

Hannes Brandt

**LOGISTIIKKATIETOJÄRJESTELMÄT SEKÄ NIIDEN
HAASTEET ORGANISAATIOKONTEKSTISSA**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
INFORMAATIOTEKNOLOGIAN TIEDEKUNTA
2023

TIIVISTELMÄ

Brandt, Hannes

Logistiikkatietojärjestelmät sekä niiden haasteet organisaatiokontekstissa

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2023, 43 s.

Tietojärjestelmätiede, kandidaatintutkielma

Ohjaaja: Mehtälä, Saana

Logistiikkatietojärjestelmät ovat erilaisia tietojärjestelmiä, joiden tarkoituksena on tukea sekä tehostaa logistiikkaprosesseja. Käyttötarkoituksia näillä järjestelmillä on erilaisten prosessien, kuten varastoinnin, kuljetusten, pakkausten ja tilausten käsittelyn tehostaminen sekä asiakaspalvelun parantaminen. Logistiikka-ala puolestaan kattaa suuren osan nykyistä maailmanlaajuista liiketoimintaa, ja logistiikka prosessit ovat tulevaisuudessa yhä merkittävämmässä roolissa. Logistiikan uudet muodot, kuten e-logistiikka ja logistiikka 4.0, ovat myös lisänneet logistiikkatietojärjestelmien tarvetta. Tutkielmassa määriteltiin logistiikka-ala ja sen muodot, sekä sen käyttämät tietojärjestelmät tarkemmin. Lisäksi tarkasteltiin näiden järjestelmien rajoitteita, haasteita ja uhkia organisaatioille, niiden sidosryhmille sekä asiakkaille kirjallisuuskatsauksen avulla. Keskeisin tulos tutkielmassa oli logistiikkatietojärjestelmien olevan hyödyllisiä organisaatioille, varsinkin mitä digitaalisestikypsempiä nämä organisaatiot ovat. Samoin organisaation koolla on merkitystä logistiikkatietojärjestelmien hyödyllisyyteen. Osalla organisaatioista on silti ollut vaikeuksia implementoida ja käyttää logistiikkatietojärjestelmiä tehokkaasti. Logistiikkatietojärjestelmien suurin heikkous löytyy yleisesti inhimillisestä virheestä, kuten järjestelmän väärinkäytöstä tai huonosta valmistautumisesta niiden implementointi- ja integrointiprosesseihin. Muita uhkia ovat yllättävät kustannukset, tulokselliset tappiot häiriötoiminnoista, tietoturva-, yksityisyys- ja kyberturvallisuuskysymykset. Tutkimuksen tuloksista voivat hyötyä esimerkiksi logistiikkaorganisaation johtoasemassa olevat, omien logistiikkatietojärjestelmien arvioinnissa sekä hankintojen suunnittelussa. Jatkotutkimuksia aiheita tutkielman pohjalta voi esimerkiksi olla yksittäisien haasteiden tai järjestelmien tarkempi tutkinta.

Asiasanat: logistiikkatietojärjestelmä, logistiikkapalveluntuottajat, tietoturva, kyberturvallisuus, haasteet, uhka

ABSTRACT

Brandt, Hannes

Logistics information systems and their challenges in the organizational context.

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2023, 43 pp.

Information Systems, bachelor's Thesis

Supervisor: Mehtälä, Saana

Logistics information systems are various information systems designed to support and streamline logistics processes. The uses of these systems are to improve the efficiency of various processes, such as warehousing, transportation, packaging, and order processing, as well as to improve customer service. The logistics sector covers a large part of the current global business, and logistics processes will play an increasingly important role in the future of any business. New forms of logistics, such as e-logistics and logistics 4.0, have expanded the need for logistics information systems. This thesis defines the logistics sector and its forms, together with the information systems it uses in more detail. In addition, the limitations, challenges, and threats of these systems to organizations, their stakeholders and customers are examined through a literature review. The main findings of the thesis were that logistics information systems are useful for organizations, especially the more digitally mature these organizations are. Correspondingly, the size of the organization plays a role in the usefulness of logistics information systems. Nevertheless, some organizations have had difficulties in implementing and using logistics information systems efficiently. The biggest weakness of logistics information systems is commonly found in human errors, such as misuse of the system or poor preparation for their implementation and integration into processes. Further threats include unexpected costs, profitable losses from disruption in operations, information security, privacy, and cybersecurity issues. The results of this study can be beneficial for those in a management position in a logistics organization, in evaluating their own logistics information systems and in their procurement planning. Topics for further research based on this thesis could be more detailed research of individual challenges or systems.

Keywords: logistics information systems, logistics service providers, information security, cyber security, challenges, threats

KUVIOT

KUVIO 1 Esimerkki toimitusketjusta	11
--	----

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Logistiikka 4.0 käyttämät teknologiat	21
TAULUKKO 2 Erilaisia kyberuhkia merenkulkualalla	31

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVIOT JA TAULUKOT

1	JOHDANTO.....	6
2	LOGISTIIKKA-ALA JA SEN TIETOJÄRJESTELMÄT.....	9
2.1	Logistiikka-ala yleisesti.....	9
2.1.1	Tulo- ja lähtölogistiikka sekä materiaalin hallinta	10
2.1.2	Toimitusketju	10
2.1.3	E-logistiikka.....	11
2.1.4	Logistiikkapalveluntuottajat.....	12
2.2	Logistiikkatietojärjestelmät	13
2.2.1	ICT-järjestelmät.....	14
2.2.2	Datankeräysjärjestelmät	15
2.2.3	Paikannus- ja seurantajärjestelmät	16
2.2.4	Transaktiojärjestelmät.....	17
2.2.5	Operationaaliset suunnittelujärjestelmät.....	18
2.2.6	Logistiikan ja sen tietojärjestelmien tulevaisuuden näkymät....	20
3	LOGISTIIKKATIETOJÄRJESTELMIEN UHAT JA HAASTEET.....	22
3.1	Spesifisyys.....	22
3.2	Digivastaisuus	24
3.3	IT- ja organisaatioinfrastruktuuri.....	25
3.4	Asiakaskokemus	26
3.5	Kustannusrikit.....	27
3.6	Tietoturva.....	29
3.7	Kyberhyökkäykset.....	30
3.8	Tulevaisuuden haasteet	32
4	POHDINTA	34
5	YHTEENVETO	36
	LÄHTEET	38
	LIITE 1 LOGISTIIKKATIETOJÄRJESTELMIEN HAASTEET	42

1 JOHDANTO

Logistiikka koskee jokaisen elämää, jollain tavalla ja sillä tarkoitetaan tavaroiden ja palveluiden, sekä niihin liittyvien tietojen, kuljetusta, säilöntää ja varastointia (Lewis & Talalayevsky, 1997). Aiemmin logistiikka nähtiin pakollisena pahana ja kustannuksena organisaation liiketoiminnalle, mutta nykyiseltään sen nähdään olevan kuitenkin avainasemassa liiketoiminnan tehokkuuden säätelyssä (Green, Robb & Rohde 2014). Logistiikan on myös nähty nousevan keskeiseksi kilpailuedun lähteeksi ja johtavaksi syyksi organisaatioiden välisten järjestelmien syntymiselle (Lewis & Talalayevsky, 1997). Samoin maailmanlaajuinen digitalisaatio on pakottanut logistiikka-alaa muuttumaan ja muodostamaan uusia logistiikanmuotoja kuten digitaalinen logistiikka (Shadibekova & Ismoilov, 2021). Samalla informaatioteknologia (IT) on muuttumassa logistiikkauudistusten vaikuttavimmiksi ajajiksi vaikuttaen eri logistiikkaprosesseihin, kuten ostoihin, inventaarin ja varastonhallintaan, kuljetuksen eri vaiheisiin, pakkaukseen ja erilaisiin huoltoihin (Lewis & Talalayevsky, 1997).

Digitalisaatio ja erilaiset teknologiat tukevat ja ajavat logistiikka-alan ja sen prosessien muutoksia ja toimintoja. Näitä teknologioita ja järjestelmiä, jotka toimivat logistiikkaprosesseissa, kutsutaan yleisesti logistiikkatietojärjestelmiksi eli LIS-järjestelmiksi (LIS = logistics information systems). Mlimbilan ja Mbamban (2018) mukaan näillä LIS-järjestelmillä on pyrkimys tehostaa ja parantaa organisaation logistiikkatoimintoja sekä suunnittelua ja koordinointia. Näitä logistiikkaprosessien tehostamisen keinoja ovat esimerkiksi kuljetusten tehostaminen, parempi koordinointi informaation vaihdossa, oikea-aikainen toimitus sekä niin sanottujen ”virheellisten” toimitusten vähentyminen, (Grabara & Kot, 2014), varastonhallinta, kuljetusten seuranta ja prosessien läpinäkyvyys ja parantunut asiakaspalvelu (Raja & Venkatachalam, 2022). LIS-järjestelmät voidaan myös jakaa viiteen eri osaan niiden käyttötarkoituksen mukaan; tieto- ja viestintäteknologia- (ICT), datankeräys-, seuranta- ja paikannus- sekä transaktio- ja operaatio-naalisiin suunnittelujärjestelmiin (Somuyiwa & Adewoye, 2010).

LIS-järjestelmät voidaan siis nähdä tehokkaina organisaation toimintaa tukevinä työkaluina, ja niiden käyttö onkin yleistynyt niin perinteisillä

logistiikkaorganisaatioilla kuin logistiikkapalvelutuottajilla (LSP = logistics service provider) (Berglund, 1997). Tämän LIS-järjestelmien lisääntyneen käytön sekä yleistyvän digitalisaation takia on myös hyvä tarkastella niiden heikkouksia sekä mahdollisia uhkia ja haasteita, joita ne voivat organisaatioille muodostaa. Tutkielman tarkoituksena onkin vastata kahteen tutkimuskysymykseen:

1. *Mitä tietojärjestelmiä logistiikka-alalla käytetään, sekä, millaiset niiden tulevaisuuden näkymät ovat?*
2. *Mitä haasteita näihin järjestelmiin liittyy organisaatiokontekstissa?*

Tutkielman tutkimuskysymyksiin pyritään vastaamaan kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla. Tarkoituksena on siis kerätä tietoa jo olemassa olevasta kirjallisuudesta ja tutkimuksista. Kirjallisuutta haettiin useasta eri tietokannasta: Association of Information Systems (AIS) eLibrary¹, ScienceDirect², ACM Digital Library³, IEEE Xplore⁴ sekä Google Scholar⁵. Tutkielmaan haettiin tietoa hakusanoilla "logistics information systems", "logistics organizations", "logistics service providers", "threats", "challenges" sekä "cyber security". Tutkielman lähteiksi hyväksyttiin vertaisarvioidut artikkelit, tutkimukset ja kirjat, sekä vähintään JUFO-1 luokituksen saaneet artikkelit ja kirjat sekä lähteet, joiden sisältö oli tarkistettavissa lähteiden avulla.

Ensin valittiin kaikki suurimman osan kriteereistä täyttävät lähteet, joita oli 55 lähdeä. Tutkimuskysymysten tarkentuessa vähennettiin kirjallisuuden määrää 45 lähteeseen, ja edelleen laadullisen tarkistuksen ja varmistuksen jälkeen pudotettiin lopulta 37:ään tutkimuskysymyksiä tukevaan lähteeseen. Näihin lähteisiin perehdyttiin tarkemmin, erityisesti tutkimuskysymysten näkökulmasta.

Tutkielma käsittelee logistiikka-alaa ja sen tietojärjestelmiä yleisellä tasolla, käyttäen organisaatiokohtaisia esimerkkejä vain päätelmien tukemisessa. Tarkoituksena on siis saada yleiskatsaus LIS-järjestelmiin sekä niiden heikkouksiin ja siihen, miten näitä heikkouksia voi mahdollisuuksien mukaan estää. Keskeisimpinä tuloksina logistiikkatietojärjestelmien olevan organisaatioille mahdollisesti hyödyllisiä. Niissä esiintyy kuitenkin useasti haasteita organisaatioille, joista yleisimpinä ovat epätarkkuus, kustannukset, tietoturvallisuus, ihmiskontaktin puute, kyberhyökkäykset sekä väärinkäytöt. Tuloksia voidaan hyödyntää sekä jatkotutkimuksissa että esimerkiksi LIS-järjestelmien valinnassa ja implementaatioprosessien suunnittelussa, joten niistä voivat hyötyä esimerkiksi logistiikkaorganisaation johtoasemassa olevat.

Tutkimus on jaettu neljään päälukuun, joissa käsitellään logistiikka-alaa, sen tietojärjestelmiä sekä niiden uhkia. Ensimmäinen luku on esittelyluku, jossa

¹ <https://aisel.aisnet.org/>

² <https://www.sciencedirect.com/>

³ <https://dl.acm.org/>

⁴ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

⁵ <https://scholar.google.com/>

käydään tarkemmin läpi, mitä tarkoitetaan logistiikka-alalla sekä sen prosesseilla, että muodoilla ja mitä tulevaisuuden näkymiä niillä on. Tämän lisäksi kappaleessa syvennytään erilaisiin LIS-järjestelmiin, niiden käyttötarkoituksiin sekä hyötyihin. Toisessa pääluvussa käydään tarkemmin läpi LIS-järjestelmien heikkouksia ja uhkia organisaatioille nyt ja tulevaisuudessa. Viimeisissä luvuissa vedetään yhteen ja pohdintaan tutkielman tuloksia sekä mahdollisista jatkotutkimustarpeita.

2 LOGISTIikka-ALA JA SEN TIETOJÄRJESTELMÄT

Selvittääkseen logistiikka-alan tietojärjestelmien uusia on ensin määriteltävä logistiikka-ala, sen toiminnot, prosessit sekä yleisimpiä logistiikkatietojärjestelmiä. Tässä luvussa käydään tarkemmin läpi mitä tarkoitetaan logistiikka-alalla, mitä prosesseja siihen kuuluu, sekä mihin logistiikka-ala on mahdollisesti menossa tulevaisuudessa.

Lisäksi tässä luvussa määritellään tietojärjestelmä käsitteenä. Samoin otetaan huomioon, miten tietojärjestelmät toimivat logistiikka-alalla, sekä millaisia eri järjestelmiä on käytössä logistiikka-alalla. Lisäksi käydään läpi niiden hyötyjä organisaatioille, niiden käyttäjille ja asiakkaille, sekä mitä tulevaisuuden näkymiä logistiikkatietojärjestelmillä on.

2.1 Logistiikka-ala yleisesti

Logistiikalla tarkoitetaan käytännössä tavaroiden ja palveluiden, sekä erilaisten tietojen kulkua ja käsittelyä organisaatioiden ja loppukäyttäjien välillä (Lewis & Talalayevsky, 1997). Logistiikka voidaan määritellä myös integraationa informaatiota, kuljetuksia, materiaalin käsittelyä, varaston ja varastoinnin käsittelyä sekä erilaisia pakkausoperaatioita (Raja & Venkatachalam, 2022).

Logistiikka on myös erilaisia toimintoja ja prosesseja, joiden tarkoitus on tehokkaasti siirtää puoli- ja valmiita hyödykkeitä organisaatioilta toiselle, asiakkaalle sekä loppukäyttäjälle (Viswanadham & Gaonkar, 2001). Näitä toimintoja ovat esimerkiksi organisaation tekemät ostot, kuljetukset, laatu- ja laatukontrollit, tullausten ja vakuutusten käsittelyt, inventaarin hallinta, tilausten, jakelun, merkin- nän, pakkausten hallinta sekä erilaisten logistiikkainformaation hallintaa (Raja & Venkatachalam, 2022). Voidaan siis sanoa logistiikan olevan moniosainen joukko prosesseja, joiden tarkoituksena on saada oikeat määrät oikeita materiaaleja tai palveluita oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan.

2.1.1 Tulo- ja lähtölogistiikka sekä materiaalin hallinta

Logistiikka-ala on laaja käsitteinen ja se kattaa käytännössä koko maapallon pinta-alan. Logistiikka voidaan jakaa useampaan muotoon sekä yleisesti valtion sisäiseen ja kansainväliseen logistiikkaan. Valtion sisäisen logistiikka tapahtuu siis yksittäisen maan rajojen sisäpuolella, kun taas kansainvälinen logistiikka tapahtuu useamman kuin yhden valtion rajojen sisällä, näin ollen vaikuttaen liiketoiminnassa huomioon otettavien asioiden määrään, kuten lainsäädäntöön. Logistiikan muodot voidaan jakaa karkeasti kuuteen osaan (Farahani, Rezapour & Kardar, 2011, s.13):

- tie-,
- raide-,
- vesi-,
- ilma-,
- putki- ja
- digitaalinen logistiikka.

Tielogistiikalla tarkoitetaan käytännössä kaikkea teillä liikkuvaa logistiikka, kuten kuorma- ja pakettiauto liikennettä. Raidelogistiikka on puolestaan raiteilla tapahtuvaa logistiikkaa, pääsääntöisesti junaliikennettä. Vesi- ja ilmalogistiikka puolestaan tapahtuu ilmaitse lentokonein ja vesiteitse erilaisine kulkuneuvoin, pääsääntöisesti rahtilaivoin. Putkilogistiikka taas kehiteltiin liikuttamaan suuria määriä hyödykkeitä pitkiä matkoja tehokkaasti. Tästä esimerkkinä erilaiset kaasukuljetukset, kuten maakaasu. Digitaalinen logistiikka yksinkertaistettuna tarkoittaa hyödykkeiden tai palveluiden toimittamista verkko teitse (Farahani ym., 2011, s.13-17.)

Näiden logistiikan muotojen eri toimet ja aktiviteetit voidaan karkeasti jakaa kolmeen yläkäsitteeseen tulo-, lähtö- ja sisälogistiikkaan eli materiaalin hallintaan (Farahani ym., 2011, s.11). Nämä ovat merkityksellisiä tietää, jotta voidaan tarkemmin tarkastella eri logistiikkatietojärjestelmien käyttötarkoitusta.

Tulogistiikalla tarkoitetaan kaikkia toimenpiteitä, joita suoritetaan hyödykkeiden vastaanotossa, purkamisessa, tarkastuksessa ja varastoinnissa. Lähtölogistiikka taas tarkoittaa kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla hyödykkeet siirretään varastoinnista eteenpäin, mukaan lukien keräyksen, pakkauksen ja kuljetuksen. Sisälogistiikalla eli materiaalin hallinnalla tarkoitetaan puolestaan organisaation sisäistä hyödykkeiden ja materiaalien siirtoa sekä varastointia.

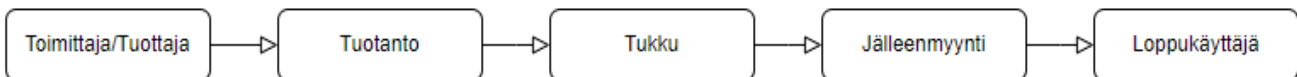
2.1.2 Toimitusketju

Toimitusketjulla tarkoitetaan tuotteen, hyödykkeen tai palvelun kulkua aina valmistuksesta jakeluketjun kautta loppukäyttäjälle (ks. KUVIO 1). Toimitusketju voidaan siis nähdä integroituna osana organisaation logistiikan hallinnan liiketoiminnanmallia (Gunasekaran & Ngai, 2003). Toimivalla toimitusketjulla on siis suuri merkitys niin organisaatioiden kykyyn suorittaa liiketoimintaansa, kuin

asiakastytyväisyydessä tuottaa oikeat hyödykkeet oikeissa määrissä oikeaan paikkaan oikea-aikaisesti.

Toimitusketjuja on myös pyritty valjastamaan ei vain liiketoimintaa mahdollistavaksi ja tukevaksi työkaluksi, vaan myös tuomaan kilpailuetua. Esimerkiksi integroidulla toimitusketjulla tarkoitetaan yksittäisen organisaatioiden joukkoa, jotka yleensä ovat erimaista, joiden tarkoituksena on suunnitella, tuottaa ja toimittaa hyödykkeet eri kuluttajaryhmille kilpailevia organisaatioita ja toimitusketjuja tehokkaammin ja nopeammin (Viswanadham & Gaonkar, 2001).

Tutkielman kannalta merkittävintä on huomata toimitusketjun tehokkaiseen ja oikeelliseen toimintaan vaadittavan suuren määrään informaation liikettä ja jakamista niin koko toimitusketjun läpi kuin sen eri osapuolten välillä. Informaation ja tiedon jakamisella, sekä kommunikaatiolla, toimitusketjuissa voivat organisaatiot saavuttaa itselleen suotuisia etuja, kuten kustannussäästöjä varastoinnin ja tuottamisen vähentämisen (Lewis & Talalayevsky, 1997) takia, perustuen esimerkiksi parempaan kysyntätilanne tietämykseen. Tässä toimitusketjun sisäisessä kommunikoinnissa tietojärjestelmät ovat merkittävässä roolissa.



KUVIO 1 Esimerkki toimitusketjusta ja sen osista (Helo & Szekely, 2005, s.6)

2.1.3 E-logistiikka

Tietojärjestelmät sekä maailmanlaajuinen digi- ja globalisaatio ovat muuttaneet markkinoiden ja organisaatioiden rakennetta, toimintatapoja sekä liiketoimintaa. Sama pätee myös logistiikkaan, jonka uusimpana ja ehkä kiistellympänä muotona toimii jo edellä mainittu digitaalinen logistiikka tai niin kutsuttu ”e-logistiikka”.

Viswanadham ja Gaonkar (2001) määrittelevät e-logistiikan pyrkivän muuttavan logistiikan avainprosessit enemmän asiakaskeskeisiksi dynaamisella kokoelmalla erilaisia kommunikaatio, tietoteknisiä ratkaisuja sekä yhteistoiminnallisia teknologioita. Tämä mahdollistaa siis datan, informaation ja tiedon jakaminen toimitusketjun eri partnerien ja osapuolten välillä. Tämä toiminta tukee eri logistiikkatapahtumien synkronointia sekä oikean päätöksenteon tukemista (Viswanadham & Gaonkar, 2001). E-logistiikan voi myös määritellä tavaroiden sekä palveluiden siirtämistä erilaisilla internet-pohjaisilla viestintätekniikoilla, kuten sähköisellä tiedonvaihdolla (EDI), sähköpostilla sekä world wide web:llä eli yleisimmin internetillä (Gunasekaran & Ngai, 2003).

E-logistiikka on ollut logistiikan muotona hieman kiistanalainen. Yleisimpänä argumenttina sitä vastaan on käytetty näkemys, sen tarjoaman mahdollisuuksien rajallisuus erilaisten hyödykkeiden ja palveluiden siirtoon. Käytännössä siis kaikki e-logistiikalla siirrettävä on aineetonta. Tietysti osa

hyödykkeistä, jotka piti aiemmin siirtää fyysisesti paikasta toiseen voidaan siirtää nykyään digitaalisesti (Kos-Labędowicz, , & Urbanek, 2016). E-logistiikka nähdään myös antavan organisaatioille mahdollisuuden tuottaa lisäarvoa asiakkailleen kilpailijoitaan nopeammin ja sillä olevan suuri rooli tulevaisuuden liiketoiminnassa, sekä avain menestykseen tulevassa taloudessa (Viswanadham & Gaonkar, 2001).

E-logistiikan prosessit voidaan jakaa yleisesti ottaen seitsemään osaan; asennusmenetelmät, kohteiden saatavuuden tarkastaminen, kuljetukset, vakuutukset, täydennykset inventaariin ja varastoihin, yhteyden pitoasiakkaisiin sekä palautukset (G. Kanagavalli, 2019). Näillä toimenpiteillä pyritään parantamaan logistiikka prosessien tehokkuutta, vähentämään kustannuksia sekä parantamaan palvelua integroitujen teknologioiden avulla (Green ym., 2014), verrattuna perinteisimpiin logistiikan muotoihin. Muita hyötyjä e-logistiikassa organisaatiolle ovat esimerkiksi prosessien suoraviivaistuminen, aika ja omaisuus hyödyt, reaaliaikainen ja tarkka informaation tuottaminen, yhteys organisaatioin muihin tietojärjestelmiin, sisäisen logistiikan hallinnan parantuminen sekä kuljetusturvallisuuden parantuminen (G. Kanagavalli, 2019).

E-logistiikka siis tähtää nopeuteen ja tehokkuuteen, asiakaspalvelun ollessa tärkeimpiä laadullisia arvonnäkökohtia. Haasteita organisaatioille saattaa tuottaa myös juuri keskittyminen asiakaspalveluun, joka johtaa asiakkaiden kasvaneisiin odotuksiin, koskien nopeutta, informaation saantia ja seurantaa. Tämä voi lisätä organisaation liiketoiminnan painetta. Myös e-logistiikan prosessien ja tavoitteiden saavuttamiseen tarvitaan oikeaa dataa ja informaatiota oikea-aikaisesti, joten e-logistiikassa logistiikkatietojärjestelmät ovat erityisen suuressa roolissa. Lisäksi muita haasteita e-logistiikkaan voidaan pitää turvallisuutta, kuten verkkokauppa- ja muut digitaaliset huijausyritykset, e-logistiikka prosessien skaalautuvuus, saadun informaation integriteetti, tuotteiden omanlaisuus, vaikeuttaen esimerkiksi testausta sekä asiakkuuksien hallinta ja erilaiset yhteysongelmat (G. Kanagavalli, 2019).

2.1.4 Logistiikkapalveluntuottajat

Kuten aiemmin on esillä noussut, on logistiikalla suuri merkitys melkein minkä tahansa organisaation toiminnassa. Usein organisaatioilla, varsinkin pienemmillä, ei ole resursseja tai halua kehittää omaa logistiikka- ja toimitusketjua, joten nämä tarpeet on pyritty ulkoistamaan. Tähän tarpeeseen vastaavat logistiikkapalveluntuottajat (LSP).

Logistiikkapalveluntuottajien, sekä niiden tarjoamien palveluiden määrä ja laatu vaihtelee. Yleisimmin puhuttaessa LSP:sta puhutaan nimenomaan kolmannen osapuolen logistiikkapalveluntuottajista eli 3PL:stä. Berglund (1997) tiivistää 3PL olevan organisaatio, jolle erinäiset organisaatiot ulkoistavat omat logistiikkaoperaatiot, kuten kuljetukset, varastoinnin, jakelun suunnittelu ja toteutus sekä asiakaspalvelu. 3PL käyttö on ollut yleisesti ottaen kasvussa, niiden käytön vapauttaessa organisaation resursseja ydinliiketoiminnan kehittämiseen (Farahani ym., 2011, s.23).

LSP:tä on kuitenkin 3PL:ien lisäksi 4PL ja 5PL. 4PL eli neljännen osapuolen logistiikkapalveluntuottaja tarjoaa yleisesti ottaen toimitusketjuratkaisuja asiakasorganisaatioille. 4PL-organisaatiot yleensä toimivat useamman logistiikkaorganisaation kanssa asiakasorganisaation puolesta, luoden tälle toimivan toimitusketjuratkaisun (Farahani ym., 2011, s.80). 5PL eli viidennen osapuolen logistiikkapalveluntuottajien tarkoituksena on yhdistää asiakasorganisaation logistiikkatoimet sekä yhdistää toimitusketjun eri osapuolet elektronisen kaupankäynnin puolesta (Farahani ym., 2011, s.80). Tarkoituksena on siis tukea organisaatioiden elektronista kaupankäyntiä ja logistiikkaa sekä sen toimintoja.

Tutkielmassa käytetään näistä kuitenkin yhteisnimitystä LSP. LSP:t tarjoavat asiakkailleen muodostaan riippumatta suhteellisen samanlaisia hyötyjä, joten yhteisnimitystä käytetään tuloksien tarkastelun selkeyttämistä varten. Näitä LSP:den tarjoamia etuja on useita, mutta merkittävimminä voidaan pitää käyttökustannusten laskua, kykyä vastata kysynnän vaihteluihin sekä vähentää pääomasijoitusten tarvetta (Gunasekaran & Ngai, 2003). Näiden lisäksi LSP:tä voidaan käyttää parantamaan asiakastyytyväisyyttä parantamalla hyödykkeiden seurannan ja oikea-aikaisen toimituksen muodossa, sekä tehokkaamman asiakaspalvelun toimesta.

LSP:t siis tarjoavat organisaatioille mahdollisuuden tehostaa omia logistiikka toimijaan, kuten varastointia, kuljetuksia, pakkauksia, inventaarin hallintaa, käännteistä logistiikkaa eli tuotteiden tai hyödykkeiden palautuksia sekä rahdin yhdistelyä ja suunnittelua (Farahani ym., 2011, s.74). Tiivistettynä LSP toiminnan voi jakaa kolmeen tekijään (Aldin & Stahre, 2003):

- Logistiikan rakenteeseen
- Logistiikkaprosesseihin ja niiden toimiin
- tieto- ja raportointijärjestelmiin

Logistiikkarakenteella siis kuvataan kaikkia logistiikkaprosessien osapuolia, varastotoimipisteitä ja monivaiheiset jakelukeskukset. Logistiikkaprosesseja ovat kuten edelläkin mainittiin tilausten toteutusprosessit, asiakkuuksien ja kysynnänhallinta samoin tähän voidaan lukea mukaan vielä asiakashankinta ja -palvelu. Tieto- ja raportointijärjestelmillä voidaan poistaa tietojärjestelmien vastuu asiakasorganisaatioilla. Näitä järjestelmiä LSP voivat käyttää esimerkiksi logistiikkaprosessien suunnitteluun, ohjaukseen ja koordinointiin sekä organisaatioiden välisen kommunikoinnin ja koordinoinnin parantamiseen.

2.2 Logistiikkatietojärjestelmät

Logistiikkatietojärjestelmien tarkoituksena on yhdistää organisaation niin fyysiset kuin tekniset logistiikkaprosessit helpommin hallittavaan ja suunniteltavaan muotoon. Esimerkiksi LIS:n on mahdollista yhdistää erilaisia logistiikan alijärjestelmiä, kuten fyysinen jakelujärjestelmä (tilausten, inventaarin hallinta ja kuljetukset), tuotannonkontrollijärjestelmät (suunnittelu, aikataulutus, kontrolli koskien raaka-aineita) sekä fyysiset toimitusjärjestelmät (raaka-aineiden hankinta,

oikeat materiaalit ja oikea hintaisina oikeissa määrissä), toisiinsa ja toisia tukemaan (Burbridge, 1988).

Logistiikkatietojärjestelmillä on siis pyrkimys tehostaa organisaation toimintaa, kommunikaatioita, koordinointia sekä suunnittelua. Esimerkiksi tietojärjestelmiä voidaan käyttää kuljetusten määrän ja -kustannusten laskuun, tehostamaan oikea-aikaista toimitusta, kaupankäynnin kasvuun sekä organisaatio- ja suorituskyvyn kasvattamiseen (Mlimbila & Mbamba, 2018).

LIS:t ovat silti organisaatiolle, kuin organisaatioille suuri investointi ja edelleen talonsisäiset ratkaisut ovat suuressa suosiossa (Burbridge, 1988), mutta LSP:den suosionkasvun myötä myös valmiit tuotepaketit ja ulkoistamiset ovat tulleet enemmän näkyviksi. Tästä syystä erityisesti logistiikkatietojärjestelmillä on merkitystä kolmannen-, neljännen-, ja viidennen osapuolen logistiikkapalveluntarjoajien liiketoimintaa ja niiden strategioita.

Logistiikkatietojärjestelmät voidaan karkeasti jakaa tieto- ja viestintäteknologiajärjestelmiin (ICT), datankeräys, paikannus- ja seuranta-, transaktio- ja operationaalsiin suunnittelujärjestelmiin (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Osat järjestelmistä kuuluvat useampaankin ryhmään, varsinkin teknologian kehittyessä on vaikea sijoittaa kaikkia järjestelmiä yhteen ryhmään. Samoin osa järjestelmistä ovat epäsuorasti tai suorasti integroitu muihin organisaation tietojärjestelmiin. Seuraavaksi käymme läpi järjestelmiä läpi edellä mainittujen kategorioiden mukaisesti, tarkistaen käyttötarkoituksen sekä tavoiteltavat hyödyt.

2.2.1 ICT-järjestelmät

ICT-järjestelmien voidaan sanoa olevan laajimmin käytössä olevia logistiikkatietojärjestelmiä organisaation koosta riippumatta. Kilpala, Solvang, Segerstedt, Widmark, Bagaeva ja Tuohinto (2005) mukaan ICT-järjestelmät eroavat yleisistä tietojärjestelmistä juuri viestintäteknologian liittäminen niihin, ja niiden tarkoituksena on tukea informaation keräystä ja prosessointia sekä käyttöä. ICT-järjestelmien avulla organisaatiot muuttavat siis kerätyn datan käyttökelpoiseksi informaatioksi organisaation käyttöön. Yleisesti ottaen ICT-järjestelmien hankinnan ja käytön motivaattoreina voidaan pitää pääoman tarpeen pienentämistä, työn määrän laskua, syötteiden tehokkaampaa käyttöä, palveluiden korkeampi laatu sekä asiakaspalvelun parantaminen (Kilpala ym., 2005).

Logistiikka-alalla käyttötarkoituksia on pääasiassa informaation siirtäminen, reittien ja kuljetusten suunnittelu, noudot ja toimituksien tukeminen, erilaiset elektroniset tunnistautumiset, mobiilikommunikaatio sekä pyyntöjenhallinta, seuranta ja jäljitys (Kilpala ym., 2005). ICT-järjestelmät sekä niiden implementaatiot ja laajuudet vaihtelevat yleisesti organisaatioissa, johtuen niiden koosta. Koko erot organisaatioissa yleensä vaikuttavat niiden riskien, rajoitusten ja asiantuntijuuden määrän ja laadun osalta. Pienemmissä organisaatioissa ICT-järjestelmien suurin este on ollut teknologiataitojen puute (Evangelista, McKinnon & Sweeney 2013). ICT-järjestelmien suosio on kuitenkin kasvanut pienimissä organisaatioissa, koska järjestelmien käyttöönotto- ja käyttökustannukset sekä teknologiantaitojen tarpeet ovat pienentyneen nettipohjaisten järjestelmien kautta. Organisaatiot kuitenkin yleisesti ottaen ovat lisänneet ICT-järjestelmien käyttöä,

kuten Evangelista ym. (2013) mainitsevat, lisääntyneestä tarpeesta hallita toimitusketjun toimintoja ja kommunikaatioita, ohjelmistojen ja kustannusten laskun takia, ajantasaisen tiedon saamista markkinatrendeistä sekä muuttuvista lainsäädännöistä, kuten esimerkiksi tiedonhallinnan ja -säilytyksen rajoituksista sekä kuljetusten seurannasta.

Yleisimmät käytössä olevat ICT-järjestelmät ovat sähköposti, internet, erilaiset ryhmätyösovellukset sekä sähköiset tiedonsiirtojärjestelmät (EDI) (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Sähköpostin, internetin ja ryhmätyösovellusten avulla lisätään pääsääntöisesti organisaation sisäistä sekä hieman ulkopuolisten sidosryhmien välistä kommunikaatioita.

EDI puolestaan mahdollistaa erilaisten rakennetietojen sähköisen siirtämisen sovitulla viestistandardeilla, yhdestä tietokonesovelluksesta toiseen, yhdistäen toimitusketjun osapuolia mahdollisimman vähäisellä ihmisen väliintulolla (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Käytännössä tämä tarkoittaa tiedon ja informaation jakamista niin organisaation sisällä, kuin toimitusketjun eriosapuolten välillä tehokkaammin ja pienemmällä virheiden mahdollisuudella. Tämä mahdollistaa organisaation resurssien, erityisesti ihmispanostuksen, vapautumista toisiin liiketoiminnan tehtäviin kuten esimerkiksi asiakaspalveluun.

EDI-järjestelmät pystyvät tukemaan organisaation muitakin logistiikkaprosesseja, kuten organisaation strategista suunnittelua ja varastonhallintaa (Gunasekaran & Ngai, 2003). EDI on tutkituimpia käytössä olevia logistiikan ICT-järjestelmiä ja niiden nähdään olevan suurimmalta osilta organisaation toimintaa tukevia ja tehostavia järjestelmiä. Tietysti EDI-järjestelmissä on hyvä muistaa, että onnistuneen integroinnin saavuttamiseksi tulee organisaatiolla olla selkeä käyttötarkoitus, oli se sitten varastonhallinnan tai viestinnän tehostamisessa. EDI nimittäin tuottaa hyötyä yleensä sille osalle liiketoiminta prosesseja mihin se on integroitu, kuten Gaba (2023) toteaa.

2.2.2 Datankeräysjärjestelmät

Datankeräysjärjestelmillä pyritään keräämään tietoa ja dataa logistiikkaprosesseista, hyödykkeistä ja esimerkiksi muuttuneista kuljetusreiteistä. Tämä data kerätään siis talteen ja muutetaan organisaatiolle käyttökelpoiseen informaation muotoon tukemaan esimerkiksi päätöksentekoa, erilaisia suunnittelutehtäviä, tilausten-, varaston- ja pakkaustenhallintaa sekä esimerkiksi myyntikysynnän ennustamiseen (Raja & Venkatachalam, 2022).

Yleisimmin logistiikka-alalla organisaatiosta riippumatta käytettyä järjestelmää voidaan pitää barcode- eli viivakoodilukijaa. Viivakoodilukijaksi voidaan myös luokitella QR-koodinlukijat. Nämä lukijat lukevat tuotteen viivakoodin ja lähettää dataa takaisin isäntäkoneelle tai palvelimelle, jossa sitä päästään käyttämään esimerkiksi varastonhallintaan. Nämä viivakoodinlukijat ovat siis erityisesti suuressa roolissa tilausten ja lähetysten hallinnassa erityisesti työpanostuksen vähentämisessä (Raja & Venkatachalam, 2022). Viivakoodinlukijat ovat siis yksinkertainen ja halpa ratkaisu tuotteiden-, lastauksen-, palautusten- ja varastonhallintaan sekä tukemaan organisaationsuunnittelua, kuten myös Kilpala ym. (2005) tuovat tutkimuksessaan esille.

RFID eli radio frequency identification, on uusi viivakoodinluku-järjestelmä. Se eroaa edeltäjistään siinä, että sillä on kyky ottaa vastaan tietoa useasta eri tunnisteesta kerralla, sekä uudelleenkirjoittaa jo olemassa oleviin tunnistisiin (Popova, Abdullina, Danilov, Marusin, Marusin, Ruchkina & Shemyakin, 2021). RFID-tunniste, jonka RFID-lukija lukee, koostuu mikrosirusta, jolle tallennetaan tietoa, sekä miniatyyriantennista, jota tunniste käyttää tuotteen tietojen lähettämiseen ja vastaanamiseen (Popova ym., 2021). RFID-järjestelmien päätavoitteena voidaan pitää varaston kustannusten vähentämistä ja työn automatisointia. Tämä onnistuu esimerkiksi RFID:n tuottaman paremman näkyvyyden vähentämisen inventaarin sekä tuotteiden kesken kaiken loppumisen estäminen (Raja & Venkatachalam, 2022). Lisäksi etuina voidaan nähdä muihin viivakoodi-järjestelmiin ryhmätoimintojen suorittamisen, jolloin vähennetään käsittelyaikoja, tunnistemuisti, jossa voidaan käsitellä ja muokata tietoja ilman, että tuotteen sähköisen tunnisteiden hävittämistä, inhimillisten virheiden vähentyminen sekä reaaliaikaista tietoa organisaatiotapahtumista, tukien "just-in-time"-periaatetta (Popova ym., 2021).

Nämä edellä mainitut teknologiat tukevat varastonhallintajärjestelmien (WMS) toimintoja. Nämä järjestelmät tarjoavat reaaliaikaista tietoa varaston tavaravirroista (Helo & Szekely, 2005). Viivakoodinlukulaitteet siis tuottavat tietoa WMS-järjestelmille, jotka tuottavat tarvittavaa tietoa organisaatioille esimerkiksi tukemaan optimaalisen tilan, työvoiman ja välineiden käyttöä sekä tilausten ja täydennysten tekoa. Nämä toimenpiteet lisäävät tarkkuutta ja vähentävät työvoiman tarvetta sekä helpottavat automatisaation integrointia varastoihin (Helo & Szekely, 2005). WMS-järjestelmät ovat kuitenkin käytössä yleisimmin vain suuremmilla organisaatioilla (Viswanadham & Gaonkar, 2001).

Datankeräysjärjestelmiin kuuluu vielä paikkatietojärjestelmä eli GIS. Järjestelmän tarkoituksena on integroida laitteisto, ohjelmistot ja data maantieteellisen tiedon hallintaan, keräykseen, analysointiin ja esittämiseen (Azaz, 2011). GIS-järjestelmät auttavat tarkastelemaan ja tulkitsemaan erilaisia suhteita, malleja ja trendejä karttojen, raporttien ja kaavioiden muodossa (Azaz, 2011). Logistiikan näkökulmasta GIS-järjestelmät pystytään yhdistämään organisaation muihin tietojärjestelmiin tukemaan logistiikka toimintojen suunnittelua, kuljetusten paikannusta sekä toimitusten suunnittelua. Käytännössä GIS-järjestelmät antavat organisaation logistiikan johdolle työkaluja vähentää "jätettä" ja ylijäämää, työvoimaa, polttoainekustannuksia sekä tarjota parempaa asiakaspalvelua, esimerkiksi kuljetuksen tila päivityksillä (Azaz, 2011).

2.2.3 Paikannus- ja seurantajärjestelmät

Paikannus- ja seurantajärjestelmillä on merkittävä rooli organisaatioiden logistiikkaprosesseissa. Näiden järjestelmien tarkoituksena on paikantaa ja seurata, esimerkiksi kuljetusten sekä hyödykkeiden tilaa ja sijaintia. Ne tuottavat tärkeää tietoa organisaation johdolle päätöksenteon ja suunnittelun tukemista. Samoin niiden tarkoituksena on lisätä logistiikkaprosessien läpinäkyvyyttä sekä tehostamaan että parantamaan organisaatioiden asiakaspalvelua.

Yleisimpiä käytössä oleva paikannusjärjestelmä logistiikka-alalla on maailmanlaajuinen paikallistamisjärjestelmä eli GPS (Kilpala ym., 2005). GPS-tekniologia on käytössä yleisesti ottaen melkein kaikilla logistiikka organisaatioille koosta riippumatta. GPS yleinen käyttö selittyy sen suhteellisesta kustannustehokkuudesta reaaliaikaisen logistiikkatiedon tuotannossa. Samoin myös logistiikan valvonta on helpottunut GPS-tekniologian avulla (Raja & Venkatachalam, 2022). GPS:n avulla esimerkiksi seuraamaan kuljetuksia ja toimituksia sekä hallitsemaan organisaation useampaa ajoneuvoa kerralla esimerkiksi ajosuunnittelun kannalta. Samoin GPS-tekniologiaa voidaan pitää organisaation muiden teknologioiden kehittämistä tukevana työkaluna (Raja & Venkatachalam, 2022). GPS nähdäänkin tuovan läpinäkyvyyttä logistiikkaprosessien jokaiseen vaiheeseen. Samoin nykyiseltään tehokaslogistiikka palvelu on riippuvainen tarkan ja ajankohtaisen tiedon saannista (Raja & Venkatachalam, 2022).

GPS-lisäksi on olemassa erilaisia nettipohjaisia ratkaisuja organisaatioille kuljetusten ja tilausten seurantaan. Esimerkiksi erilaiset ajoneuvojen sisäiset onlineseuranta järjestelmät ovat vaihtoehto perinteisille GPS-ratkaisuille (Gunasekaran & Ngai, 2003). Lisäksi nämä erilaiset nettipohjaiset ratkaisut helpottavat yhteistyötä organisaatioiden sisällä ja välillä, sekä toimitusketjun eritoimijoiden välillä (Wagner, 2009, s.208). Esimerkiksi kuljetusten suunnittelu ja seuranta koko toimitusketjun läpi helpottuu nettipohjaisten seurantajärjestelmien avulla, vaikka kuljetuksesta vastaisi useampikin organisaatio. Merkittävänä etuina nähdään myös asiakaspalvelun tehostuminen. Asiakas voi esimerkiksi saada reaaliaikaista tietoa tilauksena tilasta sekä mahdollisesta toimitusajasta.

2.2.4 Transaktiojärjestelmät

Transaktiojärjestelmillä on tarkoitus tukea organisaation erilaisia transaktiotoimintoja. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset ostot, myynnit sekä tilaukset ja ulkoistukset. Nämä järjestelmät pyrkivät tehostamaan ja laskemaan transaktiokustannuksia organisaation toiminnassa sekä parantaa organisaatioiden välistä kommunikaatioita.

Näistä yleisimpänä on jo edellä mainittu EDI-järjestelmät, jotka siis tehostavat kommunikaatioita organisaatioiden välillä sekä vähentävät ihmispanostuksen tarvetta tiedon ja toimintojen jakamisessa. EDI-järjestelmien lisäksi logistiikka organisaatioilla on myös käytössä erilaisia interaktiivisia puhelinjärjestelmiä (Somuyiwa & Adewoye, 2010), joiden avulla pysytään standardisoimaan niin organisaation sisäistä kuin toimitusketjun välistä kommunikaatioita, tehostaakseen toimintoja sekä virheiden ja epäselvyyksien vähentämistä. Samoin näillä järjestelmillä pyritään pitämään tiedon jako nopeampana sekä läpinäkyvämpänä.

Kolmantena merkittävä logistiikka-alan transaktiojärjestelmänä voidaan pitää erilaista e-kaupankäyntiä. Näistä esimerkkinä voidaan pitää erilaiset sähköiset organisaatioiden väliset markkinapaikat sekä organisaatio-kuluttaja online-myynti (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Näiden tarkoituksena on siis tehostaa transaktioiden tekemistä eri osapuolten välillä, kun ne tapahtuvat sähköisesti helpottaen esimerkiksi varojen siirtämistä, tositteiden ja dokumentaation

tekemistä ja automatisointia. Lisäksi esimerkiksi organisaatioilla on mahdollisuus näillä markkina paikoilla tehdä sopimuksia suoraan logistiikkapalveluntuottajien kanssa sekä ulkoistaa toimintaansa heille (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Nämä markkinapaikat toimivat siis ikään kuin logistiikan ja toimitusketjujen informaation ja transaktioiden solmukohtina (Viswanadham & Gaonkar, 2001).

2.2.5 Operationaaliset suunnittelujärjestelmät

Operationaalisten suunnittelujärjestelmien tarkoituksena on tukea organisaation suunnittelutoimia. Näitä toimia on esimerkiksi erilaiset toimittajasuhteiden valinnat, tuottamisen- ja valmistuksensuunnittelua sekä kuljetustensuunnittelua. Tarkoituksena on siis pyrkiä lisäämään organisaation tuottavuutta sekä vähentämään ylijäämää esimerkiksi varastoissa ja tuotannossa.

SCM tarkoituksena on käytännössä lisätä tuottavuutta vähentämällä kokonaisinventaarin kokoa ja tilausten käsittely aikaa. Yhtenä tehokkaimpana, sekä organisaation tietojärjestelmäarkkitehtuuriltaan vaativimpana, suunnittelujärjestelmistä lienee toimitusketjun hallintajärjestelmät. Näiden järjestelmien tarkoituksena on tukea organisaation tulevaisuuden suunnittelua sekä aikataulutusta esimerkiksi valmistuksen, kuljetuksen, jakelun ja myynnin kautta (Helo & Szekely, 2005). Tämä toteutetaan siis eri toimituskanavien kulun hallintaa tuottajan ja jakelijan kautta loppukäyttäjälle. Nämä järjestelmät yleensä hankitaan organisaatioille valmiina paketteina, joten talonsisäistä kehittämistä harvemmin tarvitaan, mikä parantaa järjestelmän tuottavuutta. Konkreettisia hyötyjä näillä järjestelmillä on esimerkiksi palvelutason parantuminen, tuotantokierroksen optimointi, varaston pienentäminen, tuottavuuden ja kannattavuuden nousu sekä parantunut tuotantoprosessien hallinta (Boiko ym., 2019). SCM-järjestelmät pystyvät tukemaan suunnittelua luomaan optimaalisia suunnitelmia muun muassa teknologian käytölle yksityiskohtaisesti, mitä, milloin ja missä järjestyksessä toiminnan tulisi täyttää, huomioiden kapasiteetin, raaka-aineiden ja materiaalien rajallisuuden sekä tarpeen vaihtaa tai päivittää laitteita (Boiko ym., 2019). SCM-järjestelmät tuottavat siis suunnattomasti dataa (Helo & Szekely, 2005), joten sen optimaaliseen käyttöön tarvitaan myös erinäisiä järjestelmiä tukemaan SCM:n toimintaa. Näistä esimerkkinä voidaan pitää ERP ja APS- järjestelmiä (Starostka-Patyk, 2021).

ERP-järjestelmät eli toiminnanohjausjärjestelmät (enterprise resource planning) integroivat organisaation informaation ja informaatiopohjaiset prosessit (Seethamraju, 2009). Kuten aiemminkin esille nousikin, on ERP-järjestelmillä suuri rooli myös logistiikkaprosessien tehostamisessa. Näistä voidaan pitää esimerkkinä esimerkiksi organisaation e-logistiikka kehysten toimintoja, materiaalin hallintaa, henkilöstöresurssi- ja finanssikontrollia, monisivu ja -kieliset toiminnot, integroitu datan säilöntä sekä kehittyneet raportointi ominaisuudet. ERP-järjestelmän integrointi muihin organisaation käyttämiin logistiikkatietojärjestelmiin parantaa datan ja informaation käsittelyä sekä jakamista ja näiden lisäksi yhdistänyt niin organisaation sisäisiä kuin toimitusketjun välisiä toimintoja sekä osia, tehostaen ja tukien tasaisen liiketoiminnan toteuttamista (Wagner,

2009, s.208). Yksi näistä järjestelmistä SCM lisäksi, joka tukee organisaation suunnittelua, on APS (advanced planning system) eli kehittynyt suunnittelujärjestelmä. APS, integroituna muihin organisaation tietojärjestelmiin, parantaa toimitusketjun rakenteellista- ja muuta suunnittelua sekä käyttöä. Tämä mahdollistaa esimerkiksi suorituskyvyn mittaamista toimitusketju eri osapuolten osalta (Somuyiwa & Adewoye, 2010), antaen näin arvokasta informaatiota päätöksenteon tueksi.

Muita toimitusketju suunnitteluun käytettyjä järjestelmiä on muun maussa CAD (computer aided design) , CAE (computer aided engineering) ja AI eli tekoäly (Somuyiwa & Adewoye, 2010). CAD- ja CAE-järjestelmiä käytetään pääasiassa erilaisiin analysointi, muokkaus ja optimointitehtäviin toimitusketjun suunnittelussa. Tekoälyllä on tarkoitus korvata ihmiselle helpot rutiininomaiset tehtävät automaatiolla. Logistiikan ja toimitusketjun näkökulmasta tämä tarkoittaa esimerkiksi tilausten muokkauksia, jälleen reititykset kuljetuksille, varastonhallintaa sekä kysyntäennusteiden tekemistä (Raja & Venkatachalam, 2022).

Logistiikka-alan kehitys sekä yleistyvä logistiikkatoimintojen ulkoistaminen on myös tuottanut uusia järjestelmiä toimittajasuhteiden hallintaan. Nämä toimittajasuhteenhallintajärjestelmät (SRM) suunnittelevat ja hallinnoivat vuorovaikutuksia toimitusketjun eri organisaatio osapuolien kanssa, jotta vuorovaikutuksen arvo saadaan maksimoitua (Starostka-Patyk, 2021). Tarkoituksena on siis kehittää organisaatioiden välistä kommunikointia, jotta voidaan saavuttaa korkeampaa tuottavuutta sekä innovaatioita, kuin mihin yksittäisen organisaation resursseilla on mahdollista.

Toimitusketjunhallinnassa auttaa myös MRP- ja MRPII-järjestelmät. Nämä materiaalintarvelaskentajärjestelmät ovat erityisesti pienten ja keskisuurien organisaatioiden käytössä, ja niitä käytetään tuotannonsuunnittelussa ja sitä koskevien päätösten tukemisessa tuottamalla dataa (Starostka-Patyk, 2021). Tuotannonsuunnittelu helpottaa organisaatioita varmistamaan oikean määrän materiaalia tuotantoon, pitämään varaston pienimpänä mahdollisena kustannustehokkuuden takia sekä tukemaan kuljetusten ja tilausten suunnittelua.

Logistiikka organisaatioiden operatiivisiinsuunnittelutehtäviin kuuluu, kuten aiemminkin on esille noussut, kuljetusten suunnittelu ja hallinta. TMS-järjestelmät eli kuljetushallintajärjestelmät käyttävät eri teknologioita kuljetusten suunnitteluun, toteuttamiseen sekä optimointiin (Iyer, 2021). Näillä toimenpiteillä on siis tavoite vähentää kustannuksia, lisätä polttoainetehokkuutta, vähentää kuljetusten kestoja sekä parantaa asiakaspalvelua. Näitä järjestelmiä on yleisesti ottaen käytössä koko logistiikka-alalla, mutta ne ovat keskittyneet enemmän suuremmille organisaatioille, jotka voivat yhdistää niitä muihin järjestelmiinsä kuten WMS- ja reitioptimointijärjestelmiinsä (ROS). Muita käytössä olevia suunnittelujärjestelmiä, jotka tukevat TMS-järjestelmien käyttöä, ovat esimerkiksi FMS- (fleet management systems), DOM- (distribution order management system) ja DVM-järjestelmät (driver & vehicle management). Näitä voidaan pitää kuin eräinä lisäosina tukemaan muiden, esimerkiksi TMS-järjestelmän toimintoja.

2.2.6 Logistiikan ja sen tietojärjestelmien tulevaisuuden näkymät

Logistiikka, kuten muutkin liiketoiminnan muodot ja organisaatiot, käy läpi jatkuvaa kehittymistä. Logistiikan tulevaisuus näyttää olevan entistä enemmän sidoksissa tietojärjestelmiin ja erilaisiin tietoteknisiin järjestelmiin. Tieto- ja viestintä teknologia (ICT) tulee tulevaisuudessa olemaan nykyistä suuremmassa roolissa niin organisaatioin sisäisissä, kuin organisaatioiden välisissä prosesseissa. Industry 4.0 pohjalta on noussut esiin uusi logistiikan muoto logistics 4.0. Industry 4.0 puhuttaessa on käytetty termiä ”neljäs teollinen vallankumous”, jossa käytetään digitaalisia tuotemalleja, jotka muodostetaan suurelta osin asiakkaiden vaatimusten perusteella ja valmistetaan äly-tehtaissa (Witkowski, 2017). Logistiikka 4.0 on verrattavissa e-logistiikkaan ja se perustuu digitaalisiin teknologioihin (ks. TAULUKKO 1), joiden avulla pyritään vastaamaan asiakkaiden kasvaneisiin vaatimuksiin toimituspäivien ja läpimenoaikojen suhteen (Lagorio, Cimini, Pinto, Cavalieri, 2023).

Näistä teknologioista merkittävimpänä ja lähimpänä tulevaisuudessa tulee olemaan 5G-teknologia, jonka kasvaneella datanopeudella ja luotettavalla viestinnällä voidaan parantaa useita logistiikkaprosessien haasteita. 5G:n lisäksi ja sen toimintoja tukevia teknologioita ovat IoT eli internet of things, Big data ja pilvipohjaiset järjestelmät (Witkowski, 2017).

IoT:lla tarkoitetaan fyysisten laitteiden, ajoneuvojen, rakennusten ja älylaitteiden yhteen liittämistä yhteiseen verkkoon datan ja tiedon keräämistä sekä jakamista varten (Boiko, Shendryk & Boiko, 2019). IoT tarjoaa uusia mahdollisuuksia organisaatioille logistiikkaan erityisesti suorituskyvyn osalta. Witkowski (2017) nostaa esimerkiksi kuorma-auton, jota voidaan ohjata automaattisesti suorittamaan tiettyjä ennalta määritettyjä toimenpiteitä maksimoidakseen polttoainetaloudellisuuden kuljetuksissa. Lisäksi esimerkiksi IoT mahdollistaa kuljetusten yhdistämistä toimitusketjun läpi, erilaisilla toimenpiteiden automatisoineilla, virheiden ennustamisilla sekä eri prosessien suunnitteluilla, tehostaen ja parantaen kuljetusten turvallisuutta. Samoin esimerkiksi varastoinnissa käytetty IoT:n avulla voidaan luoda älyvarastointia, -hyllyttämistä ja -jäljittämistä. Näillä pystytään poistamaan kysymys ”missä pakettini menee” (Witkowski, 2017).

Big Datan avulla pyritään hallitsemaan IoT-käytöstä syntyvän suuren data määrää sekä sen käytettävyyden parantamiseen (Witkowski, 2017). Tarkoituksena on siis erottaa tärkeä ja käsiteltävä sekä analysoitava tieto vähemmän tärkeästä. Tällä pyritään parantamaan johtopäätöstentekoa datan pohjalta sekä tukemaan tehokasta tiedon siirtoa liiketoiminnan tavoitteiden saavuttamiseksi. Big Data antaa siis erinäisille palveluntarjoajille mahdollisuuden optimoida omia logistiikkaprosessejaan, tehostaa ja parantaa asiakaspalveluaan sekä mahdollisuuksia kehittää liiketoimintamallejaan (Witkowski, 2017).

Lisäksi tulevaisuudessa tullaan näkemään niin tekoälyn (AI), pilvipalveluiden sekä lohkoketjuteknologian käyttöä ja integrointia logistiikka-alan prosesseihin ja palveluihin. Tekoälyllä tarkoitetaan koneen kykyä suorittaa kognitiivisia toimintoja, joita ihmiset pystyvät suorittamaan helposti kuten, päättelyä ja havaitsemista (Iyer, 2021). Tekoälyllä pystytään esimerkiksi tehostamaan varastointia, hyllytystä, ratkaisemaan reaaliaikaisia liikenteen ongelmia, kuten reitin

muutoksia, hallita logististenjärjestelmien ja tavaraliikenteen suunnittelua sekä toimintaa, aikataulutusta ja hallintoa (Iyer, 2021). Tekoälyn osina toimivat koneoppiminen, lisätty todellisuus sekä simulointi voivat mahdollistaa uusia logistiikan kuljetusmuotoja kuten esimerkiksi dronet, joilla voidaan kuljettaa paketteja asiakkaille ilman ihmispanostusta.

Lohkoketjuteknologia puolestaan tulee olemaan logistiikka prosessien ja sen informaation jakamisessa tärkeässä roolissa erityisesti turvallisuuden ja tietovuo-
tojen ehkäisemisen kannalta. Lohkoketjuteknologioilla voi siis varmistaa tietotur-
vaa hajautetuista ja avoimista ympäristöistä saaduista ja sinne jaetuista tie-
doista (Lagorio ym., 2023), joita suurin osa esimerkiksi toimitusketjun tietojärjes-
telmistä ovat. Tämä auttaa myös vastaamaan pilvipalveluiden ja pilvilaskennan
käytön kasvuun logistiikka-alalla. Näiden palveluiden lisätessä entisestään tie-
don jakautumista.

Kategoria	Digitaalinen keksintö
Data	Datan keräys ja käsittely Logistiikan ohjaustornit Lisätty todellisuus
Uudet fyysisen logistiikan menet	Kuljettajattomat ajoneuvot Käsittely robotiikka Dronet
Digitaalisten alustojen markkinapaikat	Suuret rajat ylittävät alustat Jaettu kuljetuskapasiteetti Jaettu varastokapasiteetti Joukkoistaminen

TAULUKKO 1 Esimerkki erilaisista logistiikka 4.0 käyttämistä teknologioista (Shadibekova & Ismoilov, 2021, s.690).

3 LOGISTIIKKATIETOJÄRJESTELMIEN UHAT JA HAASTEET

Tässä kappaleessa syvennytään logistiikkatietojärjestelmien aiheuttamiin uhkiin sekä heikkouksiin organisaatioissa ja niiden toiminnoissa. Lisäksi pohditaan mitä tulevaisuuden haasteita voi ilmetä logistiikkatietojärjestelmille.

Logistiikkatietojärjestelmän toiminta häiriöt tai tehoton toiminta voi johtaa esimerkiksi viivästyksiin tuotteiden täydentämisessä varastoon, heikentää organisaation tehokasta toimintaa sekä johtaa merkittäviin pääoma investointeihin ongelman korjaamiseksi (Gaba, 2023). Logistiikkaprosessien riskit voidaan jakaa organisatorisiin, informaatio, toimittajien ja partnerien väliseen, asiakas, markkina, kuljetus ja ylivoimaiseen riskiin, esimerkiksi luonnonkatastrofi (Barmuta, Rusakova & Malkhasyan, 2022). Tässä kappaleessa nämä riskit on jaettu niiden vaikuttavuuden mukaan spesifisyyteen, digivastaisuuteen, IT- ja organisaatioinfrastruktuuriin, asiakaskokemukseen, kustannusriskiin, tietoturvaan sekä kyberhyökkäyksiin. Jaottelu on tehty aineiston perusteella eniten esille nousseille ongelmatyypeille, sekä selkeyden takia, sillä yksittäinen LIS-järjestelmä voi olla altis useammallekin ongelmatyypille.

3.1 Spesifisyys

Spesifisyydellä tässä kontekstissa tarkoitetaan logistiikkatietojärjestelmille tyypillistä pirstaleisuutta, jossa jokaisella organisaatioilla on omat järjestelmät käytössä, sekä standardoinnin puutetta. Lisäksi muita spesifisyyden ongelmia ovat saatavilla olevien ratkaisujen puute, vaikea integrointi, monimutkaisuus sekä tiedottomuus, mitä järjestelmällä oikeasti haetaan organisaation liiketoimintaan.

Pirstaleisuudella tarkoitetaan siis logistiikka-alalle tyypillistä järjestelmien pitämistä organisaatio kohtaisina (Raza, Woxenius, Vural & Lind, 2023), ilman

laajempaa alustojen tai järjestelmien jakamista muiden organisaatioiden kanssa. Tämä on ongelma useastakin näkökulmasta. Ensinnäkin, kuten aiemmin tutkielmassa todettiin, toimitusketjun sekä organisaation logistiikkaprosessien tehokas toiminta vaatii informaatiota ja sen jakamista. Jos jokaisella organisaatioilla on käytössään omat järjestelmät, on informaation tehokas jakaminen haasteellista ja tämä tuottaa ongelmia koko toimitusketjun ja organisaation toiminnassa (Wagner, 2009, s.121). Toisena ongelmana voidaan nähdä myös kustannusten kasvu johtuen niin kutsuttujen talonsisäisten ratkaisujen vaikeasta ja kalliista implementoinnista (Burbridge, 1988). Burbridge (1988) lisää myös näiden talonsisäisten ratkaisujen olevan myös riskialttiimpia esimerkiksi, jos organisaation kyvyt käsitellä komplekseja järjestelmiä ja datankeräystä ei ole riittävät.

Näitä järjestelmien pirstaleisuusongelmia ovat lisänneet standardoinnin puute sekä saatavilla olevien valmiiden ratkaisujen vähyys. Standardoinnin puute vaikuttaa järjestelmien yhteensopimattomuuteen ja rajoittaa yleisesti teknologioiden adoptointia logistiikkaoperaatioihin (Raza ym., 2023). Esimerkiksi edellä mainittujen EDI-järjestelmien yksi heikkouksista on standardoinnin puute (Kilpala ym., 2005). EDI-järjestelmillä luodut viestintästandardit voivat siis olla organisaatiokohtaisia, näin ollen heikentäen organisaatioiden välistä kommunikointia.

Logistiikka-alalla on myös suhteellisen vähän valmiita järjestelmäpaketteja, joita organisaatiot voivat implementoida omaan toimintaansa. Esimerkiksi SCM-järjestelmät ovat yleisesti ottaen aina valmiita paketteja, mutta niiden ongelmaksi muodostuu yleensä yleispätevät asetukset ja toiminnot, jotka ovat vaikeasti muokattavissa vastaamaan yksittäisen organisaation tarpeita (Helo & Szekely, 2005). Valmiiden ratkaisujen vähyys vaikuttaa myös esimerkiksi organisaatioiden käyttämien järjestelmien toimintojen päällekkäisyyksiin, sekä datankeräysjärjestelmien tuottaman datan tehokkaaseen käyttöön ei löydy tarvittavia järjestelmiä (Helo & Szekely, 2005). Esimerkiksi WMS- ja TMS- järjestelmät pystyvät tekemään osittain toistensa toimintoja, mutta yleisesti ottaen tarvitsevat silti toisiaan (Helo & Szekely, 2005).

Lagorio ja muiden (2023) mukaan standardoinnin puute sekä vähäisten valmiiden ratkaisujen määrä, johtavat myös logistiikkatietojärjestelmien yhteen suurimpaan ongelmaan eli integroinnin vaikeuteen. Esimerkiksi kansainvälisessä logistiikassa tietojärjestelmien implementointi on haasteellista (Lagorio ym., 2023). ERP-järjestelmät ovat kasvattaneet suosiotaan juuri prosessien integroinnin ansioista. ERP-järjestelmät vaativat kuitenkin edelleen integrointia organisaation arkkitehtuuriin ja sen muihin teknologioihin, mikä vähentää toimitusketjun toimintojen dynaamisuutta ja muodostuu järjestelmän heikkoudeksi (Seethamraju, 2009).

Onnistunut logistiikkatietojärjestelmien integrointi on siis haasteellista, sekä spesifisyys aiheuttaa ongelmia esimerkiksi yhteistoiminnassa sekä teknologioiden valinnassa että käytössä. Yksi ratkaisu on selkeä tarve, joka organisaation on täytettävä. Käytännössä on siis hyvä tietää mitä haetaan ja miksi. Yleisemmät inhimilliset virheet, joita syntyy spesifisyyden takia teknologia hankinnoissa ovat aika dimension, fokuksen sekä johdon osallistumisen tarpeen

sivuuttaminen (Burbridge, 1988). Aika dimensiolla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu onnistuneessa implementoinnissa. Implementointi vaatii paljon aikaa ja organisaation tavoitteet voivat muuttua sekä ulkoiset tekijät, kuten kysynnän lasku ja inflaatio, voivat vaikuttaa teknologian tarpeeseen. Fokuksen tarpeella tarkoitetaan organisaation käyttötarkoitusta tietylle teknologialle. Logistiikassa on tärkeää ettei yhdellä järjestelmällä pyritä saamaan liikaa eri toimintoja (Burbridge, 1988). Yleisesti ottaen pitänee vastata kysymykseen, halutaanko halvempi hinta vai parempi asiakaspalvelu. Johdon osallistuminen myös tärkeää jo teknologioiden hankintavaiheessa. Johto pystyy antamaan selkeitä ohjeita sekä tavoitteista LIS-projektien läpivientiin (Burbridge, 1988) sekä avustamaan jatkuvassa logistiikkaprosessien tukemisessa (Gunasekaran & Ngai, 2003).

3.2 Digivastaisuus

Digivastaisuutta voidaan pitää myös yhtenä LIS-järjestelmien sekä niiden implementoinnin haasteista. Digivastaisuudella tarkoitetaan tässä kontekstissa esimerkiksi organisaation johdon haluttomuutta ja taidottomuutta perehtyä tai adoptoida uusia teknologioita organisaatioin toimintoihin (Raza ym., 2023). Tämä voi johtaa esimerkiksi organisaation käyttämän teknologian vanhentumiseen sekä vaikeuteen valita oikeita teknologioita sen eri prosesseihin.

Kuten muissakin tietojärjestelmä hankinnoissa, on myös LIS-järjestelmien hankinnassa organisaation johdon osallistumisella ja tuella suuri merkitys. Johdon digivastaisuus voi johtaa selkeän ja konkreettisen vision ja liiketoimintastrategian puuttumisen teknologioiden osalta, johtaen esimerkiksi tehottomaan toimintaan, ydinliiketoiminnan ja logistiikan välisiin yhteistyö ongelmiin sekä henkilöstön riittämättömään koulutukseen teknologian käytössä (Raza ym., 2023). Johdon digivastaisuus voi johtaa myös käytetyn teknologian vanhentumiseen, kun uusia tai olemassa olevia järjestelmiä ei haluta päivittää. Vanhentuneet järjestelmät vaikeuttavat esimerkiksi uusien järjestelmien integrointia ja yhteistyötä toimitusketjun muiden osapuolten kanssa (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Tämän lisäksi vanhentuneet teknologiat vähentävät organisaation ja sen järjestelmien tietoturvaa, niiden kasvaneen haavoittuvuuden takia (Boiko ym., 2019).

Organisaatioille haasteeksi LIS-järjestelmien implementoinnissa voi muodostua myös oikean teknologian valinta. Esimerkiksi ICT-teknologiat vaativat esimiesten ymmärrystä ICT-ratkaisujen rooleista, hyödyistä ja haitoista (Evangelista ym., 2013). Yleisesti ottaen teknologiahankinnoissa voidaan nähdä keskittymisen olevan johtotasolla nopeissa tuloksissa, kuten päätöksenteon nopeuttamisessa, rahallisessa hyödyssä, helppo käyttöisyydessä sekä kommunikaation tehostamisessa (Green ym., 2014). Green ja muut (2014) lisäävät näissä tähtäimissä olevan vaarana esimerkiksi organisaation dynaamisten kyvykkyyksien laskeminen, toimittaja- ja asiakassuhteidenhallinnan muutokset sekä vaihtokustannukset. Vaihtokustannukset on erityisesti hyvä tiedostaa, jotta esimerkiksi vältetään toimittajaloukulta (Green ym., 2014). Tämä saattaa aiheuttaa lisäkustannuksia organisaatioille, sekä vaikeuksia integroida uusia järjestelmiä organisaation IT-

infrastruktuuriin. Lisäksi valmiiden LIS-ratkaisujen kohdalla on myös hyvä tiedostaa palveluntarjoajan tarjoama tuki ennen sekä myös implementoinnin jälkeen (Evangelista ym., 2013). Näiden lisäksi johtotasolla on oleellista keskittyä myös teknologioiden laatuun sekä kestäväen kilpailuaseman luontiin LIS-järjestelmillä (Green ym., 2014).

Organisaation digivastaisuuteen voi vaikuttaa myös resurssiniukkuus. Uusien digitaalisten teknologioiden ja resurssien käyttöönotto vaatii organisaatioilta yleisesti ottaen suuria investointeja niin rahallisesti kuin ajallisestikin (Raza ym., 2023). Tämä voi myös osittain selittää miksi pienemmällä organisaatioilla ja LSP:llä on vähemmän integroituja teknologioita, kuin suuremmilla (Evangelista ym., 2013). Voidaan siis nähdä, resurssiniukkuuden sekä edellä mainittujen tekijöiden avulla, että organisaation kyky ja halukkuus suorittaa digitaalista muutosta vaihtelee organisaatioittain, ja liian vähäisen tietotaidon ja resurssien takia tämä muutos saattaa johtaa teknologioiden valintaan, jotka laskevat logistiikkaprosessien tehokkuutta, laatua sekä organisaation kilpailuasemaa.

Lopuksi digivastaisuuteen saattaa vaikuttaa lainsäädäntö ja lakimuutokset (Barmuta ym., 2022). Varsinkin rajat ylittävä logistiikka on altis erilaisille lakimuutoksille, esimerkiksi tietojen käsittelyjen ja logistiikan seurannan suhteen vaikeuttaen organisaatioiden toimintaa ja teknologia integrointia. Esimerkkinä voidaan pitää erityisesti satamatoimintaa. Inkinen, Helminen ja Saarikoski (2019) kertovat Suomen satamien olevan suhteellisen vähän digitalisoituneet verrattuna muihin maihin. Yhtenä suurimpina tekijöinä nähdäänkin juuri turvallisuutta koskeva lainsäädäntö ja säätely, mikä näkyy esimerkiksi viranomais- ja muissa vastuissa estäen digitaalisuuden adaptaatioita satamissa (Inkinen ym., 2019).

3.3 IT- ja organisaatioinfrastruktuuri

Organisaation sekä sen IT-infrastruktuurilla on myös vaikutusta LIS-järjestelmien tehokkaaseen käyttöön ja adoptointiin. Esimerkiksi ylihierarkkiset organisaatioilla saattaa puuttua kyky olla tarpeeksi avoin ja joustava LIS-järjestelmien tehokkaalle integraatioille (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Tätä ongelmaa saattaa jokseenkin vaikeuttaa myös esimerkiksi ERP-järjestelmät, jotka tukevat juuri tällaista hierarkkisia organisaatioita. Somuyiwa ja Adewoye (2010) lisäävät myös ERP-järjestelmien ja organisaatioinfrastruktuurin joustamattomuuden yhdeksi ongelmaksi. ERP-järjestelmät ja joustamaton IT- ja organisaatioinfrastruktuuri vaikeuttavat uusien teknologioiden integrointia sekä muutosten tekoa tulevaisuudessa (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Samoin joustamattomat organisaatiot voivat myös johtaa henkilöstön osaamattomuuteen teknologioiden tehokkaasta käytöstä.

Kuten aiemmin todettiin, joustamattomuus IT-infrastruktuurissa ja joustamattomat ERP-järjestelmät voivat haitata muiden tärkeiden järjestelmien integrointia organisaation toimintaan. Uusien järjestelmien vaikea integrointi voi johtaa myös vanhentuneeseen teknologiaan organisaatioissa, josta voi seurata

aiemmin mainittuja ongelmia. Esimerkiksi ICT-järjestelmien tehokas käyttö vaatii IT-infrastruktuurin toimimista (Kilpala ym., 2005). ICT-järjestelmät ovat merkittävä osa organisaatioiden välistä kommunikaatioita, joka on nykyisissä toimitusketjuissa eriarvoisen tärkeää. Nämä ICT-järjestelmät tukevat yhteistoimintaa toimitusketjussa, joissa kommunikaatio organisaatioiden välillä on erityisesti tärkeää riskienhallinnan kannalta, jossa toimitusketjun välinen tiedon jako ja käyttö on oleellista ennakkointia sekä muuta suunnittelua varten (Wagner, 2009, s.121). Tämän lisäksi myös organisaation sisäisissä toiminnoissa on tärkeää, että järjestelmät keskustelevat tehokkaasti keskenään. Esimerkiksi voidaan olettaa, että GPS-järjestelmien oikeellinen toiminta on oleellista TMS- ja ROS-järjestelmien toiminnassa, sekä esimerkiksi kuljetusten seurannassa. Samoin WMS-järjestelmien datapohjainen toiminta (Helo & Szekely, 2005), vaatii tehokkuuden parantamiseen luotettavaa tietoa esimerkiksi barcode- ja RFID-järjestelmiltä varaston tilasta, sekä lähtevistä ja tulevista hyödykkeistä.

Muuttuvat logistiikkaverkostot vaativat myös organisaation- ja IT-infrastruktuurin nopeaa kykyä mukautua uusiin tilanteisiin (Helo & Szekely, 2005). Helo ja Szekely (2005) korostavat erityisesti taipuvien IT-järjestelmien merkitystä tässä nopeassa muutettavuudessa ja integroinnissa. Tämä jatkuvasti muuttuva logistiikkaverkosto sekä lisääntynyt automaatio vaatii myös joustavien teknologioiden lisäksi organisaation IT-infrastruktuurilta tehokasta tietoinfrastruktuuria. Tärkeät tietoturvainfrastruktuurin osat, kuten palomuurit, ohjelmistojen salaaminen ja virusten havaitseminen, ovat merkittävässä osassa myös erilaisten tahallisten tietovuotojen sekä kyberhyökkäysten havaitsemisessa ja estämisessä (Chalermpong, 2021). Nykyiseltään siis logistiikkaorganisaatioiden tietoturvainfrastruktuurilla voidaan katsoa olevan entistä suurempi rooli, sillä tiedon, informaation ja datan määrä on jatkuvasti kasvava sekä organisaatioiden järjestelmät ovat yhä enenemissä määrin integroitu keskenään (Chalermpong, 2021). Logistiikka organisaatioiden IT-infrastruktuurit ovatkin siis herkkiä virheille sekä hyökkäyksille, kun yhteen osaan IT-infrastruktuuria tapahtuu vahingoittava häiriö voi se nopeasti levitä myös muihin osiin, johtuen esimerkiksi palveluiden tuottamisen ja tarjoamisen rajoituksiin (Serdar, Koç & Al-Ghamdi 2022).

3.4 Asiakaskokemus

Logistiikka-alalla kilpailullinen paine on kasvanut merkittävästi (Starostka-Patyk, 2021), ja tätä painetta on pyritty voittamaan esimerkiksi tehostamalla organisaatioiden teknologisia ratkaisuja, automaation lisäämisellä sekä järjestelmien integroinnilla keskenään. Näillä tekijöillä on myös pyritty parantamaan asiakaspalvelua. LIS-järjestelmien virheellinen tai puutteellinen toiminta voi johtaa myös asiakaskokemuksen laskuun. Jos LIS-järjestelmät eivät toimi oikein voi niistä seurata esimerkiksi myöhästyneitä ja puutteellisia palveluita, hidasta ja tehotonta toimintaa sekä kasvanutta tuotevaurioprosenttia (Gunasekaran & Ngai, 2003). Gunasekaran ja Ngai (2003) lisäävät, myös näiden voivan johtavaa asiakaskokemuksen laskuun niin välillisesti kuin välittömästi. Välittömästi

asiakkaille näkyy esimerkiksi kyvyttömyys tarjota toisiinsa linkitettyjä palveluita, ja välillisesti nousseiden käyttökustannusten, epätarkkuuden ja joustamattomuuden kasvuna vastata asiakkaiden muuttuviin kysyntävaatimuksiin.

Eryteisesti huomioita positiivisten asiakaskokemusten ylläpitämiseen tulisi kiinnittää LSP- ja e-logistiikka organisaatioiden. Näiden organisaatioiden varsinainen hyödyke on logistiikkapalvelut (Berglund, 1997) sekä e-logistiikassa nopeus ja vaivattomuus (G., 2019). Tästä syystä näille organisaatioille on oleellista, että LIS-järjestelmät toimivat luotettavasti ja arvoa tuottavasti niin niitä käyttäville organisaatioille kuin asiakkailleenkin. Näiden lisäksi käänteisenlogistiikan palveluiden tehokas, selkeä ja tarkka toiminta parantaa asiakaskokemusta (Starostka-Patyk, 2021). Esimerkiksi palautusten automaattinen käsittelyn tai esimerkiksi SCM-järjestelmän häiriö, voi johtaa tuotepalautusten myöhästymiseen tai niiden hyväksymisen estymiseen. Tästä voi organisaatioille, sekä pahimmassa tapauksessa asiakkaalle, seurata erilaisia resurssi kuluja, kuten henkilöstötyötuntien ylimääräistä kulumista.

Lopuksi myös asiakasvaatimukset voidaan nähdä yhtenä haasteena LIS-järjestelmien adaptaatioon ja ylläpitoon. Asiakasvaatimusten muuttuminen, kuten saatavuuden ja läpinäkyvyyden parantuminen alhaisemmalla hinnalla, sekä tietyt toimitusketjujen ja organisaation logistiikkaprosessien verkostoituminen eri systeemeillä, ovat lisänneet monimutkaisuutta ja painetta LIS-järjestelmien toiminnassa sekä niiden vaatimuksissa (Wagner, 2009, s.201). Wagner (2009) lisää myös, että näiden vaatimusten takia LIS-järjestelmät voivat muuttua liian monimutkaisiksi ja venyä liian monelle osa-alueelle organisaation liiketoimintaa. Tästä usein seuraa heikkouksia, kuten vahinko ja häiriö herkkyyksiä (Wagner, 2009, s.201). Näillä häiriöllä on, kuten aiemminkin on todettu, monia vaikutuksia niin organisaation kuin asiakkaiden toimintaa, resursseihin ja tyytyväisyyteen (Gunasekaran & Ngai, 2003).

3.5 Kustannusrikkit

LIS-järjestelmiin liittyy myös suurilta osin myös riski koskien kustannuksia, sekä tiedostettuja että tiedostamattomia. Suurimmalta osin esteinä LIS-järjestelmien hankinnassa ovat pitkistä implementaatioista johtuvat kustannukset (Somuyiwa & Adewoye, 2010) sekä mahdollisten muutoksien aiheuttamat kustannukset implementoinnin aikana (Barmuta ym., 2022). Eryteisesti talonsisäiset vaihtoehdot ovat kustannuksiltaan huomattavasti valmiita järjestelmäpaketteja suurempia (Burbridge, 1988). Toisaalta taas valmiissa järjestelmissä voi olla vaikeuksia integroinnin kanssa (Helo & Szekely, 2005), joten organisaatio voi joutua muokkaamaan omaa IT-infrastruktuuria tai tilaamaansa järjestelmää lisäten kustannuksia. Lisäksi valmiissa järjestelmäpaketeissa lisäkustannuksia, joita ei välttämättä oteta huomioon hankintavaiheessa, on operationaalisentuenkustannukset sekä ylläpitokustannukset (Somuyiwa & Adewoye, 2010). Lisäksi piilokustannuksia saattaa ilmetä organisaatioille tahallisen rahoituksen aliarvioinnin muodossa, varsinkin jos organisaatio on digivastainen (Somuyiwa & Adewoye, 2010).

Rahoituksen tarve saatetaan tahallisesti aliarvioida, jotta saadaan johdon hyväksyntä ja rahoitus uusille teknologiaimplementaatioille. Tästä tietysti seurauksena kasvaneet kustannukset, kun implementaatioprosessi ei pysykään budjetissa. Samoin oletus implementaation meneminen suunnitelman mukaan on yksi merkittävistä piilokustannusten tuottajista LIS-järjestelmissä (Somuyiwa & Adewoye, 2010).

Organisaatioille saattaa ilmetä kustannuksia myös LIS-järjestelmien sekä niiden implementaatioiden aiheuttamien organisaatioiden sisäisten ponnistelu- ja myötä. Näitä sisäisiä ponnisteluja ovat esimerkiksi henkilöstön (Lagorio ym., 2023) ja johdon koulutus (Chalermpong, 2021), infrastruktuurin muutokset (Lagorio ym., 2023) sekä esimerkiksi järjestelmien ja henkilöstön käytäntö kehitykset (Burbridge, 1988). Käyttäjien liialliset vaatimukset voivat ajaa myös yksinkertaisten järjestelmien kohdalla organisaation sisäisten kustannusten kasvua, esimerkiksi järjestelmien kasvavan monimutkaisuuden takia. Tästä esimerkkinä toimii asiakkaiden ja käyttäjien kasvaneet vaatimukset koskien RFID- ja barcode-järjestelmiä. Nämä vaatimukset ovat kasvattaneet näiden järjestelmien käyttöönotto- ja käyttökustannuksia huomattavasti (Popova ym., 2021).

Näihin kasvaneisiin vaatimuksiin voidaan myös vastata yhdistelemällä yhä useampia järjestelmiä toisiinsa parantaakseen asiakaskokemusta. Ongelmaksi organisaatioille yleensä muodostuu kuitenkin kasvavat kustannukset integraatioiden laajentuessa. Esimerkiksi mitä useampi osa tai järjestelmä kuuluu organisaation niin sanottuun LIS-näkyvyysalueelle, vaatii se myös lisäkustannusten kuten ICT-kustannusten huomioon (Burbridge, 1988). ICT-kustannukset ovatkin osaltaan melkein kaikissa integraatio prosesseissa otettava huomioon, jotta tehokas ja ajantasainen tiedonvaihto on mahdollista. Lisäksi monen järjestelmän yhdistäminen vaatii samanaikaista implementointia, kehitystä sekä tietysti valintaa (Gaba, 2023). Tästä seuraa kustannuksia sekä resurssien, kuten ajan, kulumista.

Muita kuluja voi ilmetä myös järjestelmien toimiessa tehottomasti tai väärin. Esimerkiksi yhä vahvemmin integroidut järjestelmät saattavat lisätä organisaation ja toimitusketjun logistiikkaprosessien seisahduksia (Seethamraju, 2009), jolloin tappioita syntyy organisaatioille niin rahallisesti, kuin maineellisesti asiakaskokemuksen laskemisen myötä. Varastonhallintaa voidaan pitää hyvänä esimerkkinä kustannusten kasvusta, kun LIS-järjestelmät pettävät. Varaston ylijäämä on yleisesti ottaen lisäkustannus organisaatioille (Barmuta ym., 2022). Erittäin organisaatioille, joille lean- ja "just-in-time"-ajattelu ovat liiketoimintaa ajavia voimia. LIS-järjestelmät, kuten WMS- ja RFID-järjestelmät, ovat mahdollistaneet nämä liiketoimintamallit (Popova ym., 2021), ja niiden pettäessä on organisaation tehokas toiminta vaikeaa, sekä kustannusten kasvu organisaatioille melkein väistämätöntä (Lewis & Talalayevsky, 1997), (Vaghani ym., 2022).

LIS-järjestelmien yksi keskeisimmistä markkinointikeinoista lean-ajattelun, tehokkaan toiminnan ja parantuneen asiakaspalvelun rinnalla on myös myynnin tehostuminen. Mlimbilan ja Mbamban (2018) tutkimus osoitti kuitenkin LIS-järjestelmien ja kasvaneen myynnin välillä olevan vain rajoitettu korrelaatio. Toisin sanoen voidaan kysyä oikeuttaako perustelut kasvavista tuloista kasvavien

kustannusten merkityksen LIS-järjestelmien implementaatiossa. Tätä ongelmaa voi lähestyä IT-paradoksin näkökulmasta. Gaba (2023) määrittelee IT-paradoksin olevan käytännössä kysymys siitä, onko uudet teknologiat ja järjestelmät hyödyllisiä vai aikaa ja rahaa vieviä. Tietysti on hyvä muistaa, kuten minkä tahansa uuden teknologian kanssa, että implementaatio ja käyttöönotto vie aikaa ja täyden tehon saaminen vaatii organisaatioilta pitkäjänteisyyttä. Siksi LIS-järjestelmien implementoinnissa ja adoptoinnissa johdon tulee, kuten aiemminkin on todettu, toimia pitkántähtäimen kanssa.

3.6 Tietoturva

Tietoturva on yksi LIS-järjestelmien heikkouksista. Lisääntynyt tiedon ja informaation määrä, siirto ja käsittely lisää aina tietoturvariskin määrää. Tämä näkyy organisaatioiden ja toimitusketjujen digitalisaation myötä. LIS-järjestelmien kohdalla ongelmiksi muodostuu tiedonsiirron turvallisuus (Vaghani, Sood & Yu 2022), viivästyneet ja epätarkat tiedot (Gunasekaran & Ngai, 2003). Aiemmin todettiin toimitusketjujen tehokkaan toiminnan vaativat yhteistyötä ja informaation jakamista. Ongelmaksi LIS-järjestelmien kohdalla muodostuu kuitenkin kysymys siitä, miten ja mitä tietoja organisaatio voi jakaa ilman intellektuaalisen omaisuuden tai markkina-asemansa heikentymistä (Seethamraju, 2009). Näiden lisäksi herää kysymys myös yksityisyyden suojasta. Miten organisaatiot voivat jakaa tietoa toiminnan tehostamiseen toimittajilleen, partnereilleen ja asiakkailleen, ilman kenenkään osapuolen yksityisyyttä suojaavan tiedon leviämistä (Lewis & Talalayevsky, 1997). Samoin uusien vaatimusten mukainen toimitusten seuranta voi johtaa ongelmiin, esimerkiksi kuljettajien seurannan kanssa. Raja logistiikan seurannan ja kuljettajien yksityisyyden kanssa on vaikeasti eroteltavissa (Lagorio ym., 2023).

Integraatio ja digitalisaatio siis lisäävät tietoturvariskiä, mutta samalla tehostavat toimitusketjujen ja organisaatioiden toimintaa. Pitkälle yhteen kytketyt järjestelmät organisaatioissa sekä toimitusketjussa voivat aiheuttaa tietoturvariskien lisäksi myös alttiutta erilaisille kyberhyökkäyksille (Raza ym., 2023). Tämä on ongelma hyökkäyksenäläisen organisaation lisäksi myös pahimmillaan kokonaisille kaupungeille ja maille, kun logistiikka organisaatioilla on tietosuojattua tietoa esimerkiksi kaupungin tai valtion kriittisestä infrastruktuurista (Serdar ym., 2022). Serdar ja ym. (2022) lisäävät myös organisaatioille olevan vastuu tarpeellisen resurssien ja kapasiteettien pitämisestä rajoittaa aiheuttamia vahinkoja, lisäten näin myös organisaation kustannuksia.

LIS-järjestelmät, varsinkin hallintajärjestelmät, eivät yleisesti ole laitteistoriippuvaisia. Tarkoittaen että ohjelmistoja ja järjestelmiä voi käyttää usealta laitteelta yhtä aikaa. Tietoturvaan tämä vaikuttaa, esimerkiksi käytön seurannan vaikeutumisenä (Chalermpong, 2021). Lisäksi tämä mahdollistaa henkilöstön omien koneiden ja laitteiden, kuten USB-tikun, käytön työpaikalla tai työkoneiden käyttöä kotona. Tästä seuraa helposti tietoturvariski, kun omien koneiden tietoturvasot eivät välttämättä ole organisaation tasolla, sekä organisaation

koneiden ja laitteiden käyttö työpaikanulkopuolella altistaa ne tietovuodoille (Chalermpong, 2021).

Informaationvarastointi on myös yksi tekijä, joka logistiikkaorganisaatioiden tulee ottaa huomioon tietoturva suunnitellessa. Koskien esimerkiksi tuote-, asiakas- ja työntekijätietoja, tulee ne varastoida jonnekin. Yleisesti ottaen valmiissa järjestelmäpaketeissa palveluntarjoaja ottaa vastuun tiedon turvallisesta varastoinnista. Talonsisäisissä vaihtoehdoissa taas keskitetyt tietokannat ovat alttiita hyökkäyksille ja luvattomalle käytölle (Jacyna, Gołębiowski, Szczepański & Wasiak 2017). Muita ongelmia talonsisäisillä tietokannoilla on Jacyna ja ym. mukaan fyysiset vauriot, haittaohjelmatartunnat ja virheellinen käyttö, jotka lisäävät tietoturvariskejä. Luvaton käyttö voi olla esimerkiksi hakkerointia ja haittaohjelmista yleisimpänä lienee spyware, jotka on naamioitu laillisiksi työkaluiksi, jotka kuitenkin kerää salaa tietoa koneelta ja tietokannoista vaarantaen organisaatio ja asiakastietoja sekä muokaten tietoturvalaitteiden ja järjestelmien kokoonpanoa ja asetuksia (Boiko ym., 2019). Virheellinen käyttö voi yksinkertaisimmillaan olla virheellisen datansyötön kaltaista, jossa ongelmaksi muodostuu kerätyn informaation vääristyminen haitaten organisaation toimintaa ja tulevaisuuden suunnittelua (Jacyna ym., 2017).

3.7 Kyberhyökkäykset

Kyberhyökkäykset ovat laittomia toimia, jotka toteutetaan erilaisten tietokonekanavien kautta ja niiden tarkoituksena on vaurioittaa tai tuhota tietokoneita, sähköisiä tiedotusvälineitä ja internet-verkkoja sekä hallinta- ja organisaatiojärjestelmiä (Alcaide & Llave, 2020). Kyberhyökkäykset voivat olla vakoilua, propagandaa, palvelunestohyökkäyksiä (DDoS), tietojen muokkausta ja infrastruktuuri manipulaatiota (ks. TAULUKKO 2). Kyberhyökkäysten määrä ja vaikuttavuus on kasvanut maailmanlaajuisesti koko logistiikka-alalla, ja kuten Alcaide ja Llave (2020) tuovat esille vuosien 2016 ja 2017 välillä tietoverkkorikollisuuden kustannukset organisaatioille kasvoivat 27,4 %. Lisäksi vuonna 2021 kyberrikollisuus maksoi maailmalle yli 6 miljardia dollaria vuodessa (Cybersecurity Ventures, 2019).

Kyberhyökkäykset merenkulkualalla	
Hyökkääjä	Organisoitu ryhmä; vakoiluryhmä tai kilpailija; talonsisäinen työntekijä; Phisher; vakoilu- ja haittaohjelma hyökkäys; terroristi; aktivisti; muut
Resurssi / tietämys	Riippuvainen hyökkääjästä ja kohteesta
Lähde sektorit	Kaupallinen lähde, paikallis- tai kansallinen hallitus, yksittäinen käyttäjä, muut
Hyökkäysentyyppi	Spam, kalastelu, vakoiluohjelmat, haittaohjelmat, hyväksikäyttö, botnet, kiristysohjelmat, käyttäjän manipulointi, kömpelö toiminta, misinformaatio, fyysinen vahingoittaminen, sisäinen hyökkäys, muut
Hyökkäyksen fundamentaalinen motivaatio ja tavoite	Haaste; poliittinen; teollisuus; vakoilu; taloudelliset ajurit; valtiollinen syyt; kosto; maine; vainoaminen; järjestelmien todentaminen niiden parantamiseksi; tahaton; uskonnollinen ja ideologinen; muut. Tiedot/tiedot (myynti, julkaiseminen, vanheneminen, tuhoaminen jne.); keskeytys/häiriö CI tai taloudet; lähetys/rahti (petollinen, liikenne jne.);
Kohde	Ala; rahoitus; hallitus / kansallinen; sotilaallinen; yksityishenkilö; muut

TAULUKKO 2 Esimerkki erilaisista kyberuhista merenkulkualalla (Alcaide & Llave, 2020,s.3)

Kyberhyökkäykset ovat siis myös uhka logistiikkaorganisaatioille, varsinkin LIS-järjestelmien osalta. Useiden valmiiden ja verkkopohjaisten LIS-järjestelmien, kuten SCM-järjestelmien, alttius kyberhyökkäyksille on suurempi, koska niihin pääsee helpommin vaikuttamaan verkkohyökkäysten kautta (Alcaide & Llave, 2020). Samoin nykyisellään lisääntynyt DevOps-kehittäminen altistaa organisaation ja sen järjestelmät kyberhyökkäyksille, koska nämä toteutukset jätetään niin sanotusti avonaisiksi pitemmäksi aikaa, jotta kehittäjät pääsevät niihin helpommin käsiksi (Boiko ym., 2019).

Kyberhyökkäykset voivat aiheuttaa myös tietomurtojen ja informaatiovaurakauden lisäksi fyysistä uhkaa organisaatioille sekä asiakkaille, että valtioille. Esimerkiksi merilogistiikassa, joka kattaa 90% kaikesta maailmanlaajuisesta kaupankäynnistä, kyberhyökkäykset voivat manipulaation ja sabotaasin avulla ajattaa rahtialuksia karille tai tukkia näiden avulla liikenteen solmukohtia. kuten erilaisia merikanavia (Alcaide & Llave, 2020). Samoin koko toimitusketjun toimintaa voidaan häiritä erilaisilla kyberhyökkäyksillä. Kuten Chalermpong (2021) toteaa, on kyberhyökkäyksillä kyky lamaannuttaa satamien toimintoja kuten purkua sekä lastausta, häiritsemällä niistä vastaavia järjestelmiä ja laitteistoa. Tästä seuraa myöhästymisiä koko toimitusketjussa, sekä yleisesti lisäkustannuksia virheiden korjaukseen (Chalermpong, 2021). Lisäksi kyberhyökkäysten avulla voidaan vahingoittaa ympäristöä esimerkiksi kasvattamalla organisaation kuljetusten ja muun toiminnan päästöjä (Alcaide & Llave, 2020).

Tästä johtuen yleisesti ottaen kyberturvallisuuteen ja -hygieniaan panostaminen (Chalermpong, 2021) ja niistä seuraavat kustannukset ovat esteenä LIS-järjestelmien implementoinnille osassa organisaatioita (Raza ym., 2023). Tämä panostus kuitenkin vähentää huomattavasti kyberuhkien määrää esimerkiksi poistamalla epävarmuutta (Boiko ym., 2019), sekä auttaa esimerkiksi käsittelemään kyberhyökkäysten aiheuttamia vääriä signaaleja, kuten paikannussignaalien, ja korruptoitunutta dataa paremmin (Alcaide & Llave, 2020).

3.8 Tulevaisuuden haasteet

LIS-järjestelmillä, tulevilla teknologioilla ja niiden implementoinneilla tulee todennäköisesti olemaan myös tulevaisuudessa haasteita ja uhkia. Tällä hetkellä, kuten aiemminkin tutkielmassa on mainittu, todennäköisimmät tulevaisuuden teknologiat ovat tekoäly (AI), esineiden internet (IoT), 5G, Big Data sekä lohko-*ketjuteknologia*.

Tekoälyteknologioissa suurimmat haasteet tulevat olemaan niiden suuret käyttöönottokustannukset (Raja & Venkatachalam, 2022). Lisäksi organisaatiot ovat nostaneet esille tekoälyteknologioiden erilaiset eettiset, sosiaaliset, taloudelliset ja oikeudelliset kysymykset (Iyer, 2021). Iyer (2021) lisää, esimerkiksi tekoälypohjaisten teknologioiden olevan kyberturvallisuus- ja tietosuojongelmia varsinkin, jos nämä yhdistävät autonomisiin ajoneuvoihin. Automaation johdosta tekoälyn eettinen ohjelmointi on tehtävä ennen käyttöönottoa, eikä se silloinkaan ole verrattavissa ihmisen päätöksen tekoon (Iyer, 2021). Näiden tekijöiden takia erilaiset tekoälyratkaisut ovat vaikeita organisaatioille.

IoT-teknologiolla suurimmat haasteet lienevät niiden yksityisyyden ja tietoturvan osalta (Raja & Venkatachalam, 2022). IoT-teknologiat ovat verkkopohjaisia ratkaisuja, sekä siihen liitetyt useat laitteet eivät välttämättä ole rakennettu turvallisuus edellä (Boiko ym., 2019). Lisäksi tämä useiden laitteiden liittäminen IoT-verkkoon voi tuottaa organisaatioille skaalautuvuus ongelmia, ja IT-infrastruktuuri vaati muutoksia, esimerkiksi koskien tietoturvaa (Alcaide & Llave, 2020). Monet toisiinsa liitetyt laitteet lisäävät järjestelmäkokonaisuuksien monimutkaisuutta, vähentäen näin käytettävyyttä sekä ylläpitoa ja lisäten käyttöönottoriskiä (Witkowski, 2017). Näiden tekijöiden takia myös kustannukset nousevat yhdeksi IoT-teknologian käyttönoton esteeksi logistiikkaorganisaatioissa (Raja & Venkatachalam, 2022).

5G-teknologioissa haasteet voidaan jakaa Lagorion ja ym. (2023) mukaan käytännössä kolmeen luokkaan integrointi muihin organisaation teknologioihin, kustannuksiin sekä yksityisyys ja turvallisuus kysymyksiin. Suurin ongelma 5G-teknologioiden integrointiin tulee olemaan standardoinnin puute, ja tämä näkyy erityisesti valtion rajat ylittävässä logistiikassa (Lagorio ym., 2023). Samoin pilvelaskentateknologiat kärsivät integrointiongelmista, kuten miten integroida organisaationoperaatioita pilveen (Raja & Venkatachalam, 2022). Kustannuksia syntyykin juuri näiden integraatio-ongelmien selvittämiseen, sekä uusien teknologioiden hinta sekä henkilöstön koulutus, ja näiden teknologioita tukevan uuden IT-infrastruktuurin hinta (Lagorio ym., 2023). 5G-teknologioiden parantama seurantakyvykkyudet herättävät myös kysymyksiä yksityisyyden osalta. Esimerkiksi miten kuljettajien ja pakettien seurantaan liittyvät yksityisyys ongelmat ratkaistaan (Lagorio ym., 2023).

Big Datan verkkopohjainen toiminta puolestaan vaatii yleensä myös muita teknologioita ja järjestelmiä, kuten IoT-teknologioita, tuottaakseen täyden hyödyn organisaatioille (Lagorio ym., 2023). Toisena ongelmana voi nähdä Big Datan menetelmät kuten tietolähteiden, saatavuuden ja suodatusprosessien valinta,

joita voivat aiheuttaa muutoksia kerätyn datan tuloksiin, resurssivaatimuksiin sekä tulevaisuuden suorituskyvyn ennustamiseen (Serdar ym., 2022). Toisin sanoen Big Datan keräämä data saattaa olla vääristynyttä, eikä näin ollen ole organisaation käytettävissä sellaisenaan.

Viimeisimpänä tulevaisuuden teknologiana toimii lohkoketjuteknologia, jonka suurimmat haasteet voidaan jakaa yhteen toimivuuteen, skaalautuvuuteen, teknologioiden lähentymiseen sekä turvallisuuteen (Vaghani ym., 2022). Vaghani ja ym. (2022) mukaan yhteen toimivuus ongelmat näkyvät esimerkiksi logistiikkaan liittyvien lohkoketjupohjaisten alustojen erilaiset käyttötarkoitukset. Lisäksi standardoinnin puute vaikuttaa alustojen väliseen vuorovaikutukseen, esimerkiksi miten alustat ovat vuorovaikutuksessa sekä miten vastapuoli ymmärtää vaihdetun tiedon (Vaghani ym., 2022). Valtion rajat ylittävä logistiikka myös vaikeuttaa entisestään lohkoketjuteknologian adoptointia. Skaalautuvuus ongelmat näkyvät esimerkiksi kasvaneena energiankulutuksena sekä laskentatehoina suurissa logistiikkaprosesseissa, jotka voivat johtaa korkeisiin viiveisiin tapahtumien raportoinnissa ja käsittelyissä (Vaghani ym., 2022). Tällä hetkellä lohkoketjuteknologian vaikutuksista ja häiriöistä logistiikka-alla tiedetään erittäin vähän (Raja & Venkatachalam, 2022), mutta kuten Vaghani ja ym. (2022) toteavat toimitusketjun tehokastoiminta vaatii teknologioiden lähentymistä, kuten IoT ja tekoälyn kehittymistä. Tämä on yksi haaste lohkoketjuteknologian adoptointiin nykyiseltään. Lopuksi herää vielä kysymys lohkoketjuteknologioiden turvallisuudesta. Näitä turvallisuusongelmia ovat kyberhyökkäykset, joilla voi vaarantaa koko älylogistiikka verkon toimintaa, sekä toimitusketjun jäsenillä ja sidosryhmillä voi olla pääsy jaettuun lohkoketjuun ja näin ollen saada luvatonta tietoa valmistajien, toimittajien ja kilpailijoiden toiminnoista (Vaghani ym., 2022).

4 POHDINTA

Logistiikka-ala on kasvanut yhdeksi merkittävimmäksi liiketoiminnan muodoksi maailmanlaajuisesti. Ennusteiden mukaan tulevaisuuden menestyvimmat organisaatiot tulevat olemaan logistiikka organisaatioita (Viswanadham & Gaonkar, 2001). Myös logistiikka-ala itsessään on käynyt läpi useita murroksia, joiden takia digitalisaatio ja erilaiset tietojärjestelmät ovat kasvattaneet merkitystä. Esimerkiksi kasvanut kilpailupaine on johtanut organisaatioita etsimään tapoja tehostaa toimintaansa sekä parantamaan kilpailuasemaansa. Lisäksi asiakkaiden kasvaneet vaatimukset, esimerkiksi prosessien läpinäkyvyydestä sekä oikea-aikaisista toimituksista, ovat lisänneet LIS-järjestelmien tarvetta logistiikassa. Samoin maailmanlaajuisen digitalisaation myötä myös logistiikka ja sen prosessit ovat sähköistyneet, kuten e-logistiikasta ja logistiikka 4.0:sta voi nähdä. Näissä logistiikanmuodoissa automaatio ja tietojärjestelmät ovat suuressa roolissa tehokkaassa ja onnistuneessa liiketoiminnassa.

LIS-järjestelmien hyödyt ovat vahvasti organisaatio- ja prosessikohtaisia, mutta yleisellä tasolla niillä pyritään parantamaan prosessi, kuljetus ja informaationkäsittelyn tehokkuutta, vähentämään organisaation kustannuksia sekä resurssitarpeita, kuten ajan tai työvoiman tarvetta, lisäämään tuottoja, parantamaan koordinaatiota organisaatioiden sisällä ja välillä, parantaa organisaation kykyä tehdä datapohjaisia päätöksiä, tehostaa informaation ja tiedon liikettä sekä vähentää riskejä ja onnettomuuksia.

LIS-järjestelmillä on kuitenkin heikkoutensa, sekä niiden tehon käyttö voi myös olla organisaatiolle haitallista. LIS-järjestelmien ongelmat voi yleisellä tasolla jakaa epätarkkuuteen, kustannus ja turvallisuus riskeihin, ihmiskontaktin puutteeseen, kyberhyökkäyksiin ja väärinkäyttöihin (ks. Liite 1). Jo ennen implementointivaihetta on organisaation tärkeä realistisesti tiedostaa mihin ja miten kyseistä järjestelmää tullaan käyttämään, mitä se tulee maksamaan sekä kauan sen implementointi tulee kestämään. Samoin organisaation johdon tulee olla mukana ja antaa tukensa LIS-järjestelmä hankinnoille. Muuten vastassa voi olla kallis ja aikaa vievä prosessi organisaatioille. Järjestelmien integrointi on myös LIS-järjestelmien haasteista. Miten saada uudet järjestelmät keskustelemaan vanhojen kanssa. Muuten ongelmien ratkaisuun ja infrastruktuurin muuttamiseen voi kuluja kohtuuttomia resursseja organisaatioilta. Lisäksi, jos järjestelmät eivät keskustele keskenään tai tiukasti integroitujen järjestelmien verkko, tai sen osa, pettää, voi tämä johtaa myöhästyksiin esimerkiksi hyödykkeiden lastaamisessa, lähettämässä, tilauksessa tai asiakaspalvelussa.

Toimitusketjujen tehokas toiminta vaatii juuri tätä tietojärjestelmien integrointia keskenään sekä nopeaa tiedonvaihtoa. Tästä nousee esille ongelma tietoturvasta ja yksityisyydestä. Miten jakaa toimitusketjulle tarvittavat tiedot ilman, että paljastaa oman organisaation liiketoimintatapoja tai muuta merkittävää tietoa. Samoin prosessien läpinäkyvyydessä ongelmaksi nousee esimerkiksi kuljettajien, asiakkaiden, toimittajien ja erisidosryhmien yksityisyyskysymykset. Lisäksi yksityisyyskysymyksiin ja tietoturvaan vaikuttaa myös organisaatioiden

henkilöstön tietotaidot koskien teknologiaa ja niiden käyttöä. Toisin sanoen LIS-järjestelmät eivät välttämättä itsessään nosta tietoturvariskin määrää, vaan niiden virheellinen käyttö nostaa. Tätä ongelmaa yleensä vaikeuttaa osalle logistiikkaorganisaatioille tyypillinen digivastaisuus, jossa teknologioille sekä niiden koulutuksille ei nähdä niinkään arvoa, johtaen erilaisiin tietoturva, yksityisyys sekä tehokkuusongelmiin. Digivastaisuus selittyy myös osittain logistiikka-alalle tyypillisten järjestelmien pirstaleisuutena ja spesifisyytenä, jolloin LIS-järjestelmät nähdään turhan monimutkaisina ja aikaa vievinä.

Osittain myös ihmiskontaktin puute nähdään ongelmana LIS-järjestelmille. Vaikka nämä järjestelmät yleisesti parantavat datan käsittelyä ja virheiden määrän laskua, voi ihmiskontaktin puute johtaa yksinkertaisenkin virheen läpimeenoon. Nykyisellään LIS-järjestelmillä on myös tapana tuottaa epätarkka tietoa, esimerkiksi kysynnän ennustamisessa, varastonhallinnassa tai reitinsuunnittelussa. Näistä virhetiedoista voi seurata esimerkiksi suuri varaston ylijäämä tai alijäämä, kassavirta ongelmia sekä heikentynyt asiakaspalvelu. Lisäksi ihmiskontaktin puute vaikeuttaa huomattavasti organisaatioiden välistä kommunikointia kasvattaen väärinymmärrysten ja informaatiokatkosten syntyä.

Viimeisimpänä, nykyiseltään yhä merkittävämmällä, haasteena ja uhkana toimii kyberturvallisuus. Kyberhyökkäykset ovat yleistyneet logistiikka-alalla, ja niiden merkittävyys sekä kustannukset ovat kasvaneet. Yleisimmillään LIS-järjestelmiin tehdyt hyökkäykset ovat erilaisia tiedonkalasteluyrityksiä tai palvelunestohyökkäyksiä. Toisinaan kyberhyökkäyksillä voidaan pyrkiä myös vahingoittamaan organisaatioita fyysisesti, esimerkiksi satamatoimintojen estämisellä tai rahtialuksen seisauttamisen tai karilleajo. Logistiikkaorganisaatioiden onkin hyvä panostaa omaan kyberhygieniaansa, niin oman toimintansa kuin varastoimensa tiedon turvaamiseksi. Logistiikkaorganisaatioilla onkin huomattava määrä tietoa ja informaatiota, joskus jopa valtion infrastruktuureista, joten tietoturvan tulee olla ajan tasalla tai vähintäänkin lainsäädännön mukainen. Kyberturvallisuus lieneekin yksi tärkeimmistä tulevaisuuden haasteista, jotka tulisi ratkaista. Muita tulevaisuuden teknologioiden käyttöönottoa rajoittaa tällä hetkellä integraatio-ongelmat, skaalautuvuus, monimutkaisuus, kustannukset, yksityisyyskysymykset sekä standardoinnin puutteet.

5 YHTEENVETO

Nykyiseltään logistiikkaorganisaatioiden merkitys maailmanlaajuisessa kaupankäynnissä on kasvanut. Samoin tietojärjestelmien käyttö organisaation liiketoiminnan toteutuksessa on lisääntynyt. Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää yleisimpiä käytössä olevia logistiikkatietojärjestelmiä, niiden käyttötarkoituksia sekä haasteita organisaatioille. Lisäksi tutkielmassa tarkasteltiin nykyistä logistiikka-alaa, sen prosesseja sekä tulevaisuuden näkymiä, joihin logistiikkatietojärjestelmät (LIS-järjestelmä) vaikuttavat. Tutkielmassa selvisi, että LIS-järjestelmät ovat tehokkaita työkaluja organisaation toiminnan ja kommunikaation tehostamiseen niin organisaation kuin toimitusketjunkin sisällä. LIS-järjestelmät voivat myös sujuvoittaa organisaatioiden välistä viestintää ja tiedonvaihtoa. Asiakaskokemuksen sekä -palvelun parantuminen on myös yksi merkittävimmistä LIS-järjestelmien integraatiota ajavista voimista.

Tutkielmassa pyrittiin siis vastamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. *Mitä tietojärjestelmiä logistiikka-alalla käytetään, sekä, millaiset niiden tulevaisuuden näkymät ovat?*
2. *Mitä haasteita näihin järjestelmiin liittyy organisaatiokontekstissa?*

Ensin tarkasteltiin erilaisia logistiikka-alan organisaatioita ja prosesseja sekä niiden muotoja. Tämän jälkeen siirryttiin selvittämään, mitä erilaisia logistiikkatietojärjestelmiä näihin prosesseihin liittyy. Lopuksi näiden järjestelmien pohjalta koottiin katsaus yleisimpiin ongelmiin ja haasteisiin koskien logistiikkatietojärjestelmien käyttöä ja käyttöönottoa.

Tutkielmassa havaittiin, että yleisimmin käytettävät LIS-järjestelmät voidaan jakaa tieto- ja viestintäteknologiajärjestelmiin (ICT), datankeräys-, paikannus- ja seurantajärjestelmiin, transaktio- ja operationaalisiin suunnittelujärjestelmiin. Näillä järjestelmillä on tarkoitus tehostaa, tarkentaa ja automatisoida eri logistiikkaprosesseja. Tulevaisuudessa logistiikka-ala tulee olemaan enenemissä määrin riippuvainen LIS-järjestelmissä alan siirtyessä yhä enemmän sähköiseen logistiikkaan, kuten e-logistiikkaan, jossa toimitetaan aineettomia palveluita ja hyödykkeitä. Samoin teknologiauudistusten myötä myös uudet teknologia adaptaatiot tulevat yleistymään myös perinteisimmissä logistiikkaprosesseissa.

Haasteet ja uhat LIS-järjestelmissä voidaan jakaa ryhmittäin spesifisyyteen, digivastaisuuteen, IT- ja organisaatioinfrastruktuuriin, asiakaskokemukseen, kustannusriskiin, tietoturvaan sekä kyberhyökkäyksiin. Tutkielmassa selvisi, että LIS-järjestelmien yleisimmät yksittäiset ongelmat organisaatioille ovat epätarkkuus, ylläpito- ja piilokustannukset, tietoturvallisuus, ihmiskontaktin puute, kyberhyökkäykset sekä väärinkäytöt. Tulevaisuudessa tulisi LIS-järjestelmien kehittämisessä keskittyä erityisesti standardointiin sekä yhteentoimivuuteen. Lisäksi osa nykyisistä järjestelmistä on turhan monimutkaisia ja vaikeasti integroitavissa logistiikkaorganisaatioiden nykyisiin järjestelmiin sekä IT-infrastruktuuriin.

Tutkielma suoritettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena, jossa pyrittiin siis kokoamaan synteesiä jo olemassa olevista lähteistä sekä kirjallisuudesta. Tämän tutkimuksen lähteinä toimivat erilaiset tieteelliset lehdet, kirjat ja konferenssijulkaisut sekä yksittäiset tutkimukset, jotka käsittelivät teknologioiden implementointia erilaisiin logistiikkaorganisaatioihin. Lähteiksi valittiin vähintään JUFO-1 luokituksen saavuttaneet ja vertaisarvioidut julkaisut.

Tutkielman aiheesta on tehtävä laajempaa tutkimusta, sillä haasteista ja syvemmistä ongelmista ei vielä ole paljoa tietoa. Lisäksi logistiikka-alalla, sekä yleisesti eri liiketoiminnan muodoilla, teknologioiden kehittyminen tuo mukanaan uusia näkökulmia ja ongelmia, kuten uusien järjestelmien yhteensovittaminen sekä erilaiset tietoturva- ja kustannusriskit. Samoin osasta tutkielmassa esitetyistä teknologioista ei vielä itsessäänkään ole paljoa tutkimustietoa, kuten lohkoketju- ja 5G-teknologia. Samoin tutkimustietoa tulisi lisätä myös järjestelmien käyttäjien ja organisaation asiakkaiden näkökulmasta.

Tutkielman rajoitteina voidaan nähdä aineistojen rajallinen määrä ja saataavuus, sekä osittain myös vanhat julkaisut voivat vaikuttaa tuloksiin. Lisäksi tutkielma otti erittäin pintapuolisen ja yleisen katsauksen LIS-järjestelmiin sekä niiden uhkiin, joten tulevaisuuden tutkimusaiheina voisi olla tarkempi katsaus LIS-järjestelmien vaikutuksista yksittäisiin logistiikkaprosesseihin tai organisaatioihin.

LÄHTEET

- Alcaide, J. I. & Llave, R. G. (2020). Critical infrastructures cybersecurity and the maritime sector. *Transportation Research Procedia*, 45, 547–554. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.058>
- Aldin, N. & Stahre, F. (2003). Electronic commerce, marketing channels and logistics platforms—a wholesaler perspective. *European Journal of Operational Research*, 144(2), 270–279. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00393-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00393-4)
- Azaz, L. (2011). The use of Geographic Information Systems (GIS) in Business. *International Conference on Humanities, Geography and Economics*
- Barmuta, K., Rusakova, N. & Malkhasyan, A. (2022). Improving the method of analyzing risks of the company’s logistics processes. *Transportation Research Procedia*, 63, 737–745. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.069>
- Berglund, M. (1997). Third-party logistics providers : towards a conceptual strategic model. *Dissertation from the International Graduate School of Management and Industrial Engineering No.7, Licentiate Thesis* <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:vti:diva-15325>
- Boiko, A., Shendryk, V. & Boiko, O. (2019). Information systems for supply chain management: uncertainties, risks and cyber security. *Procedia Computer Science*, 149, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.01.108>
- Burbridge, J. J. (1988). Strategic Implications Of Logistics Information Systems. *Logistics and Transportation Review*, 24(4), 368.
- Chalermpong, S. (3.2021). Port cybersecurity and threat: A structural model for prevention and policy development | *Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2020.05.001>
- Evangelista, P., McKinnon, A. & Sweeney, E. (2013). Technology adoption in small and medium-sized logistics providers. *Industrial Management & Data Systems*, 113(7), 967–989. <https://doi.org/10.1108/IMDS-10-2012-0374>
- Farahani, R., Rezapour, S. & Kardar, L. (2011). Logistics Operations and Management: Concepts and Models. *Elsevier*.

- Gaba, Y. (2023). Challenges faced in implementing information technology (IT) in supply chain management (SCM).
https://www.academia.edu/28462991/challenges_faced_in_implementing_information_technology_IT_in_supply_chain_management_SCM_docx
- Grabara, J., Kolcun, M. & Kot, S. (2014). The role of information systems in transport logistics. *International Journal of Education and Research*, 2.
- Green, P., Robb, A. & Rohde, F. H. (2014). A Model for Assessing Information Systems Success and its Application to e-Logistics Tracking Systems. *Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems*, 6(4).
<https://doi.org/10.17705/1pais.06404>
- Gunasekaran, A. & Ngai, E. W. T. (2003). The successful management of a small logistics company. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(9), 825–842. <https://doi.org/10.1108/09600030310503352>
- Helo, P. & Szekely, B. (2005). Logistics information systems: An analysis of software solutions for supply chain co-ordination. *Industrial Management and Data Systems*, 105, 5–18. <https://doi.org/10.1108/02635570510575153>
- Inkinen, T., Helminen, R. & Saarikoski, J. (2019). Port Digitalization with Open Data: Challenges, Opportunities, and Integrations. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5(2), 30.
<https://doi.org/10.3390/joitmc5020030>
- Iyer, L. (2021). AI enabled applications towards intelligent transportation | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2021.100083>
- Jacyna, M., Gołębiowski, P., Szczepański, E. & Wasiak, M. (2017). Efficacy of Data Security in Managing the Database of SIMMAG 3D System. *Procedia Engineering*, 187, 526–531. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.410>
- Kangavalli., G. (2019). Logistics and E- Logistics Management: Benefits and Challenges. *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8, s. 98–108.
- Kilpala, H., Solvang, W. D., Segerstedt, A., Wildmark, J., Bagaeva, A. & Tuohinto, P. (31.10.2005). Analysis of ICT Use in the Barents Region: Research Findings From Logistics Service Providers and Forest Industry. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072>

- Kos-Łabędowicz, J. & Urbanek, A. (10.5.2016). Do Information and Communications Technologies influence transport demand? An exploratory study in the European Union | *Elsevier Enhanced Reader* <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.156>
- Lagorio, A., Cimini, C., Pinto, R. & Cavalieri, S. (2023). 5G in Logistics 4.0: potential applications and challenges. *Procedia Computer Science*, 217, 650–659. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.261>
- Lewis, I. & Talalayevsky, A. (1997). Logistics and information technology: A coordination perspective. *Journal of Business Logistics*, 18(1), 141–157.
- Mlimbila, J. & Mbamba, U. O. L. (2018). The role of information systems usage in enhancing port logistics performance: evidence from the Dar Es Salaam port, Tanzania. *Journal of Shipping and Trade*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s41072-018-0036-z>
- Popova, I., Abdullina, E., Danilov, I., Marusin, A., Marusin, A., Ruchkina, I. & Shemyakin, A. (2021). Application of the RFID technology in logistics. *Transportation Research Procedia*, 57, 452–462. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072>
- Raja, R. & Venkatachalam, V. S. (2022). Adoption of Digital Technology in Global Third-Party Logistics Services Providers: A Review of Literature. *FOCUS Journal of International Business*, 9, 105–129. <https://doi.org/10.17492/jpi.focus.v9i1.912206>
- Raza, Z., Woxenius, J., Vural, C., Altuntas & Lind, M. (2023). Digital transformation of maritime logistics: Exploring trends in the liner shipping segment | *Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103811>
- Seethamraju, R. C. (2009). Managing Supply Chain Risk - Role of It/Is. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2157360>
- Serdar, M., Zaher, Koç, M. & Al-Ghamdi, S. G. (1.2022). Urban Transportation Networks Resilience: Indicators, Disturbances, and Assessment Methods | *Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103452>
- Shadibekova, D. & Ismoilov, N. (2021). Development of Digital Logistics and Transport in the Process of Globalization. *The 5th International Conference*

on Future Networks & Distributed Systems, 688–692.
<https://doi.org/10.1145/3508072.3508207>

Somuyiwa, A. & Adewoye, O. (2010). Managing Logistics Information System: Theoretical Underpinning. *Asian Journal of Business Management*, 2.

Starostka-Patyk, M. (2021). The use of information systems to support the management of reverse logistics processes. *Procedia Computer Science*, 192, 2586–2595. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.028>

Vaghani, A., Sood, K. & Yu, S. (2022). Security and QoS issues in blockchain enabled next-generation smart logistic networks: A tutorial. *Blockchain: Research and Applications*, 3(3), 100082.
<https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100082>

Viswanadham, N. & Gaonkar, R. (2001). *E-Logistics: Trends And Opportunities*.

Wagner, S. M. (2009). Managing Risk and Security: The Safeguard of Long-term Success for Logistics Service Providers. *Haupt Verlag AG*.

Witkowski, K. (2017). Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management | *Elsevier Enhanced Reader*. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.197>

LIITE 1 LOGISTIKKATIETOJÄRJESTELMIEN HAASTEET

Logistiikka-tietojärjestelmä	Haaste	Vaikutus	Lähteet
ICT	Pirstaleisuus, organisaation infrastruktuuri, tietotaito, standardointi	Tehokkuuden lasku, epäonnistunut implementointi, ei mukaudu organisaation tarpeisiin, virheellinen kommunikointi	Kilpala, Segerstedt, Wildmark, Bagaeva & tuohinto (2005), Evangelista, McKinnon & Sweeney 2013
Datankeräys	Hinta, yksityisyys, toimintahäiriöt	Kustannusten kasvu, kuljettajien/asiakkaiden yksityisyyden vaarantuminen, toiminnanhallinnan vaikeutuminen, viivästymiset	Popova, Abdullina, Danilov, Marusin, Marusin, Ruchkina, Shemyakin (2021), Raja & Venkatachalam(2022), Starostka-Patyk (2021)
Paikannus ja seuranta	Epätarkkuus paikannuksessa, hinta, yksityisyys, hyökkäykset, väärin käytöt, lainsäädäntö	Virheellinen tieto, piilokustannukset, tietovuodot, laitton etähallinta, lainsäädännön rikkominen, onnettomuudet	Farahani, Rezapour & Kardar (2011), Popova, Abdullina, Danilov, Marusin, Marusin, Ruchkina, Shemyakin (2021), Alcaide & Llave (2020), Inkinen, Helminen & Sarikoski (2019)
Transaktio	Tiedon jako, kustannukset, standardointi, haittaohjelma tartunnat, luvaton käyttö	Vaikeutunut kommunikaatio ja informaation välitys, kustannusten kasvu, tietovuodot	Jacyna, Gołębiowski, Szczepański, Wasiak (2017), Starostka-Patyk (2021), Somuyiwa & Adewoye,(2010)
Operationaalinen suunnittelu	Yleispätevyys, yksi tietokantaisia, vaativat useita järjestelmiä, joustamattomuus, implementaatio ajat, haittaohjelma tartunnat, luvaton käyttö	Organisaation vaatimuksiin vastaaminen, väärin käyttö ja tietovuoto mahdollisuudet, lisäkustannukset tukiohjelmista, resurssien kuluminen	Jacyna, Gołębiowski, Szczepański, Wasiak (2017), Boiko, Schendryk & Boiko (2019)
AI	Kyberturva, yksityisyys, eettiset kysymykset	Tietovuodot, organisaation ja asiakkaiden tietoturvan heikentyminen	Iyer (2021), Witkowski (2017)
Lohkoketju-teknologia	Vähäinen tutkimustieto, standardointi, yhteentoimivuus, skaalautuvuus, teknologioiden lähentyminen, turvallisuus	Ohjelmistojen välisen kommunikaation puute, toiminnan heikentyminen, tietoturvan mahdollinen lasku, implementoinnin epäonnistuminen	Witkowski (2017), Vaghani, Sood & Yu (2022)
IoT	Tietoturva, kustannukset, yksityisyys, turvallisuus	Laitteiden heikotietoturva, ohjelmistojen ja laitteiden implementaatiot ja ylläpito kustannukset, organisaation ja asiakkaiden	Raja & Venkatachalam(2022), Witkowski (2017), Boiko, Schendryk & Boiko (2019), Vaghani, Sood & Yu (2022)
5G	Integraatio-ongelmat, kustannukset, yksityisyys	Heikko yhteentoimivuus organisaation nykyisiin ohjelmistoihin ja järjestelmiin, tällä hetkellä kallis teknologia, tarkan paikannuksen takia yksityisyys kysymykset.	Lagorio, Cimini, Pinto (2023)
Big Data	Vaatii muita järjestelmiä, vääristynyt data	Lisäkustannukset tukiohjelmistoista, väärät johtopäätökset vääristyneen datan takia.	Witkowski (2017)