

# Tulevaisuuden toimitusketju – vaikutuksia siviili- ja sotilaslogistiikkaan

Sini Laari, Sari Uusipaavalniemi, Risto Leinonen  
ja Lauri Ojala

## Abstract

The present study examines the implications of six trends in supply chain management (SCM) and logistics on civilian and military supply chains over the next two decades. The data was collected from a targeted sample of SCM/logistics researchers and managers of the largest manufacturing, trading and logistics firms in Finland in 2016–2017 and from logistics experts in the Finnish Defence Forces (FDF) in 2017. The respondents assessed six SCM trends by 2035: 1) globalisation of supply chains (SC); 2) digitalisation and automation of logistics processes; 3) dependence on electricity and IT systems; 4) hybrid warfare activities targeted at SCs; 5) resource scarcity/circular economy/sharing economy; and 6) building SC resilience. The results suggest that the export restrictions on military products and concerns on security of supply limit the possibilities of the FDF to fully benefit from the trends. The priorities and motives may also be different. Business SCs tend to be at the forefront of the development of new practices and technologies but mainly under normal circumstances. The FDF will need to ensure operations under emergencies meaning that some of the solutions are not applicable as such in the military context. Building up resilience will be equally important in the increasingly volatile environment. Ensuring the availability of qualified personnel will be a key challenge for both civilian and military organisations.

## Johdanto

Toimitusketjut ovat aina olleet dynaamisia ja erilaiset trendit ovat leimanneet toimitusketjun hallinnan kehitysvaiheita. Toimitusketjut koostuvat erilaisista toiminnoista, jotka ulottuvat aina tuotteen ja/tai palvelun suunnittelusta sen toimittamiseen loppukäyttäjälle (Mentzer ym. 2001, 3). Toimitusketjut ovat

verkostoja, jotka koostuvat muun muassa materiaalien ja palveluiden toimittajista, tuottajista, logistiikkapalveluntarjoajista, tukku- ja vähittäiskauppiaista ja asiakkaista (Simchi-Levi ym. 2003, 1). Toimitusketjujen hallinnan ja logistiikan arvioidaan kokevan suuria mullistuksia seuraavien vuosikymmenten aikana. Toimitusketjuihin ja logistiikkaan vaikuttavat useat megatrendit, kuten ilmastonmuutos, globalisaatio, demografiset muutokset, kaupungistuminen ja digitalisaatio. Muun muassa nämä toimintaympäristössä tapahtuneet ja parhaillaan tapahtuvat muutokset asettavat uudenlaisia vaatimuksia toimitusketjujen johtamiselle.

Tässä artikkelissa arvioidaan kuuden merkittävän toimitusketjun hallinnan pitkän aikavälin trendin kehityskaarta ja vaikutuksia vuoteen 2035 mennessä: Globaalien verkostojen kehitystä, sähkö- ja tietoliikeneriippuvuutta, logistiikkaprosessien digitalisaatiota ja automaatiota, hybridi-vaikuttamista, resurssi-niukkuutta ja siihen vastaavia kierto- ja jakamistaloutta sekä resilienssin kehittämistä. Tarkastelu pohjautuu kirjallisuuskatsaukseen ja kyselytutkimukseen.

Trendeillä ja niiden vaikutuksilla on myös keskinäisriippuvuuksia ja yhdistettynä vaikutukset voivat olla merkittäviä ja kohdistua sekä kaupallisiin että asevoimien toimitusketjuihin. Trendeistä on tarjolla paljon kirjallisuutta, mutta vaikutuksia on Suomen ja erityisesti Puolustusvoimien näkökulmasta tutkittu vielä varsin vähän. Siviilikomponentti muodostaa yhä merkittävemmän osan Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmästä, jolloin siviilikomponenttiin kohdistuvat vaikutukset heijastuvat suoraan logistiikkajärjestelmän suorituskykyyn niin hyvässä kuin pahassa. Vaikutuksia on tarkasteltu tässä artikkelissa sekä yleisesti siviililogistiikan näkökulmasta että Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmän kehittämisen näkökulmasta. Artikkelin lopuksi pohditaan vaikutusten yhtäläisyyksiä ja eroja kaupallisissa ja asevoimien toimitusketjuissa.

## **Toimitusketjut globalisoituvat**

Nyky-yhteiskunnassa yksittäiset yritykset eivät pysty kilpailemaan yksinään vaan pikemminkin osana monien toimijoiden muodostamia toimitusketjuja (Ben-Daya ym. 2017, 1). Teknologinen ja taloudellinen kehitys ovat mahdollistaneet toimitusketjujen maantieteellisen hajaantuneisuuden: IT-järjestelmien avulla voidaan koordinoita monimutkaisia toimintoja etäältä, kun taas kehittyneiden ja kehittyvien maiden palkkaerot ovat tehneet matalan kustannustason maista houkuttelevan kohteen ulkoistamiselle (Baldwin 2012, 4). Tällöin tuotanto ja kauppa tapahtuvat monikansallisissa, sopimus- tai omistusrakenteiden kautta järjestetyissä toimitusketjuissa (Salminen 2016, 1). Motiivina ovat usein kustannussäästöt ja erilaiset ulkoistamisella saavutettavat strategiset edut, ku-

ten keskittyminen ydintoimintoihin, pääsy uusille markkinoille ja kyky välttää lainsäädännön asettamia rajoituksia (Lorentz ym. 2016, 827).

Maailmantalouden uudet ja erikoistuneet verkostomaiset toimintamallit suosivat taloudellisen toiminnan keskittymistä, mikä kiihdyttää kaupungistumista, vetää nuoria osajia puoleensa ja vastaavasti näivettää haja-asutusalueiden elinvoimaa (Hämäläinen, 2006, 11). Maantieteellisesti hajautuneet toimitusketjut merkitsevät entistä pidempiä kuljetusaikoja ja lisäävät häiriöiden riskiä (Bode & Wagner 2015, 218). Pienetkin häiriöt yksittäisessä toimitusketjun solmukohdassa voivat aiheuttaa ennalta-arvaamattomia ja kauaskantoisia vaikutuksia vahvasti verkottuneessa ja keskinäisriippuvaisissa yritysverkostoissa (Neilson 2012, 331).

## **Digitalisaatio mullistaa liiketoiminnan**

Maailman talousfoorumin WEF:n perustajan professori Klaus Schwabin (2016) mukaan olemme neljännen teollisen vallankumouksen äärellä. Se perustuu digitaalisen teknologian ennennäkemättömään kehitykseen, joka hämärtää fyysisen, digitaalisen ja biologisen ympäristön rajoja. Äly lisääntyy myös toimitusketjun kaikissa osissa ja niiden rajapinnoissa ja mahdollistaa entistä tehokkaamman toimitusketjujen johtamisen (Ben-Daya ym. 2017, 1). Digitalisaatiolla tarkoitetaan sekä analogisen datan muuntamista digitaaliseen muotoon, jotta sitä voidaan myöhemmin käsitellä elektronisesti (esim. verkkomaksut, sähköiset rahtikirjat ja tulliselvitykset), että laajempaa digitaalisten teknologioiden käyttöä organisaatioissa, toimialoilla ja yhteisöissä (esim. Big Data, esineiden internet, 3D-tulostaminen). Ensimmäinen näistä on edellytys jälkimmäiselle. (Schramm ym. 2018, 1.) Digitalisaatio ei siis ole uusi ilmiö, mutta sen vaikutukset liiketoimintaan ovat laajoja. Digitalisaation mahdollistama prosessien ja palveluiden kehittyminen kasvattaa tuottavuutta ja vähentää kustannuksia. Digitaalisuus purkaa toimialoja, yhdistää niitä ja synnyttää uusia sekä muuttaa useiden yritysten ja arvoketjujen toimintamalleja (Lehto & Neit-taanmäki 2016, 61).

Digitalisaatio kytkeytyy vahvasti automaatioon ja robotiikkaan. Automaattisten ja autonomisten ajoneuvojen odotetaan yleistyvän. Suomi pyrkii muun muassa olemaan digitaalisen merenkulun ja tieliikenteen johtava maa (Arola & Antikainen 2017, 8). Jo nyt onkin käynnissä useita vesi- ja tieliikenteen automaatioon keskittyviä hankkeita. Automaation hyödyt perustuvat muun muassa automaattisten ajoneuvojen pienempään huoltotarpeeseen sekä kykyyn toimia 24/7-periaatteella minimaalisilla työvoimakustannuksilla, toimitusketjun tehostumiseen, lisääntyneeseen turvallisuuteen ja pienempiin

ympäristövaikutuksiin (Fawcett & Waller 2014; Bechtsis ym. 2017). On kuitenkin huomioitava, että autonomisten ajoneuvojen käyttöönotto riippuu paljolti muusta kuin teknologian kehityksestä. Muun muassa sääntelyn tulee mahdollistaa tällaisten ajoneuvojen käyttö.

## Riippuvuus sähkö- ja tietoverkoista kasvaa

Yhteiskunnan lähes kaikki toiminnot tarvitsevat sähköä. Suomi on erittäin riippuvainen energian tuonnista, sillä noin puolet kaikesta energiasta tuodaan rajojen ulkopuolelta (Eurostat 2018). Venäjän osuus ulkomaisen energian tuonnista on yli puolet (Tulli 2017). Esimerkiksi raakaöljyn ja öljytuotteiden kokonaistuonnista yli 80 prosenttia on Venäjältä. Maakaasun osalta Suomi on täysin Venäjän tuonnin varassa. (Sipilä ym. 2017, 130.) EU sekä Suomi sen osana pyrkivät vähentämään riippuvuuttaan tuontienergiasta. Energiaomavaraisuus ja uusiutuvan energian hajautettu tuotanto ovatkin nousevia trendejä (Sand & Terwiesch 2013, 344). Peura ym. (2017, 2) arvioivat, että bioenergia voisi potentiaalisesti edustaa noin kolmasosaa kaikesta Suomen energian tuotannosta. Hyysalo (ym. 2017, 3) kuitenkin huomauttavat, että on lyhytnäköistä täyttää ilmastomuutoksen torjuntaan liittyvät velvoitteet vain nykyistä tuotanto- ja kulutusrakennetta säätämällä ja korvaamalla fossiiliset polttoaineet bioenergialla. Siksi he peräänkuuluttavat energia- ja ilmastopolitiikan kytkemistä innovaatio-, kaupunki-, alue- ja kuluttajapolitiikkaan. Energiankäytöllä, resurssiniukuudella, energian hinnan vaihtelulla ja uusiutuviin energianlähteisiin siirtymisellä on myös suuria vaikutuksia toimitusketjuihin. Tulevaisuudessa on entistä tärkeämpää huomioida pääsy energianlähteisiin, energiariippuvuus ja siihen liittyvät riskit ja sopeuttaa toimitusketjut niiden mukaan (Halldórsson & Svanberg 2013).

Sähkö- ja tietoverkkoriippuvuus ja kyberuhat kietoutuvat tiiviisti toisiinsa. Kybertoimintaympäristön kautta tulevat uhat ovat Suomen kokonaisturvallisuuden kannalta hyvin merkittäviä (Lehto & Limnell 2017, 208). Tietoverkot ovat voimakkaasti riippuvaisia toimivista tietoliikenneyhteyksistä Suomen ulkopuolelle. Lisäksi nykyisin verkonhallinta, tietovarastot, komponentit ja osaaminen sijaitsevat usein ulkomailla (Sisäministeriö 2016, 18). Vaikka tietojärjestelmät avaavat toimitusketjuille lukuisia mahdollisuuksia, ne avaavat myös oven fyysisiin ja digitaalisiin kohteisiin kohdistuville uhkille (Wells ym. 2014, 74). Näitä ovat esimerkiksi hybridi- ja kyberuhat, terrorismi ja kemialliset, biologiset ja radiologiset iskut (Euroopan komissio 2017, 10). Yhteiskuntien välinen ja sisäinen polarisaatio lisäävät niiden riskejä. Kyberrikoksista on tullut mustilla markkinoilla toimiva vahva ja elinvoimainen liiketoiminta-alue (Lehto

ym. 2017, 22). Jos rikolliset pääsevät murtautumaan tietojärjestelmiin, he pystyvät edistämään omia laittomia toimiaan, kuten salakuljetusta, väärentämistä ja sabotaasia kohdentamalla vaikutuksia esimerkiksi ihmisiin, kuljetuksiin ja asiakirjoihin (Urcioli ym. 2013, 54).

## **Hybridivaikuttaminen koettelee toimitusketjujen solmukohtia**

Hybridivaikuttaminen on kehittyvä ongelma Internet-pohjaisessa globaalissa taloudessa (Markman ym. 2013, 1815). Hybridivaikuttamisena käsitetään valtiollinen tai ei-valtiollinen toiminta, jossa käytetään useita sodankäynnin muotoja kuten tavanomaista asevoimaa, epätavanomaista taktiikkaa ja rikollista toimintaa (Lalu & Puistola 2015, 1–2). Hybridiuhkiin voi liittyä painostuskenkaltaista toimintaa, informaatiovaikuttamista ja kybertoimintaa (Järvenpää 2017, 113). Tyypillinen hybridivaikuttamisen kohde on kriittinen infrastruktuuri ja toimitusketjujen solmukohdat, kuten tiet, satamat, lentoasemat, voimalaitokset ja tietojärjestelmät (Oprach & Bovekamp 2013). Globaalien toimitusketjujen verkottuneisuus mahdollistaa laajat vaikutukset yksittäisten solmukohtien kautta, joihin päästään käsiksi esimerkiksi tietoverkkojen haavoittuvuuksien avulla (Uusipaavalniemi & Puistola, 2016, 2). Teknologinen kehitys puolestaan mahdollistaa hyökkääjille laajan maantieteellisen saavutettavuuden ja siten myös suuremman mahdollisen kohdejoukon (Cederberg ym. 2017). Esimerkiksi esineiden internet voi avata hakkereille uusia vaikutuskanavia muun muassa liikenteenohjauksen ja sähköverkon häiritsemisen avulla.

Kyberturvallisuusuhat tulee nähdä osana hybridivaikuttamista (Lehto ym. 2017, 66). Maailman talousfoorumien (2013) mukaan kyberuhat ovat tärkein uudentyyppinen uhka toimitusketjukontekstissa. Niiden torjumisessa epäonnistuminen voi aiheuttaa äkillisiä ja laajalle leviäviä häiriöitä. Esimerkiksi viimeisen kahden vuosikymmenen aikana on jo tapahtunut yli tusina satamiin, aluksiin ja muihin meriliikenteen toimijoihin (mm. viranomaisiin, meriteollisuuteen) kohdistuneita kyberhyökkäyksiä (Kiiski 2018, 130). Informaatiovaikuttaminen esimerkiksi sosiaalisen median kautta on myös tyypillinen hybridivaikuttamisen muoto.

Kauppakamarin (2018, 20) suomalaisen elinkeinoelämän näkemyksiä ja kokemuksia hybridivaikuttamisesta tarkastelleessa selvityksessä 10 % vastaajista oli havainnut omaan liiketoimintaan ja jonkun muun liiketoimintaan kohdistunutta toimintaa, joka voisi olla hybridivaikutusoperaation tai sen osa. Selvityksen mukaan resurssien saatavuuden häiriöt ja esimerkiksi tuotannon ohjauksjärjestelmien ja logistiikkajärjestelmien tietojen tai koodin manipulointi voivat johtaa vakaviin häiriötilanteeseen, joilla on merkittäviä yhteiskunnallisia

heijastevaikutuksia (Kauppakamari 2018, 10). Hybridiuhkien torjunta perustuu useimmiten kansallisella tasolla tehtävään työhön (Cederberg ym. 2017). Vuonna 2017 Helsingissä aloitti toimintansa Euroopan hybridiuhkien torjunnan osaamiskeskus (The European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats 2017), joka tiivistää kansainvälistä yhteistyötä. Myös muiden toimijoiden (mm. kunnat, järjestöt, kansalaiset) osallistuminen hybridiuhkien torjuntaan nähdään tärkeänä.

## **Kierto- ja jakamistalous tarjoavat ratkaisuja resurssiniukkuuteen**

Luonnonvarat, kuten energia, vesi ja metallit, ovat tärkeitä resursseja yhteiskunnalle. Osa on välttämättömiä ihmiskokopulaation selviytymiseksi ja hyvinvoinnin lisäämiseksi, kun taas toiset ovat tärkeitä esimerkiksi teollisessa tuotannossa ja tavaroiden liikuttamisessa toimitusketjuissa ((Halldorsson & Kovacs 2010, 6). Maapallon väestönkasvun ja kehittyvien maiden kasvavan elintason myötä kiihtyvä resurssiniukkuus haastaa toimitusketjuja tulevaisuudessa yhä enemmän (Bell ym. 2013, 353). Koh (ym. 2017, 1521) väittää resurssiniukkuuden olevan tilapäinen ilmiö, joka johtuu resurssien tehottomasta tunnistamisesta, elinkaaren kartoittamisesta ja käytöstä. Resurssitietoisuuden lisääminen toimitusketjuissa on kuitenkin erittäin haastavaa, sillä resurssien käytön mittaaminen toimitusketjussa edellyttäisi tiedon jakamista ja suorituskyvyn mittaamista useiden organisaatioiden kesken (Matopoulos ym. 2015, 219).

Kiertotalous on näkökulma, joka huomioi resurssien niukkuuden pyrkimällä edistämään resurssien tehokasta käyttöä ja luomalla suljetun kierron toimitusketjuja, joissa materiaalit ja tuotteet kiertävät eivätkä vain kulu (Matopoulos ym 2015, 220; Koh ym. 2017, 1523). Sitran (2014, 4) selvityksen mukaan nykyinen toimintamalli hukkaa arvoa tuotannon materiaalitehokkuuden puutteisiin, taloudellisesta toiminnasta syntyvän jätteen menetettyihin mahdollisuuksiin ja materiaalin kierrättämiseen liian ala-arvoisen kierron kautta. Kiertotaloudessa yritykset pyrkivät korvaamaan rajallisia resursseja muilla, esimerkiksi uusituvilla raaka-aineilla tai energianlähteillä (Kalaitzi ym. 2018). Suljetun kierron toimitusketjut huomioivat sekä eteenpäin että taaksepäin suuntautuvat virrat: tuotteet palautetaan asiakkaalta taaksepäin toimitusketjussa, jossa ne voidaan käyttää osittain tai kokonaan uudelleen (Guide & van Wassenhove 2009, 11 ). Jos resurssit ovat niukkoja, yritykset, jotka eivät ole luoneet suljetun kierron toimitusketjuja, voivat kohdata raaka-aineiden kustannus- ja saataavuusongelmia, kun taas kyvykkäät suljetun kierron toimitusketjut voivat saada kyseisessä tilanteessa kilpailuetua (Bell ym. 2013, 361).

Jakamistalous on yksi kiertotalouteen ja erityisesti yksityiseen kulutukseen liittyvä trendi, joka on noussut digitalisaation myötä. Jakamistaloudessa yksityiset henkilöt tai muut toimijat, kuten yritykset, myyvät, vaihtavat tai antavat vajaan käytössä olevaa resurssia (mm. tuote, palvelu, aika, osaaminen) tarjoamalla sitä muiden käyttöön jonkin digitaalisen alustan kautta (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017; Tilastokeskus, 2017). Majoituksen välityspalvelu AirBnB ja kyytipalvelu Uber ovat esimerkkejä kaupallisista alustoista. Logistiikkapalveluntarjoajat pystyvät hyödyntämään jakamistaloutta nostamalla käyttöastettaan ja laskemalla kustannuksiaan jakamalla resursseja (esim. varasto- tai kuljetuskapasiteetti) tai ulkoistamalla jakelun (”viimeinen maili”) yksityishenkilöille tai mikroyrityksille (DHL Logistics Trend Radar 2016, 29).

## **Resilienssi parantaa varautumismahdollisuuksia**

Nopeasti muuttuva toimintaympäristö ja toimitusketjujen kasvava kompleksisuus lisäävät häiriöiden todennäköisyyttä toimitusketjuissa (Hohenstein ym. 2015, 90). Häiriöitä voivat aiheuttaa muun muassa luonnonkatastrofit, inhimillisen tekijän aiheuttamat tahattomat onnettomuudet ja tahalliset vahingonteot. Kaikkiin häiriöihin ei voida varautua, joten resilienssin kehittamisestä on tullut keskeinen kyvykkyys (Markman ym. 2013, 1826). Resilienssillä tarkoitetaan kykyä varautua odottamattomiin tapahtumiin, reagoida häiriöihin ja toipua niistä nopeasti (Ponomarov & Holcomb 2009, 128-129). Häiriöt voivat olla negatiivisia ja positiivisia. Negatiiviset häiriöt johtuvat tyypillisesti toimitusketjun ylävirran ongelmista ja ne vaikeuttavat toimitusketjun toimintaa. Positiivinen syy häiriölle voi olla esimerkiksi yllättävä kysyntäpiikki, jolla voi olla markkinointimielessä positiivisia vaikutuksia, mutta joka aiheuttaa merkittäviä haasteita toimitusketjulle (esim. saatavuusongelmat). (Macdonald ym. 2018, 6).

Resilienssiä erilaisten häiriöiden varalta voidaan kasvattaa toimitusketjuissa muun muassa ylimääräisillä resursseilla (esim. varmuusvarastot ja ylituotanto), joustavuudella (esim. joustavat tuotantojärjestelmät, vaihtoehtoiset toimittajat), muodostamalla yhteistyösuhteita toimitusketjussa (esim. ennustaminen, riskien jakaminen) ja parantamalla toimitusketjun ketteryyttä (esim. näkyvyys toimitusketjussa, muutosnopeus) (Tukamuhabwa ym. 2015, 5604). Toimitusketjut voivat ajan mittaan oppia häiriöistä ja tulla entistä vahvemmiksi vastaavien häiriöiden varalta kehittämällä resilienssiin liittyviä kyvykkyksiä. Yrityksillä on keskeinen rooli erityisesti talouden ja infrastruktuurin toiminnan varmistamisessa (Yhteiskunnan turvallisuusstrategia 2017, 8).

## Tutkimuksen toteutus

Tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa kyselytutkimukseen vastasi 20 Suomen johtavaa logistiikan ja toimitusketjun hallinnan opettajaa, tutkijaa tai konsulttia sekä 22 logistiikkapäällikkötason vastaajaa Suomen suurimmista teollisuuden, kaupan, ja logistiikka-alan yrityksistä. Kysely toteutettiin online-kyselynä joulukuussa 2016–tammikuussa 2017.

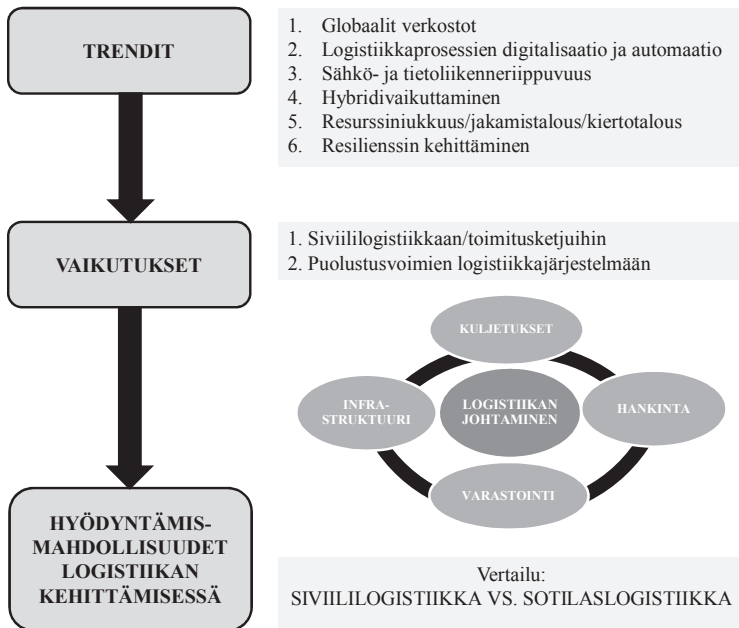
Kyselyn vastaajat arvioivat kuutta toimitusketjujen pitkän aikavälin trendin kehityskaarta ja merkittävyyttä vuoteen 2035 mennessä: globaalien verkostojen kehitystä, sähkö- ja tietoliikenneriippuvuutta, logistiikkaprosessien digitalisointia ja automaatiota, hybridivaikuttamista, resurssiniukkuutta ja siihen vastaavia kierto- ja jakamistaloutta sekä resilienssin kehittämistä. Trendit valittiin kirjallisuuskatsauksen ja aiempien tutkimusten pohjalta (mm. Uusipaavalniemi & Kovács 2016). Kyselylomakkeessa kuvattiin lyhyesti jokainen trendi ja pyydettiin sen jälkeen vastaajia arvioimaan niiden merkitystä strukturoiduilla, puolistrukturoiduilla ja avoimilla kysymyksillä. Etukäteen valittujen kuuden trendin lisäksi vastaajat saivat halutessaan ehdottaa muita toimitusketjuihin vaikuttavia trendejä ja arvioida niiden vaikutusta.

Tutkimuksen toisessa vaiheessa toteutettiin kysely, jossa tarkasteltiin vastaavien kuuden toimitusketjun hallinnan trendinheijastevaikutuksia Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmän kehittämiseksi. Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmä koostuu Puolustusvoimien, kotimaisen ja kansainvälisen elinkeinoelämän ja muun yhteiskunnan logistisista osista. Logistiikkajärjestelmän sotilaskomponenttiin kuuluvat Pääesikunta, Puolustusvoimien logistiikkalaitos alaisine joukkoineen, puolustushaaraesikunnat sekä Puolustusvoimien eri joukkojen huoltojoukot. Siviilikomponenttiin kuuluu Puolustusvoimien suorituskykyä tukevia viranomaisia ja elinkeinoelämän toimijoita ja eritasoisia kumppaneita ja palveluntarjoajia sekä tuotantoa ja muualta yhteiskunnasta käyttöön saatavia resursseja ja niiden sopimusjärjestelyjä.

Kyselyyn vastasi valikoitu joukko Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmän asiantuntijoita. Vastaajia oli yhteensä 22. Kyselyn taustaksi vastaajille kuvattiin valitut trendit sekä esiteltiin ensimmäisessä vaiheessa toteutetun, siviililogistiikan asiantuntijoille suunnatun kyselyn tuloksia trendien vaikutuksista logistiikkaan ja toimitusketjuihin. Vastaajilla oli halutessaan mahdollisuus tuoda esiin myös omia näkemyksiä trendeistä ja vaikutuksista muutenkin kuin annetun kehikon (logistiikan johtaminen, kuljetukset, hankinta, varastointi, infrastruktuuri) puitteissa.

Lopuksi tutkijat pohtivat työpajatyypisesti trendien hyödyntämismahdollisuuksia logistiikan kehittämiseen siviililogistiikassa ja sotilaslogistiikassa, vertaillen ja etsien eroja ja yhtäläisyyksiä hyödyntämisessä. Tutkimuksen





**Kuva 1.** Tutkimuksen viitekehys.

viitekehys trendien tunnistamisesta, vaikutustarkastelun kautta kehittämismahdollisuuksien pohtimiseen on esitetty kuvassa 1.

## Trendien vaikutukset siviililogistiikkaan

### Infrastrukturi

Vastaajat pitivät Suomen liikenneinfrastruktuurin tasoa hyvänä ja uskoivat sen pystyvän palvelemaan toimitusketjuja hyvin myös tulevaisuudessa. Suomi sijaitsee Euroopan pohjoislaidalla kaukana päämarkkinoista, mutta hyvät liikenneyhteydet, korkea infrastruktuurin taso ja maine turvallisen maana voivat toimia Suomen kilpailuvaltteina kansainvälisissä toimitusketjuissa. Fyysisen ja kyberinfrastruktuurin omistuksen keskittyminen yhä harvemmille ja usein ulkomaisille omistajille siirtävät kuitenkin sääntely- ja vaikuttamismahdollisuudet kansallisten toimien ulottumattomiin (ks. Lehto ym. 2017, 37). Toisaalta yksityisten varojen ansiosta uusia infrastruktuuri-investointeja voidaan tehdä erityisesti pääväylille ja liikenteen solmukohtiin.

Liikennemarkkinoiden sääntelyn vapautuminen lisää kilpailua muun muassa henkilöliikenteessä. Uusilla, mm. jakamistalouteen ja digitaalisiin alustoihin perustuvilla toimintamalleilla kilpailevat yritykset haastavat perinteisiä logistiikkayrityksiä. Megatrendit, kuten ilmastonmuutos ja kaupungistuminen muuttavat logistiikkainfrastruktuurin tarpeita. Esimerkiksi vaatimukset vähäpäästöisyydestä voivat muuttaa eri liikennemuotojen kilpailukykyä (esim. raideliikenteen suosio kasvaa). Infrastruktuuria onkin kehitettävä vastaamaan erityisesti sähköisten ja älykkäiden kuljetusratkaisujen tarpeita. Tieto- ja sähköverkkojen rooli osana logistiikkainfrastruktuuria kasvaakin jatkuvasti. Yhä suurempi osa sähköstä tuotetaan uusiutuvilla energianlähteillä. Kehittämistarpeet on tunnistettu liikenne- ja viestintäministeriön kehittämistoimenpiteiden tieläisessä (Arola & Antikainen 2017). On entistä tärkeämpää huomioida digitaalinen infrastruktuuri myös riskienhallinnassa. Samalla kun liikennevirrat keskittyvät toimitusketjujen solmukohtiin, fyysistä ja digitaalista infrastruktuuria uhkaavien tahallisten ja tahattomien häiriöiden uhka kasvaa. Vastaajat uskoivat infrastruktuuriin kohdistuvan hybridivaikuttamisen lisääntyvän tulevaisuudessa, mikä johtuu osittain liikenneinfrastruktuurin yksityistämisestä johtuvista kaupallisista intresseistä.

## **Kuljetukset**

Kuluttajien ostokäyttäytymisen muutos muuttaa vähittäiskauppaa. Toimitusten määrän ja ”viimeisen mailin” jakelun tarve kasvaa edelleen verkkokaupan myötä. Uusia jakelumalleja otetaan käyttöön erityisesti kaupunkiseuduilla: Miehittämättömät lennokit ja jakelurobotit voivat jatkossa tarjota nopeampia toimituksia asiakkaille vuorokauden ympäri. Jakamistalous voi tarjota uusia ja joustavia liiketoimintamalleja ja jopa kasvattaa logistiikkamarkkinoiden kokoa. Jakamistalous voi myös auttaa yrityksiä pienentämään ympäristöjalanjälkeään tehostamalla jakelua (Rai ym. 2017, 39). Toisaalta perinteisille logistiikkapalveluntarjoajille voi tulla uusia kilpailijoita.

Automaatio on jo varsin pitkällä varastoissa ja terminaaleissa. Automaation odotetaan seuraavaksi mullistavan kuljetuksia. Monet ajoneuvovalmistajat kehittävät autonomisia ajoneuvoja, joiden uskotaan yleistyvän ensin tavarankuljetuksessa ja myöhemmin henkilöliikenteessä. Autonomisten ajoneuvojen odotetaan parantavan muun muassa turvallisuutta ja tehokkuutta ja vähentävän päästöjä. Tietoturvaa tulee kehittää yhdessä uusien ajoneuvoteknologia-ratkaisujen kanssa. Nykyisin Suomen lainsäädäntö ja osin ratkaisemattomat vastuukysymykset hidastavat kuitenkin sekä autonomisten ajoneuvojen että jakamistalouteen perustuvien logistiikkaratkaisujen käyttöönottoa.

Yritykset ja tutkijat odottavat ”vihreiden” logistiikkaratkaisujen kysynnän kasvavan. Kierrätysvirran merkitys osana materiaalivirtaa kasvaa ja monimuotoistuu. Pienempää ja volyymiltaan vaihtelevista jakeista koostuvaa virtaa voi olla kuitenkin vaikea hallita. Yritysten täytyy yhdistellä erilaisia kuljetusmuotoja ja logistiikkavirtoja. Toisaalta ne voivat saavuttaa mittakaavaetuja paluulogiikan kasvavista volyyymeista. Kierrätysliiketoiminnan kannalta taloudellisesti potentiaalisimpina jätteinä voidaan pitää sähkö- ja elektroniikkalaitteita, muovijätteitä, biojätteitä ja tekstiilejä (Seppälä ym. 2016, 25).

Vastaajat uskovat kuljetussektorin keskittyvän edelleen, kun suuret monikansalliset toimijat ostavat pienempiä. Digitalisaatio ja globalisaatio voivat lisätä epäeettisen käytöksen riskiä. Kuljetusmatkojen pidentyessä toimitukset ovat entistä alttiimpia häiriöille. Kuljetusjärjestelmän häiriöitä, kuten lastiin kohdistuvia varkauksia ja kuljetusinfrastruktuuriin kohdistuvia iskuja, voi esiintyä tulevaisuudessa enemmän mahdollisen poliittisen epävakauden takia. Yksityinen ja julkinen sektori eivät pysty vastaamaan muutoksen nostattamiin kysymyksiin ja haasteisiin yksinään, vaan eri toimijoiden yhteistyötä tarvitaan.

## **Hankinta**

Kehittyvien maiden kasvava osallistuminen maailmankauppaan mahdollistaa alhaisen kustannustason tuotannon ja palvelutoiminnan. Talouden painopiste on siirtymässä Aasiaan. Uhkakuvana on, ettei Suomi pysy mukana hintaan perustuvassa kilpailussa. Lisäksi vaarana on, että regulaatiomahdollisuudet keskittyvät yhä harvempiin käsiin ja pois Suomen ulottumattomiin (Rautiainen 2018, 23).

Vaihtoehtoiset hankintakanavat pienentävät hankintariskejä, joita pitkiin toimitusketjuihin liittyy. Toisaalta Suomi on kaukana päämarkkinoista ja riippuvainen kansainvälisistä yhteyksistä, erityisesti merikuljetuksista. Toimitukset ovat tulevaisuudessa entistä alttiimpia tahallille ja tahattomille häiriöille (Bode & Wagner 2015, 216). Vastaajat eivät kuitenkaan usko yritysten kotiuttavan laajamittaisesti aiemmin ulkomaille siirrettyjä toimintojaan, vaikka se kasvattaisi resilienssiä. Yritykset pyrkivät johtamaan globaaleja toimitusverkostoja tekemällä niistä läpinäkyvämpiä ja luomalla kumppanuussuhteita. Kehittyvä teknologia auttaa kartoittamaan hankintalähteitä ja seuraamaan toimituksia. Vastaajat kuitenkin pelkäävät yritysten tulevan entistä riippuvaisemmiksi toimittajista. Uhkana on myös, että yritykset menettävät keskeistä tietotaitoa ulkoistaessaan esimerkiksi logistiikka- ja IT-palveluita.

Hankinnasta tulee yhä strategisempaa ja sen rajapinta muihin toimintoihin laajenee: tulevaisuudessa hankinnan odotetaan olevan suuressa roolissa

teknologioiden ennakoinnissa ja innovaatioiden seurannassa. Erityisesti ympäristöön liittyvän sääntelyn ja markkinapaineen odotetaan lisääntyvän. Resurssitehokkuudesta ja elinkaarinäkökulman huomioimisesta tulee välttämättömyys hankinnoissa. Paluuvirtojen ja yhteishankintojen käyttö yleisty, mikä edellyttää uusia kykyjä hankinnan ammattilaisilta.

## **Varastointi**

Kumppanuudet ja reaaliaikainen seuranta tasapainottavat pidemmistä toimitusreiteistä ja -ajoista johtuvaa varastointitarpeen kasvua. Osa yrityksistä jatkaa varastojen keskittämistä muutamaasiin keskusvarastoihin, kun taas toiset pyrkivät hyödyntämään joustavuuttaan ja paikallisia parhaita käytäntöjä hajautetuilla varastoilla. Suomen näkökulmasta ensimmäinen kehityssuunta voi olla negatiivinen, sillä keskusvarastot sijaitsevat tyypillisesti ulkomailla (esim. Baltiassa) ja varasto-operaattorit ovat suuria, kansainvälisiä ja joustamattomampia kuin kotimaiset toimijat.

Uusien teknologioiden mahdollistama reaaliaikainen seuranta parantavat ennakoitavuutta ja optimointia. Esimerkiksi lohkoketjuteknologian avulla voidaan seurata ja valvoa logistisia toimintoja entistä tarkemmin ja tehostaa muun muassa hankintoihin, toimituksiin ja varastoihin liittyvien sopimusten tekoa (mm. Kinnunen ym. 2017; Hackius ja Petersen 2017). Varaston perustamiskulut voivat automaation takia nousta, mutta vastaavasti varastointikustannukset laskevat. Suljetun kierron toimitusketjujen myötä varastoitavan materiaalin volyyymi voi kasvaa, mikä voi edistää kustannustehokkuutta. Paluuvirtojen enustaminen on kuitenkin vaikeaa.

Pidempien toimitusaikojen ja mahdollisten toimitusketjun häiriöiden takia jotkut yritykset kasvattavat varmuusvarastojaan (kts. esim. Tukamuhabwa ym. 2015), mikä nostaa kustannuksia. Häiriöiden arvaamattoman luonteen ja varastojen keskittymisen takia on keskeistä valita varastoille oikea sijainti. Varastojen ollessa yhä riippuvaisempia automaatiosta niiden sähkönsaannin turvaaminen on tärkeää. Muun muassa tästä syystä voidaan pienen mittakaavan uusiutuvan energiantuotannon odottaa yleistyvän tulevaisuudessa, kun yritykset haluavat varmistaa häiriöttömän energiansaannin tuotannossa ja varastoinnissa.

## **Johtaminen**

Vastaajat odottavat uusien digitaalisten valmistusteknologioiden, kuten 3D-tulostuksen, mahdollistavan massaräätälöinnin ja hajautetun ja tilauspohjaisen valmistuksen. Uusien tuotteiden saaminen markkinoille nopeutuu merkittä-

västi (Niaki & Nonino 2017, 70). Tällä hetkellä 3D-tulostuksen kehityksen kärkenä toimii erityisesti terveysteknologia. Asiantuntijat odottavat varaosien olevan seuraava 3D-tulostuksen suuri käyttöalue. Myös vähittäiskaupassa saattaa tapahtua suuria muutoksia, mikäli 3D-tulostimet yleistyvät kuluttajakäytössä. Toisaalta muun muassa McNulty (ym. 2012, 10) esittää huolensa, siitä, että immateriaalioikeuksia (mm. patentit, tavaramerkit) on yhä vaikeampi suojata esimerkiksi kopioinnilla.

Vaikka digitalisaatio muuttaa logistiikka- ja tuotantoprosesseja, ihmisillä on edelleen merkittävä rooli. Yksi kyselyyn vastanneiden asiantuntijoiden päähuolista oli osaavan työvoiman saatavuus. Rutiininomaiset tehtävät todennäköisesti automatisoidaan tulevaisuudessa itseohjautuvien ja muuntautumiskykyisten tuotantojärjestelmien kehittyessä, mutta toisaalta kysyntä ohjelmoinnin osaajista sekä henkilöistä, jotka pystyvät suunnittelemaan ja koordinoimaan monimutkaisia kokonaisuuksia, kasvaa. Esineiden internet ja älykkäät tuotetunnistusteknologiat tehostavat toimitusketjun kaikkia vaiheita ja parantavat asiakaspalvelutasoa. Samalla toimitusketjuissa kerätään yhä enemmän dataa, jonka jalostaminen merkitykselliseksi tiedoksi päätöksenteon tueksi on keskeinen tulevaisuuden kyvykkyys. Yrityksissä onkin kasvava tarve asiantuntijoille, jotka ymmärtävät syvällisesti toimitusketjuja ja osaavat hyödyntää laajasti data-analytiikkaa.

Laitteiden kytkeminen toisiinsa lisää toisaalta huolta tietoturvasta. Kyselyyn vastanneet asiantuntijat odottavat tietomurtojen, sabotaasin ja tiedonsiirron vaikeuksien kasvavan tulevaisuudessa. Lehto (ym. 2017, 37) esittää huolensa kyberturvallisuuteen liittyvän osaamisen kapeudesta ja osaavan sekä ammattitaitoisen henkilökunnan saatavuudesta tulevaisuudessa. Sama haaste tunnistettiin myös tässä kyselytutkimuksessa. Salonen (ym. 2017, 26) korostavat myös kansalaisten osuutta, kuten digitaitoja (mm. tietoisuus tietoverkkoon kytkeytistä laitteista, tietoturvasta ja kyberuhkien tunnistamisesta ja torjunnasta), perinteisiä taitoja (kyky selvittää tieto- ja sähköverkkojen häiriötilanteessa) sekä tietokriittisyyttä (mm. medialukutaito ja lähdekritiikki). Tähän liittyy myös kyky tunnistaa ja varautua hybridivaikuttamiseen.

Toimintaympäristön nopea muutos, vaikeasti hahmotettavat keskinäisriippuvuudet ja monimuotoistuvat riskit vaativat yrityksiltä kykyä päivittää ja analysoida tietoa jatkuvasti ja varautua ja sopeutua häiriöihin (resilienssiä). Lisävaatimuksia tuo muun muassa ilmastonmuutokseen ja muihin kestäväen kehityksen haasteisiin vastaaminen huomioiden samalla liiketoiminnan kannattavuus.

# Heijastevaikutukset Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmään

## Infrastruktuuri

Kyselyn perusteella infrastruktuurin kehityksen vaikutukset näkyvät sekä logistiikan infrastruktuurissa että sen toimivuuden takaavan energiainfrastruktuurin muutoksessa. Infrastruktuurin lisääntyviin haavoittuvuuksiin varautumiseksi puolustusjärjestelmässä on kehitettävä rinnakkaisia ja kriittisistä solmukohdista riippumattomia toimitustapoja ja reittejä. Puolustukselle kriittisten materiaalien osalta on arvioitava mahdollisuuksia kehittää toimitusketjuja niin, että riippuvuus toimitusketjujen solmukohdista vähenee. Kasvukeskukseen yhä voimakkaammin keskittyvä infrastruktuuri sekä erilaiset muun yhteiskunnan toimijoiden toimintamallit ja välineet on nähtävä myös hyvänä mahdollisuutena omien operaatioiden tukemisessa. Kriittisessä infrastruktuurissa ei enää ole kyse ainoastaan annetusta ja ”hallittavasta” teknisestä järjestelmästä vaan yhteisesti kehitettävästä toiminnallisesta systeemistä, jossa eri toimijoilla on omat roolinsa ja toimijuuden muotonsa (Keskinen ym. 2017, 132).

Vastaajat näkevät, että Puolustusvoimien on seurattava ja kehitettävä energiatehokkuutta lisääviä ratkaisuja operaatioedellytykset ja henkilöturvallisuus huomioiden. Samalla on kehitettävä kenttähuollon varavirta- ja energiantuotantoratkaisuja energian saannin varmistamiseksi. Uusiutuvien energialähteiden käytön lisääntyessä esimerkiksi biopolttoaineiden ja uusien energiamuotojen jakeluverkostoa on kehitettävä tärkeimmillä operaatioalueilla. Puolustusvoimien on mahdollista hyödyntää pienen mittakaavan hajautettua energiantuotantoa uusiutuvilla energialähteillä perinteisen varavoiman rinnalla. Kehityksen myötä uusiutumattoman energian saanti todennäköisesti vaikeutuu ja Puolustusvoimien omavaraisuusvelvoite sen osalta kasvaa. Infrastruktuurin kattavuudessa ja sitä myötä hyödynnettävyydessä tulee olemaan alueellisia eroja.

## Kuljetukset

Ennustettu sähkö- ja biopolttoainekäyttöisten ja autonomisten ajoneuvojen määrän kasvu voi muuttaa niin sanottujen ”ottoajoneuvojen” käytettävyyttä Puolustusvoimien tarpeisiin pitkällä aikavälillä. Muutos voi johtaa Puolustusvoimien oman ajoneuvokannan kasvattamiseen tai ajoneuvojen kohdentamisperusteiden uudelleenarviointiin. Puolustusvoimien voi olla tarkoituksenmukaista säilyttää osin käytössä polttomoottoritekniikkaa käyttävää kalustoa siirtymäajan yli. Tämä saattaa lisätä resilienssiä, toisin sanoen vähentää vastustajan vaikutusmahdollisuuksia, koska perinteinen teknologia ei ole etäohjattua ja verkottunutta. Jatkossa kuitenkin siirtyminen laajasti autonomisiin tai ver-

kottuneisiin ajoneuvoihin pakottaa varautumaan haavoittuvuuksiin ja lopulta rajoittaa vastustajan vaikutusmahdollisuuksia.

Miehittämättömät ratkaisut eri kuljetusmuodoissa luovat uusia vaihtoehtoja täydennysten toteuttamiseen. Niiden hyödyntäminen vaatii kuitenkin uudentyyppistä osaamista, ajattelua ja koulutusta ja siten aikaa. Autonomiset järjestelmät pienentävät luonnollisesti henkilöturvallisuusriskejä, jolloin myös siviilikomponentin kumppaneiden ja ostopalveluyritysten kyky ja halu toimittaa materiaalia taistelutilaan autonomisilla järjestelmillä kasvaa. Uhkana on kuitenkin se, että autonomisten järjestelmien myötä maantieliikenteestä tulee vähintään yhtä häiriöherkkää kuin rautatieliikenteestä. Myös autonomisten ajoneuvojen kyberturvallisuus tulee huomioida, ennen kuin niitä voidaan täysipainoisesti hyödyntää.

Kuljetusten turvallisuuden varmistaminen vaatii tulevaisuudessa entistä enemmän kuljetusten suojaamista myös normaalioloissa (hybridivaikuttaminen). Puolustusvoimien on myös tuettava logistiikkajärjestelmän siviilitoimijoiden osaamisen ja resurssien kehittämistä turvallisuuden varmistamiseksi.

Kuljetukset on organisoitava entistä enemmän tarvelähtöisesti. Logistiikkajärjestelmän kuljetuksia hoitavat todennäköisesti jatkossa joustavasti sekä siviili- että sotilastoimijat. Yhtä kuljetusratkaisua ei ole, vaan tarpeet ja mahdollisuudet kuljetuspalveluiden hyödyntämiseen on ratkaistava räätälöidymmin ja alueellisesti perustuen alueellisiin erityispiirteisiin, infrastruktuuriin ja palvelutarjontaan. Kun kansainvälinen sääntely asettaa yhä enemmän vaatimuksia kuljetuksille, myös Puolustusvoimien kustannukset kasvavat. Sääntelyn tuomat kustannuspaineet voivat lisätä kuljetusten ulkoistamista siviilitoimijoille.

## **Hankinta**

Hankinta- ja vientimarkkinoiden globalisoituminen lisää hankintakanavien määriä ja hankintalähteitä. Haasteena ovat kuitenkin Puolustusvoimien pienet hankintavolyymit, sillä suuret globaalit toimijat voivat priorisoida suuria tilausvolyyymeja. Just in time -toimintamalli yleistyy ja muokkaa toimitusketjua hankintojen kautta myös kuljetuksissa ja varastoinnissa.

Sotilaskäyttöisissä tuotteissa puolustusteollisuuden yhdistyminen (consolidation) osana globaaleja hankinta- ja vientimarkkinoita nopeuttaa ja yksinkertaistaa kilpailutus- ja hankintaprosessia, mutta samalla tarjonta rajoittuu ja keskittyy pienemmälle toimijajoukolle. Yhteishankinnat ja uudelleenkäyttö lisääntyvät. Kierrätys, kuten käytetyn ylijäämämateriaalin ostaminen muiden maiden asevoimilta (ns. surplus-kaupat), voi luoda sekä ostajalle että myyjälle mahdollisuuksia tehokkaampaan resurssienkäyttöön. Tarve ja mahdollisuudet päivittää jo hankittua materiaalia lisääntyvät ja laaja-alaistuvat jatkossa

(elinjakson täysimääräinen hyödyntäminen). Hankehallinnan käytänteet, vaatimusmäärittely ja vaatimustenhallinta sekä rakennettavat suorituskyvyt yhdenmukaistuvat kansainvälisen yhteistyön lisääntyessä, mikä edelleen helpottaa yhteistyötä.

## **Varastointi**

Materiaalivirtojen täsmällisempi hallinta ja verkottuminen esimerkiksi varaosa-/materiaalipoolien kautta korostuvat, kun varastot muuttuvat liikkuviksi (varastot esimerkiksi pyörillä ja laivoissa). Kierrätysvirtojen ei nähdä merkittävästi vaikuttavan Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmään. Kierrätys- ja sivuvirroissa voi olla potentiaalia kuitenkin kriittisten materiaalien saatavuusriskin hallinnassa (kierrätettävyys, korvattavuus) (Vesa 2017, 35) ja kriisiajan polttoaineen saannin varmistamisessa (esimerkiksi biomassan mahdollisuudet tuontipolttoaineiden korvaajana) (Sipilä ym 2017, 133–134). Lisäävä valmistus ja 3D-tulostus voivat olla uusi mahdollisuus varaosatuotannossa ja varaosien varastointihaasteissa.

Rinnakkaisuus varastointiratkaisuissa korostuu: automaation ja digitalisaation avulla voidaan tehostaa varastointia myös Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmässä, mutta samalla on säilytettävä kyky perinteiseen, sähköstä ja tietoverkoista riippumattomaan kenttävarastointiin. Tämä voi johtaa siihen, että automatisaation hyödyt saadaan tarkoituksenmukaisemmin ulosmitattua ulkoistetuista varastointipalveluista kuin Puolustusvoimien omia varastoja automatisoimalla. Varastoinnin ulkoistamista arvioitaessa ratkaisee kuitenkin palvelutaso, erityisesti palveluntarjoajan kyky vastata kasvaneisiin aikavaatimuksiin, suhteessa palvelun kustannuksiin. Hankittavat varastointipalvelut todennäköisesti laajentuvat kattamaan materiaalin elinjakson hallintaa.

## **Johtaminen**

Puolustusvoimien logistiikan johtamiseen tuo haastetta tuettavien muuttunut toimintatapa (kasvava nopeus, liikkuvuus ja vaikutusten täsmällinen kohdentaminen (Pääesikunnan johtamisjärjestelmäosaston ilmoitus 2016, 2)), joka edellyttää logistiikalta nopeampaa vastetta ja aiempaa hajautuneempia materiaalivirtoja. Logistiikan tarve saada tietojärjestelmien tuella kokonaisvaltaisempaa tietoa tuettavien tarpeista, toimintaympäristön kehityksestä ja omista käytössä olevista resursseista korostuu. Erityisesti toimitusketjujen hallinta ja tilannekuvan luonti edellyttävät digitalisaation ja kehittyneiden tunnistusteknologioiden hyödyntämistä ja tiedonvälityksen laajempaa integroimista. Puolustusvoimien toiminnan integroituminen muun yhteiskunnan toimijoihin mahdollistaa,



mutta myös edellyttää, ympäröivien toimintatapojen ja teknologioiden hyödyntämisen aivan uudella tavalla (Pääesikunnan johtamisjärjestelmäosaston ilmoitus 2016, 2).

Digitalisaation mahdollistama logistiikan analytiikka voi tukea päätöksentekoa ja resurssitehokkuutta esimerkiksi logistiikkajärjestelmän tavaravirtojen simuloinnissa ja optimoinnissa (pullonkaulojen tunnistaminen, kuljetusvolyyymien ja tavaraerien riiton määrittäminen), automaation tukeman tilausmenettelyn hyödyntämisessä (automaattiset hälytysrajat/tilauspisteet materiaaleille) sekä palvelutason optimoinnissa (tuettavan vaatimukset vs. käytössä olevat resurssit). Laajemmin keinoälyn ja robotiikan hyödyntämisen nähdään tuovan asevoimille informaatioetua tilanneymmärrykseen, päätöksentekoon sekä toiminnan tempoon ja arviointiin (Development, Concepts and Doctrine Centre 2018,2), mikä pätee logistiikassakin.

Turvallisuusjohtaminen korostuu ja turvallisuuskäsitys laajenee. Tämä edellyttää tiiviimpää yhteistoimintaa muiden logistiikkajärjestelmän toimijoiden (viranomaiset, kumppanit, jne.) kanssa. Hybridiuuhiin (ml. kyberuhat) varautuminen ja kriittisten toimitusketjujen tunnistaminen ja varmistaminen korostuvat. Puolustusvoimat ei voi johtaa Puolustusvoimien ulkopuolisia toimitusketjujen osia, vaan niiden hallinnassa korostuu tuki ketjujen toiminnan jatkuvuuden turvaamiseksi (resilienssin kehittäminen).

## **Vertailu trendien hyödynnettävyydestä sotilas- ja siviililogistiikan kehittämisessä**

### **Yhteisiä rajapintoja on löydettävissä**

Siviililogistiikassa toimintamalleja ja teknologisia ratkaisuja kehitetään lähinnä normaaliolojen toimintaan ja vaatimukset poikkeavat siten asevoimien vaatimuksista. Euroopan komission vuonna 2017 julkaiseman pohdinta-asiakirjan mukaan teknologinen kehitys mullistaa myös puolustuksen ja turvallisuuden luonnetta. Uudet teknologiat, kuten tekoäly, pilviteknologia ja miehittämättömät ajoneuvot, vahvistavat siviiliteknologian merkitystä, mutta lisäävät samalla haavoittuvuuksia epätavanomaisille, valtioiden rajat ylittävälle ja epäsymmetrisille uhille (Lehto & Limnell 2017). Asevoimat eivät voi olla ensimmäisten joukossa ottamassa käyttöön toimitusketjuihin uutta teknologiaa ja toimintamalleja, mikäli niiden turvallisuutta, toimintavarmuutta ja häiriönsietokykyä ei pystytä varmistamaan. Tämä aiheuttaa sen, että siviilipuolella toimintamallit ja hyödynnettävät teknologiat muuttuvat nopeammin ja asevoimien on pyrittävä sopeutumaan muutokseen. Toisaalta asevoimilla on tällöin selkeä mahdollisuus

seurata, hyödyntää ja soveltaa mahdollisuuksien mukaan siviilipuolella jo käytössä olevia ja testattuja ratkaisuja sen sijaan, että käytettäisiin resursseja omien räätälöityjen ratkaisujen kehittämiseen.

Haavoittuvuudet ja toimitusketjuihin kohdistuvat uhat ovat siviili- ja sotilaslogistiikassa normaalioloissa hyvin samankaltaisia. Vaikuttimet taustalla voivat tosin vaihdella: asevoimien logistiikkajärjestelmään vaikuttamisessa taustalla ovat poliittiset motiivit, kun taas siviililogistiikkaan vaikuttamisessa taustalla voi olla esimerkiksi taloudellinen vaikuttaminen. Hybridivaikuttaminen kuitenkin sekoittaa näitä ”rooleja” ja vaikutuksia asevoimien logistiikkaan pyritään kohdentamaan asevoimien logistiikkajärjestelmää tukevien siviilitoimijoiden kautta. Tällöin ”pehmeiden keinojen” lisäksi myös kineettinen vaikuttaminen (esim. sabotaasi, terrorismi) siviililogistiikan kohteisiin ja toimijoihin on mahdollista ja jopa todennäköistä.

Trendejä hyödyntämällä (esim. automatisointi ja datan parempi hyödyntäminen) on kuitenkin saavutettavissa samalla tavalla hyötyä sekä asevoimien että siviilitoimijoiden logistiikassa. Myös haavoittuvuuksien tunnistaminen ja uhkiin ja riskeihin varautuminen on oleellista sekä siviilitoimijoille että asevoimille ja samankaltaisia varautumiskeinoja voidaan hyödyntää. Esimerkiksi kyberturvallisuushaasteet ovat yhteisiä ja siviilitoimijoiden ollessa osa asevoimien logistiikkajärjestelmää myös siviilitoimijoiden turvallisuusnäkökohdat on varmistettava sotilaskomponentin toiminnan turvaamiseksi.

## **Ajureissa ja vaikutuksissa on eroja**

Logistiikan kansainvälinen ja kansallinen sääntely koskettaa yhtä lailla siviili- kuin sotilaslogistiikkaa. Sen kustannusvaikutukset lienevät kuitenkin heikommien hallittavissa asevoimissa, koska liiketoimintayritykset voivat sisällyttää kasvaneet kustannukset tuotteidensa ja palveluidensa hintoihin, mutta asevoimat toimivat niille asetettujen budjettien puitteissa.

Asevoimille globalisaation täysimääräinen hyödyntäminen ei ole mahdollista, koska toimitusketjujen kansainvälistyminen edellyttää huoltovarmuuskäytäntöjen ja esimerkiksi sotilaskäyttöön tarkoitettujen tuotteiden vientirajoitusten huomioimista ja on siten väistämättä rajoitetumpaa kuin globaalia toimittajakantaa hyödyntävillä liiketoimintayrityksillä.

Optimoitujen materiaalivirtojen ja liikkuvien varastojen tuomat riskit eivät realisoituessaan ole yhtä kohtalokkaita siviilitoimitusketjuille kuin sotilaslogistiikalle, koska siellä panoksena voivat olla taloudelliset tai ajalliset menetykset ja sotilaallisen toiminnan arvioissa voivat painaa operaatioedellytysten heikkeneminen ja jopa ihmishenkien menetys. Poikkeuksena siviililogistiikassa voivat toki olla huoltovarmuuskriittiset tuotteet, kuten esimerkiksi lääkkeet.

Ketteryyttä voidaan asevoimien toimitusketjuissa tavoitella tiettyyn pisteeseen saakka normaalioloissa, mutta poikkeusolojen kriittisten materiaalien käyttöön saanti on varmistettava, eikä silloin ykkösprioriteettina ole kustannussäästö tai varastoon sitoutuneen pääoman minimointi.

Asevoimat tarkastelevat kiertotalouden hyödyntämismahdollisuuksia kriisi-aikana, lähinnä materiaalien saatavuuden ja korvattavuuden näkökulmasta, kun taas kaupallisille toimitusketjuille kierrätyksen motiivina toimivat kustannussäästöt sekä maineenhallinta (ympäristöystävällinen imago). Kaupallisissa toimitusketjuissa kierrätys painottuu materiaalin kierrättämiseen käytettäväksi raaka-aineena uusiin tuotteisiin (esim. metalli, kartonki, jne.), tai vaikkapa polttoaineena (esim. paperiteollisuuden sivutuotteena syntyvä mäntyöljy osana biodieseliä.). Asevoimissa taas kierrätyksen vaikuttimena motivaattorina/motiivina on järjestelmien elinjakson maksimoiminen ja puolustusmateriaalia kierrätetään sellaisenaan tai pienin modifikaatioin uudelleen käytettäväksi (esim. panssarivaunut).

## **Kaikkea ei voi saada**

Logistiikan infrastruktuurin toiminnan jatkuvuus on keskeistä sekä kaupallisille että asevoimien toimitusketjuille. Asevoimien vaatimukset ja prioriteetit logistiikan infrastruktuurin kehittämisessä voivat kuitenkin erota muun yhteiskunnan ja kaupallisten toimijoiden intresseistä. Yleinen trendi on, että infrastruktuuria kehitetään käyttäjälähtöisesti ja painottuen alueille, joissa ovat suurimmat materiaali- ja henkilövirrat. Asevoimien kehittämislähtökohtana puolestaan ovat oletetut operaatioalueet ja asetetut operaatiovaatimukset. On selvää, että infrastruktuurin kattavuudesta ja käytettävyydestä joudutaan tinkimään ja miettimään vaihtoehtoisia ja esimerkiksi joustavia sekä siirrettäviä infrastruktuuriratkaisuja.

Toimitusketjujen häiriöihin varautuminen on Puolustusvoimien logistiikkajärjestelmässä systemaattisemmin suunniteltu, vastuutettu ja harjoiteltu kuin puhtaasti kaupallisissa toimitusketjuissa. Koska asevoimien kumppaniyrityksillä on myös taustalla laajemmat globaalit alihankintaverkostonsa, on koko toimitusverkoston jatkuvuuden hallinnan (resilienssin) varmistaminen mahdollonta. Toimijoiden kansainvälistyessä niiden sitouttaminen maanpuolustukseen ja kokonaisturvallisuuteen liittyvään varautumiseen muodostuu myös entistä haasteellisemmaksi.

Kyselytutkimuksen perusteella logistiikan osaamismurroksen ennakointi on tärkeää sekä siviilioppilaitosten että Puolustusvoimien logistiikan koulutuksessa. Kilpailu osaamisesta kiristyy ja logistiikkajärjestelmän kehittämisen näkökulmasta tulisi varmistaa riittävä osaaminen sekä Puolustusvoimien sisällä

sotilaskomponentissa että siviilikomponentissa<sup>1</sup>. Tasapainon löytäminen tilanteeseen voi olla hankalaa, kun ainakin osin kilpaillaan samasta koulutettavasta aineksesta ja osaajista. Tämä vaatii myös kriittisen osaamisen etupainotteista tunnistamista ja sopivia kannustimia sen käyttöön saamiseksi. Krooninen pula osaajista on tunnistettu erityisesti teknologiaosaamisessa (tekoäly, robotiikka) ja kilpailu osaajista on globaalia. Asevoimat tulevat olemaan kovilla resurssikilpailussa: on varmistettava myös oma osaaminen, jotta tiedetään, mihin teknologiaa voidaan käyttää ja kyetään huomioimaan operatiiviset vaatimukset ja rajoitteet sen hyödyntämisessä. (Development, Concepts and Doctrine Centre 2018, 6–7.)

## Viitteet

- 1 Puolustusvoimien suorituskykyä tukevat viranomaiset ja muut yhteiskunnalliset sekä elinkeinoelämän toimijat ja toiminnot.

## Lähteet

- Arola, Tommi & Päivi Antikainen (2017). *Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tiekartta 2017–2019*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 10/2017. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Baldwin, Richard E. (2012). *Global supply chains: Why they emerged, why they matter, and where they are going*. CEPR Discussion Paper No. DP9103. Lontoo: Centre for Economic Policy Research (CEPR).
- Bechtsis, Dimitrios, Naoum Tsolakis, Dimitrios Vlachos & Leftherios Iakovou (2017). Sustainable supply chain management in the digitalisation era: The impact of Automated Guided Vehicles. *Journal of Cleaner Production*, 142 (Part 4), 3970–3984.
- Bell, John E., Diane A. Mollenkopf & Hannah J. Stolze (2013). Natural resource scarcity and the closed-loop supply chain: a resource-advantage view. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(5–6), 351–379.
- Ben-Daya, Mohamed, Elkafi Hassini & Bahroun, Z. (2017). Internet of things and supply chain management: a literature review. *International Journal of Production Research*, in press.
- Bode, Christoph & Stephan M. Wagner (2015). Structural drivers of upstream supply chain complexity and the frequency of supply chain disruptions. *Journal of Operations Management*, 36, 215–228.
- Cederberg, Aapo, Pasi Eronen & Juha Mustonen (2017). *Regional cooperation to support national hybrid defence efforts*. Hybrid CoE working paper 1/2017. Helsinki: Hybrid CoE.
- Development, Concepts and Doctrine Centre (2018). Human-Machine Teaming. Joint Concept Note 1/18. [www.gov.uk/mod/dcdc](http://www.gov.uk/mod/dcdc), (3.7.2018).
- DHL (2016) DHL Logistics Trend Radar 2016. DHL Customer Solutions & Innovation,

- Troisdorf, Saksa. [http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/dhl\\_logistics\\_trent\\_radar\\_2016.pdf](http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_logistics_trent_radar_2016.pdf), (1.6.2018).
- Euroopan komissio (2017). Pohdinta-asiakirja Euroopan puolustuksen tulevaisuudesta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0315>, (1.6.2018).
- Eurostat (2018). Energy dependence by product. [http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=sdg\\_07\\_50&plugin=1](http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=sdg_07_50&plugin=1), (16.8.2018).
- Fawcett, Stanley E. ja Matthew A. Waller (2014). Supply chain game changers—Mega, nano, and virtual trends—and forces that impede supply chain design (i.e., building a winning team). *Journal of Business Logistics*, 35(3), 157–164.
- Guide, V. Daniel R. & Luk N. van Wassenhove (2009). The evolution of closed-loop supply chain research. *Operations Research*, 57(1), 10–18.
- Hackius, Niels & Moritz Petersen (2017). Blockchain in logistics and supply chain: Trick or treat? Teoksessa Wolfgang Kersten, Thorsten Blecker ja Christian M. Ringle (toim.) *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics*. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL). Hamburg.
- Halldórsson, Árni & Gyöngyi Kovács (2010). The sustainable agenda and energy efficiency: Logistics solutions and supply chains in times of climate change. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(1/2), 5–13.
- Halldórsson, Árni & Martin Svanberg (2013). Energy resources: trajectories for supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(1), 66–73.
- Hohenstein, Nils-Ole., Edda Feisel, Evi Hartmann & Larry Giunipero (2015). Research on the phenomenon of supply chain resilience. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(1/2), 90–117.
- Hyysalo, Sampsa, Tatu Marttila, Armi Temmes, Raimo Lovio, Paula Kivimaa, Karoliina Auvinen, Allu Pyhälammii, Jani Lukkarinen & Janne Peljo (2017). *Uusia näkymiä energiamurroksen Suomeen: Murrosareenan tuottamia kunnianhimoisia energia- ja ilmastotoimia vuosille 2018–2030*. Smart Energy Transition -hankkeen raportti. <http://www.smartenergytransition.fi/tiedostot/murrosareena-loppuraportti.pdf>, (17.8.2018).
- Hämäläinen, Timo (2006). *Kohti hyvinvoivaa ja kilpailukykyistä yhteiskuntaa*. Kansallisen ennakkointiverkoston näkemyksiä Suomen tulevaisuudesta. Helsinki: Sitra.
- Järvenpää, Marika (2017). Viranomaisten toimivaltuudet kohteiden suojaamisessa hybridiuhkia vastaan. *Tiede ja Ase*, 74, 113–129.
- Kalaitzi, Dimitra, Aristides Matopoulos, Michael Bourlakis & Wendy Tate (2018). Supply chain strategies in an era of natural resource scarcity. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(3), 784–809.
- Kauppakamari (2018). *Elinkeinoelämä ja hybridivaikuttaminen*, Helsinki: Helsingin seudun kauppakamari. <https://helsinki.chamber.fi/fi/uutiset-ja-julkaisut/selvitykset-ja-tutkimukset/>, (3.7.2018).
- Keskinen, Marko, Arttu Kantola, Juha Mäkinen & Arto O. Salonen (2017). Miten yhteiskehittää kokonaisturvallisuutta? Tieteidenvälisiä näkemyksiä Winland-hankkeesta. *Tiede ja Ase*, 75, 124–154.
- Kiiski, Tuomas (2018). Major maritime cyber incidents – A review. *Port Technology*, 77, 129–130.
- Kinnunen, Tuomo K., Pekka Leviäkangas, Juho Kostiaainen, Lasse Nykänen, Kimmo Rouhiainen & Keir Finlow-Bates (2017). *Lohkoketjuteknologian soveltaminen ja vaikutukset liikenteessä ja viestinnässä*. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 12/2017. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.

- Koh, S.C. Lenny, Angappa Gunasekaran, Jonathan Morris, Raymond Obayi & Seyed Mohammad Ebrahimi (2017). Conceptualizing a circular framework of supply chain resource sustainability. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(10), 1520–1540.
- Lalu, Petteri & Juha-Antero Puustola (2015). *Hybridisodankäynnin käsitteestä*. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkimuskatsaus 1/2015.
- Lehto, Martti, Jarno Limnell, Eeva Innola, Jouni Pöyhönen, Tarja Rusi & Mirva Salminen (2017). *Suomen kyberturvallisuuden nykytila, tavoitetila ja tarvittavat toimenpiteet tavoitetilan saavuttamiseksi*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 30/2017. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Lehto, Martti & Jarno Limnell (2017). Kybersodankäynnin kehityksestä ja tulevaisuudesta. *Tiede ja Ase*, 75, 179–212.
- Lehto, Martti & Pekka Neittaanmäki (2016). Digitalisaatio muuttaa yhteiskunnan ja yksilöiden tapaa toimia. *Tiedepolitiikka*, 1/2016, 56–63.
- Lorentz, Harri, Juuso Töyli, Tomi Solakivi & Lauri Ojala (2016). The effect of geographically dispersed supply base on downside risk: Developing and testing the N-shaped theory. *International Business Review*, 25(4), 872–882.
- Macdonald, John R., Christopher W. Zobel, Steven A. Melnyk & Stanley E. Griffis (2018). Supply chain risk and resilience: theory building through structured experiments and simulation. *International Journal of Production Research*, in press.
- Markmann, Christoph, Darkow, Inga-Lena & Heiko von der Gracht (2013). A Delphi-based risk analysis: Identifying and assessing future challenges for supply chain security in a multi-stakeholder environment. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(9), 1815–1833.
- Matopoulos, Aristides, Barros, Ana Christina & J.G.A.J. van der Vorst (2015). Resource-efficient supply chains: a research framework, literature review and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(2), 218–236
- McNulty, Connor M., Neyla Arnas & Thomas A. Campbell (2012). Toward the printed world: additive manufacturing and implications for national security. *Defense Horizons*, 73, 1–16.
- Mentzer, John T., William DeWitt, James S. Keebler, Soonhong Min, Nancy W. Nix, Carlo D. Smith & Zach G. Zacharia (2001). Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25.
- Neilson, Brett (2012). Five theses on understanding logistics as power. *Journal of Social Theory*, 13(2), 322–339.
- Niaki, Mojibata Khorram & Fabio Nonino (2017). Impact of additive manufacturing on business competitiveness: a multiple case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28 (1), 56–74.
- Peura, Pekka, Erkki Hiltunen, Ari Haapanen, Karoliina Auvinen, Risto Soukka, Hannu Törmä, Susanna Kujala, Johanna Pohjola, Anne Mäkiranta, Petri Välisuo, Kaisa Grönman, Rathan Kumar, Saija Rasi, Eeva Lehtonen & Perttu Anttila (2017). *Hajautetun uusiutuvan energian mahdollisuudet ja rajoitteet (HEMU)*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 35/2017. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Ponomarov, Serhiy Y. & Mary C. Holcomb (2009). Understanding the concept of supply chain resilience. *International Journal of Logistics Management*, 20(1), 124–143.
- Pääesikunnan johtamisjärjestelmäosaston ilmoitus (2016) *Puolustusvoimien johtamisen tuen konsepti 2030*. AM256, julkinen, Puolustusvoimien asianhallintajärjestelmä.
- Rai, Heleen Buldeo, Sara Verlinde, Jan Merckx & Cathy Macharis (2017). Crowd logistics:

- an opportunity for more sustainable urban freight transport? *European Transport Research Review*, 9(39).
- Rautiainen, Janne (2018). Yhteiskunta 2030+. Suomen kriisinkestävyys. Teoksessa Jari Rantapelkonen (toim.) *Tuleva sota – Tulevaisuuden sodan tulevaisuus*, Maanpuolustus- ja turvallisuuskeskus, Julkaisusarja 2, Tutkimuslauseita nro 5. Helsinki: Maanpuolustus- ja turvallisuuskeskus.
- Salminen, Jaakko (2016). Governance Through Contract and the Environmental Impact of Supply Chains—Still Waiting for a ‘Rana Plaza’ Moment of Global Recognition. Working paper presented at the SMART conference ‘Life-cycle based management and reporting for sustainable business’, 29–30 November 2016, Oslo, Norway.
- Salonen, Jarno, Pasi Ahonen, Mikko Dufva, Anna-Mari Heikkilä, Markku Jenu, Pia Olli, Antti Pelkonen, Aslak Siljander & Arho Suominen (2017). *Osaamisen huoltovarmuus Suomen puolustuksen teknologisen ja teollisen perustan turvaamisessa*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 81/2017. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Sand, Guido & Peter Terwiesch (2013). Closing the loops: An industrial perspective on the present and future impact of control. *European Journal of Control*, 19(5), 341–350.
- Schramm, Hans-Joachim, Günter Prockl & Petr Kolar (2018). *Digitization of documentary paperwork in transport and the e-friendliness of current legal context*. The 15<sup>th</sup> CEMS Research Seminar on Supply Chain Management, Riezlern, Austria.
- Schwab, Klaus (2016). *The fourth industrial revolution*. Davos: World Economic Forum.
- Seppälä, Jyri., Olli Sahimaa, Juha Honkatukia, Helena Valve, Riina Antikainen, Petrus Kautto, Tuuli Myllymaa, Ilmo Mäenpää, Hanna Salmenperä, Katriina Alhola, Jussi Kauppi & Jani Salminen (2016). *Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, ohjaukset ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030*. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 25/2016. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Simchi-Levi, David, Philip Kaminsky & Edith Simchi-Levi (2003). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, 2<sup>nd</sup> edition. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Sipilä, Olli, Satu Lyyra, Nikita Semkin, Jenni Patronen, Eeva Kaura, Esa Sipilä, Jukka Kopra, Veli-Pekka Tynkkynen, Katri Pynnöniemi & Sakari Höysniemi (2017). *Energia, huoltovarmuus ja geopolittiset siirtymät*. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia.
- Sisäministeriö (2016). Suomen kansallinen riskiarvio 2015. Sisäministeriön julkaisu 3/2016. Helsinki: Sisäministeriö.
- Sitra (2014). *Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle*. Sitran selvityksiä 84. <https://www.sitra.fi/julkaisut/kiertotalouden-mahdollisuudet-suomelle/>, (1.6.2018).
- The European Centre of Excellence for Countering Hybrid Threats (2017). Hybrid CoE will launch its activities on 6 September. <https://www.hybridcoe.fi/news/hybrid-coe-will-launch-its-activities-on-6-september/>, (1.6.2018).
- Tilastokeskus (2017). 4. Jakamistalous: internetin majoitus ja kyytipalveluiden käyttö ja tavarakauppa. [https://www.stat.fi/til/sutivi/2017/13/sutivi\\_2017\\_13\\_2017-11-22\\_kat\\_004\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/sutivi/2017/13/sutivi_2017_13_2017-11-22_kat_004_fi.html), (22.5.2018).
- Tukamuhabwa, Benjamin R., Mark Stevenson, Jerry Busby & Marta Zorzini (2015). Supply chain resilience: definition, review and theoretical foundations for further study. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5592–5623.
- Tulli (2017). Energiatuotteiden ulkomaankauppa. <http://tulli.fi/tilastot/tilastojulkistukset>, (1.6.2018).

- Turvallisuuskomitea (2017). Yhteiskunnan turvallisuusstrategia. Valtioneuvoston periaatepäätös. [https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/02/YTS\\_2017\\_suomi.pdf](https://turvallisuuskomitea.fi/wp-content/uploads/2018/02/YTS_2017_suomi.pdf), (5.7.2018).
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2017). *Jakamistalous Suomessa 2016 – Nykytila ja kasvunäkymät*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja TEM-raportteja 9/2017. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.
- Urcioli, Luca, Toni Männistö, Juha Hintsa & Tamanna Khan (2013). Supply chain cyber security – potential threats. *Information & Security*, 29(1), 51–68.
- Uusipaavalniemi, Sari & Gyöngyi Kovács (2016). *Toimitusketjun hallinnan trendeistä*. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkimuskatsaus 1/2016. [Http://puolustusvoimat.fi/web/tutkimus/tutkimuslaitoksen-julkaisut](http://puolustusvoimat.fi/web/tutkimus/tutkimuslaitoksen-julkaisut), (15.5.2018).
- Vesa, Jarkko (2017). *Kriittiset metallit ja huoltovarmuus*. Helsinki: Huoltovarmuusorganisaatio.
- Wells, Lee J., Jaime A. Camelio, Christopher B. Williams & Jules White (2014). Cyber-physical security challenges in manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 2(2), 74–77.