Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka

2025

Elias Eräpolku

Logistiikan kehittäminen modernein keinoin

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikka

2025 | 45 sivua

Elias Eräpolku

Logistiikan kehittäminen modernein keinoin

Tämän työn tarkoituksena oli rakentaa kompakti, mutta laaja-alainen katsaus modernien teknologioiden läpivientiin ideasta aina toteutuksen jälkeiseen seurantavaiheeseen asti. Ajankohtaisuus on keskipisteenä työssä.

Työssä käydään läpi vaihe vaiheelta koko prosessi alusta loppuun. Työn alkupuolella esitellään logistiikan eri alat, jotta voidaan nähdä, mille kaikille aloille voidaan vaikuttaa. Sen jälkeen esitellään erilaiset digitaaliset työkalut, jonka kautta siirrytään kertomaan tarpeiden tunnistamisesta ja analysoimaan nykytilannetta. Lisäksi käsitteellään vielä itse implementaatio, sen haasteet ja lopuksi digitalisaation tuomat haasteet, muutokset, sekä miltä tulevaisuus digitalisaation parissa voisi näyttää.

Lopputuloksena onnistuttiin luomaan laaja ja käytännönläheinen kuva teknologisesta muutoksesta ja sen prosessista. Työn haasteina voitiin pitää kotimaisen kirjallisuuden vähyyttä ja aiheen tuoreutta, jonka vuoksi esimerkkitapaukset olivat hieman kiven alla. Työ voi toimia lähtökohtana niille, jotka haluavat ymmärtää logistiikan digitalisaation implementaatiota ja kehitystyötä.

Asiasanat:

Logistiikka, digitalisaatio, kehittäminen, teknologia

Bachelor’s Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Business logistics

2025 | 45 pages

Elias Eräpolku

Improving logistics by modern means

The intent of this thesis was to build a compact yet wide scale look into implementing modern technologies, right from the initial idea all the way to monitoring the results. The relevance of the thesis in the context of progress in development was key.

The thesis dives into the subject and goes through the process of implementation step by step. The first part of the thesis explains the logistic fields which can be affected by the said technologies. After that, the overlook goes into the actual new technologies of the modern times, which is followed by instructions on analyzing the current situation and how to recognize different needs. Thesis then moves on to look at the actual implementation and its challenges. In the latter parts it focuses on the challenges which digitalization brings, what kind of things are changes brought along and what to expect in the future regarding digitalization.

As a result, the thesis has created a comprehensive and practical look into technological changes and the process of it. The challenges of the thesis include the scarcity of Finnish literature and the freshness of the subject which means that examples and cases were few. The thesis could serve as a starting point for those who are aiming to understand digitalization is implemented and developed in logistics.

Keywords:

Logistics, digitalization, improvement, technology

Sisältö

1 Johdanto **6**

2 Logistiikan alalajit **8**

2.1 Kuljetuslogistiikka 8

2.2 Varastointi ja inventaario 9

2.3 Huolinta 10

2.4 Informaatiologistiikka 11

2.5 Kansainvälinen logistiikka 12

2.6 Hankinnat ja ostot 13

2.7 Tavaran käsittely 15

2.8 Jakelu ja viimeinen maili 15

3 Digitalisaation modernit työvälineet **17**

3.1 RFID-teknologia 17

3.2 Esineiden internet (IoT) 17

3.3 Tekoäly 19

3.4 Big Data 19

3.5 Automaatio ja robotiikka 20

3.6 Autonomiset ajoneuvot 21

3.7 Pilvipalvelut 22

3.8 3D-tulostus 23

3.9 Lohkoketjuteknologia 24

4 Tarpeen tunnistus ja analyysi **26**

4.1 Nykytilan kartoitus ja analyysi 26

4.2 Tehokkuuden mittaaminen ja arviointi 27

4.3 Kehitystarpeiden priorisointi ja valinta 28

5 Kehityshankkeiden tavoitteet ja toteutukset **30**

5.1 Teknologisten ratkaisujen valinta tarpeen mukaan 30

5.2 Pilotointi ja vaiheittainen käyttöönotto 31
5.3 Integrointi olemassa oleviin prosesseihin 33
5.4 Esimerkit tai skenaariot kehitystyöstä 34
5.5 Käyttöönoton seuranta ja vaikutusten arviointi 35

6 Haasteet ja tulevaisuuden näkymät 37
6.1 Haasteet teknologian soveltamisessa 37
6.2 Vastuullisuus ja kestävä kehitys 38
6.3 Digitalisaation riskit 39

7 Johtopäätökset 41
7.1 Teknologioiden sovellukset 41
7.2 Yhteenveto 42

Lähteet 44

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aihe on logistiikan kehittäminen modernein keinoin. Työssä keskitytään logistiikan prosessien parantamiseen uusien teknologian saavutuksien kautta. Aihe valikoitui omasta mielenkiinnosta teknologiaa ja konsultaatiomaista työskentelyä kohtaan. Aiheen ajankohtaisuus on huipussaan uusien teknologisten innovaatioiden piirittäessä elämäämme joka hetki. Teknologian nopea kehitys näkyy myös logistiikka-alalla, jossa uudet ratkaisut voivat merkittävästi muuttaa toimintamalleja ja kilpailukykyä. Keskeisin lähdeaineisto työssä on ulkomailla toteutetut tutkimukset ja artikkelit. Opinnäytetyössä on pidetty ajankohtaisuutta ratkaisevana tekijänä, minkä vuoksi lähteiden painotus on viimeisen muutaman vuoden ajalle. Aiheen ollessa uusi ja alati muutoksenalainen sekä tutkimustiedon päivittyessä jatkuvasti, työn kuranttius voi kärsiä lähivuosina.

Työssä käytetty tutkimusmenetelmä on kirjallisuuskatsaus. Tämä menetelmä valittiin, koska työn tarkoituksena on tarkastella jo olemassa olevaa tutkimustietoa ja muodostaa sen pohjalta kokonaiskuva logistiikan teknologisesta kehittämisestä. Kirjallisuuskatsaus soveltuu hyvin aiheeseen, jossa pyritään kokoamaan yhteen eri näkökulmia ja ratkaisuja ilman empiiristä aineistonkeruuta. Menetelmä mahdollistaa ajankohtaisten tutkimusten vertaamisen ja teoreettisen viitekehyksen rakentamisen.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda katsaus, jonka avulla käydään läpi logistiikan kehittämisprosessit alusta loppuun, ideasta lopetukseen. Työssä käydään läpi logistiikan eri alat, uudet digitaalisen ajan työkalut, nykyisen tilanteen mittaaminen ja analyysi, uusien teknologioiden integraatio, lopputuloksien arviointi sekä tulevaisuuden näkymät ja muutoksien riskit. Tarkastelu etenee loogisesti kehitystyön vaiheiden mukaan ja pohjautuu ajankohtaiseen tutkimustietoon.

Tutkimuskysymykset olivat seuraavat: Millaisia ovat modernit ratkaisut logistiikan kehittämisessä, miten määritetään yrityksen tarve muutokselle, miten

niitä ratkaisuja integroidaan ja hyödynnetään tehokkaimmin ja minkälaisia haasteita nämä ratkaisut tuovat?

Työ tehtiin, jotta saadaan kokonaiskuva logistiikan kehittämisen prosesseista ja siihen kuuluvista eri vaiheista, kuten tarvekartoituksesta ja priorisoinnista. Tavoitteena on myös tarjota lukijalle jäsennelty ja käytännönläheinen kuva siitä, miten kehittämistyötä voidaan lähestyä teknologian näkökulmasta.

2 Logistiikan alalajit

Logistiikka muodostaa keskeisen osan yritystoiminnan kokonaisuutta. Se yhdistää materiaalivirrat, tiedonhallinnan ja asiakaspalvelun yhdeksi saumattomaksi toimintaketjuksi. Nykyisessä toimintaympäristössä logistiikan rooli ei rajoitu pelkästään fyysiseen tavaravirtaan, vaan sillä on strategista merkitystä yrityksen kilpailukyvylle, kustannustehokkuudelle sekä asiakastyytyväisyydelle. Tehokas logistiikka ei ainoastaan tue päivittäistä operatiivista toimintaa, vaan toimii yhä useammin kehityksen ja kasvun mahdollistajana. Hyvin suunniteltu logistiikkaratkaisu voi parantaa tilausten läpimenoaikoja, pienentää hävikkiä ja nostaa resurssien käyttöastetta, mikä parantaa yrityksen tulosta. Logistiikka mahdollistaa myös joustavan reagoinnin kysynnän vaihteluihin ja toimitusketjun häiriöihin, jotka ovat yhä yleisempiä globaalin liiketoiminnan kontekstissa. (Mangan & Lalwani 2016, 4–6.)

Digitalisaation ja teknologian kehityksen myötä logistiikan eri osa-alueiden kehittäminen on noussut entistä tärkeämmäksi. Toimitusketjujen läpinäkyvyys, tiedolla johtaminen ja asiakaskokemuksen optimointi edellyttävät modernien logistiikkamallien hyödyntämistä. Tämän vuoksi logistiikan kokonaisuuden ymmärtäminen on tärkeää. (Mangan & Lalwani 2016, 4–6.)

2.1 Kuljetuslogistiikka

Kuljetuslogistiikka käsittää maantie-, rautatie-, ilma- ja merikuljetukset. Nämä ovat eri vaiheita tavaroiden liikuttamisessa pidempiä ja merkittävämpiä matkoja, ja niiden käyttötarkoitukset sopivat eri mittaisille ja kokoisille kuljetuksille.

Maantiekuljetukset ovat keskeinen osa logistiikkaa ja monelle juuri se mielikuva, joka sanasta logistiikka monelle tulee. Maantiekuljetukset palvelevat tehokkaasti erityisesti viimeisen kilometrin toimituksia. Joustavuus lähetysten toimittamisessa suoraan vastaanottajalle on juurisyy niiden suosioon. Tutkimukset osoittavat, että maantiekuljetuksien vahvuus on erityisesti pienissä

ja keskisuurissa kaupungeissa, joissa liikenteen sujuvuus ja eri alueiden saavutettavuus voivat olla rajoittavia tekijöitä muille kuljetusmuodoille. Esimerkiksi Saksan Aachenin alueella tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että tehokkaat ovelta ovelle-ratkaisut lisäävät toimitusten täsmällisyyttä ja asiakastyytyväisyyttä, samalla vähentäen logistiikkayrityksille kohdentuvia kustannuksia. (Ghazal ym. 2025, 3–4.)

Rautatietä pitkin kuljetetaan useimmiten teollisuuden alan isoja sekä raskaita tavaroita. Näiden kuljetusten toistuvuus ja säännöllisyys sopivat hyvin rautateille tyypilliseen pisteestä A pisteeseen B liikennöintiin. Rautatiekuljetusten vahvuuksia ovat luotettavuus sekä mahdollisuus kuljettaa suuria tavaramääriä. Heikkoutena taas on raiteiden rajattu kulku sekä reittien kankeus.

Ilmakuljetuksissa keskitytään yleensä arvokkaampien ja kiireellisempien kuljetuksien hoitamiseen. Tämän kuljetustavan suosiminen arvokkaampien tavaroiden kuljetuksessa johtuu luontaisesti siitä, että lentokoneen lennättäminen on palkkojen, polttoaineiden, lentokoneen hankintahinnan ja joustavuuden vuoksi huomattavasti hintavampi ratkaisu. (Merkert 2023,).

Merikuljetuksilla hoidetaan yleensä edullisemman ja kiireettömämmän tavaran kuljettaminen. Merien halki kulkevien alusten kyydissä on useimmiten rekkoja ja kontteja. Päiviä kestävät merenkäynnit ovatkin kansainvälisen logistiikan selkäranka, esimerkiksi Suomelle, jonka tuonti on todella riippuvainen manner-Euroopasta saapuvista laivoista. Saksa on tästä syystä Suomelle tärkeimpiä kumppaneita. Mannerten välinen merenkulku taas on suunnattu vielä isompien tavaramäärien kuljettamiseen. Nämä matkat voivat kestää jopa viikkoja, mutta ovat useimmiten huomattavasti halvempi tapa saada lähetyksiä perille. (Plunkett 2022.)

2.2 Varastointi ja inventaario

Varastointi ja inventaario käsittävät logistiikan vaiheet, joissa tavaraa säilytetään järjestelmällisesti. Tavaraa voidaan varastoida ja inventoida missä tahansa

vaiheessa logistiikan prosessia erilaisista syistä. Esimerkiksi saapuva raaka-aine voidaan siirtää varastoon ennen tuotantoa, osittain valmiiksi saatettu tuote voidaan varastoida väliaikaisesti prosessin aikana, valmis tuote voidaan säilöä odottamaan noutoa tai kuljetusta varastojen välillä, tai tavara voidaan säilyttää tulliselvitystä tai muuta viranomaiskäsittelyä varten. Varaston on tarkoitus toimia puskurina tuotannon, kysynnän ja toimitusten välillä ja luoda varmuutta toiminnalle.

Inventaariolla tarkoitetaan varastonhallinnan, kirjanpidon ja taloudellisen raportoinnin prosessia, jossa lasketaan ja arvioidaan varastossa olevat sekä saapuvat ja lähtevät hyödykkeet. Tähän sisältyvät esimerkiksi raaka-aineet, varaosat ja valmiit tuotteet. Inventaarion tarkoitus on antaa tarkka kuva varaston määrästä ja sen rahallisesta arvosta. Inventaarion hallinta tukee päätöksentekoa hankintojen, tuotannonohjauksen ja kuljetusten suunnittelussa. Tarkasti ylläpidetty varastotieto vähentää myös riskiä ylivarastoinnista, materiaalipuutteista ja toimitusviiveistä sekä estää tavaroiden katoamisen.

Hyvin organisoitu varastonhallinta lyhentää toimitusaikoja ja vähentää ylimääräistä varastointia, mikä tukee toimitusvarmuutta, operatiivista tehokkuutta erityisesti viimeisen mailin logistiikassa (”last mile”). Toisaalta heikko varastointi johtaa helposti ylimääräisiin kustannuksiin ja asiakastyytymättömyyteen. (Ghazal ym. 2025, 3–5.)

2.3 Huolinta

Huolintaa harjoittava toimija on nimeltään huolitsija. Huolitsijan tehtävänä on organisoida lähetyksiä yksityisille tai muille yritykselle ja toimia mahdollisesti lähetyksien kuljettajana. Huolitsija ei ole aina yhtä dominoivassa roolissa kuin kuljetusliike ja saattaakin toimia vain välittäjänä. Toisin sanoen huolitsijan rooli voikin olla vain rahdinvälittäjä, joka toimii kolmantena osapuolena. Huolitsijan rooliin kuuluu asiantuntijuus ja heidän tulisikin omata taidot valmistella lähetyksiä ja niihin liittyviä paperitöitä sekä vastata esimerkiksi tullitoiminnasta

tilaavan yrityksen puolesta. Huolitsijan rooli kansainvälisen logistiikan alalla on elintärkeä, sillä se pystyy yhdistämään kaikki logistiikan haasteet yhden katon alla ja toimittamaan kokonaisvaltaisia ratkaisuja. (Rajesh ym. 2023, 5.)

Huolintayritys toimii siis asiantuntijana, joka hoitaa logistiikkaa asiakkaan puolesta, myös dokumentaatiot liittyen vaarallisten aineiden käsittelyyn tai lastaus- ja purkuaikojen sopimisen. Ammattimainen huolinta varmistaa toimitusten aikataulujen ja tullivaatimusten täyttymisen tehokkaasti. Asiansa osaava huolintayritys on avainasemassa erityisesti yrityksille, jotka tarvitsevat laajasti erilaisia logistiikan palveluita kuten vienti, tuonti ja varastointi. (Justavino-Castillo ym. 2023, 482.)

Ulkoistettu huolinta myös laskee riskiä sakkomaksuista tai viivästyksistä, joita voi aiheutua epäonnistuneista tullauksista tai selvityksistä, jotka voivat taas johtaa ylimääräisiin viivästyskuluihin. Huolintapalveluiden ulkoistus vähentää virheiden riskiä ja vapauttaa yrityksen omia resursseja sen ydinliiketoiminnan pariin. (Justavino-Castillo ym. 2023, 489.)

Kestävien käytäntöjen mukaan tuominen nostaa koettua arvoa ja asiakasuskollisuutta. Räätälöidyt ratkaisut ja joustavuus ovat yhteydessä pitkäkestoisiin asiakassuhteisiin. Nämä havainnot vahvistavat käsitystä huolintayritysten roolista toimitusketjun strategisina kumppaneina. Ne eivät ainoastaan järjestä tavaravirtoja ja dokumentaatiota vaan toimivat myös asiakasarvon ja luottamuksen kasvattajina. (Justavino-Castillo ym. 2023, 492–495.)

2.4 Informaatiologistiikka

Informaation osuus logistiikassa tulee korostumaan, sillä se yhdistää toimitusketjun eri vaiheiden tiedon ja datan yhteen. Tiedon kulku on tietotekniikkaan ja teknologiaan suuntautuneen yhteiskunnan ja yritysmaailman peruspilareita. Ilman sitä on vaikea, ellei jopa mahdoton pärjätä. Tiedonhallinnan ja tiedon käsittelyn tehokkuus korostuvat informaatiologistiikassa, sillä niiden onnistuminen vaikuttaa toimintojen

nopeuteen ja luotettavuuteen. Onnistunut tiedonhallinta helpottaa myös ongelmatilanteisiin ja muutoksiin reagointia. (Pennekamp ym. 2023, 2–3.)

Informaatiologistiikan rooli korostuu erityisesti digitaalisissa ympäristöissä, kuten SCMS (Supply Chain Management System). SCMS yhdistää logistiikkatoimintojen tiedot yhteiseen pilvipohjaiseen järjestelmään, mahdollistaen erilaisten analyysien suorittamisen, kuten varaston ja kuljetuksien statukset, toimituksien aikataulut sekä asiakkaiden palautteet. Järjestelmään voi myös jättää niin sanotun takaoven, jonka kautta yrityksen sidosryhmät voivat rajoitetusti vierailla järjestelmässä. He voivat esimerkiksi tarkistaa heihin liittyvien asioiden statuksen tai jättää tilauksen. Näin asiakaskokemus ja sidosryhmien kanssa kommunikointi helpottuu huomattavasti. Näinkin pitkälle viety integraatio yrityksen järjestelmiin voi nopeuttaa ja yksinkertaistaa toimintoja, estää ylitarjontaa, pienentää virhemarginaalia ja näiden kaikkien yhteisvaikutuksena se voi kasvattaa tulosta. (Pennekamp ym. 2023, 4–5.)

Informaatiologistiikassa tärkeitä työvälineitä ovat IoT-sensorit, RFID-teknologia, data-analyysi, GPS-paikannus ja toiminnanohjausjärjetelmät. Huolta taas aiheuttavat tietoturvamurrot, huonosti hallittu tietovirta, epäonnistunut integrointi tai mahdollisesti väärin valittu järjestelmä. (Al-Ibrahim & Aksoy 2024, 98–100.)

2.5 Kansainvälinen logistiikka

Kansainvälinen logistiikka yhdistää useita logistiikan osa-alueita, kuten tuonnin, viennin, tullauksen, kaukokuljetukset, merenkulun ja lentorahdin yhdeksi kokonaisuudeksi, jossa huomioidaan eri maiden väliset säädökset, lainsäädännöt ja kulttuurierot. Tämä tekee kansainvälisestä logistiikasta monimutkaisen ja vaativan alan, jossa asiantuntemus on keskeisessä roolissa. Tullimenettelyt kuuluvat kansainväliseen logistiikkaan. Niissä asiakirjojen oikeellisuus ja ajantasaisuus on todella tärkeää, sillä virheet voivat johtaa puutteelliseen tai virheelliseen tulliselvitykseen, mikä taas voi aiheuttaa viivästyksiä tai jopa pysäyttämiseen tullivarastoon. Tämä aiheuttaa luonnollisesti lisäkustannuksia ja viivästyksiä. (Pennekamp ym. 2023, 4.)

Toimituslausekkeet eli Incoterms määrittävät myyjän ja ostajan väliset vastuut, kustannukset ja riskit tavaran toimituksessa. Ne ovat Kansainvälisen kauppakamarin (ICC) ylläpitämiä standardeja, joita päivitetään säännöllisesti vastaamaan kansainvälisen kaupan tarpeita. Viimeisin päivitys, Incoterms 2020 tuli voimaan 1.1.2020. (International Chamber of Commerce 2020.)

Kestävän kehityksen ja ympäristön huomioiminen ovat olleet nouseva teema logistiikan ja yrityksen toimintojen kehittämisessä jo hyvän aikaa. Yritykset pyrkivät yhä enemmän vähentämään vaikutuksiaan ympäristöön esimerkiksi optimoimalla kuljetusreittejä, suosimalla ympäristölle ystävällisempiä kuljetusmuotoja sekä hyödyntämällä uusiutuvaa energiaa. Kestävän kehityksen huomioiminen logistiikassa ei ainoastaan täytä kansainvälisesti asetettuja ympäristötavoitteita, vaan myös parantaa asiakasuskollisuutta ja tukee yrityksen kokonaisvaltaista kilpailukykyä markkinoilla. (Justavino-Castillo ym. 2023, 494.)

2.6 Hankinnat ja ostot

Hankinnat ja ostot muodostavat yritysten logistiikan strategisen ytimen. Niiden onnistuminen vaikuttaa suoraan yrityksen kilpailukykyyn, toimitusketjun toimivuuteen ja sujuvuuteen sekä kustannusten hallintaan. Nämä eivät ole pelkästään operatiivisia tukiprosesseja, vaan niillä vaikutetaan koko toimitusketjuun.

Ostotoiminnan laajuus ei rajoitu pelkästään tilausten tekemiseen, vaan kattaa myös resurssien varmistamisen, laadunhallinnan ja kustannusten optimoinnin. Strategisesti ohjatut hankintaprosessit voivat myös edistää yrityksen kestävää kasvua ja parantaa reagointikykyä muuttuviin olosuhteisiin. (Knight ym. 2022, 2–3.)

Tehokas ostotoiminta on tärkeää yrityksen kilpailukyvyn ja toimitusketjun resilienssin eli muutosjoustavuuden kannalta. Pitkäaikaiset ja luotettaviksi katsotut toimittajasuhteet tarjoavat kilpailuetua markkinoilla, erityisesti yllättävissä tilanteissa. Hankintaportfolion hallinta, kuten monilähteisten

sopimusten ja optiosopimusten käyttö, voivat lisätä toimitusketjuun joustavuutta sekä vähentää häiriöiden vaikutuksia. (Berckman ym. 2024.)

Resurssien varmistamisessa on kyse materiaalien, palveluiden ja tuotteiden jatkuvasta saatavuudesta ilman merkittäviä katkoksia. Tärkeitä toimintoja, joita ostaja suorittaa, ovat varastotasojen tarkkailu ja säätely, toimitusaikataulujen hallinta sekä oikein ajoitettu tilaaminen. Näiden toimivuus on tärkeää, jotta voidaan varmistaa toimintojen sujuva ja katkeamaton virta. Oikein ajoitetut hankinnat estävät ylitarjontaa ja siihen liittyviä ongelmia, kuten varastointikuluja, sekä vastaavat kysyntään oikealla hetkellä.

Kustannusten hallintaa osana ostotoimintaa ei voi korostaa tarpeeksi. Se vaikuttaa suoraan yrityksen kannattavuuteen. Tämä siis kattaa suorat kustannukset, esimerkiksi materiaalihankinnat, sekä epäsuorat kustannukset kuten varastoinnin ja kuljetukset. Strategiset toimenpiteet kuten tavaratoimittajien ja sopimusehtojen kilpailutus ovat keskiössä kustannustehokkuutta kehitettäessä. (Berckman ym. 2024.)

Digitaalinen kehitys on muovannut merkittävästi tapaa, jolla hankinta- ja ostotoimintaa johdetaan. Modernit teknologian ratkaisut kuten suurten datamäärien analytiikka, koneoppiminen ja automaatio, mahdollistavat entistä paremman ennustettavuuden, nopeamman päätöksenteon ja tehokkaamman resurssien kohdentamisen. Amazonin kaltaiset suuryritykset ovat hyödyntäneet digitaalisia moderneja järjestelmiä nimenomaan ostotoiminnan tehostamiseen, esimerkiksi toimittajien arviointiin, tilausrytmin optimointiin ja kustannusseurantaan. (Alalade 2025.) Näillä parannetaan operatiivisen tehokkuuden lisäksi toimitusketjun läpinäkyvyyttä ja vähennetään toimitukseen liittyviä riskejä.

Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että digitaalisten ratkaisujen käyttö hankintatoiminnoissa edellyttää organisaatiolta kykyä toteuttaa muutosjohtamista. Investoinnit teknologioihin eivät yksin riitä, vaan henkilöstön osaaminen ja strateginen integraatio ovat yhtä tärkeitä. Teknologian, työpaikan kulttuurin ja liiketoiminnan tavoitteiden yhteensovitus ovat edellytyksenä

hankintatoimintojen onnistumiselle ja yrityksen kokonaissuorituksen kehittämiselle. (Alalade 2025.)

2.7 Tavaran käsittely

Tavaran käsittelyä voidaan pitää juuri sinä toimintona, joka tulee mieleen sanasta logistiikka. Sen osuus on fyysinen ja tapahtuu niin sanotusti kentällä. Tavaran käsittely käsittää tuotteiden lastauksen, purkamisen, pakkaamisen sekä siirtämisen varastoon ja varastosta. Tätä työtä tehdään jakelukeskuksissa, terminaaleissa ja varastoissa, mutta myös kaupoissa. Tavaroiden käsittelyssä järjestelmällisyys, huolellisuus ja nopeus ovat ratkaisevia tekijöitä logistiikan onnistumisessa. Kuten muissakin osissa logistiikkaa ja toimitusketjuja, onnistumiset ja aikataulussa pysyminen lisäävät asiakastyytyväisyyttä ja vähentävät mahdollisten ylimääräisten kulujen todennäköisyyttä. (Dinesh & Vanithamani 2023).

2.8 Jakelu ja viimeinen maili

Toimitusketjun viimeinen vaihe eli niin sanottu viimeinen maili on ratkaiseva asiakaskokemuksen kannalta. Viimeisen mailin vaiheessa tuotteet tai lähetykset toimitetaan suoraan asiakkaalle (yksityinen tai toinen yritys), ja sen onnistuminen määrittää merkittävästi asiakastyytyväisyyttä. Räätälöidyt toimitusvaihtoehdot kuten aikataulutetut toimitukset, vaihtoehtoiset noutopaikat tai muut vastaavat ratkaisut voivat parantaa asiakaskokemusta jakeluun liittyvien kustannusten nousun riskillä. (Olsson ym. 2023, 190–192.)

Jakeluun ja viimeisen mailiin erikoistuneet yritykset ovat monelle tuttuja. Jakelu on perinteisesti tapahtunut erikokoisilla kuorma-autoilla, jotka ajavat ajojärjestelyn antamia jakelureittejä. Yrityksen erikoistumisesta tai asiakaskannasta riippuen reitti voi koostua yrityksistä, yksityisistä henkilöistä tai molemmista. Tähän sisältyy monia erilaisia muuttujia, kuten lähetyksen koko, aikataulutus ja hinta. Nämä määrittelevät, mitä jakelutapaa käytetään. Viime

vuosina pakettiautomaatit ovat yleistyneet kauppakeskuksissa ja kaupunkien keskustoissa, mikä on mahdollistanut tehokkaan ja kustannuksia säästävän jakelun.

Pakettiautomaatit ovat useimmiten yritysten omia kaappijärjestelmiä, joista yksityinen asiakas noutaa pakettinsa digitaalisen varmennuksen avulla. Yrityksille kulkeutuvat toimitukset ovat usein kooltaan suurempia ja painavampia. Usein näille kuljetuksille on oma tavaran vastaanotto, jonka tukena voi toimia lastauslaituri ja trukki. Teknologian kehittyessä yritykset ovat erityisesti kaupunkialueilla alkaneet pilotoida myös autonomisia kuljetusmuotoja, kuten robottijakelua ja droneja. (Plunkett 2022.)

3 Digitalisaation modernit työvälineet

3.1 RFID-teknologia

RFID-teknologia eli Radio Frequency Identification on vakiinnuttanut asemansa yhtenä tärkeimmistä välineistä moderneissa toimitusketjuissa. Se mahdollistaa vahvan läpinäkyvyyden ja tehokkuuden, reaaliaikaisen seurannan, automaattisen tunnistamisen ja tuotteiden yksilöinnin ilman suoraa näköyhteyttä, mikä nopeuttaa tiedonkeruuta ja vähentää virheitä. Sitä voidaan hyödyntää laajasti varastoinnissa, kuljetuksissa ja inventoinnissa. Sen avulla voidaan suorittaa varastotasojen automaattinen päivittäminen, kulunseuranta toimitusketjussa, sekä saapuvien ja lähtevien lähetysten tarkka kirjaus. Tämän ansiosta tilausten käsittelynopeus paranee, virhemarginaali pienenee ja prosessien hallinta paranee huomattavasti. (Ferdousmou ym. 2024, 208–210.)

Erityisen tehokas RFID on, kun se yhdistetään muihin digitaalisen aikakauden työkaluihin, kuten pilvipalveluihin tai tekoälyyn pohjautuvaan data-analytiikkaan. Tällöin RFID-järjestelmästä tulee osa ennakoivaa järjestelmää, joka pystyy reagoimaan poikkeamiin ja optimoimaan prosessit jatkuvasti. Käyttöönottoon liittyvät haasteet, kuten laitteiston kustannukset ja järjestelmän integrointi ovat vähentyneet teknologian kehittyessä ja siihen liittyvien standardien vakiintuessa. Uusimmat tutkimukset osoittavat, että RFID-teknologian avulla voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä toimitusketjun sujuvuudessa ja toimitusvarmuudessa yrityksille. (Ferdousmou ym. 2024, 211–212.)

3.2 Esineiden internet (IoT)

Esineiden internet, IoT-teknologia eli Internet of Things -termi ilmestyi teknologian alalta tietoisuuteen 1990-luvulla (Rath ym. 2024). Internet of Things on luotettava ja nopea verkosto älykkäitä digitaalisia kiintopisteitä. Ne toimivat yhdessä keräten tietoa ja tuoden sitä yhteen paikkaan käsiteltäväksi ja hyödynnettäväksi analyysiin, jonka pohjalta voidaan suorittaa erilaisia

toimintoja. Verkostoon voi kuulua RFID-laitteita, GPS-paikantimia, GIS-laitteita (Geographic Information System) sekä muita langattomia sensoreita. Näiden yhteiseloa ja yhteispeliä kutsutaan IoT-verkoksi.

IoT tarjoaa pohjan automaattiselle datan tallennukselle näiden sensorien kautta. Yleisiä hankittavia mittaustietoja ovat lämpötilat, ääni ja kosteus. Toimitusketjun hallinnassa se tarjoaa reaaliaikaista dataa esimerkiksi ruokatuotteista, joiden laadussa ei voida tehdä kompromisseja. (Kaur ym. 2022, 7.)

Nykyään IoT:lla voidaan avustaa toimitusketjun hallintaa. Se voi olla tehokasta, jos sensoreiden avulla saavutetaan luotettava katsaus materiaaleista tuotteisiin ja tuotannosta kuljetuksiin asti. Tämä teknologia on mahdollistanut yrityksille syväluotauksen toimitusketjuun, minkä avulla on voitu optimoida tuotantoa, kuljetuksia ja toimituksia. Näissä tilanteissa monet IoT-sensorit työstävät eri vaiheita toimitusketjussa, kuten raakamateriaalin ja laadun valvonta. Näitä mittauksia voidaan toteuttaa sensoreilla, jotka mittaavat esimerkiksi valoa, lämpötilaa, liikettä ja painetta. Nämä kaikki yhdistettynä pystytään luomaan tilanne, jossa asiakastyytyväisyys on nousussa, tuotteiden turvallisuus ja kustannustehokkuus ovat parantuneet, tuotteiden eheys säilyy paremmin sekä tuotteiden seurattavuus paranee. (Kaur ym. 2022, 8–9.)

Logistiikan työvälineeksi valjastettuna IoT mahdollistaa toimitusketjun tapahtumien ja vallitsevien olosuhteiden seurannan. IoT-laitteiden kuten sensorien ja älykkäiden mittauslaitteiden avulla yritykset voivat kerätä jatkuvaa tietoa esimerkiksi kuljetuksen olosuhteista, ajoneuvojen sijainneista ja varastotilanteista. IoT ei kuitenkaan toimi yksin kovin hyvin, vaan se tulisi integroida osaksi laajempaa, älykään toimitusketjun ekosysteemiä, jotta tieto voi virrata eri järjestelmien ja toimitusketjun sidosryhmien välillä. On myös otettava huomioon, että IoT:n käyttöönotto vaatii investointeja teknologiaan, kyberturvallisuuteen ja datan hallintaan. Näiden lisäksi täysimittainen hyödyntäminen edellyttää suunniteltua tiedonhallintastrategiaa ja henkilöstön osaamisen kehittämistä.

3.3 Tekoäly

Tekoälyn nousu globaalilla tasolla ja yhteiskunnassa on todella vaikuttava. Sen mahdollisuuksien tutkiminen logistiikan ja yritystoiminnan parissa on vielä kesken ja lisää opitaan jatkuvasti. Yksi tekoälyn suurista hyödyistä toimitusketjun hallinnassa on valtavien datamäärien prosessointi ja analysointi, joiden avulla pystyään hahmottamaan tärkeitä tarvittavia toimintoja. Tämä kyky on tärkeä esimerkiksi kysynnän ennustamisessa, varastonhallinnassa ja riskien arvioinnissa. Koneoppiminen antaa lupaavia näyttöjä toimitusketjun hallintaan liittyen. Tutkimukset osoittavat koneoppimisen pystyvän parempiin lopputuloksiin varsinkin tehokkuuden ja muuntuvuuden mittareilla. (Hasan ym. 2024, 198.)

Tekoälyn mukana tulee kuitenkin erittäin vahva työkalu toimitusketjun hallintaan, ennakoiva analytiikka. Ennakoivan analytiikan kokonaisuus muodostuu kerätystä datasta, statistiikan algoritmeista ja koneoppimisesta. Tämän analysoinnin jatkumossa järjestelmä pystyy harjoittamaan todennäköisyyspohjaisia arvioita tulevaisuuden tapahtumista, ja siten mahdollistaa organisaatioille kyvyn ennakoida ongelmia sekä tehdä parempia päätöksiä. Oikein tehdyillä päätöksillä voidaan päästä tarkempaan varastonhallintaan ja vähentää hukkaa. (Hasan ym. 2024, 198.)

Tekoäly ei kuitenkaan tule ongelmitta mukaan operaatioihin. Kerätyn datan laatuvalvonta, henkilöstön taitojen puute ja integroinnin haasteet lukeutuvat niihin asioihin, jotka yrityksen tulisi taklata implementaation yhteydessä (Hasan ym, 2024, 198).

3.4 Big Data

Big Data -käsitteellä tarkoitetaan jatkuvasti lisääntyvien ja valtavien tietomassojen keräämistä, säilyttämistä, etsimistä ja jakamista. Siihen lasketaan myös mukaan analysointi, esittäminen tilastotieteenä ja hyödyntäminen tietotekniikassa. Big Data -analytiikka auttaa nykyisten toimitusketjujen

keittämisessä, sillä nämä ketjut muodostavat laajoja, dynaamisia järjestelmiä, joissa tiedon saatavuus ja hyödyntäminen ovat avainasemassa. Big Data-teknologioiden avulla logistiikkatoimijat voivat kerätä, tallentaa, käsitellä ja analysoida valtavia tietomääriä jatkuvasti, reaaliajassa. Tämä kehittää toimitusketjun läpinäkyvyyttä ja ohjattavuutta. (Lee & Mangalaraj 2022.)

Analytiikan avulla voidaan paikantaa piilossa olevia ilmiöitä, kuten kuljetuksissa tapahtuvia poikkeamia tai viiveitä. Kysynnän mallinnus ja varastotasojen optimointi onnistuu myös. Näin yritykset voivat kehittää päätöksentekoa nopeammin ja laadukkaammin. Resurssien käyttö tehostuu ja operatiiviset riskit pienenevät. Big Datan mahdollisuudet eivät kuitenkaan jää pelkästään operatiivisen toiminnan piiriin, vaan sillä voidaan tukea myös strategista suunnittelua juuri kysyntäennusteiden ja skenaariomallinnusten avulla. Big Datan vaikutus toimitusketjuihin ei ole pelkästään teknologiapohjainen, vaan myös organisaatiotasoinen. Onnistunut implementaatio edellyttää organisaatiolta datalähtöistä kulttuuria, investointeja vaadittuun infrastruktuuriin sekä henkilökunnan osaamisen kehittämistä. Lisäksi painoarvoa annetaan tehokkaampien analytiikkatekniikoiden sekä toimitusketjujen kestävyyttä ja vastuullisuutta kehittävien tutkimusten suuntaan. (Lee & Mangalaraj 2022.)

3.5 Automaatio ja robotiikka

Automaatio on noussut puheenaiheeksi logistiikassa, varsinkin varastoinnista puhuttaessa. Tämä johtuu automaation kyvystä toteuttaa toimintoja itsenäisesti ilman jatkuvaa valvontaa. Automaation pohja rakentuu muihin viimevuosien teknologian saavutuksiin, kuten tekoälyyn ja koneoppimiseen, mahdollistaen automatisoidun toiminnan ja ratkaisujen luonnin, sekä siten vähentäen tarvetta ihmisen osallistumiselle prosesseihin. Vaikka automaatio on esimerkiksi valmistavan teollisuuden alalla toiminut jo kauan, logistiikassa sen huippu on vielä näkemättä. (Ferreira & Reis 2023.)

Robotiikan historia alkaa jo teollistumisen alkuajoilta, jolloin yksinkertaisesti toimivat automaattiset laitteet kehitettiin toteuttamaan toistuvia ja yksinkertaisia

työtehtäviä. Seuraavien vuosikymmenten aikana, robotiikka otti lukuisia edistysaskeleita, kiitos insinöörityön ja tietokoneiden kehityksen. Näiden ansiosta robotit pystyttiin valjastamaan yhä yksityiskohtaisempiin, monimutkaisempiin ja hienostuneempiin työtehtäviin. Nykyään robotit pystyvät aina vain vaativampiin työsuoritteisiin tekoälyn ja koneoppimisen ansiosta, sillä ne mahdollistavat roboteille yhä autonomisemman roolin, jonka myötä ne pystyvät itsenäisesti kommunikoimaan ympäristönsä kanssa. Roboteille näkyvimmät alat nykypäivänä ovat tuotanto, terveydenhuolto, maatalous, kuljetukset ja logistiikka. (Licardo ym. 2024, 1.)

Robottien tuominen ihmisten rinnalle työnteossa voi nostaa tehokkuutta ja tuotantoa. Älykkäiden seurantarobottien käyttöä on kokeiltu esimerkiksi maatiloilla, tehtailla ja varastoissa. Humanoidit robotit eli sosiaaliset robotit ovat löytäneet paikkansa esimerkiksi kirjastoista. Robotit kuitenkin tarvitsevat jatkuvaa seurantaa sekä tarkastelua. Lisäksi laitosten ja infrastruktuurin tulisi olla vaaditulla tasolla niiden käyttöä ajatellen. Myös robottien autonomisuutta pystytään kehittämään lohkoketjuteknologian avulla. (Licardo ym. 2024, 16–17.)

Robottien käyttötarkoitusta ja toimenkuvaa voidaan tulevaisuudessa laajentaa puheentunnistuksen, tekoälyn, 5G:n, Big Datan ja kontekstitietoisuuden kehittymisen myötä. Robottien lisääntyvä käyttö on kasvattanut sekä innostusta että huolta yhteiskunnan sisällä. Robotiikan kehittyessä ja integroituessa eri aloille, on tärkeää tiedostaa erilaiset hyödyt ja riskit, joita voi ilmetä tämän uuden teknologian mukana. Hankintahinta, saatavuus, eettisyys, laillisuus ja yksityisyys ovat kaikki haasteita, joita tulisi tutkia ja voittaa ennen laajemman implementaation toteuttamista. Moraalisten ja eettisten oikeuksien myöntäminen älykkäille roboteille edellyttää, että niillä on kykyä päätellä ja pohtia asioita myös moraaliselta kannalta. (Licardo ym. 2024, 17.)

3.6 Autonomiset ajoneuvot

Logistiikan ja yritysmaailman digitalisaatio on avannut mahdollisuuden hyödyntää autonomisia ajoneuvoja entistä laajemmin kuljetusprosessien

uudistamisessa. Kuljetuskapasiteetin lisääminen ilman lisähenkilöstön tarvetta tulee olemaan yksi merkittävimpiä etuja, joita tekoälyllä ohjatut kuorma-autot voivat tarjota. Nämä mahdollistavat tauottoman ajon sekä reittien ja ajotapojen optimoinnin. Tällä päästään lyhyempiin toimitusaikoihin ja matalampiin polttoainelukemiin. (Kim ym. 2022, 4.)

Erityisesti kaupunkilogistiikassa autonomisilla ajoneuvoilla nähdään tulevaisuudessa rooli viimeisen kilometrin toimituksia uudistettaessa. Ne sopivat erityisen hyvin toistuville jakelureiteille tiiviisti rakennettuihin kaupunkiympäristöihin ja pystyvät vähentämään ruuhkia sekä toimitusvirheitä. Ennustemallien mukaan suuri osa viimeisen kilometrin kuljetuksista voitaisiin suorittaa autonomisilla keinoilla jo lähivuosien aikana. Tämä kuitenkin vaatii selkeää sääntelyä ja investointeja älykkääseen infrastruktuuriin. Tiivistettynä autonomisten ajoneuvojen täysmittainen hyödyntäminen edellyttäisi kokonaisvaltaista lähestymistä, jossa fyysiset, digitaaliset ja inhimilliset elementit on nidottava yhteen. (Dabic-Miletic 2023, 57, 61.) Vaikka teknologinen valmius on jo pitkällä, käyttöönoton esteet liittyvät yhä useimmiten lainsäädännön hitauteen ja organisaatioiden valmiuteen muuttaa prosessejaan (Kim ym. 2022, 6).

3.7 Pilvipalvelut

Pilvipalvelut tarkoittavat tiedon tallentamista ja erilaisten ohjelmien toteuttamista internetin välityksellä fyysisen ja paikallisen tallennusmuodon tai tietokoneen sijaan. Nämä pilvipohjaiset ratkaisut ovat kasvattaneet osuuttaan nykyaikaisten toimitusketjujen hallinnassa. Niitä pystytään hyödyntämään erityisesti joustavuuden ja reaaliaikaisen tiedon jakamisen vuoksi tehokkaasti. Toimitusketjun eri sidosryhmien kesken jaettava tieto saman alustan kautta mahdollistaa läpinäkyvämmän ja nopeammin reagoivan kokonaisuuden, joka pystyy adaptoitumaan markkinoilla tapahtuviin muutoksiin ja ulkoisiin häiriöihin. (Yang ym. 2025, 70.)

Pilvipalveluiden tarjoamaa reaaliaikaista data-analytiikkaa hyödyntämällä pystytään tehostamaan varastonhallintaa, toimitusten koordinointia ja kysyntäennusteita. Nämä digitaaliset ratkaisut mahdollistavat tarkemman ennakoinnin ja resurssien kohdistamisen. Tämä puolestaan parantaa toimintavarmuutta ja vähentää hukkaa. (Yenugula ym. 2023, 195.) Pilvialustojen kautta voidaan toteuttaa datan integraatiota, joka tuo markkinaetua esimerkiksi monimutkaisissa toimitusketjuissa, joissa nopea päätöksenteko toimijoiden välillä on onnistumisen ehto (Yang ym. 2025, 72).

Hyötyjen rinnalla on kuitenkin myös huomioitava tarkasti käyttöönoton mukana tulevat haasteet. Pilvipalveluiden turvallisuus, datanhallinta ja olemassa olevan infran yhteensovitus ovat edelleen tärkeitä kysymyksiä. Yritysten on pyrittävä määrittämään tarkasti, miten dataa säilytetään ja kuka siihen pääsee käsiksi. (Yang ym. 2025, 73.) Tämän lisäksi on toteutettava tarkkaa suunnittelua ja yhteisten toimintatapojen määrittämistä teknologian tehokkaan ja vastuullisen käyttöönoton mahdollistamiseksi (Yenugula ym. 2023, 201).

3.8 3D-tulostus

3D-tulostus eli kolmiulotteinen tulostus tarkoittaa esineiden valmistamista kolmiulotteiseen muotoon, yleensä tietokoneen antaman mallin mukaisesti materiaalia vaihdellen. 3D-tulostuksen implementaatio logistiikan ja yritysmaailman pariin voi olla merkittävä muutos toimitusketjujen tulevaisuuteen. 3D-tulostus mahdollistaa nopea reagoinnin sekä paikallisen tuotannon tuotteille ja varaosille lähellä loppukäyttäjää, mikä vähentää perinteisten kuljetusten ja varastoinnin tarvetta. Tämä tulee olennaisesti muuttamaan logistiikan toimitusketjun rakennetta ja lyhentämään toimitusaikoja. (Teweldebrhan ym. 2022, 105.)

Erityisesti autoteollisuuden logistiikkaketjuissa kolmiulotteinen tulostus on ottanut roolin keinona, joka pystyy korvaamaan perinteisen merikuljetuksen varaosille. Ennusteiden mukaan tämän yleistyminen voi tulevaisuudessa tarkoittaa merkittäviä vähennyksiä toimitusten ja päästöjen määrään, samalla

nostaen toimitusketjun joustavuutta ja pienentäen riskiä toimituskatkoksista. (Teweldebrhan ym. 2022, 110.)

Kokonaiskustannusrakenne on myös muutoksen alaisena, kun koko elinkaaren kustannuksia vertaillaan. Paikallinen 3D-tulostus voi vähentää paitsi logistiikan, myös rakentamisen ja jätehuollon kuluja. Tämä toteutuu erityisesti tilanteissa, joissa perinteinen rakentaminen tai valmistaminen vaatisi monimutkaisesti toteutettua logistiikkaa, kuten raskasta kuljetuskalustoa tai välivarastointia. (Besklubova ym. 2024, 6.)

Vaikka tätä teknologiaa ei voida soveltaa kaikille toimialoille tai suuren volyymin tuotantoihin, sen tuoma hyöty esimerkiksi kriittisen komponenttien, yksilöllisten ratkaisujen tai hajautetun tuotannon parissa on selkeä. Hyödyt voidaan katsoa sekä taloudellisiksi että rakenteellisiksi.

3.9 Lohkoketjuteknologia

Lohkoketju, yksi aikamme merkittävistä keksinnöistä, on otettu laajalti käyttöön eri toimialoilla, ja se on siten nostanut osakkeitaan runsaasti. Lohkoketju tarjoaa laajalti hajautetun tietokannan, jonka päivittämisestä ja ylläpitämisestä pitää huolta verkosto tietokoneita, jotka todentavat tapahtumat ennen niiden lisäystä tietokantaan (Das & Das 2024, 4). Sen piirteiksi voidaan kuvata luotettavuutta, läpinäkyvyyttä ja jäljitettävyyttä. Teknologia oli alun perin suunniteltu taloudellisiin tarkoituksiin, mutta myöhemmin se on kerännyt monen muun toimialan huomion kuten terveydenhuollon, valmistuksen, myynnin ja valtiotason hallinnon.

Lohkoketjua hyödynnetään esimerkiksi valmistavan teollisuuden toimitusketjuissa, erityisesti tiedon turvallisuuden ja jäljitettävyyden vuoksi. Lohkoketjuun voidaan tallentaa jokainen tuotannon tai kuljetuksen vaihe. Tämä mahdollistaa reaaliaikaisen seurannan ja tiedon aitouden varmistamisen. Implementaatio esimerkiksi IoT-laitteiden tai älykkäiden sopimusten parissa mahdollistaa järjestelmän automaattisen reagoinnin eri tapahtumiin, kuten

maksun vapautuksen heti toimituksen tapahduttua. (Raja Santhi & Muthuswamy 2022, 5–6.)

Lohkoketjua voidaan toisaalta käyttää myös monikanavaisissa toimitusmalleissa ja viimeisen kilometrin toimituksissa. Tässä tilanteessa lohkoketju toimii välineenä, jolla logistiikan toiminnot, asiakaskokemus ja toimitusvarmuus voidaan saumattomasti linkittää toisiinsa. Teknologia tarjoaa läpinäkyvää tietoa tilausprosessista ja nopean tiedonjakelun kaikkien eri kanavien välille. Tätä lähestymistapaa tuetaan rakenteellisella hallinnalla, joka varmistaa järjestelmän toimivuutta esimerkiksi urbaanin ympäristön jakelussa. (Naclerio & De Giovanni 2022, 675–678.)

Älykkäät sopimukset ovat niin ikään osa lohkoketjujen hyödyntämistä. Ne toimivat koodinpätkillä, jotka on tallennettu lohkoketjuun, ja jotka aktivoituvat, kun ennalta määritetyt kohdat sopimuksesta ovat täyttyneet. Näillä älykkäillä sopimuksilla pystytään vahvistamaan kahden, toisillensa ”tuntemattoman” osapuolen välisiä sopimuksia ilman ulkopuolista kolmatta osapuolta, ja tapahtumat tallentuvat digitaalisesti paperin sijaan. (Das ja Das 2024, 6.)

4 Tarpeen tunnistus ja analyysi

Tässä kappaleessa käydään läpi, miten yrityksen tarpeet tunnistetaan ja analysoidaan. Se käsittää nykytilan kartoituksen ja analyysin, tehokkuuden mittaamisen ja arvioinnin sekä kehitystarpeiden arvioinnin ja priorisoinnin. Tarkoituksena on siis selvittää, mitkä toimet ja prosessit vaativat kehittämistä ja toimia ja mitkä eivät. Oikeiden toimien valitseminen nykytilan kartoituksen avulla on tärkeää, jotta vältytään hukkakuluilta ja huonolta ajankäytöltä myöhemmin.

4.1 Nykytilan kartoitus ja analyysi

Nykytilan kartoituksen ja ongelmien tunnistamisen tarkoituksena on käydä yrityksen toimintoja sekä suunnitelmia läpi, jotta voidaan lähteä kehittämään oikeita asioita ja reagoimaan oikeisiin ongelmiin. Kartoituksen tarkoitus on myös luoda pohja, jonka kautta voidaan myöhemmin toteuttaa seurantaa näille kehitysaskelille.

Kartoitusta voidaan toteuttaa monin eri tavoin, mutta mittauksen ja kartoituksen standardiksi ovat muodostuneet muutamat eri toiminnot kuten SWOT-analyysi, KPI eli Key Performance Index ja prosessikartoitus. Nämä toiminnot voivat tukea toisiaan tai luoda yksinään vankan pohjan nykytilan kartoitukselle ja ongelmien tunnistamiselle.

SWOT-analyysi eli Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats -metodi on yksi vanhimmista ja laajimmille levinneistä strategiatyökaluista (Puyt ym. 2023). SWOT-analyysissä tehdään niin sanottu nelikenttäanalyysi, jossa listataan organisaation vahvuudet (Strengths), heikkoudet (Weaknesses), mahdollisuudet (Opportunities) ja uhat (Threats). Tämän tuloksena saadaan nopeasti suhteellisen kokonaisvaltainen kuva nykytilanteesta ja mahdollisista kehityssuunnista.

KPI, Key Performance Indicators eli keskeiset suorituskykymittarit ovat erilaisia mittaustuloksia, joiden avulla yritys ja sen eri osastot voivat nähdä nopeasti

nykytilanteen ja kehityssuunnan. Yleensä KPI-mittareita seurataan tavoitteiden, päämäärien, suoritustason tai kilpailijoiden vuoksi. Mittareiksi voidaan katsoa sellaiset tekijät, joita voidaan mitata, ja joilla on suora yhteys yrityksen eri osastojen tavoitteisiin. Toiminnon dynaamisen luonteen vuoksi näitä mittareita tulisi olla suhteellisen vähän, jotta keskittyminen pysyy tietyissä mittareissa. On huomattava, että erilaisia tavoitteita tulisi aina mitata eri tavoin. (Palenčárová ym. 2022.) Hyviä mittareita ovat esimerkiksi: Toimitusvarmuusprosentti, asiakastyytyväisyys, läpimenoaika, varaston kiertonopeus, kuljetuskustannukset per yksikkö, täyttöasteprosentti, palautusprosentti, päästöt per toimitus, prosessivirheiden määrä ja automatisointiaste.

Analyysi ja arviointi muodostavat yrityksen kehittämistyön perustavan vaiheen. Ne ovat prosesseja, joiden avulla ongelmat saavat rakenteen, kehityskohteet merkityksen ja toimenpiteet suunnan. Arviointimenetelmien keskeinen tehtävä on muuttaa havaintojen ja mittareiden keräämä tieto kehitystyötä ohjaavaksi ymmärrykseksi, Arvioinnin tehtävänä on tuottaa luotettavaa, laadukasta ja riippumatonta tietoa tuloksista niin hallintoelimille kuin laajemmalle yleisölle. (Thompson ym. 2021.)

4.2 Tehokkuuden mittaaminen ja arviointi

Tehokkuuden mittaaminen tukee organisaatiotason johtamista, päätöksenteon kehittymistä ja strategisen suunnittelun onnistumista. Sen merkitys on jo tunnustettu sekä tutkimuksissa että käytännössä. Mittauksen tavoitteena on yhdistää eri lähteistä saatu tieto yhdeksi, johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi. Yksittäisiin mittareihin keskittymisen sijaan tämän toiminnon painopiste tulisi asettaa suorituskyvyn mittauksen suunnitteluun. Kontekstia luovat tekijät, eli ympäristö tai tilanne, johon muutosta ollaan tuomassa, voivat vaikuttaa prosessiin. Useat eri tasot saattavat olla muutoksen alaisina. Näitä tasoja voivat olla yksilö, ihmissuhteet, organisaatiotaso, yhteisötaso tai sosiaalinen taso. (Yusriani ym. 2023.)

Hyvin varusteltu mittausjärjestelmä tukee päätöksentekoa ja kehittää tuottavuutta. Käsitteellisesti tehokkuusmittauksen tulisi mennä yli mittauksen rajojen ja kattaa myös laadullinen arviointi. Tärkeitä osia hyvässä mittausjärjestelmässä voisivat olla esimerkiksi KPI, organisaation menestystä kuvaavat mittarit, vertailupisteet ja Balanced Scorecard: moniulotteinen työkalu, jonka Kaplan ja Norton (1992) kehittivät arvioimaan erilaisia suorituskyvyn osa-alueita. Ajan kuluessa mittaustapojen ja mittauskriteerien tulisi kehittyä yrityksen mukana, jotta pysytään kiinni sen hetkisissä standardeissa. (Yusriani ym. 2023.)

Mittausjärjestelmien haasteet liittyvät laadullisten mittareiden subjektiivisuuteen, erilaisten suorituskykyä indikoivien työkalujen integraatioon, näiden mittareiden sopeuttamiseen kulttuuriin ja organisaation strategiaan (Yusriani ym. 2023). Tekoälyyn pohjautuvien kuljetusoptimointialgoritmien tehokkuutta voidaan arvioida vertaamalla niiden ehdottamia reittisuunnitelmia toteutuneisiin toimitusaikoihin ja poikkeamatilanteiden hallintaan (Farahani ym. 2021).

Kun tehokkuuden mittaamiseen liittyvän prosessin suunnittelu on valmis, voidaan siirtyä prosessin viimeiseen vaiheeseen.

4.3 Kehitystarpeiden priorisointi ja valinta

Kun nykytila on kartoitettu, tehokkuus mitattu ja analyysi tehty kattavasti, on aika siirtyä seuraavaan vaiheeseen. Kehittämistyön seuraava vaihe on sekä luonnollinen että kriittinen; kehitystarpeiden priorisointi. Tässä vaiheessa hankittu ja tutkittu havaintoaineisto kääntyy konkreettiseksi päätöksenteoksi. Tavoitteena on tunnistaa, jäsennellä ja arvioida kehityskohteita järjestelmällisesti. Ilman priorisointia kehitystoimet voivat jäädä reaktiivisiksi ja hajanaisiksi, sillä harvassa organisaatiossa on mahdollisuutta toteuttaa kaikkia parannusehdotuksia samanaikaisesti. (Alhenawi ym. 2024, 2.)

Valintaa suoritettaessa on otettava huomioon monta eri asiaa ja näkökulmaa, kuten mahdollisten toimien strateginen sopivuus, eli kuinka hyvin se tukee organisaation pidemmän aikavälin tavoitteita, kuinka vaikuttavia ja toteutettavissa olevia ne ovat, minkälainen kustannus-hyötysuhde niillä on.

Muuta huomioon otettavaa on, kuinka paljon joudutaan näkemään vaivaa saadun hyödyn eteen, sekä miten kehitystarpeet priorisoidaan ja järjestellään tärkeyden ja aikatauluvaatimusten mukaan. Priorisoinnissa ja valinnassa voidaan myös katsoa jo olemassa olevia tietoja, ilman erillistä menetelmää.

Yksi työkaluista, joita organisaatio voi yrittää hyödyntää, on MoSCoW-menetelmä. MoSCoW-menetelmän käyttö on perusteltua, kun resurssienhallinta ja toteutuksen jäsentely on prioriteetti, varsinkin jos kyseessä on rajattu projektikehitys. MoSCoW-metodin nimi tulee sanoista Must Have, Should Have, Could Have ja Won’t Have. Nämä neljä luokkaa toimivat “laareina”, joihin erilaisia kehitystarpeita sijoitetaan. Luokittelu perustuu nimikokonaisuutensa mukaisesti siihen, kuinka tärkeä tai epätärkeä mikäkin toimenpide on. (Miranda 2022, 20–21.)

Must Have-kategoriassa ovat välttämättömät, epäonnistumisen välttävät toimet. Should Have-toimet ovat tärkeitä, mutta niiden puuttumisenkin voi sietää lyhyellä aikavälillä, Could have-toimet ovat ihan mukavia lisäominaisuuksia ja viimeiseen, Won’t Have-luokkaan lajitellaan ne toimet, jotka tarkoituksella jätetään pois. Tämän luokittelun pohjalta pitäisi syntyä selkeä kuva siitä, miten eri toimet sijoittuvat priorisoinnissa. (Miranda 2022, 20–21.)

Organisaatio voi harkita myös sidosryhmien osallistamista tässä prosessissa, koska eri näkökulmat voivat täydentää toisiaan. Siinä missä johto näkee strategian, työntekijät ovat luultavammin perillä arjen ongelmista. Näin saadaan lisää avoimuutta, oikeudenmukaisuutta sekä vähennetään väärinymmärryksiä ja vastarintaa. Ihmiset saattavat tukea päätöksiä paremmin, kun he ovat saaneet osallistua niiden suunnitteluun. (Miranda 2022, 20–21.)

5 Kehityshankkeiden tavoitteet ja toteutukset

Viidennessä kappaleessa käydään läpi kehityshankkeiden tavoitteet ja toteutustavat. Se käsittää teknologisten ratkaisujen valintaa, pilotointia, integraatiota olemassa oleviin prosesseihin, esimerkkejä kehitystyöstä sekä käyttöönoton seurantaa ja sen vaikutuksien arviointia. Tarkoituksena on siis käydä itse integraatio vaihe vaiheelta, samalla selventäen mitä tehdään ja miksi.

5.1 Teknologisten ratkaisujen valinta tarpeen mukaan

Valintaprosessia tehdessä on tärkeää pystyä arvioimaan teknologian yhteensopivuutta nykyisten järjestelmien kanssa, mitä käyttöönotto vaatii, sekä ratkaisun skaalautuvuutta mahdollisiin tulevaisuuden tarpeisiin. Esimerkiksi tekoälyn ja esineiden internetin (IoT) hyödyntäminen voi tehostaa toimitusketjun hallintaa ja lyhentää toimitusaikoja. Online-kuljetussuunnittelu auttaa reagoimaan tehokkaasti odottamattomiin tapahtumiin, jotka voivat vaikuttaa alkuperäiseen kuljetussuunnitelmaan. Näin se tukee yrityksiä kuljetuskustannusten alentamisessa. (Farahani ym. 2021.)

Logistiikan kehittäminen modernien teknologioiden keinoin edellyttää huolellista harkintaa ennen kuin uusia ratkaisuja ajetaan käyttöön. Teknologioihin investoiminen ei saisi perustua pelkästään innovaation houkuttavuuteen tai markkinoilla pyöriviin trendeihin. Näiden sijasta sen tulisi perustua organisaation todellisiin tarpeisiin ja olla linjassa strategisten tavoitteiden kanssa. Teknologian valinnan tulisi aina perustua selkeästi liiketoimintastrategiaan, sillä se on siihen sidottu eikä erillinen päätös. (Massaro & Marinho 2024, 18.)

Kuten mainittu, teknologian rooli logistiikassa ei ole pelkästään operatiivinen vaan myös strateginen. Valitun ratkaisun on kyettävä tuomaan arvoa nykyhetken lisäksi myös tulevaisuudessa, jolloin sen yhteensopivuus ja skaalautuvuus muun olemassa olevan infran kanssa korostuu. Organisaation

on arvioitava valitun teknologian soveltuvuutta nykyisten järjestelmien ja toimintojen lisäksi myös mahdollisiin laajennuksiin tai kehityssuuntiin. Näin vältetään tilanteet, joissa nopeasti käyttöön ajettu ratkaisu joudutaan myöhemmin purkamaan paremmin sopivan ja skaalautuvan vaihtoehdon tieltä. Valintaa tehtäessä on myös otettava huomioon teknologian koko elinkaari. Kuinka se ylläpidetään, päivitetään ja implementoidaan osaksi muita järjestelmiä. Teknologian valintapäätös on samalla päätös pitkäaikaisesta yhteistyöstä toimittavan tahon kanssa. Siihen liittyvät aina myös tuki, huolto ja lisenssit. Jos nämä jätetään huomiotta, teknologian kehitys vaarantaa operationaalisen jatkuvuuden tukemisen sijaan. (Massaro & Marinho 2024, 20.)

Teknologian valinta on lopulta myös tavallaan ennakointiharjoite. Organisaation tulisi pystyä näkemään valinnan vaikutukset logistiseen suorituskykyyn ja asiakkaalle välittyvään kokemukseen. Onnistuneen teknologiavalinnan tulisi tukea toimitusketjun ketteryyttä ja kokonaisvaltaista suorituskykyä. Vain silloin se luo lisäarvon eikä jää irralliseksi. Oikein toteutettu valinta tuo mukanaan johdonmukaisen ja tulevaisuuteen orientoituneen kehityksen, väärin valittu tulee sitomaan resursseja ja lisäämään käyttökatkoksia.

5.2 Pilotointi ja vaiheittainen käyttöönotto

Pilotoinnin tarkoituksena on lavastaa rajoitettu, mutta realistinen ympäristö, jossa valittua teknologiaa voidaan testata todentuntuisissa olosuhteissa. Pilotoinnin avulla voidaan kerätä arvokasta tietoa järjestelmän teknisestä toimivuudesta, käytettävyydestä, vaikutuksista ja soveltuvuudesta erilaisiin prosesseihin. Varhaisilla testausympäristöillä logistiikkatoimijat voivat mukauttaa järjestelmän toiminnallisuuksia todellisten muuttujien mukaisiksi jo ennen täysimittaista käyttöönottoa. (Farahani ym. 2021.) Pilotoinnissa ei siis ole kyse pelkästä kokeilusta, vaan tarkoituksenmukaisesti rakennetusta oppimisprosessista, jonka avulla voidaan muokata käyttöönoton rakennetta, aikataulua ja koulutustarvetta ennen täyteen kokoon skaalautumista.

Pilotoinnin ja vaiheittaisen käyttöönoton vaiheessa tulee pitää mielessä sen edellyttävän hallittua siirtymävaihetta, jonka tehtävänä on minimoida riskit ja varmistaa toimintojen jatkuvuus. Pilotointi tarjoaa mahdollisuuden arvioida uuden järjestelmäkokonaisuuden toimivuutta ennen isomman skaalan käyttöönottovaihetta. Teknologisten uudistusten vaiheistettu käyttöönotto tuo organisaatiolle mahdollisuuden testata, sovittaa ja tarvittaessa muunnella ratkaisuja ennen kuin ne otetaan täysmittaisesti osaksi toimintaprosesseja. (Farahani ym. 2021, 8.)

Pilotointi toteutetaan tyypillisesti rajatussa ympäristössä, jotta uutta teknologiaa voidaan tarkastella operatiivisessa kontekstissa ilman, että organisaation toimintakokonaisuus altistuu häiriöille. Pilotoinnin päätarkoitus on tuottaa luotettavaa dataa siitä, miten uusi teknologia käyttäytyy tositilanteessa, ja miten sen käyttöönotto vaikuttaa suorituskykyyn. Tämän lisäksi vaiheittainen käyttöönotto mahdollistaa organisaatiolle asteittaisen siirtymän. Tässä siirtymässä resurssit, kouluttaminen ja operatiiviset prosessit voidaan kohdentaa hallitusti ja systemaattisesti. (Massaro & Marinho 2024, 20.)

Pilotoinnissa onnistuminen edellyttää organisaatiolta etukäteen määriteltyä mittaristoa. Nämä mittarit mahdollistavat uuden teknologian vaikutusten analysoinnin ja arvioinnin suhteessa keskeisiin suorituskykyyn vaikuttaviin tekijöihin kuten toimitusvarmuuteen, virheprosenttiin tai vasteaikaan. (Farahani ym. 2021, 9.)

Vaiheittainen käyttöönotto mahdollistaa teknologian tuonnin osaksi organisaation olemassa olevaa infraa hallitulla tavalla. Tämä mahdollistaa jatkuvan palautteen ja iteroinnin, mikä taas on omiaan parantamaan käyttöönoton laatua ja vähentämään siitä aiheutuvaa häiriötä. (Massaro & Marinho 2024, 22.) Keskeiseksi muodostuu vaiheistus; se ei ole vain aikataulun valinta, vaan strateginen lähestymistapa, jonka avulla organisaatio pystyy sopeuttamaan muutoksen hallitusti, säilyttäen toimintakykynsä koko käyttöönoton ajan (Farahani ym. 2021, 10).

Lopuksi voidaan todeta pilotoinnista ja vaiheittaisesta käyttöönotosta seuraavaa: niissä ei ole kyse ainoastaan teknisistä prosesseista, vaan niihin on sisäänrakennettu hyviä mahdollisuuksia oppia ja ymmärtää muutoksenhallinnan vaiheita. Tämän vaiheen hallinta vaikuttaa siihen, kuinka uusi ratkaisu tulee implementoitumaan.

5.3 Integrointi olemassa oleviin prosesseihin

Todellisen arvoon päästään vasta, kun uusi ratkaisu integroidaan saumattomasti osaksi organisaation olemassa olevia prosesseja. Tämä käsittää toiminnallisuuden, teknologian ja kulttuurin. Integrointi ei ole pelkkä tekninen yhteensovitus, vaan muutosprosessi, jossa uuden järjestelmän logiikka, toimintatavat ja käyttöliittymä sulautuvat olemassa olevan toimintaympäristön kanssa yhteensopivaksi kokonaisuudeksi.

Onnistuneesta integraatiosta puhuttaessa kyse on rakenteellisesta ja käyttäjälähtöisestä suunnittelusta. Teknologioiden yhteensopivuus, esimerkiksi järjestelmien rajapintojen, tiedonsiirron ja datastandardien tasolla, on olennainen perusta integraatiolle. Näitä ei kuitenkaan voida pitää riittävinä, vaan integraatio edellyttää myös selkeitä toimintatapojen muokkauksia ja prosessimallien käyttöönottoa, jotta uusi ratkaisu tukisi koko logistiikan arvovirtaa. (Farahani ym. 2021, 7.)

Samalla on muistettava huomioida organisaation käyttäjäpuoli. Integraatio vaatii henkilöstön ymmärrystä työnkuvan, roolien ja vastuunjaon muutoksista. Onnistuminen riippuu myös vahvasti siitä, että henkilöstö sitoutuu ja saa riittävästi koulutusta sekä johto tukee tätä. Erityisesti logistiikassa toimintaprosessit ovat usein toimintakriittisiä ja vakiintuneita, joten muutosjohtaminen on keskiössä. (Massaro & Marinho 2024, 22.)

Integraatio voidaan suorittaa kerralla tai vaiheittain. Usein suositellaan hybridimallia, jonka avulla uusi ja vanha järjestelmä toimivat rinnakkain rajatussa ympäristössä. Näin pystytään minimoimaan riskit ja keräämään käyttäjiltä palautetta varhaisessa vaiheessa. Tämä mahdollistaa hienosäädöt ja

jatkuvan parantamisen kulttuurin ilman altistusta häiriöille. (Farahani ym. 2021, 8.)

Integraatio ei ole vain järjestelmien välinen liitos. Se on toiminnallinen liitto, jossa uuden teknologian tuoma lisäarvo kanavoituu osaksi arjen päätöksentekoa. Liiton onnistumisen määrittää pitkälti se, saavutetaanko tavoiteltu hyöty täysin, vai jääkö se irralliseksi osaksi, jonka potentiaali ei tullutkaan täyteen.

5.4 Esimerkit tai skenaariot kehitystyöstä

Logistiikan kehittäminen modernien teknologioiden avulla ei ole ainoastaan strateginen päätös, vaan operatiivinen prosessi, jonka vaikutukset konkretisoituvat vasta käytännön esimerkkien kautta. Esimerkit ja skenaariot auttavat hahmottamaan, miten valitut ratkaisut vaikuttavat toimitusketjujen toimivuuteen ja suorituskykyyn. Kehitystyön eteneminen edellyttää näyttöä paitsi teknologian käyttöönotosta, myös sen tuloksellisuudesta osana arjen prosesseja. (Massaro & Marinho 2024, 19.)

Tekoälypohjaista kuljetussuunnittelua voidaan hyödyntää tilanteissa, joissa vaaditaan dynaamista reititystä muuttuvien olosuhteiden mukaan. Tällaisissa ratkaisuissa otetaan huomioon esimerkiksi sää- ja liikennetiedot sekä aikaisemmat viiveet, mikä parantaa toimitusten täsmällisyyttä ja resurssien käyttöä. (Farahani ym. 2021, 8.) Ratkaisujen vaikuttavuus ei ole sidoksissa yksittäiseen suoritukseen, vaan siihen, kuinka teknologia mukautuu ja kehittyy käytön myötä osana päätöksentekoa.

Esineiden internetiä voidaan soveltaa erityisesti kylmäketjuvalvonnassa, jossa reaaliaikaiset sensorit seuraavat lämpötiloja koko kuljetusketjun ajan. Tämä mahdollistaa poikkeamien nopean tunnistamisen ja siten ehkäisee laatuhävikkiä erityisesti lämpötilaherkissä tuotteissa, kuten lääkkeissä tai elintarvikkeissa.

Strategisessa suunnittelussa skenaariotyöskentelyä hyödynnetään tilanteissa, joissa toimintaympäristön muutoksiin halutaan varautua ajoissa. Mahdollisten

kehityskulkujen mallintaminen tukee organisaation kykyä arvioida teknologian elinkaarta, markkinamuutoksia ja sidosryhmien odotuksia. (Massaro & Marinho 2024, 22.) Tämä lähestymistapa ei keskity vain nykyhetken optimointiin, vaan laajempaan valmiuteen kohdata epävarmuutta ja muokata kehitystyötä ennakoivasti. Esimerkit ja skenaariot eivät ole irrallinen osa kehittämistä, vaan ne kytkeytyvät jatkuvaan arviointiin ja tiedolla johtamiseen. Kun teknologiset ratkaisut sidotaan osaksi mitattavaa ja todennettavaa toimintaa, ne tuottavat lisäarvoa paitsi operatiivisesti myös strategisesti.

5.5 Käyttöönoton seuranta ja vaikutusten arviointi

Muutoksen jälkeen tapahtuva seuranta ja arviointi on keskeinen osa kehittämisprosessia. Seuranta lisää toimenpiteiden uskottavuutta ja mahdollistaa sen, että vaikuttavuutta voidaan arvioida objektiivisesti. Datan ja palautteen pohjalta voidaan todentaa, ovatko tehdyt toimet tuottaneet hyötyä ja missä määrin. On tärkeää, että seurannan mittarit määritellään etukäteen ja dokumentoidaan osaksi muutosprosessia. Seurannan tulee ulottua sekä lyhyelle että pitkälle aikavälille, jotta kehityksen jatkuvuus voidaan varmistaa.

Seurantaan voidaan hyödyntää esimerkiksi KPI-mittareita sekä aikataulun ja resurssien seurantaa, joiden avulla varmistetaan pysyminen suunnitelmassa. Teknologiset ratkaisut, kuten ERP-järjestelmät ja IoT-pohjaiset sensorit, tukevat jatkuvaa tiedonkeruuta. Yksi selkeä keino on ennen–jälkeen-vertailu, eli ns. baseline-comparison, jonka avulla muutoksen vaikutuksia voidaan tarkastella suhteessa alkutilanteeseen. (Al-Assaf ym. 2024.)

Muita suunnitelmallisia toimia muutoksen ja/tai kehityksen seurantaan voisi olla palautesilmukka, sidosryhmien siihen osallistaminen ja seurantavastuun määrittely. Palautesilmukassa kyse on siitä, ettei vain todeta onnistumista tai epäonnistumista, vaan luodaan palautesilmukka, joka mahdollistaa nopean reagoinnin ja korjaavia toimia. Sidosryhmät voisivat olla erinomainen kohderyhmä palautesilmukan datan tuottajiksi, koska henkilöstö, asiakkaat ja toimittajat ovat kaikki operaatioiden ytimessä ja pystyvät antamaan hyvää

palautetta ja ehdotuksia. Sidosryhmien palaute voi täydentää numeerisia mittareita laadullisella tiedolla. Seurannan toteutuksesta ja tiedon käsittelystä tulisi vastata erikseen nimetty henkilö tai työryhmä, jotta prosessi säilyy johdonmukaisena ja vastuullisena. Tämä toimielin vastaisi seurannasta sekä siitä, mitä ja miten tietoa saadaan jäsenneltyä sen keräämisen yhteydessä. Seurannan tulisi olla yhtä systemaattista kuin itse kehitystyö, jotta tavoitteisiin päästään johdonmukaisesti ja uskottavasti. (Chatterjee 2023.)

6 Haasteet ja tulevaisuuden näkymät

6.1 Haasteet teknologian soveltamisessa

Teknologinen logistiikan alan kehitys nähdään usein lineaarisena. Tutkitaan ja mitataan aloitustilannetta, valitaan ratkaisu, suoritetaan vaiheittainen käyttöönotto ja mitataan vaikutuksia. Todellisuus on kuitenkin monimutkaisempi, varsinkin uusissa teknologioissa. IoT:n, tekoälyn tai automatisoitujen prosessien käyttöönotto ei tapahdu tyhjiössä vaan se tulee törmäämään käytössä oleviin organisaation rakenteisiin, toimintakulttuuriin ja inhimillisiin reaktioihin. Näillä haasteilla on vaikutusta toimitusketjun hallintaan monella eri tapaa ja ne voivat hidastaa tai jopa estää niiden vaikuttavuuden realisoitumisen. (Onyia ym. 2024.)

Haasteet, joita organisaatio saattaa kohdata matkalla, voivat liittyä moniin eri syihin, organisaation ulkopuolella tai sisällä. Organisaation sisäpuolelta saatetaan kohdata esimerkiksi sosiaalista muutosvastarintaa; teknologia voi olla kypsä ja liiketoimintaan kohdistuvat hyödyt voivat olla selkeitä, mutta henkilöstön epävarmuus, ajatukset työnkuvan muutoksesta ja tunne kehityksen tapahtumisesta ilman vaikutusmahdollisuutta voivat hidastaa uudistusta. Organisaatiolla saattaa myös olla yksinkertaisesti infran tai investointien puute, jotkut teknologiat kuten automaatio voivat vaatia kokonaan uusia tiloja, tai esimerkiksi RFID-teknologia vaatia suuren määrän sensoreita ja järjestelmiä tuekseen. Liitos uusien ja vanhojen toimintojen välillä voi olla vaikea tai yhteensopivuus yksinkertaisesti huono. Organisaation ulkopuolelta haasteiksi voivat muodostua lainsäädäntö ja teknologian nopea kehitys. Lainsäädäntö ei välttämättä salli esimerkiksi autonomisia ajoneuvoja. Lisäksi nopea muutos ja kehitys teknologiassa vaativat ketteryyttä ja sopeutumiskykyä. (Saghafian ym. 2021, 8–17.)

6.2 Vastuullisuus ja kestävä kehitys

Modernien kehitystrendien keihäänkärkenä on jo vuosia voitu pitää vastuullisuutta ja kestävää kehitystä. Usein kehityksen yhteydessä keskittyminen kohdistetaan suorituskykyyn, tehokkuuteen ja kilpailukyvyn parantamiseen, mutta organisaatioiden tulisi pitää mielessä myös vastuullisuus ja kestävä kehitys. Nämä teemat tuovat brändille edustavuutta, luotettavuutta ja antavat ulkopuolisille käsityksen itsetietoisesta ja älykkäästä organisaatiosta. Organisaation tulisi ymmärtää sen vaikutukset ympäristöön, yhteiskuntaan ja näiden molempien tulevaisuuteen.

Organisaation ympäristövaikutuksien parantamiseen sopivat seuraavat työkalut: tekoäly, automaatio ja IoT. Esimerkiksi sähköautojen tai droonien käyttö pystyy laskemaan yrityksen kokonaispäästöjä. Tekoäly ja data-analyysi pystyvät taas optimoimaan reittivalintoja sekä aikataulutuksia. Haasteina näiden täysimittaisessa käyttöönotossa ovat tarvittavan infrastruktuurin puute, mahdolliset taloudelliset investoinnit sekä maakohtainen lainsäädäntö. (Bukhari ym. 2022, 4.)

Näiden kaikkien erilaisten muutoksien toteuttaminen on omiaan tuomaan mukanaan erilaisia haasteita ja osa näistä haasteista voi olla sosiaalisia. Työntekijän tehokkuus voi parantua, mutta työtä kohtaan koettu mielekkyys voi laskea ja siten työsuhteen vakaus voi muuttua epävarmemmaksi. Työntekijä voi tulla syrjäytetyksi, jos osaaminen ja vahvuusalue ei ole digitaalisten toimien parissa. Työntekijä voidaan toki kouluttaa uudelleen muihin rooleihin ja työnkuviin, mutta se tuo mukanaan omat haasteensa. Kestävän kehityksen ei siis tulisi perustua pelkästään tuotannollisiin ja kirjanpidollisiin syihin, jos nämä laskevat sosiaalista oikeudenmukaisuutta. Työntekokäytännöt tuovat huomattavia eettisiä huolia toimitusketjuihin. Huolet, kuten reilujen palkkojen maksu, työturvallisuus ja työehdoista kiinni pitäminen, varsinkin kehittyvissä maissa, ovat eettisellä eturintamalla. (Esan ym. 2024, 8.)

6.3 Digitalisaation riskit

Digitalisaation nopea nousu yritysmaailmaan on huomattavasti muuttanut ja tulee vielä muuttamaan toimitusketjuja ja logistisia prosesseja. Se on mullistanut kuljetukset, varastonhallinnan ja viimeisen kilometrin kuljetukset. Tekoälyn kyky käsitellä valtavia määriä dataa ja automatisoida päätöksentekoa ei ole ainoastaan parantanut tehokkuutta. Se on myös vähentänyt inhimillisiä virheitä, varmistaen nopeamman ja luotettavamman logistiikkaketjun. (Adewale 2025.)

On kuitenkin huomattava, että vaikka tekoälyn hyödyntäminen on tarjonnut lukuisia hyötyjä, se tuo mukanaan myös eettisiä tai tietoturva-aiheisia haasteita. Eettisyyttä tarkasteltaessa riippuvuus tekoälyn päätöksenteosta nostaa huolenaihetta algoritmien suosimisesta, työpaikkojen laskusta ja läpinäkyvyydestä tekoälyn prosesseissa. Tekoälymallit, joita opetetaan puolueellisella datalla, voivat tahattomasti syrjiä tiettyjä toimittajia, alueita tai asiakaskuntia. Tämä aiheuttaa epäoikeudenmukaisuutta toimitusketjuissa. Laajalle levinnyt tekoälyn hyödyntäminen on myös nostattanut keskustelua työpaikoista. Tekoälyn suorittamat toiminnot, kuten robotiikka ja automatisoidut järjestelmät, ovat omiaan viemään työvoimalta työpaikkoja. Lisäksi AI:n kyky kerätä, analysoida ja tallentaa mahdollisesti arkaluontoista dataa nostaa esiin kysymyksiä yksityisyydensuojasta. Epäeettinen datan kerääminen ja sen valvonta voivat vaarantaa sekä yrityksen että kuluttajien tiedot. (Adewale 2025.)

Turvallisuuden näkökulmasta tekoälypohjaiset logistiikkajärjestelmät ovat yhä altistuvaisempia kyberhyökkäyksille ja tietovuodoille. Hakkerit voivat hyödyntää tekoälyn haavoittuvuutta manipuloidakseen päätöksentekoa, sekoittaakseen toimitusketjuja ja kaapatakseen autonomisia ajoneuvoja, lisäten tietoturvaan liittyviä riskejä yrityksille ja yksityisille. Tekoälyn tuominen toisiinsa linkittyneiden järjestelmien, kuten IoT:n tai pilvipalveluiden pariin entisestään lisää riskiä hakkereiden hyökkäyksille, altistaen logistiikan ketjut vakoilulle ja kiristykselle. Tekoälyyn pohjautuvien kulkuneuvojen ja droonien yleistyminen luo omat riskinsä. Näitä järjestelmiä voidaan yhtä lailla hakkeroida, manipuloida tai

väärinkäyttää, mikä voi johtaa tappioihin tai pahimmillaan vaarantaa yleisen turvallisuuden. (Adewale 2025.)

7 Johtopäätökset

7.1 Teknologioiden sovellukset

Logistiikan kehittäminen modernein keinoin perustuu siihen, että ratkaisut tunnistetaan tarpeen mukaan ja sidotaan osaksi eri toimintoja. Kuljetusprosesseissa RFID sekä IoT mahdollistavat reaaliaikaisen seurantatiedon, jota voidaan hyödyntää toimitusten valvonnassa, poikkeamien tunnistamisessa ja asiakkaiden tiedottamisessa. Autonomiset ajoneuvot taas sopivat hyvin toistuviin reitteihin, joilla ne voivat vähentää ruuhkia, parantaa toimitusvarmuutta sekä mahdollistaa tauottoman ajamisen. Lohkoketjuteknologia puolestaan tuo kuljetuksiin läpinäkyvyyttä ja varmuutta erityisesti niissä tilanteissa, joissa on mukana useita eri toimijoita ja kansainvälisiä raja-alueita.

Varastoinnin kehittämiseen liittyvissä ratkaisuissa korostuvat nopean tunnistamisen ja käsittelyn automaatio sekä ennakoivasti toteutettu suunnittelu. RFID pystyy tukemaan nopeaa ja matalalla virhetasolla tapahtuvaa tunnistusta. Automaatio ja robotiikka parantavat varastotyön tehokkuutta, erityisesti keräilyssä ja hyllytyksessä. Tekoälyn ja Big Datan avulla voidaan tukea varastotasojen optimointia, kierron hallintaa perustuen esimerkiksi kysyntätietoon. IoT pystyy mahdollistamaan vallitsevien olosuhteiden seurannan, mikä voi olla välttämätöntä esimerkiksi lämpötila- tai kosteusherkkien tuotteiden varastoinnissa ja kuljetuksissa.

Huolinnan painopiste on tiedon siirrossa ja asiakirjojen hallinnassa. Pilvipohjaisia ratkaisuja voidaan hyödyntää käyttäen yhteistä alustaa, jolla eri toimijat voivat käsitellä, tarkastella ja muokata erilaisia dokumentteja jopa samanaikaisesti. Lohkoketjuteknologia tuo osuutensa kokonaisuuteen, ja sen avulla voidaan varmistaa tietojen tarkkuus ja jäljitettävyys koko toimitusketjun mitalta. Tiedonvaihdossa tämä automaatio laskee virheiden määrää ja nopeuttaa operatiivista käsittelyä.

Jakelulle ja viimeisen mailin toimituksille ominaista sekä tärkeää on nopeus, mukautuvuus ja asiakaskeskeisyys. Autonomiset jakeluratkaisut voivat tehostaa toistuvia reittejä erityisesti kaupunkialueilla. 3D-tulostus mahdollistaa tuotannon siirtämisen lähemmäs loppukäyttäjää, mikä on omiaan vähentämään tarvetta kuljetuksille ja lyhentämään toimitusaikoja. Samalla lohkoketju voi tukea läpinäkyvää toimitusprosessia ja asiakastietojen hallintaa.

Informaatiologistiikassa ja siihen liittyvässä tiedon hallinnassa päätään nostavat teoäly, Big Data, pilvipalvelut sekä IoT. Ne voivat muodostaa rakenteen, joka mahdollistaa datan keräämisen, analysoinnin, yhdistelyn ja hyödyntämisen reaaliajassa. Tämän avulla voidaan siirtyä reaktiivisesta toimintamallista ennakoivaan suunnitteluun ja päätöksentekoon. Teknologiat ovat käyttökelpoisia vasta silloin, kun ne liitetään osaksi ennalta tunnistettua tarvetta ja prosessia.

7.2 Yhteenveto

Digitalisaation kehityksen on nähty kiihtyvän vuosi vuodelta, ja sen on katsottu ympäröivän yhteiskuntaa yhä tiiviimmin. Sen tarjoamat mahdollisuudet eivät kuitenkaan ole tavoittaneet kaikkia siinä laajuudessa kuin ajankohtaisuus ja tärkeys edellyttäisivät.

Työssä pyrittiin luomaan skaalautuva ja helposti ymmärrettävä katsaus logistiikkatoimintojen kehittämiseen. Tavoitteiden saavuttamisessa onnistuttiin kohtalaisesti. Työn edetessä aihetta rajattiin tietoisesti, jotta kokonaisuus pysyisi hallittavana. Vaikka lähdeaineistoa oli osin rajallisesti, se ei vaikuttanut työn sisältöön tai suuntaan. Kirjallisuuskatsauksen avulla koottiin ajankohtaista tutkimustietoa ja jäsennettiin se teknologialähtöiseksi näkemykseksi logistiikan kehittämisestä.

Lähdeaineiston osalta havaittiin kotimaisten julkaisujen vähäisyys. Aineisto painottui kansainvälisiin näkökulmiin, mikä ohjasi tarkastelun sisältöä mutta mahdollisti laajemman vertailun. Työn ajankohtaisuuden ja aihealueen nopean

kehittymisen vuoksi vastaavan työn toteuttaminen myöhemmin saattaisi johtaa erilaiseen lopputulokseen. Onnistumisena voidaan pitää kehitysprosessin eri vaiheiden kattavaa tarkastelua ja tarjottujen näkökulmien monipuolisuutta. Kehitettävää jäi ohjeistuksen käytännön sovellettavuuden osalta.

Työssä esitetyt tutkimuskysymykset koskivat modernien logistiikkaratkaisujen sisältöä, muutostarpeen määrittelyä, ratkaisujen integrointia ja niihin liittyviä haasteita. Näiden perusteella voidaan todeta, että logistiikan moderni kehittäminen rakentuu digitalisaation, automaation ja tiedon hyödyntämisen ympärille. Muutostarpeen määrittely perustuu nykytilan analyysiin ja toiminnan pullonkaulojen tunnistamiseen. Ratkaisujen onnistunut integrointi edellyttää vaiheistettua käyttöönottoa, henkilöstön sitouttamista ja tavoitteiden selkeyttä. Kehittämisen haasteita ovat muun muassa teknologioiden yhteensopivuus, osaamisvajeet ja muutosvastarinta.

Työn tulosten arvioitiin tarjoavan tukea organisaatioille, joissa suunnitellaan logistiikkatoimintojen kehittämistä. Ehdotetut vaiheet ja näkökulmat soveltuvat pohjaksi jatkotarkastelulle. Jatkossa nähdään hyödyllisenä syventyä tapauskohtaisiin toteutuksiin, jotta kehitysratkaisujen konkreettiset vaikutukset voidaan arvioida käytännön tasolla.

Aiheen ajankohtaisuus oli havaittavissa koko työskentelyn ajan, ja sen merkitys korostui erityisesti lähdeaineistoon perehdyttäessä. Mielenkiinnolla voidaan seurata, miten kehityssuuntaus siirtyy tutkijapiireistä käytännön sovelluksiin yhä laajemmin. Työ tarjoaa mahdollisen tarttumapinnan aiheesta kiinnostuneille ja toimii johdantona niille, jotka etsivät jäsenneltyä näkökulmaa logistiikan uudistamiseen. Kokonaisuutena työssä onnistuttiin kokoamaan ja jäsentämään keskeisimmät modernit lähestymistavat logistiikan kehittämiseen siten, että ne muodostavat käytännönläheisen ja johdonmukaisen kokonaisuuden kehitystyön tueksi.

Lähteet

Adewale, T. 2025. The Ethical and Security Challenges of AI Adoption in Logistics. Viitattu 28.4.2025.
Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/389987803_The_Ethical_and_Security_Challenges_of_AI_Adoption_in_Logistics

Alalade, E.O. 2025. Digital Transformation and Supply Chain Efficiency: A Case of Amazon Inc. International Journal of Research and Innovation in Social Science 8(12). 3931–3944. Viitattu 21.4.2025. Saatavilla: https://rsisinternational.org/journals/ijriss/articles/digital-transformation-and-supply-chain-efficiency-a-case-of-amazon-inc/

Al-Assaf, K.; Alzahmi, W.; Alshaikh, R.; Bahroun, Z. & Ahmed, V. 2024. The relative importance of key factors for integrating enterprise resource planning (ERP) systems and performance management practices in the UAE healthcare sector. Big Data and Cognitive Computing, 8(9), 122. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.3390/bdcc8090122

Alhenawi, E.; Awawdeh, S.; Khurma, R.A.; García-Arenas, M.; Pedro A. Castillo, P.A. & Hudaib, A. 2024. Choosing a Suitable Requirement Prioritization Method: A Survey. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://arxiv.org/abs/2402.13149

Al-Ibrahim, H. B. & Aksoy, M. S. 2024. IoT in Supply Chain Management: An Overview. Journal of Advanced Manufacturing Systems 12(2). 97–104. Viitattu 15.3.2025. Saatavilla: https://www.joams.com/show-112-621-1.html

Berckman, L.; Faver, A. D.; Hardin, K.; Kilpatrick, J. & Sloane, M. 2024. Restructuring the supply base: Prioritizing a resilient, yet efficient supply chain. Deloitte Research Center for Energy & Industrials. Viitattu 17.4.2025. https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing/global-supply-chain-resilience-amid-disruptions.html

Besklubova, S.; Raza, M. H.; Zhong, R. Y. & Skibniewski, M. J. 2024. 3D Printing vs. Traditional Construction: Cost Comparisons from Design to Waste Disposal Stages. ISARC 2024 Conference Proceedings. Viitattu 10.3.2025. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/381119314

Bukhari, J.; Somanagoudar, A. G.; Hou, L.; Herrera, O. & Merida, W. 2022. Zero-Emission Delivery for Logistics and Transportation: Challenges, Research Issues, and Opportunities. arXiv preprint arXiv:2205.15606. Viitattu 22.4.2025. Saatavilla: https://arxiv.org/abs/2205.15606

Chatterjee, S. 2023. The definitive guide to continuous improvement feedback loop. Emeritus. Viitattu 22.4.2025. https://emeritus.org/in/learn/continuous-improvement-feedback-loop/

Dabic-Miletic, S. 2023. Autonomous Vehicles as an Essential Component of Industry 4.0 for Meeting Last-Mile Logistics Requirements. Journal of Industrial Intelligence 1(1). 55–62. Viitattu 15.3.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.56578/jii010104

Das, M. ja Das, N.S. 2024. Blockchain in Supply Chain Management: A Critical Review of Benefits, Challenges, and Future Prospects. International Journal of Business, Marketing and Communication. Viitattu 8.4.2025 Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/381552224_Blockchain_in_Supply_Chain_Management_A_Critical_Review_of_Benefits_Challenges_and_Future_Prospects

Dinesh, A. & Vanithamani, M.R., 2023. *A Study on the Effectiveness of Material Handling and Storage with Special Reference to Blue Force Logistics*. *International Journal of Humanities Social Science and Management*, 3(2), pp.1357–1363. Viitattu 12.5.2025. Saatavilla: https://ijhssm.org/issue_dcp/A%20Study%20on%20the%20Effectiveness%20of%20Material%20Handling%20and%20Storage%20with%20Special%20Reference%20to%20Blue%20Force%20Logistics.pdf?

Esan, O.; Ajayi, F.A. & Olawale, O. 2024. Supply chain integrating sustainability and ethics: Strategies for modern supply chain management. World Journal of Advanced Research and Reviews, 22(1), 1930–1953. Viitattu 9.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.22.1.1259

Farahani, A.; Genga, L. & Dijkman, R. 2021. Online Multimodal Transportation Planning using Deep Reinforcement Learning. arXiv preprint. Viitattu 11.4.2025 Saatavilla: https://arxiv.org/abs/2105.08374

Ferdousmou, J.; Prabha, M.; Farouk, M.; Samiun, M.; Sozib, H. & Zaman, A. 2024. IoT-Enabled RFID in Supply Chain Management: A Comprehensive

Survey and Future Directions. Journal of Computer and Communications, 12, 207-223.Viitattu 15.4.2025. Saatavilla: https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=137807

Ferreira, B. & Reis, J. 2023. A Systematic Literature Review on the Application of Automation in Logistics. Logistics, 7(4), 80. Viitattu 28.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.3390/logistics7040080

Ghazal, A.; Narayanan, S.; Adeniran, I. O.; Kehrt, C. & Antoniou, C. 2025. Analysis of logistics measures of CEP service providers for the last-mile delivery in small- and medium-sized cities: A case study for the Aachen city region. European Transport Research Review, 17, Article 5. Viitattu 17.4.2025. Saatavilla: https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-025-00706-z

Hasan, M.R.; Islam, Z.; Sumon, F.I.; Osiujjaman, M.; Debnath, P. & Pant, L. 2024. Integrating Artificial Intelligence and Predictive Analytics in Supply Chain Management to Minimize Carbon Footprint and Enhance Business Growth in the USA. Journal of Business and Management Studies, 6(4), 195–212. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/387187038_Integrating_Artificial_Intelligence_and_Predictive_Analytics_in_Supply_Chain_Management_to_Minimize_Carbon_Footprint_and_Enhance_Business_Growth_in_the_USA

International Chamber of Commerce. 2020. Incoterms® 2020. ICC. Viitattu 18.4.2025. https://iccwbo.org/business-solutions/incoterms-rules/incoterms-2020/

Jiang, Q. 2024. Research on Comprehensive Evaluation Model of Supply Chain and Logistics Performance Based on Economic Management. Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9(1), 1–16. Viitattu 28.4.2025. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/381642297_Research_on_Comprehensive_Evaluation_Model_of_Supply_Chain_and_Logistics_Performance_Based_on_Economic_Management

Justavino-Castillo, M.E.; Gil-Saura, I.; Fuentes-Blasco, M.; Moliner-Velázquez, B. & Servera-Francés, D. 2023. Managing sustainable practices and logistics value to improve customer loyalty: importers vs. freight forwarders. WMU Journal of Maritime Affairs 22. 479–507. Viitattu 7.3.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.1007/s13437-023-00299-1

Kaur, A.; Singh, G.; Kukreja, V.; Sharma, S.; Singh, S. & Yoon, B. 2022. Adaptation of IoT with Blockchain in Food Supply Chain Management: An Analysis-Based Review in Development, Benefits and Potential Applications. Sensors, 22(21), 8174. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://www.mdpi.com/1424-8220/22/21/8174

Kim, T.; Kim, H. & Lee, D. 2022. The Necessity of Introducing Autonomous Trucks in Logistics 4.0. Sustainability 14(7). 3978. Viitattu 20.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.3390/su14073978

Knight, L.; Tate, W.; Carnovale, S.; Di Mauro, C.; Bals, L.; Caniato, F.; Gualandris, J.; Johnsen, T.; Matopoulos, A.; Meehan, J.; Miemczyk, J.; Patrucco, A. S.; Schoenherr, T.; Selviaridis, K.; Touboulic, A. & Wagner, S. M. 2022. Future business and the role of purchasing and supply management: Opportunities for 'business-not-as-usual' PSM research. Journal of Purchasing and Supply Management 28(1). Article 100753. Viitattu 17.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.1016/j.pursup.2022.100753

Lee, I. & Mangalaraj, G. 2022. Big Data Analytics in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review and Research Directions. Big Data and Cognitive Computing, 6(1). 17. Viitattu 14.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.3390/bdcc6010017

Licardo, J.T.; Domjan, M. & Orehovački, T. 2024. Intelligent Robotics—A Systematic Review of Emerging Technologies and Trends. Electronics, 13(3), 542. Viitattu 28.4.2025. Saatavilla: https://www.mdpi.com/2079-9292/13/3/542

Mangan, J. & Lalwani, C. 2016. Global Logistics and Supply Chain Management. 3. painos. Chichester: Wiley.

Massaro, S.G. & Marinho, S. 2024. Strategic alignment in a logistics company. IOSR Journal of Business and Management, 26(4). 16–25. Viitattu 22.4.2025. Saatavilla: https://www.iosrjournals.org/iosr-jbm/papers/Vol26-issue4/Ser-2/B2604021625.pdf

Merkert, R. 2023. *Air Cargo and Supply Chain Management*. *The Palgrave Handbook of Supply Chain Management*. Forthcoming. Saatavilla: https://ssrn.com/abstract=4415293. Viitattu 22.5.2025.

Miranda, E. 2022. Moscow Rules: A Quantitative Exposé. Teoksessa Viktoria Stray, V.; Stol, K-J.; Paasivaara, M. & Kruchten, P. (Eds.) Agile Processes in

Software Engineering and Extreme Programming. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 445. Springer, 19–34. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-08169-9_2#citeas

Naclerio, A. G. & De Giovanni, P. 2022. Blockchain, logistics and omnichannel for last mile and performance. The International Journal of Logistics Management 33(2). 663–686. Viitattu 23.3.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2021-0415

Olsson, J.; Hellström, D. & Vakulenko, Y. 2023. Customer experience dimensions in last-mile delivery: an empirical study on unattended home delivery. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management 53(2). 184–205. Viitattu 17.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2021-0517

Onyia, U.; Ani, I.S. & Nwankwo, U.F. 2024. Addressing the challenges towards the adoption of digital technologies in construction supply chain management. Discover Civil Engineering, 1, 118. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.1007/s44290-024-00132-5

Palenčárová, J.; Abuladze, L. & Blštáková, J. 2022. Goal Setting and KPI Measurement as Tools for Broader Use of Online Gamification. Proceedings from the EDAMBA 2021 conference, 369–382. Viitattu 21.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.53465/EDAMBA.2021.9788022549301.369-382

Pennekamp, J.; Matzutt, R.; Klinkmüller, C.; Bader, L.; Serror, M.; Wagner, E.; Malik, S.; Spiß, M.; Rahn, J.; Gürpinar, T.; Vlad, E.; Leemans, S. J. J.; Kanhere, S. S.;Stich, V. & Wehrle, K. 2023. An Interdisciplinary Survey on Information Flows in Supply Chains. ACM Computing Surveys 56(2). 1–38. Viitattu 2.4.2025. Saatavilla: https://arxiv.org/abs/2401.01022

Plunkett, J.W. 2022. Plunkett's Transportation, Supply Chain & Logistics Industry Almanac 2022. Houston: Plunkett Research Ltd.

Puyt, R.W.; Lie, F.B. & Wilderom, C.P.M. 2023. The Origins of SWOT Analysis. Long Range Planning, 56(3), 102304. Viitattu 28.4.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304

Raja Santhi, A. & Muthuswamy, P. 2022. Influence of Blockchain Technology in Manufacturing Supply Chain and Logistics. Logistics, 6(1). 15. Viitattu 13.3.2025. Saatavilla: https://www.mdpi.com/2305-6290/6/1/15

Rajesh, D.; Gupta, S.K.; Ilinich, S. & Singh, N. 2023. An assessment of challenges and factor influencing the freight forwarding business in the logistics industry. Economics, Finance and Management Review, (2), 4–23. Viitattu 28.4.2025. Saatavilla: https://public.scnchub.com/efmr/index.php/efmr/article/view/243/175

Rath, K.C.; Khang, A. & Roy, D. 2024. The Role of Internet of Things (IoT) Technology in Industry 4.0 Economy. Teoksessa: Rath, K.C., Khang, A. ja Roy, D. (toim.) Internet of Things (IoT) for Automated and Smart Applications. CRC Press. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla: https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003434269-1

Saghafian, M.; Laumann, K. & Skogstad, M. R. 2021. Stagewise Overview of Issues Influencing Organizational Technology Adoption and Use. Frontiers in Psychology, 12. Viitattu 17.4.2025. Saatavilla: https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2021.630145/full

Teweldebrhan, B. T.; Maghelal, P. & Galadari, A. 2022. Impact of 3D printing on car shipping supply chain logistics in the Middle East. The Asian Journal of Shipping and Logistics 38(2). 103–116. Viitattu 10.3.2025. Saatavilla: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4198195

Thompson Coon, R.; Vataja, K. & Parkkonen, P. 2021. Sitran arvioinnin lähestymistapa. Sitra. Viitattu 28.4.2025. https://www.sitra.fi/julkaisut/sitran-arviointilahestymistapa-2021/#johdanto-sitran-vaikuttavuuden-arviointiin

Yang, D.; Li, R. & Liu, S. 2025. Exploring the Influence of Cloud Computing on Supply Chain Performance: The Mediating Role of Supply Chain Governance. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research 20(2). 70. Viitattu 7.3.2025. Saatavilla: https://doi.org/10.3390/jtaer20020070

Yenugula, M.; Sahoo, S. K. & Goswami, S. S. 2023. Cloud computing in supply chain management: Exploring the relationship. Management Science Letters 13(6). 193–210. Viitattu 14.4.2025. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/370501433_Cloud_computing_in_supply_chain_management_Exploring_the_relationship

Yusriani, S.; Suja'i, A.; Fadhil, A.; Pamungkas, C.R.; Nurbaeti, N.; Prambudi, I.S.; Ismiwati, R.; Perangin-angin, D.B. & Effendy, A.J. 2023. Performance

Measurement Knowledge: A Comprehensive Literature Review. The 6th International Seminar on Business, Economics, Social Science, and Technology (ISBEST) 2023. Viitattu 28.4.2025. Saatavilla: https://www.researchgate.net/publication/375230445_Performance_Measurement_Knowledge_A_Comprehensive_Literature_Review