



Toimitusketjun hallinnan mahdollisuudet ja haasteet 2035

*KTT tutkija Sini Laari
Doktriiniosasto*

*TkT erikoistutkija Sari Uusipaavalniemi
Doktriiniosasto*

Valtiot, yhteisöt, organisaatiot ja yksittäiset henkilöt toimivat jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä¹. Myös toimitusketjut ovat dynaamisia ja kehittyvät ajan myötä². Asiantuntijat arvioivat toimitusketjun hallinnan ja logistiikan kokevan suuria muutoksia seuraavien vuosikymmenien aikana. Muutoksen taustalla vaikuttavat mm. globalisaatio, teknologinen kehitys, vähenevät luonnonvarat ja kiristynyt poliittinen ilmapääpiiri.

Tässä tutkimuskatsauksessa tarkastellaan toimitusketjun hallinnan trendien vaikutuksia. Katsaus perustuu toimitusketjun hallinnan kirjallisuuteen ja Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen joulukuussa 2016-tammikuussa 2017 toteuttamaan kyselyyn 1) Suomen johtaville logistiikan ja toimitusketjun hallinnan tutkijoille, opettajille ja konsulteille sekä 2) Suomen suurimpien teollisuuden, kaupan ja logistiikka-alan yritysten logistiikkapäälliköille. Kyselyyn vastasi 20 opettajaa, tutkijaa tai konsulttia sekä 22 yritys vastaajaa.

Tutkimuksessa tarkasteltiin seuraavia toimitusketjun hallinnan pitkän aikavälin trendejä ja niiden vaikutusta vuoteen 2035 mennessä:

- Globaalien verkostojen kehitys
- Sähkö- ja tietoliikenneriippuvuus
- Digitalisaatio ja automaatio
- Hybridi-vaikuttaminen
- Resurssiniukkuus/kiertotalous/jakamistalous
- Resilienssin kehittäminen

Tarkasteltavat trendit on valittu aiemman kirjallisuuskatsauksen ja Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa toteutettujen tutkimusten perusteella³. Vastaajia pyydettiin arvioimaan a) kunkin trendin kehityskaarta, b) trendin vaikutusta globaalisti (tutkijat ja yritykset) sekä suhteessa omaan toimialaan (yritykset) tai Suomeen (tutkijat), ja c) arvioimaan trendin aiheuttamia uhkia ja mahdollisuuksia 1) infrastruktuurin, 2) hankinnan, 3) kuljetusten ja jakelun, 4) varastoinnin ja 5) strategisen toimitusketjun hallinnan kannalta. Vaikutuksia pyydettiin arvioimaan pitkällä aikavälillä 2016–2035.

¹ Bhamra, R., Dani, S., Burnard, K.: Resilience: the concept, a literature review and future directions, *International Journal of Production Research*, 49, 2011, n:o 18, ss. 5375-5393.

² MacCarthy, B.L., Blome, C., Olhager, J., Srari, J.S., Zhao, X.: Supply chain evolution - Theory, concepts and science, *International Journal of Operations & Production Management*, 36, 2016, n:o 12, ss. 1696-1718.

³ Uusipaavalniemi, S. & Kovács, G.: Toimitusketjun hallinnan trendejä. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkimuskatsaus 1/2016

Tutkimuksessa tarkasteltuja toimitusketjun hallinnan trendejä

Globalisaation myötä toimitusketjuista on kehittynyt monimutkaisia ekosysteemejä, jotka koostuvat erilaisista toisistaan riippuvaisista organisaatioista, ylittävät valtioiden rajoja ja aika-työhyökyttä sekä kattavat eri kulttuureja ja kieliä⁴. Myös suomalaiset yritykset ovat varsin kansainvälisiä koko toimitusketjua tarkasteltaessa. Esimerkiksi kuljetustoiminnot, paluulogiikka ja kansainväliseen kauppaan liittyvä huolinta on pitkälti ulkoistettu⁵.

Yhteiskunnan kasvanut tietointensivisyys ja lisääntynyt riippuvuus sähköstä asettavat uudenlaisia vaatimuksia yhteiskunnan elintärkeiden toimintojen turvaamiseksi⁶. Mahdolliset häiriöt energiansaannissa ja tietoverkoissa vaikuttavat merkittävästi logistiikkaan ja toimitusketjuihin. Esimerkiksi maksuliikenne, merenkulun ohjausjärjestelmät, joukkoliikenne, satamien toiminta ja polttoainehuolto ovat voimakkaasti riippuvaisia sähkönsaannista ja tietojärjestelmistä⁷.

Digitalisaation ja automaation mahdollistamissa logistiikan tulevaisuuden visioissa korostuvat parempi ja ajantasaisempi kuljetusinformaatio, paremman seurattavuuden tuoma viiveiden väheneminen ja luotettavuuden kasvu, tehokkaampi ja ympäristöstä ylläpitävä käyttövoima, autonomiset ajoneuvot, tehokas ja kuljetusmuodot yhdistävä rahtivolyymin yhdistely ja uudenlaiset kuljetusjärjestelmät⁸. Kehittyneet teknologiset ratkaisut, kuten Big Data, esineiden Internet ja itseoppivat järjestelmät, digitalisoivat ja automatisoivat logistiikkaprosesseja, mikä lisää tehokkuutta, parantaa asiakasvuorovaikutusta ja luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia⁹.

⁴ Millar, Mark, *Global supply chain ecosystems: strategies for competitive advantage in a complex, connected world*, 2015, Kogan Page, London, Philadelphia.

⁵ Solakivi, T., Ojala, L., Lorentz, H., Töyli, J., Laari, S., Malmsten, J., Lehtinen, N.: *Logistiikkaselvitys 2016*, Turun kauppakorkeakoulun julkaisu E-1:2016, 2016, Turku.

⁶ Turvallisuuskomitea: *Suomen kyberturvallisuusstrategia*, 2013, <http://turvallisuuskomitea.fi/index.php/fi/component/k2/14-suomen-kyberturvallisuusstrategia>

⁷ Turvallisuuskomitea: *Sähköriippuvuus modernissa yhteiskunnassa*, 2015.

http://www.defmin.fi/files/3070/sahkoriippuvuus_modernissa_yhteiskunnassa_verkkojulkaisu.pdf

⁸ Pöyskö, T., Hurskainen, E., Lapp, T. & Vaarala, H.: *Automaatio ja digitalisaatio logistiikassa: Kehitysnäkymiä Suomessa ja maailmalla*, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä: 41/2016, 2016, Helsinki. <https://www.doria.fi/handle/10024/124788>.

⁹ DHL Logistics Trend Radar 2016. DHL Customer Solutions & Innovation, Troisdorf, Saksa.



Hybridivaikuttamisessa pyritään vaikuttamaan yhteiskunnan poliittisiin, taloudellisiin, sotilaallisiin, informatiivisiin ja infrastruktuurin rakenteisiin yhdistämällä tavanomaisia ja epätavomaisia keinoja¹⁰. Toimitusketjuihin kohdistuvalla hybridivaikuttamisella pyritään vaikeuttamaan, estämään tai manipuloimaan päätöksentekoa ja toimintaa toimitusketjuissa. Hybridivaikuttamisen keskeisenä kohteena ovat tietovirrat ja -verkot, logistiikkainfrastruktuuri, kalusto ja jopa yksittäiset henkilöt¹¹.

Väestönkasvu ja kulutuksen kasvu johtavat maailmanlaajuisesti luonnonvarojen niukkuuteen¹². Niukkuuden ja ympäristöhaasteiden odotetaan ohjaavan valintoja, ja resurssitehokkuuden merkitys kasvaa. Resurssiniukkuus tulisi nähdä makrotason riskinä, johon toimitusketjujen on tulevaisuudessa pystyttävä vastaamaan¹³. Kiertotalous on yksi keino, jolla pyritään vastaamaan resurssiniukkuuteen maksimoimalla tuotteiden, komponenttien ja materiaalien ja niihin sitoutuneen arvon kiertoa kansantaloudessa mahdollisimman pitkään¹⁴. Myös jakamistalouteen (käytetään tavaroita, muttei omisteta niitä) perustuvat logistiikkaratkaisut voivat tehostaa ja joustavoittaa resurssien käyttöä, laskea kustannuksia ja pienentää ympäristövaikutuksia.

Nopeasti muuttuva toimintaympäristö ja toimitusketjujen globalisoituminen ja monimutkaistuminen ovat lisänneet vakavien toimitusketjuhäiriöiden riskiä¹⁵. Niihin varautumisesta tulee yhä tärkeämpää. Toimitusketjun resilienssillä viitataan toiminnalliseen kyvykkyyteen, jonka avulla toimitusketju pystyy häiriötilanteen jälkeen korjaamaan itsensä¹⁶ ja olemaan jopa vahvempi kuin ennen häiriötä¹⁷. Resilienssin tavoittelun uskotaan muokkaavan toimitusketjujen rakenteita tulevaisuudessa¹⁸.

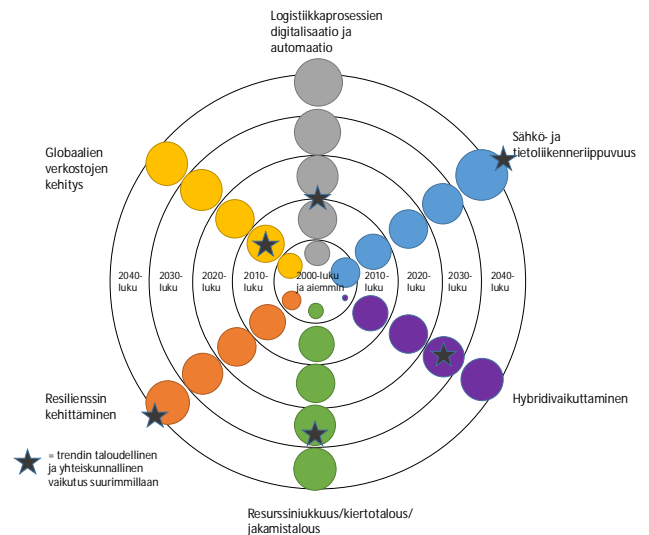
Trendien kehityskaari

Trendeistä hybridivaikuttaminen arvioitiin viimeisimpänä alkaneeksi. Myös resurssiniukkuus sekä siihen vastineeksi kehittyvät kierto- ja jakamistalous koettiin verrattain uusiksi trendeiksi. Globaalien verkostojen kehittyminen arvioitiin kaikkein pitkälle kehittyneimmäksi trendiksi. Ulkoistamisen ei odotettu kasvavan merkittävästi nykyisestä tasosta. Toisaalta merkittävää toimintojen kotiuttamisaltoaakaan ei nähty todennäköisenä.

Logistiikkaprosessien automaation ja digitalisaation arvioitiin kasvavan jatkuvasti, mutta vaikutus on suurimmillaan jo 2010–2020-luvuilla. Seuraavan kymmenen vuoden aikana nähtäen-

kin suuria uuden teknologian mahdollistamia tuottavuusloikkia ja innovaatioita toimitusketjuissa.

Sähkö- ja tietoliikenne-riippuvuuden odotetaan edelleen kasvavan tarkastelujaksolla, mutta varautumisen keinovalikoiman kehittyminen (esim. uusiutuvat energianlähteet, saarekkeisuus) vähentää sähkö- ja tietoliikenne-riippuvuuden negatiivisia vaikutuksia.



Kuva 1. Trendien kehityskaari. Tähdellä merkitty kohta osoittaa ajankohdan, jolloin trendin taloudellisen ja yhteiskunnallisen vaikutuksen arvioidaan olevan suurin.

Resurssiniukkuus voi hidastaa teknologista kehitystä tulevaisuudessa, mutta vaikutusten ei uskota näkyvän vielä 2050-luvulle tultaessa. Kierto- ja jakamistalouden odotetaan tarjoavan tulevaisuudessa yhä parempia ratkaisuja mahdolliseen resurssiniukkuuteen ja mahdollisuuksia uusille innovaatioille ja liiketoiminnalle.

Tulevaisuudessa hybridivaikuttamisesta käytetään yhä enenevässä määrin poliittisten ja strategisten tavoitteiden saavuttamiseen. Toimitusketjut ovat otollinen kohde hybridivaikuttamiselle, sillä ne ovat voimakkaasti riippuvaisia jäsentensä välisestä materiaali-, tieto- ja rahavirroista. Näihin virtoihin aiheutettujen häiriöiden vaikutukset ulottuvat toimitusverkostossa laajalle. Hybridivaikuttamisen odotetaan olevan suurimmillaan 2030-luvulla.

Resilienssin kehittämisen merkitys kasvaa uhkien monimuotoistuessa ja muuttuessa ennakoimattommiksi. Resilienssin kehittämisen odotetaan kasvavan koko tarkastelujakson ajan eikä sen merkitys saavuta huippuaan vielä 2050-luvulle tultaessa.

Logistiikkainfrastruktuurin yksityisomistus lisääntyy

Tulevaisuudessa sekä fyysisen että digitaalisen logistiikkainfrastruktuurin omistus keskittyy suurille monikansallisille yrityksille. Näiden toimijoiden heikko sitoutuminen voi olla uhka Suomen kansallisen infrastruktuurin kehittämiseksi. Logistiikkainfrastruktuurihankkeiden painopiste siirtyy tulevaisuudessa käyttäjäperusteisesti kaupunkiseuduille ja pääväylille. Liikenneinfrastruktuuria kehitetään vastaamaan autonomisten ja vaihtoehtoisilla polttoaineilla toimivien ajoneuvojen tarpeita.

Digitalisaatio parantaa infrastruktuurin suunnittelua, rakentamista ja käyttöä. Liikennevirrat keskittyvät sekä kansallisesti että kansainvälisesti tärkeimpiin solmukohtiin, mikä lisää ruuhkaisuutta ja haavoittuvuutta ja vähentää joustavuutta. Tietoverkoista tulee yhä tärkeämpi osa infrastruktuuria. Fyysisen ja digitaaliseen infrastruktuuriin kohdistuva hybridivaikuttaminen lisääntyy tulevaisuudessa. Liikenneinfrastruktuurin yksityistäminen voi tuoda

http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/dhl_logistics_trent_radar_2016.pdf

¹⁰ Lalu, P. & Puistola, J.: Hybridisodankäynnin käsitteestä. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen julkaisuja 1/2015

¹¹ Uusipaavalniemi, S. & Puistola, J.: Hybridiuhat ja yhteiskunnan varautuminen. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkimuskatsaus 4/2016

¹² Huoltovarmuuskeskus: Huoltovarmuuden skenaariot 2025, 2013.

<http://www.huoltovarmuus.fi/static/pdf/623.pdf>

¹³ Bell, J.E., Mollenkopf, D.A & Stolze, H.J.: Natural resource scarcity and the closed-loop supply chain: a resource-advantage view, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43, 2013, n:o 5/6, ss. 351-379.

¹⁴ Sitra: Kierrolla kärkeen - Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016-2035. Sitran selvityksiä 117, 2016., Helsinki.

www.sitra.fi/julkaisu/2016/kierrolla-karkeen

¹⁵ Hohenstein, N.-O., Feisel, E., Hartmann, E. & Giunipero, L.: Research on the phenomenon of supply chain resilience, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45, 2015, n:o ½, ss. 90-117.

¹⁶ Pettit, T.J., Croxton, K.L. & Fiksel, J.: Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool, *Journal of Business Logistics*, 34, 2013, n:o 1, ss. 46-76.

¹⁷ Brusset, X. & Teller, C.: Supply chain capabilities, risks and resilience, *International Journal of Production Economics*, 184, 2017, ss. 59-68.

¹⁸ Uusipaavalniemi & Kovács 2016



hybridivaikuttamiseen mukaan kaupallisia intressejä nykyisten, lähinnä poliittisten, tarkoituksien lisäksi.

Kansainvälisyys ja resurssitehokkuus korostuvat hankinnassa

Gloobaalien verkostojen kehitys mahdollistaa kansainväliset hankinta- ja vientimarkkinat. Kansantaloudellisesti kehityssuunta hyödyttää erityisesti kehittyvien maiden talouksia. Kansallinen omavaraisuus vähenee, ja Suomen elinkeinoelämän ja sotilaallisen huoltovarmuuden riippuvuus kansainvälisistä toimijoista kasvaa. Tällöin kokonaisuus on entistäkin herkempi häiriöille. Raaka-ainetoimittajien ja väli tuotteiden valmistuksen siirtyessä kauemmas laadun ja saatavuuden häiriöt voivat lisääntyä. Toisaalta useat vaihtoehtoiset hankintakanavat pienentävät hankintaan liittyviä riskejä.

Kehittyneiden tietojärjestelmien ansiosta hankintalähteiden kartoittaminen ja tilausten seuranta on helppoa. Alihankintaketjun läpinäkyvyys on entistä tärkeämpää. Vastuunotto laajoista, moniportaisista ja muuttuvista toimitusverkostoista vaatii uudenlaisia resursseja ja osaamista. Myös hankinnan rajapinta muihin toimintoihin laajenee: esimerkiksi teknologiaennakointi ja innovaatioiden seuranta ovat yhä merkittävämpiä osa hankintaa.

Tulevaisuudessa hankinnassa pitää entistä enemmän huomioida resurssitehokkuus ja elinkaarinäkökulma. Resurssitehokkuutta koskevan lainsäädännön arvioidaan kiristävän merkittävästi nykyisestä. Toisaalta nähdään myös markkinaehtoisia ja uusiin innovaatioihin perustuvia ratkaisuja. Paluuvirtoja ja uudelleenkäyttöä pyritään hyödyntämään hankinnoissa. Yhteishankintojen ja yhteiskäytön odotetaan lisääntyvän.

Uudet teknologiat valtaavat alaa tuotannossa ja kuljetuksissa

Uudet digitaaliset valmistusteknologiat, kuten 3D-tulostus, mahdollistavat massaräätälöinnin ja hajautetun sekä tilauspohjaisen valmistuksen – jopa yksittäisten kotitalouksien tasolla. Digitalisaatio tekee tuotantoprosessit itseohtautuvia ja muuntautumiskykyisiä, jolloin suorittavan työvoiman tarve vähenee. Älykäden tuotetunnistusteknologioiden, kuten RFID:n (Radio Frequency Identification), laajamittainen käyttöönotto tehostaa toimitusketjun kaikkia vaiheita ja parantaa palvelutasoa. Keskeinen haaste on muuttaa teknologia liiketoiminnallisiksi hyödyiksi.

Automaatio ja digitalisaatio etenevät niin tie-, rautatie- kuin merikuljetuksissa. Big Dataa voidaan hyödyntää kuljetusten optimoinnissa. Itseohtautuvilla ajoneuvoilla voidaan vähentää ratkaisevasti onnettomuuksia ja niistä aiheutuvia kustannuksia. Kuljettajan poisjäänti tuo myös merkittäviä suoria ja epäsuoria säästöjä. Itseohtautuvien kulkuneuvojen avulla voidaan myös tarjota entistä paremmin nopeita toimituksia asiakkaille vuorokauden ympäri. Autonomisten ajoneuvojen yleistymisen riippuu pitkälti poliittisesta päätöksenteosta.

Uudet jakeluratkaisut mahdollistavat nopeat ja joustavat kuljetukset. Miehittämättömät lennokit ja jakelurobotit voivat tulevaisuudessa korvata osan kuorma-autoista. Jakamistalouteen ja joukkoistamiseen perustuvat sovellukset muuttavat erityisesti yksityisten kuluttajien logistiikkaa, mutta niillä voi olla vaikutuksia myös liike-elämän logistiikkaan, erityisesti jakeluun.

Automaatio ja keskittäminen tehostavat varastointia, mutta nostavat perustamiskustannuksia

Yritysten tarve tehostaa toimintojaan johtaa yhä suurempiin ja keskitetympiin varastoihin. Niitä voidaan automaation ansiosta operoida ympäri vuorokauden. Varastojen keskittäminen kasvattaa tehokkuutta, mutta uhkakuva ovat toimitusviiveet ja saata-

vuuskatkot. Keskitetyt varastot ovat myös herkempiä tahallille ja tahattomille häiriöille. Kumppanuudet ja reaaliaikainen seuranta tasapainottavat pidemmistä toimitusreiteistä ja -ajoista johtuvaa varastointitarpeen kasvua. Varaston perustamiskulut voivat automaation takia nousta nykyisestä, mutta vastaavasti varastointikulut laskevat.

Kierrätysvirran merkitys osana materiaalivirtaa kasvaa ja monimuotoistuu. Samalla materiaalivirran hallinnasta voi tulla haastavampaa. Paluulogistiikan myötä kasvavat volyymit tuovat mittakaavaetuja kuljetuksiin ja varastointiin.

Suurten tietomassojen hallinnasta tulee keskeinen osaamisvaatimus

Toimitusketjussa kerättävän datan määrä lisääntyy, ja tietovirtojen hallinnan rooli materiaalivirtojen hallinnan rinnalla ja mahdollistamiseksi kasvaa. Johtaminen muuttuu tietointensiivisemmäksi ja datapohjaisemmaksi. Datan jalostaminen merkitykselliseksi tiedoksi on keskeinen tulevaisuuden kyvykkyyks. Suurten tietomassojen hallinta vaatii uutta data-analytiikkaan liittyvää osaamista ja lisää tietotyövoiman tarvetta. Sen sijaan suorittavan työvoiman tarve logistiikka-alalla vähenee.

Automaation vähentäessä rutiinitehtäviä asiantuntijuutta ja yhteistyötä vaativien tehtävien määrä kasvaa. Osaamistarve myös monimuotoistuu: Yrityksissä on kasvava tarve asiantuntijoille, joilla on sekä syvälinen tietämys toimitusketjuista että laaja osaaminen data-analyysin periaatteista. Myös operatiivisen tason logistiikkatyöntekijöiden tulee tietää laitteiden ohjelmoinnin, käytön ja huollon periaatteet. Muutokset täytyy huomioida mahdollisimman etupainotteisesti logistiikka-alan ammattiopinnoissa ja korkeakoulutuksessa. Pelkkä tutkinto-opiskelu ei kuitenkaan riitä osaamisen ylläpitämiseen. Teknologinen kehitys on jatkuva, mikä edellyttää työntekijöiltä myös työn osana tapahtuvaa jatkuvaa osaamisen kehittämistä.

Turvallisuusosaamisen kehittäminen on tulevaisuudessa yhä tärkeämpää. Esimerkiksi hybridivaikuttamisen tunnistamiseen ja varautumiseen tarvitaan kasvavaa osaamista. Toimintaympäristön jatkuva muutos, monimutkaiset keskinäisriippuvuudet ja riskitehtävien monimuotoistuminen vaativat yrityksiltä kykyä päivittää ja analysoida tietoa jatkuvasti sekä sen perusteella ennakoita ja sopeuttaa toimintaansa. Myös vuorovaikutustaidot korostuvat globaalien verkostoitumisen myötä.

Myös ympäristöosaamisen tarve kasvaa. Osaamista tarvitaan mm. uusien vähäpäästöisten teknologioiden, biopolttoaineiden ja kierrätyksen kehittämiseen. Lisäksi esimerkiksi toimitusketjujen kasvihuonekaasupäästöjen seurantaan, raportointiin ja vähentämiseen liittyvän osaamistarpeen odotetaan kasvavan jatkuvasti.

Lisätietoja

KT Sini Laari toimii ma. tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen Doktriiniosastolla strategisen analyysin tutkimusalalla. Nykyään hän työskentelee tutkijatohtorina Turun yliopiston kaupakorkeakoulussa.

TkT Sari Uusipaavalniemi (p. 0299 800) on Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen Doktriiniosaston erikoistutkija strategisen analyysin tutkimusalalla.