhauttamisella on Venäjällä pitkät perinteet. Maskirovka sisältää salaamisen, harhauttamisen joukoilla, valetoinnin ja harhatiedon levittämisen<sup>12</sup>. Tähän ajatteluun sopivat myös nykyiset epäsuorat toimet kybertilassa, joissa tekijä pyritään salaamaan välikäsien kautta.<sup>13</sup> Venäjällä tutkitaan informaatiiosodankäyntiä useissa yliopistoissa, ja tutkimuksia myös osin julkaistaan. Lännessä on venäläistä informaatiiosodankäyntiä alettu jälleen tutkia Ukrainan tapahtumien myötä. Joidenkin näiden lähteiden käyttökelpoisuus tieteelliseltä kannalta tarkasteltuna ei ole kuitenkaan merkittävä niiden yksipuolisuuden vuoksi<sup>14</sup>.

Historian peruina suomalaisina meitä ymmärrettävästi kiinnostaa venäläinen sotataidollinen ajattelu. Informaatiiosodankäyntiä pohdittaessa on kuitenkin merkityksellistä miettiä myös sitä, miltä ylipäätään tulevaisuuden informaatioympäristö mahdollisesti näyttää ja millaisia toimijoita siellä voi olla. Informaatioympäristön rajat eivät noudattele valtiorajoja, eikä vaikuttaminen ole maantieteeseen sidottua. Kuten kautta viestinnän historian, teknologinen kehitys tuo mukanaan uusia piirteitä informaatioympäristön kehitykseen.

## *Informaatioympäristö 2030*

### **Teknologisoituminen nykyihmisen arkea määrittävänä tekijänä**

Nykymaailmassa elävät ihmiset ovat jokapäiväisissä toimissaan riippuvaisia teknologiasta ja informaation nopeasta ja vaivattomasta kulusta. Monelle olisi vaikeaa kuvitella arkielämää ilman älypuhelimia ja sosiaalista mediaa. Ihmiset hankkivat tietonsa lisääntyvässä määrin verkosta, ja esimerkiksi painettujen sanomalehtien tilaajien ja lukijoiden määrä on romahtanut. Näin ollen verkossa liikkuva informaatio on myös varsin altis väärinkäytöksille ja sabotaasille. Verkkoa voidaan käyttää propagandan ja disinformaation levittämisen alustana. Verkostoitunut tietoyhteiskunta vaatii aiempaa enemmän käyttäjältään. Oletus on, että verkon käyttäjä osaa erottaa uskottavan tiedon virheellisestä tai vääristellystä informaatiosta. Valitettavasti todellisuus ei aina vastaa oletusta.

Nykyisessä informaatioyhteiskunnassa tai tietoyhteiskunnassa tiedon hallinta ja kyky käyttää sitä ovat keskeisiä yhteiskunnan osaamisalueita, ja yhteiskunnan elintärkeät toiminnot ovat entistä riippuvaisempia teknologiasta. Yhteiskuntien kriittinen infrastruktuuri käsittää niin fyysisiä kuin sähköisiä osia, ja näihin vaikuttamalla saadaan aikaan sekaannusta ja kaaosta yhteiskunnassa. Teknologisoituneessa ja verkostoituneessa tietoyhteiskunnassa kriittinen infrastruktuuri on aiempaa alttiimpi kyber- ja informaatiohyökkäyksille. Informaatio-operaatiot voivat johtaa jopa yhtämittaviin ihmishenkien menetyksiin kuin esimerkiksi pommien avulla suoritettut hyökkäykset<sup>15</sup>.

### **Digitaalisuus ja virtuaalisuus yhteiskunnassa ja asevoimissa**

Digitalisoitumisen ja virtualisoitumisen myötä elämä perustuu entistä vahvemmin teknologiaan ja verkostoissa, kuten internetissä, tapahtuvaan viestintään ja jopa todellisuuden luomiseen. Virtuaalimaailmassa tapahtuva tiedon ja ajatusten siirtyminen tulee tulevaisuudessa kasvattamaan merkitystään entisestään. Voidaan puhua virtuaalisesta todellisuudesta, joka useimmiten mielletään havaitsemamme todellisuuden jatkeeksi.

Digitaalisen viestinnän merkitykset yhteiskunnalle ja asevoimille ovat moninaiset. Digitaalisen osaamisen merkitys korostuu. Se, kuka

osaa hallinnoida esimerkiksi verkkopalveluita ja muita digitaalisia palveluita, on etulyöntiasemassa osaamattomiin nähden. Henkilö, joka ei osaa virtuaalimaailman kieltä on vähän kuin kiinaa taitamaton suomalainen Kiinassa.

Samalla periaatteella asevoimissa digitaalisen teknologian ja viestinnän tuntijat tulevat kasvattamaan merkitystään. Johtamisen tärkeys tulee korostumaan entisestään, ja johtamista suoritetaan enenevässä määrin virtuaalisesti. Trendi, jossa tiedustelun, johtamisen, sekä tulenkäytön kriittiset toiminnot siirtyvät pilveen ja verkkoihin, tulee jatkumaan. On odotettavissa, että sodan kuvan teknologisoituminen jatkuu edelleen tiedon ja materiaalien digitalisoitumisen myötä. Alueellisen puolustuksen käytännöt virtualisoituvat digitalisaation myötä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että koneet valvovat alueita ihmisten tarkkaillessa tapahtumia näyttöruutujen takaa. Suomalaisen yhteiskunnan informaatio-, viestintä- ja energiateknologian verkostoriippuvuuksien vuoksi sodan kuva virtualisoituu.<sup>16</sup>

Virtualisoituminen voi meille ihmisille näyttäytyä eri muodoissa. Lisätyn ja virtuaalisen todellisuuden teknologiset ratkaisut kehittyvät ja siltaavat digitaaliseen ja fyysisen maailman keskenään. Virtuaalinen todellisuus voi upottaa meidät sisäänsä keinotekoisiiin luomuksiin, mutta toisaalta kehittyvä viestiteknologia tulee antamaan mahdollisuuden myös nähdä fyysisessä maailmassa kaukana olevia tapahtua kuin itse olisimme paikan päällä. Immersiivisyys tuleekin olemaan yksi merkittävä trendi tulevaisuuden informaatioympäristössä.<sup>17</sup>

### **Tekoälyn tuleminen**

Robotisoituminen ja robottien sekä järjestelmien autonomisoituminen tulevat kasvattamaan merkitystään. Yhteiskunnassa yleisemmin vastuuta siirtyy aiempaa enemmän ihmiseltä koneelle; esimerkiksi käy itseohjaava auto. Asevoimissa on odotettavissa, että aluksi robottien vastuulle annetaan rutiinitehtäviä, mutta myöhemmin tehtävät muuttuvat entistä vaativammiksi. Sotilaiden sijaan kaupungeissa taistelevat robotit, ja taivaalla lentää lennokkeja ja merissä sukeltaa miehittämättömiä aluksia. Järjestelmät ja koneet tulevat tekemään itsenäisiä päätöksiä, joten ohjukset ja jopa rynnäkkökiväärien luodit hakeutuvat maaliin itsenäisesti.

Autonomisoitumisen mahdollistaja on tekoälytekniikan kehitys. Tulevaisuuden sodankäynnin kannalta uudeksi haasteeksi muodostuu koneellisten älyjen toiminnan tulkkaminen – miten kone tekee päätöksiä? Boydin kuuluisa päätöksenteon OODA-silmukka (observe, orient, decide, act) virtualisoituu kokonaan<sup>18</sup> ja pyrittäessä yliotteeseen vastustajasta häiritsemällä tai rikkomalla tämän kyky tehdä päätöksiä, on ymmärrettävä mitkä koneälyisen vastustajan heikkoudet ovat.

Koneäly ei olekaan pettämätön, vaan sitä voidaan johtaa harhaan siinä missä ihmistekin. Tekoälytutkimusta on tehty jo vuosikymmeniä, mutta sovellukset ovat mahdollistuneet vasta viimeisen kymmenen vuoden teknologisen kehityksen myötä. Sovellustyyppenä on useita, joista yksi merkittävämpiä tällä hetkellä on konenäkö. Kone voi tehdä tulkin-taa näkemästään koulutettujen neuroverkkojen avulla, joita kuitenkin voidaan myös johtaa harhaan. Omana tutkimushaaranan luodaan tällä hetkellä huomaamattomasti manipuloituja kuvia<sup>19</sup> ja jopa fyysisiä esineitä, joilla neuroverkko voidaan johtaa luokittelussa harhaan. Kilpikonna voi koulutetun tekoälyjärjestelmän mielestä ollakin kivääri.<sup>20</sup> Tällaisella virhetulkinnalla voi sotilassovelluksessa olla kohtalokkaita seurauksia.

Tekoälysovelluksilla tulee olemaan suuri merkitys fyysisen maailman lisäksi myös virtuaalisessa maailmassa. Tulevaisuuden ohjelmistorobotit tulevat olemaan älykkäitä keskustelijoita, joihin ihmiset jopa kiintyvät.<sup>21</sup> On myös havaittu, että ihmisten on helpompi keskustella henkilökohtaisista asioistaan koneiden kanssa ja tekoälysovelluksia onkin jo kehitetty terapiatarpeisiin.<sup>22</sup> Näitä koneellisia keskustelijoita voidaan käyttää myös mielipiteiden muokkaamiseen.

Erilaiset tekoälyjärjestelmät voivat mielipidevaikuttamisessa, manipulaatiossa ja suoranaississa informaatio-operaatioissa täyttää useaa eri roolia. Ne kykenevät havainnoimaan informaatioympäristöä ja tulkitsemaan keskusteluita, tunnistuen keskusteluaiheet sekä niistä käytävän keskustelun sävyn. Ne pystyvät profiloimaan keskustelijoita näiden sosiaalisen median käyttäytymisen perusteella. Tätä tietoa voidaan käyttää pohjana uusien yksilöllisten viestien muotoiluun eri kohdeyleisöille, perustuen profiloinnin kautta tunnistettuihin vaikuttamismahdollisuuksiin.



Kaikki yllä mainittu voi tapahtua silmänräpäyksessä koneiden toimesta. Tiedon käsittelyn ja tuottamisen nopeus tulee olemaan keskeinen muutos, jonka tekoälyjärjestelmät tuovat niin informaatioympäristöön kuin myös sodankäyntiin.

Asevoimissa sotilaiden määrä tulee vähenemään ja johtajuuden merkitys korostumaan. Koneellisen viestinnän ja ylipäänsä robottien määrän lisääntymisen myötä ihmisiä tarvitaan aiempaa vähemmän tekemään töitä, joista aiemmin huolehtivat ihmiset. Robotin ja ihmisen välinen suhde muuttuu. Ihmiset tarvitsevat robotteja, mutta robotit eivät välttämättä tarvitse ihmistä. Samalla asejärjestelmät ovat aiempaa autonomisempia ja toimivat verkostoissa. Tämä vähentää sotilaiden tarvetta konfliktialueilla, mutta luonnollisesti robottien autonomisoituminen tuo mukanaan myös riskejä. Muutoksen myötä puolustushaaroja ja aselajeja saattaa jopa koonaan hävitä. Taistelemisen ja sotilasjohtaminen muuttuvat radikaalisti autonomisoitumisen myötä. Taistelukenttää tullaan tarkkailemaan näyttörüutujen takaa, ja tämä asettaa uusia vaatimuksia esikuntien tilannetietoisuudelle, joukkojen liikkuvuudelle ja tulenkäytölle.<sup>23</sup>

### **Informaation määrän lisääntyminen – mikä on oikeaa tietoa?**

Tulevaisuuden yhteiskunnan organisoitumistapaa leimaa ennen muuta verkostoituminen, joka mahdollistaa yhtäältä verkostojen käyttämisen positiiviseen kehitykseen ja toisaalta negatiivisten päämäärien tavoitteluun<sup>24</sup>. Verkossa liikkuu monenlaista tietona esitettyä sisältöä. Tulevaisuudessa tällaisen sisällön määrä kasvaa entisestään. Myös keinot jopa videokuvan reaaliaikaiseen väärentämiseen tulevat olemaan helposti käytettävissä.<sup>25</sup> On yhä vaikeampaa erottaa, mikä on oikeaa tietoa ja mikä jonkun henkilökohtainen näkemys tai pahimmillaan propagandaa tai disinformaatiota<sup>26</sup>. Erilaiset tahot voivat käyttää verkkoja omien tarkoituksensa edistämiseksi.

Koska verkossa kuka tahansa voi viestiä anonyymisti, valheiden ja propagandan levittäminen on helppoa. Näin ollen valtion, yhteiskunnan, ihmisen ja asevoimien tasolla epävarmuus tulee lisääntymään. Venäjän harjoittama ja paljon puhuttu trollaus, eli kansalaiskeskusteluun vaikuttaminen, on yksi esimerkki tästä. Erityisesti epävarmat ja sosiaalisesti eristäytyneet

yksilöt ovat varsin alttiita informaatiovaikuttamiselle, ja tällaisiin ryhmiin vaikuttaminen voikin johtaa valtioiden sisäisiin ja valtioiden välisiin jännitteisiin. Kun median- ja informaationlukutaito ei etene samassa tahdissa teknologisen kehityksen kanssa, tuo tämä väistämättä mukanaan ongelmia. Esimerkiksi Kiinan harjoittama sensuuri puolestaan on haitallista demokraattisen yhteiskunnan kehitykselle. Näin ollen informaatiotulvan keskellä tasapainoileminen on varsin hankalaa; sensuuri ei ole demokratian arvojen mukaista, mutta avoimuus avaa ovet osin kyseenalaisin motiivein ja perusteluin esitetylle psykologisellekin informaatiovaikuttamiselle.

Epäluotettavien tietovirtojen keskellä kyky arvioida ja arvottaa lähteitä sekä varmentaa itse sisältöä korostuu. On hyvin todennäköistä, että väärennetyn videon ensimmäisen aallon iskiessä viimeistään joudutaan kehittämään teknisiä mekanismeja tiedon alkuperän varmentamiseksi esimerkiksi erilaisten kryptografisten varmenteiden keinoin.<sup>27</sup> Vaikka perinteisen median portinvartijaroolia on ruvettu epäilemään sosiaalisen median lyötyä itsenä läpi, voi sen rooli korostua jälleen ja tulla yhä merkityksellisemmäksi vääran tiedon virtojen kasvaessa. Luottamuksen tarve ei katoa, on se sitten teknisesti todennettu vahvistus jonkin asian tilasta tai institutionaalinen ja maineperäinen. Miten ja kuka luottamuksen määrittää onkin hankalampi kysymys.

### **Informaatioympäristön tulevaisuus?**

Tulevaisuuden informaatioympäristön suhteen on toiveikkaita ja pessimistisempiä näkemyksiä. Yhteiskunnan kannalta positiivisena kehityssuuntana voidaan pitää esimerkiksi e-demokratian mahdollisuuksia, verkostoituneiden yhtiöiden sisältämiä positiivisia lupauksia tai globaalia kansalaisyhteiskuntaa. Voidaan puhua jopa verkostoyhteiskunnasta, joka pitää sisällään globaalin tason ilmiöiden yhdistymisen paikallistason tapahtumien kanssa. Näkemykset ovat luonnollisesti pääosin spekulatiivisia, vaikka esimerkiksi liike-elämässä on jo keskitytty erityisesti siihen, millaiset verkostorakenteet ovat toimivia ja mitkä eivät. Siinä missä aiemmin on korostettu maailman hierarkkisia rakenteita, nyt keskiössä ovat verkostot. Toisaalta jotkut korostavat verkostojen ja hierarkioiden yhteistoimintaa globaalissa järjestyksessä.<sup>28</sup>

Päinvastainen mutta mahdollinen kehityskulku verkostojen globaalille yhteistoiminnalle voi olla pyrkimys eristää kansallisia ja alueellisia verkon osia omiksi, tiukemmin hallituiksi verkoiksi.<sup>29</sup> Esimerkiksi Venäjä on ollut aloitteellinen verkon eriyttämiseen liittyvissä pohdinnoissa.<sup>30</sup> Autoritääriset valtiot voisivat pyrkiä vakauttamaan omaa tilannettaan kontrolloimalla kansalaiskeskustelua, sekä toisaalta estämään ulkopuolisten vaikutteiden leviämisen kansalliseen informaatioympäristöön.

Informaatioympäristön tulevaisuus tulee riippumaan siitä, millaiseksi maailma muodostuu. Imperialismin ja fasismin kaatuminen, kommunismin vahva heikkeneminen ja muut historialliset seikat vaikuttavat tulevaisuuteen, ja niin sanotuista vanhoista voimatekijöistä elinvoimaisena tällä hetkellä voidaan pitää nationalismia. Lisämausteena perinteiseen nationalismiin liittyy nykyään ja tulevaisuudessa entistä vahvemmin etninen aspekti. YK:n jäsenvaltioiden määrä kertoo paljon nationalismin elinvoimaisuudesta. Vastinparina nationalismille voidaan pitää globalisaatiota, joka liittyy tiiviisti informaatiovallankumoukseen ja valtion merkityksen vähenemistä korostaviin näkökulmiin.<sup>31</sup>

Edellä kuvattua kaksijakoisuutta kuvaa myös se, että useilla rikollis-, terroristi- ja etnisillä ryhmillä on nationalistiset motivaatiot, kun taas sosiaalisilla, kansanliikkeen omaisilla, liikkeillä on enemmänkin globalisaatiota tukevat intressit. Kuitenkaan, kuten hyvin tiedetään, kaikilla verkkorikollisilla ei ole nationalistisia intressejä, vaan nämä voidaan enemmän nähdä informaatioyhteiskunnan heikkouksia hyväksikäyttävinä opportunisteina.<sup>32</sup>

Tulevaisuuteen vaikuttaa siis keskeisesti se, tulevatko globaalia kansalaisyhteiskuntaa tukevat pehmeät voimat vai kovaan valtaan keskittyvät valtiokeskeiset näkemykset dominoimaan. Se, miten informaatioympäristöä ja verkkoa kehitetään, vaikuttaa osaltaan tähän. Se voi joko vahvistaa tai heikentää informaatioympäristön negatiivisia piirteitä. Miten valtiot oppivat suhtautumaan esimerkiksi globalisaatiota tukevaan kansalaisyhteiskuntaan vaikuttaa osaltaan siihen, kokevatko ihmiset tarvetta terrorismille ja uusien valtioiden tavoittelulle.<sup>33</sup>

## *Informaatiokonfliktit 2030*

### **Mitä ovat infosodat ja mistä niissä soditaan?**

Jo Sun Tzu tunnisti informaation merkityksen sodankäynnille. Hänen mukaansa sodankäynti on harhauttamisen taitoa ja perustuu ennen muuta tietoon vihollisen tilanteesta.<sup>34</sup> Nämä ajatukset pätevät edelleen, mutta informaatiokanavien ja informaation määrä ovat kasvaneet räjähdysmäisesti. Lisäksi informaatio liikkuu verkostorakenteissa, jotka ovat alttiita sabotaasille.

Infosodassa pyritään informaation ja viestintäteknologian avulla saamaan etua vastustajaan nähden. Infosota on keskeisesti sotaa mielikuvista ja tiedosta, ja näin ollen se on tiiviissä yhteydessä psykologiseen sodankäyntiin. Erilaisia mielikuvia synnyttämällä pyritään legitimoimaan oman valtion toimia – tai esimerkiksi terroristijärjestön kohdalla järjestön toimia. Infosotaan voi sisältyä esimerkiksi propagandan ja disinformaation levittäminen taikka taktisen tiedon haltuun saaminen. Väärää tietoa syöttämällä voidaan hämärtää vastustajan tilanneymmärrystä todellisuudesta.

Infosodan määritelmiä on monenlaisia, mutta usein toisteltavia informaatiotosodan komponentteja ovat *psykologiset operaatiot*, *elektroninen sodankäynti*, *sotilaallinen harhautus*, *operaatioturvallisuus*, *tietoturva (information assurance)* ja *tietoverkkohyökkäykset*<sup>35</sup>. Tiedon tuhoaminen on verkostoitumisen myötä hankalaa, joten tehokkaimpia keinoja on tiedon käyttäminen haitallisiin tarkoituksiin.

Suomalaisittain informaatiotosodankäynti on ymmärretty yhteiskunnalliseen ja sotilaalliseen päätöksentekoon ja toimintakykyyn sekä kansalaisten mielipiteisiin vaikuttamisena ja tältä suojautumisenä informaatioympäristöä hyväksikäyttäen. Informaatiotosotaa voidaan käydä niin yhteiskunnallisin, poliittisin, psykologisin, sosiaalisin, taloudellisin kuin sotilaallisin keinoin kaikilla sodankäynnin tasoilla. Luonteensa vuoksi informaatiotosodankäynti on koko yhteiskuntaa koskevaa ja siksi se on pitkälti turvallisuuspoliittista ja strategista tasoa koskevaa toimintaa. Informaatiotosodankäynnin tavoite on hankkia ja ylläpitää informaatioylioima.<sup>36</sup>

Informaatiotosodankäyntiin liittyen puhutaan paljon myös kybersodankäynnistä. Yhteiskunnan riippuvuus tietoteknologiasta käy ilmi esimerkiksi

kyberturvallisuusstrategian muodossa. Maa-, meri- ja ilmaympäristöjen rinnalla puhutaan kybertoimintaympäristöstä. Kyber- ja infosotaan liittyy oleellisesti se, että tällaista sotaa voisivat valtioiden ohella käydä myös esimerkiksi terroristijärjestöt ja rikolliset. Kyberuhkiin liittyy olennaisesti uhka Suomen yhteiskunnan nopeasta lamauttamisesta. Samaan aikaan kuitenkin esimerkiksi tykistöjärjestelmien ammunnanhallinta voi toimia entistä nopeammin.<sup>37</sup>

Kybersodankäynnin käsite nousi vahvasti esiin vuosina 2008–2010 syrjäyttäen hetkellisesti osin informaatio­sodankäynnin käsitteen, joka oli muotoiltu 1990-luvun puolivälissä<sup>38</sup>. Nykyään molempia käytetään, ja kybersodankäynnillä viitataan yleisesti virtuaalimaailmassa tapahtuvaan sodankäyntiin. Elektroninen sodankäynti liittyy myös käsitteenä tiiviisti informaatio­sodankäyntiin, ja voidaankin sanoa informaatio­sodankäynnin toimivan yläkäsitteenä, jonka alle elektroninen sodankäynti ja kybersodankäynti lukeutuvat<sup>39</sup>. Sekä kyberhyökkäyksin että elektronisen sodankäynnin keinoin voidaan saada aikaan informaatiovaikutuksia. Viimeisimpänä suuntauksena kansallisesti onkin puhua varsinkin normaalioloissa tapahtuvasta toiminnasta informaatiovaikuttamisena<sup>40</sup> informaatio­sodankäynnin sijaan. Tulevaisuuden informaatio­sodassa toimet kohdistuvat myös enenevässä määrin yksittäisiin ihmisiin. Trendi on tunnistettu sekä läntisissä<sup>41</sup> että venäläisissä<sup>42</sup> tulevaisuuden sodan kuvan arvioissa. Avainhenkilöitä maalitetaan jo normaalioloissa ja näihin voidaan alkaa kohdistamaan esimerkiksi painostustoimia. Kybertoimintaympäristö luo edellytykset vaikuttamiselle, jonka todellinen alkuperä voi olla vaikea todentaa.<sup>43</sup>

### **Merkityksiä yhteiskunnalle**

Yhteiskunnan tapa tuottaa hyvinvointia muokkaa sodan kuvaa. Tietoyhteiskunnan sodan kuva on varsin erilainen kuin maatalousyhteiskunnan. Kaupungistuneet ihmiset elinkeinoineen ja yhteiskunnan kriittinen infrastruktuuri ovat tiiviisti sidoksissa informaatioon ja verkostoihin.<sup>44</sup> Koska sotia käydään siitä, mistä ihmiset elävät, on odotettavissa, että yhteiskuntaa kannatteleviin verkostoihin kohdistuu aiempaa enemmän hyökkäyksiä.

Yhteiskunnan kannalta informaatio-operaatioihin sisältyy riski nopeasta toimintojen lamautumisesta. Koska olemme nykyään niin riippuvai-

sia tietoteknologiasta, voivat vihollisen informaatio-operaatiot lamauttaa nopeasti yhteiskunnan kriittisiä toimintoja. Verkostoituneet järjestelmät ja kokonaisuudet ovat aiempaa alttiimpia informaatio-operaatioille, ja isku järjestelmän yhteen osaan vaikuttaa myös sen muihin osiin.

Verkostoitunut ja globaalisti kytkeytynyt yhteiskunta altistaa yhteiskuntaa fyysisen tason lisäksi myös kognitiivisella tasolla. Esimerkistä käy länsimaiden asukkaiden radikalisoituminen ja siirtyminen taistelijoiksi Isis-terroristijärjestön riveihin. Isis on käyttänyt verkkoa ja siellä levittämäänsä propagandaa työkaluna rekrytoinneissa. Länsimaiset taistelijat osoittavat, että informaatio-operaatiot ja propaganda ovat osittain onnistuneet tavoitteissaan, Isiksen toimien legitimoinnissa ja kannattajien saamisessa. Informaatio-operaatioiden taloudelliset vaikutukset voivat lisäksi olla merkittäviä.

Haavoittuvaisen tiedon turvaaminen on entistä hankalampaa. Samalla kun yksilöiden vaikutusmahdollisuudet verkossa lisääntyvät, tuo tämä mukanaan myös uusia uhkia, jotka eivät ole perinteiseen kansallisvaltion sidoksissa. Se, että valtiot pyrkivät estämään salaisuuksiensa joutumista väärin käsiin voi osaltaan johtaa kansalaisten yksityisyydensuojan ja vapauksien heikkenemiseen. Jos valtiot pyrkivät tarkkailemaan ja valvomaan kansalaistensa tekemisiä ja välittämään informaatiota liikaa, voi tämä johtaa yhteiskunnallisiin kriiseihin. Tähän liittyviä skandaaleja onkin jo nähty, ja esimerkiksi valtioiden välinen vakoilu ja valtion päämiesten toimien tarkkailu eri valtioiden taholta ovat lisääntyneet. Tällainen toiminta voi olla vahingollista demokratialle ja aiheuttaa jännitteitä niin valtioiden sisällä kuin valtioiden välilläkin.

Valtioiden kriittisen energia-, telekommunikaatio-, kuljetus-, kauppa-, rahoitus- ja terveysinfrastruktuurin ollessa verkostoitunutta ja sähköiseen tiedonsiirtoon sidoksissa, ovat nämä järjestelmät alttiita kyberterroristeille ja hakkereille. Lisäksi tulevaisuudessa on odotettavissa ”digitaalisen railon” kasvavan niiden välillä, joilla on tietoa ja joilla sitä ei ole. Näin ollen uusia sosiaalisia levottomuuksia saattaa olla odotettavissa tähän epätasa-arvoistumiseen liittyen. Lisäksi uudenlaisten, teknologiaa ja tietoa hyväksikäyttävien, diktatuurien nousu on mahdollinen ja huolestuttava skenaario.<sup>45</sup>

### **Miten asevoimissa käytäisiin infosotia?**

Alueellisen puolustuksen doktriini on muutoksessa teknologisen kehityksen vuoksi. Tietoyhteiskunnan kriittiset, sähköistyvät, palvelut arvotetaan maa-alueita korkeammalle. Näin ollen sodan kuvaan tulevat entistä vahvemmin mukaan ydinalueet ja kriittinen infrastruktuuri. Informaatio-operaatiot on saatava sovitettua yhteen muiden poliittisten ja sotilaallisten vaikuttamiskeinojen kanssa.<sup>46</sup>

Myös asevoimissa infosodan avulla pyrittäisiin todennäköisesti kohdistamaan iskuja vihollisen taistelukykyä ylläpitävään kriittiseen infrastruktuuriin ja heikkouksiin, ja vastaavasti suojelemaan valtion omia vastaavia toimintoja. Yksittäiset haavoittuvaisiin tietoverkkokohteisiin kohdistuvat iskut tukevat operaation kokonaistavoitetta; sodan voittamista. Nopean toiminnan ja päätöksenteon merkitys korostuu, ja siksi konfliktin aikana myös informaatio-operaatioiden suorittaminen tehtävätaktiikan hengessä voi olla järkevää. Näin säilytetään kyky nopeaan päätöksentekoon. Tämä ei kuitenkaan poista sitä tosiasiaa, että johtamisen merkitys tulee korostumaan asevoimissa entisestään. Ajantasaisen ja oikean, häirinnän sekä väärän tiedon tehokkaasti pois suodattavan tilannekuvan merkitys korostuu.

Puolustuksen kohdalla informaatio-osodankäyntiin varautuminen on varsin hankalaa, sillä verkostoitunut informaatioympäristö on myös erittäin haavoittuvainen. Siksi olisi tärkeintä tunnistaa kriittinen tieto ja pyrkiä suojaamaan sen siirtoa ja käsittelyä tukevat järjestelmät. Asevoimissa, niin kuin yhteiskunnassa muutenkin, olisi keskityttävä ei-havaittujen heikkouksien kartoittamiseen, jotta mahdollisilta odottamattomilta informaatiohyökkäyksiltä osattaisiin suojautua. Kustannustehokkuutensa ja monikäyttöisyytensä vuoksi informaatio-operaatiot tulevat kasvattamaan merkitystään, ja siksi asevoimien olisi panostettava niihin.

### **Infosodan tulevaisuus?**

Informaatiovallankumouksen syvenemisen myötä uudet teknologiat tulevat ulottumaan enenevässä määrin maailman kaikkiin osiin. Samalla tavalla infosodan eri tekniikat ja näiden tekniikoiden hienostuneisuus tulevat lisääntymään. Siirtymä kylmän sodan jälkeisestä modernista ajasta tulevaan,

vielä muotoutumattomaan, aikaan ajaa tämän hetken informaatiokonflikteja. On odotettavissa, että verkostoihin perustuva informaatiiosodankäynti on pysyvä osa tulevaa aikakautta. Globaalin konnektiviteetin lisääntymisen myötä on huomattava, että tämä avaa mahdollisuuden myös ”sisä-” ja ”ulkopuolisten” väliselle kommunikaatiolle; tähän esimerkiksi Isiksen rekrytointikampanjat luottavat.

Toisaalta kansallisten verkkojen eristyspyrkimykset voivat johtaa myös informaatioympäristöjen eriytymiseen. Tavoitteena voi tällöin olla halu eristää oma kansa vierailta vaikutteilta tai pyrkimys hallita poliittista kenttää. Tämä johtaisi informaatioympäristön ja ihmisten välisen viestinnän valvontaan, varsinkin alueilla joissa valtiojohto toimii itsevaltaisesti vastoin demokraattisia periaatteita. Merkkejä tällaisesta syvävalvonnasta on nähty jo Kiinassa, kun suosituissa pikaviestimissä tiettyjä poliittiseen aktivismiin liittyviä sanayhdistelmiä on estetty esiintymästä käyttäjille.<sup>47</sup>

Puolustuksellisesti informaatioympäristön osalta on nähtävissä, että uhkiin aletaan varautua jälkikäteen. Esimerkiksi Yhdysvaltain 2016 vaaleihin kohdistuneita vaikutusyrityksiä ruvettiin perusteellisesti analysoimaan vasta tapahtumien jälkeen.<sup>48</sup> Informaatiiosodankäyntiin varauduttaessa olisikin tärkeää miettiä tulevaisuuteen ja varautua mahdollisiin uhkiin etukäteen, ennen kuin ne tapahtuvat. Varautumista on katsottava koko yhteiskunnan eikä ainoastaan viranomaisten näkökulmasta. On huomattava, että riippumatta siitä, ovatko esimerkiksi aktivistikansalaisjärjestöjen tavoitteet sovittavissa yhteen valtioiden intressien kanssa, voivat ne toimillaan mahdollisesti edesauttaa positiivista muutosta informaatioympäristössä.

Ongelmia ilmenee poliittisella tasolla. Yhdysvaltojen 2016 esimerkki on näyttänyt, että Venäjän vaikutusyritykset ovat repineet poliittista kenttää ja tulkintoja toimista on tehty puoluelinjojen mukaisesti. Poliittinen ympäristö on siis muuttuva tekijä, joka voi muuttaa tulkintaa tapahtumista ja jopa lamauttaa vasteen. Informaatio-operaatioihin vastaamatta jättäminen puolestaan voi altistaa yhteiskuntaa uusille toimille, jos toimien tekijä voi todeta seuraamusten olevan siedettäviä.

Ei ole odotettavissa, että pelkästään tietokoneiden ja aseiden määrä tai aseteknologian laatu sinänsä olisivat määrittäviä tekijöitä, vaan sen



sijaan teknologiaa hyödyntävien ihmisten ja yhteisöjen arvo- ja identiteettirakenteet. Maltilliset rakenteet mahdollistavat toimivamman maailman rakentamisen.<sup>49</sup> Mielikuvat ja informaatio – jonka pohjalta mielikuvat pitkälti rakennetaan – ovat keskeisiä määrittäviä tekijöitä esimerkiksi päätettäessä osallistumisesta kansainväliseen kriisinhallintaoperaatioon tai perusteltaessa ase- ja kalustohankintoja. Turvallisuuden ylläpitämiseen liittyviin suorituskykyihin ja niiden käyttöön kohdistuu uusia paineita informaation merkityksen lisääntymisen ja monipuolistumisen myötä. Samalla kuitenkin yhä suuremman ihmisjoukon ajatuksiin ja käyttäytymiseen vaikuttaminen tulee mahdolliseksi.<sup>50</sup> Näin ollen informaation määrän ja merkityksen lisääntymiseen liittyy sekä uhkia että mahdollisuuksia. Paljon riippuu siitä, kuka mielipidemuokkausta harjoittaa ja millaisista intresseistä lähtöisin.

Informaatiosodankäynnin päämäärä on informaatioylivoiman saavuttaminen ja ylläpitäminen. Koska informaatio-operaatioita voivat suorittaa käytännössä ketkä tahansa, niin valtiolliset kuin ei-valtiolliset toimijat taikka yksilöt, avaa tämä mahdollisuuden sille, että maailman vallitsevat valtakeskittymät voivat muuttua. Koska oikean ja luotettavan informaation merkitys on keskeistä kansalliselle puolustukselle, heikkolaatuinen tai virheellinen informaatio voi johtaa siihen, että puhutaan ja taistellaan asioista, jotka eivät olekaan oikeasti tärkeitä tai esitetyn kaltaisia. Näin siis informaation yhä jatkuva sähköistyminen voi aiheuttaa harhaiseen informaatioon pohjaavaa toimintaa. Samalla periaatteella informaation määrä kasvaa entisestään tulevaisuudessa, ja kun tätä kaikkea informaatiota ei mitenkään pystytä ihmisvoimin analysoimaan tai välttämättä toteamaan oikeaksi tai virheelliseksi, voi tämä itse asiassa johtaa siihen, että faktoista tiedetään entistä vähemmän. Tosiasiat sekoittuvat infosumuun. Tällöin myös virheelliseen informaatioon perustuvan virhetoiminnan mahdollisuudet voivat lisääntyä, mikä voi johtaa valtioiden sisäisiin ja välisiin jännitteisiin sekä yleiseen epävarmuuteen.

Yhteiskunnallisesti luottamus päättäjiä ja ylipäänsä informaatiota kohtaan saattaa heikentyä edellä kuvattujen kehityskulkujen vuoksi. Yleensä informaatiota pidetään hyvänä ja tavoittelemisen arvoisena asiana, mutta mikäli infosodan vuoksi tietoon kohdistuva optimismi katoaa, kärsii täs-

tä niin yhteiskunta kuin asevoimatkin. Tietotulvan keskellä, kiihtyneessä informaatio- ja viestisyklissä, myös ajantaju helposti hämärtyy, sillä verkkoon päivitetään jatkuvasti uutta tietoa eri puolilta maailmaa. Tällöin asioiden kontekstit ja historiallisuus helposti hämärtyvät, mikä voi osaltaan johtaa siihen, ettei jatkuvalla tykityksellä kohti tulevastakin infotulvasta saada olennaista poimittua. Virhetulkintojen ja -toiminnan riski kasvaa.

Väärän informaation tulvan myötä keskiöön nouseekin informaation todentaminen, monella eri tasolla. Valtioilla säilyy tarve viestiä kansalaisilleen ja kansalaisilla tulee olemaan tarve kyetä todentamaan informaation alkuperä. Myös median rooli varmennetun tiedon välittäjänä korostuu informaation luotettavuuden kriisissä. Kansalaisaktivismi ja -järjestöt voivat löytää tilanteessa myös uutta roolia, sekä suhteessa valtion omaan 'informaatiopuolustukseen' että suhteessa mediaan. Teknologisia keinoja, kuten tekoälyn soveltamista tiedon alkuperän selvittämiseen ja verifiointiin, tullaan varmasti myös työstämään. Toisaalta niin aktivistit, median edustajat kuin valtion avainpäättäjät voivat yksilöinä joutua informaatio-operaatioiden kohteeksi, joilla näiden luotettavuutta pyritään murentamaan.

### **Infosodan suhde asevoimiin ja sodankäyntiin**

Infosota tulee muuttamaan sodankäyntiä ja asevoimien toimintaa. Tästä huolimatta sotilaallinen uhka on sodan kuvan pysyvä piirre ja sodassa kuolee ihmisiä – jos ei sitten sotaa määritellä uudelleen. Näin ollen sodankäynti ei tulevaisuudessakaan tule olemaan ainoastaan informaatio- ja viestisyklissä, vaikka sodan kuva on laajentunut ja laajentuu entisestään. Valtion rooli on muutoksessa, koska se ei enää ole ainoa sotaa käyvä instituutio, vaan infosotaa voivat käydä myös muun muassa rikolliset, terroristit ja aatteelliset tahot. Esimerkiksi Anonymous-hakkeriryhmä julisti (info) sodan Isis-järjestölle Pariisin terrori-iskujen jälkeen<sup>51</sup>. Osaltaan huomataan, että sodan käsitteen sisältö on muutoksessa, ja käsitettä käytetään aiempaa helpommin ja yhteyksissä, joissa sitä ei ennen olisi välttämättä käytetty. Tämä on osa sodan kuvan kokonaisvaltaistumista. Valtio pyrkii säilyttämään asemansa muuttuvassa maailmassa, mutta sodankäynnin monimutkaistumisen ja teknologisoitumisen edesauttaman keskinäisriippuvuuden lisääntymisen

seurauksena yksikään valtio ei tule pärjäämään yksin tulevaisuuden turvallisuushaasteiden kanssa. Asevoimat tulevat kuitenkin säilymään tärkeänä poliittisena välineenä tulevaisuudessakin, ja valtio on edelleen keskeinen sotaa käyvä instituutio.

Tulevaisuudessa sotilasorganisaatioiden rakennemuutos tulee jatkumaan, ja sotilaiden määrä vähenee. Robotit korvaavat sotilaat vaarallisissa ja kalliissa toimintaympäristöissä sekä rutiinitehtävissä. Tekoälyjärjestelmät tuottavat enenevässä määrin analyysejä ja tukevat päätöksentekijöitä. Toisaalta ne tulevat myös kiihdyttämään informaatio sodan tahtia. Kustannustehokkuuden merkitys tulee korostumaan entisestään. Uudenlaiset, innovatiiviset, toimintatavat tulevat teknologisen kehityksen myötä olemaan asevoimien organisaatioiden elinehto. Toimintatapaa on muutettu esimerkiksi maavoimissa omaksumalla uusi, hajautettu, taistelutapa. Teknologinen muutos ja kehitys nousevat esiin eritoten logistiikan ja ilmapuolustuksen alueilla. Miehitämättömyyden ja kaukovaikuttamisen trendit tulevat jatkumaan. Tulevaisuudessa sotamateriaalia voi tulostaa verkoista, joten verkosta palveluineen tulee sodankäynnille entistä tärkeämpi, jopa kriittinen, tekijä. Kun aseet kallistuvat ja niitä hankitaan entistä vähemmän samalla kun sotilaiden määrä vähenee, johtamisen ja operaatiotaidon merkitys korostuu. Joidenkin mukaan vuonna 2030 informaatio-operaatiot tulevat muodostamaan kokonaan oman, neljännen, puolustushaaransa suomalaisessa maanpuolustuksessa. Toisten mukaan itsenäiset puolustushaarat taas tulevat kokonaan katoamaan.<sup>52</sup>

Suomalainen operaatiotaito ja taistelutaktiikka on perinteisesti perustunut ajatukseen alivoimaisen taktiikasta. Tässä näkemyksessä innovatiiviset toimintatavat ja ratkaisut taistelukentällä ovat keskeisessä asemassa. Näin ollen sotilaan ajattelu- ja toimintakyky ovat ensiarvoisen tärkeitä tekijöitä sodan päämäärän tavoittelemisessa. Tulevaisuuden sodankäynnissä ajatus alivoimaisen taktiikasta korostaa edelleen ihmisen merkitystä robotisoitumisesta ja järjestelmien autonomisoitumisesta huolimatta. Suomalaisittain siis ihminen ratkaisee edelleen, ei teknologia.<sup>53</sup>

Sodankäynti tulee tulevaisuudessakin olemaan voiman käyttöä, informaatioaspektin korostumisesta huolimatta. Tekemisen luonne on kuitenkin mahdollisesti muutoksessa. Toiminta vaatii aina informaatiota, ja jos

tapahtuu jotakin, mikä estää oikean tiedon saamisen, tällä voi olla moninaisia vaikutuksia sodankäyntiin. Jos päätöksiä ja toimintaa ei pystytä informaation avulla perustelemaan, on olemassa riski, että sodankäynti muuttaa luonnettaan ja siitä tulee jatkuvaa ja virtuaalista – eikä enää poikkeuksellista toimintaa. Jos taas informaatiota pystytään hallitsemaan ja arvioimaan sekä perustelemaan sen avulla päätökset, sodankäynti ei välttämättä muuta luonnettaan ratkaisevasti.



# KYBER-FYYSINEN SOTA 2030+

*Yhteiskuntien kompleksisuus tuottaa  
yllätyksiä sodankäyntiin*

MIRVA SALMINEN



# 7

---

---

## *Johdanto*

---

Sodankäynti on aina sidoksissa yhteiskuntaan tai yhteisöön, jonka nimissä sotaa käydään tai siihen varaudutaan. Se heijastaa vallitsevia arvoja, materiaalista vaurautta, organisoitumisen tapaa, teknologista perustaa sekä poliittisia ja kulttuurisia sidoksia. Se kiinnittyy oppeihin, tietoon ja taitoon, joita yhteiskunnassa tai yhteisössä ylläpidetään.<sup>1</sup> Näistä osista jossain tietyssä ympäristössä muodostuu sodan kuva<sup>2</sup>.

Artikkelin aiheena on sodan kuvan muutos kiihtyvän digitalisaation aikakaudella. Tutkimuksen lähtökohtana on geneerinen ”moderni nyky-yhteiskunta” ja siinä meneillään olevat tietoteknologiatrendit. Se ei siis tarkastele nimenomaisesti suomalaisen yhteiskunnan muutosta. Nyky-yhteiskunnassa tietoteknologia on kaikkialla. Se tuottaa, ohjaa, korjaa ja säätelee – niin yhteiskunnan selkärangaksi kutsuttua, kriittiseksi nimettyä infrastruktuuria kuin sen varaan rakentuvaa taloudellista, hallinnollista ja sosiaalista toimintaa. Tulevaisuudessa tietoteknologian rooli yhteiskunnassa kasvaa entisestään, sen käytöt monimuotoistuvat, ja se sulautuu osaksi fyysistä ympäristöä. Samaan aikaan yhteydet yhteiskunnan eri osien, hierarkian tasojen, sisäisen ja ulkoisen, etäisyyksien ja ajan välillä muotoutuvat uudelleen. Artikkelissa tietoteknologiaa lähestytään teknologian sosiaalisen rakentumisen näkökulmasta, missä painottuu yhteiskunnan tai yhteisön ja teknologian vuorovaikutteinen konstruoituminen. Teknologian kehitty-

minen ei määrää inhimillistä toimintaa vaan inhimillinen toiminta ohjaa teknologian kehittämistä.<sup>3</sup>

Artikkelissa ennakoidaan kyber-fyysisen<sup>4</sup> sodan kuvan muutosta nyky-päivästä 2030-luvulle tultaessa. Huomiota ei kiinnitetä niinkään sotateknii-kan kehittymiseen<sup>5</sup> kuin laajoihin yhteiskunnassa tapahtuviin muutoksiin, jotka vaikuttavat tulevaisuuden sodan kuvaan. Tietoteknologiarendien oletetusta vaikutuksesta yhteiskuntaan tehdään johtopäätelmiä sodankäyn- nin suhteen. Artikkelit pohjautuu Puolustusvoimien Tutkimuslaitokselle syksyllä 2015 tehtyyn tutkimukseen<sup>6</sup>.

Tutkimuksessa tietoteknologiarendit nähdään muutosta ajaviksi voimik- si. Oletuksena ei kuitenkaan ole, että menneisyyden kehityksestä voitaisiin suoraan ennustaa tulevaisuutta. Moniselitteisyys, moniulotteisuus ja komplek- sisuus ovat vahvasti läsnä. Epävarmuus on osa yhteiskuntaa ja sodan kuvaa. Artikkelia tulisikin lähestyä yhtenä mahdollisena kuvauksena tulevaisuuden kehityskuluista. Kompleksisuusajattelu muodostaa tutkimuksen teoreettisen viitekehysten. Sen kanssa käytetään yhteensopivia evolutionaarisen tulevai- suudentutkimuksen menetelmiä. Tulevaisuus nähdään avoimena, monia mahdollisuuksia sisältävänä ja ihmisten valinnoilla tuotettavana potentiaalina.

Artikkelin ensimmäisessä osiossa esitellään tutkimuksen teoreettinen viitekehys, tutkimuskysymykset ja menetelmät, joilla kysymyksiin vasta- taan. Toisessa osiossa listataan tietoteknologiarendit, jotka ajavat muutosta tulevaisuuteen. Yleistasolla ne voidaan kaikki niputtaa yhteiskunnan kiih- tyvän digitalisaation alle. Kolmannessa osiossa käydään läpi tutkimuksen keskeisimmät huomiot. Lopuksi hahmotellaan lyhyesti kyber-fyysinen so- dan kuva 2030-luvulla.

## *Tutkimusasetelma*

Artikkelissa vastataan kahteen toisiinsa kytköksissä olevaan tutkimuskys- mykseen:

1. Millainen on kyber-fyysinen sodan kuva 2030-luvulla?
2. Mikä tulevaisuuden ennustamisessa mahdollisesti onnistuu ja ei onnistu?



Artikkelin teoreettinen viitekehys koostuu väljästi kompleksisuusajattelusta ja sen soveltamisesta yhteiskuntatutkimukseen<sup>7</sup>. Kompleksisuus on katkokäsite, jonka alle mahtuu erilaisia teoreettisia painotuksia. Artikkelissa sillä tarkoitetaan järjestelmän, eli yhteiskunnan ja sen osana sodankäyntiä varten järjestetyn kokonaisuuden, laadullista piirrettä ja sen organisoitumisen tapaa.

Järjestelmä on erilaisista osista ja näiden välisistä vuorovaikutussuhteista koostuva toiminnallinen kokonaisuus. Järjestelmän osat ovat vuorovaikutussuhteessa myös järjestelmäkokonaisuuteen. Toiminnallisuus tarkoittaa, että järjestelmällä on jokin olemassaolon tarkoitus; tehtävä, jota se suorittaa. Onnistuakseen tehtävänsä suorittamisessa järjestelmä tarvitsee tietoa itsestään ja ympäristöstään, eli jonkinlaista takaisinkytkentää, jotta se voi säädellä toimintaansa. Takaisinkytkentä voi vahvistaa alkuperäistä vaikutusta tai tasapainottaa sitä. Tavoitteena on vuorovaikutussuhteiden muodostaminen sellaisiksi, että ne edesauttavat tehtävän suorittamista mahdollisimman hyvin.<sup>8</sup> Yhteiskunta hankkii tietoa toiminnastaan ja ympäristöstään moninaisten raportoinnin, seurannan, tiedonvaihdon, tutkimuksen ja yhteistyön keinoin. Se kykenee moniulotteiseen itsesääteilyyn, jonka tavoitteena on edesauttaa tehtävien suorittamista jatkuvasti muuttuvassa globaalissa ja alueellisessa toimintaympäristössä.

Yhteiskunta ja sen osat ovat kompleksisia, adaptiivisia kokonaisuuksia. Ne ovat avoimia järjestelmiä, eli ympäristö vaikuttaa niiden toimintaan ja ne vaikuttavat ympäristöönsä. Adaptiivisuus tarkoittaa, että yhteiskunta pystyy vastaamaan ympäristössä tapahtuviin muutoksiin itsesääntelyllä.<sup>9</sup> Se kykenee myös oppimaan ja kehittymään. Kompleksisuuden takia järjestelmän vuorovaikutussuhteet eivät ole yksinkertaisia tai helposti selitettävissä. Lisäksi ne muuttuvat koko ajan. Vuorovaikutus kyetään tunnistamaan, muttei jaottelemaan tai sanomaan, mistä se koostuu tai mihin kaikkeen se vaikuttaa. Järjestelmä kokonaisuutena on siten enemmän (voi olla myös vähemmän) kuin osiensa summa.<sup>10</sup>

Kompleksinen järjestelmä järjestäytyy itseorganisoitumisen kautta, eli se organisoituu ohjaamattomasti, osittain sattumanvaraisesti alemmilta tasoilta kohti ylätasoja. Sen vuorovaikutussuhteissa esiintyy niin kilpailua (järjestelmän osien suorittaessa päällekkäisiä tai toinen toisensa korvaavia tehtäviä) kuin yhteistyötä (järjestelmän osien tukiessa toinen

toistensa tehtävien suorittamista).<sup>11</sup> Pyrkiessään täyttämään tehtävänsä järjestelmä yrittää ratkaista sen eteen tulevia ongelmia, mikä johtaa järjestelmäevoluutioon. Evoluutio etenee tasaisesti ja hyppäyksittäin, tuottaen ennakoimattomia valintamahdollisuuksia. Jokainen valinta johtaa uuteen valintatilanteeseen eikä kertaalleen tehtyjä valintoja saa tekemättömäksi polkuriippuvuuden vuoksi.<sup>12</sup> Osaa järjestelmän kohtaamista ongelmista voi kutsua ”pirullisiksi”, sillä niihin ei ole olemassa oikeita tai vääriä ratkaisuja vaan ainoastaan parempia tai huonompia valintoja, jotka johtavat usein uusien ”pirullisten” ongelmien ja valintojen ääreen.<sup>13</sup>

Tutkimuksessa painottuu yhteiskunnan turvallisuuden tuottamisen tehtävä ja sitä suorittavan ja suorittamista tukevien osakokonaisuuksien toiminta<sup>14</sup>. Sodankäyntiä varten järjestetyksi osakokonaisuudeksi mielletään usein asevoimat. Globalisaation; rauhan ja sodan sekä yhteiskunnan sisäisen ja ulkoisen turvallisuuden limittymisen; turvallisuuden laajenemisen ja syvenemisen<sup>15</sup>; sekä lisääntyvän ulkoistamisen, julkinen-yksityinen kumppanuuksien ja toimijoiden monilukuistumisen ja laadullisen moninaistumisen myötä sodankäynti (ja sillä uhkaaminen) koskettaa koko yhteiskuntaa<sup>16</sup>. Suomessa yhteiskunnan turvallisuutta tuottaa kokonaisturvallisuuden järjestelmä. Asevoimat on yksi turvallisuuden osakokonaisuuden toimijoista, jotka vaikuttavat toisiinsa ja koko yhteiskuntaan. Kyberturvallisuuden omaksuminen osaksi kokonaisturvallisuutta tarkoittaa tietoteknologian merkityksen tunnustamista turvallisuuden tuottamisessa ja sen ottamista sääntelyn kohteeksi.

Turvallisuutta, ja sodankäyntiä osana sen tuottamista, voidaan tarkastella sekä yhteiskunnan osakokonaisuuden toimintana kuin ”pirullisena” ongelmana. Yhden turvallisuusongelman ratkaiseminen johtaa uusien turvallisuusongelmien muodostumiseen, joihin vuorostaan täytyy kehittää vastaukset. Aiemmat valinnat ohjaavat sitä, mihin kysymyksiin nyt joudutaan etsimään vastauksia eikä valintamahdollisuuksia ole rajattomasti. Globaalissa maailmantaloudessa tai Euroopan turvallisuudessa puhutaan keskinäisriippuvuudesta; kyberkeskustelu on tuonut mukaan huomion tietoteknologiariippuvuudesta. Riippuvuuksista ja keskinäisistä kytköksistä johtuen yhteiskunta ei kykene koskaan täysin varmistamaan oman toimintansa häiriötöntä jatkuvuutta, mikä lisää häiriötilojen sietokyvyn tarvetta<sup>17</sup>.

Täydellisen järjestyksen puuttuminen mahdollistaa kehityksen. Järjestystä on kuitenkin riittävästi, jotta äkilliset murrokset kuten hallintojärjestelmän vaihtuminen nähdään poikkeuksiksi tavanomaisesta.

Tulevaisuudentutkimuksen suuntauksista tutkimusmetodiksi valittiin kompleksisuusajattelun kanssa yhteensopiva evolutionaarinen lähestymistapa. Artikkelin lähtökohtana ja havainnoinnin kohteena on nykyhetki, jossa pyritään tunnistamaan tulevaisuuteen suuntautuneita ilmiöitä, joiden perusteella tehdään olettamuksia mahdollisista kehityspoluista tulevaisuudessa. Tulevaisuutta ei ole olemassa, vaan nykyisyydessä vaikuttavat uskomukset ja odotukset, tehtävät valinnat ja päätökset, sekä tärkeinä pidetyt arvot vaikuttavat siihen, millaiseksi se muodostuu.<sup>18</sup>

Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus tarkastelee yhteiskuntaa järjestelmänä, joka koostuu ihmisryhmistä ja näiden välisistä suhteista. Järjestelmä on historiallinen ja ympäristöönsä sidottu prosessi, joka ei ole minkään toimijan ohjailtavissa. Ympäristöineen se on sekä luonnollinen että sosiaalisesti rakentunut. Pyrkiessään ylläpitämään itseään yhteiskunta järjestäytyy yhä uudelleen. Se muuttuu, pysyy ja/tai tuhoutuu ihmisten sosiaaliseen vuorovaikutuksen ja jossain määrin toistuvan käyttäytymisen myötä.<sup>19</sup> Kehittyessään yhteiskunta kompleksisoituu; samalla yhteiskuntien ja yhteisöjen väliset linkitykset lisääntyvät. Muutos on usein tasaista. Ennakoimattomuutta esiintyy, kun yhteiskunta tuottaa vallitsevaa toiminnan tapaa haastavia liikkeitä reuna-alueilleen. Saadessaan riittävästi huomiota ja tukea, liikkeet kykenevät muuttamaan yhteiskuntaa murroksen kautta. Muutoksen ajankohta voidaan ennakoida, mutta se itsessään on ennakoimaton. Muuttuneenkin yhteiskunnan sisään jää ”jälki” aiemmasta, minkä vuoksi nyky-yhteiskunta sisältää maatalousvaltaisen ja teollistuneen yhteiskunnan piirteitä.<sup>20</sup>

Kyber-fyysisen toimintaympäristön historiallinen rakentuminen sisältää sekä tasaisen että hyppäyksittäisen kehityksen vaiheita. Muutos on niin määrällistä (uuden, korkeamman tason järjestäytyneisyyden muodostuminen) kuin laadullista (jatkuvasti syntyvät uudet yhteiskunnan laadulliset piirteet ja murrosvaiheissa tapahtuva muutos)<sup>21</sup>. Artikkelissa ennakoidaan muutoksia, jotka kyber-fyysisen toimintaympäristön ja sen osana olevien yhteiskuntien kehitys aikaansaa sodan kuvassa. Tutkimus to-

teutettiin taustatutkimuksen ja kahden asiantuntijatyöpajan yhdistelmänä. Taustatutkimuksella selvitettiin nykyisyyttä: nyky-yhteiskunnan piirteitä ja meneillään olevia tietoteknologitrendejä. Asiantuntijatyöpajoissa arvioitiin tulevaisuuden kehitystä: sitä, miltä yhteiskunta ja sodan kuva 2030-luvulla näyttävät. Tuloksia täydennettiin vielä puhelimitse tehdyillä asiantuntija-haastatteluilla.

Taustatutkimuksessa nykyisyyttä määrittäväksi megatrendiksi<sup>22</sup> tunnistettiin kyber-fyysisen toimintaympäristön vähittäinen muotoutuminen. Se ei ole ainoa meneillään oleva megatrendi, mutta esimerkiksi väestönkasvu, muuttoliikkeet ja ilmastonmuutos rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle yksinkertaistamisen tarpeen vuoksi. Tunnistetut tietoteknologiatrendit<sup>23</sup> listataan artikkelin seuraavassa osiossa. Nykyistä sodan kuvaa luonnehtivat verkostomaisuus, epäsymmetrisyys, informaatioulottuvuuden voimakas hyödyntäminen, pyrkimys yllätykseen ja sen vastinparina jatkuva valveilla olemisen tarve, perinteisten sodankäynnin keinojen täydentäminen muilla vaikuttamisen tavoilla (hybridisodankäynti), taistelukentän läpinäkyvyys ja sen globaali ulottuvuus. Oman joukon suoja korostetaan ja sotilaat katoavat taistelukentältä, mutta samalla sotia käydään asutuskeskuksissa ja niiden osapuolina on asevoimien ohella monia muita toimijoita. Taistelukenttä siten ”siviiliytyy” ja vaikuttamisen kohteina ovat korostetusti yhteiskunnan kriittiset toiminnot. Toiminta nopeutuu, mutta samalla toiminnan vaikutukset voivat olla havaittavissa vasta pitkän ajan kuluttua.<sup>24</sup>

Taustatutkimuksen pohjalta lokakuussa 2015 järjestettiin kaksi asiantuntijatyöpajaa pohtimaan tulevaisuuden mahdollisia kehityskulkuja. Työpajoissa ennakoitiin yhteiskunnan muutosta tietoteknologiatrendien pohjalta ja tämän vaikutusta sodan kuvaan. Toteutustapa oli sidoksissa tutkimuksen lähtökohtaoletukseen, jonka mukaan sodan kuva heijastaa konfliktien osapuolina olevia yhteiskuntia tai yhteisöjä. Samalla sodankäynnin tavat muokkaavat näitä yhteiskuntia ja yhteisöjä. Työpajoihin osallistujille lähetettiin ennakkomateriaalina kolme nykyistä ja tulevaisuuden sodan kuvaa käsittelevää artikkelia<sup>25</sup>. Kukin tutustui näihin oman mielenkiintonsa ja aikarajoitteidensa puitteissa. Työskentely työpajoissa oli vapaamuotoista. Tavoitteiden ja toimintatapojen läpikäymisen jälkeen liikkeelle lähdettiin edellä esitetyistä nykyisestä sodan kuvasta ja tietoteknologiatrendeistä.

Osallistujien tehtävänä oli ensin arvioida, ovatko mainitut trendit juuri ne tulevaisuuden kehityksen kannalta olennaisimmat. Sen jälkeen hahmoteltiin tulevaisuuden kehitystä yhteiskunnassa ja sodan kuvassa. Keskustelua jatkettiin niin pitkään kuin puhuttavaa riitti, mutta osallistujia oli pyydetty varaamaan pari, kolme tuntia työpajaa varten. Suurin osa osallistujista tuli turvallisuusorganisaatioiden ulkopuolelta.

Työpajoissa paikalla oli kaksi kirjuria, jotka osallistuivat keskusteluun ja sen ohessa kirjasivat keskeisimmät huomiot ylös. Muistiinpanot koottiin yhteen ja analysoitiin. Näin kerätty aineisto muodostaa keskeisimmän osan artikkelin sisällöstä. Taustatutkimuksen aineisto koostuu tutkimuskirjallisuudesta, artikkeleista niin tieteellisissä kuin ei-tieteellisissä julkaisuissa, blogiteksteistä ja saatavilla olevista raporteista.

### *Keskeiset yhteiskunnan muutosta ajavat tietoteknologiatrendit*

Tutkimuksessa tarkastellut tietoteknologiatrendit valikoituivat prosessissa, jossa lähdettiin liikkeelle Futura-lehden (2/2014) artikkelista<sup>26</sup>. Trendien tarkentamisessa hyödynnettiin tietoteknologiaa ja sen kehitystä tutkivan yhtiön, Gartner, vuosittaisia hype cycle-analyyseja<sup>27</sup> sekä internetistä eri areenoilta löytyneitä trendilistauksia. Keskeisimmiksi trendeiksi tunnistettiin:

- informatisointuminen,<sup>28</sup>
- digitalisaatio,<sup>29</sup>
- virtualisointuminen,<sup>30</sup>
- automatisaatio ja robotisaatio,<sup>31</sup>
- kompleksisuuden ja epäsymmetrian<sup>32</sup> lisääntyminen,
- teknologian kautta tapahtuva globalisaatio,
- kaupallistuminen ja teknologian leviäminen.

Artikkelissa tietoteknologiatrendejä ei tiivistämisen tarpeen vuoksi käydä tarkemmin läpi vaan siirrytään tarkastelemaan niiden oletettuja vaikutuksia yhteiskuntaan ja sodan kuvaan.

## *Ennakoitu muutos yhteiskunnassa ja sodan kuvassa*

Työpajoissa ja asiantuntijahaastatteluilla kerätystä aineistosta on nostettavissa esiin teemoja, jotka vaikuttavat niin yhteiskunnan kuin sodan kuvan muutokseen 2030-luvulle tultaessa. Osiossa teemat on kerätty kolmen alaotsikon alle: Todennäköiset vaikutukset, Mahdolliset vaikutukset ja Kysymyksiä vastausten sijaan. Alaotsikot kuvaavat esiin nostettavien teemojen todennäköisyyttä ja yllätyksellisyyttä sekä sitä, ettei moneen tulevaisuutta koskevaan kysymykseen ole vielä vastausta. Epävarmaa on myös se, mitkä kysymykset lopulta ovat merkityksellisimpiä.

### **Todennäköiset vaikutukset**

2030-luvulle tultaessa valtion suhteellinen rooli yhteiskunnassa heikkenee ja yritysten vahvistuu. Tietoteknologian käytön lisääntyminen ja leviäminen ympäri maailmaa edesauttaa muutosta, mutta kyse on yhtä lailla yksilöllisten arvojen vahvistumisesta, globaalin markkinatalouden kehittämisestä ja ylikansallisten hallintojärjestelmien rakentamisesta. Tietoteknologian halventuminen ja kehittyminen tukee muita kehityskulkuja. Kuinka ohueksi valtio muuttuu tai mihin tehtäviin se tulevaisuudessa keskittyy, ei ole varmaa. Tietoteknologian aiheuttamat riippuvuudet, osaamisen löytyminen pääosin muilta yhteiskunnan sektoreilta ja verotuspohjan muutokset vaikuttavat keskeisesti valtion rooliin. Globaali osaaminen järjestäytyy verkostomaisesti ja todella taitavista yksilöistä kilpaillaan maailmanlaajuisesti. Kytkehtöjen määrä verkostossa kasvaa, mikä lisää kokonaisuuden kompleksisuutta ja yllättäviä takaisinkytkentöjä. Kokonaisuus ei ole kenenkään hallittavissa, vaikka siihen erilaisilla kahden- ja monenvälisillä sopimuksilla, säädännöllä ja oikeudellisilla vastuilla pyritäänkin vaikuttamaan.

Globaalien muutosten lähteenä toimii Lähi-itä, Kiina ympäristöineen tai keskinen Afrikka. Muutos ei niinkään lähde liikkeelle teknologisesta kehityksestä kuin konfliktien eskaloitumisesta tai luonnonkatastrofien aiheuttamista ihmismassojen siirtymistä. Mitä esimerkiksi tapahtuu, kun Afrikan sisäosien ihmiset lähtevät liikkeelle? Asiat, jotka ovat aiemmin ol-

leet turvallisen kaukana alkavat uhkaamaan ”meitä” nyt. Siirtolaisuuden ja kyberturvallisuuden yhteinen nimittäjä on, ettei kummankaan ilmiön kohdalla ole kyse tietämättömyydestä tai ennakoimattomuudesta vaan siitä, ettei ilmiöitä ole haluttu ottaa suunnittelussa huomioon. 2030-luvulla Kiinan arvioidaan olevan taloudellisesti yhtä suuri kuin Yhdysvallat ja Euroopan Unioni yhteensä – Millaisia vaikutuksia tällä on globaaliin valta- ja voimatasapainoon? Pystyvätkö nousevat valtiot saavuttamaan saman teknologisen tason, mikä länsimaissa on tuolloin? Menevätkö ne ohi? Riittääkö teknologian kopioiminen yhteiskunnallisen vaurauden ja osaamisen tason nostoon vai tarvitaanko innovaatioita? Kaikki innovaatiot eivät ole kopioitavissa, sillä ne voivat perustua mahdollistaviin yhteiskunnallisiin rakenteisiin. Millaiseen resurssikilpailuun kehityskulku johtaa? Mistä resursseista kilpaillaan? Ketkä ja millä keinoin ovat kilpailun todennäköisimpiä menestyjiä tai häviäjiä?

Nykyinen turvallisuuden kategorisuus hankaloittaa turvallisuuden tuottamista kyber-fyysisessä toimintaympäristössä. Pirulliset ongelmat eivät siiloudu, mutta silti niihin pyritään vastaamaan esimerkiksi ministeriö-, hallinnonala- tai teollisuudenalakohtaisesti. Turvallisuuden tuottamista määrittää yhtäältä tontinvartiointi ja toisaalta kaikkialla hajallaan oleminen. Esimerkiksi kansallisen kyberturvallisuuden tehtäväkentän hajauttaminen on ongelmallinen, koska se osaamisen ja fokuksen puuttuessa usein tarkoittaa, ettei asia etene. Vastuu sysätään jollekulle toiselle, kun selkeät, perinteiset hallinnonalat ylittävät toimivallat puuttuvat. Toisaalta hajauttaminen on pakottanut toimijat luomaan uusia rajapintoja sekä lisäämään yhteistyötä. Keskeinen kysymys on, mitä tapahtuu turvallisuuden tuottamiselle, kun valta siirtyy poliitikoilta teknokraateille ja ”nörteille”, joilla on kyky vaikuttaa toimintaympäristöön. Poliitikoilla ja hallintoviranomaisilla on vähän välineitä ohjata kehityskulkua. Välineistä keskeisin on sääntely, mutta sillä helposti haitataan markkinoiden toimintaa, mikä voi johtaa yllättäviin kokonaisvaikutuksiin.

Tulevaisuuden informaatioperusteisessa yhteiskunnassa suuren osan turvallisuudesta tuottavat yritykset, joilla on tietoteknistä osaamista. Koska myös fyysisen turvallisuuden tuottamisen tavat ovat sidoksissa digitaaliseen turvallisuuteen, yritysten suhteellinen rooli ja merkitys kasvavat. Samalla

kasvaa niiden valta. Tietoteknologian alalla on jo pidempään ollut meillä kehitys, jossa suuret, monikansalliset yritykset ostavat pienempiä yrityksiä ja siten laajentavat omaa tuoteperhettä ja osaamisaluettaan. Kehityksen oletetaan jatkuvan ja eri toimijoiden tulevan yhä riippuvaisemmiksi suuryrityksistä. Suurimmasta osasta organisaatioita tietoteknologinen osaaminen häviää ja ne toimivat maailman ympäri hajautuneen osaamisen varassa. Samalla organisaatioiden vaikutusmahdollisuudet vähenevät, koska ne eivät teknisesti ja taloudellisesti pysty rakentamaan vaihtoehtoisia järjestelmiä, tiedonsiirto verkostorakenteessa vaatii yhteensopivuutta, ja nojautuminen standardoituin ja valmiiksi paketoituihin ratkaisuihin on helpointa. Suuryritysten innovointikyky riippuu tekijöistä kuten niiden sisäinen hierarkkisuus ja työnjako, ympäristön mahdollistavat rakenteet ja tuki, sekä ilmaisunvapaus.

Keskinäisriippuvuuden lisääntymisen ohella tietoteknologiarendien varmaksi vaikutukseksi arvioidaan muutoksen vauhdin kiihtyminen. Teknologia leviää nopeammin kuin mikä on hallittavissa ja tunkeutuu yhä syvemmälle yhteiskunnan rakenteisiin. Havaitut muutokset johtuvat pääosin prosessointikyvyn lisääntymisestä, tiedonsiirron nopeuden kasvamisesta, tiedon tallennuskapasiteetin kasvusta ja tietoteknologian hintojen laskusta. Työpajoissa oltiin erimielisiä sen suhteen, onko tulevaisuuden ennakoiminen ylipäänsä mahdollista; ja jos on, niin mikä on ennakoitavuuden aste. Ennakoitavuuden ajatuksesta on vaikea luopua, sillä se sisältyy tapaamme järjestää ja perustella yhteiskunta: muun muassa oikeusjärjestyksen, sääntöjen, normien ja diplomatian tehtävänä on ylläpitää ennakoitavuutta. Ennakoinnin helpottamiseksi rakennetaan tilannekuvajärjestelmiä, lisätään tiedonkeruuta ja tiedonkulkua erilaisten rajojen yli, sekä kehitetään välineitä tiedon pilkkomiseen ja yhdistämiseen. Olennaisen erottaminen tietotulvasta on hankalaa tai ajoittain mahdotonta. Vastaukseksi haasteeseen nähdään tiedonlouhinnan kehittäminen ja robotisaatio, sillä joistakin ilmiöistä anomaliat voidaan löytää vain koneoppimisen ja kehittyneen tiedonlouhinnan avulla. Nykyisyydessä dataa on jo yllin kyllin, mutta osaaminen suurten tietomassojen käsittelyyn puuttuu. Niin yhteiskunnan kuin sodan kuvan kehityksessä pyrkimys on kohti kontrolloitavuuden säilymistä, mutta kokonaisuuden kompleksinen



luonne tekee tästä haastavaa. On myönnettävä, että aidot yllätykset ovat mahdollisia – ja todennäköisiä.

Kiihtyvä digitalisaatio ei automaattisesti tee yhteiskunnasta nykyistä haavoittuvampaa. Eri teknologioiden käyttäminen tarkoittaa, ettei niitä kaikkia saa ”taikanapilla” pois päältä. Toisaalta työpajoissa käytiin keskustelua elektromagneettisen pulssin tai vastaavan radioaaltoilla aiheutettavan tietoteknologian seisahtumisen mahdollisuudesta. Sodan kuvaan vaikuttaa pulssin käytön mahdollisuus ainakin paikallisesti, jolloin sen avulla kyetään häiritsemään tai tekemään mahdottomaksi esimerkiksi robotisoitujen asejärjestelmien tai miehittämättömien alusten käyttö.

Pitkään keskusteltiin myös hajauttamisesta: energiantuotannossa, tuotannossa ylipäänsä ja kyberturvallisuuden tai suojaamisen yleisenä periaatteena. Yksimielisyyteen ei päästy siitä, mahdollistaako digitalisaatio hajauttamisen vai tekeekö digitaalisen alla oleva fyysinen rakenne siitä vain vision. Digitalisaation aikakaudellakin tuotanto riippuu toimivasta infrastruktuurista ja tiedonsiirto tapahtuu edelleen fyysisiä valokaapeleita pitkin. Koska infrastruktuuri toimii tai sen ohjaaminen tapahtuu digitaalisen kautta, on fyysinen infrastruktuuri vastavuoroisesti digitaaliselle alistettua. Hajautettu hyökkäys voi aiheuttaa suurta vahinkoa keskitetyssä järjestelmässä, mutta vastauksena siihen on hajautettu järjestelmä, epäsymmetriasta kohti symmetriaa siirtyminen. Keskitettyä järjestelmää taas puoltaa parempi kokonaiskuva ja kontrolloitavuus.

Kyber-fyysistä toimintaympäristöä, ja varsinkin sen sosiaalisuutta, määrittää jatkuva yhteydessä oleminen. Paine jatkuvaan läsnäoloon on jo nykyisyydessä suuri, mutta tulevaisuudessa siedetään vielä vähemmän viivettä viesteihin vastaamisessa tai lisätyn todellisuuden sisältämän tiedon reaaliaikaisuudessa. Liikennevälineet eivät kulje ilman tietoliikenneyhteyttä eikä älykoti päästä asujaa sisään, ellei sähkönjakelu toimi. Yksityisyys häviää sellaisena kuin sen vielä nykyisyydessä tunnemme. Ihmiset ja heidän elämänsä samoin kuin organisaatiot muuttuvat ”läpinäkyviksi”. Toisaalta tiedon manipuloiminen tai piilottaminen onnistuu tulevaisuudessakin – vaikka sitten suurella vaivalla ja kalliisti. Yhteiskunta muuttuu läpinäkyväksi, mutta samalla vallankäytöstä tulee entistä hahmottomampaa ja näkymättömämpää.

Yksilöillä, ryhmillä ja organisaatioilla on jo mahdollisuus rakentaa oma mielenkiintoinen elämänsä internetiin. Tulevaisuudessa tästä tulee vielä yleisempää, jopa odotettua. Jokaisella on monta identiteettiä, joista he valitsevat kuhunkin tilanteeseen ja käyttötarkoitukseen sopivan. Eri yhteyksistä tutut ”henkilöt” tai ”ryhmät” eivät kohtaa toisiaan, vaan jokaisella identiteetillä on oma kaveripiirinsä ja toimintaympäristönsä. ”Me” rakentuu esimerkiksi globaalin aatteellisen liikkeen, netin keskustelupalstan tai tietokonepelin ympärille. Ryhmäytymisen alusta on vähemmän merkityksellinen kuin se, että ryhmät rakentuvat yli perinteisten rajojen niitä murtaen. Vastareaktionä syntyy ryhmiä, jotka pyrkivät turvaamaan perinteiset rajat. Sodankäynnin kannalta mielenkiintoiseksi nousee kysymys, vaikeuttavatko ihmisten fragmentoituneet ja moninaistuneet identifikaation kohteet sodankäynnin ja sen tarpeellisuuden perustelemista. Mistä syistä sotaa tulevaisuudessa käydään ja miten se pystytään legitimoimaan? Millä keinoin kukakin osallistuu? Kenen ylipäänsä on osallistuttava sodankäyntiin? Ryhmäytymisessä on jatkossakin kulttuurisia ja alueellisia eroja; myös sen suhteen, kuinka paljon tietoteknologia ryhmien muodostumiseen vaikuttaa. Kaiken uudelleen järjestäytymisen keskellä ihmisten identiteetin ”hukassa olemista” pyritään käyttämään hyväksi, mikä näkyy eri ryhmien internetissä, varsinkin sosiaalisessa mediassa, harjoittamassa manipulatioissa ja ”värväämisessä”.

Kyberkeskustelussa usein huomautetaan, että tietoteknologian kehittyminen tuo yhä uusia kyvykkäitä toimijoita turvallisuuden ja sodankäynnin areenoille. Varsinkin vihamielisten toimijoiden joukon nähdään moninaistuvan ja monipuolistuvan. Uhkaajien listaus laajenee valtioista terroristeihin, poliittisiin ja taloudellisiin vakoojiin, rikollisiin, yrityksiin, aktivisteihin, löyhiin aatteellisiin yhteenliittymiin ja yksilöihin. Tulevaisuudessa joudutaan huomioimaan suurempi joukko arvaamattomasti käyttäytyviä tahoja. Toimijoiden ja toiminnan kohteiden moninaisuus saa aikaan sen, että tietoturvakysymykset pysyvät ajankohtaisina ja ovat läsnä yksilöiden ja organisaatioiden arkipäivässä.

Tiedon oikeellisuuden tärkeys säilyy tulevaisuudessa. Yksilö, ryhmä tai organisaatio voidaan huijata toimimaan itselleen vahingollisesti, mutta voidaanko sama tehdä suuressa mittakaavassa? Informaatio-operaatioi-

den<sup>33</sup> merkityksen tunnistaminen on entistä keskeisempää: operaatiot on havaittava ja niihin on kyettävä vastavaikuttamaan. Uhka ei välttämättä tule ulkopuolelta vaan sen lähde voi sisältyä organisaatioon tai yhteiskuntaan. Väärää tietoa voidaan ujuttaa yhteisöön tai yhteiskuntaan vähitellen ja siten vaikuttaa muun muassa kansallisen narratiivin sisältöön. Niin kauan kuin yhteiset arvot ja poliittiset päämäärät, kansallinen narratiivi ja yhteiskunnan kyky ovat jokseenkin yhteneväiset, ihmiset arvostanevat yhteiskunnan puolustamisen arvoiseksi. Nykyisin Suomessa narratiivi käy yksiin koko miesikäluokan asepalveluksen ja kertausharjoitusten kanssa, mutta mikä on tilanne tulevaisuudessa, kun joukko pienenee ja kertaaminen harvennee? Mitä tapahtuu, jos pahantahtoinen taho pystyy ottamaan kansalliset tiedotusvälineet haltuunsa? Kuinka silloin varmistetaan yhteiskunnassa leviävän tiedon oikeellisuus?

Tulevaisuudessa ihmisistä ja laitteista kerätään yhä enemmän tietoa, muttei ole itsestään selvää, mihin sitä käytetään. Kellään ei toistaiseksi ole kontrollia tiedon käyttöön. Problematiikkaan liittyy kysymys siitä, kenelle olemme valmiit tietoja luovuttamaan. Ihmiset ovat valmiimpia antamaan tietoja itsestään eteenpäin silloin, kun he eivät tiedä kenelle tai mihin tarkoitukseen tieto kerätään. Mikäli loppukäyttäjäksi tarkennetaan liiketalous, ihmiset muuttuvat haluttomammiksi yhteistyöhön. Tiedonkeruun ohella digitaalinen valvonta lisääntyy tulevaisuudessa. Tiedon globaalia leviämistä pyritään kontrolloimaan tietoturvallisuuden keinoin ja vaatimalla esimerkiksi datan paikallistamista. Ajattelun mukaan tieto pitäisi säilyttää tietyn maantieteellisen alueen sisäpuolella ja sen lainsäädännön alaisena. Vaikka paikallisuuteen päästäisiin, ovat tiedon tosiasialliset käsitelijät hajallaan ympäri maailmaa, mikä johtuu muun muassa globaaleista tuotantorakenteista, ketjutuksista ja pyrkimyksistä toimintakustannusten minimoimiseen. Vaikka data ei liikkuisi, siihen pääsee käsiksi globaalisti. Kokonaiskuvan saaminen hankaloituu muun muassa pilvipalveluiden yleistyessä: Tarvittava tieto on eri paikoissa ja sitä päästään käyttämään monilta eri päätelaitteilta. Valta siihen, miten hyvin pilvipalvelut kunkin henkilön tai organisaation tarpeisiin skaalautuvat tai miten niiden turvallisuudesta huolehditaan, siirtyy henkilön ulottumattomiin ja organisaation ulkopuolelle. Usein organisaatioissa ei ole kykyä korjata tai edes

paikantaa vikaa, ja monelle on vierasta ajatella oman toiminnan kokonaisvaikutuksia.

Suomessa lähes kaikki vieni pohjautuu tietopäähän ja/tai on aineettomista oikeuksista riippuvaista. Aineettomien oikeuksien valvomisesta tulee koko ajan vaikeampaa ja ne voidaan vaihtoehtoisesti määritellä kehitystä hidastaviksi tekijöiksi. Tiedon avoin jakaminen, kopioiminen tai ”lainaaminen” lisääntyvät, mikä näkyy globaaleina liikkeinä, paikallisina ryhmittyminä ja lisääntyneinä oikeudenkäynteinä. Kyky kaiken tiedon rajojen yli siirtämiseen ei silti tarkoita, että tieto olisi tasavertaisesti tai avoimesti kaikkien saatavilla. Koska tiedolla on arvo, pyritään sen jakelua rajoittamaan. Tiedon rajoittamispyrkimysten vastavoimana toimii ”avoin data”-ajattelu. Avoimilla lähdekoodeilla, vapaasti hyödynnettävillä tietoaisteistoilla, ja luvalla tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen tietoaisteistoja hyödyntämällä pyritään muun muassa parantamaan digitaalista turvallisuutta, tarjoamaan vapaasti hyödynnettäviä tuotteita ja palveluita sekä edesauttamaan uusien liiketoimintaideoiden syntymistä. Avoimuuden vaikutuksia sodan kuvaan on mahdoton ennustaa, mutta kehityssuunta todennäköisesti vahvistuu.

Kyber-fyysisen toimintaympäristön kompleksisuuden lisääntymiseen liittyy organisaatioiden uudelleen järjestäytyminen. Organisaatiot ovat tulevaisuudessa nykyistä hajanaisempia ja väljempää. Vielä vallalla oleva hierarkisuus korvautuu verkostomaisuudella, mikä synnyttää kitkaa eri järjestäytymismuotojen välillä niiden sopeutuessa toinen toisiinsa. Kaavamaisuus eri tilanteissa vähenee, sillä ihmisen mukana oleminen mahdollistaa toisen tekemisen. Aiemmin tapahtuneesta voidaan oppia entistä vähemmän, sillä jokainen tilanne on ainutkertainen ja vaikutukset kokonaisuuden eri osiin yllättäviäkin. Miten esimerkiksi Suomen puolustusvoimat sopeutuu muutokseen? Olemassa oleva järjestelmä perustuu pitkälti miesvoimaan, joten sen sopeuttaminen kuhunkin tilanteeseen tapahtuu miesmäärää säätelämällä. Suomi pysyy jatkossakin alivoimaisena toimijana, joka pyrkii teknologista osaamistaan hyödyntämällä ”toimimaan fiksusti” ja siten tukeutumaan yhteiskunnan vahvuuksiin. Siviilioasaamisen kautta vahvistetaan sotilaallista toimintaa. Hyvää tilannekuva ylläpitämällä ja teknologista osaamista hyödyntämällä luodaan epäsymmetriaa, voimaa ja vaikutusta.

Ihmisten häviäminen taistelukentältä helpottaa sodankäynnin legitimoimista eikä monikaan kyberkeino vaadi niinkään rahaa kuin osaamista. Sotatekniikan kalleuteen keskittyminen kumpuaa perinteestä, mutta jo nykyisellään pienemmät resurssit saadaan entistä tuottavampaan käyttöön. Osaamista haetaan jatkossa nimenomaan alueilta, joilla teknologiaa kytetään järjestelmänä käyttämään älykkäästi. Tavoitteena on järjestelmävaihtuksen aikaansaaminen, missä kokonaisuuden tehokkuus ja hyödyt ovat yksittäisiä laitteita tärkeämpiä. Digitalisaatio avaa tähän monia mahdollisuuksia. Tulevaisuutta ovat itsenäisesti tai lähes itsenäisesti toimivat asejärjestelmät ja miehittämättömät maa-, meri- ja ilma-alukset. Automaatio ja robotisaatio mahdollistavat kehityksen hyvin pitkälle viemisen: ”Kaikki mikä voidaan tehdä koneille, tehdään koneilla.” Nykyisin robotit hoitavat ensisijaisesti tylsimät, vaarallisimmat ja likaisimmat tehtävät. Tulevaisuuden sota ei enää synnytä sankareita. Teoreetikoilla on kiire miettiä sodankäynnin säännösten tai eettisten ohjeiden soveltamista muuttuvaan tilanteeseen: Millaista on koneen etiikka? Onko sotilas- ja siviilikohteiden erotteleminen enää mahdollista? Jos robotti tappaa sivullisen, onko vastuu laitteen valmistajalla, ohjaavan ohjelmiston koodaajalla vai kenellä?

Järjestelmien itseohjautuvuuden suhteen ollaan vielä tilanteessa, jossa ihminen määrittelee järjestelmän logiikan. Aikaa kuluu paljon siihen, että tietokoneille kerrotaan erikoisalue, joilla niiden tieto ja osaaminen on ”ylivoimaista” ihmiseen nähden. Vaikka puoliautomaattiset järjestelmät toimivat jo jokseenkin hyvin, on täysi automaatio vielä tavoite. Myös luova ajattelu onnistuu koneilta vielä huonosti. 2030-luvulle tultaessa realistinen oletus on, että ihmiset ja puoliautomaattiset järjestelmät toimivat rinta rinnan; sodan kuvaa siten määrittää ihmisten ja koneiden yhteistyö. Miten tällaista toimintaa johdetaan tai ohjataan, jää mietittäväksi.

Teknologian kehittyessä on taistelutavan muututtava sen mukana ja kyber-fyysisen maailman strategiaa, operaatiotaitoa ja taktiikkaa kehitettävä erikseen. Kyse ei ole vain siitä, että kone korvaa ihmisen ja käyttäytyy kuten ihminen vaan siitä, että täysin uudenlaiset toiminnan tavat tulevat mahdollisiksi. Samalla jotkin aiemmat toiminnan tavat muuttuvat mahdottomiksi. Mikä toimii ja mikä ei, löydetään kokeilun, onnistumisen ja erehtymisen, sekä kokemuksen karttumisen ja vahinkojen kautta. Nykyisyydessä

ihminen-kone-yhdistelmän ja keinoälyn kehittymisen odotetaan vaikuttavan ennen kaikkea päätöksenteon nopeuteen. Sodankäynnissä voittaa se, joka kykenee tekemään hyviä, oikeita ja relevantteja päätöksiä nopeimmin. Samalla keinot, joilla asioita voidaan aikaansaada muuttuvat. Turvallisuusajattelun on muututtava niiden mukana. Väkivaltaan turvaututaan yhä harvemmin, mikäli jokin vaikutus voidaan saada aikaan muilla keinoin.

Strategisista resursseista kilpaileminen tai niiden manipuloiminen ovat 2030-luvun sodankäynnin syitä. Sodankäynti säilyy monikäyttöinstrumenttina, jota voidaan käyttää minkä tahansa tavoitteen edistämiseen tai jonkin alueen rauhoittamiseen. Massiivinen maaoperaatio rajautuu pois tulevaisuudenkuvista ja tappioiden sietokyky laskee kaikkialla. Sodankäynnin keinoihin kuuluvat strategisten resurssien saannin katkaiseminen, niillä kiristäminen, tai tietopääoman paljastamisella uhkaaminen ja painostaminen. Yhteiskunnan lamauttaminen tai näivettäminen esimerkiksi talouden kautta on sen romahduttamista todennäköisempää. Kuka haluaisi keskinäisriippuvaisessa maailmassa tuhota yhden järjestelmäkokonaisuuden osista? Mitä hyötyä siitä olisi? Ainoita ajateltavissa olevia motiiveja ovat kaaoksen aiheuttaminen tai rajallisten resurssien ja talouden manipuloiminen. Tuotantokyvyllä ja sen ylläpitämisellä voittaa jatkossa, varsinkin pitkällä aikavälillä. Vaikka kyber-fyysisessä sodankäynnissä havainnoinnin ja toiminnan välinen aika pyritään minimoimaan, voi strategisten tavoitteiden saavuttaminen viedä pitkään.

Ihmisten kokemukset ja tietotekniikan käyttötottumukset vaikuttavat tulevaisuuden sodan kuvaan. Pitkälle digitalisoituneissa yhteiskunnissa on muutamia suurvaltoja lukuun ottamatta siviiliteknologian kehitys sotateknologiaa pidemmällä. Pitkälle toisen maailmansodan jälkeen sotatekniikka kulki kehityksen eturintamassa ja innovaatiot siirtyivät sodankäynnistä siviiliyhteiskuntaan. Nykyisin tilanne on päinvastainen, millä on useampi vaikutus.

Ensinnäkin, vaikka jokin uusi teknologia ”löisi läpi” yhteiskunnassa, sen välitön vaikutus asevoimiin ja niiden toimintaan ei ole yhtä voimakas. Asevoimat ja niiden toiminnan tapa muuttuvat hitaammin tai hyppäyksittäin, mikä on seurausta muun muassa pitkistä ja monimutkaisista kehitys- ja hankintasykleistä, tavasta käyttää materiaali elinkaarensa loppuun

tai lähelle sitä, organisaation koosta ja tämän aiheuttamasta jäykkydestä, investointien massiivisuudesta, sekä riippuvuudesta muiden vastaavien organisaatioiden ja sotilasteollisuuden kehityksestä. Vaikka esimerkiksi Suomi pienenä maana olisi ketterä, ovat sen resurssit rajalliset eikä kotikutoista teollisuutta juuri enää ole. Kehittelyssä ja hankinnoissa kuljetaan pitkälti muiden rytmissä.

Toisekseen, todennäköinen kehitys kulkee kohti kaupallisten laitteiden ja ohjelmistojen käyttöä, siviiliteknologian suurempaa hyödyntämistä. Tulevaisuudessa ei välttämättä tehdä räätälöintiä sotilastarpeisiin nykyisessä määrin vaan hankintoja ohjaa käyttötarve ja hupenevat resurssit. Sopiva kaupallinen teknologia on halvempaa ja ihmiset ovat siviilielämässään tottuneet käyttämään sitä, joten teknologiaan ei tarvitse ketään erikseen tutustuttaa. Kustannushyödyt ovat merkittävät ja varsinaiset kehittely- ja hankintapanostukset voidaan ohjata keskeisimmäksi arvioituun sotatekniikkaan. Laitteiden käytön turvallisuuskysymykset on tosin ratkaistava erikseen. Kaupallistumiskehityksen taustalla vaikuttaa muun muassa turvallisuuden käsitteen laajeneminen ja syveneminen. Puolustusvoimat ei elä omaa elämäänsä irrallaan yhteiskunnasta. Kokonaisturvallisuuden toimintamallin mukaisesti on kyettävä vaihtamaan tietoa yli hallinnollisten rajojen ja julkinen/yksityinen sektori -jaottelun. Asevoimien on tulevaisuudessa korostetun tärkeää olla yhteiskunnassa läsnä – ei välttämättä visuaalisesti, mutta niillä keskeisillä foorumeilla, joilla turvallisuuden tuottamista suunnitellaan ja toteutetaan.

Mitkä sitten ovat suojaamisen arvoisia kohteita tulevaisuudessa? Transaktiologiistiikka ja logistiikka ylipäänsä arvioidaan suojaamisen arvoisiksi. Vaihtoehtoisten muotoilujen mukaan suojataan ruohonjuuritasoa, eli ihmisten arkipäivää ja toimintaa, tai informaatioitsemääräämisoiikeutta. Suojattavan kohteen määrittäminen on erittäin tärkeää eikä sitä ehkä vielä ole osattu tehdä kunnolla. Toisaalta suojattava kohde elää aina ajassa ja paikassa, muuttuu yhteiskunnan mukana, eikä pysy ikuisesti samana. Mitä ”meidän” tulee suojata voi myös tarkoittaa eri asiaa ”heille”. Kyber-fyysisessä toimintaympäristössä koko yhteiskunta ja sen toiminta ovat jollakin tapaa turvaamisen kohteina. Valtio, organisaatiot, ryhmät ja yksilöt toimivat turvallisuuden tuottajina kukin oman roolinsa ja mahdollisuuksiensa mukaan.

Organisaatiot, erityisesti yritykset ja valtionhallinnot, säilyvät rikollisen toiminnan ja sotilaallisen kiinnostuksen kohteina. Rikolliset pyrkivät ensisijaisesti taloudelliseen hyötyyn, mutta valtiollista toimintaa motivoi turvallisuuden ohella kaupallisen, teknologisen ja sotilaallisen kilpailuaseaman parantaminen. Valtioilla, joilla on riittävästi kiinnostusta ja digitaalista kykyä, on mahdollisuus vaikuttavampaan toimintaan kuin sitä vastaan suojautuvilla yrityksillä. Monimutkaistuvaan kuvioon kuuluu, että taloudellista hyötyä tavoitellessaan rikolliset voivat ”sivutuotteena” hankkia tietoa, jolla on esimerkiksi sotilaallista tai tiedusteluun liittyvää arvoa. Tieto on rikollisille hyödytöntä, mutta he voivat myydä sen edelleen. Vastavuoroisesti rikollisia voidaan käyttää valtiollisen tai yrityksen kansainväliseen kilpailuasemaan liittyvän tiedonhankinnan tai muun kybertoiminnan välikappaleina. Onnistuneen toiminnan jäljet johtavat enintään rikollisiin, eikä toimeksiantajaa kyetä liittämään tapahtuneeseen. Eri toimijoiden välille muodostuvat kytkennät ovat monimuotoisia ja esimerkiksi terroristiryhmät voivat toimia vastakkainasettelun eri puolilla. Syntyy epävirallisia kytköksiä, kuten Anonymous -liikkeen ”julistaessa sodan” ISIS:tä tai Syyrian hallintoa vastaan. Toimijoiden roolit moninaistuvat ja muuttuvat tilannekohtaisiksi, jolloin niihin ei perinteisten vastuualuejakojen puitteissa kyetä vastaamaan.

Kyber-fyysisessä toiminnassa rahoittajien merkitys on suuri, vaikka rahoittajat voivat olla ulkopuolisia itse toiminnalle. Esimerkiksi terroristijärjestöjen kyvykyys ajaa tavoitteitaan riippuu siitä, miten hyvin ne kykenevät keräämään rahaa ulkopuolelta. Varakkaiden, myös valtiollisten, rahoittajien avulla järjestön kyky ja toiminnan vaikuttavuus moninkertaistuvat. Miten tietoteknologian mahdollistamaa joukkoistamista ja joukkorahoitusta hyödynnetään tulevaisuuden sodankäynnissä? Kerätäänkö sotatekniikan kehittämiseen tai hankkimiseen varoja nettialustoilla tai kyselläänkö niillä ilmakuljetuskyvyn perään? Tulevaisuudessa epäsymmetria säilyy ja sitä syntyy lisää yhteiskunnan sisällä, mutta myös valtioiden välillä. Yhtäällä kyetään hyödyntämään ammattihakkereita samalla, kun toisaalla osaaminen rakentuu vapaaehtoisuuden tai velvollisuuden varaan. Kaikki kyberturvallisuustoiminta ei näy ulospäin, mutta ymmärretäänkö aina meneillään olevan muutoksen perustavanlaatuisuus?



Arkipäivän uhkakuviin liittyen mainittiin, ettei täydellisen turvallista tietoteknistä järjestelmää kyetä rakentamaan. Täysin aukotonta testausjärjestelmää ei ole, joten haavoittuvuudet säilyvät tietoteknisten järjestelmien ominaisuuksina. Keskeinen kysymys turvallisuuden tuottamisessa on, kykeneekö haittaohjelma pysäyttämään järjestelmän useammin kuin kerran vai korjaako oppiminen havaitut puutteet. Uhkakuvana on esimerkiksi haittaohjelman ajaminen keskitetysti järjestelmiin, jotka sijaitsevat arkipäiväisissä laitteissa. Nykyisin monissa kodinkoneissa on valmiina IP-osoite ja kyky laitteen ”älyllistämiseen”, kunhan tarvittava teknologia kehittyy ja otetaan käyttöön. Millaista vahinkoa yhteiskunnassa voidaan saada aikaan ajamalla haittaohjelma miljooniin älylaitteisiin? Esimerkiksi keskitetysti poistamalla niistä äly. Kuinka kauan laitteiden korjaaminen vie? Kuka kustantaa korjaamisen ja korvaa vahingot?

Toisena arkipäivän uhkakuvena mainittiin päätöksentekijöihin vaikuttaminen. Täysin tunnetulla teknologialla voidaan jo nykyisin rakentaa autotalliversioita laitteista (esimerkkinä pienlennokit), joilla kyetään mittavaan vahingontekoon. Yhtäläillä sopivan, halvan satelliittisignaalin käyttäminen esimerkiksi pommin räjäyttämiseen etäältä on mahdollista. Laitteiden vieni- ja tuontikontrollien kiertäminen ja jälkien peittäminen onnistuu muun muassa anonyymien palvelinten käytöllä. Ohjeet laitteen kokoamiseen jaetaan internetissä ja tarvittavat osat hankitaan eri lähteistä sekä 3D-tulostamalla. Toimintaa on lähes mahdoton jäljittää. Yhteiskunnasta ja päätöksentekijöistä riippuu, milloin jostakin vahingollisesta toiminnasta tulee niin merkittävää, että se on otettava huomioon päätöksenteossa ja siihen on kohdistettava toimenpiteitä.

Kolmanneksi mainittiin nykyinen sähköpostiviestintä ja sen sisältämät epävarmuudet. Vaikka ihmisiä voidaan kouluttaa sosiaalisen manipulaation tunnistamiseen ja varoittaa availemasta linkkejä tai liitetiedostoja, nykyiset hyökkäykset ovat jo niin hienostuneita, ettei sähköpostiviestin vastaanottajan tarvitse tehdä mitään väärin ja silti kone saastuu. Vaihtoehtoisina ratkaisuuina ovat viestijärjestelmän rakentaminen, jossa kukaan ei ota vastaan viestejä täysin tuntemattomilta tahoilta, tai isoveljen vapaaseen valvontaan perustuva järjestelmä. Kumpikaan kehityssuuntaa ei ole todennäköinen tai haluttava.

Tulevaisuudessa kaikki transaktiot ovat digitaalisia ja sopimukset kirjoitetaan itse alustaan, mikä voi tarkoittaa ennustettavuuden tarpeen vähenemistä. Sopimusten pitävyyden turvaamiseksi tarvittaneen oikeusjärjestelmä, vaikka visioiden mukaan keinoäly korvaa juristin (kuten lääkärinkin). Oikeusjärjestelmä on kyettävä tarpeen mukaan rakentamaan uudelleen. Jatkossa yhä harvemmat omistavat yhä enemmän ja suurimmalle osalle on mahdollista vain käyttöoikeuden hankkiminen. Mitkä asiat ovat omistamisen arvoisia? Onko valta enää yhteydessä omistamiseen? Pääosa kulutuksesta on palveluita, mutta joku nekin joillakin resursseilla tarjoaa. Rakenteet ylläpitävät eriarvoisuutta: keillä on valtaa rakenteeseen haluavat säilyttää sen ja oman asemansa. Kehitys tapahtuu reuna-alueilla, kun siellä opitaan mitä keskuksessa osataan, minkä jälkeen kyetään toimimaan ilman rakenteellisia jäykkyyksiä ja viemään kehitystä eteenpäin. Historiallisesti reuna-alueet ovat näin päässeet ohi keskukselta. Samoilla reuna-alueilla kehittyä epäsymmetrinen sodankäynti. Esimerkiksi autotallissa rakennetuilla leikkikaluilla onnistutaan käymään sotaa sellaisia vanhoja, jätkeä rakenteita vastaan, joita estää niiden sisäinen hitaus.

Työpajoissa sietokyky käsitteellistettiin kyvyksi todella vahvistua koetusta, eikä niinkään kyvyksi palata takaisin aiempaan toimintaan. Se pitäisi ymmärtää kollektiiviseksi kyvyksi, esimerkiksi yhteiskunnan yhteisesti tuotettavaksi ominaisuudeksi, eikä niinkään asiaksi, josta jokaisen on huolehdittava erikseen. Osana kokonaisuutta jokaisen tulisi pystyä keskittymään ja panostamaan omaan osaamisalueisiinsa ja antaa muiden huolehtia siitä, missä he ovat hyviä. Sieto- ja toipumiskyky ominaisuutena tulee suunnitella ja rakentaa järjestelmiin sisään; ei yrittää lisätä erillisillä toimilla jälkikäteen. Silti kyky on aina rajallinen. Yhteiskunnan toipumiskyky ja koetusta vahvistuminen ovat vielä nykyisellään heikkoja, mutta niihin panostettaneen ennen vuotta 2030. Turvallisuuden tuottaminen ei pitäisikään olla yksittäisiä ilmiöitä tai tekijöitä vastaan toimimista. Asiaa pitää niputtaa yhteen, jotta kokonaiskuva saadaan näkyviin. Toisaalta kokonaisuuden osiin purkamisen on tärkeää, jotta moninaiset vaikutussuhteet tulevat esiin. Keskitetty ja hajautettu toiminta pitää saada tukemaan toisiaan.

## **Mahdolliset vaikutukset**

Työpajoissa keskusteltiin tietoteknologian perusteiden muuttumisesta. Las-kentatehon moninkertaistaminen vielä toistaiseksi kalliilla tiedonkäsittely-ratkaisuilla arkipäiväistyy, mikä on osaratkaisu suurten tietomassojen kä-sittelyyn. Kvanttilaskenta arvioidaan mullistavaksi teknologiaksi, joskaan se ei ole arkipäivää 2030-luvulla. Teknologiaa kehitetään suurvaltaresursseilla eri tahoilla. Edelläkävijöillä on etulyöntiasema pitkään, etenkin salauksen ja tiedonkäsittelyn saralla, sillä kvanttilaskennan nopeus on nykyiseen ver-rattuna moninkertainen. Sodankäynnin sovellutukset ovat ilmeiset, mikä motivoi kehitystyötä. Kvanttilaskenta voidaan nähdä niin positiivisena kuin negatiivisena kyknä ja se voi antaa etua niin hyökkääjälle kuin puolus-tautujalle. Alkuvaiheessa teknologia ”tiputtaa” monta nykyistä kybertoi-mijaa pois pelikentältä, mutta vuosikymmenten kuluessa epäsymmetria joissain suhteissa tasoittuu. Teknologiaan kohdistuvat odotukset näkyvät jo nykyisyydessä ja jatkossa se on vetovoimatekijä muun muassa liittoutumien muodostamisessa: toimijat, joilla itsellään ei ole kyseistä kykyä, haluavat päästä siitä osallisiksi.

Keskustelua käytiin myös robotisoitujen, päätöksentekijöihin kohdis-tettujen, rajan yli tulevien tuhoamislaitteiden muodostamasta uhkasta. Ainoa mahdollinen vastatoimi olisi sisällä pysytteleminen. Uhkakuvan todennäköisyydestä ei oltu yhtä mieltä: Miksi tehdä jokin asia monimut-kaisesti, kun tappajan palkkaaminen on yksinkertaisempaa ja halvempaa? Vasta-argumenttina esitettiin, että koneen löytäminen on helpompaa ja mahdollisesti kuitenkin halvempaa. Valtiot pitäytyvät toimintatavasta sen todennäköisten vastavaikutusten vuoksi, mutta entä terroristit, mafia tai yritykset?

Miehittämättömiin aluksiin liittyen esitettiin ydinlatauksen, tai muun kemiallisen, biologisen tai säteilyyn liittyvän latauksen, valjastamista au-totallissa rakennettavaan, ilman tankkausta ikuisuuden ilmassa pysyvään kopteriin tai lennokkiin. Onnistunut operaatio varmistaisi merkittävän huomion ja suuren vaikutuksen aikaansaamisen esimerkiksi terroristeille. Ydinlatauksen katsottiin olevan liian raskas kevyiden lennokkien kannetta-vaksi ja muiden latausten leviävän niin hallitsemattomasti, ettei vaikutusta voitaisi rajata halutulle alueelle. Vastatoimena sama teknologia käännet-

täisiin toisin päin, sovellettaisiin uudelleen tai ilma-alus tuhottaisiin esimerkiksi laserilla ennen kuin se ehtisi päämääräänsä. Kyse on perinteisestä ase-vasta-ase keskustelusta. Mutta voidaanko olettaa, että jokin vasta-ase jää tulevaisuudessa kehittämättä?

Tulevaisuudessa työllisten suhde työttömiin heikkenee. Yksi mahdollisen kehityskulku tällöin on valtion köyhtyminen verotuspohjan rapautuessa ja ihmisten siirtyessä vaihdantatalouteen ja kaveripalveluksiin. Valtion köyhtyminen ei välttämättä tarkoita ihmisten köyhtymistä. Kehityskulku rakentuu omatuotannon, 3D-tulostuksen ja robotisaation varaan. Nykyisten 3D-visioiden etenemisestä oltiin erimielisiä: Yhtäältä ne nähtiin yloptimistisina tai jossain määrin toteutuvina, toisaalta 3D-tulostuksen oletettiin muuttavan koko tuotannon tapa (ei välttämättä vielä vuoteen 2030 mennessä). 3D-tulostuksen varaan rakentuvalla lähituotannolla voidaan vaikuttaa resurssikilpailuun. Tulostus yhdistettynä esimerkiksi joustavaan tuotantolinjojen käyttöön, nanoselluun, metallien käytön korvaamiseen ja aurinkoenergiaan vähentää riippuvuutta rajallisista ja vähenevistä resursseista. Robotisaation edetessä osuuskuntatyypisellä yhdessä tekemisellä voidaan muodostaa uudenlainen tuotantoyksikkö, jonka palveluksista ei makseta rahalla. Valtion rooliksi jää yhteiskäyttöalueiden ylläpitäminen ja pienen veron kerääminen tähän tarkoitukseen. Lisäksi ihmiset maksavat valtiolle turvallisuudesta.

### **Kysymyksiä vastausten sijaan**

Työpajakeskustelut ja haastattelut tuottivat vastausten ohella ison määrän vastaamattomia kysymyksiä, joista moni on esitetty artikkelin aiemmissa osioissa. Lisäksi kysyttiin:

- Onko ongelma olemassa? Kyberkeskustelu heijastelee useimmiten teknologian pelkoa. Miksi teknologian kanssa nähdään kaiken menevän pieleen, vaikka asiat voivat kehittyä varsin mukavastikin?
- Onko ”asioiden internetin” kehitys hyvä asia? Onko kaikkien ihmisten ja laitteiden liittäminen verkkoon ja sen vaikutuksia mietitty loppuun asti?

- Ohjaako ihmisten käyttäytymisen muutos teknologian kehittämistä vai teknologian kehitys ihmisten käyttäytymisen muutosta? Miten näkökulmaero muuttaa sodan kuvaa?
- Millaisiin ongelmiin ja haasteisiin vastaamiseksi tulevaisuuden laskentakapasiteettia on eettistä tai hyväksyttävää käyttää?
- Säännöt ohjaavat toimintaa yhä enemmän; mitä tapahtuu ”maalaisjärjelle”? Jääkö sille tilaa tulevaisuudessa?
- Miten tilanteiden hallinta tapahtuu jatkossa? Tarvitseeko ihan kaikkea enää tietääkään? Perinteinen sotilaallinen ajattelu olettaa, että alaiset kokoavat kaiken saatavilla olevan tiedon johtajan päätöksenteon tueksi. Voidaanko kaiken tietämiseen ja hallintaan pyrkiä, kun tietoa on saatavilla hallitsematon määrä? Jokainen hierarkiaporras tuo mukanaan hidasteita ja turhia saumoja. Komentajalle ei tarvitse erikseen kertoa missä mennään, vaan tietotekniikan työkaluilla tuotetaan reaaliaikaista tilannekuvaa koko ajan. Jokainen sotilas ja robotti kantaa mukanaan lähetintä, joka kertoo hänen sijaintinsa ja tilanteensa ajantasaiseen tilannekuvaan. Komentaja tekee päätökset virtuaalisen tilannekuvan ”sisällä”. Käskyt jaetaan nopeasti ja tehokkaasti verkostomaisessa organisaatiossa. Niitä toteuttavat ihmisten ohella puoli- ja täysiautomaattiset järjestelmät ja robotit. Kuinka nopeaksi ja saumattomaksi toiminta kyetään hiomaan? Miten luodaan itselle edullista epäsymmetriaa ja hallitaan järjestelmän kompleksisuutta?
- Millaisia vaikutuksia syntyy, jos Kiina aktiivisessa suurvalta-aseman tavoittelussaan kykenee ostamaan isoimmat yhdysvaltalaiset yritykset? Globaalin talouden painopiste on siirtymässä Aasiaan, mutta mitä tapahtuu, jos Googlen, Boeingin tai General Electricin kaltaisten jättiläisten osake-enemmistö, päätösvalta ja pääkonttori uudelleen sijoittuvat? Millaisia kytköksiä se saisi aikaan ja miten kokonaisuusjärjestelmä uudelleen organisoituisi?

## *Kyber-fyysinen sodan kuva 2030-luvulla*

Tutkimus verifioi lähtökohtaoletukseksi asetetun mega-trendin fyysisen ja digitaalisen yhteen kietoutumisesta. Muutosta ajaviksi tietoteknologiatarpeiksi määriteltyjen seitsemän kehityskulun oletetaan vahvistuvan tulevaisuudessa. Kyber-fyysisessä toimintaympäristössä vaikutukset yhteiskuntaan ja sodan kuvaan ovat vaikeasti hahmotettavia, osin yllätyksellisiä ja harvoin samanlaisina toistuvia. Vaikutuksiin varautuminen ja niiden ohjaamiseen pyrkiminen edellyttävät ennakointia, mutta ennakointikyky on rajallinen. Yhteiskunnan turvaaminen ja sodankäynti ovat dynaamista toimintaa, jossa toimijoiden on kyettävä vaikuttamaan aktiivisesti järjestelmään ja sen ympäristöön sekä huomioimaan nopeasti järjestelmäkokonaisuudessa tapahtuvat muutokset. Päätöksenteon ja toiminnan pohjana olevan tiedon oikeellisuus on varmistettava joka tilanteessa.

2030-luvulla kyberturvallisuus ja kybertaistelu ovat olennainen osa sodankäyntiä ja yhteiskunnan turvallisuutta. Turvallisuuden tuottaminen kaupallistuu ja toimijat, mukaan lukien valtiot, ympäri maailman ovat riippuvaisia yrityksiin keskittyvästä osaamisesta. Sodan kuvan verkostomaisista perusrakennetta määrittävät keskinäiset kytkennät, joista osa voi olla hyvinkin kriittisiä, yllättäviä ja päällekkäisiä. Toimijoilla on tarve pysyä mukana tietotekniikan kehityksessä ja liittyä osaksi globaaleja tieto- ja talousvirtoja. Riittävän oman osaamisen ja hyödyllisten liittoutumien varmistamiseksi asevoimissa on määritelty uudelleen tiedonvaihtoon, tiedon analysointiin ja yleisesti hankitaan liittyviä toimintatapoja, sotilasta koskevia vaatimuksia ja rekrytointikeinoja, rajapintoja muuhun yhteiskuntaan ja poikkikansallisia toimintatapoja.

Poliittisen, taloudellisen, sosiaalisen ja sotilaallisen väliset suhteet yhteiskunnassa muuttuvat ja painottuvat erilailla sodankäynnin eri puolilla, eri yhteiskunnissa ja yhteisöissä. Yhteiskuntien ja yhteisöjen pidemmälle menevä digitalisoituminen muuttaa suhteita edelleen. Kyber-fyysisen toimintaympäristön rakenteellisen epäsymmetrian ohella on ennakkoinnissa ja oman toiminnan suunnittelussa kyettävä huomioimaan eri toimijoiden ja toimintatapojen välinen epäsymmetria. Vaikka kompleksisuus ohjaa helposti kiinnittämään huomiota vain itsen, ei vastapuolta voi olettaa

”samanlaiseksi”. Tulevaisuuden sodankäyntiin osallistuu useita toimijoita eri motivaatioilla, tavoitteilla ja resursseilla. Toimijat liittyvät yllättävilläkin tavoilla toisiinsa.

Toimijoiden moninaisuuden ohella järjestelmäkokonaisuuden ja ympäristön erilaiset tulkinnat ja arvotukset vaikuttavat siihen, ettei kokonaisuus ole kenenkään kontrolloitavissa. Tilannekuviin ja laajempaan analyysiin pohjautuvalla ennakkoinnilla, yhteensopivuudella, yhteisillä toimintatavoilla ja nopealla siirtymällä havainnosta toimintaan pyritään varmistamaan, että oma toiminta on tehokasta, kohdistuu oikeisiin asioihin ja suuntautuu oikein. Kokonaisuus pyritään pitämään hallinnassa säännöillä, sopimuksilla, vetoomuksilla, kannusteilla ja viime kädessä uhkaamisella ja rangaistuksilla. Koko yhteiskunta on yhtäläillä vaikuttamisen kohde kuin oman turvallisuutensa tuottaja. Järjestelmäkokonaisuuden sieto- ja toimintakyky on toimintakyvyn keskiössä yksittäisten organisaatioiden sietokyvyn sijaan. Ensimmäistä edistetään jälkimmäisten toimintatapoja parantamalla ja osaamista vahvistamalla.

Kyber-fyysisessä toimintaympäristössä vauhti kiihtyy entisestään muun muassa päätöksenteossa (tai ainakin siihen kohdistuvissa vaatimuksissa), havainnosta toimintaan-syklissä, tietoteknologian kehittämisessä ja sille uudenlaisten soveltamisen mahdollisuuksien luomisessa. Kilpailua käydään siitä, kuka huomaa mahdollisuudet tai heikkoudet ensin ja ehtii niitä hyödyntämään. Nykyisen sotilashierarkian ja verkostomaisen (mukaan lukien siviilitoimijat) toimintatavan välille kehittyy anakroniaa, epätahtisuutta ja muuta kitkaa organisaatioissa, toiminnan tavoitteissa ja tavoissa, johtamisessa ja näitä kaikkia ohjaavassa ajattelussa. Huomio esimerkiksi kiinnittyy helposti isoimpaan ajateltavissa olevaan uhkaan (täysi seisahtuminen), vaikka käytännössä useat pienemmät uhkat ja häiriöt ovat kokonaisuutena merkityksellisempiä. Miten suuret, kankeat organisaatiot ja osajärjestelmät pysyvät muutoksessa mukana? Tulevaisuudessa koko toimintaa on mietitty uudelleen, sillä digitaalinen porautuu syvimpiin rakenteisiin asti ja manifestoi vaikutuksiaan epälineaarisesti siellä täällä.

Sodassa on oltava ”online”: yhtäältä ihmisten arkipäivän yhteydet säilyvät (some ja muu internetissä tai sen kautta tapahtuva kommunikaatio) ja toisaalta sotilaallinen toiminta on tietoliikenneyhteyksistä ja reaaliaikais-

ta tiedonvaihdesta riippuvaista. Kybersotaa ei käydä vain kyberavaruudessa kyberjoukoin vaan kaikki sotilaallinen toiminta on digitaalisen läpäisemää. Sotilaalliseen toimintaan luodaan kyber-fyysisestä toimintaympäristöstä nousevaa taktiikkaa, operaatiotaitoa ja strategiaa, jotka huomioivat myös kyberturvallisuuden kysymykset. Verkostomainen sodankäynti levittää toiminnan globaaliksi, vaikkei välttämättä enää tuokaan sitä olohuoneisiin. Maailma ei ole ”tasainen”, eli kaikki ei ole yhtä tärkeää, vaan maantieteellinen etäisyys, taloudellisten kytkösten vahvuus, kulttuuriset erot ja yhtäläisyydet sekä uudenlainen ryhmytyminen vaikuttavat siihen, mitkä asiat huomataan ja miten niiden suhteen toimitaan. Valvonta, tietoon vaikuttaminen ja tiedolla vaikuttaminen lisääntyvät entisestään.

Vahva kansallinen narratiivi ei enää yhdistä yhteiskuntaa vaan ihmisten arvoperustat ovat moninaiset ja he kuuluvat useisiin, keskenään ristiriitaisiinkin ryhmittymiin. Esimerkiksi suomalaisia löydetään eri rooleista vastakkainasetteluiden eri puolilta. Osallistuminen sodankäyntiin voidaan henkilökohtaisesti ja monilla eri tavoilla. Turvaamisen kohteena ei ensisijaisesti ole poliittinen järjestelmä tai päätöksentekijät vaan yhteiskunnan taloudellinen ja toiminnallinen perusta. Perustan ymmärtämiseksi ja sen kompleksisuuden hahmottamiseksi määritellään jatkuvasti uudelleen, mikä on tärkeää. Tietoperusteisessa toiminnassa tiedon oikeellisuus ja saatavuus on varmistettava ja varauduttava siihen, että tieto leviää suunniteltua laajemmalle.

Ennakoinnin tueksi ylläpidettävistä sektorikohtaisista tilannekuvista luovutaan osittain ja niin sotilas- kuin muissa häiriötilanteissa keskeiset päätökset tehdään reaaliaikaisen, tarpeen mukaan skaalautuvan virtuaalisen tilannekuvan sisällä. Sektorikohtaisuudesta luopuminen on tuonut esiin joitakin aiemmin huomiotta jääneitä kytkentöjä ja kokonaiskuvan kaikkien saataville. Tilannekuvan tuottaminen on mahdollista, koska osa datan louhintaan ja koneälyyn liittyvistä teknologisista haasteista on saatu ratkaistua. Äly on likipitään kaikissa laitteissa. Uusittu teknologia on yhteensopivaa liittolaisten ja muuten läheisten yhteistyökumppaneiden teknologian kanssa. Omasta organisaatiosta löytyy riittävää yleistä osaamista, mutta yksityiskohtaisemmissa kysymyksissä turvaudutaan yhteistyökumppaneihin ympäri maailman.



Tietoteknologiasta riippuvainen sodankäynti perustuu palveluille. Palveluiden kehittämisessä sotilaalliseen toimintaan on yhtä vähän mielikuvituksen rajoitteita kuin digitaalisten palveluiden kehittämisessä ylipäänsä. Siirtymää avoimiin lähdekoodeihin tai vapaaseen sotilasdataan ei nähdä, mutta siviiliyhteiskunnan rakenteita ja osaamista hyödynnetään muuten. Sotilasorganisaatio integroituu tiiviimmin osaksi muuta yhteiskuntaa, minkä myötä sen ”asiakkuus” ja ”palveluntuottajuus” saavat uusia ulottuvuuksia. Simulaatio ja mallintaminen lisääntyvät: koulutus, harjoittelu ja tietokyvyn kehittäminen tapahtuvat niiden avulla. Sattuma ohjelmoidaan käytettäviin (oppiviin) algoritmeihin, jotta kyky yllätykseen varautumiseen säilyy ja vahvistuu. Simulaation ja mallintamisen kehittämisessä, kuten käytetyn tietotekniikan ja sotatekniikan muutenkin, kuljetaan resursseiltaan suurimpien toimijoiden tahdissa.

Sotilaallinen tietoteknologiariippuvuus pakottaa luottamaan teknologian toimivuuteen. Toimintahäiriöiden kanssa opitaan elämään, mutta epäsymmetriaa syntyy siitä, ettei vastapuoli ole välttämättä yhtä riippuvainen. Syy tietoteknologian kasvavaan hyödyntämiseen on mahdollisuuksissa, jotka sen myötä omalle toiminnalle syntyvät. Mahdollisuuksien ja riskien tasapainottelu on sodankäynnin arkipäivää. Tietoteknologiatrendeihin liittyvät uhkakuvat näyttäytyvät sodan kuvassa samankaltaisina kuin yhteiskunnassa laajemmin: toiminnan lamauttaminen tai sillä uhkaaminen, toiminnan häirintä tai sen estäminen, strategisten resurssien tai talouden kautta kiristäminen ja näiden manipuloiminen, tietopääoman väärentäminen tai tuhoaminen tai näillä uhkaaminen ja kriittisten toimijoiden painostaminen. Tietoperusteisuuden vaatima ajattelutapojen muutos on kesken ja uhka sijoitetaan edelleen johonkin, vaikka sitten ”kyberavaruu-teen”. Hybridisodankäynnin keinot ovat arkipäivää, mutta kenellä on valta määrittää, milloin ne ylittävät sodankäynnin kynnyksen?

Sodan kuvaan kuuluu jossain muodossa väkivallan käyttö tai sillä uhkaaminen sekä ”me” vs. ”he” vastakkainasettelu. 2030-luvulle tultaessa ei vielä tapahdu merkittäviä strategisia siirtymiä siinä, keitä ”me” olemme. Yhä enemmän on kuitenkin olemassa heitä, jotka eivät koe kuuluvansa ”meihin”. Taistelukentällä ihmiset ja robotit, puoliautomaattiset järjestelmät, työskentelevät yhdessä. Robotit muun muassa ampuvat, kantavat,

raivaavat, kuljettavat, tiedustelevat, välittävät ja analysoivat tietoa, kommunikoivat keskenään ja ihmisten kanssa, johtavat, päättävät, hoitavat ja lääkitsevät, korjaavat ja korjaantuvat itse, tuottavat ja ylläpitävät. Moni nykyinen toimintatapa on korvaantunut uudella. Kokonaisuuden ohjaamiseen on kehitetty järjestelmiä ja toimintatapoja. Koneen etiikasta sekä keinoälyn ja koneoppimisen kehittämisen rajoista käydään kiivasta keskustelua. Ihmisiä taistelukentällä on entistä vähemmän; he ovat korvaantumassa automaatiolla, roboteilla, keinoälyllä ja koneoppimisella sekä uusilla materiaaleilla.

Valtio on keskeinen sodankäynnin toimija, mutta sen rooli ja valta ovat muuttuneet. Digitaaliset valtsiirtymät vaikuttavat fyysisiin valta-aseisiin: esimerkiksi patenteista suurin osa on Yhdysvalloissa ja Aasiassa ja rikollisuus ja terrorismi kytkeytyvät monilla tavoin sodankäynnin kokonaisuuteen. Internet-hallinnon ja teknologiastandardeista päättävien organisaatioiden paikoista käydään kiivaampaa kamppailua kuin poliittisista edustuspaikoista. Valtaa käyttävät ne, jotka kykenevät vaikuttamaan kyber-fyysiseen ympäristöön. Globaalitalouden tuotantorakenteiden muutokset heikentävät valtion asemaa eikä se välttämättä kykene ylläpitämään sodankäyntiin tarvittavia resursseja. Omistajuus ja sodankäynnin rahoitus pohja ovat muutoksessa. Poikkikansallisilla yrityksillä on paljon valtaa ja toimintavapautta. Ellei globaalien järjestyksen ylläpitämisen tarvetta ole kyetty ratkaisemaan muilla keinoin, valtiosta ja sen legitiimin väkivallan käytön monopolista halutaan pitää kiinni.

Sodankäynnin vaikutusalusta kasvaa kyber-fyysisen toimintaympäristön integroitua. Toimijoiden yhteistyö ja niiden osaamistaso on parantunut, mutta isoja ratkaistavia kysymyksiä löytyy yhä. Mobiiliteknologian turvaamisessa onnistuminen tai epäonnistuminen ohjaa kehityksen suuntaa. Mullistavia teknologioita pyritään kehittämään edelleen, vaikka vielä opetellaan elämään jo olemassa olevan tietoteknologian kanssa. Suunnittelussa ja toiminnassa kyetään synkronoidusti ottamaan huomioon monta aikaa ja paikkaa ja arvioimaan kokonaisvaikutuksia. Kompleksisuus ja yllätykset ovat oletusarvoja, samoin kuin sisältä päin tapahtuvat hajottava toiminta. Epäsymmetrian moninaisuutta osataan hyödyntää tehokkaasti. Tämä vaatii asioiden niputtamista yhteen, mutta yhtälailla niiden purka-

mista osiin. Sietokyky nähdään kokonaisjärjestelmän ominaisuudeksi ja sitä on pystytty parantamaan aiempien kokemusten pohjalta.

Tietoteknologiatarendit ja kyber-fyysisen toimintaympäristön kehittyminen kuitenkin muuttavat nykyisyydessä tehtyjä oletuksia. Tietoteknologista kehitystä ohjaavat arvot ja päämäärät muuttuvat teknologisen kehityksen mukana. Kompleksisen järjestelmän evoluutio varmistaa sen, että muutos yhdessä osassa tai osajärjestelmässä muuttaa muita osia ja osajärjestelmiä sekä järjestelmäkokonaisuutta. Sodan kuvan muodostamista ohjaava ajattelu elää muutoksen mukana. Suurten linjojen ennustaminen 2030-luvulle onnistuu, mutta yksityiskohdissa arviot menevät muutoksen vauhdin ja yllätysten (joko teknologian kehityksessä tai sen käyttötavoissa) vuoksi pieleen. Avoimia kysymyksiä on paljon. Suurin yllätys lienisi, jos kyber-fyysisen toimintaympäristön integroituminen pysähtyisi esimerkiksi teknologiaa kohtaan tunnetun luottamuksen rapautuessa.

# YHTEENVETO

## *Tulevan sodan ennakoimisesta*

JARI RANTAPELKONEN

---

---

*As we know, there are known knowns; there are things we know we know.*

*We also know there are known unknowns;*

*that is to say we know there are some things we do not know.*

*But there are also unknown unknowns – the ones we don't know we don't know.*

Donald Rumsfeld

Tulevan sodan ennakoiminen on tärkeää sen estämiseksi Suomessa. Jotta sota voidaan vuoden 2030 jälkeen välttää, on siihen kyettävä varautumaan. Toisin sanoen mitä paremmin tiedämme millainen tuleva sota on, sitä paremmin se voidaan estää. Mitä paremmin tiedämme millainen tuleva sota on, sitä paremmin se voidaan voittaa – jos pahin tulee eteen. Tätä tukee vanha perusajatus: Jos haluat rauhaa, valmistaudu sotaan. Molemmille skenaarioille yhteistä on, että tulevan sodan voitto rakennetaan jo ennakolta. Kysymys kuuluu, tiedämmekö Suomessa millainen tuleva sota on. Tiedämmekö että emme tiedä millainen tuleva sota on? Vai emmekö tiedä että emme edes tiedä?

Tuleva sota tutkimuksen kolmannessa osassa eli tässä kirjassa Tulevaisuuden sodan tulevaisuus on kirjoitettu näkymiä tulevaisuuteen yhteiskunnan ja teknologian kehittymisestä ja muutoksesta. Sodankäynnistä on kirjoitettu perinteisen sodankäynnin ja fyysisten alueiden maasodan, merisodan ja ilmasodan aloilta. Lisäksi informaatio- ja kyberympäristö on otettu tarkastelun alle, koska näyttää siltä, että tiedämme, mutta emme välttämättä ymmärrä niiden merkitystä tulevalle sodalle. Näille artikkeleille

on ollut yhteistä tulevaisuuden maalaamisessa se (mistä tämän tutkimuksen lähteissä ollaan jokseenkin yhtä mieltä), että tulevaisuus ei ole sellainen kuin millaiseksi se Suomessa kuvitellaan. Siksi artikkeleissa on samalla arvioitu, mikä tuossa yleisesti tunnustetussa länsimaisessa ja suomalaisessa tulevaisuudenkuvassa voi mennä pieleen.

### *Epävarmuus sodan luonteesta kasvaa*

---

Epävarmuus on aina läsnä kun tulevaisuutta tarkastellaan. Tämän kirjan artikkeleita yhdistää myös ajatus, että epävarmuus tulevaisuuden sodan näkemisen varmuudesta kasvaa. Nykyinen näkymämme sotaan vuosina 2030–2040 on luonnollisesti epävarmalla pohjalla ja todennäköisesti virheellinen.

Keskeisiä kriittisiä haavoittuvuuksia niin läntisessä kuin suomalaisessa sodan kuvassa ovat itsestään selvinä pidetyt oletukset. Suomessa ei kyseenalaisteta maasodan ja maavoimien keskeistä roolia eikä maasodan perinteisiä taistelualueita. Puolustusvoimissa maavoimat on selkeästi pääpuolustushaara. Mitä jos näin ei vuonna 2030–2040 käytävissä sodissa enää olekaan?

Puolustusvoimia kehitetään vähintään 10 vuoden päähän yltävällä kehittämisajatuksella ja -prosessilla. Esimerkiksi vuonna 2020 tehdyt materiaalihankinnat näkyvät käytössä nimenomaan vuoden 2030 jälkeen. Mitä jos tulevaisuudenkuva onkin virheellinen? Minkäasteisen virheen kanssa pystymme elämään; taistelemaan ja sotimaan? On muistettava, että sodassa ja taistelukentillä myös vihollisella on samat haasteet tulevaisuudenkuvan muodostamisessa.

Kun maavoimat on keskeinen puolustushaara, on selkeää, että alueet, joilla maavoimien taistelut on suunniteltu käytävän ovat tärkeitä, myös kriittisiä. Retorisesti maavoimien operaatiot on suunniteltu käytävän koko maassa, joten käytännön harjoituksia käydään asutuskeskusten ulkopuolella itärajalla, vyötärön alueella, myös Lapissa, mutta vähemmän. Jos ajatus, että sotaa käydään siellä missä ihmiset ovat pitää paikkaansa ja kaupungistumisen trendi jatkuu, on luonnollista, että taistelut käytäisiin kaupungeissa. Kaupunkisotaan käytettävät resurssit ovat kuitenkin olleet

kovin pienet verrattuna maavoimien suorituskykyyn, aseistukseen ja siihen, missä maavoimat painopisteisesti harjoittelee ja on ajatellut käyvänsä sota.

Mutta mitä jos epävarmuuden kasvu johtuukin siitä, että ammatikseen sotaan valmistautuvat ovat yhä kokemattomampia sotaan varustautumisen, suunnittelemisen ja sen käymisen suhteen? Puolustusvoimat on hyvin käytännönläheinen organisaatio ja sotilaat hyvin käytännönläheisiä ihmisiä. Mitä jos sodankäynnin käytäntö tuntuu yhä kaukaisemmalta pienenevien puolustusbudjettien, rauhan ajan kiireiden ja hallinnollisen byrokratian kasvun, taisteluharjoitusten pienenemisen ja vähenemisen, henkilökohtaisen taistelukokemuksen puutteen sekä sodankäynnin luonteen ymmärtämättömyyden lisääntymisen vuoksi? Tämä kokonaisuus saattaa olla se kriittinen heikkous, joka antaa ponnin tunteelle sodankäynnin epävarmuuden lisääntymisestä tulevaisuudessa. Siksi kenraali A.F. Airon sanat siitä, että on käytävä pirusti kouluja, jotta osaa tehdä yksinkertaisia päätöksiä ovat enemmän kuin ajankohtaisia. Muuten toimimme kuten aina ennen ja lamaanumme tai teemme asioista liian monimutkaisia emmekä kykene tekemään oikeita päätöksiä. Siksi tämä tutkimus suosittelee, että sotaan on valmistauduttava ja taisteluita harjoiteltava. Mitä paremmin sotaan valmistautuu, sitä menestyksekkäämmiin se on mahdollista käydä. Siksi paineet ja trendi, jossa puolustusvoimien ja maanpuolustuksen resursseja supistetaan, on vaarallinen.

### *Tulevaisuus yllättää*

---

Olipa epävarmuuden aste tulevaisuuden sodan suhteen mikä hyvänsä, varmaa on, että tulevaisuus yllättää. Ensimmäinen maailmansota yllätti sodan kuvalla panssarivaunuineen ja kemiallisine aseineen. Toinen maailmansota yllätti sillä, että sota yleensä syttyi. Suomen poliittinen ja sotilaallinen johto yllättyi myös Neuvostoliiton hyökkäyksestä. Se näkyi varautumattomuutena sotaan, mikä taas näkyi siinä, että suomalaisia kuoli enemmän kuin kukaan kykeni kuvittelemaan. Seuraukset yhteiskunnalle olivat, eikä pelkästään infrastruktuurin tuhoamisen seurauksena, hyvin vakavat.

Suomalainen maanpuolustus perustuu alueellisen puolustuksen ajatukseen. Siinä keskeinen ajatus on, että koko maata puolustetaan. Kaikilla

puolustushaaroilla maa-, meri- ja ilmavoimat on keskeinen sija, maavoimien hallitessa henkilöstömäärällään ja ilmavoimien hallitessa kalleimmilla asejärjestelmillään. Mutta mitä jos ajatus koko maan puolustamisesta ei tulevassa sodassa olekaan tarpeen? Mitä jos jollakin puolustushaaroista ei ole sijaa tulevaisuudessa ollenkaan aseteknologisen kehityksen seurauksena? Mitä jos jokin uusi puolustushaara nousee ratkaisevaan asemaan? Aivan kuten jo joissakin maissa, kuten Norjassa, kyberpuolustushaaran perustaminen osoittaa.

Sotilaallisen suorituskyvyn kehittäminen kymmenen vuoden jänteellä kuulostaa nykyaikana kovin pitkältä, kun muistamme mitä tässä tutkimuksessa on nostettu pintaan eli muutokset ovat nopeita, tulevaisuuskuvista on jokin yhteinen näkemys, mutta samalla ne ovat epävarmalla pohjalla, jolloin on varmaa, että tiedämme, että emme tiedä, mutta on yhtälailla varmaa, että emme tiedä mitä emme tiedä tulevaisuudesta. Suorituskykyjä tulisi voida tätä vasten kyetä vastaamaan tietämisen ongelmiin kehittämällä tietopohjaa, kehittämään nopeammin suorituskykyjä ja vastaamaan toimintaympäristön muutoksiin ketterämmin. Esimerkiksi puolustushaaratkaisujen tekeminen on hyvin suuri ja ratkaiseva kysymys tulevaisuuden ennakoimiseksi. On voitava kysyä tämän tutkimuksen perusteella, että panostammeko oikeisiin puolustushaaroihin. On voitava kysyä onko puolustushaara-ajattelu jo sinänsä vanhentunut lähestymistapa valmistautua tulevaan sotaan. Tämä tutkimus suosittelee tutkimaan näitä isoja kysymyksiä akateemisen tutkimuksen kriteereiden mukaisesti kun haluamme tietää mitä emme tiedä ja mitä emme tiedä osaavamme edes ajatella tulevaisuuden sodankäynnistä.

### *Sodankäyntiin varautuminen: ”Mitä jos” sijaan on ajateltava ”entä kun”?*

Suomalainen maanpuolustus rakentuu ajatukselle, jossa perinteitä jatketaan eikä valtarakenteita pureta. Sodassa vihollisen valtiokeskeisyys sekä operaatioissa maasodankäynnin keskeisyys ja se, että jokaisella puolustushaaralla on paikkansa ovat tulevaan varautumisen muuttumattomia kivijalkoja.

Teknologia muuttaa sodankäyntiä enemmän kuin mikään muu tekijä. Miten Afganistanissa kävi kahteen kertaan kun valtiorakenteiden sijaan vihollinen olikin verkosto, terroristit ja yksittäiset siviilit? Miten käy kun tulevaisuudessa Suomen sotaväkeä vastassa onkin yksityisiä turvallisuus-toimijoita, jotka eivät taistele maavoimia vastaan? Aikamme teknologia mahdollistaa jo tämän. Miten kävi kun hevosten tilalle tulivat panssaroidut ajoneuvot? Miten meille käy kun yksittäisen kärkitaistelijakeskeisyyden sijaan tukitoimet ovat johtavassa asemassa määrittämässä lopputulemaa taistelulentäällä? Kärkitaistelijoiden määrä ja suhde muihin sotilaisiin on muuttunut 9/10 suhteesta 1/10 suhteeseen. Taistelijoita on enää yksi kymmenestä. Entä kun informaatio- ja kybertaistelijat ovat yhä keskeisemmässä asemassa? Koko taisteluun varattu maavoimaresurssi on mitätön ennen sen käyttöönottoa itse sodankäynnissä. Jääkärिताistelijoiden ja maavoimiin laitetut resurssit osoittautuvat tässä skenaariossa vääräksi valinnaksi. Mitä sitten, kun näin käy? Miten tämä kaikki jo näkyvä tulisi huomioida varautumisessa? Entä kun tulevaisuus yllättää näidenkin kehityskulkujen suhteen?

Mitä jos, ja kun, tulevaisuuden sodan kuvassa jo olevat robotit hoitavat ihmistaistelijoiden sijaan lähitaistelun miinanraivauksesta kaupunkisotaan? Mitä jos operatiiviset suunnitelmat tekeekin operatiivisen osaston upseereiden sijaan tekoäly? Miten tekoälyn tuloon varaudutaan?

Mitä jos tänä päivänä suunnitteilla olevat suorituskyvyt osoittautuvat tulevaisuuden sodassa tarpeettomiksi? Mitä jos marginaalissa olevalla suorituskyvyllä käydäänkin ratkaisutaistelut? Pahinta ei niinkään ole, että tänä päivänä keskeiset maavoimien, merivoimien ja ilmavoimien suorituskyvyt nähdään pääsääntöisesti tarpeellisina tulevaisuudessakin vaan se, että tulevaisuuden sodankäynnissä tarpeellisista suorituskyvyistä ei olisi mahdollista kriittisesti keskustella. Sodankäynnille on ollut trendinomaista, että perinteiset sotilasjärjestelmien elinkaari jatkuvasti pienenee ja vaikuttamisen etäisyys kasvaa. Riskiksi saattaakin muodostua, että Suomen puolustuksen kehittämisessä seurataan perinteitä ja puolustushaarojen valta-asemat ovat pysyviä.

Yksi haaste, johon Suomessa on syytä varautua, on kysymys resurssien riittävytydestä silloin, kun sotilasteknologia kallistuu ja suorituskykyjä on vara ostaa entistä vähemmän (vaikkakin nykyistä laadukkaampia suorituskykyjä). Mikäli esimerkiksi maavoimille hankitaan panssarivaunuja,



merivoimille laivoja ja ilmavoimille lentokoneita, on kysyttävä mitä jos panssarivaunujen, laivojen ja lentokoneiden määrä jääkin vain muutamaan. Kun panssarivaunuista, laivoista ja lentokoneista tulee hyvin haavoittuvia maaleja, on kysyttävä mikä on niiden merkitys sotatoimille vihollisen hyökätessä maamme keskeisiä asejärjestelmiä vastaan.

Strategisen maanpuolustuksen kysymystä siitä, missä taistelut halutaan käydä, olisi syytä käydä ja käydään, sekä mikä on sotilaskaluston määrän ja laadun merkitys sotatoimille, on syytä pohtia kriittisesti. Kriittisyys on paras aseveli ja perusta hankintojen pitävyydelle. Avoin ja perusteellinen keskustelu on vastuullista sotilaallisen suorituskyvyn kehittämistä ja tulevaisuuden sotaan valmistautumista sen ehkäisemiseksi ja tarvittaessa sodan käymiseksi. Kriittisen keskustelun määrä on tällä hetkellä liian vähäistä.

Näitä kysymyksiä, jotka haastavat nykyäsitksemme tulevaisuuden sodasta ja sodankäynnistä on rohjettava esittää ja niistä on rohjettava käydä keskustelua. Sellainen on vastuullista maanpuolustusta. Valtavirran haastavia skenaarioita on kyettävä käymään läpi perusteellisesti keskustellen, analysoiden ja tutkien. Tämä tutkimus kertoo ja rohkaisee siihen, että sota 2030+ tulee olemaan toisenlaista kuin mihin tämän päivän suunnitelmissa ja hankinnoissa on varauduttu. Jokin ei mene niin kuin näinä vuosina maanpuolustuksen varautumisessa ja sodankäynnin suunnitelmissa on ajateltu. Kysymys on isoista sodankäyntiin koskevista asioista kuten missä taistellaan, ketkä taistelevat ja milloin taistellaan. Mitä jos olisikin ajateltava toimintaa tilanteessa, jossa suunnitelmat eivät pidä paikkaansa.

### *Toimintaympäristön muutosten ”unknown unknowns” vai ”known unknown”*

Yksi suurista kysymyksistä, jota tässä tutkimuksessa ei ole kyetty näkemään ja pohtimaan koskettaa toimintaympäristöä; sitä, millainen on sodankäynnin fyysinen ympäristö. Ilmastonmuutos on alue, jota ei sodankäynnissä Suomessa ole tutkittu. Tosiasia kuitenkin on, että kun talvi, lumi ja pakkaneen ovat olleet suomalaisen toimintaympäristön ”aseveljiä” suomalaiselle maanpuolustukselle, niin tämä etu saattaa muuttua seuraavina vuosina ja vuosikymmeninä.

Ilmastonmuutoksen taustalla on useita tekijöitä. Valtiolliselle toimijalle on ominaista myös omien taloudellisten intressien ajaminen. Siitä tuskinta luovutaan tulevaisuudessa. Kuka käyttää taloudellista valtaa on keskeinen kysymys myös sodankäynnissä. Taloudellisen vallan käyttö näkyy toimintaympäristöissä: maalla, merellä, ilmassa sekä informaatio- ja kyber-fyysisessä ympäristössä. Ilmastonmuutos näkyy erityisesti fyysisissä toimintaympäristöissä.

Ilmastonmuutoksen suurin vaikutus sodankäyntiin ei kuitenkaan ole lumen ja roudan puuttuminen vaan puolustettavan asian häviäminen, se miksi maata puolustetaan. Ilmastonmuutos yhdessä globalisaation kanssa aiheuttaa kansainvaelluksia, joiden seurauksena syntyy moniongelmaisia ja moniarvoisia yhteiskuntia, joissa yhteistä puolustettavaa ei ehkä löydykään. Osalle maan rajojen sisällä oleskelevista ei ehkä edes haluta antaa koulutusta aseiden käyttöön.

Valtiotasolla ja kunnissa sekä yksittäiset ihmiset ovat jo ryhtyneet varautumaan ilmastonmuutokseen. Mutta miten on suomalaisen maanpuolustuksen 2030, joka on läsnä jo tänään? Mitä asiasta keskustellaan, ei juuri mitään. Asiaa ei edes tutkita. Johtopäätöksenä tätä kysymystä ei ymmärretä tai sitä ei pidetä vakavasti otettavana asiana joka vaikuttaa tulevaisuuden sodankäyntiin.

Tulevaisuuden olosuhteita, tapahtumia ja seurauksia on mahdoton ennustaa ja niihin varautua, mikäli asiaa ei edes tutkita. Ilmastonmuutos on ”unknown unknowns” sarjassa, mutta vastuullisessa tulevaisuuden maanpuolustuksessa se tulisi vähintään saada sarjaan ”known unknowns”. Asiaa on syytä tutkia sotilaallisesta näkökulmasta sillä varmaa on, että ilmastonmuutos vaikuttaa sodankäyntiin myös Suomessa.

### *Sotilaskulttuurin muuttumisen haasteet ja ennakointi*

Sodan kuvan muutos edellyttää myös muutosta ajattelutapoihin ja toimintakulttuuriin. Hierarkia harvoin tuottaa parasta tietoa, byrokratia harvoin tuottaa nopeaa muutosta. Jäykät toimintatavat harvoin tuottavat

innovatiivisia ja luovia ratkaisuja, joista sodankäynnin historia kertoo ja joita tulevaisuuden sodankäynti vaatii.

Sotilaskulttuurissa arvostetaan hierarkiaa ja lojaaliutta, fyysisyyttä ja käytännönläheisyyttä, konkreettista ja käsinkosketeltavaa, perinteistä ja pysyvää – vaikka koko kulttuuri rakentuu taistelulentän kaaokselle ja muutokselle, tai ainakin sen pitäisi. Kaavamaisuus ei kasvata muuttuvaan ja epävarmaan tulevaisuuteen ja sen suhde tutkimukseen ja tietoon on haasteellinen. Siksi suhtautuminen informaatioon ja ”kyberiin” on haasteellista. Ne saattavat nykyisin pieninä merkityksellisinä taisteluun vaikuttavina asioina ollakin seurannaisvaikutuksiltaan suuremmat kuin koko maavoimien potentiaali. Tekoäly voi osoittautua kehityskulukuksi, jota ei ole tänä päivänä osattua eikä kyetty ennakoimaan, mutta voidaan jo nähdä tulevaisuuden merkinä.

Toiseksi suomalaisessa sotilaskulttuurissa sota nähdään usein – historiasta ja perinteistä johtuen – elämän ja kuoleman kysymyksenä. Aikamme informaatio- ja kybertaistelut ovat haastaneet tämän ajattelun fyysisyydestä ja lopullisena. Siksi tulevan sodan ennakointi toiselta pohjalta saattaa haastaa samalla koko sodan ja sodankäynnin käsitteen. Sota ei olekaan fyysistä ja sitä ei ryhdytä käymään tietynä aikana. Keskeiseksi ”emme tiedä mitä emme tiedä” -kysymykseksi nousee milloin, millainen ja keiden toimesta sota on Suomea kohtaan jo alkanut. Sota ei olekaan sotaa perinteisessä mielessä ja siksi siihen varautumista ei kyetä ennakoimaan. Siksi sota on erilainen kuin millaiseksi se on kuviteltu. Vihollinen ei tulekaan suurella aseellisella voimalla vaan jokin muu saa pienellä ei-aseellisella voimalla ”korttitalomme” sekaisin.

Tämä on tämän kirjan ja tutkimuksen suurin anti: kyetä ajattelemaan kysymyksiä joista tiedämme että emme tiedä, mutta erityisesti kysymyksiä joita emme tiedä että emme tiedä. Asennoituminen tiedontuottamiseen ja herkällä korvalla kuunteluun sekä sallimalla useita ja erilaisia tapoja toimia voivat johtaa parempaan tulevan sodan ennakoimiseen. Avoimuus ja joustavuus ovat avainsanoja tulevaisuuden ennakoimiseksi, sillä yllätys on sodan perusluonne, jota jokainen haluaa ominaisuudekseen.

## *Yksi totuus ja tulevaisuus*

Ajatellaanpa yhden totuuden organisaatiota, joka suosii homogeenista ajattelutapaa ja pelkää erilaisuutta. Yhden totuuden kulttuurissa, maassa ja/tai organisaatiossa on se vaara, että esimerkiksi ainainen yhden vihollisen ja yhden puolustushaaran ylivoimaisuus hämärtää ison kuvan toimintaympäristön muutoksesta. Kuten vaikkapa sen, että suomalaisessa yhteiskunnassa uhka voisikin tulla Suomen sisältä. Mitä tästä pitäisi ajatella?

Yhden totuuden ajattelun vaarana on, että laajempi perspektiivi häviää ja ”kuplassa” tehdään strategisia ratkaisuja, jotka voivat olla virheellisiä kun koko organisaatio on tiedon ja tulevaisuudennäkemisen suhteen väärässä. On muistettava, että asioiden kompleksisoituessa ne kietoutuvat yhteen. Silloin pienikin muutos kaaosteorian mukaisesti saattaa muuttaa koko systeemin tilaa tavalla, joka hävittää yhden totuuden ja samalla koko organisaation perustan. Tulevaisuuden sota ei ole yhdenlainen ja yhtenäinen vaan monenlainen ja epäyhtenäinen. Siksi yhtä totuutta kyseenalaistavaa ajattelua ei kannata vastustaa vaan rohkaista siihen kuten tästä tutkimuksesta ilmenee.

Toisaalta taas sen arvioiminen, onko tiedolla totuusarvo, ei välttämättä ole tarkoituksenmukaista. Tieto voi olla uskomus, jolle yhteisössä on perustelu, mutta mielellään jokin muu kuin johtajan mielipide. Tieteellinen tieto perustuu tieteellisen menetelmän avulla saavutettuun yhteiseen ja hyväksytyyn uskomukseen. Koska tieto on historiaan ja aikaan sidottu, siksi myös tulevaisuuden sodan kuvaaminen tänään väistämättä merkitsee sitä, että epäonnistumme määrittämään millainen tulevaisuuden sota on. Siksi tämän tutkimushankkeen ja kirjan peruskysymys siitä, mikä menee pieleen käsityksissämme tulevaisuuden sodasta on oikeutettu tiedon muuttuessa. Oleellista on tunnustaa, että tiedon tuottamisen menetelmiin tulevaisuudesta liittyvät tunnusmerkit kuten kriittisyys ja avoimuus ovat menestyvän tulevaisuusorganisaation tunnuksia. Sellaiset organisaatiot, kulttuurit ja näkemykset katoavat jotka eivät kestä kritiikkiä. Kriittinen ja avoin ajattelutapa kykenee uusiutumaan aina, kun uutta tietoa syntyy. Tällainen organisaatio kykenee parhaiden ennakoimaan tulevaisuutta, sillä se korjaa virheellisyydet tarpeen mukaan.

Yhden totuuden kulttuuri on tässä metafora, jolla pyritään aukaisemaan tulevaisuudenkuvaa, joka perustuu vain yhdelle näkemykselle ja tukee siten Donald Rumsfeldin esiin nostamaa ajatelmää siitä, kuinka organisaatio voi toimia tiedoiltaan hyvinkin kapein ja puutteellisin faktoin. Kun yhden totuuden kulttuuri on autoritäärisyyttä, on sellaisessa kulttuurissa päättäjien joukko on hyvin pieni. Jaettu näkemys on opi ja dogmi, joka ei kovinkaan siedä uutta tietoa ja toisenlaisia näkemyksiä. Kun tällaisessa kulttuurissa ihmiset ovat lojaaleja muodolliselle auktoriteetille eikä esimerkiksi organisaation tehtävälle tai tutkitulle tiedolle, ei organisaatio ole avoin tiedolle, josta ei ole tietoa. Tulevaisuuden sota perustuisi silloin harvainvaltaan ja -näkemukseen, joka taas ei perustu avoimeen keskusteluun ja tutkittuun tietoon. Yhden totuuden kulttuurin johtaminen ei siedä erilaisia näkemyksiä, varsinkaan johtajan ympärillä. Sellainen on erityisesti näkemisessä, kehittämisessä ja tulevaisuuden visioinnissa vastoin Rumsfeldin esiin nostamaa ajatusta, jonka seurauksena organisaatio voi joutua maksamaan kalliin hinnan. Sen sijaan yhden totuuden kulttuuri voi toimia erittäin hyvin ja viisaasti, kun puhutaan operatiivisesta toimeenpanosta ja taisteluiden käymisestä.

Tulevaisuuteen valmistautumisen haaste saattaa perinteisessä toimeenpaneavassa sotilasorganisaatiossa muistuttaa yhden totuuden ongelmaa. Sotilasorganisaatio on suorituspohjainen, jossa on yksi johtaja, yksi mielipide, yksi päätös, yhdet puheet ja samaan maaliin tähtäävät toimenpiteet. Tämä on hyvä kun asevoimaa pitää käyttää kovissa taistelutilanteissa, mutta huono epäselvään tulevaisuuteen valmistauduttaessa. Ongelmina ovat toimintaympäristön, tilanneymmärryksen, tiedontuottamuksen ja päätöksenteon diversiteetin puute. Aito erilaisuuksien ymmärrys, erilaisten vaihtoehtojen ideointi ja punnitseminen sekä monenlaisten mielipiteiden siedon puute on vaarallinen ja vastuuton tila, jota tulee välttää – kun tulevaisuudesta halutaan aidosti tietää ja siihen vastuullisesti valmistautua.

## *Kommunikaatio vie eilisestä tulevaisuuteen*

Tulevaisuutta kyetään parhaiden ennakoimaan päinvastaisella ajattelutavalla. Tavalla, joka suosii avointa keskustelua, sillä harvoin maailmassa on asia, eritoten tulevaisuuden sota, joka voi olla yhdellä tapaa tosi. Suomessa keskustelukulttuuri on kehityksessä, mutta vielä ei valitettavasti ole opittu tarpeeksi avoimesti keskustelemaan ja arvostamaan erilaisuutta. Avoin ajattelu suosii myös erilaista osaamista ja tulevaisuuden osaamistarpeiden ennakoimista, olivatpa ne tekoälyn valjastamista maanpuolustukseen tai kaukovaikuttamisen immateriaalisten kykyjen käyttöä.

Näin ollen tulevaisuuden sodankäyntiorganisaatio suhtautuu kiihtyvien muutosten, lisääntyvän kompleksisuuden ja muutosten räjähdysherkkyyteen tavalla, joka siirtää organisaatiokulttuuria varmasta tietämisestä kohti keskeneräisyyden ja epävarmuuden valmiuksien kehittämiseen. Tulevaisuuden sodankäyntiorganisaatio suhtautuu kommunikaatioon osallisuuteen rohkaisemalla ja kuuntelemalla erilaisia ja perustelluita näkemyksiä. Laajempi ja erilaisten ihmisten joukko tuo keskusteluun uusia ideoita ja sitä kautta uusia ratkaisuja ”vanhaan hyvään”. Tulevaisuuden sodan näkeminen parhaalla mahdollisella tavalla onnistuu, kun noudattaa ajatusta: ”Ole eri mieltä!” – ja kun organisaatio rohkaisee siihen järjestelmällisesti.

Nykyinen maanpuolustuksen suunnittelu- ja päätöksentekojärjestelmä, ml. asejärjestelmien hankintajärjestelmä ja osaamisen kehittämissuunnitelma, on uuden haasteen edessä, kun se haluaa ennakoita tulevaa sotaa, joka yllättää nopeudellaan ja ketteryydellään. Koska tulevaisuus on toisenlainen kuin kuvitellaan, on huomattava, että ajattelu on silloin vinoutunut. Vinoutunut ajattelu on korjattava joka tarkoittaa sitä, että nykyiseen tulevaisuuden näkymään on suhtauduttava kriittisesti. Tulevaisuus oli jo eilen ja tulevaisuutta tehdään tänään. Koska nykyhetki tulevaisuuden ajattelun vinoutumiseen määrittää liikaa sotilaallista suunnittelua ja päätöksentekoa, tämä kirja kirjoitettiin. Kolmen tutkimuksen kirjasarja tulevasta sodasta ja sen tämä, kolmas kirja Tuleva sota – Tulevaisuuden sodan tulevaisuus vastaavat osaltaan muutoksen haasteeseen, jotta kykenisimme ennakoimaan. Tulevan sodan arvaamattomuutta voidaan ennakoita kehit-

tämällä ajattelua ja osaamista, mutta ennen kaikkea kehittämään tulevassa sodassa tarvittavia suorituskykyjä.

Menneisyyden tunteminen ja nykyisyyden ymmärtäminen on erittäin tärkeää tulevaisuuden sodan ja sodankäynnin hahmottamiseksi. Tulevaisuuden sodan merkitysten ymmärtämiseksi on kuitenkin keskusteltava, tutkittava, harjoitettava ja eletävä tulevaisuudessa, jotta tulevaisuuden sodasta tiedetään ja tiedetään mitä ei tiedetä. Tulevaisuuden sota yllättää ja siksi on hyvä pyrkiä tunnistamaan ja toimimaan tilanteessa, jossa ei tiedetty mitä ei tiedetty. Tulevaisuuden sodan tulevaisuus on Suomessa hyvissä käsissä, kun tuntemattomaan tulevaisuuden sotaan suhtaudutaan avoimesti ja kriittisesti. Silloin suomalaisella maanpuolustuksella ja puolustusvoimilla on hyvät mahdollisuudet tuleva sota ennakoida ja voittaa.

# VIITTEET JA LÄHTEET

## YHTEISKUNTA 2030+

---

- 1 J. V. Snellman, *Kootut teokset: Valtio-oppi, Tukholma 10.11.1842, luku 4.*
- 2 Wilenius Markku, [http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/kuudesaalto\\_markkuwilenius.pdf](http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/kuudesaalto_markkuwilenius.pdf).
- 3 EU turvallisuusstrategia.
- 4 Suomen perustuslaki: 12 luku: *Maanpuolustus. 127 §: Maanpuolustusvelvollisuus.*
- 5 VNS periaatepäätös: ”Yhteiskunnan varautumisen tavoitteena on turvata elintärkeät toiminnot oikeusvaltioperiaate huomioon ottaen. Varautumalla normaaliolojen häiriötilanteisiin ja poikkeusoloihin yhteiskunnan toimijat varmistavat toimintakykynsä sekä normaalien että mahdollisesti uusien, tavanomaisesta poikkeavien tehtäviensä hoitamisen kaikissa tilanteissa.” YTS, ISBN 978-951-25-2959-9 pdf, 2.11.2017 s. 9.
- 6 Euroopan komissio (2017), *Pohdinta-asiakirja globalisaation hallinnasta, COM (2017) s. 240, 10.5.2017.*
- 7 SITRA, *Yhteiskunta 2.0 selvitys.*
- 8 Albert Einsteinia mukailen: ”You cannot solve a problem on the same level that it was created. You have to rise above it to the next level.”
- 9 DCDC, *Global Strategic trends 2040.*
- 10 ESPAS, *Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?* s. 3–17.
- 11 BBC, *How Western Civilization Could Collapse*, <http://www.bbc.com/future/story/20170418>.
- 12 YLE kysely, 17.10.2016 klo 18:30, päivitetty 17.10.2016, <https://yle.fi/uutiset/3-9233813>.
- 13 Kaivo-oja, Jari: *Globaalit muutosallot: Teknologiakehitys, globalisaatio, väestökehitys, muuttuvat sosiaaliset rakenteet ja energiatalouden murros.* 10.4.2012, <http://www.foresight.fi/2012/04/10/globaalit-muutosallot>.
- 14 PLM, ”*Puolustusministeriön strateginen suunnitelma, Skenaario 2, verkottunut maailma*”, s. 5.
- 15 Tainter, Josef, Cambridge University Press: *Collapse-Complex-Societies-Studies-Archaeology*, s. 6–12.
- 16 DCDC, *DCDC\_GST\_5\_Web\_Secured.pdf*, [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/348164/20140821\\_](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/348164/20140821_)
- 17 UNESCO, *Social transformation*, <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/social-transformation/>
- 18 Shell Scenarios, <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future.html>
- 19 Foresight.fi, *Globaalit muutosallot teknologiakehitys globalisaatio väestökehitys muuttuvat sosiaaliset rakenteet ja energiatalouden murros*, <http://foresight.fi/>
- 20 Shell Scenarios, <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future.html> : ”Vuosisadan puoliväliin mennessä planeetalla voi olla 9 miljardia ihmistä, ja noin kolme neljäsosaa meistä asuu kaupungeissa. Energian kysyntä voi olla kaksinkertainen vuoden 2000 tasolle.”
- 21 TEKES, Salokoski, Pia, *Katsaus 332/2017: Tulevaisuuden energia 2030...2050.*
- 22 Partanen, Rauli, Paloheimo, Harri, Waris, Heikki (2013), *Suomi öljyn jälkeen, s.193–197.*



- 23 Valtioneuvosto, *Selvitys- ja tutkimustoiminta, katsaus: Energiasektorin siirtymät muuttavat geopoliittista tasapainoa*.  
[http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/10616/katsaus](http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10616/katsaus)
- 24 SITRA, Länsimaisen työn radikaali murros, <https://www.sitra.fi/artikkelit/sitran-trendit>
- 25 Järvensivu, Anu, sama sivusto.
- 26 YK-liitto, <http://www.ykliitto.fi>
- 27 HVK (2013), *Globaalien yritysten ja kansallisen huoltovarmuusorganisaation välisen vuorovaikutuksen syventäminen*.
- 28 Hiltunen, Elina, *Crowdsourcing the Future: The Foresight Process at Finpro, Finland*.
- 29 VTT, *Visions*, <http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2016/V8.pdf> s. 8–15.
- 30 BP (2017), *Scenarios*. s. 12, <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>
- 31 Tilastokeskus (2012/2015), *Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste 2012–2060*.
- 32 Esimerkiksi: *HVK:n Sopiva suositukset tai Suomen kyberturvallisuusstrategia*.
- 33 Kananen, Ilkka (2014), *Huomisen huoltovarmuus*.
- 34 Tilastokeskus (2012/2015), *Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste 2012–2060*.
- 35 Ahokas, J., Honkatukia, J. & Simola, A. (2014), *VATT-tutkimuksia: Kriisien jälkeen – Suomen taloudellinen rakenteellinen kehitys vuosina 2013–2030*, s. 176.
- 36 Etzioni, A. (1988), *Normative Affective Factors: Toward a New Decision-Making Model*. *Journal of Economic Psychology*, Vol. 9 No 2, June, s. 125–150, viittaus lähteessä *Tulevaisuus.fi: Päätöksenteko kiihtyvässä muutoksessa*, s. 141: ”Toisaalta normatiiviset arvot voivat myös johtaa ihmisen, yhteisön tai kansakunnan harhaan päätöksenteossa, jos esimerkiksi tavoitteet valitaan erilaisten arvojen perusteella kuin niiden saavuttamiseksi käytettävät keinot.”
- 37 VNK, *Tulevaisuusselonteko*. s. 5–32.
- 38 J. V. Snellman (1844), *Saima-lehti*.
- 39 [www.SITRA.fi](http://www.SITRA.fi) ja [www.foresight.fi](http://www.foresight.fi)
- 40 TEM (2013) Lounema, Toni, Perustelumustio: *Esitys valtioneuvoston päätökseksi huoltovarmuuden tavoitteista*.
- 41 Euroopan komissio (2015), [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu)
- 42 TEM (2015), *Teollisuuspoliittinen linjaus*.
- 43 TEM (2015), Lounema, Tomi, Työ- ja elinkeinoministeriön perustelumustio, s. 1–2 ja Laki huoltovarmuudesta (1390/1992) 2 §:n 2 momentti ja 12 §:n 2 momentti.
- 44 Österlund, Bo (2015), *Sotilasaikakauslehti* s. 9–10, 14–15.
- 45 Yliskylä, Spies, Kämärä, Tapaninen (2015), Turun yliopiston merenkulkualan julkaisuja 55, Finnish Critical Industries, Maritime transport vulnerabilities and social implications, viitattu Bo Österlundin SAL:n artikkelissa 5/2015, s.14.
- 46 Sama.
- 47 The Economist, “*The Globalisation Counter-reaction; Globalisation is a highly disruptive force. It provoked a reaction in the early 20th century. Are we seeing a repeat?*”
- 48 SITRA, *Teemat: Uudistumiskyky*. <https://www.sitra.fi/teemat/uudistumiskyky/> Huom. sana ”*Kaupungistuminen*” on lisätty virkkeeseen lähteen ulkopuolelta.
- 49 BBC, *How western civilization could collapse*. <http://www.bbc.com/future/story/20170418>
- 50 SITRA (2017), <https://media.sitra.fi/julkaisut/Muut/Megatrendikortit.pdf>
- 51 VTT (2017), Anu Tuominen, Heidi Auvinen, Heikki Kanner & Toni Ahlqvist, *Liikennejärjestelmän visiot 2100*.
- 52 PLM, ”*Puolustusministeriön strateginen suunnitelma, skenaario 4*”, s. 5.

- 53 YTS (2017), verkkojulkaisu s 26. *Yhteiskunnan turvallisuusstrategiaa on päivitetty 2015 kansallisilla riskiarvioilla, joista jokainen on toteutuessaan vaikuttaa yhteiskuntaan jollakin tavalla. Kansalaisten elinmahdollisuuksiin vaikuttaa useamman riskin toteutuminen samanaikaisesti. YTS 2017 verkkojulkaisussa sivulla 26 on lueteltu seuraavat skenaariot: 1. energiansaannin vakavat häiriöt, 2. kybertoimintaympäristön riskit, 3. maailmanlaajuisesti tai Suomen lähialueilla esiintyvät vakavat tarttuvut taudit, 4. Suomeen suoraan tai välillisesti kohdistuva turvallisuuspoliittinen kriisi, 5. vakava ydinonnettomuus Suomessa tai Suomen lähialueella, 6. aurinkomyrsky. Lisäksi on lueteltu vakavia alueellisia tapahtumia: 1. nopeasti syntyvä laaja tulva asutuskeskuksessa tai sen läheisyydessä, 2. vakava kemikaali- tai räjähdysonnettomuus vaarallisia aineita käsittelevässä teollisuuslaitoksessa, 3. suuri merellinen onnettomuus, vakava lentoliikenteen onnettomuus, 4. vakava raideliikenteen onnettomuus, 5. vakava maantieliikenteen onnettomuus, 6. useampi yhtäaikainen laaja metsäpalo, suuri, laajasti yhteiskuntaan vaikuttava rakennuspalo kriittisen infrastruktuurin kohteessa, 7. laaja tai pitkäkestoinen vedenjakeluhäiriö, 8. laajalle alueelle ulottuva talvimyrsky, johon liittyy pitkä pakkasjakso, ukkosmyrsky (rajuilma), 9. Suomeen kohdistuva terroristinen teko tai terrorismi, 10. vakava henkilökoukoon kohdennettu väkivallanteko, 10. isojen väkijoukkojen väkivaltainen liikehdintä ja 11. laajamittainen maahantulo.*
- 54 The Independent: *"The results show that based on plausible climate trends and a total failure to change course, the global food supply system would face catastrophic losses, and an unprecedented epidemic of food riots"* <http://www.independent.co.uk/environment/climate-change/society-will-collapse-by-2040-due-to-catastrophic-food-shortages-says-study-10336406.html>
- 55 [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/348164/20140821\\_DCDC\\_GST\\_5\\_Web\\_Secured.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/348164/20140821_DCDC_GST_5_Web_Secured.pdf)
- 56 Vainio Terttu 2016, VTT Asuntotuotannon tarve 2015-2040, pdf, ISBN 978-951-38-8395-9, s. 6
- 57 VTT, Visio: Safe and secure transport system 2100. Heidi Auvinen & Anu Tuominen. Espoo 2012. VTT Technology 5. 43 s. + liitt. 18 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T5.pdf>
- 58 Kaivo-oja, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, <https://www.sitra.fi/ihmiset/jari-kaivo-oja/>
- 59 World Economic Forum (2017), *The Global Risks Report 2017*, s. 2–10, 46.
- 60 Limmell, Jarno, Keski-suomalaisessa 27.09.2017.
- 61 Valtioneuvoston periaatepäätös 24.1.2013.
- 62 SITRA, <https://media.sitra.fi/julkaisut/Muut/Megatrendikortit.pdf>
- 63 <https://www.ohjausote.com/blogi/kasvatammeko-tulevaisuuteen-jota-ei-tule>, alkuperäislähde <http://www.news.com.au/travel/travel-updates/study-into-connectivity-dead-zones/news-story/>
- 64 <https://www.ohjausote.com/blogi/kasvatammeko-tulevaisuuteen-jota-ei-tule>, alkuperäislähde: <http://www.news.com.au/travel/travel-updates/study-into-connectivity-dead-zones/news-story/>
- 65 Partanen, Rauli, Paloheimo, Harri, Waris, Heikki; Suomi öljyn jälkeen, 2013, ISBN 978-952-264-196-0, s. 193–197.
- 66 Kaskinen, Tuula, Damos: *"Monet tunnusmerkit viittaavat siihen suuntaan, että elämme öljyhuipun aikaa parhaillaan tai ainakin se on näkyvissä olevassa tulevaisuudessa. Öljyhuippu on kuitenkin asia, jonka voimme todentaa vasta kun olemme ohittaneet sen useilla vuosilla."* Taimio, Heikki, PTL: *"Mielestäni olemme ainakin hyvin lähellä öljyhuippua. Uusia öljylähteitä löydetään aiempaa vähemmän ja uusiutuvat syrjäyttävät öljyä yhä enemmän."*
- 67 Partanen, Rauli, Paloheimo, Harri, Waris, Heikki; Suomi öljyn jälkeen, 2013, ISBN 978-952-264-196-0. s.195-200.
- 68 NATO ENSECCOE, <https://www.enseccoe.org/en/about/6>

- 69 Fattouh, Bassam, The Oxford Institute for Energy Studies ja Dale, Spencer, BP, Peak oil demand and long run oil prices, s. 7–8: ”Some projections suggest global oil demand could peak soon after 2025, others expect demand to continue to grow out to 2040 and beyond. Indeed, different projections from the same organisation can point to quite different estimates depending on the assumptions used.”
- 70 Partanen, Rauli, Peak Oil Finland Oy, Elämmekö öljyhuipun aikaa?: ”Öljyhuipun ajan kukin määrittelee hieman omalla tavallaan, mutta mielestäni kyllä elämme. Tavanomaisen raakaöljyn tuotantohuippu oli käytännössä vuonna 2008, jonka jälkeen kokonaistuotantoa on lisätty lähinnä liuskeöljyllä, nestekaasuilla ja öljyhiekan tuotannolla,(...)joten tuotantokustannukseltaan halvan öljyn tuotantohuippu on käsillä tai jo mennyt.”
- 71 <http://www.ykliitto.fi/yk70v/taloudellinen>
- 72 <https://www.economist.com/news/leaders/21576663>
- 73 ETLA, <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/B254.pdf>, alkuperäislähteeksi ilmoitettu Conway, Ron, Maaailma 2012, The Economist under licence to Kauppahehti Optio, s. 89.
- 74 ETLA, <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/B254.pdf>
- 75 Salonen, Jarno, Ahonen, Pasi, Dufva, Mikko, Heikkilä, Anne-Mari, Jenu, Markku, Olli, Pia, Pelkonen, Antti, Siljander, Aslak, Suominen, Arto, Osaamisen huoltovarmuus Suomen puolustuksen teknologisen ja teollisen perustan turvaamisessa, s. 23.
- 76 [http://miniweb.lpt.fi/2016/pdf\\_tiedostot/Robottiikka\\_yleinen.pdf](http://miniweb.lpt.fi/2016/pdf_tiedostot/Robottiikka_yleinen.pdf)
- 77 Honkatukia, TEM, Työelämä 9/2017, Ammattirakenteen muutoksen vaikutukset kansantalouteen.
- 78 STTK laskuri, <https://www.sttk.fi/2015/04/01/>, / Suomen pitkäaikaistyöttömyyden aiheuttamat kustannukset ovat vuodessa:  $16\,000 \times 0,7 \times 600\,000$  euroa = 6,7 mrd. euroa ja kuukaudessa: 560 milj. euroa. Esimerkiksi vuonna 2017 puolustusmenot olivat 2829 mrd euroa.
- 79 Perinteiseen turvallisuuteen on vaarassa jäädä yhä vähemmän rahaa valtion budjetista. Rahoitusvaje pitkittyessään vaikuttaisi mahdollisuuksiin investoida riittävästi varautumiseen ja sotilaalliseen maanpuolustukseen.
- 80 VNK 12/2017, Jarno Salonen, Pasi Ahonen, Mikko Dufva, Anna-Mari Heikkilä, Markku Jenu, Pia Olli, Antti Pelkonen, Aslak Siljander, Arto Suominen, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.
- 81 VNK, <http://tietokayttoon.fi/julkaisu>
- 82 Guardian, <https://www.theguardian.com/global-development/2017/> ”Africa facing shortfall of 50 million jobs by 2040.”
- 83 [www.vm.fi](http://www.vm.fi), Tulo- ja kustannuskehitystoimikunnan raportti 2.2.2017.
- 84 <https://www.suomenpankki.fi/fi/media-ja-julkaisut/puheet-ja-haastattelut/2017/talous-ja-teknologia-murroksessa/>
- 85 J. V. Snellman, Näin puhui Snellman, s. 389, Kauko Kare, WSOY Porvoo 1960, alkuperäislähde J. V. Snellmanin kootut teokset.
- 86 PLM, [https://www.defmin.fi/files/3683/J05\\_2017\\_VN\\_puolustuselonteko\\_Su\\_PLM.pdf](https://www.defmin.fi/files/3683/J05_2017_VN_puolustuselonteko_Su_PLM.pdf), tiivistys, s. 28.
- 87 PLM, [https://www.defmin.fi/files/3683/J05\\_2017\\_VN\\_puolustuselonteko\\_Su\\_PLM.pdf](https://www.defmin.fi/files/3683/J05_2017_VN_puolustuselonteko_Su_PLM.pdf), tiivistys, s. 28.
- 88 J. V. Snellmanin kirjoitus Saima-lehdessä 1844, s. 83, Kauko Kare, Näin puhui Snellman, WSOY, Porvoo 1960, alkuperäislähde J. V. Snellmanin kootut teokset.

## LÄHTEET

- Atlantic Council (2016), *Global Risks 2035: The Search for a New Normal*. Atlantic Council Strategy Papers, Washington, D.C. ISBN: 978-1-61977-466-7.
- BBC, Future Story. <http://www.bbc.com/future/story/20170418-how-western-civilisation-could-collapse>.
- BBC, *How western civilization could collapse*. <http://www.bbc.com/future/story/20170418>.
- BP, *BP Scenarios*. s 12, <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>.
- Conway Ron (2012), *The Economist underlicence*, s. 89.
- DCDC, *Global Strategic trends 2040*. file/348164/20140821\_DCDC\_GST\_5\_Web\_Secured.pdf.
- DCDC, [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/348164/20140821\\_DCDC\\_GST\\_5\\_Web\\_Secured.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/348164/20140821_DCDC_GST_5_Web_Secured.pdf).
- Economist, *The Globalisation Counter-reaction*. <https://www.economist.com/blogs/buttonwood/2017/06/1914-effect>.
- Economics, <https://www.economist.com/news/leaders/21576663>.
- ENSECCOE, Nato, <https://www.enseccoe.org/en/about/6>.
- ESPAS, *Global Trends to 2030: Can the EU meet the challenges ahead?* <http://ec.europa.eu/espas-report-2015.pdf>, s 3–17.
- ETLA, <https://www.etla.fi/wp-content/uploads/2012/09/B254.pdf>.
- Etzioni, A. (1988). *Normative-Affective Factors: Toward a New Decision-Making Model*. *Journal of Economic Psychology*. Vol. 9 No 2, <https://tulevaisuus.fi/perusteet/paatoksenteko-kiihtyvassa-muutoksessa/> alkuperäislähde Etzioni 1988, s. 125–150.
- EU turvallisuusstrategia, <http://www.turpopankki.fi/fi/index.php/turvallisuus-ja-puolustuspolitiikka/eu-n-turvallisuusstrategia>.
- Euroopan komissio (2015), [www.ec.europa.eu](http://www.ec.europa.eu).
- Euroopan komissio (2017), *Pohdinta-asiakirja globalisaation hallinnasta*. COM(2017), s. 240.
- Foresight.fi, <http://foresight.fi/globaalit-muutosallot-teknologiakehitys-globalisaatio-vaestokehitys-muuttuvat-sosiaaliset-rakenteet-ja-energiatalouden-murros/>
- Guardian, <https://www.theguardian.com/global-development/2017>.
- Hiltunen, E., *Crowdsourcing the Future: The Foresight Process at Finpro*.
- Honkatukia, J., TEM, *Työelämä 19/2017*.
- Huoltovarmuuskeskus (2013), *Yritysten ja kansallisen huoltovarmuusorganisaation välisen vuorovaikutuksen syventäminen*. Julkaisuvuosi: 2013, ISBN: 978-952-5608-13-7.
- Huoltovarmuuskeskus (2016), *Sopiva suositukset*. <https://www.huoltovarmuuskeskus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/jatkuvuudenhallinta/sopiva/> ja Suomen kyberturvallisuusstrategia ISBN 978-951-25-2434-1 pdf.
- Järvensivu, A., Sitran trendit: Länsimaisen työn radikaali murros, <https://www.sitra.fi/artikkelit/sitran-trendit-lansimaisen-tyon-radikaali-murros>.
- Kaivo-oja, J. (2012), *Globaalit muutosaallot: Teknologiakehitys, globalisaatio, väestökehitys, muuttuvat sosiaaliset rakenteet ja energiatalouden murros*. 10.4.2012, <http://www.foresight.fi/2012/04/10/globaalit-muutosaallot>.
- Kaivo-oja, J., Tulevaisuuden tutkimuskeskus, <https://www.sitra.fi/i ihmiset/jari-kaivo-oja>.
- Kananen, I (2014), *Huomisen huoltovarmuus*. HVK, [https://Huomisen\\_huoltovarmuus.pdf](https://Huomisen_huoltovarmuus.pdf).
- Kaskinen T., Damos.
- Laki huoltovarmuudesta (1992). *1390/1992, 2 §:n 2 momentti ja 12 §:n 2 momentti*.

- Limnell, J., artikkeli Keski-suomalaisessa, 27.9.2017.
- Lounema, T. (2015), *Työ- ja elinkeinoministeriön muistio* s. 1–2.
- Miniweb, [http://miniweb.lpt.fi/2016/pdf\\_tiedostot/Robotiikka\\_yleinen.pdf](http://miniweb.lpt.fi/2016/pdf_tiedostot/Robotiikka_yleinen.pdf)
- News.com.au, <https://www.ohjausote.com/blogi/kasvatammeko-tulevaisuuteen-jota-ei-tule-alkuperäislähde> <http://www.news.com.au/travel/travel-updates/study-into-connectivity-dead-zones/news-story>.
- Österlund, B. (2015), Turun yliopisto, *Artikkeli esim. Sotilasaikakauslehdessä* 11/2015, s. 9–10, 14–15.
- Paloheimo, H., Waris H., Partanen R., *Suomi öljyn jälkeen*. ISBN 978-952-264-196-0. s.193-200.
- Peak Oil Finland Oy (2008), Partanen R., *Elämmekö öljyhuipun aikaa?*
- PLM, *Puolustuselonteko*. [https://www.defmin.fi/files/3683/J05\\_2017\\_VN\\_puolustuselonteko\\_Su-PLM.pdf](https://www.defmin.fi/files/3683/J05_2017_VN_puolustuselonteko_Su-PLM.pdf), tiivistys, s. 28.
- PLM, *Puolustusministeriön strateginen suunnitelma, skenaario 4*, s. 5–8, ISBN 978-951-25-2224-8 pdf
- Salonen, J., Ahonen, P., Dufva, M., Heikkilä, A.-M., Jenu, M., Olli, P., Pelkonen, A., Siljander, A., Suominen, A., *Osaamisen huoltovarmuus Suomen puolustuksen teknologisen ja teollisen perustan turvaamisessa*, s. 23.
- Shell, *Scenarios*. <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future.html>.
- SITRA, <https://media.sitra.fi/julkaisut/Muut/Megatrendikortit.pdf>.
- SITRA, <https://www.sitra.fi/artikkelit/sitran-trendit-lansimaisen-tyon-radikaali-murros/>
- SITRA, <https://www.sitra.fi/teemat/uudistumiskyky/>
- SITRA, [www.SITRA.fi](http://www.SITRA.fi) ja [www.foresight.fi](http://www.foresight.fi).
- SITRA, Yhteiskunta 2.0 selvitys, <https://www.sitra.fi/aiheet/Yhteiskunta-2-0-selvitys>.
- Snellman, J.V. (1842) , *Kootut teokset: Valtio-oppi*. Tukholma 10.11.1842, luku 4.
- Snellman J.V. (1844), *Saima-lehti*, Kauko Kare, *Näin puhui Snellman*, WSOY, Porvoo 1960, alkuperäislähde J.V. Snellmanin kootut teokset, s. 83, 389.
- STTK, *Laskuri*, <https://www.sttk.fi/2015/04/01>
- Suomen pankki (2017), *Talous ja teknologia murroksessa*. <https://www.suomenpankki.fi/fi/media-ja-julkaisut/puheet-ja-haastattelut/2017>.
- Suomen perustuslaki. 12 luku: *Maanpuolustus*. 127 §: *Maanpuolustusvelvollisuus*.
- Taimio, H., PTL.
- Tainter, J., *Cambridge University Press*, s. 6–12, <https://www.amazon.com/Collapse-Complex-Societies-Studies-Archaeology/dps>.
- TEKES (2017), *Katsaus 332/2017, Pia Salokoski, Tulevaisuuden energia 2030...2050*.
- TEM (2015), *Teollisuuspoliittinen linjaus*.
- The Independent, <http://www.independent.co.uk/environment/climate-change/society-will-collapse-by-2040-due-to-catastrophic-food-shortages-says-study-10336406.html>.
- The Oxford Institute for Energy Studies, Fattouh, Bassam, Dale, Spencer, BP, *Peak oil demand and long run oil prices*, s. 7–8.
- Tilastokeskus (2012), *Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste 2012–2060*, Tilastokeskus, Helsinki, 28.9.2012, [https://tilastokeskus.fi/til/vaenn/2012/vaenn\\_2012\\_2012-09-28\\_fi.pdf](https://tilastokeskus.fi/til/vaenn/2012/vaenn_2012_2012-09-28_fi.pdf), 27.1.2015.
- Turun yliopiston merenkulkuala, Yliskylä, Spies, Kämärä, Tapaninen, *Turun yliopiston merenkulkualan julkaisuja 55, Finnish Critical Industries, Maritime transport vulnerabilities and social implications*. Viitattu Bo Österlundin SAL:n artikkelissa 5/2015, s. 14.
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2013), *Esitys valtioneuvoston päätökseksi huoltovarmuuden tavoitteista 2013*, perustelumuistio, Lounema, T.
- UNESCO, *Social transformation*. <http://www.unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/social-transformation>.

- Vainio Terttu 2016, VTT Asuntotuotannon tarve 2015-2040, pdf, ISBN 978-951-38-8395-9, s. 6.
- Valtioneuvosto (2013), *Päätös huoltovarmuuden tavoitteista*.
- Valtionvarainministeriö (2017), [www.vm.fi](http://www.vm.fi), Tulo- ja kustannuskehitystoimikunnan raportti 2.2.2017.
- VATT (2014), Ahokas, J., Honkatukia, J. & Simola, A. (2014), *Kriisien jälkeen – Suomen taloudellinen rakenteellinen kehitys vuosina 2013–2030. VATT-tutkimuksia*, s. 176. 10.02.2014, [www.vatt.fi/julkaisut/uusimmatJulkaisut/julkaisu/Publication\\_6093\\_id/972](http://www.vatt.fi/julkaisut/uusimmatJulkaisut/julkaisu/Publication_6093_id/972).
- Wilenius Markku (2015), Turun yliopisto, [http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//kuudesaalto\\_markkuwilenius.pdf](http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//kuudesaalto_markkuwilenius.pdf), dia 4/26.
- VNK, <http://tietokayttoon.fi/julkaisu> ja VNK, <http://vnk.fi/tulevaisuusselonteko>, s. 25–32.
- VNS, *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, katsaus*. [http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/10616/katsaus](http://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10616/katsaus).
- VTT, Tuominen, A., Auvinen, H., Kanner, H. & Ahlqvist, T., *Liikennejärjestelmän visiot 2100*. ISBN 978-951-38-7660-9
- VTT, *Visio: Safe and secure transport system*. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2016/V8.pdf>, s. 8–15.
- VTT, VTT Technology 5. 43 s. + liitt. 18 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T5.pdf>.
- World Economic Forum (2017), *The Global Risks Report 2017*. s. 2–10 ja 46. ISBN:978-1-944835-07-1, <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>
- YK-liitto, <http://www.ykliitto.fi/yk70v/taloudellinen>.
- YLE (2016), *YLE kysely*. 17.10.2016 klo 18:30 päivitetty 17.10.2016, <https://yle.fi/uutiset/3-9233813>.
- YS (2017), ISBN 978-951-25-2959-9 pdf , 2.11.2017, s. 9. ja YTS (2017) verkkojulkaisu, s. 26.

## TEKNOLOGIA 2030+

---

- 1 US Quadrennial Defense Review Report, 30.9.2001, s. 3.
- 2 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Sota>, haettu 20.11.2017.
- 3 Gordon E. Moore: *Cramming more components onto integrated circuits*. Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965.
- 4 Pienosatelliittien avulla voidaan merkittävästi lisätä ajallista ja alueellista kattavuutta: jos esimerkiksi viisi kuvaussatelliittia korvataan 35 pienemmällä satelliitilla, sama alue kyetään kuvaamaan 3,5 tunnin välein aiemman 24 tunnin sijaan.
- 5 IoT, Internet of Things, eli esineiden internet.
- 6 Mikroaaltoaseen 100 MW teho on noin viidesosa Loviisan ydinvoimalan reaktorin tehosta.
- 7 JAPCC Journal, edition 24, Joint Air Power Competence Center 2017.
- 8 [https://en.wikipedia.org/wiki/Billy\\_Mitchell](https://en.wikipedia.org/wiki/Billy_Mitchell), 20.6.2017.
- 9 Juhani Parkkarin ja Gunnar Rosenin Sodan lait käsikirja on tiivis, kattava ja loogisesti etenevä kuvaus sopimusjärjestelmistä, säännöistä ja niiden käytännön huomioimisesta: Parkkari, Juhani & Rosen, Gunnar: Sodan lait käsikirja. ISBN 951-37-4001-3, Edita Prima 2004.
- 10 Convention on Prohibitions of Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons Which May Be Deemed to Be Excessively Injurious or to Have Indiscriminate Effects, Genève 10.10.1980.
- 11 Protocol on Prohibitions or Restrictions on the Use of Mines, Booby-Traps and Other Devices, Genève 10.10.1980.

- 12 Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production and Transfer of Anti-Personnel Mines and on their Destruction, Ottawa 18.9.1997.
- 13 The United Nations Convention on Certain Conventional Weapons, CCW, 10.10.1980.
- 14 Protocol on Blinding Laser Weapons, Wien 13.10.1995.
- 15 Paljaalla silmällä tarkoitetaan myös silmälasien käyttöä, mutta ei esimerkiksi suurentavan optiikan läpi kohdentuvaa vaikutusta.
- 16 Suomi on tehnyt miinakieltosopimukseen selittävän varauman, jonka mukaan miinoja, jotka on suunniteltu räjähtämään ajoneuvon, eikä henkilön läsnäolosta, läheisyydestä tai kosketuksesta ja jotka on varustettu käsittelynestolaitteella, ei pidetä käsittelynestolaitteen vuoksi jalkaväkimiiinoina. Parkkari, Juhani & Rosen, Gunnar: Sodan lait käsikirja. ISBN 951-37-4001-3, Edita Prima 2004, s. 14.
- 17 The United Nations Office at Geneva: Background on Lethal autonomous weapons systems (LAWS), [www.unog.ch](http://www.unog.ch), viitattu 7.6.2016.
- 18 Declaration Renouncing the USE, in Time of War, of Explosive Projectiles Under 400 Grammes Weight, Saint Petersburg 29.11.1868 ja Declaration concerning Expanding Bullets, The Hague, 29.7.1899. Kokonaan kiellettyjä ovat räjähtävät luodit, osumasta laajenevat luodit, myrkyt ja myrkytettyt aseet, kemialliset ja biologiset aseet, röntgenlaitteistolla havaitsemattomat sirpaleet, viattomiksi kohteiksi naamioidut ansat, sokaisukäyttöön tarkoitetut laseraseet, ympäristön muuttaminen. Erityisiä käyttörajoituksia on asetettu heräteimerimiinoille, torpedoille, maamiinoille ja polttoaseille.
- 19 Sivonen, Pekka: Tulevaisuuden ennakointi strategian tutkimuksen kohteena, teoksessa Suomalaisia näkökulmia strategian tutkimukseen. Toim. Pekka Sivonen. Julkaisusarja 1 Strategian tutkimuksia No 33, Maanpuolustuskorkeakoulun Strategian laitos, ISBN 978-951-25-2495-2, ISBN 978-951-25-2496-9 (PDF). Juvenes Print Tampere 2013, s. 127.
- 20 Sivonen, Pekka, 2013, s. 129.

## LÄHTEET

Kirjoitus perustuu pitkälti kansalliseen teknologian seurantaan ja ennakointiin sekä Euroopan puolustusviraston EDAn, Pohjois-Atlantin puolustusliiton NATOn ja pohjoismaisen puolustusyhteistyön NORDEFCON puitteissa tehtyihin tulevaisuustarkasteluihin. Näiden tuotteita ei juuri ole julkaistu. Julkista materiaalia on kuitenkin löydettävissä alla olevasta listasta, joka on toiminut tämänkin kirjoituksen yhtenä lähdemateriaalina.

Brimley, Shawn: *While we can; arresting the erosion of America's military edge*. Center for a new American security. <https://www.cnas.org>

*Convention on Prohibitions of Restrictions on the Use of Certain Conventional Weapons Which May Be Deemed to Be Excessively Injurious or to Have Indiscriminate Effects*, Genève 10.10.1980.

*Convention on the Prohibition of the Use, Stockpiling, Production and Transfer of Anti-Personnel Mines and on their Destruction*, Ottawa 18.9.1997.

European Defence Agency: *10 upcoming disruptive defence innovations*. European Defence Matters issue 14/2017. ISSN 1977-5059.

Finkel, Meir: *On flexibility: recovery from technological and doctrinal surprise on the battlefield*. Stanford University Press. ISBN-13: 978-0-8047-7489-5.

Franklin, Daniel & Andrews, John (toim.): *Megachange 2050*. John Wiley & Sons, ISBN 978-1-118-18044-0

Halal, William E.: *Technology's promise*. MacMillan ISBN-13 978-0-230-01954-6.

- Kaku, Michio: *Physics of the Future*. Anchor Books. ISBN 978-0-307-47333-2.
- NATO Science & Technology Board, STO *Tech Trends Report 2017*. 8.8.2017, public release version of AC/323-D(2017)006(INV).
- Parkkari, Juhani & Rosen, Gunnar: *Sodan lait käsikirja*. ISBN 951-37-4001-3, Edita Prima 2004.
- Paul, T.V. et al. (toim.); *Complex deterrence, strategy in the information age*. The University of Chicago Press. ISBN-13 978-0-226-65003-6.
- Protocol on Blinding Laser Weapons*, Wien 13.10.1995.
- Protocol on Prohibitions or Restrictions on the Use of Mines, Booby-Traps and Other Devices*, Genève 10.10.1980.
- Rosen, Stephan Peter: *Innovation and the modern military: Winning the next war*. Cornell University Press. ISBN 0-8014-8196-1.
- Singer P. W.: *Wired for war: the robotics revolution and conflict in the 21st century*. Penguin Books ISBN 978-0-14-311684-4.
- Sivonen, Pekka: *Tulevaisuuden ennakointi strategian tutkimuksen kohteena*, teoksessa Suomalaisia näkökulmia strategian tutkimukseen. Toim. Pekka Sivonen. Julkaisusarja 1, Strategian tutkimuksia No 33, Maanpuolustuskorkeakoulun Strategian laitos, ISBN 978-951-25-2495-2. Juvenes Print, Tampere 2013.
- The United Nations Convention on Certain Conventional Weapons*, CCW, 10.10.1980.
- The United Nations Office at Geneva: *Background on lethal autonomous weapons systems (LAWS)*, www.unog.ch, viitattu 7.6.2016.
- U.S: Department of Defense: *Joint operating environment (JOE 2035)*.
- US TRADOC: *The Operational Environment and the Changing Character of Future Warfare*.
- Wong, Wilson W. S.: *Emerging military technologies*. ISBN-13 978-0313396137.

## MAASOTA 2030+

---

- 1 Liddell Hart (1937), s. 270.
- 2 Atlantic Council (2016), s. ii–iii, 35–38, 54.
- 3 Aiemmasta ajattelusta ks. esim. Raitasalo – Sipilä (2008).
- 4 Murray (2017), s. 3.
- 5 Ks. esim. Kagan (2006).
- 6 Murray (2017), s. 59.
- 7 Fuller (1943), s. 16. ”*What we are faced with is not a new type of war, a war totally unrelated to the present type, but a new form of war, a form arising out of the petrol engine.*” Nyt polttomoottorin voisi korvata robotilla ja argumentti säilyisi validina. Sotien perusolemuksen säilymisestä katso lisäksi esim. Strachan (2011b), s. 511.
- 8 Hanlon (2015), s. 3.
- 9 Tuck (2014) s. 2.
- 10 Ks Bloch (1914), joka ennusti ennen ensimmäistä maailmansotaa, ettei suursotaa voi tulla, koska se olisi liian kallista.
- 11 Kaldor (2007), s. 102. Ks. myös esim. Münkler (2005), s. 8.
- 12 Hammes (2006), s. 2–3.
- 13 Barno – Bensahel (2016), s. 8–9.



- 14 MoD (2010) “*contested, congested, cluttered, connected and constrained*”. Samat “5Cs” löytyvät myös MoD (2016), s. 44. Lisäksi Australian Army Headquarters (2013), s. 3 kuvaa tulevaisuuden taistelukenttää adjektiiveilla “*crowded, connected, lethal, collective and constrained*”. Yhteisymmärrys monimutkaisesta luonteesta siis vallitsee.
- 15 Ks. Taleb (2007).
- 16 Johnson (2014), s. 66, 70.
- 17 Raitasalo – Sipilä (2004), s. 12–16.
- 18 Tuck (2014), s. 202–203, 226. Laajempi keskustelu kunkin näkökulman hyödyistä ja haitoista löytyy s. 204–226. Hybridisota on käsite, joka on alkanut elää täysin omaa elämäänsä, mutta varsin hyödyllinen määritelmä löytyy Hoffman (2007), s. 8.
- 19 Directorate of Land Concepts and Design (2007), s. 11.
- 20 Palokangas (2015), s. 12–13, 19. Katso myös esim. United States Department of Army (2008); MoD (2014); Vego (2009).
- 21 Finkel (2011), s. 6 ja Alberts et. al. (2000), s. 5–6, 175.
- 22 Echevarria (2013), s. ix. Ks. myös Kagan (2006), s. 344–345, 353. Toisaalta luonnostellessaan NCW:n konseptia Alberts ja kumppanit itsekin tunnustivat, että kyseessä on enemmän idea kuin varsinainen todellisuus ja että varsinainen kirja koko NCW:stä voidaan kirjoittaa vasta vuosikymmenten kuluttua. Alberts et. al. (2000), s. 5–6.
- 23 Schwarzkopf (1993), s. 502.
- 24 Ks. esim. Alberts et. al. (2000), s. 74.
- 25 Simpkin (1985), s. 4–5.
- 26 Tuck (2014), s. 224–225.
- 27 Hammes (2016), s. 33.
- 28 Tuck (2014), s. 251–252.
- 29 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 3.
- 30 Directorate of Land Concepts and Design (2007), s. 2, 4.
- 31 Department of Defense (2012); White House (2015).
- 32 MoD (2016), s. 22–23.
- 33 United Nations Department of Economic and Social Affairs (2012); Dobbs et al (2013); Australian Army Headquarters (2013), s. 4.
- 34 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 12–13; MoD (2016), s. 2–3.
- 35 Kilcullen, David (2013), *Out of the Mountains: The Coming Age of the Urban Guerrilla*. Oxford University Press, Oxford. Ensimmäisiä “urbanin guerrillan” puolestapuhujia oli Che Guevara. Ks. Guevara (1962).
- 36 MoD (2016), s. 10, ks. myös Department of Defense (2012).
- 37 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 11–12.
- 38 Australian Army Headquarters (2013), s. 5.
- 39 MoD (2016), s. 25.
- 40 Australian Army Headquarters (2002), s. 39.
- 41 U.S. Army (2015), s. 4.
- 42 Australian Army Headquarters (2013), s. 5.
- 43 Barno - Bensahel (2016), s. 28–30.
- 44 Posen (2014), s. 95.
- 45 ks esim. Joint Chiefs of Staff (2015); Australian Army Headquarters (2013), s. 8.
- 46 Australian Army Headquarters (2013), s. 6–7, 11.
- 47 Johnson (2014), s. 73.

- 48 TRADOC (2014), s. iv.
- 49 Atlantic Council (2016), s. ii, vi, 68.
- 50 National Intelligence Council (2012), s. 86–100.
- 51 O’Hanlon (2015), s. 17–19.
- 52 Hammes (2016), s. 22–27.
- 53 Joint Chiefs of Staff (2016), s.14.
- 54 MoD (2016), s. 14.
- 55 Warden (2000), s. xi ja Kagan (2006), s. 201.
- 56 Creveld (2008), s. 307
- 57 Joint Chiefs of Staff (2015), s. 13.
- 58 Palokangas (2015), s. 14.
- 59 Murray (2017), s. 174.
- 60 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 17–18.
- 61 MoD (2016), s. 14.
- 62 Australian Army Headquarters (2013), s. 8.
- 63 Handel (2001), s. 9.
- 64 Johnson (2014), s. 68–69, 74. Ks. myös esim. Limnell, Jarno (2012), s. 14.
- 65 Global Challenges Foundation (2015), s. 108–119.
- 66 Australian Army Headquarters (2002), s. 41.
- 67 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 16.
- 68 MoD (2016), s. 15.
- 69 MoD (2016), s. 38.
- 70 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 17–18; Australian Army Headquarters (2013), s. 10.
- 71 Singer (2009), s. 109–110.
- 72 Barno - Bensahel (2016), s. 33.
- 73 MoD (2016), s. 16.
- 74 TRADOC (2014), s.15.
- 75 Australian Army Headquarters (2013), s. 9.
- 76 U.S. Army (2015), s. 3.
- 77 O’Hanlon (2015), s. 15–16. Ks. myös. Department of Defense (2012), s. 29.
- 78 Department of Defense (2016), ensimmäinen offset muodostui aikoinaan ydinaseesta ja toinen digitalisaatiosta, sensoreista, IT-kyvykkyyksistä ja stealth-teknologiasta.
- 79 MoD (2016), s. 16.
- 80 Fuller (1932), s. 229.
- 81 Douhet (1999), s. 279.
- 82 Ks. esim. Leonhard (1998), s. 1, 7 ja Alberts et. al. (2000), s. 201.
- 83 Der Derian (2001) s. xiv–xvii. ”*Virtuous war.*” Ks. myös Luttwak (1995).
- 84 Ks. esim. Lonsdale (2007), s. 241.
- 85 Murray (2017), s. 159.
- 86 MoD (2016), s. 31–32.
- 87 Australian Army Headquarters (2013), s. 8.
- 88 Lehane (2010), s. 1, 7–8.
- 89 Lehane (2010), s. 2–6. paperi esittelee hyvin kunnianhimoisia visioita jopa utopistisesti ja potentiaali todistaa väitteitä ei kaikissa tapauksissa riitä. Teksti kuitenkin antaa suuntaa siitä, että into robotisoidun taistelun mahdollistamiseen elää ja voi hyvin.
- 90 Barno – Bensahel (2016), s. 43.

- 91 Singer (2009), s. 105.
- 92 Ks. O'Hanlon (2015), s. 163.
- 93 Hyvästä LAWS määrittelystä katso esimerkiksi Horowitz (2016).
- 94 Horowitz (2014).
- 95 Ks. esim. Herr (2015), s. 76–83.
- 96 Hammes (2016), s. 29.
- 97 Vego (2009), s. V-56. Sen sijaan esimerkiksi Posen (2014) suosittelee maavoimien merkittävää supistamista ja panostuksia ilma- ja merivoimiin.
- 98 O'Hanlon (2015), s. 88–90, 133, 136, 138–139. Ks. myös Dupuy (1987).
- 99 O'Hanlon (2015), s. 147, 168–169.
- 100 Liddell Hart (1950), s. 336–338.
- 101 Tästä ks. MoD (2013); Barno – Bensahel (2016), s. 1, 1213; Department of Defense (2012), s. 31.
- 102 Directorate of Land Concepts and Design (2007), s. 4. Ks myös Hammes (2016), s. 20.
- 103 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 14, 23.
- 104 MoD (2016), s. 11–12.
- 105 Kruck (2014), s. 120.
- 106 Hammes (2016), s. 19–20.
- 107 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 6. JOE 2035 käyttää tästä termiä “*warfare by proxy*”.
- 108 Australian Army Headquarters (2013), s. 3.
- 109 TRADOC (2014), s. 9.
- 110 Smith (2008), s. 299.
- 111 Directorate of Land Concepts and Design (2007) s. 16. “*An approach to operating within that environment based on adaptive dispersed land forces conducting simultaneous full spectrum engagement*”, “*the multi-threat, multidimensional, multinational, joint and interagency aspects of the operating environment*.”
- 112 Virkistävän poikkeuksen tekee esim MoD (2013), jossa päästään hyvinkin konkreettiselle tasolle.
- 113 Directorate of Land Concepts and Design (2007) s. 18. “*Land forces that are agile, lethal and non-lethal, net-enabled, multipurpose, and full spectrum capable*.”
- 114 U.S. Army (2015), s. 7–11.
- 115 Ks. esim. Strachan (2011), s. 129.
- 116 Creveld (1991), s. 13.
- 117 Department of Defense (2012), s. 4–6, 8.
- 118 Department of Defense (2014), s. 13–22.
- 119 Tuck (2014), s. 253.
- 120 Tuck (2014), s. 235, 241–242. Sloan (2008), s. 9–11. Tietystä transformaation kritiikistä ks. Kagan (2006).
- 121 Department of the Army (2011), s. 1–2. Samalla tunnistetaan kyberavaruus ja avaruus operaatioympäristöinä. Directorate of Land Concepts and Design (2007), s. 6 jakaa näkemyksen siitä, että maooperaatiot ovat tulevaisuudessakin luonteeltaan hyökkäyksellisiä, puolustuksellisia tai vakauttavia.
- 122 Department of the Army (2011), s. 3. Näihin kyvykkyyksiin kuuluvat myös ydinaseet.
- 123 Directorate of Land Concepts and Design (2007), s. 5.
- 124 Dillon – Reid (2009), s. 111.
- 125 Barno – Bensahel (2016), s. 34.
- 126 Tuck (2014), s. 222.
- 127 O'Hanlon (2015), s. 163–164, 167.

- 128 Tuck (2014), s. 197.
- 129 TRADOC (2014), s. 23 käyttää tästä termiä “*wide area security*”.
- 130 FM 3-07, ks. myös Tuck (2014), s. 176–179.
- 131 Mitchell (1999), s. 442.
- 132 Joint Chiefs of Staff (2016), s. 47.
- 133 Vego (2009), s. II–25.
- 134 Liddell Hart (1932), s. 106.
- 135 Douhet (1999), s. 383. Ks. myös Martel (1931), joka kuvaa hyvin panssarivaunujen pitkän taipaleen suunnittelupöydältä taistelukentille.
- 136 The White House (2015), s. 2–4, 6. “*dominant in every domain*”.
- 137 O’Hanlon (2015), s. 13.
- 138 TRADOC (2014), s. 11.
- 139 Department of the Army (2011), s. 7–9. “*Flexibility, integration, lethality, adaptability, depth, and synchronization.*”
- 140 Everts et al. (2004), s. 1, 46–48. Toinen näkemys löytyy Tuck (2014), s. 229, joka näkee, että 1990-luvulla alkaneen menestyksensä johdosta Yhdysvaltojen asevoimat ovat ”*paradigm army*”, jota muut ovat pyrkineet matkimaan.
- 141 Everts et al. (2004), s. 10–11, 50–51. Vakauttamisoperaatiot ovat enemmänkin osa yhteiskunnan kuin sodankäynnin muutosta. Asevoimien tehtävä on perinteisesti ollut tappaa ja tuhota siviiliyhteiskunnan vaatimuksen mukaisesti. Mutta yhteiskunnat ovat muuttuneet ja sotilasoperaatioiden tulee muuttua edelleen siihen suuntaan, mitä yhteiskunta asevoimilta vaatii. Smith (2008), s. 27–28.
- 142 TRADOC (2014), s. 17, “*engage regionally – respond globally*”.
- 143 Joint Chiefs of Staff (2015), s. 10 “*globally integrated operations*”.
- 144 Singh (2010), s. 1–2, 5–9, 29; ks. myös esim. Posen (2014), s. 97.
- 145 Singh (2010), s. 11–14.
- 146 Information Office of the State Council (2013).
- 147 O’Hanlon (2015), s. 56–57.
- 148 Tuck (2014), s. 126.
- 149 Barno – Bensahel (2016), s. 2.
- 150 Barno – Bensahel (2016), s. 35–36.
- 151 TRADOC (2014), s. 9.
- 152 Tuck (2014), s. 113.
- 153 Ks. Tuck (2014), s. 119.
- 154 Periaatteessa vielä varsin toimivasta ohjesäännöstä esimerkkinä olkoon MoD (2010b).
- 155 Barno – Bensahel (2016), s. 3.
- 156 Directorate of Land Concepts and Design (2007), 6–7.
- 157 TRADOC (2014), s. 2. Toisaalta esim. Mearsheimer (2013) s. 1–2, 5, argumentoi maavoimien merkityksen olevan laskussa, koska sille kohdennetaan Afganistanin ja Irakin jälkeen Yhdysvalloissa vähiten rahaa. Lähivuosina sama tendenssi on nähtävissä Suomessakin, mutta kyseessä ei ole niinkään se, mikä on tärkein, vaan mitä pitää tietynä ajanhetkenä kehittää. Myös Mearsheimerille maavoimat on tärkein sotilaallisen voiman osa-alue.
- 158 O’Hanlon (2015), s. 143. Ks. myös esim. U.S. Army (2015), s. 9–10.
- 159 Murray (2017), s. 128, 161–162.

## LÄHTEET

- Alberts, David S. – John J. Garstka – Frederick P. Stein (2000), *Network Centric Warfare – Developing and Leveraging Information Superiority*. 2<sup>nd</sup> Edition (Revised), CCRP Publication Series.
- Atlantic Council (2016), *Global Risks 2035: The Search for a New Normal*. Atlantic Council Strategy Papers, Washington, D.C.
- Australian Army Headquarters (2002), *LWD 1 – The Fundamentals of Land Warfare*. Army headquarters, Canberra.
- Australian Army Headquarters (2013), *The Future Land Warfare Report*. Directorate of Army Research and Analysis. Army headquarters, Canberra.
- Barno, David – Bensahel, Nora (2016), *The Future of the Army – Today, Tomorrow, and the Day After Tomorrow*. Atlantic Council, Brent Scowcroft Center on International Security, Washington D.C.
- Bloch, Jean de (1914), *Future of War in Its Technical Economic and Political Relations*. The World Peace Foundation, Boston, MA.
- Crevel, Martin van (1991), *On Future War*. Brassey's, London.
- Crevel, Martin van (2008), *The Culture of War*. Ballantine Books, New York, NY.
- Department of the Army (2011), *ADP 3–0 Unified Land Operations*. October 2011, Headquarters, Department of the Army, Washington D.C.
- Department of Defense (2012), *Sustaining Global Leadership – Priorities for 21<sup>st</sup> Century Defence*, Department of Defence, Washington D.C.
- Department of Defense (2014), *Quadrennial Defense Review 2014*. Department of Defence, Washington D.C.
- Department of Defense (2016), Remarks by Deputy Secretary Work on Third Offset Strategy – As delivered by Deputy Secretary of Defense Bob Work, Brussels, Belgium, April 28, 2016. <https://www.defense.gov/News/Speeches/Speech-View/Article/753482/remarks-by-deputy-secretary-work-on-third-offset-strategy>
- Der Derian, James (2001), *Virtuous War – Mapping the Military-Industrial-Media-Entertainment Network*. Westview Press. Boulder, CO.
- Dillon, Michael and Reid, Julian (2009), *The Liberal Way of War. Killing to make life live*. Routledge, London.
- Directorate of Land Concepts and Design (2007), *Land Operations 2021: Adaptive Dispersed Operations – The Force Employment Concept for Canada's Army of Tomorrow*. Kingston, Ontario.
- Dobbs, Richard – Jaana Remes – James Manyika – Jonathan Woetzel and Yaw Agyenim-Boateng (2013), *Urban World: The Shifting Global Business Landscape*. McKinsey Global Institute, San Francisco. <http://www.mckinsey.com/global-themes/urbanization/urban-world-the-shifting-global-business-landscape>
- Douhet, Giulio (1999), *The Command of the Air*. In *Roots of Strategy*, Book 4, Stackpole Books, Mechanicsburg, Pennsylvania. Pp. 263–408.
- Dupuy, T. N. (1987), *Understanding War – History and Theory of Combat*. Paragon House Publishers, New York, NY.
- Echevarria, Antulio J. II (2013), *Clausewitz and Contemporary War*. Oxford University Press, Oxford.
- Edwards, Sean J. A. (2004), *Swarming and the Future of Warfare*. Dissertation, Pardee Rand Graduate School, Santa Monica, CA.
- Everts, Steven – Lawrence Freedman – Charles Grant – Francois Heisbourg – Daniel Keohane and Michael O'Hanlon (2004), *A European Way of War*. Centre For European Reform, London.

- Finkel, Meir (2011), *On Flexibility – Recovery from Technological and Doctrinal Surprise on the Battlefield*. Stanford University Press, Stanford, CA.
- Fuller, J. F. C. (1932), *The Dragon's Teeth – A Study of War and Peace*. Constable & Co Ltd., London.
- Fuller, J. F. C. (1943), *Armoured Warfare – An Annotated Edition of Fifteen Lectures on Operations between Mechanized Forces*. Eyre and Spottiswoode, London.
- Global Challenges Foundation (2015), *Global Challenges: 12 Risks that threaten human civilization – The case for a new risk category*. Global Challenges Foundation, Stockholm.
- Guevara, Che (1962), *On Guerrilla Warfare*. Praeger, New York, NY.
- Hammes, Thomas X (2006), *The Sling and the Stone – On War in the 21<sup>st</sup> Century*. Zenith Military Classics, Minneapolis, MN.
- Hammes, Thomas X (2016), *The Future of Conflict*. Teoksessa R. D. Hooker, Jr (toim.): *Charting a Course – Strategic Choices for a New Administration*. National Defence University Press, Washington, D.C. s. 17–37.
- Handel, Michael I. (2001), *Masters of War – Classical Strategic Thought. Third Revised and Expanded Edition*. Routledge, London and New York, NY.
- O'Hanlon, Michael E. (2015), *The Future of Land Warfare*. The Brookings Institution, Washington, D.C.
- Herr, Andrew (2015), Will Humans Matter in the Wars of 2030? JFQ 77, 2<sup>nd</sup> Quarter 2015. s. 76–83.
- Hoffman Frank G. (2007), *Conflict in the 21st Century: The Rise of Hybrid Wars*. Potomac Institute for Policy Studies, Washington D.C. [http://potomacinstitute.org/images/stories/publications/potomac\\_hybridwar\\_0108.pdf](http://potomacinstitute.org/images/stories/publications/potomac_hybridwar_0108.pdf).
- Horowitz, Michael C. (2014) *The Looming Robotics Gap: Why America's Global Dominance in Military Technology Is Starting to Crumble*, *Foreign Policy Magazine*, May/June 2014. <http://foreignpolicy.com/2014/05/05/the-looming-robotics-gap/>
- Horowitz, Michael C. (2016), *The Ethics and Morality of Robotic Warfare: Assessing The Debate Over Autonomous Weapons*. Draft prepared for American Academy of Arts & Sciences Project on New Dilemmas in Ethics, Technology, & War for Special Issue of *Daedalus*.
- Information Office of the State Council (2013), *The Diversified Employment of China's Armed Forces*. April 2013, Beijing. [http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-04/16/c\\_132312681.htm](http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-04/16/c_132312681.htm)
- Johnson, Robert (2014), *Reconsidering Future War*, *The US Army War College Quarterly Parameters*, Vol. 44, NO. 1. Spring 2014.
- Joint Chiefs of Staff (2015), *The National Military Strategy of the United States of America*. Washington, D.C.
- Joint Chiefs of Staff (2016), *Joint Operational Environment JOE 2035 – The Joint Force in a Contested and Disordered World*. Washington, D.C.
- Kagan, Frederick W. (2006), *Finding the Target – The Transformation of American Military Policy*. Encounter Books, New York, NY.
- Kaldor, Mary (2007), *New & Old Wars*. Second Edition. Stanford University Press, Stanford, CA.
- Kilcullen, David (2013), *Out of the Mountains: The Coming Age of the Urban Guerrilla*. Oxford University Press, Oxford.
- Kruck, Andreas (2014), *Theorising the use of private military and security companies: a synthetic perspective*. *Journal of International Relations and Development* (2014) No. 17, s. 112–141.
- Lehane, John G. (2010), *Military Androids: A Vision for Human Replacement in 2035*. USMC School of Advanced Warfighting, Marine Corps University, Quantico.
- Leonhard, Robert R. (1998), *The Principles of War for the Information Age*. Ballantine Books, New York.
- Liddell Hart, Basil Henry (1932), *When Britain Goes to War: Adaptability and Mobility*. Faber and Faber Ltd, London.

- Liddell Hart, Basil Henry (1937), *Europe in Arms*, Faber and Faber Limited, London.
- Liddell Hart, B. H. (1950), *Defence of the West – Some Riddles of War and Peace*. Cassell and Company Ltd, London.
- Limnell, Jarno (2012), Uhkakuvat ohjaavat turvallisuuspolitiikkaa, artikkeli kirjassa *Näkökulmia puolustuskäytännön uskottavuuteen*, Puolustusministeriö, Korja.
- Lonsdale, David (2007), Clausewitz and Information Warfare. *Clausewitz in the Twenty-First Century*. Edited by Hew Strachan and Andreas Herberg-Rothe. Oxford University Press, Oxford. Pp. 231–250.
- Luttwak, Edward (1995), Towards Post-Heroic Warfare. In *Foreign Affairs* 74/3.
- Mearsheimer, John (2013), *The Rise of China and the Decline of the US Army*. Keynote-puhe Army War College, 24<sup>th</sup> Strategy Conference.
- Martel, Giffard. Le Q (1931), *In the Wake of the Tank: The First Fifteen Years of Mechanization in the British Army*. Sifton Praed & Co., Ltd, London.
- Mitchell, Billy (1999), Winged Defence. In *Roots of Strategy*, Book 4, Stackpole Books, Mechanicsburg, Pennsylvania. Pp. 409–516.
- MoD (2010), *The Future Character of Conflict*, MoD, DCDC Strategic Trends Programme, 2010. (*contested, congested, cluttered, connected and constrained*) The Development, Concepts and Doctrine Centre, Swindon.
- MoD (2010b), *Army Doctrine Publication – Operations*. The Development, Concepts and Doctrine Centre, Swindon.
- MoD (2013), *Transforming the British Army – An Update July 2013*. The Development, Concepts and Doctrine Centre, Swindon.
- MoD (2014), Ministry of Defence: *UK Defence Doctrine, Joint Doctrine Publication 0–01 (JDP 0–01)*, 5th Edition, The Development, Concepts and Doctrine Centre, Swindon.
- MoD (2016), Ministry of Defence, Strategic Trends Programme. *Future Operating Environment 2035*. The Development, Concepts and Doctrine Centre, Swindon.
- Murray, Williamson (2017), *America and the Future of War – The Past as Prologue*. Hoover Institution Press, Stanford, CA.
- Münkler, Herfried (2005), *The New Wars*. Polity Press, Cambridge.
- National Intelligence Council (2012), *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. Washington, D.C. <https://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf>
- Palokangas, Marko (2015), Länsimainen maasodankuva 2035. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen raportti 7.12.2015. PVTUTKL, Riihimäki.
- Posen, Barry R. (2014), *Restraint – A New Foundation for U.S. Grand Strategy*. Cornell University Press, Ithaca and London.
- Raitasalo, Jyri – Sipilä, Joonas, toim. (2004), *Sodan määrittelystä – käsitykset sodankäynnin taustalla*. Maanpuolustuskorkeakoulun Strategian laitos, julkaisusarja 4 n:o 18/2004, Helsinki.
- Raitasalo, Jyri – Sipilä, Joonas, toim. (2008), Muuttuva sodan kuva, teoksessa *Sota – teoria ja todellisuus, näkökulmia sodan muutokseen*. Maanpuolustuskorkeakoulun Strategian laitos, Strategian tutkimuksia No. 24, Helsinki.
- Simpkin, Richard E (1985), *Race to the Swift – Thoughts on Twenty-First Century Warfare*. Brassey's Defence Publishers, London.
- Singer, P. W. (2009), Wired for War? Robots and Military Doctrine. *JFQ, issue 52, 1st uarter 2009*, s. 104–110.
- Singh, Harinder (2010), *India's Emerging Land Warfare Doctrines and Capabilities*. RSIS Working Paper No. 210. S. Rajaratnam School of International Studies, Singapore.

- Sloan, Elinor (2008), *Military Transformation and Modern Warfare. A Reference Handbook*. Praeger Security International. Westport, CN.
- Smith, R. (2008). *The Utility of Force: The Art of War in the Modern World*. Vintage Books, New York, NY.
- Strachan, Hew (2011), Operational Art and Britain, 1909–2009. In Olsen, John Andreas and Crevelde, Martin van (Eds.) *The Evolution of Operational Art – From Napoleon to the Present*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 96–136.
- Strachan, Hew (2011b), Strategy in the Twenty-First Century. In Strachan, Hew and Scheipers, Sibylle (Eds.) *The Changing Character of War*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 503–523.
- Taleb, Nassim Nicholas (2007) *The Black Swan – The Impact of the Highly Improbable*. Random House, New York, NY.
- TRADOC (2014), *TRADOC Pamphlet 525–3–1. The U.S. Army Operating Concept. Win in a Complex world 2020–2040*. Fort Eustis, VA.
- Tuck, Christopher (2014), *Understanding Land Warfare*. Routledge, London and New York.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2012), World Urbanization Prospects: The 2011 Revision United Nations, New York. [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011\\_Report.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf)
- United States Department of Army (2008), *Field Manual 3–0.1 – The Modular Force, Headquarters*, Washington D.C.
- U.S. Army (2015), *The Army Vision – Strategic Advantage in a Complex World*.
- Vego, Milan (2009), *Joint Operational Warfare: Theory and Practice*. Revised Edition, U.S. Naval War College, Newport.
- Warden, John A. III (2000), *The Air Campaign – Planning for Combat*. toExcel, San Jose, CA.
- The White House (2015), *National Security Strategy, February 2015*. The White House, Washington, D.C.

## MERISOTA 2030+

---

- 1 (Till 2013) Merenhallinnalla tarkoitetaan sekä omaa että vastustajan kykyä tai mahdollisuutta käyttää merta. Merenhallinnalla määritetään, miten merta voidaan käyttää ja millaisin rajoituksin. Merenhallinta jakaantuu viiteen tasoon: 1 Täydellinen merenherruus, 2 Ajallinen ja alueellinen merenherruus, 3 Kiistanalainen merenherruus, 4 Vastustajalla on ajallinen ja alueellinen merenherruus (taso 2 käänteisenä), 5 Vastustajalla on täydellinen merenherruus (taso 1 käänteisenä).
- 2 ”congested, cluttered, contested, connected, constrained”.
- 3 Peak oil ja peak gas ovat osa geologi Marion King Hubbertin teoriaa ja sillä tarkoitetaan ajankohtaa jolloin saavutetaan öljyn- tai kaasuntuotannon huippu, jonka jälkeen tuotanto lähtee laskemaan. Hubbertin teoria perustui tunnetuihin ja arvioituihin esiintymiin ja se julkaistiin vuonna 1956. Hubbertin alkuperäinen arvio peak oil -vuodesta oli noin vuosi 2000. Nytemmin arvio on siirtynyt noin 20 vuotta eteenpäin.
- 4 Vegon (2015) mukaan ahtaalla merialueella näitä suorituskykyjä ovat tyypillisimmillään sukellusveneet, monitoimikorvetit, ohjusveneet, meritorjuntaohjukset, liikkuvat amfibiojoukot jotka on varustettu rannikko-ohjuksin, merimiinat, merelliseen toimintaa erikoistuneet



- erikoisjoukot sekä keski-pitkän ja lyhyen kantaman ballistiset ohjukset. Tulevaisuuden osalta tähän on lisättävä vielä miehittämättömät järjestelmät (vedenalaiset-, ilma- ja pinta-alukset).
- 5 Diesel-sähköiset Kilo-luokan sukellusveneen on varustettu 3M54K Kalibr risteilyohjuksella. Keskeisimpinä maalta toimivina järjestelminä ovat S-400 Triumf ilmatorjuntaohjusjärjestelmä, K-300P Bastion meritorjuntaohjusjärjestelmä sekä 9K720 Iskander ballistiset ohjukset.

## LÄHTEET

- Corbet, Julian Stafford: *Some Principles of Maritime Strategy*, General Books, 2009 (ensimmäinen painos julkaistu vuonna 1911).
- Donaldson, Peter: *Torpedo defence - avoiding, deterring, jamming*, artikkeli Naval Forces, V/2015, Vol. XXXVI, Germany.
- Dutton, Ross ja Tunsjö (toim): *Twenty First Century Sea Power - cooperation and Conflict at Sea*, Routledge, Lontoo, 2012.
- Edwards, Joshua J ja Gallagher Dennis M: *Mine and Undersea warfare for the future*, U.S. Naval Institute Proceedings, 2014.
- Euroopan komissio: *Member States' Energy Dependence: An Indicator-Based Assessment*, Occasional Papers 145, 2013.
- Freedman, Lawrence (toimittanut): *Strategic Coercion: Concepts and Cases* (Holoboff: Bad Boy or Good Business? Russia's Use of Oil as a Mechanism of Coercive Diplomacy"), Oxford University Press 1998.
- Frühling, Stephan ja Lasconjarías, Guillaume: *NATO, A2/AD and the Kaliningrad Challenge*, Survival, 58:2, 95-116, DOI: 10.1080/00396338.2016.1161906, 2016.
- Jane's Navy International: *MBDA lifts veil on Perseus future strike weapon*, 23.6.2011.
- Jane's Missiles&Rockets, section ANTI-SHIP&ASW: *UK, France to study next-generation cruise and anti-ship missile*, 28.10.2015.
- Joint Chiefs of Staff: *Joint Operating Environment 2035 - The Joint Force in a Contested and Disordered World*, Washington, 2016.
- Lloyd's Register's Strategic Research Group, QinetiQ & University of Strathclyde: *Global Marine trends 2030*, 2013.
- Luke, Ivan: *Naval Operations in Peacetime*, Naval College Review, Naval War College Press, Newport, RI, 2013.
- Matis, Michael: *The Protection of Undersea Cables: A Global Security Threat*, United States Army War College, Newport, 2012.
- Ministry of Defense (UK): *British Maritime Doctrine, Joint Doctrine Publication 0-10*, Ministry of Defense, 2011.
- Ministry of Defense (UK): *Global strategic trends – out to 2045*, Strategic trends programme, Ministry of Defense, 2014.
- Ministry of Defense (UK): *Future Security Challenges in the Baltic Sea Region*, November 2015.
- Ministry of Defense (UK): *Future operating environment 2035*, Strategic trends programme, Ministry of Defense, 2016.
- Murphy, Hoffman, Schnaub: *Hybrid Maritime Warfare and the Baltic Sea Region*, University of Copenhagen, 2016.
- Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen raportti, Mika Raunu: *Merisodan kuva 2035, 2015*.
- Silasmaa, Risto: *keskustelu ja luento koneoppimisesta, Kirkkonummi, 13.2.2018*.
- Speller, Ian: *Understanding Naval Warfare*, Routledge, Oxon 2014.

- Stiller, Silvia, Wedemeier: *The Future of the Baltic Sea Region: Potentials and Challenges*, Hamburg Institute of International Economics, 2011.
- Suomen virallinen tilasto (SVT): *Ulkomaan meriliikenne [verkkojulkaisu]*, Helsinki, Liikennevirasto, <http://www.stat.fi/til/wvliik/index.html>, viitattu 6.1.2012.
- Till, Geoffrey: *Seapower, A Guide for the Twenty-First Century*, third edition, 2013.
- United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS)*, 1982.
- Vego, Milan: *Joint Operational Warfare: Theory and Practice*, Naval War College, Newport, RI, 2007.
- Vego, Milan: *On Naval Warfare*, Joint Military Operations Department, Naval War College, Newport, RI, 2008.
- Vego, Milan: *On Littoral warfare*, Naval College Review, Volume 68, Naval War College Press, Newport, RI, 2015.
- Vego, Milan: *Maritime Strategy and Sea Control: Theory and Practice*, Routledge, 2016.
- Vänskä, Ville: *Merisota – historia, teoria ja nykypäivä, Docendo*, 2014.
- White, Andrew: Submarine-launched unmanned systems - Synergies, structure and strategies, artikkeli Naval Forces, numero V/2015, Vol. XXXVI, 2015.
- Yliskylä-Peuralahti, Spies, Kämärä, Tapaninen: *Finnish Critical Industries, Maritime transport vulnerabilities and social implications*, Turun yliopiston merenkulkualan julkaisuja nro 55, Turku, 2011.
- [https://www.huffingtonpost.com/admiral-jim-stavridis-ret/new-cold-war-under-the-sea\\_b\\_8402020.html](https://www.huffingtonpost.com/admiral-jim-stavridis-ret/new-cold-war-under-the-sea_b_8402020.html), viitattu 15.1.2018.
- [https://www.washingtonpost.com/world/who-is-attacking-russias-main-base-in-syria-a-new-mystery-emerges-in-the-war/2018/01/09/4fdaea70-f48d-11e7-9af7-a50bc3300042\\_story.html?utm\\_term=.ed13d181dc7d](https://www.washingtonpost.com/world/who-is-attacking-russias-main-base-in-syria-a-new-mystery-emerges-in-the-war/2018/01/09/4fdaea70-f48d-11e7-9af7-a50bc3300042_story.html?utm_term=.ed13d181dc7d), viitattu 24.2.2018
- <http://www.defenseone.com/ideas/2018/01/russia-poised-surprise-us-battlefield-robotics/145439/?oref=d-river>, viitattu 31.1.2018

## ILMASOTA 2030+

---

- 1 Puolustusministeriö. Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti 8.6.2015.
- 2 Puolustusministeriö. Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti 8.6.2015.
- 3 Warden, John A., and Russell Leland A., *Winning in Fast Time*, Venturist Publishing, Montgomery, Alabama, 2002, s. 9–14.
- 4 Martin, Jerome V., *Victory from Above*, Air University Press, 1994, s. 57–71.
- 5 Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001, s. 1–2.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 6 Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001, s. 1–2.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 7 Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001, s. 1–2.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.

- 8 Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001, s. 3–4.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 9 Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001, s. 3–4.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 10 Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001, s. 3–4.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 11 Warden, John A., *Air Theory for the Twenty-first Century*, in Karl P. Magyar, ed., *Challenge and Response*, Air University Press, Maxwell AFB, Alabama, 1994, s. 367–372.  
Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 12 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016 Montgomery, Alabama.
- 13 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons – A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
Smith, Jeffrey J., *Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy*, Strategic Studies Quarterly Summer 2014, s. 74–95
- 14 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons – A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
Smith, Jeffrey J., *Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy*, Strategic Studies Quarterly Summer 2014, s. 74–95.
- 15 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons – A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
Smith, Jeffrey J., *Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy*, Strategic Studies Quarterly Summer 2014, s. 74–95.
- 16 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons – A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
Smith, Jeffrey J., *Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy*, Strategic Studies Quarterly Summer 2014, s. 74–95.
- 17 Puolustusministeriö. *Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta*, loppuraportti 8.6.2015.
- 18 Arthur W. Brian, *Teknologian luonne*, Terra Cognita, Helsinki 2010, s. 166–173.
- 19 Arthur W. Brian, *Teknologian luonne*, Terra Cognita, Helsinki 2010, s. 166–173.
- 20 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons - A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
USAF, *America's Air Force: A Call to the Future*, July 2014.  
Gartner, *Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017*, October 18, 2016.
- 21 Puolustusministeriö. *Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta*, loppuraportti 8.6.2015.
- 22 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons – A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
USAF, *America's Air Force: A Call to the Future*, July 2014.  
Gartner, *Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017*, October 18, 2016.
- 23 Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons – A Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.  
USAF, *America's Air Force: A Call to the Future*, July 2014.

- Gartner, Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017, October 18, 2016.
- 24 Puolustusministeriö. Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti 8.6.2015.
- 25 Lehto, Martti, Älykkyys ohjaa sodankäyntiä kybermaailmassa, Tähdistö, Fall 2017, s. 28–31.
- 26 <https://www.theverge.com/2017/9/4/16251226/russia-ai-putin-rule-the-world>
- 27 Lehto, Martti, Älykkyys ohjaa sodankäyntiä kybermaailmassa, Tähdistö, Fall 2017, s. 28–31.
- 28 Lehto, Martti, Älykkyys ohjaa sodankäyntiä kybermaailmassa, Tähdistö, Fall 2017, s. 28–31.
- 29 Lehto, Martti, Neittaanmäki, Pekka, Big datan ja data-analyysin tutkimus ja opetus vahvistavat kansallista digiloikkaa, *Futura 2/2016*, s. 41–56.
- 30 Lehto, Martti, Neittaanmäki, Pekka, Big datan ja data-analyysin tutkimus ja opetus vahvistavat kansallista digiloikkaa, *Futura 2/2016*, s. 41–56.
- 31 Mercier, Denis, Thinking about Air and Space Power in 2025, *Air & Space Power Journal* May/ Jun 2012, s. 16–30.
- 32 Eronen, Antti, Haila, Katri, Halme, Kimmo, Salminen, Vesa, Vaikuttavuutta sovelluksista – Suomalaisen avaruustoiminnan arviointi, *Tekesin katsaus*, 294/2012.
- 33 Suomen kyberturvallisuusstrategia, valtioneuvoston periaatepäätös 24.1.2013.
- 34 USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
Smith, Jeffrey J., Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy, *Strategic Studies Quarterly*, Summer 2014, s. 74–95.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.  
Welsh III, Mark A., Call to the Future – The New Air Force Strategic Framework, *Air & Space Power Journal*, May–June 2015, s. 3–9.
- 35 Puranen, Lauri, Suomella on uskottava kyky puolustaa ilmatilaansa, *Kylkirauta 4/2013*, s. 5–6.  
Jäämeri, Kim, Ilmavoimat 2015, *Kylkirauta 4/2013*, s. 9–13.  
Puolustusministeriö, Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti, Helsinki 8.6.2015.
- 36 USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
Smith, Jeffrey J., Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy, *Strategic Studies Quarterly*, Summer 2014, s. 74–95.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.  
Welsh III, Mark A., Call to the Future – The New Air Force Strategic Framework, *Air & Space Power Journal*, May–June 2015, s. 3–9.
- 37 USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
Smith, Jeffrey J., Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy, *Strategic Studies Quarterly*, Summer 2014, s. 74–95.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.  
Welsh III, Mark A., Call to the Future – The New Air Force Strategic Framework, *Air & Space Power Journal*, May–June 2015, s. 3–9.
- 38 Jäämeri, Kim, Ilmavoimat 2015, *Kylkirauta 4/2013*, s. 9–13.
- 39 Shaud, John A., Lowther Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, *Strategic Studies Quarterly*, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.
- 40 Shaud, John A., Lowther Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, *Strategic Studies Quarterly*, Spring 2011, s. 8–31.  
Jäämeri Kim, Ilmavoimat 2015, *Kylkirauta 4/2013*, s. 9–13.

- Puolustusministeriö, Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti, Helsinki 8.6.2015.
- 41 ILMAVE, Suomi hankkii pitkän kantaman ilmasta-maahan -ohjusjärjestelmän, 2.3.2012, <http://archive.is/pMSCZ>.
- 42 Shaud, John A., Lowther, Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.
- 43 Mastro, Peter C., So Near and Yet So Far: Choices and Consequences of the Stand-In and Stand-Off Approach, School of Advanced Air and Space Studies, Air University, Maxwell Air Force Base, Alabama, June 2015.
- 44 Shaud, John A., Lowther Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.  
Puolustusministeriö, Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti, Helsinki 8.6.2015.
- 45 Shaud, John A., Lowther, Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.
- 46 Shaud, John A., Lowther Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–3.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.
- 47 Puolustusministeriö. Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti 8.6.2015.
- 48 Shaud, John A., Lowther, Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.
- 49 Shaud, John A., Lowther, Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.  
Puolustusministeriö. Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti 8.6.2015.
- 50 Shaud, John A., Lowther, Adam B., An Air Force Strategic Vision for 2020–2030, Strategic Studies Quarterly, Spring 2011, s. 8–31.  
USAF, America's Air Force: A Call to the Future, July 2014.  
USAF, Strategic Master Plan, May 2015.  
Puolustusministeriö. Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta, loppuraportti 8.6.2015.
- 51 Warden, John A., The Air Campaign: Planning for Combat, toExcel reprint 1998, s. xv.  
Olsen, John Andreas, John Warden and the Renaissance of American Air Power, Potomac Books, Inc., Dulles, Virginia, 2007, s. 64.
- 52 Mets, David R., The Air Campaign, John Warden and the Classical Airpower Theorist, Air

- University Press, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1999, reprint 2005, s. 55–63.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 53 Warden, John A., Planning to Win, *Air University Review*, Vol. XXXIV, No. 3, March–April 1983, s. 97.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 54 Warden, John A., *The Air Campaign: Planning for Combat*, toExcel reprint, 1998, s. 10, 129.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 55 Warden, John A., *The Air Campaign: Planning for Combat*, toExcel reprint, 1998, s. 132.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 56 Warden, John A., *The Enemy as a System*, *Airpower Journal*, Spring 1995, s. 112–114.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 57 Olsen, John Andreas, *John Warden and the Renaissance of American Air Power*, Potomac Books Inc., Dulles, Virginia, 2007, s. 3.
- 58 Warden, John A., *The Enemy as a System*, *Airpower Journal*, Spring 1995, s. 55.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 59 Warden, John A., *The Enemy as a System*, *Airpower Journal*, Spring 1995, s. 55.
- Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 60 Smith, Russell J., *Developing an Air Campaign Strategy*, *Air & Space Power Journal – Chronicles Online Journal*, 23 November 1999, s. 3, 10.
- 61 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 62 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 63 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 64 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 65 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 66 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 67 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 68 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.
- 69 Arthur W. Brian, *Teknologian luonne*, Terra Cognita, Helsinki 2010, s. 166–173.
- 70 Arthur W. Brian, *Teknologian luonne*, Terra Cognita, Helsinki 2010, s. 188–189.
- 71 Arthur W. Brian, *Teknologian luonne*, Terra Cognita, Helsinki 2010, s. 104–109.
- 72 Lemola, Tarmo, *Evolutionaarinen taloustiede*, kirjassa *Näkökulmia teknologiaan*, toim. Tarmo Lemola, Gaudeamus, Helsinki 2000, s. 161.
- 73 Lehto, Martti, *Suomen ilmavoimien johtamisjärjestelmän evoluutio ilmasotateorian, kansallisten instituutioiden ja johtamisjärjestelmän ulkomaisen kehityksen näkökulmasta*, *Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1, n:o 8*, 2012, s. 391.
- 74 Puolustusministeriö. *Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta*, loppuraportti 8.6.2015.
- 75 Puolustusministeriö. *Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta*, loppuraportti 8.6.2015.

## LÄHTEET

- Ackerman, Robert K., *Air Force Flies into Network Centric Airspace*, Signal, Feb 2005, s. 44–48.
- Arthur W. Brian, *Teknologian luonne*, Terra Cognita, Helsinki 2010.
- Deptula, David A., *Effects Based Operations: Change in the Nature of Warfare*, Aerospace Education Foundation, Defence and Airpower Series, Virginia 2001.

- Eronen, Antti, Haila, Katri, Halme, Kimmo, Salminen, Vesa, Vaikuttavuutta sovelluksista – Suomalaisen avaruustoiminnan arviointi, Tekesin katsaus, 294/2012.
- Gartner, Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017, October 18, 2016.
- ILMAVE, Suomi hankkii pitkän kantaman ilmasta-maahan ohjusjärjestelmän, 2.3.2012, <http://archive.is/pMSCZ>
- Jäämeri, Kim, Ilmavoimat 2015, *Kylkirauta* 4/2013, s. 9–13.
- Lehto, Martti, Suomen ilmavoimien johtamisjärjestelmän evoluutio ilmasotateorian, kansallisten instituutioiden ja johtamisjärjestelmän ulkomaisen kehityksen näkökulmasta, *Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1, n:o 8*, 2012.
- Lehto, Martti, Älykkyyshyönteä sodankäyntiä kybermaailmassa (Intelligence guides warfare in cyberspace), *Tähdistö*, Fall 2017, s. 28–31.
- Lemola, Tarmo, *Evolutionaarinen taloustiede*, kirjassa *Näkökulmia teknologiaan*, Tarmo Lemola toim., Gaudeamus, Helsinki 2000.
- Martin, Jerome V., *Victory from Above*, Air University Press, 1994.
- Mastro, Peter C., *So Near and Yet So Far: Choices and Consequences of the Stand-In and Stand-Off Approach*, School of Advanced Air and Space Studies, Air University, Maxwell Air Force Base, Alabama, June 2015.
- Mercier, Denis, *Thinking about Air and Space Power in 2025*, *Air & Space Power Journal* May/Jun 2012, s. 16–30.
- Mets, David R., *The Air Campaign*, John Warden and the Classical Airpower Theorist, Air University Press, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1999, reprint 2005, s. 55–63.
- Office of the US Air Force Chief Scientist, *Technology Horizons a Vision for Air Force Science and Technology 2010–30*, September 2011.
- Olsen, John Andreas, *John Warden and the Renaissance of American Air Power*, Potomac Books, Inc., Dulles, Virginia, 2007.
- Puolustusministeriö. *Esiselvitys Hornet-kaluston suorituskyvyn korvaamisesta*, Loppuraportti 8.6.2015.
- Puranen, Lauri, *Suomella on uskottava kyky puolustaa ilmatilaansa*, *Kylkirauta* 4/2013, s. 5–6.
- Putin, Vladimir, luento, 1.9.2017. <https://www.theverge.com/2017/9/4/16251226/russia-ai-putin-rule-the-world>
- Shaud, John A., Lowther, Adam B., *An Air Force Strategic Vision for 2020–2030*, *Strategic Studies Quarterly*, Spring 2011, s. 8–31.
- Smith, Jeffrey J., *Beyond the Horizon Developing Future Airpower Strategy*, *Strategic Studies Quarterly*, Summer 2014, s. 74–95.
- Smith, Russell J., *Developing an Air Campaign Strategy*, *Air & Space Power Journal – Chronicles Online Journal*, 23 November 1999.
- Suomen kyberturvallisuusstrategia, valtioneuvoston periaatepäätös 24.1.2013.
- USAF, *America's Air Force: A Call to the Future*, July 2014.
- USAF, *Strategic Master Plan*, May 2015.
- Warden, John A., *Planning to Win*, *Air University Review*, Vol. XXXIV, No. 3, March–April 1983.
- Warden, John A., *Air Theory for the Twenty-first Century*, in Karl P. Magyar, ed., *Challenge and Response*, Air University Press, Maxwell AFB, Alabama, 1994, s. 367–372.
- Warden, John A., *The Enemy as a System*, *Airpower Journal*, Spring 1995, s. 112–114.
- Warden, John A., *The Air Campaign: Planning for Combat*, toExcel reprint 1998.
- Warden, John A., *Strategic Thinking and Planning*, Venturist Publishing, Montgomery Alabama, 2000.
- Warden, John A. and Russell Leland, A., *Winning in Fast Time*, Venturist Publishing, Montgomery, Alabama, 2002.

- Warden, John A., luento Sotatieteen päivillä Maanpuolustuskorkeakoulussa Helsingissä 25.5.2010.  
 Warden, John A., Martti Lehto haastattelu 22.3.2016, Montgomery, Alabama.  
 Welsh III, Mark A., Call to the Future – The New Air Force Strategic Framework, Air & Space Power Journal, May–June 2015, s. 3–9.

## INFORMAATIOSOTA 2030+

---

- 1 Garejev (1998, s. 100 ja s. 110). Artikkelin kirjoittaja on suomentanut Garejevin ajatuksen muotoillen sen väljästi perinteisen sotilassanan hengessä.
- 2 Pettersson (2015).
- 3 Laurén (2015, s. 48).
- 4 Lalu (2014, ss. 74–75).
- 5 Sama, s. 120.
- 6 Sama, s. 81. Käännös Lulun.
- 7 Saarelainen (1999, s. 10).
- 8 Ristolainen (2017, ss. 10–11).
- 9 Komov (1996, ss. 76–80).
- 10 Saarelainen (1999, ss. 9–11).
- 11 Esim. Chivvis (2017).
- 12 Saarelainen (2000).
- 13 Heickerö (2010, s. 38).
- 14 Mikkola (2014, ss. 14–16). Mikkola tuo esille ongelmallisuuksia, jotka käsittelevät Venäjän asevoimia koskevaa läntistä tutkimusta, kuten tutkimusten riippumattomuus, tieteellisen lähestymistavan puutteellisuus, lähteiden käytön yksipuolisuus ja kritiikittömyys.
- 15 Zanini & Edwards (2001, s. 45).
- 16 Rantapelkonen (2015).
- 17 Rose (2015).
- 18 Percy (2017).
- 19 Goodfellow et al. (2017).
- 20 Athalye et al. (2017).
- 21 Yearsley (2017).
- 22 Nutt (2017).
- 23 Rantapelkonen (2015).
- 24 Ronfeldt & Arquilla (2001, s. 311).
- 25 Solon (2017).
- 26 Rothkopf (1999). Ei liity suoranaisesti informaatioidankäyntiin, mutta kuvastaa osuvasti sitä, miten hankalaa ”informaation” faktapitoisuutta on nykymaailmassa arvioida.
- 27 Lucas (2017).
- 28 Ronfeldt & Arquilla (2001, ss. 311–312).
- 29 Ahlm (2016, ss. 3–7).
- 30 Ristolainen (2017, ss. 18–19).
- 31 Ronfeldt & Arquilla (2001, ss. 345–346).
- 32 Sama, s. 346.



- 33 Sama, ss. 346–347.  
 34 Poisel (2013, s. 20).  
 35 Ventre (2009, ss. 11–12).  
 36 Pääesikunta (2004).  
 37 Rantapelkonen (2015).  
 38 Lehto (2014, s. 158).  
 39 Sama, s. 161.  
 40 Toivanen (2017).  
 41 Joint Chiefs of Staff (2016, s. 19).  
 42 Kiselev (2017, s. 40). Käännös Petteri Lalu.  
 43 Kivimäki (2017, s. 4–5).  
 44 Rantapelkonen (2015).  
 45 Ronfeldt & Arquilla (2001, s. 314).  
 46 Rantapelkonen (2015).  
 47 Ruan, Knockel & Crete-Nishihata (2017).  
 48 Masters (2017).  
 49 Sirén, Huhtinen & Toivettula (2011, s. 14).  
 50 Sama, s. 15.  
 51 Ellyatt (2015).  
 52 Rantapelkonen (2015).  
 53 Sama.

## LÄHTEET

- Alberts, David S. – John J. Garstka – Frederick P. Stein (2000), *Network Centric Warfare – Developing and Leveraging Information Superiority*. 2<sup>nd</sup> Edition (Revised), CCRP Publication Series.
- Atlantic Council (2016), *Global Risks 2035: The Search for a New Normal*. Atlantic Council Strategy Papers, Washington, D.C.
- Ahlm, Eric (2016), *Maverick Research: Welcome to Your National Internet*. Gartner, Stamford.
- Athalye, Anish – Logan Engstrom – Andrew Ilyas – Kevin Kwok (2017), *Synthesizing Robust Adversarial Examples*. arXiv: 1707.07397v2, viitattu 7.1.2018.
- Chivvis, Christopher S. (2017), Hybrid War: Russian Contemporary Political Warfare. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Volume 73, Issue 5, ss. 316–321.
- Ellyatt, Holly (2015), 'Anonymous' Hackers Declare War on Islamic State. *CNBC*: <http://www.cnb.com/2015/11/16/anonymous-hackers-declare-war-on-islamic-state.html>, viitattu 18.4.2016.
- Garejev, Makhmut (1998), *If War Comes Tomorrow? The Contours of Future Armed Conflict*. Frank Cass, London.
- Goodfellow, Ian – Nicolas Papernot – Sandy Huang – Yan Duan – Pieter Abbeel – Jack Clark (2017), Attacking Machine Learning with Adversarial Examples. *OpenAI*: <https://blog.openai.com/adversarial-example-research/>, viitattu 8.1.2018.
- Heickerö, Roland (2010), *Emerging Cyber Threats and Russian Views on Information Warfare and Information Operations*. Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI), ISSN 1650-1942.
- Joint Chiefs of Staff (2016), *Joint Operating Environment 2035*. US Department of Defense.
- Kiselev, V. A. (2017), Millaisiin sotiin Venäjän asevoimien on valmistauduttava. *Vojennaja mysl*, 3.
- Kivimäki, Veli-Pekka (2017), *The Cyber-Enabled Information Struggle: Russia's Approach and Western Vulnerabilities*. Briefing Paper 220, Ulkopoliittinen instituutti, Helsinki.

- Komov, S. A. (1996), Information Warfare in Modern War: Theoretical Problems. *Military Thought*, May-June, ss. 76-80.
- Lalu, Petteri (2014), *Syvää vai pelkästään tiheää : neuvostoliittolaisen ja venäläisen sotataidollisen ajattelun lähtökohdat, kehittyminen, soveltaminen käytäntöön ja nykytilanne: Näkökulmana 1920- ja 1930-luvun syvän taistelun ja operaation opit*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Juvenes Print, Tampere.
- Laurén, Lena (2015), Sota Donbassissa. *Teoksessa* Laurén, Anna-Lena & Peter Lodenius (toim.): *Ukraina – Rajamaa*, ISBN 978-951-851-648-7.
- Lehto, Martti (2014), Kybertaistelu ilmavoimaympäristössä. *Teoksessa* Kuusisto, Tuija (toim.): *Kybertaistelu 2020*. Taktiikan laitos, julkaisusarja 2, N:o 1, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.
- Lucas, Edward (2017), *Get Ready for Disinfo 2.0*. Center for European Policy Analysis: <http://cepa.org/EuropesEdge/get-ready-for-disinfo-2>, viitattu 7.1.2018.
- Masters, Jonathan (2017), Russia, Trump, and the 2016 U.S. Election. *Council on Foreign Relations*: <https://www.cfr.org/background/russia-trump-and-2016-us-election>, viitattu 7.1.2018.
- Mikkola, Olli-Matti (2014), *Sotilaspolitiikka Kremlin Olympoksella. Venäjän sotilasreformin diskursiivinen rakentuminen venäläisessä sanomalehdissä 2008–2012*. Turun Yliopiston julkaisuja, Sarja – ser. C osa –tom. 398, Scripta Lingua Fennica Edita, Painosalama Oy, Turku.
- Nutt, Amy Ellis (2017), ‘The Woebot Will See You Now’ — The Rise of Chatbot Therapy. *The Washington Post*: <https://www.washingtonpost.com/news/to-your-health/wp/2017/12/03/the-woebot-will-see-you-now-the-rise-of-chatbot-therapy/>, viitattu 7.1.2018.
- Pääesikunta (2004). *Sotilaalliset informaatio-operaatiot doktriini*. Pääesikunta, Helsinki.
- Percy, Sally (2017), Artificial Intelligence: The Role of Evolution in Decision-Making. *The Telegraph*: <http://www.telegraph.co.uk/business/digital-leaders/horizons/artificial-intelligence-role-of-evolution-in-decision-making/>, viitattu 5.7.2017.
- Pettersson Maria (2015), Venäjää voi ymmärtää. Kirja-arvio teoksesta Kivinen, Markku ja Vähäkylä, Leena (toim.): *Venäjän palatseissa ja kaduilla. Helsingin Sanomat*: <http://www.hs.fi/arviot/kirja/a1437620734335>, viitattu 8.1.2016.
- Poisel, Richard (2013), *Information Warfare and Electronic Warfare Systems*. Artech House, Boston.
- Rantapelkonen, Jari (2015), Sodan kuvan muutos ja huomisen sota. *Maanpuolustus* 114.
- Ristolainen, Mari (2017), Should ‘RuNet 2020’ be Taken Seriously? Contradictory Views about Cybersecurity between Russia and the West. *Teoksessa* Kukkola, Juha, Ristolainen, Mari & Nikkarila, Juha-Pekka (toim.): *GAME CHANGER: Structural Transformation of Cyberspace*. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen julkaisuja 10, Riihimäki.
- Ronfeldt, David – John Arquilla (2001), What Next for Networks and Netwars? *Teoksessa* John Arquilla & David Ronfeldt (toim.): *Networks and Netwars: The Future of Terror, Crime, and Militancy*. Rand, Santa Monica.
- Rose, Frank (2015), The Power of Immersive Media. *Strategy+Business*: <https://www.strategy-business.com/article/00308>, viitattu 5.7.2017.
- Rothkopf, David J. (1999), The Disinformation Age. *Foreign Policy* 114, ss. 83–96.
- Ruan, Lotus – Jeffrey Knockel – Masashi Crete-Nishihata (2017), We (Can’t) Chat - “709 Crackdown” Discussions Blocked on Weibo and WeChat. *The Citizen Lab, University of Toronto*: <https://citizenlab.ca/2017/04/we-cant-chat-709-crackdown-discussions-blocked-on-weibo-and-wechat/>, viitattu 15.1.2018.
- Saarelainen, Jorma (2000), Harhauttaminen. *Teoksessa* Saarelainen et al. (toim.): *Johtamissodankäynti*. Taktiikan laitos, julkaisusarja 2, N:o 2. Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.

- Saarelainen, Jorma: (1999), *Näkemyksiä Venäjän informaatioidankäynnistä*. Taktiikan laitos, julkaisusarja 1, N:o 1. Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki
- Sirén, Torsti – Aki-Mauri Huhtinen – Matti Toivettula (2011), Informaatioidankäynnistä kokonaisvaltaiseen strategiseen kommunikaatioon. *Teoksessa* Torsti Sirén (toim.): *Strateginen kommunikaatio ja informaatio-operaatiot 2030*. Johtamisen ja sotilaspedagogiikan laitos, julkaisusarja 2: N:o 7, Maanpuolustuskorkeakoulu, Helsinki.
- Solon, Olivia (2017), The Future of Fake News: Don't Believe Everything You Read, See or Hear. *The Guardian*: <https://www.theguardian.com/technology/2017/jul/26/fake-news-obama-video-trump-face2face-doctored-content>, viitattu 26.7.2017.
- Toivanen, Jussi (2017), Informaatiovaukuttaminen – vanha ilmiö, uudet kujeet. *Rannikon Puolustaja* 4/17, ss. 30–32.
- Ventre, Daniel (2009), *Information Warfare*. ISTE Ltd, London.
- Yearsley, Liesl (2017), We Need to Talk About the Power of AI to Manipulate Humans. *MIT Technology Review*: <https://www.technologyreview.com/s/608036/we-need-to-talk-about-the-power-of-ai-to-manipulate-humans/>, 2017, viitattu 5.7.2017.
- Zanini, Michele – Sean J. A. Edwards (2001), The Networking of Terror in the Information Age. *Teoksessa* John Arquilla & David Ronfeldt (toim.): *Networks and Netwars: The Future of Terror, Crime, and Militancy*. Rand, Santa Monica.

### KYBER-FYYSINEN SOTA 2030+

---

- 1 Esim. Keegan 2001, 19—83.
- 2 Sodan kuvalla viitataan yhtäältä yhteisiin käsityksiin sodankäynnistä, jotka ohjaavat ajattelua ja toiminnan tapaa. Toisaalta tunnistetaan sodankäynnin materiaalisuus ja varsinkin tietoteknologian mahdollistamat muutokset toiminnan tavassa. (Raitasalo & Sipilä 2005, 16; ks. Puolustusministeriö 2012.)
- 3 Esim. Carr 2016; 2012.
- 4 Kyber-fyysisellä viitataan muotoutumassa olevaan toimintaympäristöön, jossa digitaalinen ja fyysinen ovat kietoutuneet tiiviisti yhteen. Ihmisten elämismaailmassa tietoteknologia kytkeytyy ”luonnolliseksi”, huomaamattomaksi osaksi arkipäivää. Käsitteellä ei siten viitata esim. vain valvomo-järjestelmiin tai yleisemmin teollisuuden ohjausjärjestelmiin (vrt. esim. acatech 2011).
- 5 Vrt. Jyri Kosolan artikkeli tässä teoksessa.
- 6 Tarkemmat tiedot tutkimuksesta ovat saatavilla PVTUTKL:lta.
- 7 Ks. Jalonen 2006.
- 8 Meadows 2008, 2; 11—17.
- 9 Ahvenainen 2014, 9.
- 10 Jalonen 2006, 115.
- 11 Ahvenainen 2014, 9; Jalonen 2006, 115—117.
- 12 Mannermaa 2008, 190.
- 13 Lindell 2013.
- 14 Turvallisuuden tuottaminen ei ole yhteiskunnan toiminnan ainoa tarkoitus. Yhtä keskeisiä tehtäviä ovat mm. talousjärjestelmän ja sosiaalisen integraation ylläpitäminen, jotka molemmat luovat ehtoja turvallisuudelle.

- 15 Esim. Krause & Williams 1997; Buzan et al. 1998.
- 16 Vrt. hybridiiuhka- ja hybridisodankäyntikeskustelu.
- 17 Vrt. nykyisin lähes joka hallinnon-, tieteen- ja liiketoiminnan alalta löytyvä resilienssi-keskustelu.
- 18 Mannermaa 1991, 54—55; 82—86.
- 19 Mannermaa 1991, 192—193.
- 20 Mannermaa 1991, 196—197; 219—221; Mannermaa 2004, 49—53; 85.
- 21 ks. Mannermaa 2004, 53—54; 85.
- 22 Megatrendi on ilmiö tai ilmiökokonaisuus, ”jolla voidaan nähdä olevan yleinen jo toteutuneen kehityksen perusteella tunnistettava suunta ja jonka uskotaan jatkuvan samansuuntaisesti myös tulevaisuudessa” (Mannermaa 2004, 73, kursivointi poistettu).
- 23 Trendillä viitataan sellaiseen piirteeseen nykyisyydessä, joka voi jäljitettävästi jatkaa tulevaisuudessa (Paavilainen 2014, 19). Trenditutkimuksen lähtökohdana on, että asiat tapahtuvat tietyllä tavalla tulevaisuudessa, koska ne ovat tapahtuneet tietynlaisesti menneisyydessä. Ilmiöt, tai ainakin niiden muutos, on odotetunlaista. (Mannermaa 1991, 117.) Kompleksisuusteoreettisessa näkökulmassa muutos kuitenkin tunnistetaan epälineaariseksi, eli ”seuraus ei synny suoraviivaisesti syystä tai vaikutuksesta” (Mannermaa 2004, 48).
- 24 Peltonen 2015; Hyttiäinen 2015; Rantapelkonen 2015.
- 25 Hyttiäinen 2015, Peltonen 2015 ja Rantapelkonen 2015.
- 26 Rantapelkonen 2014.
- 27 Gartnerin hype cyclet koostuvat viidestä vaiheesta, jotka uudet teknologiat käyvät läpi: mahdollinen läpimurto; varhaisen vaiheen suuri julkisuus; kiinnostuksen hiipuminen, koska käyttäjien suuret odotukset eivät täyty; teknologian laajempien käyttömahdollisuuksien havaitseminen; ja teknologian omaksuminen laajalti. (<http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>) 28.6.2017
- 28 Informatisoinnissa tarkoitetaan yhteiskunnan ja sen sisältämän toiminnan muuttumista tietoperusteiseksi. Se mahdollistaa ajattelun ja toiminnan, mikä ei onnistuisi ilman kykyä tuottaa, varastoida, siirtää ja käsitellä suuria määriä tietoa nopeasti ja tehokkaasti.
- 29 Digitalisaatiolla tarkoitetaan tietoteknologian käytön lisääntymistä lähes jokaisella inhimillisen toiminnan osa-alueella. Valtiovarainministeriö (2015) määrittelee digitalisaation ”toimintatapojen uudistamiseksi, sisäisten prosessien digitalisoinniksi [ja] palveluiden sähköistämiseksi. [...] [O]maa toimintaa voidaan muuttaa jopa radikaalisti toisenlaiseksi tietotekniikan avulla.”
- 30 Virtualisoinnissa viitataan kahteen toisiinsa liittyvään kehityskulkuun. Yhtäältä se nähdään kehittyvinä virtuaalitodellisuuksina, pelimaailmoina, lisätynä todellisuutena ja simuloinnin lisääntymisenä mm. koulutuksessa ja harjoituksissa. Toisaalta se tulkitaan virtualisoinniksi. Kyse on tällöin tietoteknologisista ratkaisuista, joilla järjestelmän fyysiset resurssit piilotetaan niitä hyödyntäviltä järjestelmiltä, sovelluksilta ja käyttäjiltä (Portnoy 2012, 1—2).
- 31 Automaatiolla tarkoitetaan erilaisten ohjausjärjestelmien käyttöä laitteiden ja koneiden toiminnan ohjaamisessa ilman tai minimaalisella inhimillisellä puuttumisella asiaan (Robinson 2014). Automaatiolla taas automaation soveltamista uusiin tehtäviin yhä useammassa ja erilaisemmassa ympäristössä. Robotisaatiolla tarkoitetaan robottien käytön yleistyminen ja tekoälyn kehittymistä laitteissa.
- 32 Epäsymmetrialla viitataan epäkohtaisuuteen, esimerkiksi voiman, vallan, toimintakyvyn tai resurssien epätasaiseen jakautumiseen. Kyseessä voi olla myös ajatuksellinen tai moraalinen epäkohtaisuus, esimerkiksi vastapuolen toimiminen ajattelemattomissa tai toistamattomissa olevalla tavalla.
- 33 Ks. Jari Rantapelkonen, Lotta Koistisen ja Veli-Pekka Kytömäen artikkeli tässä teoksessa.

## LÄHTEET

- acatech (toim.) (2011), Cyber-Physical Systems. Driving force for innovation in mobility, health, energy and production. Position Paper. Saatavilla [[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Stellungnahmen/acatech\\_POSITION\\_CPS\\_Englisch\\_WEB.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Stellungnahmen/acatech_POSITION_CPS_Englisch_WEB.pdf)] 18.8.2015.
- Ahvenainen, S. (2014), Verkkosodan historia ja käsitteen kehittyminen – Kriittinen, systeeminen ja kyberneettinen katsaus vuoden 2003 artikkeliin, teoksessa Kuusisto, T. (toim.) *Kybertaistelu 2020*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos, Julkaisusarja 2 No. 1/2014, Tampere: 7—32.
- Buzan, B.; Wæver, O. & J. de Wilde (1998), *Security: A Framework for Analysis*. Lynne Rienner, Boulder (CO).
- Carr, M. (2012), The Political History of the Internet: A Theoretical Approach to the Implications for U.S. Power, teoksessa Costigan, S. S. and Perry, J. (toim.) *Cyberspace and Global Affairs*. Ashgate, Farnham: 173—187.
- Carr, M. (2016), *U.S. Power and the Internet in International Relations. The Irony of the Information Age*. Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- Hyytiäinen, M. (2015) ”Suomalainen sotataito – alivoimaisen taktiikka” *Kylkirauta 2/2015*: 19—21.
- Jalonen, H. (2006), ”Kompleksisuusajattelu yhteiskuntatieteissä” *Politiikka 48(2)*: 115—126.
- Keegan, J. (2005), *Sodankäynnin historia*. Suomentanut Jouni Suistola. Ajatus Kirjat/Gummerus, Jyväskylä.
- Krause, K. & M. C. Williams (toim.) (1997), *Critical Security Studies: Concepts and Cases*. Routledge, London.
- Lindell, J. (2013), ”Kompleksisen toimintaympäristön synnyttämät pirulliset ongelmat muokkaamassa muutosjohtajuutta”. Saatavilla [<http://www.kunnallistiede.fi/wp-content/uploads/2013/03/KTS-Lindell-Juha.pdf>] 24.11.2015.
- Mannermaa, M. (1991), *Evolutionaarinen tulevaisuudentutkimus. Tulevaisuudentutkimuksen paradigmojen ja niiden metodologisten ominaisuuksien tarkastelua*. Tulevaisuuden tutkimuksen seura, Helsinki.
- Mannermaa, M. (2004), *Heikoista signaaleista vahva tulevaisuus*. WSOY, Porvoo.
- Mannermaa, M. (2008), *Jokuveli. Elämä ja vaikuttaminen ubiikkiyhteiskunnassa*. WSOYpro, Juva.
- Meadows, D. H. (2008), *Thinking in Systems: A Primer*. Toimittanut Wright, D. Chelsea Green Publishing, White River Junction (VT).
- Paavilainen, T. (2014), Tulevaisuudentutkimus ja skenaariotyöskentelyn anti strategisen suunnittelun näkökulmasta. Pro gradu. Tampereen yliopisto, Johtamiskorkeakoulu.
- Peltonen, M. (2015), ”Sodankäynti tänään – mitä voisimme tehdä toisin?” *Kylkirauta 2/2015*: 15—17.
- Portnoy, M. (2012), *Virtualisation Essentials*. Sybex/John Wiley & Sons, Indianapolis (IN).
- Puolustusministeriö (2012), Näkökulmia puolustuskyvyn uskottavuuteen. Toimittanut Tarvainen, T. Puolustusministeriö, Helsinki.
- Raitasalo, J. & J. Sipilä (2005), Sodan tutkimus strategian näkökulmasta, teoksessa Raitasalo, J. & J. Sipilä (toim.) *Muuttuva sota*. Kustannusosakeyhtiö Suomen Mies, Jyväskylä: 15—23.
- Rantapelkonen, J. (2014), ”Kansallinen turvallisuus kohtaa kybertrendit” *Futura 2/2014*: 49—57.
- Rantapelkonen, J. (2015), ”Tulevaisuuden sotataito” *Kylkirauta 2/2015*: 35—37.
- Robinson, A. 22.10.2014 ”Industrial Automation: A Brief History of Manufacturing Application and the Current State and Future Outlook”. Cerasis’n blogi, saatavilla [<http://cerasis.com/2014/10/22/industrial-automation/>] 16.11.2015.
- Valtiovarainministeriö. Digital Services. Saatavilla [<http://vm.fi/en/digital-services>] 17.11.2015.

*Tuleva sota – Tulevaisuuden sodan tulevaisuus* on kirja, jossa viitoitetaan sodan ja sodankäynnin muutosta 2030-luvulle. Samalla kirjassa



pohditaan mitä jos näkymä yhteiskunnan, teknologian, maasodan, merisodan, ilmasodan, informaation ja kybersodan muutokseen ei olekaan sellainen kuin kuvitellaan.

Tulevaisuus yllättää, on kirjan pääviesti. Se muistuttaa sodan ennakoimisen ja sotaan varautumisen tärkeydestä.



Kirja rohkaisee keskustelemaan tulevaisuuden vaihtoehtoista, sillä pahimmillaan tuleva sota voi koskettaa kaikkia suomalaisia.

