

WMS-JÄRJESTELMÄN HANKINTA

Mitä hankinnassa olisi hyvä huomioida?

LAB-ammattikorkeakoulu

Tradenomi (AMK), Liiketalous ja logistiikka

2023

Harri Utter

Tiivistelmä

Tekijä(t) Utter, Harri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2023
	Sivumäärä 74+1	
Työn nimi WMS-järjestelmän hankinta Mitä hankinnassa olisi hyvä huomioida?		
Tutkinto Tradenomi (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Ei toimeksiantajaa		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin narratiivisena kirjallisuuskatsauksena WMS-järjestelmän hankintaa sekä hankintaan liittyviä asioita, jotka yrityksen on hyvä huomioida ennen hankintapäätöstä.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin toimitusketjua, logistiikkaa ja varastoa terminologisesti, varaston järjestelmiä sekä niiden rooleja ja eroja ylätasolla sekä tarkemmin WMS-järjestelmiä. Lisäksi työssä syvennyttiin yrityksen tarpeeseen, WMS-järjestelmän hankinnan tai uusimisen syihin sekä strategian eri tasoihin ja vallitseviin trendeihin, joita yrityksen on hyvä huomioida ennen järjestelmähankintaa ja mitä asioita sekä vaiheita kilpailutuksessa ja hankinnassa on sekä mitä asioita niissä tulisi huomioida kussakin vaiheessa.</p> <p>Vaikka järjestelmähankinta on melko yksinkertainen prosessi, monimutkaistavat sitä vallitsevat yleismaailmalliset megatrendit, teknologiset trendit, yrityksen tulevaisuuden tavoitteet sekä varaston ja yrityksen teknologisen ympäristön kompleksisuus.</p>		
Asiasanat WMS, toimitusketju, varasto, strategia, trendit, toimittaja, hankinta		

Abstract

Author(s) Utter, Harri	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 74+1	
Title of Publication Procurement of WMS System What should consider when purchasing?		
Name of Degree Bachelor of Business Administration		
Name, title and organization of the client No client		
Abstract <p>In the thesis, the purchase of a WMS system was studied as a narrative literature review, as well as issues related to the purchase, which the company should consider before the purchase decision.</p> <p>The thesis concerns supply chain, logistics and warehouse in terms of terminology, warehouse systems and their roles and differences at the top level, and more specifically WMS systems. In addition, the work delved into the company's needs, the reasons for acquiring or renewing a WMS system, as well as the various levels of strategy and prevailing trends, which the company should consider before purchasing the system, and what issues and stages there are in tendering and procurement, as well as what issues should consider in each phase.</p> <p>Although system procurement is a straightforward process, it is complicated by prevailing global megatrends, technological trends, the company's future goals, and the complexity of the warehouse and the company's technological environment.</p>		
Keywords WMS, supply chain, warehouse, strategy, trends, vendor, purchasing		

Sisällys

Käytetyt lyhenteet ja sanasto	1
1 Johdanto.....	2
1.1 Tausta	2
1.2 Tavoitteet ja rajaukset.....	3
1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuskysymykset	4
1.4 Opinnäytetyön rakenne.....	6
2 Logistiikka ja toimitusketju	9
2.1 Toimitusketjunhallinta ja logistiikka	9
2.2 Varastointi	9
2.3 Sisälogistiikka	10
2.4 Varaston järjestelmät	11
2.5 WMS-järjestelmät	17
3 WMS-järjestelmän hankinta	26
3.1 Tarve	26
3.2 Strategia	31
3.3 Trendit	35
3.4 Hankintaprojekti	51
3.5 Käyttöönottoprojekti	58
4 Johtopäätökset	61
4.1 Toteutuksen arviointi ja tulokset.....	61
4.2 Jatkotutkimuskohteet	62
4.3 Pohdinta	63
5 Yhteenveto	65
Lähteet	66

Liitteet

Liite 1. WMS-järjestelmien toiminnallisuusvertailu

Käytetyt lyhenteet ja sanasto

AGV	Automated Guided Vehicle	Vihivaunu
AMR	Autonomous Mobile Robots	Autonomiset mobiilirobotit
Cloud		Pilvipalvelu
ERP	Enterprise Resource Planning	Toiminnanohjausjärjestelmä
ECC	ERP Central Component	SAPin ERP-ohjelmistopakettin nimi
EHP	Enhancement Package	SAPin kehityspaketti, joka sisältää korjauksia, uusia toiminnallisuuksia ja kyvykkyyksiä
IMS	Inventory Management System	Varastonohjausjärjestelmä
LE	Logistics Execution	SAP ERP moduuli, jossa logistiikan ydinprosessit, ns. ”kevyt WMS”
MHE	Material Handling Equipment	Materiaalinkäsittelylaite
MFC	Material Flow Control	Materiaalivirtojenohjaus
OMS	Order Management System	Tilausten hallintajärjestelmä
On-premise		Ratkaisu, jossa järjestelmät sijaitsevat yrityksen omassa konesalissa
PLC	Programmable Logic Control	Ohjelmoitava logiikkaohjain
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung, SAP	Saksalainen ohjelmistoyritys
S4/HANA		SAP ERP pilvipalveluratkaisun nimi
SME	Small	Pieni yritys
	Medium	Keskisuuri yritys
	Enterprise	Suuri yritys
SCM	Supply Chain Management	Toimitusketjun hallinta
TM	Transportation Management	Kuljetustenhallinta
TMS	Transportation Management System	Kuljetustenhallintajärjestelmä
WCS	Warehouse Control System	Varastonohjausjärjestelmä
WES	Warehouse Execution System	Varaston suoritusjärjestelmä
WM	Warehouse Management	Varastonhallinta
WMS	Warehouse Management System	Varastonhallintajärjestelmä

1 Johdanto

1.1 Tausta

Yritykset tarvitsevat liiketoimintaprosessien hallinnointiin ja optimointiin, eri liiketoimintaprosessien välisten tietovirtojen koordinointiin sekä toimintansa tehostamiseen toiminnanohjausjärjestelmää. Toiminnanohjausjärjestelmä on ohjelmisto, joka linkittää yrityksen eri toiminnot toisiinsa. (Microsoft 2023.)

Monilla yrityksillä on käytössään toiminnanohjausjärjestelmänä saksalaisen SAPin ECC 6.0 (SAP ERP 6.0) -järjestelmä ja varastohallinnan osalta sen mukana tuleva kevyempi WM-moduuli (LE). Esimerkiksi noin 80 % suurista vähittäiskaupan toimijoista käyttää SAP ERP:ää (ALL SET 2020).

SAP on jo pitkään indikoinut lopettavansa ylläpidon ECC 6.0-järjestelmälle, mutta kuitenkin siirtänyt ylläpidon päättymispäivää toistuvasti eteenpäin. Tällä hetkellä SAP tarjoaa ylläpitoa EHP (Enhancement Package) 1–5 osalta 31.12.2025 asti ja EHP 6-8 osalta 31.12.2027 asti sekä tämän lisäksi tarjoaa pidennettyä ylläpitoa 31.12.2030 asti (Schmidthals 2022). Onko tämä lopullinen aikataulu vai siirtykö viimeinen ylläpidon päivämäärä vielä eteenpäin? Todennäköisesti ei.

Yritykset ovat odottaneet vahvistusta siitä, mikä on SAP ERP:n viimeinen päivä, johon asti ylläpitoa on saatavissa, koska kyseessä on varsin iso ja aikaa vievä transformaatioprojekti. Osa yrityksistä on jo siirtynyt, osa parhaillaan siirtymässä uuteen SAPin tarjoamaan ERP:iin, mutta osa on vielä tämän osalta aikatauluttamassa ja suunnittelemassa ERP korvauksen ajankohtaa sekä mahdollisesti myös erillisen varastohallintajärjestelmän (WMS) hankintaa. Jos yrityksen on ERP:n lisäksi on eriytettävä myös WM-toiminnot, tarkoittaa tämä sitä, että yrityksellä on kaksi projektia, jossa se ensin eriyttää WMS-järjestelmän ERP:n ulkoiseksi ratkaisuksi ja sitten toteuttaa ERP transformaatioprojektin. Aikataulullisesti nämä vievät useamman vuoden ja niiden toteutus on aloitettava ajoissa, koska projekteissa usein tulee vastaan tunnistettuja ja tunnistamattomia haasteita, jotka vaikuttavat projektin aikatauluun.

ERP:stä eriytetyn WMS-järjestelmän hankinta tulee monelle yritykselle ajankohtaiseksi etenkin, jos yrityksellä ei ole ollut käytössä SAP ERP ulkopuolista WMS-järjestelmää, koska siirtyessään uusimpaan SAPin tarjoamaan ERP-järjestelmään, tarkemmin SAP HANA (S4/HANA) pilvipalveluun, ei WMS-järjestelmää ole tarjolla, vaan sellainen on hankittava joko SAP:ilta (SAP EWM) tai joltain toiselta yritykseltä. Käytännössä SAP tarjoaa siirtymää LE-WM asiakkaille S4/HANA avulla, mutta viime kädessä WMS-järjestelmän hankinta tulee yrityksille tehtäväksi. (Deloitte 2018, 7.) Tällä hetkellä SAP lupaa kehittää S4/HANA -

pilvipalveluaan vuoden 2040 loppuun asti, joka tarkoittaa sitä, että ERP lisäksi logistiikan käyttämien WM ja TM ratkaisujen osalta aikataulu on sama, koska SAP tarjoaa näitä HANA pilvipalvelustaan (SAP 2023).

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Koska monella SAP ERP käytävällä yrityksellä on vielä edessään ERP:n uusiminen ja mahdollinen WMS-järjestelmän hankintaprojekti, olisi yrityksen olisi tässä kohtaa on hyvä pysähtyä ja miettiä yrityksen strategiaa ja katsoa tulevaisuutta sekä tehdä tämän pohjalta päätöstä siitä, miten tämän asian suhteen etenee, minkä vaihtoehdon valitsee ja minkälaisia logistisia ratkaisuja se tulevaisuudessa tarvitsee.

Opinnäytetyön tavoitteena on

- oman osaamisen ja ymmärryksen kartuttaminen,
- vaihtoehtoisten WMS-toimittajien tunnistaminen,
- WMS-järjestelmien erojen selvittäminen ylätasolla,
- vallitsevien trendien tunnistaminen ylätasolla sekä
- WMS-järjestelmän hankintaan ja käyttöönottoon liittyvien ja huomioitavien asioiden tunnistaminen mahdollisia jatkotoimenpiteitä ja mahdollista WMS-projektia varten.

Opinnäytetyötä ei ole tehty toimeksiantona, vaan oman osaamisen ja ymmärryksen lisäämisen näkökulmasta. Koska tämän opinnäytetyön aihealue on varsin laaja sekä keskittyy oman osaamisen ja ymmärryksen kartuttamiseen, rajataan työn laajuutta alla olevan mukaisesti. Vaikka yhtenä työn tavoitteena on oman osaamisen ja ymmärryksen kartuttaminen, tavoitellaan työllä myös sitä, että työstä olisi hyötyjä myös muille opiskelijoille tai mahdollisesti yrityksillekin.

Opinnäytetyössä

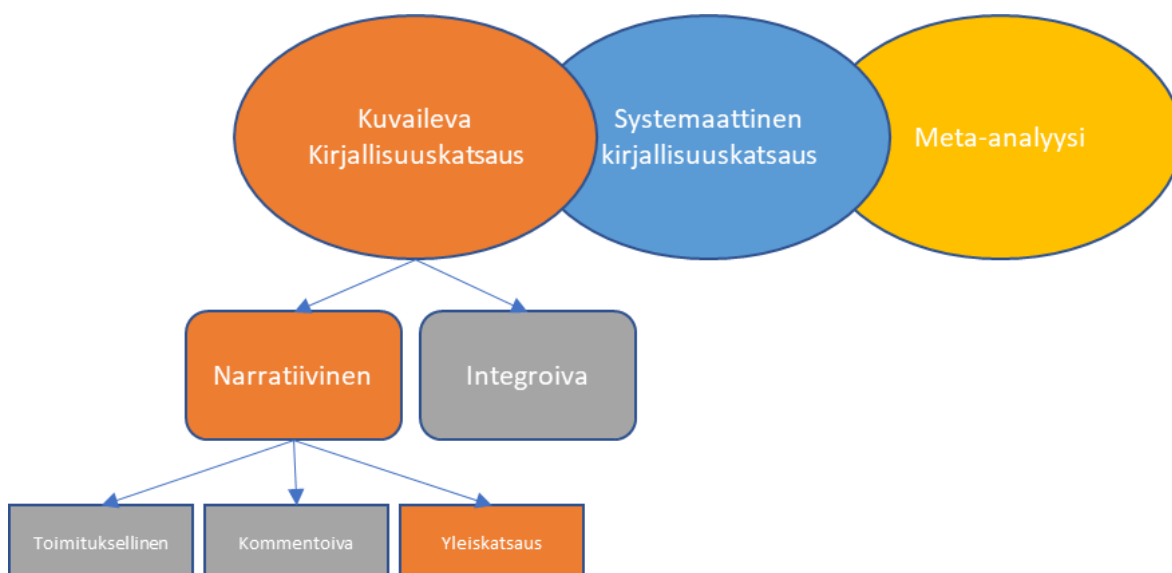
- ei pyritä kartoittamaan kaikkia WMS-järjestelmätoimittajia tai markkinoilla olevia WMS-järjestelmiä.
- ei pyritä asettamaan tunnistettuja WMS-järjestelmiä paremmuusjärjestykseen tai kuvaamaan tyhjentävästi eri WMS-järjestelmien kyvykkyyksiä tai eroja.
- ei pyritä kuvaamaan tarkasti, miten hankintaprojekti tai WMS-käyttöönotto suoritetaan, eikä syventyä näiden teoriaan, pitäen pääpainon WMS-järjestelmässä.

Edellä mainitut rajaukset ovat kukin laajuudeltaan erillisen opinnäytetyön kokoisia kokonaisuuksia syvällisesti tehtyinä. Osaan otetaan kantaa alaluvussa 4.4 jatkotutkimuskohteiden näkökulmasta.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuskysymykset

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on yksi kirjallisuuskatsauksen tyypeistä, jossa ei ole tarkkoja ja tiukkoja sääntöjä, mistä johtuen se on yksi yleisimmin käytetyistä kirjallisuuskatsauksen tyypeistä. Muita kirjallisuuskatsauksen tyyppiä ovat systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi. (Salminen 2011, 6.)

Alla olevassa kuviossa 1 on kuvattuna kirjallisuuskatsauksen perustyytit ja kuvailevan kirjallisuuskatsauksen orientaatiot sekä valitun narratiivisen muodon eri toteuttamistavat.



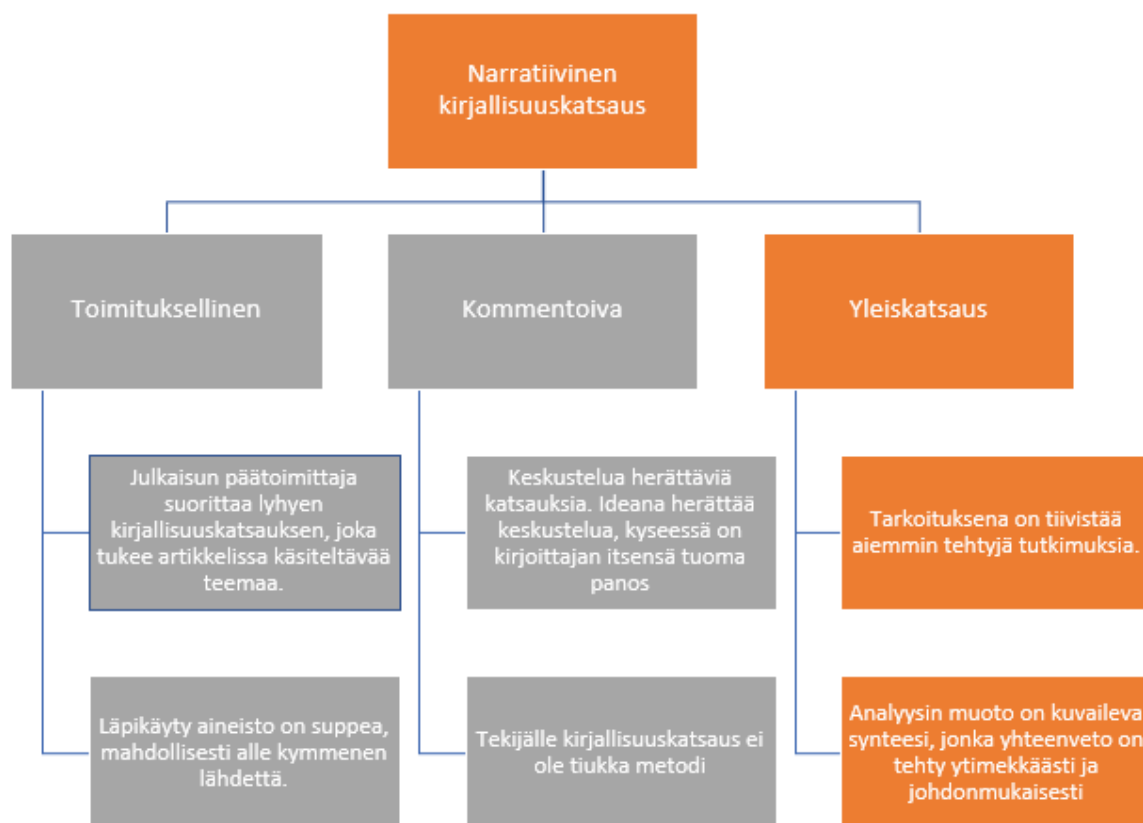
Kuvio 1. Kirjallisuuskatsauksen perustyytit ja orientaatiot (mukaillen Salminen 2011, 6–8)

Salakari (2020) avaa kirjallisuuskatsauksen tyyppien eroja sekä tavoitteita ja lopputulosta kuvioiden 2 ja 3 mukaisesti.

Kuvaileva Kirjallisuuskatsaus	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus	Meta-analyysi
<ul style="list-style-type: none"> • Yleiskatsaus - ei tiukkoja ja tarkkoja sääntöjä. • Käytetyt aineistot ovat laajoja – ei tiukkoja rajoituksia. • Mahdollistaa tutkimuksen kohteen laaja-alaisen kuvauksen ja ominaisuuksien luokittelamisen. • Tutkimuskysymykset ovat väljempää kuin rinnakkaisissa analyyseissä. • Alamuotoina narratiivinen ja integroiva katsaus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiivistelmä aiempien tutkimusten olennaisesta sisällöstä ja toteutuksen näkökulmasta selkeä prosessi. • Kartoitetaan keskustelua ja seulotaan esiin tieteellisten tulosten kannalta tärkeitä tutkimuksia. • Läpikäytävä paljon tutkimusmateriaalia tiiviissä muodossa - tavoite asettaa tutkimus sekä historialliseen että oman tieteenalansa asiayhteyteen. • Tehokas tapa testata eri hypoteeseja sekä arvioida niiden johdonmukaisuutta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Metodisesti alamuodoista vaativin – voidaan jakaa kvalitatiiviseen ja kvantitatiiviseen meta-analyysiin. • Yhdistetään samaa aihetta tarkastelevat tutkimukset, tavoitteena 'paljastaa' niiden oletukset. • Pyritään suorittamaan tulkinta alkuperäisten tulkintojen pohjalta. • Yhteenveto sisältää seulomisen, ryhmittelyn, tiivistämisen ja efektiivisten laskennan. • Kvantit. meta-analyysin lähtökohta: eri menetelmin toteutettujen perustutkimusten tulosten kvantitatiivinen synteesi.

Kuvio 2. Kirjallisuuskatsauksen tyyppien erot (mukaillen Salakari 2020, 6)

Narratiivinen kirjallisuuskatsaus on menetelmällisesti kevyin kirjallisuuskatsauksen eri muodoista, mutta mahdollistaa kuvattavan aiheen käsittelyn laajasti. Narratiivisen muodon toteuttamistavoista yleiskatsaus on laajin vaihtoehto, mutta samalla sen kautta syntyvä aineisto ei tarjoa analyttistä tietoa tai ei ole käynyt läpi järjestelmällistä seulaa, tarjoten kuitenkin ajankohtaista tietoa. (Salminen 2011, 7.)



Kuvio 3. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteet (mukaillen Salakari 2020, 8)

Tutkimusmenetelmänä tähän opinnäytetyöhön on valittu kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka toteutus on pyritty tekemään narratiivisena yleiskatsauksena. Narratiivinen yleiskatsaus on valittu siksi, koska

- toteutustapa tukee opinnäytetyön tavoitteita parhaiten (oman osaamisen ja ymmärryksen kartuttaminen),
- toteutustapa ei sido tai rajaa lopputulemaa liikaa ja näin ollen mahdollistaa laajalaisemmin lähdeaineistojen käsittelyn muodostaen paremman kokonaiskuvan tutkittavista asioista sekä
- narratiivisella katsauksella pystytään mahdollistamaan helppolukuinen lopputulos.

Salmisen (2011, 7) mukaan tätä toteuttamistapaa on käytetty paljon opetuksessa.

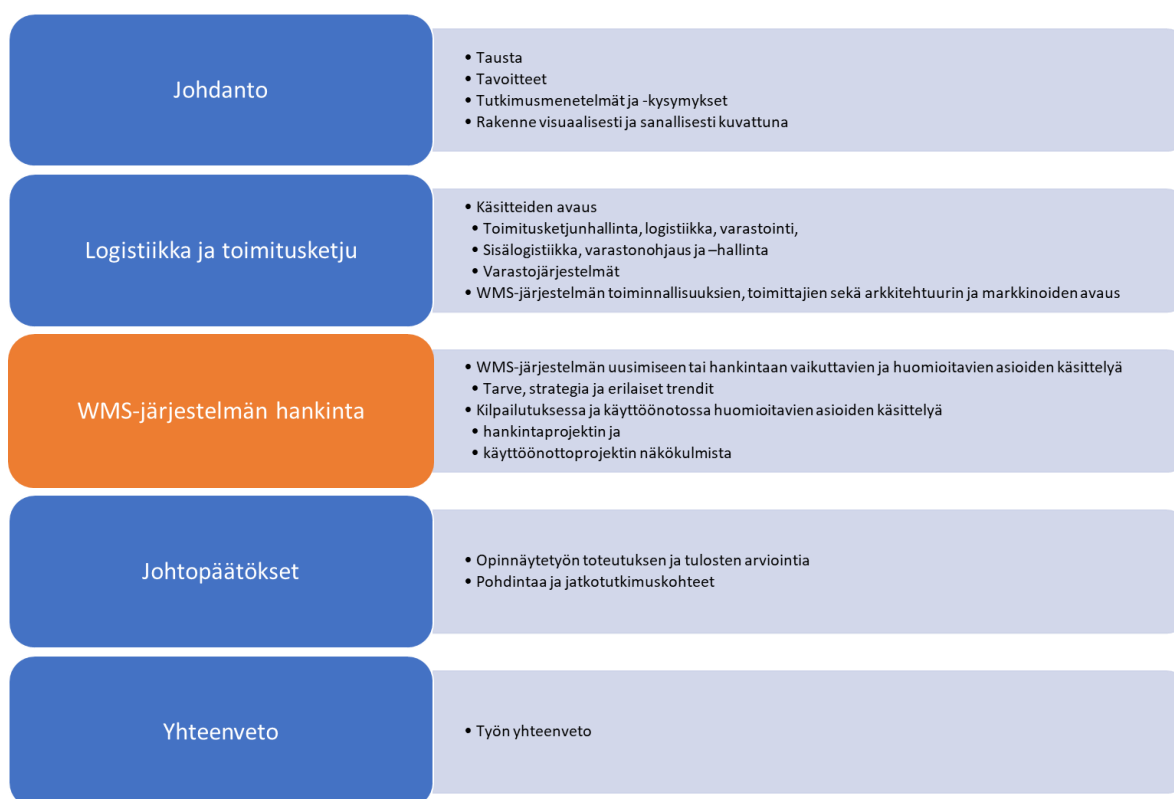
Opinnäytetyön tarkoituksena on narratiivisena yleiskatsauksen avulla kuvata pääosin englannin kielistä kirjallisuutta sekä julkisesti saatavilla olevaa, eri kansainvälisten tutkimuslaitosten, yritysten sekä verkkolehtien ja -yhteisöiden materiaalia hyödyntäen

1. Mikä on WMS ja miten se eroaa muista varaston järjestelmistä?
2. Mitä asioita tulisi huomioida WMS-järjestelmän hankinnassa?
3. Miten ylätasolla WMS-järjestelmän hankinta ja käyttöönotto tulisi toteuttaa?

Koska kyseessä on narratiivisena yleiskatsaus ja yhtenä päätavoitteena on oman osaamisen ja ymmärryksen kartuttaminen, opinnäytetyön tarkoitus ei ole olemassa olevan tiedon määrän ja tarkemman laadun arvioinnissa, vaan kerätyn tiedon jäsentämisessä tutkimuskysymysten kontekstiin.

1.4 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö rakentuu viidestä pääluvusta, joista ensimmäinen luku toimii johdantona opinnäytetyöhön kuvaten työn tavoitteet, rajaukset sekä tutkimusmenetelmät ja -kysymykset. Kuviossa 4 on kuvattuna opinnäytetyön rakenne visuaalisemmassa muodossa.



Kuvio 4. Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyön toisessa luvussa edetään läpi eri käsitteiden ja näiden riippuvuuksien kautta työn varsinaista aihetta kohti. Kolmannessa luvussa käsitellään WMS-järjestelmän hankintaa, tarpeen (mitkä tekijät ohjaavat päätöksentekoa ja miksi yrityksen olisi tai tulisi järjestelmän uusimista tai hankintaa miettiä), strategian (mitä olisi syytä huomioida, kun kallista investointia pitkäaikaiseen käyttöön ollaan miettimässä) sekä trendien (mitkä ulkoiset asiat yrityksen olisi hyvä huomioida ja tunnistaa uusimista tai hankintaa koskevassa päätöksen teossaan) kautta sekä hankinta- ja käyttöönottoprojekteja ylätasolla nostaten esille tärkeitä huomioitavia ja pohdittavia asioita, joita yrityksen olisi näissä vaiheissa hyvä käsitellä. Neljäs ja viides luku vetää yhteen työn lopputuleman sekä nostaa mahdollisia jatkotutkimuskohteita esille. Opinnäytetyössä hyödynnetään myös paljon kuvia, kuvioita ja taulukoita havainnollistamaan paremmin käsiteltävää asiaa sekä antamaan kokonaisvaltaisempaa näkemystä käsiteltävästä asiasta. Opinnäytetyössä käytetyt kuvat ovat suoraan sellaisenaan otettu ulkoisesta lähteestä osaksi työtä, taulukot ja kuviot puolestaan mukailevat lähteen tai lähteiden sisältöä.

Lähteiden määrä on opinnäytetyössä suuri johtuen valitusta tutkimusmenetelmästä sekä siitä, että aineistoa ensisijaisesti lähdettiin hakemaan laaja-alaisesti verkosta löytyvästä englanninkielisestä materiaalista, joita WMS-ratkaisutoimittajat, kansainväliset

tutkimuslaitokset sekä erilaiset logistiikan yhteisöt ovat tuottaneet. Myös kirjallisuutta käytettiin työssä jonkin verran. Opinnäytetyön sisältö, vallitseva yleismaailmallinen tilanne, trendit, teknologia sekä muuttuvat markkinat huomioiden opinnäytetyössä käytetyn materiaalin suhteen pyrittiin käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä.

Koska opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli kartoittaa vaihtoehtoisia WMS-toimittajia sekä tunnistaa järjestelmien eroja, on työssä erilliseen liitteeseen kerätty listaus eri WMS-ratkaisutoimittajien järjestelmistä. Liitteestä ilmenee myös se, minkä kokoiselle yritykselle ratkaisu on soveltuva, mitkä vaihtoehdot sen käyttöönotolle ovat, miten tutkimuslaitos Gartner on ratkaisun mahdollisesti huomionnut tutkimuksissaan sekä minkälaisia toiminnallisuuksia ratkaisussa on. Näiden WMS-toimittajien tai WMS-järjestelmän toiminnallisuuksien tarkempi ja syvällisempi tarkastelu on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

2 Logistiikka ja toimitusketju

2.1 Toimitusketjunhallinta ja logistiikka

Yksinkertaisimmillaan logistiikan voisi kuvata koostuvan materiaalienhallinnasta ja jakelusta sekä toimitusketjunhallinnan puolestaan toimittajista, logistiikasta ja asiakkaista. (Rushton, Croucher & Baker 2023, 4-5.) Ritvanen, Inkiläinen, von Bell, ja Santala (2011, 201) kuvaavat toimitusketjunhallinnan olevan ”logistinen prosessi, joka alkaa raaka-ainelähteiltä ja päättyy loppuasiakkaaseen”, kun taas logistiikan he määrittelevät tarkoittavan ”tuottavaan ja kustannustehokkaaseen hankintatoimeen, varastointiin sekä kuljetukseen ja jakeluun liittyvien materiaalien ja palvelujen suunnittelua, toteutusta ja seurantaa niin että samalla huomioidaan asiakasvaatimukset” tai lyhyemmin asiakaslähtöistä tuotteen tai palvelun, sekä näihin liittyvän tiedon ja rahan, hallintaa organisaatiossa.

Harrison ja van Hoek (2008, 6) mukaan toimitusketjunhallinta suunnittelee sekä ohjaa kaikkia liiketoimintaprosesseja – loppuasiakkaasta raaka-ainetoimittajiin – jotka yhdistävät kumppanit toimitusketjussa palvellakseen loppuasiakkaan tarpeita, ja tämän lisäksi määrittelevät logistiikan keskittyvän hallitsemaan kahta keskeistä virtaa, eli materiaali- ja tietovirtaa, jossa materiaalivirta koostuu fyysisistä tavaroista, jotka toimitetaan varastoilta eteenpäin kauppoihin ja tietovirta, joka puolestaan hallitsee asiakkaiden kysyntädataa ja ostotoimintojen ja tavarantoimittajien suuntaan sekä toimitusdataa kaupan suuntaan mahdollistaen näin materiaalivirtojen suunnittelun ja hallinnan.

2.2 Varastointi

Varastoinnin rooli toimitusketjussa on muuttunut yhä tärkeämmäksi ja kriittisemmäksi. Varasto-operaattoreiden vastuut ovat kehittyneet materiaalien ja tuotteiden pitkäaikaisen varastoinnin ylläpitämisestä hankinnan, tuotannon, kevyen valmistuksen sekä kuljetuksen tukemisen kautta toimitusketjustrategioiden helpottamiseen. Varastotoiminnot vaikuttavat toimitusketjun hallinnan kokonaiskustannuksiin ja muodostavat ison osan logistiikan kokonaiskustannuksista, joten yrityksen on kiinnitettävä huomiota varastointiin, varastoinnin kustannuksiin sekä palveluihin. Hyvin hallittu ja ohjattu varastointi auttaa yrityksiä vähentämään kustannuksia ja parantamaan palvelua, luo joustavuutta sekä reagointikykyä tehden varastoista yhä arvostetumpia yritykselle ja toimitusketjuun kokonaisuudessaan. (Keller & Keller 2014, 11–12.) Varastoinnin kustannus on noin 20–25% logistiikan kustannuksista (Rushton ym. 2022, 277). Varaston operatiivista kustannuksista suuri osa muodostuu keräyksestä, Frazellen (2015, 148) mukaan jopa noin 50 %. Richardsin (2014, 59) mukaan keräyksen osuus on noin 35 %, mutta luvut vaihtelevat huomattavasti toimintatyypistä riippuen sekä siitä, miten toimintaa on optimoitu, jolla on vaikutusta mm. keräykseen kuluvaan aikaan.

2.3 Sisälogistiikka

Transvalin (2020, 4–7) mukaan sisälogistiikalla tarkoitetaan varastoalueen aitojen sisäpuolella tapahtuvaa materiaali- ja informaatiovirtojen hallintaa. Käytännössä tämä toteutetaan hyödyntäen henkilöstöä, prosesseja, kalustoa, tiloja ja erilaisia tietojärjestelmiä sekä panostamalla toiminnan mittaamiseen, kehittämiseen sekä johtamiseen, ja tätä kautta sisälogistiikan tehostumiseen ja optimoitumiseen.

Interlake Mecalux (2020) korostaa sisälogistiikan osalta seuraavia osa-alueita:

- Materiaalivirtojen hallinta: sisältäen siirrot varastotilojen sisällä sekä yrityksen eri tuotantolaitosten ja varastojen välillä, jos kyseessä on yksi valmistaja.
- Varaston ja tietovirtojen hallinta: materiaalivirtojen tallennus tietojärjestelmään, joka hallitsee varaston vaihteluita, varastonimikkeitä sekä hallitsee täydennystä. Useasti tämä jakaantuu erilaisten ohjelmistojen kesken, jotka ovat erikoistuneet varastonhallintatehtäviin, tavaravirtojen seurantaan, hankintaan ja asiakaslaskutukseen.
- Varastonhallinta: kattaen kaikki toiminnot, jotka tapahtuvat varaston sisällä, kuten esimerkiksi tavaroiden vastaanotto ja lähettäminen, muiden prosessien ohella.

Varastonohjaus

Varastonohjauksella (Inventory Management, IM) tarkoitetaan yksinkertaisimmillaan prosessia, jolla hallitaan tavaran saapuminen yritykseen, sen varastointi ja lähettäminen siten, ettei tavaroita ole varastossa liikaa, ja etteivät ne sido liikaa yrityksen pääomaa näin ollen pitäen varaston kierto mahdollisimman nopeana (Visma 2023). Ritvasen ja Koiviston (2007, 34) mukaan varastointi ja varastonohjaus saatetaan sekoittaa keskenään. Varastoinnissa on kyse fyysisistä varastoista, fyysisten varastojen suunnittelusta ja niissä tapahtuvista toiminnoista. Varastoinnissa päätetään niin varastojen koosta, lukumäärästä, tehtävistä kuin tekniikasta, kun taas varastonohjauksessa on kyse varastoon sidotun pääoman hallinnasta sekä materiaalivirtojen hallitsemisesta. Hokkanen ja Virtanen (2012, 72) kuvaavat varastonohjauksen toiminnaksi, jolla tavoitellaan parasta mahdollista lisäarvoa asiakkaille ja yritykselle kustannusten, suorituskyvyn ja laadun tasapainottamisella.

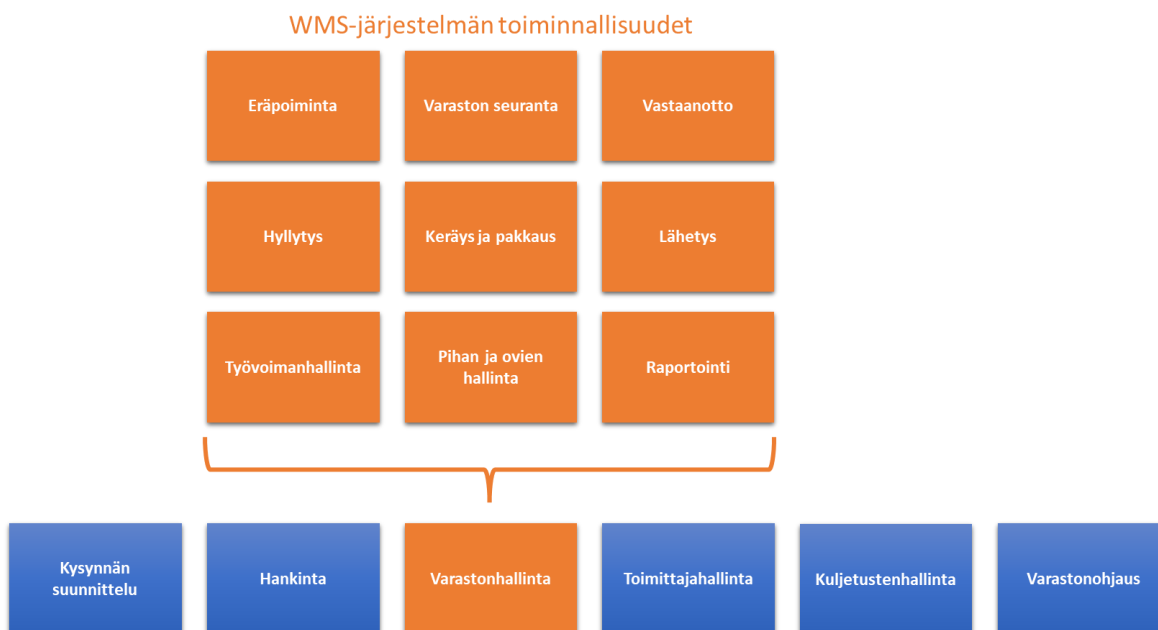
Varastonhallinta

Varastonhallinta (Warehouse Management, WM) hallitsee varastotasoja, huomioiden varastoinnin- ja ohjauksen kustannukset sekä palvelutasovaatimukset. Varasto-ohjattua logistiikkaa toteutetaan silloin kun tarvitaan hallita suuria määriä, kysyntä on ennustettavaa sekä toimitusaikavaatimukset ovat tiukkoja. (Logistiikan Maaailma 2023.)

Hompel ja Schmidt (2007, 7) määrittelevät varastohallinnan tarkoittavan monimutkaisten varasto- ja jakelujärjestelmien ohjausta ja optimointia. Varastohallinnassa on otettava huomioon kolme päätekijää: työvoima, tila ja laitteet, jotka heijastavat minkä tahansa varasto-toiminnan kokonaiskustannuksia. Varastotoiminnan fyysinen luonne tekee siitä työvoimavaltaista ja vaatii korkeatasoista hallintaa ja valvontaa, mikä lisää kustannuksia. Kustannus- ja palvelutason tasapainottaminen varastohallinnassa on haastavaa. (Scott, Lundgren & Thompson 2011, 84–85.) Varastoinnin kustannuksen ollessa noin 20-25% logistiikan kustannuksista, edellä mainitut työvoima, tila ja laitteet muodostavat jopa 70-80%. (Rushton ym. 2023, 277–278.)

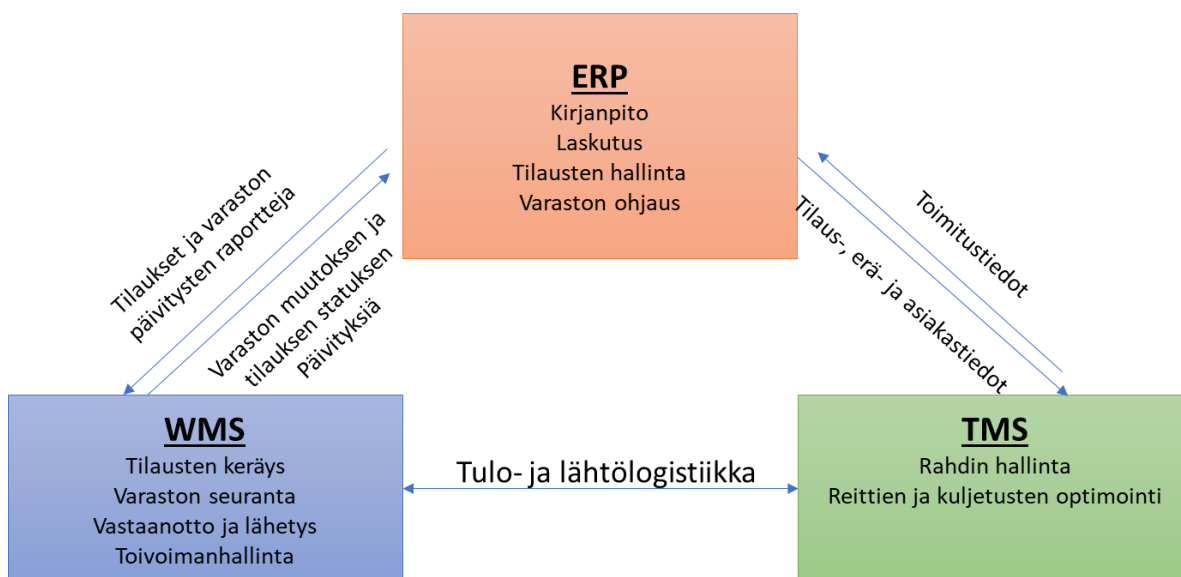
2.4 Varaston järjestelmät

O'Donnellin (2020) mukaan toimitusketjunhallinnassa käytettävät järjestelmät voidaan kuvata kuvion 5 mukaisesti, jossa kuvataan WMS-järjestelmä osana toimitusketjunhallinnan järjestelmäkokonaisuutta, WMS-järjestelmän toiminnallisuudet avattuna.



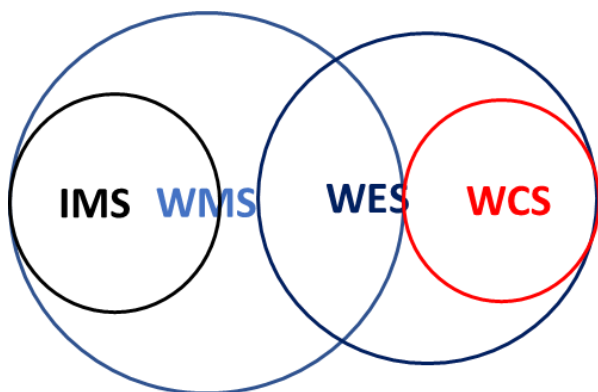
Kuvio 5. WMS-järjestelmän toiminnallisuudet (mukaillen O'Donnell 2020)

Toisaalta tilausten käsittelyn näkökulmasta voidaan kuvata SCM-järjestelmien roolitusta kuvion 6 mukaisesti, jossa ERP-, WMS- ja TMS-järjestelmät on kuvattuna sekä niiden roolit ja välillä liikkuvat datatyypit, mitkä niiden on jaettava keskenään varmistaakseen, että oikea tuote saapuu asiakkaalle ajoissa. Kaikilla näistä järjestelmistä on erityinen rooli tilausten hallinnassa ja tietojen jakamisessa toistensa kesken. WMS-järjestelmä hallitsee tavaran liikkumiseen varaston kautta liittyviä tietoja ja prosesseja. (O'Donnell 2020.)



Kuvio 6. ERP, TMS ja WMS roolitus (mukaillen O'Donnell 2020)

Varastojen ohjaukseen, hallintaan ja toimintojen optimointiin on suunniteltu erilaisia järjestelmiä kuten ERP, IMS, WES, WMS ja WCS. Toiminnallisuuksiltaan ne ovat osittain päällekkäisiä, mutta niistä löytyy myös paljon eriävyyksiäkin. Yrityksen koosta ja kypsyydestä riippuen ERP, IMS, WES ja WMS ovat osittain sellaisenaan soveltuvia kunkin yrityksen kannalta riittävään varastonohjaukseen. (Bassil 2020.) Bassilia soveltaen, erillisten hallintajärjestelmien suhdetta voisi kuvata kuvion 7 mukaisesti.



Kuvio 7. Hallintajärjestelmien suhteet (mukaillen Bassil 2020)

Seuraavaksi tarkastellaan lyhyesti varaston järjestelmiä järjestelmäkohtaisesti sekä niiden suhdetta WMS-järjestelmään.

ERP

Logistiikan Maailman (2023) mukaan ERP-järjestelmällä ohjataan laaja-alaisesti yrityksen toimintoja. ERP-järjestelmä on integroitu, mahdollistaa tiedon läpinäkyvyyden koko organisaatiolle sekä on modulaarinen, jolloin yritys voi laajentaa ERP-järjestelmän käyttöä liike-toimintatarpeiden mukaisesti vaiheittain. Saatavissa on paljon erilaisia ERP-järjestelmiä, jotka sopivat toiminnallisuksiensa puitteissa erikokoisille yrityksille, mutta eivät kaikki kaikille.

Osa ERP-järjestelmistä sisältää kyvykkyksiä varaston hallintaan, mutta nämä ovat kevyempiä ja suppeampia kuin erillisen WMS-järjestelmän (Logiwa, 2023; St-Jean, 2023; Krzepkowski, 2023.) Jos yritys pärjää näillä toiminnoilla, eikä sillä ole tarvetta tehostaa varastotyön tehokkuutta tai parantaa läpimenoaikoja ja läpinäkyvyyttä, on ERP riittävä yrityksen varaston hallintaan. (Roima 2023.)

Michelin (2015) mukaan pk-yritysten markkinoille keskittyvät ERP-toimittajat pyrkivät kilpailemaan perustoiminnallisuksia tarjoavien WMS-toimittajien kanssa tarjoamalla hieman syvempiä varastohallinnantoiminnallisuksia sekä ”yhden ratkaisun” pakettia etenkin verkkoakauppaalikeitoimintoihin.

Nettsträter ym. (2015) ovat kuvanneet yleisimpien ERP-järjestelmien ydin- ja laajennetut toiminnot alla olevan kuvion 8 mukaisesti.

	Markkinointi	CRM	Puitesopimukset	Toimittaja-arvionti	Tilausaika-taulut	Tavaran vastaanotto	Varaston ohjaus
Ydintoiminnallisuudet	Tilauksen hallinta	Tarvesuunnittelu	Hankinta	Tilauksen ja kapasiteetin suunnittelu	Moni-paikka / moni-yritys	Lähetys	
Laajennetut toiminnallisuudet	Myynti	Kysynnän suunnittelu	Osto	Tuotanto	Varaston hallinta	Eräseuranta ja jäljitettävyyys	
Prosessi-testaus	Tuotekehitys	Laadunhallinta	Asiakaspalvelu	HR	Talouskirjanpito	Varaston hallinta	
Dokumenttien hallinta	Tuotodata	Perustiedot	Varaosat	Palkan-laskenta	Valvonta	Suorituskyky-mittarit	
Kuljetusten hallinta	Erähallinta	Testisuunnitelmat ja tarkastusohjeet	Palautukset	Henkilöstö-resurssien kehittäminen	Raportointi	Suunnittelu ja ohjaus	

Kuvio 8. ERP-järjestelmän toiminnallisuudet (mukaihen Nettsträter ym., 2015, 3)

Loppujen lopuksi yrityksen tarve määrittää sen, onko pelkkä ERP varaston hallinnan toiminnallisuksilla riittävä vai onko tarve ulkoiselle WMS-järjestelmälle. (Neuhaus 2023.) Yritys

saattaa olla liikevaihdoltaan pieni tai keskisuuri, mutta varastovaatimukset ovat monimutkaiset, jolloin tarve on WMS-järjestelmä tai jopa edistynyt sellainen (Klappich 2015, Michelin 2015 mukaan).

IMS (Varastonohjausjärjestelmä)

Varastonohjausjärjestelmä (IMS) voi yltäosalla vaikuttaa vastaavalta järjestelmältä kuin varastohallintajärjestelmä (WMS). Järjestelmien ero tulee siinä, mikä niiden fokus on ja miten laaja-alaisesti ne toimivat sekä minkä kokoisen yrityksen liiketoimintaan ne sopivat. Lähtökohtaisesti IMS on yksinkertaisempi ja kevyempi järjestelmä, joka keskittyy tuotteeseen, niiden käsittelyyn ja on soveltuvampi ratkaisu aloittelevan tai pienen yrityksen varastonohjaukseen. (Oracle 2020a.) Yksinkertaistettuna IMS ja WMS yhtenevien toimintojen eroja voisi kuvata alla olevan taulukon 1 sekä taulukon 2 toiminnallisuuslistauksien avulla.

IMS	WMS
Seuraa kaikkia tavaroita kaikissa sijainneissa	Seuraa varaston siirtoja ja sijainteja fyysisen varaston sisällä
Tarjoaa yleiskuvan varastosta	Luo raportteja varastotilanteesta
Keskittyy varastotason ylläpitoon ennakoitujen tilausten toteuttamiseksi	Keskittyy tilausten keräämiseen, pakkaamiseen ja lähettämiseen
	Luo säännöt keräilylle ja pakkaamiselle ja ohjaa käyttäjiä tehokkuuden varmistamiseksi

Taulukko 1. IMS ja WMS yhtenevien toimintojen erot (mukaillen Jenkins 2020)

Mahdollisesti tai osittain puuttuvat toiminnallisuudet	Puuttuvat toiminnallisuudet
Eräpoiminta	Erien luonti
Sijoittelu	Varastonimikkeiden luonti
Reaaliaikaiset määränpäivitykset	Tuotteen sijaintitieto
Laadunvalvonta	Varaston suunnittelu
Puskurointi	3PL logistiikkatoiminnot
Tuki ristiin lastaukselle, moniasiakaskeräilylle ja/tai aaltokeräykselle	Työvoimanhallinta
	Ovienhallinta
	Pihanhallinta
	Varastoautomaatioon integroitavuus

Taulukko 2. IMS puuttuvat toiminnallisuudet (mukaillen Oracle 2020a)

WES (Varastonsuoritusjärjestelmä)

Lähteestä riippuen varastonsuoritusjärjestelmän (Warehouse Execution System, WES) roolista ja kyvykkyyksistä erikokoisissa yrityksissä ollaan eri mieltä. Esimerkiksi Logiwan

(2023) mukaan WES on kevyt WMS, joka ohjaa varaston sisäisiä prosesseja mahdollisimman tehokkaasti, kun puolestaan WMS-järjestelmä ohjaa materiaalivirtaa varastoon, varaston sisällä ja sieltä ulos.

Gilmoren (2023) mukaan WES-järjestelmiä on kehitetty jo vuosia, mutta WES-järjestelmien osuus on nykyisin nousussa verkkokaupan ja lisääntyvän varastoautomaation vuoksi. Lähtökohtana WES-järjestelmän kehitykselle oli WMS-järjestelmien puutteet automaatiojärjestelmien ohjauksessa ja nopeudessa. Romaine (2021) puolestaan mainitsee, että WES-järjestelmän voi hankkia sellaisenaan tai täydentämään ja parantamaan nykyistä WMS tai WCS -järjestelmää. Tällöin WES mahdollistaa esimerkiksi vanhan ja kankean WMS-järjestelmän rinnalle lisäominaisuuksia ja lisätehokkuutta tai vastaavasti tuo WCS-järjestelmän toimintaan tehokkuutta ja hallintaa tai korvaten sen kokonaan.

WMS (Varastohallintajärjestelmä)

SAPin (SAP 2023) mukaan varastohallintajärjestelmä (Warehouse Management System, WMS) on järjestelmä, jolla hallitaan ja ohjataan varaston päivittäisiä tapahtumia tavaroiden saapumisesta siihen asti, kun ne varastolta lähtevät. Gartner (2023), joka on hyvin tunnettu ja arvostettu kansainvälinen ICT-alan tutkimus- ja konsultointiyritys, määrittelee WMS-järjestelmän sovellukseksi, joka hallinnoimaan varaston tai jakelukeskuksen toimintoja jakaen toiminnot perustoimintoihin ja laajennettuihin toimintoihin. Oracle (2023b) puolestaan kuvaa WMS-järjestelmää sovellusratkaisuna, joka tarjoaa läpinäkyvyyttä liiketoiminnan koko varastoon sekä hallinnoi toimitusketjun täydennyksen toimintoja varastolta kaupan hyllyille asti.

TechTarget (2023) määrittelee WMS-järjestelmän koostuvan sovelluksesta ja prosesseista, jotka mahdollistavat yritysten kontrolloida varaston toimintoja tavaroiden vastaanotosta siihen asti, kun ne lähtevät varastolta. Varastohallintajärjestelmä hallitsee kaikki vastaanottoon, hyllytykseen, tavaroiden siirtelyyn, keräilyyn, pakkaukseen ja toimitukseen liittyvät tapahtumat sekä mahdollistaa näiden toimintojen tehostamisen ja tuo läpinäkyvyyttä toimintoihin. (Logistiikan maailma 2023.)

Nettsträter ym. (2015) ovat kuvanneet yleisimpien WMS-järjestelmien ydin- ja laajennetut toiminnot alla olevan kuvion 9 mukaisesti.

	Eräpäivähallinta	Vaarallisten aineiden hallinta	Resurssien suunnittelu	Lisäarvopalvelut	Toimittajan hallitsema varasto
Ydintoiminnallisuudet		Tilausten käsittely	Varastoon vapautus	Perustiedot	Tulli
Laajennetut toiminnallisuudet		Vastaanotto	Hyllytys	Varastonohjaus	Sarjanumerot
	Varastopaikkojen hallinta	Lähetys	Varastosta otto	Keräys	Eränumerot
	Kuljetusmuodot	Inventointi	Tietojärjestelmät	Varastonhallinta	Moni-asiakas kyvykkyys
	Palautukset	Trukkien hallinta-järjestelmä	Ovien ja pihan hallinta	Moni-varasto kyvykkyys	Paluulogistiikan yksiköiden hallinta

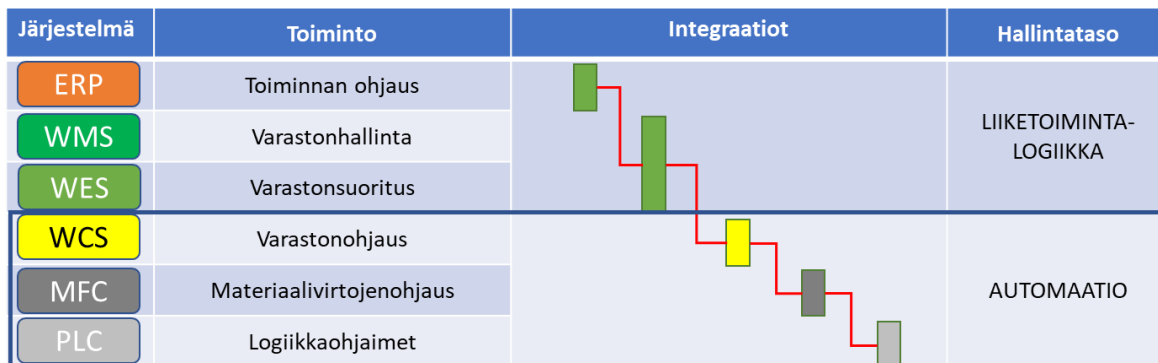
Kuvio 9. WMS-järjestelmän toiminnallisuudet (mukaillen Nettsträter ym., 2015, 5)

Klappichin (2015) mukaan suurimmat ERP-toimittajat ovat jatkuvasti rakentaneet WMS- ja muiden toimitusketjun suoritusjärjestelmien ohjelmistotarjontaansa sekä myyntiään. Huomiona edellisen lisäksi se, että nyt myös osa pk-yrityksiin keskittyvistä ERP-toimittajista parantavat WMS-ratkaisuidensa kyvykkyksiä, mikä on melkoinen muutos aiempaan. Aiemmin pk-yrityksiin keskittyvät toimittajat tarjosivat vain ”varastopaikkojen paikannusta” viivakoodinluennalla ilman edistyneempiä WMS-toiminnallisuuksia kuten järjestelmäohjattu keräys eri keräysstrategioineen, nykyisin on toisin. (Klappich 2015, Michelin 2015 mukaan.)

WCS (Varastonohjausjärjestelmä)

Varastonohjausjärjestelmä (Warehouse Control System, WCS) on WMS-järjestelmälle alisteinen järjestelmä, vaikkakin niillä on päällekkäisiäkin toiminnallisuuksia. WCS keskittyy reaaliaikaisiin materiaalsiirtoihin, nopeaan toimintaan ja suorittamiseen sekä ohjaa logistiikkaohjaimien kautta materiaalinkäsittelylaitteita (Material Handling Equipment, MHE) yhden varaston sisällä kuljettaen lavat, laatikot tms. yksiköt haluttuun kohdepaikkaansa. (Niazi 2021; Bassil 2020; Gilmore 2023; IIMM 2019, 135–136.)

Yksi tapa kuvata järjestelmiä (pois lukien IMS) ja niiden suhdetta, on lisätä mukaan ERP ja automaatio sekä kuvata järjestelmiä niiden toiminnallisuus- että integraatiotasojen näkökulmasta, kuten Consafe Logisticsia (2021) mukaillen kuvion 10 järjestelmiä ja näiden suhdetta voidaan kuvata.



Kuvio 10. Varaston järjestelmät ja niiden suhteet (mukaillen Consafe Logistics 2021)

Generix Groupin kuvaava WMS-WES-WCS välistä toimintaa seuraavasti. WMS näkee varaston, tilaukset ja toimenpiteet. WMS hallitsee kaikkia varaston toimintoja, oli se sitten automatisoitu tai manuaalinen, tehtävinä valmistelu, pakkaus, lähetys, vastaanotto, varastointi jne. WMS välittää WES:lle valmistettavien tilausten tiedot. WES valitsee keräilytavat ja päättää, kuinka tilaus tulee käsitellä. Se jakaa rivit eri automaatioryhmille ja välittää tilaukset WCS:lle kehittyneiden algoritmien perusteella, jotka ottavat huomioon tilausten ominaisuudet sekä käytettävissä olevien laitteiden suorituskyvyn ja rajoitukset. WCS yhdistää laitteet ja toimintaa WCS ohjaa nopeuksia, antaa tehtäviä, hallitsee yhdistettyjä liikkeitä jne. Tavoitteena on tasapainottaa kuormia reaaliajassa. Se lähettää tiedot takaisin WMS:lle varmistukseksi, että WMS ylläpitää varastotietoa. (Generix Group, 2023a, 10.)

2.5 WMS-järjestelmät

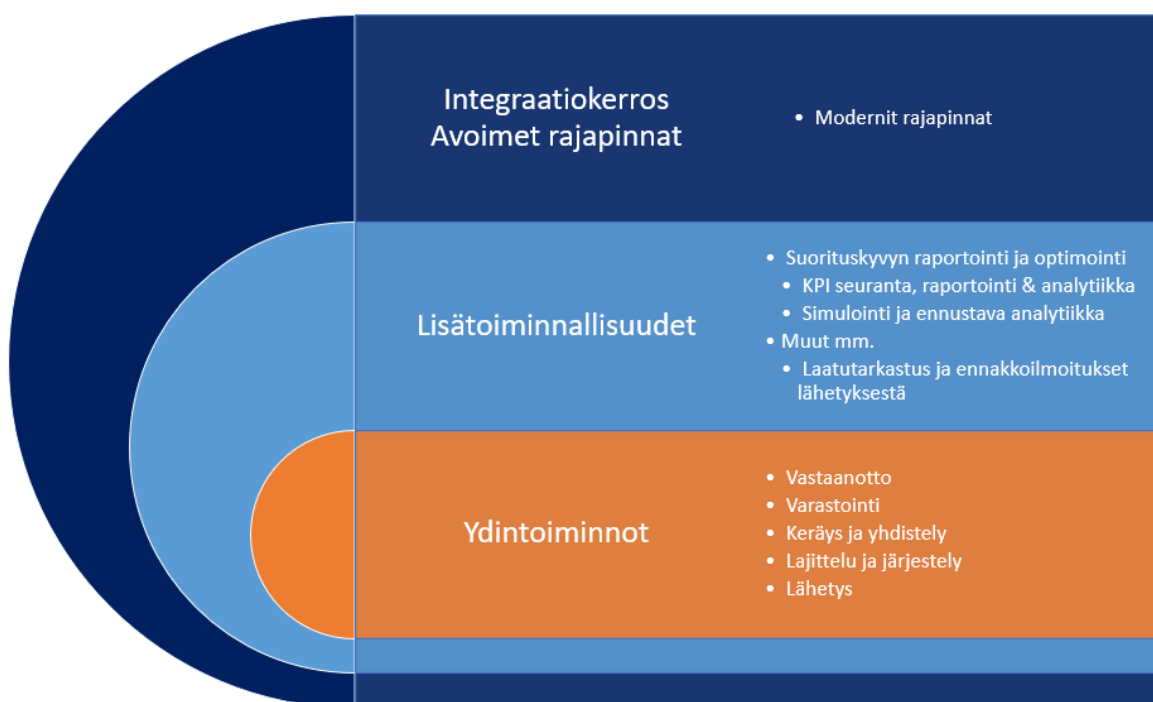
Vaikka IMS ja WES -järjestelmät ovat vuosien saatossa kehittyneet, ja etenkin WES-järjestelmien toiminnallisuudet ovat lähentyneet WMS-järjestelmiä, niitä voitaisiinkin kutsua mini-WMS-järjestelmiksi (Bassil 2020). Mattilan (2021) mukaan WMS-järjestelmiä otetaan käyttöön nykyisin myös pienissäkin yrityksissä tuotteiden määrän kasvaessa ja etenkin verkkokaupan yleistymisen ja kasvun myötä sekä varaston kokonaistehokkuuden kehittämistarpeesta johtuen. Lisäksi huomioiden luvussa 2.2. varastohallinnan koskevan työvoiman, tilojen ja laitteiden tehokasta hallintaa sekä tarkoittavan varasto- ja jakelujärjestelmien ohjausta ja optimointia, ei tätä voida toteuttaa ilman kunnollista WMS-järjestelmää. ESLogC -hankkeen (2011) mukaan WMS-järjestelmä on edellytys tehokkaalle sisälogistiikalle, se

maksimoi tehokkuutta vastaanotosta lähetukseen saakka sekä tarvittaessa ohjaa automatisoituja prosesseja joko suoraan kommunikoiden ohjausjärjestelmien tai automaatiojärjestelmien omien WMS-järjestelmien kanssa. (ESLogC, 2011, 7–8.) Näistä syistä johtuen keskitytään opinnäytetyössä jatkossa vain WMS-järjestelmän tarkempaan käsittelyyn.

WMS ratkaisujen toiminnallisuudet ja kyvykkyydet

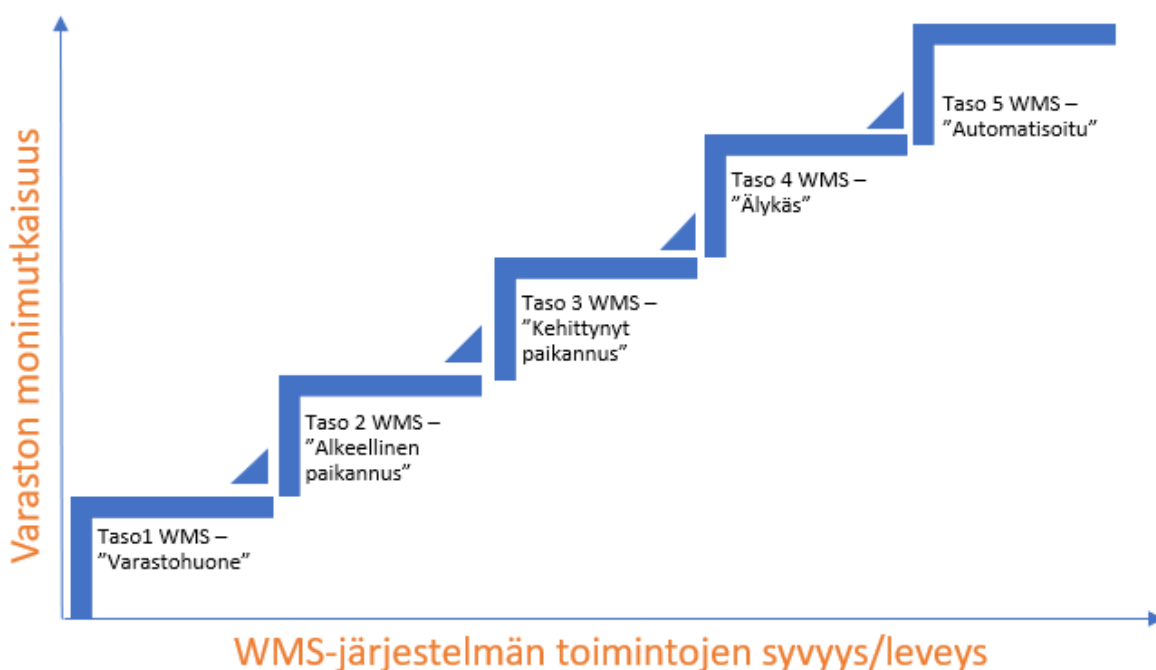
WMS-järjestelmiä on tarjolla paljon. Osa näistä järjestelmistä soveltuu käyttöön vain pienille, osa sekä pienille että keskisuurille ja osa puolestaan on tarkoitettu keskisuurille ja suurille yrityksille. Lisäksi on huomioitava, että lähteestä ja näkökulmasta sekä varastotyypistä riippuen, WMS-järjestelmää kuvataan eri toimintojen suhteen ja hieman eri näkökulmista, ydintoimintojen määrä saattaa vaihdella paljonkin, ja näiden lisäksi voidaan kuvata laajennettuja toimintoja sekä muita ominaisuuksia ja kyvykkyyksiä. Toisaalta WMS-järjestelmätoimittajat eivät välttämättä kovinkaan laajasti avaa julkisesti saataville järjestelmiensä toiminnallisuuksia.

Fraser (2022) kuvaa WMS-järjestelmien toiminnallisuuksia kuvion 11 mukaisesti huomioiden myös teknisen integraatiokerroksen, joka modernien rajapintojen kautta mahdollistaa monipuolisten integraatioiden toteuttamisen.



Kuvio 11. WMS-järjestelmien toiminnallisuudet (mukaillen Fraser 2022)

Luvussa 2.4 oli kuvattuna Nettsträter ym. (2015) mukaillen WMS-järjestelmän toiminnallisuuksia. Kuten edellä mainittu, on useampia tapoja kuvata sekä toiminnallisuuksia että kyvykkyyksiä. Esimerkiksi Gartner (2019) kuvaa WMS-järjestelmiä viisiportaisen varaston operaatioiden ja WMS-järjestelmän kyvykkyyksiä kuvaavan tasomallinsa avulla (Kuvio 12), jossa varaston monimutkaisuus ja WMS-järjestelmän toimintojen syvyys/leveys ovat akseleina eri kyvykkyyksitasoille. Tasolla 1 on alkeellinen, yksinkertainen, varastopaikkojen paikannustasoinen ratkaisu, kun taas edistyneemmät ratkaisut, laajennetuilla toiminnallisuksilla, ovat tasoilla 4 ja 5. Tasolla 5 WMS on integroituna materiaalinkäsittelyjärjestelmiin sekä pitkälle automatisoituihin varastoratkaisuihin. (Klappich 2015, Michelin 2015 mukaan.)



Kuvio 12. WMS-järjestelmien tasomalli (mukaillen Gartner 2019, 10–12)

Gartnerin (2022) luokittelun mukaisesti eri toimittajien kyvykkyyksiä tasoilla 1–5 voidaan kuvata sovellettuna taulukon 3 mukaisesti, jossa vaakatasolla kuvattuna kerrostusmallin eri tasot, toimittajat pystytasolla sekä kunkin toimittajan saama sijoitus (1 paras – 20 huonoin) perustuen Gartnerin pisteytykseen. Huomiona se, että taulukossa on kuvattuna sijoitus, ei saatua pisteytystä ja sen vuoksi on värikoodein erotettu viisi parhaan (vihreä) ja huonomman (punainen) pisteytyksen saanutta sekä muut (keltainen).

Toimittaja/Sijoitus	Taso 1	Taso 2	Taso 3	Taso 4	Taso 5
Blue Yonder	16	15	2	4	4
EPG	19	18	10	7	5
Generix Group (Generix WMS)	13	16	16	14	13
Generix Group (Solochain)	6	3	12	12	14
Infor	11	7	7	8	7
Körber (Motion Warehouse Advantage)	15	14	4	3	2
Körber (Motion Warehouse Edge)	4	8	18	18	18
Made4net	3	1	8	9	12
Manhattan Associates (Active WM)	14	11	1	1	1
Manhattan Associates (Scale)	8	5	14	15	16
Mantis	17	17	13	13	15
Mecalux	5	9	19	17	10
Oracle	9	10	5	5	9
Reply	7	4	6	6	6
SAP	18	19	9	10	11
Softeon	12	13	3	2	3
SSI Schaefer	20	20	17	19	8
Synergy Logistics	2	2	15	16	19
Tecsys	10	12	11	11	17
Vinculum	1	6	20	20	20

Taulukko 3. (mukaillen Gartner 2022b, 4–8)

Klappichin (2015) mukaan suuret luokkansa parhaat toimittajat, kuten Manhattan Associates, Blue Yonder ja Körber, ovat ylimmillä tasoilla, kun taas pk-yrityksille keskittyneet ERP-toimittajat yleisesti kahdella alimmalla tasolla. On kuitenkin olemassa poikkeuksia, osa pk-yrityksille keskittyneistä ERP-toimittajista on rakentanut tason 3 mukaisia kyvykkyyksiä, kuten järjestelmäohjatun keräyksen ja hyllytyksen ja erilaisille keräysstrategioille sekä terminaalityönohjaukselle. Ylimpien tasojen järjestelmissä on mukana toiminnallisuuksina myös järjestely ja yhdistely sekä rajapinnat automatisoituihin materiaalinkäsittelylaitteisiin. Parhaat, niin sanotut best-of-breed, WMS-toimittajat tarjoavat myös työvoimanhallinta-, pihanhallinta- sekä kuljetuksen hallinta -järjestelmäratkaisuja, joita puolestaan pk-yrityksille keskittyneet ERP-toimittajat eivät tarjoa tai aikaan vastaavilla kyvykkyyksillä. (Klappich 2015, Michelin 2015 mukaan.)

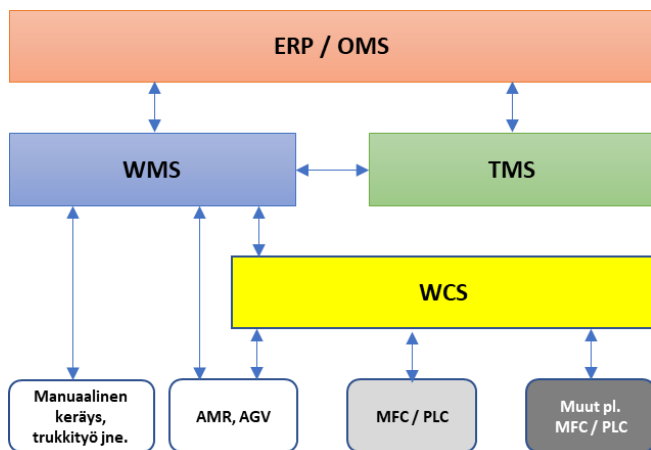
Gartnerin luokittelun (taulukko 3) lisäksi on opinnäytetyön liitteeseen 1 WMS-järjestelmien toiminnallisuusvertailu kuvattu soveltaen ExploreWMS (2023) eri WMS-toimittajia sekä näiden WMS-järjestelmiä (taulukko 26). Liitteestä ilmenee myös se, minkä kokoiselle yritykselle (pieni, keskisuuri vai suuri) ratkaisu on soveltuva, mitkä arkkitehtuuri vaihtoehdot (cloud vai on-premise) sen käyttöönotolle ovat, miten ne on mahdollisesti huomioitu ja

sijoittuvat Gartnerin (2023) WMS Magic Quadrant vertailussa, jos toimittaja ja ratkaisu on noteerattu.

WMS-järjestelmä voidaan suunnitella ja konfiguroida vastaamaan organisaation erityisvaatimuksia; esimerkiksi verkkokaupan toimittaja saattaa käyttää WMS-järjestelmää, jolla on erilaiset toiminnot kuin kivijalkakauppialla. Edellä olevan lisäksi WMS voidaan myös suunnitella ja konfiguroida erityisesti organisaation myymien tavaroiden vaatimusten mukaisesti, esimerkiksi urheiluvälinekauppialla voi olla erilaiset vaatimukset kuin päivittäistavaraketjulla. (TechTarget, 2023.)

WMS-järjestelmäarkkitehtuurit

Wetterlöf (2022) kuvaa logistiikan järjestelmien suhdetta sekä välistä kommunikaatiota alla olevan kuvion 14 mukaisesti ottamatta kantaa siihen, mistä käsin ja millä teknisellä ratkaisulla kukin järjestelmä toimii.



Kuvio 14. Logistiikan järjestelmien suhteet ja kommunikaatio (mukaillen Wetterlöf 2022, 10)

SAP (2023c) määrittelee WMS-järjestelmiä olevan kolmea eri tyyppiä: itsenäiset, pilvijärjestelmät ja integroidut. Itsenäiset WMS-järjestelmät asennetaan käyttöön yrityksen omalla laitteistolla (on-premise). Pilvipohjaiset WMS-järjestelmät toimitetaan skaalautuvina SaaS-ratkaisuinä julkisessa tai yksityisessä pilvessä. Integroidut WMS-järjestelmät toimitetaan osana laajempaa toiminnanohjaus- (ERP) tai toimitusketjunhallintaratkaisua (SCM). WMS-järjestelmän arkkitehtuurin vaihtoehtojen erot kuvattuna tarkemmin taulukossa 4.

WMS ratkaisu	Ratkaisun kuvaus
Itsenäinen WMS-järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> • Asennetaan yleensä yrityksen tai infrapalveluiden tarjoajan tiloihin tai konesaliin omille laitteistoilleen. • Tukevat monesti suurempaa räätälöintiä ja yritys voi ylläpitää tiukempaa hallintaa tietojensa ja ohjelmistojensa suhteen. • Järjestelmän alkuperäiset kustannukset ovat huomattavasti korkeammat kuin muiden vaihtoehtojen, mutta lisensointimallista riippuen, yritys omistaa järjestelmän. • Päivitykset, ylläpito ja niihin liittyvät kustannukset ovat yrityksen vastuulla. • WMS:n ikääntyessä, sitä on yhä vaikeampaa integroida muihin alustoihin ja ottaa käyttöön uusia teknologioita.
Pilvipohjainen WMS-järjestelmä	<ul style="list-style-type: none"> • Voidaan ottaa nopeammin käyttöön ja pienemmillä alkukustannuksilla. • SaaS-palveluna toimitettuina ratkaisu tarjoaa enemmän joustavuutta kausiluonteisten ja muiden muuttuvien markkinaolosuhteiden tukemiseen – ja niitä on helpompi skaalata yritysten kasvaessa. • Säännöllisten päivitysten ansiosta, pilvipohjainen ratkaisu tarjoaa nopeammin uudet innovaatiot. Vastuu järjestelmän ylläpidosta ja päivittämisestä yleensä SaaS-palveluntarjoajalla. • SaaS-palveluntarjoajat sijoittavat myös paljon rahaa ja asiantuntemusta tietoturvaan sekä tarjoavat katastrofipalautusvalmiuksia. • Pilvipohjainen WMS-järjestelmä voidaan myös helpommin integroida muihin ratkaisuihin.
Integroitu ERP- tai SCM-pohjainen WMS	<ul style="list-style-type: none"> • Osa WMS-järjestelmistä on rakennettu moduuleiksi tai sovelluksiksi, jotka integroituvat ERP- ja toimitusketjunalustoihin. • Pystyvät toimimaan paremmin muiden ratkaisujen kanssa päällekkäisissä toiminnoissa, kuten kirjanpidossa ja liiketoimintatiedon hyödyntämisessä. • Tarjoavat kokonaisvaltaisen näkemyksen koko liiketoiminta- ja logistiikkaketjusta, mikä mahdollistaa läpinäkyvyyden ja läpinäkyvyyden sekä varasto- ja logistiikkaprosessien ohjaamisen ja toteuttamisen yhdessä. • Ominaisuuksia voidaan käyttää toimintojen optimointiin ja nopeiden, ketterien toimitusten tarjoamiseen.

Taulukko 4. WMS-järjestelmien arkkitehtuurivaihtoehdot (mukaillen SAP 2023c)

Kuten Explore WMS:n taulukoista oli nähtävissä, taulukossa mainittuja ratkaisuja on toimitajilla tarjota vaihtelevasti. Trendi varastohallintajärjestelmien osalta kuitenkin se, että ainakin isoimmat toimijat kuten Manhattan Associates, Blue Yonder, Körber jne. eivät tarjoa enää yrityksille kuin pilvipohjaista WMS-järjestelmää.

WMS-järjestelmä markkinat

Klappich (2020) kertoi, että WMS-järjestelmämarkkinat ovat kypsässä vaiheessa, WMS-järjestelmiä on ollut markkinoilla jo 40-vuotta, mutta vasta viime vuosina WMS-ratkaisut ovat kehittyneet suorittamisesta varastohallintaan. Nykyisin WMS-toimittajat innovoivat ja älykäs varasto tekee tuloaan, ja samalla ne kohtaavat kasvavat haasteet dynaamisessa jakelu- ja toteutusympäristössä. (Denbigh 2021.)

Viime vuosien aikana ovat jatkuva työvoimapula, verkkokaupan kasvu sekä toistuvat ja jatkuvat toimitusketjun rajoitteet asettaneet uusia haasteita useimmille varastoille. Yli puolet luottaa varastohallintajärjestelmiin näiden haasteiden ratkaisemisessa. (Klappich 2015, Michelin 2015 mukaan.)

WMS-järjestelmien välillä on vaihtelua paljon, pienet yritykset voivat käyttää hyvinkin kevyitä ratkaisuja tarpeeseensa, kun taas useimmat, pienistä ja keskiuurista yrityksistä, suuriin yrityksiin käyttävät monimutkaisempia WMS-järjestelmiä. Osa WMS-järjestelmistä on suunniteltu yrityksen koon mukaan, mutta monien toimittajien ratkaisut skaalautuvat yritysten koon mukaan. (TechTarget, 2023.)

Warehouse-logistics.com (2023) mukaan pelkästään Keski-Euroopasta löytyy jopa 100 IT-järjestelmätoimittajaa, joiden ratkaisua voidaan kuvata WMS-järjestelmäksi. Näistä toimittajista lähes kolme neljäsosaa on tarjonnut varastohallintajärjestelmiä yli 20 vuoden ajan ja useimmilla on jopa yli 30 vuoden kokemus WMS-alueelta (44 %) ja ovat siten olleet markkinoilla digitaalisen varastohallinnan mahdollisuuksien alusta lähtien.

WMS-järjestelmätoimittajat voidaan jakaa kolmeen: WMS-palveluntarjoajat, ohjelmistopaketti ("Suite") tarjoajat sekä integraattorit. WMS-palveluntarjoajat tarjoavat ensisijaisesti logistiikan IT:tä varastoon, ovat mahdollisesti erikoistuneet johonkin tiettyyn toimialaan, ja WMS-ratkaisu on suunnattu monimutkaisten prosessien ohjelmistotekniseen ja toiminnalliseen tukemiseen varastossa. Ohjelmistopakettiratkaisua tarjoavilla WMS on osa mahdollisesti ERP- tai SCM-ohjelmistopakettia mahdollistaen korkeamman tason integroinnin yritysten ohjelmistopakettien eri moduuleihin ja toimintoihin, itse WMS-ratkaisun keskittyessä manuaalisiin tai osittain automatisoituihin varastoihin. Pakettiratkaisun WMS:ää voidaan käyttää myös itsenäisesti. Integraattorit tarjoavat WMS-ratkaisua, jossa on korkea integraatiotaso materiaalivirtojen ohjaamiseksi, joka on tarkoitettu pitkälle automatisoituihin varastoihin, joissa on monimutkaisia prosesseja. Teknologian ja markkinatrendien, kuten esimerkiksi lisääntyvän digitalisaation, automaation tai tekoälyn, joutuvat WMS-palveluntarjoajat joutuvat kehittämään ratkaisujensa toiminnallisuuksia, jotta pystyvät vastaamaan markkinoiden tarpeisiin. (Warehouse-logistics.com, 2023.)

MarketsandMarkets (2021) tekemän tutkimuksen mukaan globaalien WMS-järjestelmien markkinoiden kasvu vuodesta 2021 (2,8 miljardia US dollaria) vuoteen 2026 (ennuste 6,2 miljardia US dollaria) on vuosittain 16,7% luokkaa. Kasvuun vaikuttavat vallitsevat trendit kuten toimitusten suorituskykykymittarit, joustavuuden lisääminen toimitusketjussa, kustannusleikkaukset, sähköisen kaupankäynnin lisääntyminen ja kuluttaja-asiakkaiden verkko-ostotrendit. Lisäksi yksi avaintekijöistä on myös pilvipohjaisten WMS-ratkaisujen kysynnän kasvu. MarketsandMarketsin mukaan kasvu on suurinta Pohjois-Amerikassa. Grand View Research (2023) suorittaman tutkimuksen mukaan WMS-markkinat puolestaan kasvaisivat vuosien 2023 ja 2030 välillä jopa 19% vuotuista kasvua Pohjois-Amerikassa. Euroopan osuus maailmanlaajuisesta WMS-markkinoiden liikevaihdosta oli yli 31,49 % vuonna 2022. (Grand View Research, 2023.)

WMS-järjestelmien kysynnän odotetaan kasvavan myös Grand View Researchin mukaan voimakkaasti tuotevalmistajien toimitusketjumallien muuttumisen ja nopeasti kasvavan kuluttajakysynnän vuoksi erityisesti kuljetus- ja logistiikka- sekä vähittäiskaupan aloilla. Yritysten tarve automatisoida varastohallintaprosesseja ja leikata kustannuksia maailmanlaajuisesti on tutkimuksen mukaan yksi keskeisistä markkinoiden kasvua käynnistävästä trendeistä. Asiakkaat suosivat pilvipohjaisia WMS-palveluita on-premise-ratkaisujen sijaan kustannussäästöistä johtuen. Software-as-a-Service (SaaS) otettiin käyttöön vastaamaan pilvipohjaisten palveluiden kasvavaan kysyntään, koska se tarjoaa alhaiset ennakkokustannukset ja mahdollistaa nopeamman käyttöönoton varastoissa sekä niiden käyttämisen mistä tahansa verkkopohjaisten portaalien kautta. Varastohallintajärjestelmän kehittyminen ja pilvipohjaisten varastohallintajärjestelmien tunnettuuden lisääntyminen ovat ensisijaisia tekijöitä, jotka ohjaavat WMS-markkinoiden kasvua Euroopan alueella. (Grand View Research, 2023.)

Verkkokaupan kasvu on saanut useat monikansalliset yritykset perustamaan uusia varastoja useisiin maihin vastatakseen lisääntyneeseen kysyntään, mikä on puolestaan johtanut varastohallintajärjestelmien kasvavaan käyttöön sähköisessä kaupankäynnissä ja kolmannen osapuolen logistiikkateollisuudessa. Pilvipohjaisten palveluiden osuus liikevaihdosta oli suurin vuonna 2022, ja sen odotetaan nousevan nopeimmin kasvavaksi segmentiksi. Pilvipohjainen teknologia on mullistanut yritysten toiminnan pienempien alkukustannuksien johdosta ja lisää merkittävästi varastojen tehokkuutta. (Grand View Research, 2023.) Warehouse-logistics.comin (2020) ja Grand View Researchin (2023.) tutkimuksissa sekä Gartnerin (2022) Magic Quadrant for Warehouse Management Systems -raportilla (kuva 1) nousevat esille samat isot WMS-ratkaisutoimittajat, kuten EPICOR, Körber, Infor, Made4net, Manhattan Associates, Oracle, PSI Logistics, Reply, SAP, Softeon, Synergy Ltd ja Tecsys.

Gartnerin nelikenttä (kuva 1) on erittäin tunnettu ja monesti isoimpien yritysten WMS-toimittaja kilpailutuksissaan käyttämä raportti, jolta yritykset valitsevat kontaktoitavia WMS-ratkaisutoimittajia järjestelmäkilpailutukseensa. Nelikentän akseleilla kuvataan ratkaisutoimittajan suorituskykyä ja näkemyksen valmiutta (Gartner 2022a).

Kuvan 1 mukaisesti nelikenttä jakaa toimittajat johtajiin (leaders), haastajiin (challengers), visionääreihin (visionaries) sekä kapealla markkinasegmentillä (niche players) toimiviin. Raportilla ei ole kaikkia WMS-ratkaisutoimittajia, käytännössä Gartner jättää luokittelunsa alimpien tasojen toimittajat pois ja keskittyy kyvykkäimpiin kuvaten näiden vahvuuksia ja nostaa huomioitavia asioita esille. Markkinoiden kasvun vuosina 2021–2026 Gartner kertoo olevan vuosittain noin 13%. Gartner uusii raportin säännöllisesti.



Kuva 1. Magic Quadrant for Warehouse Management Systems (Gartner 2022a, 6)

Suorituskyky viittaa WMS-ratkaisun toimittajan kokemukseen innovatiivisten ratkaisujen kaupallistamisessa, toimittamisessa ja käyttöönotossa. Siinä tarkastellaan toimittajan kykyä muuntaa tehokkaasti asiakkaidensa liiketoimintatavoitteet ja tavoitteet erityisiksi WMS-toiminnallisiksi vaatimuksiksi. Gartner mittaavat myös WMS-ratkaisutoimittajan kykyä tuottaa lisäarvoa palvelun, konsultoinnin ja koulutuksen avulla toimittajan pitkän aikavälin elinkelpoisuuden lisäksi. Näkemyksen valmiudella arvioidaan WMS-ratkaisutoimittajan yleistä ymmärrystä markkinoista, heidän tietoisuuttaan uusista innovaatioista ja näkemystä seuraavan sukupolven WMS-ratkaisuista. Se huomioi myös yrityksen halukkuuden investoida ratkaisunsa sekä asiakkaan käyttöönotettaman ratkaisun hyötyjen saavuttamiseen kuluvan ajan. (Generix 2023b.)

3 WMS-järjestelmän hankinta

3.1 Tarve

Luvussa 3 käydään tarkemmin läpi WMS-järjestelmän hankintaa. Yrityksillä on erilaisia syitä ja tarpeita WMS-järjestelmän uusimiselle tai hankinnalle. Tarpeet voivat johtua mm.

- nykyisen WMS-ratkaisun tarvitsevasta versiopäivityksestä,
- yrityksen toiminnan tehostamistarpeesta,
- yrityksen liiketoiminnan kasvusta tai
- uudesta liiketoiminnasta, kuten verkkokauppa ja sinne tarvittavasta WMS-järjestelmästä, joihin nykyinen IMS-, WES-, ERP-pohjainen WMS- tai eriytetty WMS-järjestelmä ei kykene vastaamaan.

Richardsin (2014) mukaan varastojärjestelmien on oltava tuottavia, jotta ne pystyvät toimimaan reaaliajassa, hallitsemaan kaikkia varaston prosesseja sekä niiden on kyettävä kommunikoimaan muiden yrityksen järjestelmien kanssa. WMS voi käsitellä tietoja nopeasti ja koordinoida liikkeitä varastossa. Se pystyy tuottamaan raportteja ja käsittelemään suuria transaktiomääriä, mitä esimerkiksi sähköinen kaupankäynti edellyttää. Uusien teknologioiden käyttöönotto yritysentoiminnassa ei ainoastaan paranna kilpailukykyä haastavilla markkinoilla, vaan voi myös auttaa vastaamaan asiakkaiden jatkuvasti kasvaviin vaatimuksiin. Richards listaa WMS-järjestelmän mahdollisiksi eduiksi taulukon 5 mukaisesti.

- reaaliaikainen varaston näkyvyys ja jäljitettävyys	- palautusten väheneminen
- parantunut tuottavuus	- ajantasainen raportointi
- tarkka varasto	- parantunut reagointikyky
- keräysvirheiden vähentäminen	- parannettu asiakaspalvelu
- automaattiset täydennykset	- minimoitu paperityö

Taulukko 5. WMS-järjestelmän edut (mukaillen Richards 2014, 189–190.)

Watersin (2007, 77) mukaan WMS-järjestelmän päivittämisellä voi olla kustannushyötyjä, koska sen avulla yritys voi mahdollisesti lyhentää tuotteiden säilytys- ja hakuajoja sekä vähentää resurssien käyttöön liittyviä kustannuksia.

Gartnerin (2020) selvityksen mukaan syitä WMS hankintaan on kuvattu taulukossa 6.

<ul style="list-style-type: none"> - yrityksellä ei ole olemassa olevaa WMS-järjestelmää - yrityksen olemassa oleva WMS-järjestelmä on teknologisesti vanhentunut tai epä-vakaa - yrityksellä on tarve uusien toiminnallisuuksille - yrityksen olemassa oleva WMS-järjestelmä ei enää tue liiketoimintatarpeita - muuttunut liiketoiminta, tarve uudelle WMS-järjestelmälle 	<ul style="list-style-type: none"> - yritys hakee kustannussäästöjä uudesta WMS-järjestelmästä - yrityksen uudet tilat tai uusi liiketoiminta aiheuttaa tarpeen - haasteet vanhan WMS-järjestelmän tuessa ja päivittämisessä - uusi automaatiojärjestelmä - useiden WMS-järjestelmien konsolidointi yhdeksi
--	--

Taulukko 6. WMS-järjestelmän hankinnan syyt (mukaillen Gartner 2020, 3)

Extensivin (2022) mukaan McKinsey & Companyn tekemässä raportissa todettiin, että varastokustannuksiin käytettiin maailmanlaajuisesti noin 385 miljardia dollaria, mikä ei sisällä lisäkuluja virheistä ja virheistä. Extensiv listaa mahdollisia varastohallinnan haasteita (taulukko 7), joita WMS-järjestelmän uusimisella tai hankinnalla voidaan välttää.

Haaste	Tarkenne
1. Toistuvat virheet varastossa	WMS-järjestelmään panostaminen auttaa automatisoimaan prosesseja ja vähentämään virheitä sekä niistä aiheutuvia kustannuksia.
2. Varastotilan tehokkuus	Varastointikustannukset nousevat ja verkkokaupan kasvavan kysynnän kasvaessa varastotilan käyttö sekä tarve käytön optimointiin. Tehokas WMS-järjestelmä parantaa luokittelua, jolloin tuotteet ovat helposti ulottuvilla. Monet WMS-järjestelmät tarjoavat varaston mallinnusta suunnittelun tueksi.
3. Huono varastohallinta	Hyvät WMS-järjestelmät tarjoavat laadukasta varastohallinnan, tehtävien automatisointia ja toimituksen näkyvyyden asiakkaille.
4. Sesonkihaasteet	WMS mahdollistaa varastolaitteiden ja automaation prosessoida tavaravirtaa paremmin ja nopeammin.
5. Huono ajanhallinta	WMS-järjestelmät mahdollistavat prosessien hallinnan reaaliajassa, jolloin toiminta tehostuu ja suoritusaajat lyhenevät huomattavasti ajanhallinnan parantamiseksi.
6. Korkeat työkustannukset	WMS-järjestelmät mahdollistavat tarkastelun tekeminen erityyppisistä varastotyöstä sekä luomaan ratkaisuja, jotka voivat vähentää kustannuksia. Oikein valittu WMS-järjestelmä sekä WMS ohjattu varastoautomaatio alentaa usein kustannuksia ja työvoimakustannuksia.
7. Liian monien toimenpiteiden suorittaminen	Ylituotannosta tai vioista johtuvat ylimääräiset toiminnot, uudelleen käsittely, uudelleentyyöstö ja tarpeeton käsittely maksavat aikaa ja rahaa. WMS-järjestelmä mahdollistaa tarpeettomien vaiheiden estämisen, virtaviivaistaa varastoprosessia, jolloin siitä tulee ketterämpi ja nopeampi.
8. Jäljitettävyyden ja yhteysongelmat	WMS-järjestelmä tarjoaa työkalut, joita tarvitaan maksimoimaan varaston prosessit ja luomaan läpinäkyvyyttä jäljitettävyyden- tai liitettävyysohjelmien ratkaisemiseksi.
9. Keräysviiveet	WMS-järjestelmä auttaa suunnittelemaan tehokkaita keräilyreittejä lyhyen vasteajan takaamiseksi ja lisää merkittävästi työntekijöiden tuottavuutta.

Taulukko 7. Varastohallinnan haasteita (mukaillen Extensiv 2022)

Richards (2014) puolestaan listaa taulukkoon 8 varastohallinnan haasteet sekä toiminnalliset vaatimukset, joita WMS-järjestelmää käyttämällä tulisi voida vastata.

Haasteet	Toiminnalliset vaatimukset
Käyttökustannusten madaltaminen	Tuottavuuden lisääminen, tilankäytön, henkilöstön ja välineiden tehostamisella
Täydellinen tilaus	Tuottavuuden parantaminen, tarkkuuden lisääminen, käsittelyn parantaminen ja järjestelmä investoinnit
Lyhyemmät tilausten toimitusajat	Prosessien ja tuottavuuden parantaminen
Monikanava myynti ja pienten tilausten kasvu	Keräilyn tehostaminen, erilaisia keräilystrategioita ja teknologiaa hyödyntämällä
Suuret kysynnän vaihtelut	Joustavat työajat ja parempi ennakointi
Varastointiyksiköiden kasvu	Tilankäytön tehostaminen erilaisilla hyllyratkaisulla
Työvoiman kustannus ja saatavuus	Joustavat työajat, koulutus ja tuottavuuden lisääminen
Datan ja informaation kerääminen oikein	WMS-järjestelmän kehittäminen ja reaaliaikaisen datan hyödyntäminen

Taulukko 8. Varastohallinnan haasteet (mukaillen Richards 2014, 44)

Yhtenä tarpeena yrityksellä voi olla logistiikan järjestelmien parempi yhteistyö ja sitä kautta saavutettavat hyödyt, kun WMS- ja TMS-järjestelmät toimivat yhteen paremmin tehostaen toimintaa ja luoden läpinäkyvyyttä. Generix Group (2023a) tällä on suora vaikutus logistiikan toimivuuteen. Integroimalla logistiikan järjestelmät toisiinsa hyvin saadaan aikaan läpinäkyvyyttä sekä jäljitettävyyttä tilauksiin ja niiden seurantaan sekä etenkin lastausten, ovien ja pihan hallintaan, kun järjestelmien yhteistyöllä hallitaan kokonaisuutta paremmin ja pystytään ilmoittamaan kuljettajille, milloin saapua lastaamaan estäen näin pihan ja lastausovien ruuhkautumisen. (Generix Group, 2023a, 26.)

WMS-järjestelmän hyödyt

Ram (2019) kertoo, että WMS auttaa yrityksiä hallitsemaan varastointiyksiköiden leviämistä, koska yrityksillä on nykyään paljon enemmän varastoyksiköitä kuin viisi-seitsemän vuotta sitten. Lisäksi yritykset käsittelevät myös suurempia määriä pienempiä tilauksia. Molemmat trendit ovat saaneet yritykset tuplaamaan varasto- ja tasavirtainvestointejaan. Yritykset myös selvittävät, kuinka skaalaavat tilojaan, jotta ne voivat ottaa vastaan entistä suuremman joukon varastoyksiköitä ja tilausmääriä sekä investoida WMS-järjestelmään tukeakseen näitä tavoitteita. (McCrea 2023.)

SAP (2023c) listaa WMS-järjestelmän merkittävimiksi hyödyiksi:

- Parempi toiminnan tehokkuus: WMS-järjestelmät automatisoivat ja virtaviivaistavat varastoprosessit saapuvista – tehokkuuden parantamiseksi, sujuvampien toimintojen ja suurempien määrien käsittelyn parantamiseksi. Ne vähentävät virheitä tavaroiden keräyksessä ja lähettämisessä sekä eliminoivat päällekkäisen ja tarpeettoman työn.
- Vähemmän jätettä ja kustannuksia: Päivämäärärajoitettujen tai pilaantuvien tuotteiden osalta WMS-ohjelmisto voi tunnistaa, mitkä tuotteet on kerättävä ensin tai mitkä saattavat tarvita myyntityöntöä jätteen minimoimiseksi. WMS voi myös auttaa määrittämään varastotilan tehokkaimmassa tavaransijoittamisessa optimaalisiin kulku-reitteihin. Jotkut järjestelmät tarjoavat simulointia ja mahdollistavat varaston pohjapiirroksen avulla ja lavojen, hyllyjen ja laitteiden sijoittamisen optimointiin.
- Reaaliaikainen varaston näkyvyys: Päätelaitteiden avulla WMS-järjestelmä sinulle reaaliaikaisen näkemyksen varastotilanteesta ja tavaroiden siirroista sekä parantaa jäljitettävyyttä – mikä on erityisen tärkeää takaisinvetotapauksissa.
- Parannettu työvoiman hallinta: WMS auttaa sinua ennustamaan työvoimatarpeita, luomaan aikatauluja, optimoimaan matka-ajan varaston sisällä ja osoittamaan oikean tehtävän oikealle työntekijälle taitotason, läheisyyden ja muiden tekijöiden perusteella.
- Paremmat asiakas- ja toimittajasuhteet: WMS:n avulla asiakkaat saavat parempaa palvelua, nopeampien ja oikeellisten toimituksista kautta sekä toimittajat voivat myös kokea lyhyempiä odotusaikoja lastauslaitureilla vastaanoton tehostuessa.

(SAP 2023c.)

Dittmanin (2015, 28), mukaan pilvipalvelu-pohjaisen WMS-ratkaisun hyödyt ovat

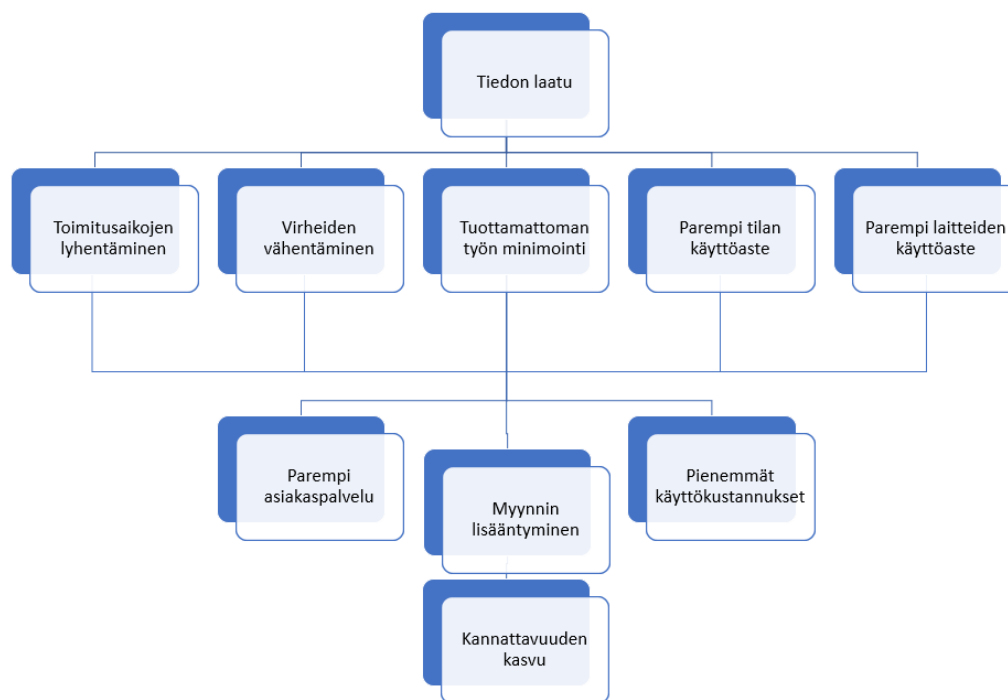
- alhaisemmat hankintakustannukset,
- ei investointia kapasiteettiin,
- nopeampi takaisinmaksuaika,
- pienemmät alkukustannukset sekä
- automaattiset päivitykset.

Dittmanin kanssa samalla linjalla on O'Donnell (2020), joka tarkentaa pilvipohjaisen WMS-ratkaisu hyötyjä ja haittoja taulukon 9 mukaisesti.

Pilvipohjaisen WMS:n edut	Pilvipohjaisen WMS:n haitat
Nopeampi toteutus. Pilvipohjaisten WMS- ratkaisujen asennukset voidaan suorittaa on-premise ratkaisuja nopeammin.	Pitkän aikavälin kustannukset. Vaikka pilvipohjaisilla WMS-järjestelmillä on usein alhaisemmat ennakkokustannukset kuin paikallisissa järjestelmissä, lisenssien maksaminen kuukausittain tai vuosittain voi olla kalliimpaa pitkällä aikavälillä.
Vähemmän päivitysongelmia. Pilvipohjaisen WMS:n SaaS-käyttöönottomalli sisältää säännöllisesti ajoitetut päivitykset, joissa toimittaja hoitaa kaikki päivitykset ja kokoonpanot. Tämä tarkoittaa, että organisaatiot käyttävät aina ohjelmiston uusinta versiota ja käyttävät vain vähän aikaa ja resursseja kunkin päivityksen hallintaan.	Räätälöinti. SaaS WMS -ohjelmistoa ei yleensä voi mukauttaa, mikä tekee siitä vähemmän sopivan organisaatioille, joiden on muokattava ohjelmistoa vastaamaan erityisiä prosessejaan tai alan vaatimuksia.
Pienemmät kustannukset. Pilvipohjaiset WMS-järjestelmät eivät vaadi laitteistoa, ohjelmistojen asennusta ja IT-järjestelmänvalvojia niiden hallintaan. Siksi niillä on alhaisemmat alkukustannukset ja joskus jatkuvat kustannukset kuin paikan on-premise järjestelmissä.	Päivitykset. Pilvipohjaiset WMS:t päivitetään yleensä säännöllisesti kaikille asiakkaille. Vaikka tämä varmistaa, että järjestelmät ovat aina ajan tasalla, se voi edellyttää asiakkaille muutoksia prosesseihinsa säännöllisesti pysyäkseen uusien ohjelmistojen mukana, ja käyttäjät saattavat tarvita uudelleenkoulutusta joka kerta, kun ohjelmisto päivitetään, jos muutokset ovat merkittäviä.
Skaalautuvuus. Pilvipohjaisia WMS-järjestelmiä voidaan skaalata nopeasti, kun organisaatiot kasvavat ja toimitukset monimutkaistuvat. Ne ovat myös joustavampia ja ne voidaan konfiguroida uudelleen liiketoiminnan vaatimusten tai markkinaolosuhteiden muuttuessa.	

Taulukko 9. Pilvipohjaisen WMS-järjestelmän hyödyt (mukaillen O'Donnell 2020)

Richards (2014) kuvaa myös WMS:n tuottaman laadukkaan datan tuomia etuja kuvion 15 mukaisesti.



Kuvio 15. Laadukkaan datan edut (mukaillen Richards 2014, 190)

Peerless Research Groupin (Ram 2019) tutkimuksen mukaan WMS-järjestelmää käytti 56% yrityksistä ja 32% oli joko parhaillaan arvioimassa, hankkimassa tai päivittämässä WMS-järjestelmää tulevan parin vuoden aikana. Klappichin (2022) mukaan Gartnerin tekemän teknologiatutkimuksen lopputulemana oli, että vastaajista 43% suunnittelee lisäävänsä WMS-investointejaan ja 9% puolestaan kertoi vähentävänsä näitä. (McCrea 2023.) WMS-järjestelmä on pitkäikäinen investointi. Warehouse-logistics.comin (2023) mukaan WMS-palveluntarjoajista 83 % ilmoittaa, että WMS:n käyttöaika on vähintään 10 vuotta.

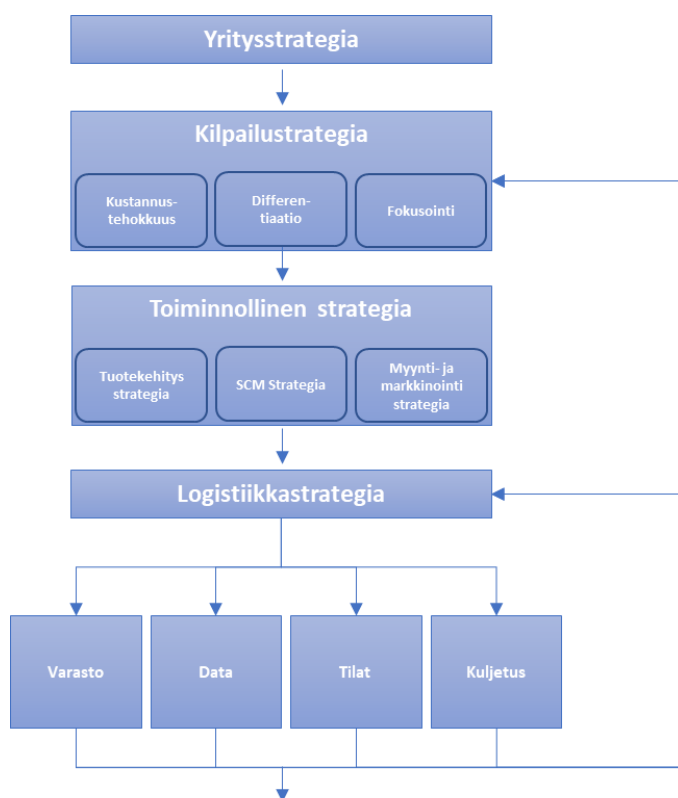
Valmisteltaessa WMS-järjestelmän hankintaa tai uusimista, on ymmärrettävä yrityksen nykytila, sekä miltä sen tulevaisuus näyttää sekä näiden kautta yrityksen tarpeet ja liiketoiminnan keskeiset vaatimukset. Lisäksi on ymmärrettävä yrityksen strategia, varmistettava, että yrityksen tarpeet ja vaatimukset täyttyvät valittavalla ratkaisulla. (Richards 2014, 191.) Seuraavassa strategiasta tarkemmin.

3.2 Strategia

Logistiikkastrategia on usean vuoden jännteelle kohdistuva ja toimitusketjunhallintaa tukeva suunnitelma, jonka avulla yritys suunnittelee toimintaansa ja joka sisältää järjestelmien ja prosessien suunnittelun, toteutuksen, valvonnan ja toiminnan ohjauksen Ritvanen et al. (2011, 140). Logistiikan Maailman (2023) mukaan logistiikkastrategian avulla suunnitellaan ja linjataan toimintaa pidemmällä aikajännteellä, tavoitellen hyvää kannattavuutta ja kustannustehokkuutta sekä optimoidaan prosessia ja toimintoja rahan säästämiseksi.

Osalla logistiikan toimintoihin liittyvillä päätöksillä on strateginen merkitys – kuten toimitusketjujen suunnittelu, hankintapolitiikka, liittoutumat tavarantoimittajien kanssa, hankintamenetelmät, suhteet asiakkaisiin, kuljetusmuodot, varastojen sijainti, toimintojen koko, teknologian käyttö, kierrätyspolitiikka. Edellä mainitut päätökset ovat osa logistiikkastrategiaa – joka koostuu kaikista pitkän aikavälin tavoitteista, suunnitelmista, politiikoista, kulttuurista, resursseista, päätöksistä ja toimista, jotka liittyvät toimitusketjuun. (Waters 2007, 7.)

Harrison ym. (2008, 26) mukaan strategia on suunnittelua eriytettyä tekemisestä, jossa laaditaan pitkän aikavälin suunnitelma toimitusketjulle, joka puolestaan eroaa päivittäisten operatiivisten ongelmien ratkaisemisesta. Kuviossa 16 on kuvattuna yrityksen eri strategiatasoa ja niiden välisiä linkityksiä.



Kuvio 16. Strategian eri tasot (mukaillen Rushton ym. 2022, 97, 101; Scott ym. 2011, 113–115)

Suunnittelakseen onnistuneen logistiikkastrategian johtajien on ymmärrettävä sekä tasapainotettava kilpailevat vaatimukset:

1. Ylemmät strategiat, kuten yrityksen missio, yritys- ja liiketoimintastrategiat, jotka luovat logistiikan kontekstin.
2. Liiketoimintaympäristö, joka sisältää kaikki ulkoiset tekijät, jotka vaikuttavat logistiikkaan, kuten asiakkaat, markkinaolosuhteet, käytettävissä oleva teknologia, taloudelliset olosuhteet, oikeudelliset rajoitukset, kilpailijat, osakkeenomistajat, eturyhmät, sosiaaliset olosuhteet, poliittiset olosuhteet ja niin edelleen.
3. Sisäiset ominaisuudet, jotka ovat organisaation tekijöitä, joita ovat asiakassuhteet, työntekijöiden taidot, talous, tuotteet, tilat, käytetty teknologia, toimittajat, käytettävissä olevat resurssit jne. (Waters 2007, 7.)

Waters (2007) mainitsee, että kaksi logistiikan yleisintä strategiaa on järkevöittäminen (lean) ja ketterä (agile) strategia, joista lean-strategia tähtää mahdollisimman alhaisiin kustannuksiin tehokkailla materiaalivirroilla, jotka minimoivat syntyvän jätteen, varastot, nopeuttavat läpimenoaikoja sekä käyttävät vähemmän resursseja ja ihmisiä poistaen

päällekkäisen työn sekä arvoa tuottamattomat toiminnot. Tämä saattaa vaikuttaa järkevältä lähestymistavalta, mutta lean-strategialla johdettu logistiikka voi painottaa liikaa kustannuksia joustavuuden sekä kyvykkyyden reagoida nopeasti muutoksia kustannuksella. Ketterä-strategia korostaa asiakastyytyväisyyttä reagoimalla nopeasti muuttuviin olosuhteisiin, kuten esimerkiksi lisääntyvään kilpailuun tai kysynnän vaihteluun, muuttuviin asiakkaiden vaatimuksiin, sekä odottamattomiin olosuhteisiin. Ketteryys näkyy usein nopeana läpimenoajana, jolloin asiakkaiden ei tarvitse odottaa tuotteita, eikä toimittajilla ole tuotteita hidastamassa toimitusketjua. Muita logistiikan strategioita ovat esimerkiksi aikaperusteiset strategiat, korkean tuottavuuden strategiat, lisäarvostrategiat, kasvustrategiat, globalisaatiostrategiat. (Waters 2007, 7–8.) Scott ym. (2011) erottelevat lean ja agile strategiat toisistaan taulukon 10 mukaisesti.

Lean	Agile
Maksimoi suorituskyky pienin tuotekustannuksin	Lykkää
Pienemmät marginaalit, koska hinta on tärkein asiakasta ohjaava tekijä	Korkeammat marginaalit, koska hinta ei ole tärkein asiakasta ohjaava tekijä
Pienemmät valmistuskustannukset korkean käyttöasteen ansiosta	Säilytä tuotantokapasiteetti vastatakseen kysynnän kasvuun
Minimoi varastot alentaaksesi kustannuksia	Ylläpidä turvavarastoa odottamattoman kysynnän tyydyttämiseksi
Lyhyempi toimitusaika, jos se ei aiheuta korkeampia kustannuksia	Lyhennä toimitusaikoja, vaikka siitä aiheutuisi kustannuksia
Valitse toimittajat kustannusten ja laadun perusteella	Valitse toimittajat nopeuden, joustavuuden ja laadun perusteella
Halvat kuljetusmuodot	Mukautuvat (kalliit) kuljetusmuodot

Taulukko 10 Lean ja agile strategian erot (mukaillen Scott ym. 2011, 119)

Denbigh (2021) esittää 5 kysymystä, joita yrityksen on hyvä käydä läpi aluksi:

1. Mitkä ovat ongelmat, jotka haluat ratkaista?
2. Mitä haasteita varastosi kohtaa tulevaisuudessa?
3. Mitä erityisiä tai ainutlaatuisia tarpeita yritykselläsi on tänään tai tulevina vuosina?
4. Kuinka paljon tiimisi voi tehdä ja paljonko odotat toimittajan tekevän?
5. Mikä on yrityksesi kulttuuri?

Gartner (2020) puolestaan esittää päätöksentekoa varten alla olevat kysymykset, joita yrityksessä on syytä pohtia ja joihin yrityksen on hyvä vastata etenkin hankinnan edistämistä ajatellen:

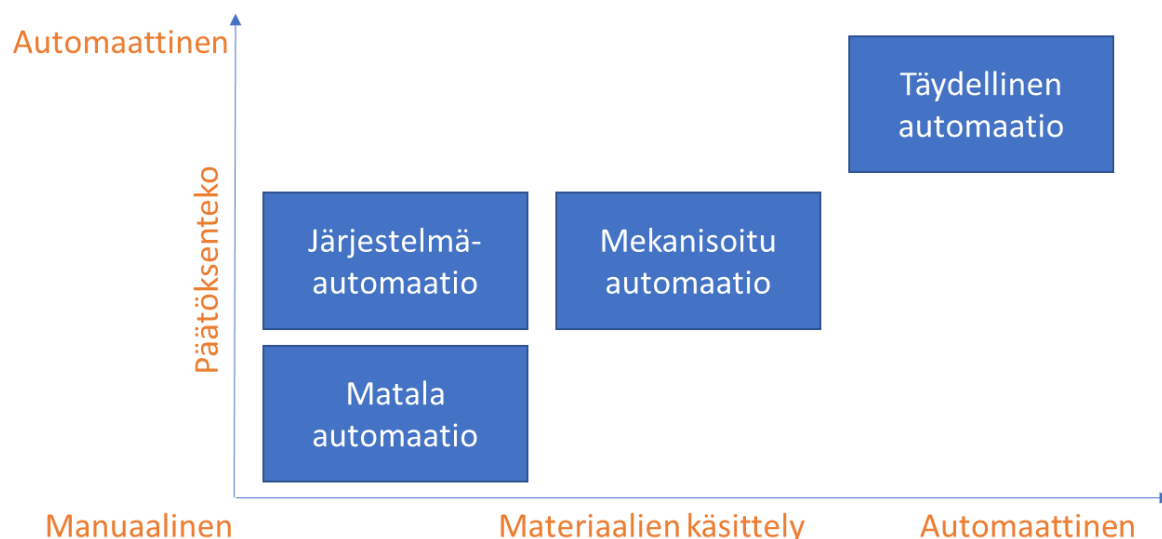
1. Onko nykyinen järjestelmämme vanhentunut tai puuttuuko siitä toiminnallisuuksia?
2. Onko nykyisestä järjestelmästä tulos epäluotettava? Pitäisikö meidän vaihtaa se?
3. Jäämmekö jälkeen kilpailijoistamme?
4. Olemmeko vaarassa, että emme täytä vaatimuksia?
5. Onko meidän siirrettävä, sisäistettävä tai ulkoistettava varastotoimintamme? Ovatko kumppanimme järjestelmät kehittymättömiä?
6. Pystymmekö pysymään asiakkaiden kasvavien vaatimusten mukana?
7. Onko se "oikea teko"?

(Gartner 2020, 4–8.)

Consafen (2023, 10–11) mukaan yrityksen olisi myös hyvä pohtia tarvetta mahdollisen automaation käytön osalta. Onko yrityksellä nyt, lähitulevaisuudessa tai pidemmällä aikavälillä tarvetta automaatiolle, minkälaista automaation tasoa se tavoittelee, mitä on huomioitava WMS-järjestelmän hankinnassa automaatiota ajatellen ja mitkä ovat automaation vaikutukset.

- Tukeeko WMS automaation käyttöönottoa?
- Minkälainen on automaation välitön vaikutus?
- Mikä on automaation pitkän aikavälin ROI?
- Miten automaatio hyödyttää asiakasta ja yritystä?
- Miten automaatio vaikuttaa työntekijöihisi?

Automaation tasoja on erilaisia. Lähtökohtaisesti yritys on matalan automaation tasolla, jos varastoa ohjaavat ensisijaisesti manuaaliset prosessit tai peruspäätöksenteon automaatio. Vaihtoehtoisesti yritys voi olla jo järjestelmäautomaation tasolla, jossa se käyttää jonkin verran WMS-järjestelmää automatisoituun päätöksentekoon ja sillä voi olla joitain automatisoituja peruslaitteita toimintansa tehostamiseen. (Consafe 2023b.) Kuviossa 17 kuvattuna eri automaation tasot.



Kuvio 17. Automaation eri tasot (mukaillen Consafe, 2023b, 7)

Mekanisoidun automaation kohdalla on kyse siitä, että yritys keskittyy automaatiossaan enemmän varastoprosessien laitteisiin, kuten kuljetinjärjestelmät ja automaattiset varastointi- ja hakujärjestelmät. Korkein automaatiotaso kattaa koko logistiikkaprosessin. Täydellisellä automaatiolla yritys pyrkii laaja-alaiseen automatisoituun materiaalinkäsittelyyn ja päätöksentekoon. (Consafe 2023b, 7.)

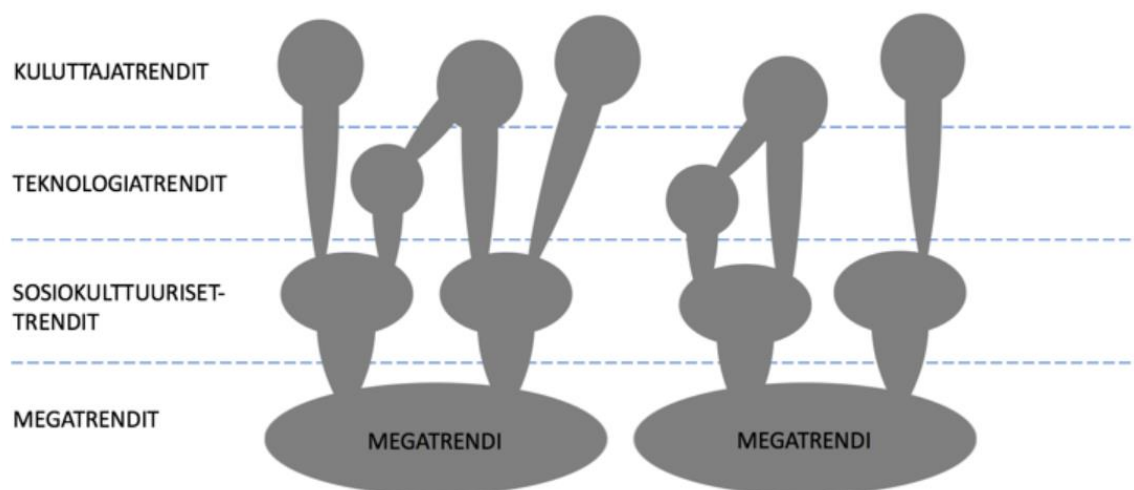
Jotta ymmärretään, miltä yrityksen tulevaisuus näyttää, on syytä ennen WMS-järjestelmän hankintaan menemistä ymmärtää myös vallitsevia trendejä, jotta osataan varautua hankimaan oikeanlainen WMS-järjestelmä. Seuraavassa trendeistä tarkemmin.

3.3 Trendit

Päätöksenteossa yrityksen on hyvä myös huomioida vallitsevat heikot signaalit, trendit ja megatrendit, jotta yritys tekee oikeanlaisia päätöksiä, valitsee oikeanlaisen WMS-järjestelmän, joka tukee yritystä tulevaisuuden muutoksia koskien. Liian kapealla näkemyksellä tehtyjen päätösten kohdalla voidaan ajautua tilanteeseen, jossa hankittava WMS-järjestelmä vastaa yrityksen tarpeeseen vain seuraavat 3–5 vuotta, jonka jälkeen edessä on jälleen uusi kilpailutus sekä uuden järjestelmän hankinta. WMS-järjestelmä on kuitenkin kallis investointi, järjestelmän käyttöönottoprojekti vie aikaa ja hyvin toimivan järjestelmän käyttöikä on melko pitkä.

Rubinin mukaan heikko signaali on ensimmäinen ilmentymä mahdollisesta muutoksesta. Se voi olla yksittäinen tapahtuma tai sitten toisiinsa liittyvien ilmentymien joukko, joka on tärkeä tai mahdollisesti jopa ratkaiseva merkitys tulevaisuuden muodostumisen kannalta.

(tulevaisuus.fi 2023.) Heikot signaalit ovat tulkinnanvaraisia ja joskus näkökulmasta riippuen, voidaan ne nähdä trendeinä. Heikot signaalit täydentävät trendejä erilaisen tarkastelu näkökulman kautta. Heikot signaalit voivat kuvata ilmentymää merkkinä nykyjärjestelmää haastavasta, kun taas trendinä sama asia voidaan nähdä kehityskulkuna. (Sitra 2018.) Megatrendi puolestaan on ilmentymien yhtenäinen kokonaisuus, jolla on selkeä ja tunnistettava historia sekä kehityssuunta (tulevaisuus.fi 2023). Kuvassa 2 on havainnollistettuna edellä oleva.



Kuva 2. Megatrendien muodostuminen (Sofigate 2021)

Megatrendit

Megatrendit muuttuvat hitaasti ja harvoin, ne eivät ole ikuisia, mutta niiden loppuminen kestää kauan. Megatrendeilla on globaali vaikutus ja niiden luonteen vuoksi voi niitä analysoida sekä vaikutuksia ymmärtämällä auttaa yritystä päätöksenteossa. (Sofigate 2021.)

Suomessa Sitra julkaisee säännöllisesti katsauksen megatrendeistä Suomen näkökulmasta. Viimeisimmät julkaisut ovat vuosilta 2023 ja 2020. Kuvassa 3 on kuvattuna vuosien 2020 ja 2023 megatrendit Sitran mukaan.



Kuva 3. Megatrendit 2020 ja 2023 (Sitra 2020, 1; Sitra 2023)

Vuoden 2017 megatrendit olivat työn ja toimeentulon arvoitus, edustuksellisen demokratian puhti hukassa sekä talous tienhaarassa. Vuoden 2020 megatrendit päivityksessä on Sitran ennakointi- ja strategiajohtaja Vatajan mukaan nostettu näkyville eri kehityssuuntien linkityksiä sekä mahdollisia jännitteitä huomiona se, että edellä mainitut jännitteet saattavat muokata kehityksen suuntaa, jolloin tulevaisuuden toteutuminen ennakoidun mukaisesti ei tapahdu niin suoraviivaisesti kuin ilman näitä jännitteitä oli tulkittu. Nopeasti katsottuna vaikuttaa, että megatrendit ovat erilaisia, mutta tarkemmin tarkasteltuna niistä löytyy samankaltaisuuksia, eikä esimerkiksi vuoden 2020 raportin osalta ekologisen kestävyyskriisin, teknologisen kehityksen tai väestörakenteen osalta ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. (Sitra 2017; Dufva 2020; Dufva & Rekola 2023.)

ESPAS (2023) tarkastelee megatrendejä globaalimmin kuin Sitra, näkökulmana muu maailma ja Eurooppa. ESPASin mukaan megatrendit vaikuttavat suuriin ihmisryhmiin, osavaltioihin, alueisiin ja monissa tapauksissa koko maailmaan. Ne avautuvat myös pitkällä aikavälillä, niiden eliniän ollessa yleensä vähintään vuosikymmen, jopa pidempikin. Megatrendit ovat strategisia voimia, jotka muovaavat tulevaisuutta ja ihmiset eivät voi niitä helposti kääntää muuttamaan. Vaikka megatrendit ovatkin hyvin mitattavissa, ne ovat silti avoimia tulkinnalle. Ennuste eroaa ennakkoinnista, kun ennuste määrittää tulevaisuuden tosiasian, ennakointi tulkitsee tämän tosiasian. ESPAS nostaa seuraavat megatrendit esille: Ilmastonmuutos, väestörakenne, kaupungistuminen, talouskasvu, energiankulutus, yhteydet ja geopolitiikka. Nämä trendit on avattu taulukon 11 mukaisesti hieman tarkemmin. (ESPAS 2023)

Megatrendi	Ilmentymä
Ilmastonmuutos	Ilmastonmuutoksella on kaksi näkökohtaa: 1. menneiden virheiden vakavat seuraukset, joita koetaan jo nyt ja jotka lisääntyvät vuoteen 2030 mennessä, sekä 2. virheiden paljon pahimmat seuraukset, joita on nyt vältettävä: a) alamme vihdoon tuntea kohoavien lämpötilojen ja niihin liittyvien sääilmiöiden häiritsevän vaikutuksen ja b) voimme saavuttaa käännekohta, jossa ilmaston muutoksista tulee hallitsemattomia
Väestörakenne	Vuoteen 2030 mennessä maailman väkiluku on nykyistä suurempi – se kasvaa 7,6 miljardista 8,6 miljardiin. Vuonna 2030 12 % maailman väestöstä on yli 65-vuotiaita, kun se nykyään on noin 8 % (Euroopassa: 2030 25,5 % sen väestöstä on yli 65-vuotiaita, kun 2017 oli 19 %). Euroopan työvoima on kutistunut 2 % vuonna 2030.
Kaupungistuminen	Vuoteen 2030 mennessä kaksi kolmasosaa maailmasta asuu kaupungeissa.
Taloukasvu	Ennusteiden mukaan maailmantalouden keskimääräinen kasvu on tulevilla vuosikymmenellä noin 3 % vuodessa. Suurin osa kasvusta tapahtuu kehittyvissä talouksissa, kehittyneet taloudet kasvavat paljon hitaammin. Vuonna 2030 Kiinasta odotetaan tulevan maailman suurin talous, ohittaen Yhdysvallat, ja Eurooppa on kolmantena.
Energiankulutus	Energiankulutus kasvaa maailmanlaajuisesti 1,7 % vuodessa. Tämä ei ole eurooppalainen ilmiö; kysyntä kasvaa myös Euroopassa ja muissa länsimaissa, mutta pääasiassa ei-OECD-maissa – kuten Intiassa ja Kiinassa. Öljyn, kaasun ja hiilen hinnat nousevat jatkuvasti, mutta eivät dramaattisesti vuoteen 2030 asti ja palaavat vuoden 2010 korkealle tasolle.
Yhteydet	Planeetta tuntuu edelleen yhä pienemmältä vuonna 2030: 75 %:lla on mobiiliyhteydet; 60 prosentilla pitäisi olla laajakaistayhteys. Internet tulee olemaan autoissamme, kodintarvikkeissamme ja jopa kehossamme. Vuoteen 2030 mennessä Internetiin kytkettyjen laitteiden määrä on saavuttanut 125 miljardia, kun se vuonna 2017 oli 27 miljardia. Lähes kaikki eurooppalaiset autot yhdistetään Internetiin vuonna 2030, mikä tekee tiestämme entistä turvallisempia.
Geopolitiikka	Maailma siirtymässä moninapaisuuteen. Euroopan on sopeuduttava tähän uuteen moniarvoiseen järjestelmään. Tämä tarkoittaa transatlanttisen suhteen uudelleenmäärittelyä sekä sen organisatorisen ilmentymän, Naton että Yhdysvaltojen kanssa. Strateginen autonomia ei ole enää pelkkä vaihtoehto Euroopalle.

Taulukko 11. Megatrendit ESPAS mukaan (mukaillen ESPAS, 2023)

SCM, logistiikka ja varastonhallinta

MHI:n vuoden 2023 kyselyyn vastasi yli 2 000 toimitusketjun johtajaa eri puolilta maailmaa. Raportin mukaan nähdään haasteina sekä näihin varautumisen taulukon 12 mukaisesti.

Yritysten 5 suurinta haastetta (hyvin tai erittäin haastavat)	Toimitusketjun häiriöihin varautuminen (tulevien 10 vuoden aikana)
<ul style="list-style-type: none"> Pätevien työntekijöiden palkkaaminen ja pitäminen Osaamispuula Toimitusketjun häiriöt ja puutteet Varasto loppu -tilanteet ja Asiakkaiden räätälöintivaatimukset 	<ul style="list-style-type: none"> 49 % tekee yhteistyötä toimittajien kanssa ymmärtääkseen paremmin sovelluksia ja hyötyjä 41 prosenttia työntekijöiden uudelleen koulutusta tai koulutusta uusille teknologioille 34 % rekrytointi osaamista varten tulevien tarpeiden mukaan 31 % aloitti uusien teknologioiden pilotoinnin

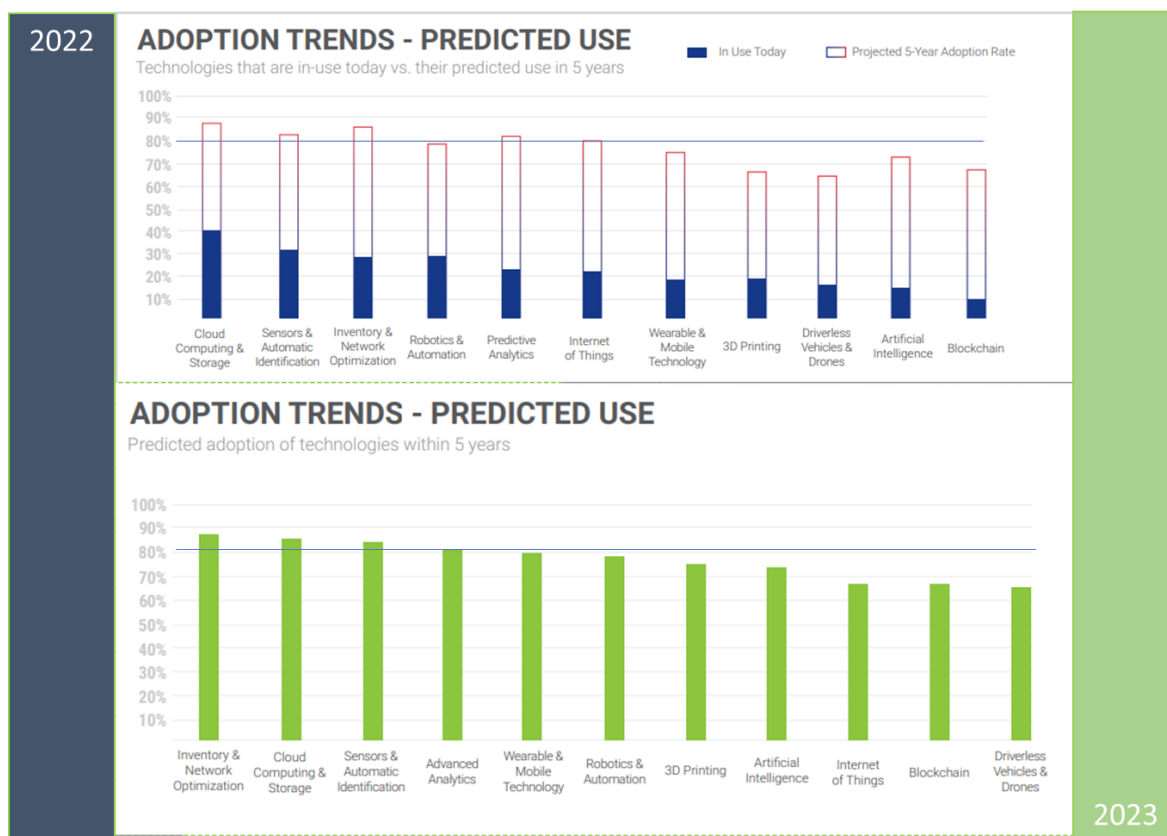
Taulukko 12. MHI teollisuusraportti: Yritysten haasteet ja näihin varautuminen (mukaillen MHI 2023, 2)

Taulukossa 13 on listattuna kyselyn esille nostamat 11 keskeistä teknologiainnovaatiota, jotka muokkaavat globaalia toimitusketjuteollisuutta.

- | | |
|--|-----------------------------|
| - reaaliaikainen varaston näkyvyys ja jäljitettävyys | - palautusten väheneminen |
| - parantunut tuottavuus | - ajantasainen raportointi |
| - tarkka varasto | - parantunut reagointikyky |
| - keräysvirheiden vähentäminen | - parannettu asiakaspalvelu |
| - automaattiset täydennykset | - minimoitu paperityö |

Taulukko 13. MHI teollisuusraportti: Keskeiset teknologia innovaatiot (mukailien MHI 2023, 11)

Kuvassa 4 kuvattuna sekä 2022 ja 2023 tutkimusten ennustetta edellä mainittujen teknologiatrendien käytöstä ja käyttöönotosta seuraavien viiden vuoden aikana.



Kuva 4. MHI teollisuusraportti: teknologiatrendit 2022 ja 2023 (mukailleen MHI 2022, 3; MHI 2023, 2)

Vuoden 2023 tutkimuksen mukaan jopa 86 % kyselyyn vastanneista valmistus- ja toimitusketjun ammattilaisista sanoi, että itsenäiset, yhdistetyt, älykkäät ja ketterät digitaaliset

toimitusketjut ovat normi vuoteen 2027 mennessä. Tutkimustulokset ennustavat myös edellä mainittujen teknologioiden käyttöönoton voimakasta nousua, jopa 90 % suunnittelee investoivansa yli miljoona dollaria ja 38 % aikoo investoida yli 10 miljoonaa dollaria seuraavan kahden vuoden aikana, kun vastaava luku vuonna 2022 oli 66 % ja 19 %. Huomioiden tämä muutos, nopeutettu investointi teknologiaan, odotetaan vuoteen 2033 mennessä digitaalisten toimitusketjujen olevan normi. (MHI 2023, 29.)

The Economist Intelligence Unitin (2021) raportissa puolestaan tutkittiin viimeaikaisten häiriötapausten vaikutuksia maailmanlaajuisiin toimitusketjuihin, toimenpiteitä, joita yritykset toteuttavat rakentaakseen kestävyyttä ja selviytyäkseen tulevista häiriöistä, sekä haasteita, joita ne kohtaavat tehdessään niin. Vuoden 2020 lopulla Economist Intelligence Unit tutki 400:ta ylempää toimitusketjun ja hankintojen johtajaa kahdeksassa maassa Yhdysvalloissa ja Euroopassa (Belgia, Ranska, Saksa, Irlanti, Luxemburg, Alankomaat ja Iso-Britannia), viidellä sektorilla (maatalous ja elintarvike, teollisuus1 kulutustavarat ja vähittäiskauppa, terveydenhuolto ja lääkkeet sekä energia ja yleishyödylliset palvelut). Kyselyssä havaittiin, että vain pieni osa yrityksistä oli digitalisoinut toimitusketjunsä. Taulukossa 15 on kuvattuna eurooppalaisia vastaajia koskien teknologioiden käyttöasteet. The Economist Intelligence Unit, 2021, 2.)

Teknologia	Käyttöönotettu
Digitaaliset alustat asiakkaita ja toimittajia varten	39 %
Big Data analytiikka reaaliaisuuden varmistamiseksi	37 %
Pilvipalvelut parantamaan ketteryyttä, kannattavuutta ja kilpailukykyä	37 %
Esineiden internet reaaliaikaiseen seurantaan ja seurantaan	29 %
Ennustava analytiikka häiriöiden ennustamiseen	34 %
Kehittynyt automaatio ja robotiikka tehokkuuden lisäämiseksi	31 %
Tekoäly tukemaan päätöksentekoa	32 %
5G parempia yhteyksiä, nopeutta ja luotettavuutta varten	12 %
3D-tulostus parantamaan tuotteiden räätälöintiä ja tuotannon hajauttamiseen	18 %
Lohkoketju parantamaan jäljitettävyyttä, turvallisuutta ja tietosuojaa	4 %

Taulukko 15. Teknologioiden käyttöasteet (mukaillen The Economist Intelligence Unit 2021)

Alle 40 % on ottanut käyttöön digitaalisia alustoja ja data-analytiikka viimeisen kolmen vuoden aikana, ja alle kolmannes on käyttänyt pilvipalveluita ja esineiden Internetiä. Alle 10 % käyttää lohkoketjuteknologiaa, ja useimmat näistä ovat suuria yhdysvaltalaisia yrityksiä, joiden liikevaihto on yli miljardi dollaria. Eurooppalaiset yritykset näyttävät kuitenkin etsivän teknologiaa suojellakseen toimitusketjujaan enemmän kuin amerikkalaiset: yli kolmasosa sanoo käyttävänsä ohjelmistoja toimitusketjun näkyvyyden parantamiseen, kaksi kertaa

enemmän kuin Yhdysvalloissa, ja eurooppalaiset yritykset ovat käyttäen myös tekoälyä enemmän. (The Economist Intelligence Unit, 2021, 13.)

Consafe (2023) on listannut neljä varastoa tulevaisuudessa muokkaavaa trendiä, jotka kaikki vaikuttavat siihen, miten käytämme varastoja. Näistä trendeistä osa on syntymässä, ja osa yleistyy tulevina vuosina.

1. Varastoautomaation määrä lisääntyy; Yksiselitteinen syy ja ajuri tälle on verkkokaupan aiheuttama kuluttajatottumusten vaikutus. Ostostapojen muuttuessa logistiikka-toimintojen on seurattava perässä ja täytettävä suuremman suorituskyvyn, nopeampien toimitusten ja varaston monimutkaisemman vaatimuksen. Asiakkaat odottavat tuotteiden korkeaa saatavuutta ja huippuluokan palvelun laatua, sekä lyhyitä toimitusaikoja sekä joustavia toimitus- ja palautusvaihtoehtoja. Lisäksi laajemman tuotevalikoiman ansiosta varastossa on enemmän tuotteita ja enemmän hallittavia lavoja, laatikoita ja yksittäisiä kohteita vastaanotossa, käsittelyssä ja toimituksessa. Automaation käytön lisäyksellä pystytään vastaamaan nopeuden ja tehokkuuden parantamiseen, samalla vähennetään riippuvuutta ihmistyövoimasta ja varastotilasta, joista yleisesti yrityksillä on varastoissa pulaa. Lisäksi on huomioitava, että yrityksissä ei perinteisessä varastoymäristössä toimiminen ole enää kannattavaa sähköisen kaupankäynnin ja monikanavaisen jakelun lisääntyessä kasvun näkökulmasta.
2. Tarve paremmalla ennustamisella; Euroopassa tehty tutkimus paljasti, että yli 60 % ostajista yksinkertaisesti vaihtaa kilpailijaan, jos varastossa ei ole saatavilla. Toisaalta liian suuri varasto nostaa varastokustannuksia ja sitoo pääomaa. Näin ollen parannettu ennakointi ja kysynnän suunnittelu voivat vähentää varastopäiviä ja lisätä asiakastyytyväisyysastetta merkittävästi. Ajurina tälle on mm. mustat joutsenet, epätodennäköiset tapahtumat, joilla on arvaamattomat vaikutukset talouteen kuten, esimerkiksi COVID-19, Suezin kanavan tukos tai Venäjän hyökkäys Ukrainaan. Esimerkiksi koronapandemia aikaansai sen, että 40% EU:ssa työssäkäyvistä aloitti koptäiväisesti etätyöt sekä verkkokaupan merkittävän kasvun. Mustien joutsenien aiheuttamassa jatkuvasti muuttuvassa ympäristössä ennakointi reaktiivisuuden sijaan on avain onnistuneeseen varastohallintaan, jonka yhteydessä tämä tarkoittaa sellaisten sovellusten etsimistä, jotka auttavat ennakoimaan tuntematonta. WMS-järjestelmässä voi olla lisätoiminnallisuutena moduuli, digitaalinen kaksonen (digital twin), joka voi auttaa suunnittelemaan työtä etukäteen mahdollistamalla toimintojen visualisoinnin ja testauksen uudella tavalla muodostamalla varastosta digitaalisen

kopion, jota voi käyttää eri skenaarioiden simulointiin ja testaukseen, visualisointiin sekä esimerkiksi uuden automaation vaikutusten emulointiin ja testaukseen. Muita ennustamisessa auttavia lisätoiminnallisuuksia WMS-järjestelmässä voivat olla tekoälypohjainen täydennys, joka oppii aiemmista tilausmalleista ja ennustaa, milloin mitäkin tuotetta pitää täydentää. Kolmas ennustamisessa auttava lisätoiminnallisuus on työvoiman- ja työkuormanhallinta, jolla varmistetaan kulloinkin tarvittavan työvoiman määrä, miten optimoida työkuormaa akuuteissa muutostilanteissa, ennakoivasti perustuen historiadataan sekä mahdollistaa erilaisten skenaarioiden simuloinnin.

3. Jakelu hajautuu; Ajureina tälle on kuluttajien vaateet nopeille toimituksille sekä häiriöt toimitusketjussa – jotka lisäävät tarvetta joustavuudelle. Sähköinen kaupankäynti on tullut jäädäkseen ja nousussa on parhaillaan, vaikka mustat joutsenet sekä taantuma ovat melkoisia haasteita toimitusketjuun aiheuttaneet. Nousemassa on uusi, nykyaikainen kuluttajatyyppejä, joka arvostaa stressittömän saatavuuden mukavuutta sen sijaan, että poimisi itse myymälästä. Shopify:n raportin mukaan 60 % maailmanlaajuisista kuluttajista odottaa saman, seuraavan tai kahden päivän toimitusta. McKinseyn tutkimuksen mukaan verkkokaupan kasvu vuonna 2020 oli noin 55 %, kun se vuonna 2019 oli 10 %. Vastaavasti vuonna 2022 verkkokaupan osuus oli noin 20% vähittäiskaupan kokonaisu-myynnistä, ja sen odotetaan kasvavan edelleen, markkinoille tullessa nuorempia digitaalisia kuluttajaryhmiä. Eurostatin kysely paljasti, että nuorimmalla ikäryhmällä on suurin osuus verkkokaupoista, sekä vaateina lyhyemmät toimitusajat ja suurempi tuotevalikoima. Näihin vaateisiin yritykset tulevat vastaamaan laajentamalla jakeluverkostoaan lisäämällä jakelukeskuksia ja erityyppisiä toimituksiin, ja varastointiin käytettyjä tiloja lähemmäksi loppuasiakkaita. Tavoite on olla sillä, missä loppuasiakkaat ovat ja jakaa toimitusketjun riskejä tasaisemmin saaden näin ollen nopeammat toimitusnopeudet, pienemmät kuljetuskustannukset sekä joustavuutta reagoida erilaisiin häiriöihin ja varastopuutteisiin.
4. Pyöreiden toimitusketjujen rakentaminen; Kiertotalous haastaa perinteisen lineaarisen toimitusketjun mallin ajurinaan toimitusketjun vastuullisuus pyrkien pitämään materiaalit ja tuotteet käytössä pidempään uudelleenkäyttämällä, jakamalla, korjaamalla, kunnostamalla, kierrättämällä ja valmistamalla uudelleen, mikä lisää resursien tuottavuutta. Järjestelmän perimmäinen tavoite on minimoida kaatopaikalle menevän jätteen määrä. Vaikka varastot ovat vielä vanhassa lineaarisessa toimitusketjunmallissa, WMS-järjestelmällä voidaan vastata tähän parantamalla keräilylaatua, pakkaamista ja vähentämällä palautusten määrää (keräysvirheiden vähentäminen), paremmin hallitulla pihan ja ovien hallinnalla (odotusajat ja päästöt),

leikkaamalla jätettä tunnistamalla lähetyksen ja sille tarvittavan laatikon koon oikein sekä säästää energiaa sekä pidentää varaston laitteiden käyttöikää optimoimalla keräysreitit, vähentäen huoltotarvetta sekä pienentämällä laitteiden akunkäyttöä. (Consafe 2023a, 4–31.)

Gartner (2022c) ennustaa että Supply Chain -teknologian tulevaisuutta (taulukko 16). Seuraavien kolmen tai viiden vuoden aikana digitaalisten toimitusketjutekniikoiden sekä ihmisten päätöksentekoa parantavien teknologioiden käyttöönoton tulee lisääntyä. Nouseva ja kehittyvä teknologia on merkittävä kilpailuedun lähde, ja se on edelleen strateginen välttämättömyys toimitusketjun organisaatioille.

Ennustus	Tarkenne
Vuoteen 2026 mennessä 75 % suurista yrityksistä on ottanut sisälogistiikassa käyttöön älyrobotin	Robotit vastaavat tarpeeseen automatisoida tiettyjä prosesseja täydentämään ihmistyövoimaa. Toteutus on nopeampaa ja halvempaa kuin perinteiset automaatiokeinot, kuten kuljettimet tai vihivaunut.
Vuoteen 2026 mennessä yli 75 % kaupallisista toimitusketjun hallintasovellustoimittajista tarjoaa ratkaisunaan sulautettua edistynyttä analytiikkaa (AA), tekoälyä (AI) ja datatiedettä	Ratkaisutoimittajat ovat reagoineet asiakastarpeeseen: parempi päätöksenteko AA:n ja AI:n avulla. Monet sovellustoimittajat tarjoavat jo sovelluksiinsa upotettuja AA- ja AI-ominaisuuksia sekä jatkavat näiden alueiden kehittämistä.
Vuoteen 2026 mennessä 25 % toimitusketjun toteutuksen (SCE) toimittajista on päivittänyt ydinsovelluksensa mikropalveluarkkitehtuurissa toimivaksi	Toimitusketjun monimutkaisuuden ja epävakauden lisääntyessä toimitusketjun organisaatioiden on muututtava ketterämmiksi. Perinteiset sovellukset, jotka on rakennettu vanhan arkkitehtuurin ympärille, eivät enää sovellu tähän työhön – yritysten tulee siirtyä mikropalvelupohjaisiin ja koostettaviin sovellusarkkitehtuureihin.
Vuoteen 2025 mennessä 25 % toimitusketjun päätöksistä tehdään edge AI:ta hyödyntäen	Edge AI avusteista päätöksentekoa tapahtuu jo useissa toimitusketjuissa, ja seuraavan kolmen vuoden aikana keskitytään tunnistamaan lisää käyttötapauksia, joissa yhdistetyt, automatisoidut ja autonomiset edge AI verkot voidaan ottaa käyttöön.
Vuoteen 2026 mennessä 80 % yrityksistä kärsii merkittävästä arvon menetyksestä johtuen epäonnistuneesta toimitusketjun digitaalisen kaksosen (Digital Twin) ja lennonjohtotorin (Control Tower) yhteiskäytöstä	Ratkaisuina nämä yhdessä auttavat avaamaan teknologiainvestoinneissa tarvittavia laadukkaita oivalluksia. Toimitusketjun Digitaalinen kaksoinen tarkeastelee ongelmaa mahdollistamalla päätöksenteon päästä päähän. Lennonjohtotorni parantavat suorituksen näkyvyyttä ja vastaavat tuloksena oleviin kysymyksiin, kuten "mitä minun pitäisi tehdä nyt, kun huomaan, että lähetys viivästyy?"

Taulukko 16. Supply Chain -teknologian ennuste (mukaiillen Gartner 2022c)

Taulukossa 16 on kuvattuna Gartnerin ennuste sekä hieman avattuna ennustetta. Ennusteensa Gartner perustaa tutkimukseensa, jossa 61 % vastaajista sanoi, että teknologia on kilpailuedun lähde. Monet pitävät myös useita uusia teknologioita kriittisiksi investointialueiksi, ja 20 % vastaajista investoi robotiikkaan. (Gartner 2022c.)

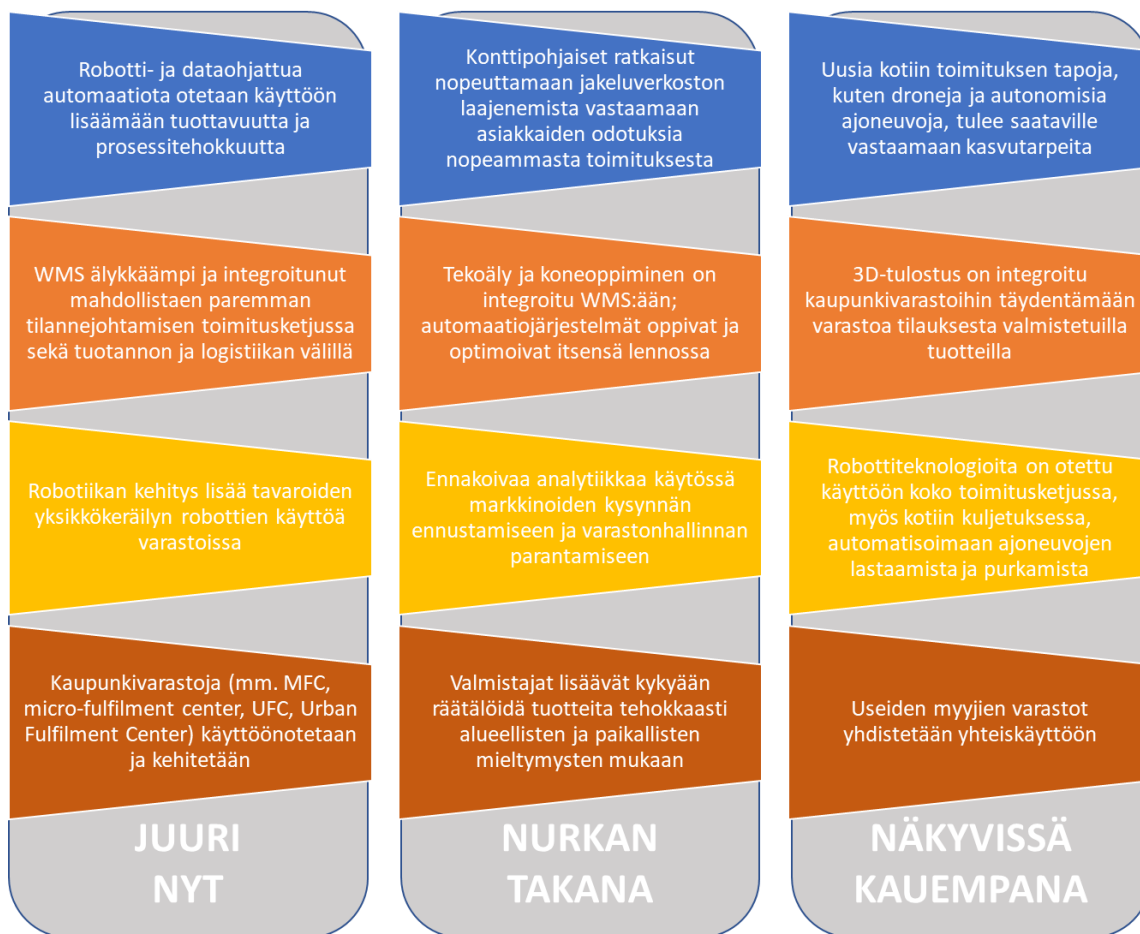
SCM 4.0 ja Varasto 4.0

Kun puhutaan ”Industry 4.0:sta”, ”SCM 4.0:sta” tai ”Varasto 4.0:sta” tarkoitetaan sillä ”teollista vallankumousta”, merkittävää muutosta, joka ensimmäisessä versiossa ja seurauksena koneet alkoivat tehdä ensimmäistä kertaa ihmisen työtä. Noin 70-vuotta sitten, kolmas teollinen vallankumous toi valmistusprosesseihin tietokoneet, edistyneen tietoliikenteen tehtaisiin logiikkaohjaimet joidenkin prosessien automatisoimiseksi sekä tietojen keräämiseksi ja jakamiseksi. Parhailaan on menossa 4.teollinen vallankumous, jossa kaikenlainen automaatio, älyküsteknologia, esineiden internet, tekoäly ja koneoppiminen sekä älykkäät laitteet, kiinteistöt ja varastot lisääntyvät kaikkialla ja tietoinen data auttaa tuottamaan tavaroita tehokkaammin ja tuottavammin koko arvoketjussa. (IBM. 2023.)

Bealen (2020) mukaan varasto 4.0 tarkoittaa teknologian käyttöä logistiikan ja varastotoimintojen perusprosessien, kuten lastauksen ja purkamisen, keräily ja varastonhallinnan tehostamiseksi. Robotiikan lisäämisen lisäksi, tämä tarkoittaa myös valtaviin tietomäärien keräämistä ja käyttämistä asioiden paljastamiseen prosesseista ja lisäparannuksia varten. Antureiden avulla voidaan arvioida varastotasoja tarkemmin sekä automatisoida tilausprosessia. Automatisoitujen laitteiden ja ihmisten toimintoja voidaan seurata helpommin, joka mahdollistaa tunnistamaan tehottomuusalueita prosesseissa tai henkilöstön ja automaation välillä. WMS on valtavan digitaalisen toiminnan hermokeskus, joka kerää tietoja ja lähettää ohjeita autonomisten, puoliautonomisten ja mobiilialustojen armeijalle. Tehtävän vastaanottavat robotit pystyvät toimimaan nopeammin kuin ihmiset ja tietävät tarkalleen, minne on mentävä. Tarkempi varastonhallinta vähentää hukkaa ja mahdollisuutta yli- tai alivarastointiin, toistuvien tehtävien delegoiminen roboteille tuo terveyst- ja turvallisuusetuja. Prosessit optimoidaan myös sen varmistamiseksi, että ne ovat ympäristöystävällisiä, mukaan lukien ladattavien akkujen käyttö ja matkat robottien latausasemille. Lisätyn todellisuuden laitteiden, kuten heads-up-näytöllä varustettujen lasien, käyttö voi myös tehostaa ihmisten toimintaa, jolloin he voivat löytää ja poimia tavaroita tai vastaanottaa ohjeita nopeammin kuin perinteiset laitteet. Kaikki nämä yhteiset edut tehostaisivat logistiikkaa ja varastotoimintoja, mikä on valtava askel kohti perimmäistä tavoitetta, toimitusaikojen parantamista. Se, että teollisuus 4.0 -teknologiat ovat laajemmin saatavilla, ei tarkoita, että vallankumous on tulossa huomenna. Muutokset tulevat asteittain useiden vuosien aikana, jolloin yksittäiset

tekniikan osat otetaan käyttöön yksi kerrallaan. Automaatio ja muut Teollisuus 4.0:aan yhtenevät tekniikat ovat nyt tarpeeksi luotettavia, jotta suurimmatkin toiminnot (Amazon malliesimerkkinä) käyttävät niitä päivittäin. (Beale 2020.)

Swisslog (2023, 26) kuvaa toimitusketjun nykytilaa sekä tulevaisuutta, jossa suuntana on älykkäämpi ja integroidumpi toimitusketju, jonka avulla yritykset, jotka pystyvät mukautumaan tähän kehitykseen tehokkaasti, ja näin ollen pystyvät alentamaan kustannuksia ja parantamaan palvelua. Kuviossa 18 on kuvattuna tämä kehityspolku.

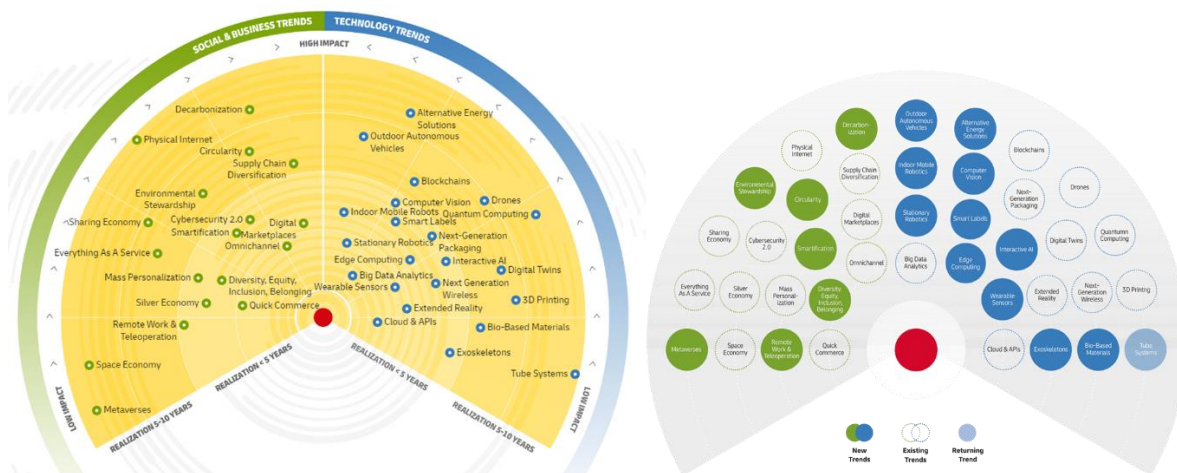


Kuvio 18. Toimitusketjun kehityspolku (mukaillen Swisslog, 2023)

DHL, Gartner ja McKinsey

DHL Trend Radar -raportti on ollut pitkään globaalin logistiikkayhteisön keskeinen apuväline, ja siitä on tullut logistiikka-alan strategian ja innovaatioiden vertailukohta. DHL:n mukaan yritykset ovat muuttamassa logistiikan hiljaisesta taustatoiminnasta strategiseksi voimavaraksi ja arvon tuojaksi. DHL:n uusin Trend Radar listaa 29 keskeistä sosiaalista, liiketoiminta- ja teknologiatrendiä ja innovaatiota, jotka DHL:n mukaan muovaavat toimitusketjujen ja logistiikan tulevaisuutta.

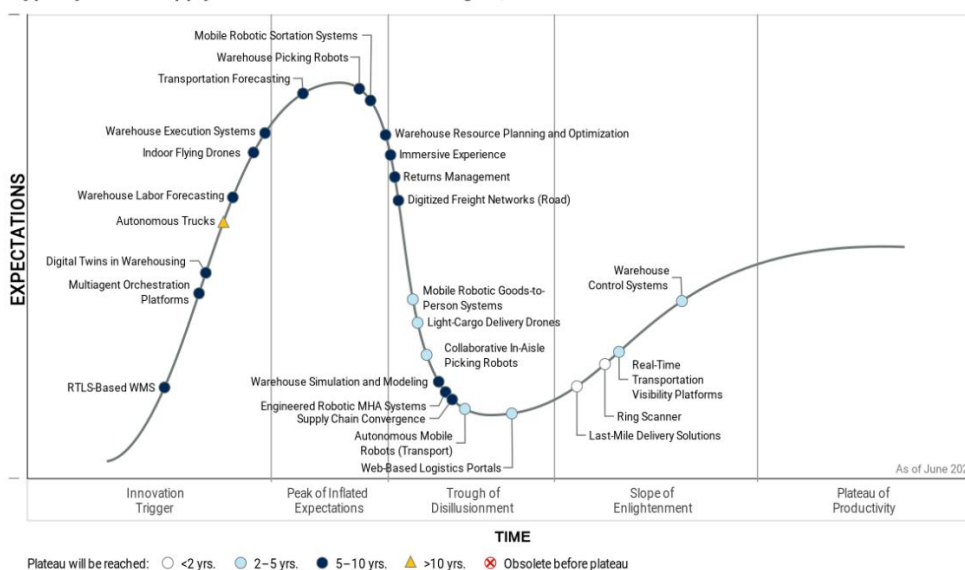
Kuvassa 5 on kuvattuna innovaatiot ja trendit DHL:n Trend Radarin mukaan sekä vaikutuksen ja ilmentymisajan että niiden ajantasaisuuden (uudet ja palaavat) näkökulmasta, jotka tulevat ajankohtaisiksi toimitusketjun näkökulmasta tulevan kymmenen vuoden aikana. Yrityksen on hyvä huomioida nämäkin asiat päätöksenteossaan.



Kuva 5. DHL Trend Radar: Innovaatiot ja trendit (DHL 2023)

Gartner tuottaa Hype Cycle -raportteja, jotka ovat graafisia esityksiä, eri osa-alueiden osalta koskien esimerkiksi toimitusketjun suorituksessa käytettävien teknologioiden ja sovellusten kypsyttä sekä niiden käyttöönottoa (kuva 6). Ne antavat tietoa ja näkemystä siitä, miten eri teknologiat voivat olla merkityksellisiä liiketoimintaongelmien ratkaisemisessa, uusien mahdollisuuksien hyödyntämisessä, sekä miten tekniikka tai sovellus kehittyy ajan myötä tarjoten apuja hallita teknologian käyttöönottoa ajatellen. (Gartner 2023b.)

Hype Cycle for Supply Chain Execution Technologies, 2022



Gartner

Kuva 6. (Gartner 2023b)

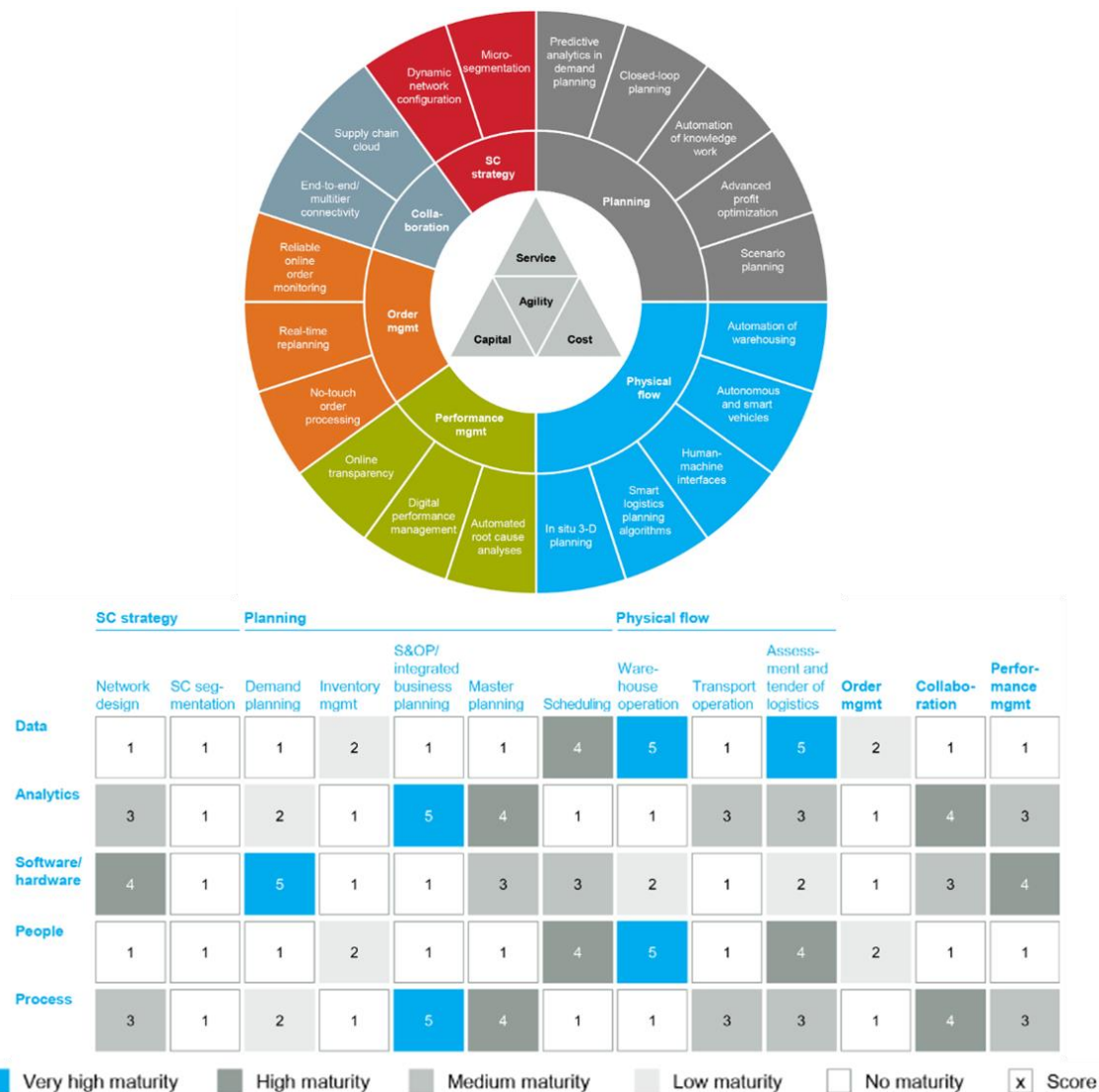
Hyödyntämällä ymmärtääkseen Hype Cycle raportteja, yritykset pystyvät ymmärtämään kehittyvien toimitusketjun suoritustekniikoiden kypsyiden, kannattavuuden sekä riskialttiuden (Fortna 2023). Käytännössä Gartnerin raportti auttaa erottamaan ylimainontaa tekniikan kaupallisen lupauksen todellisista tekijöistä, pienentämään teknologiainvestointipäätösten riskiä sekä verrata käsityksiä teknologian liiketoiminnan arvosta kokeneiden IT-analyytikkojen objektiivisuuteen. Raportissa tarkastellaan tekniikan elinkaaren viittä avainvaihetta:

- ”Innovaatiotriggeri”: Mahdollinen teknologian läpimurto käynnistää asiat. Usein käytökelpoisia tuotteita ei ole olemassa ja kaupallista kannattavuutta ei ole todistettu.
- ”Paisuneiden odotusten huippu”: Varhainen julkistaminen tuottaa useita menestystarinoita – usein mukana lukuisia epäonnistumisia ja jotkut yritykset ryhtyvät toimiin, monet eivät.
- ”Pettymyksen pohja”: Kiinnostus heikkenee, kun kokeilut ja toteutukset epäonnistuvat. Investoinnit jatkuvat vain, jos selviytyneet toimittajat parantavat tuotteitaan varhaisten omaksujien tyytyväisyyteen.
- ”Valaistumisen kaltevuus”: Lisää esimerkkejä siitä, kuinka teknologia voi hyödyttää yritystä, alkaa kiteytyä ja tulla ymmärretyksi. Toisen ja kolmannen sukupolven tuotteet tulevat teknologian tarjoajilta ja yhä useampi yritys pilotoi.
- ”Tuottavuuden tasangolla”: Valtavirran käyttöönotto alkaa nousta. Palveluntarjoajan elinkelpoisuuden arviointikriteerit on määritelty selkeämmin. Teknologian laaja sovellettavuus markkinoille ja relevanssi kannattavat selvästi.

Gartnerin metodologia antaa yritykselle näkemyksen siitä, miten tekniikka tai sovellus kehitty ajan myötä sekä hallittuun käyttöönottoon. (Gartner 2023c.)

McKinsey on puolestaan kehittänyt Digital Supply Chain Compassin Supply Chain 4.0:n tärkeimpien parannuskohteiden jäsentämiseksi ja yhdistämiseksi kuuteen pääasialliseen arvoajuriin: suunnittelu, fyysinen virtaus, suorituskyvyn hallinta, tilausten hallinta, yhteistyö ja toimitusketjustrategia. Parannukset mahdollistavat asteittaisen muutoksen palvelussa, kustannuksissa, pääomassa ja ketteryydessä (McKinsey 2016).

Kuvassa 7 on kuvattuna arvoajurit, niiden sisältö sekä kypsyyden arvioinnin työkalu näiden kypsyyden arvioimiseksi sekä parannuskohteiden tunnistamiseksi.



Kuva 7. Arvoajurit (McKinsey 2016)

Nykyisten toimitusketjujen optimointi ja pyrkimys olla joustavampia ja ketterämpiä pakottaa yritykset jatkuvasti mukautumaan uusiin teknologioihin (Gartner 2022c). Nykypäivän digitaalisen jätteen, huonon datan poistaminen, ja uusien teknologioiden käyttöönotto ovat tärkeä keino lisätä toimitusketjujen toiminnallista tehokkuutta (McKinsey 2016).

Teknologia, järjestelmät ja automaatio

Monet trendit nostavat varastoautomaation kohti yritysten investointilistan kärkeä, kuten: kasvava työvoimapula, verkkokauppioiden kysynnän räjähdysmäinen kasvu ja uudet tekniset innovaatiot. Useimmat logistiikkayritykset eivät ole kuitenkaan ryhtyneet toimiin, koska automatisoimaan pakotavia trendejä vastaan on tasapainottavia tekijöitä, joiden mukaan yrityksen pitäisi edetä hitaasti. Näitä tekijöitä ovat mm. sähköisen kaupankäynnin epätavallinen kilpailudynamiikka, epäselvyys siitä, mitkä teknologiat menestyvät, ongelmat uusien laitteiden hankinnassa, verkkokaupan last mile epävarmuus sekä automaation ja jakelukeskusten erittäin pitkä käyttöikä. (Dekhne ym.,2019.) Dekhne ym. listaavat taulukossa 17 kymmenen teknologiaa, jotka voivat muuttaa varaston toimintaa.

Teknologia	Tarkenne
Multishuttle-järjestelmät	Käytetään tyypillisesti AS/RS automaation kanssa, joka siirtää tavaroita kolmessa ulottuvuudessa tavaroiden varastoimiseksi ja hakemiseksi ilman ihmisen väliintuloa.
Analyysityökalut	Hyödynnetään algoritmeja ja koneoppimista analysoimaan suorituskykyä, tunnistamaan trendejä ja tekemään ennusteita, jotka vaikuttavat operatiivisiin päätöksiin.
Optinen tunnistus	Anturien hyödyntäminen lajittelun ja muuhun logistiikkaan.
Kuljetin yhteydet	Kahden eri kuljetinjärjestelmän yhdistäminen, hyödyntäen päätöslogiikkaa vaikuttaakseen tuotevirtaan.
Hallintajärjestelmät	Analyttiset ja digitaaliset järjestelmät (esim. WMS), jotka yhdistävät analytiikan, suorituskyvyn raportoinnin ja ennustetyökalut, joiden voidaan helposti hallita esimerkiksi koko varastoa.
Älykäs varasto	Varastot, jotka käyttävät edistyneitä analytiikkaa ja digitaalisia työkaluja tuotteiden sijoittamiseen ja hakemiseen tehokkaimmalla tavalla säätämällä työvälineitä tuotteen, poiminnan ja muiden ominaisuuksien perusteella.
3-D-tulostus	Tämä prosessi, jota kutsutaan myös lisäainevalmistukseksi, luo osia tai tuotteita tulostamalla kerroksia materiaalia (metallia tai muovia) halutun muodon luomiseksi.
Swarm AGV-robotit	Parviällyn sisältävät vihivaunut, jotka toimivat vapaasti tai digitaalisilla raiteilla tuodakseen tavaroita (usein varastohyllystä) keräilyasemalle tilaustenhallintajärjestelmän ohjeiden perusteella.
Älylasit	Lasit, jotka lisäävät todellisuutta auttavat käyttäjiä esimerkiksi näyttämällä ohjeet kunkin tuotteen keräyspaikalle ja lisäävät näin ollen tehokkuutta.
Poimintarobotti	Järjestelmä robottikäsivarsilla, joka jäljittelee ihmisen poimintaliikettä. Keräilyrobotit voivat olla kiinteitä tai liikkuvia.

Taulukko 17. Varaston toimintaa muuttavat teknologiat (mukaillen Dekhne, ym. 2019)

Automaatioteknologia on edennyt pitkälle. Uudet täysin automatisoidut varastot ovat osoittaneet useiden uusien teknologioiden potentiaalin. Kun volyyymi kasvaa, automaatio näyttää olevan vastaus. Monet toiminnot voitaisiin automatisoida vuoteen 2030 mennessä, kun tekoäly ottaa haltuunsa logistiikkayritysten monet toistuvat toiminnot. Sen odotetaan näkevän täysin automatisoituja korkeahyllyisiä varastoja, joissa käytävillä liikkuvat autonomiset ajoneuvot. Varastonhallintajärjestelmät seuraavat varastoa reaaliajassa ja varmistavat, että se

sovitetaan tilausjärjestelmään. 3-D-tulostimet käynnistävät tilauksesta valmistetut varaosat. (Dekhne ym., 2019.)

Newtonin (2021) mukaan 7 suurta trendiä varastoautomaatiossa on kuvattu alla olevassa taulukossa 18.

Trendi	Tarkenne
Automaattinen keräily	Moniin varastoihin asennetaan automaattisia poimintarobotteja, jotka joko tekevät työn tai auttavat ihmisiä, jolloin keräily ja pakkaaminen on entistä nopeampaa ja helpompaa sekä se säästää rahaa ja luo turvallisemman työympäristön.
Teollinen esineiden internet (IIoT)	Kaikki valaistuksesta pakettien seurantaan voidaan ottaa käyttöön IIoT:n tai älylaitteiden avulla RFID-tunnisteet voivat auttaa seuraamaan kaikkia tavaroiden liikkeitä varastossa ja jopa sen ulkopuolella. Monet prosessit voidaan automatisoida tai ohjata etänä, parantaen mm. tehokkuutta ja käyttömukavuutta. Dataa kerätään ja välitetään reaaliajassa mahdollistaen älykkäämpien päätösten ja ennakoivamman toiminnan koko varastokerroksessa ja sen seinien ulkopuolella.
Automatisoidut koneet	Trukit, lavansiirtokoneet, droonit ja paikalliset jakeluautot voidaan kaikki automatisoida big datan, koneoppimisen ja etäjärjestelmien avulla. Näiden lisäksi voidaan automatisoida perävaunujen lastaus ja purku. Etuina nopeus ja tehokkuus sekä työntekijöiden lisääntynyt turvallisuus.
Älykkäämmät asettelut	Valtava osa turvallisuutta on varaston ja sen kaikkien kalusteiden suunnittelu ja layout. Tieto siitä, miten varastoa käytetään, missä työntekijät viettävät suurimman osan ajastaan, ja mahdollisia loukkaantumispisteitä voidaan käyttää suunnittelun parantamiseen. Ulkoasua voidaan päivittää jatkuvasti ajan mittaan käyttämällä enemmän luotuja tietoja. Automatisointi ja big data voivat auttaa optimoinnissa.
Ääniavustajat	Keskivertotiloissa käytettynä ja varastoautomaation kanssa ääniavustajatekniikka voi todella parantaa toimintaa ja turvallisuutta. Tilauksen keräily voidaan suorittaa vain puhumalla mikrofoneihin, joka aktivoi etäbotin tarttuakseen tavarat. Valojen sytyttäminen ja sammuttaminen, vuorovaikutus laitteiden kanssa ja tuen soittaminen ovat loistavia esimerkkejä siitä, missä puheavustustekniikka voi loistaa.
Lisätyn todellisuuden (AR) puettavat laitteet	Varastossa työntekijät voivat nähdä mittauksia, keräilytilastoja, saada vaiheittaista navigointitukea tai saada digitaalista apua – kuten kohteita tai laatikoita korostettuina tunnistamisen helpottamiseksi.
Uusiutuva energia ja kestävä kehitys	Varastot kuluttavat paljon energiaa, varsinkin kun ne on varustettu kylmävarastoilla. Monet yritykset yrittävät vähentää ympäristövaikutuksia, parantaa kestävyyttä ja alentaa kustannuksia asentamalla uusiutuvan energian järjestelmiä. Avoin ja laaja varastokatto on täydellinen paikka aurinkopaneelien asentamiseen.

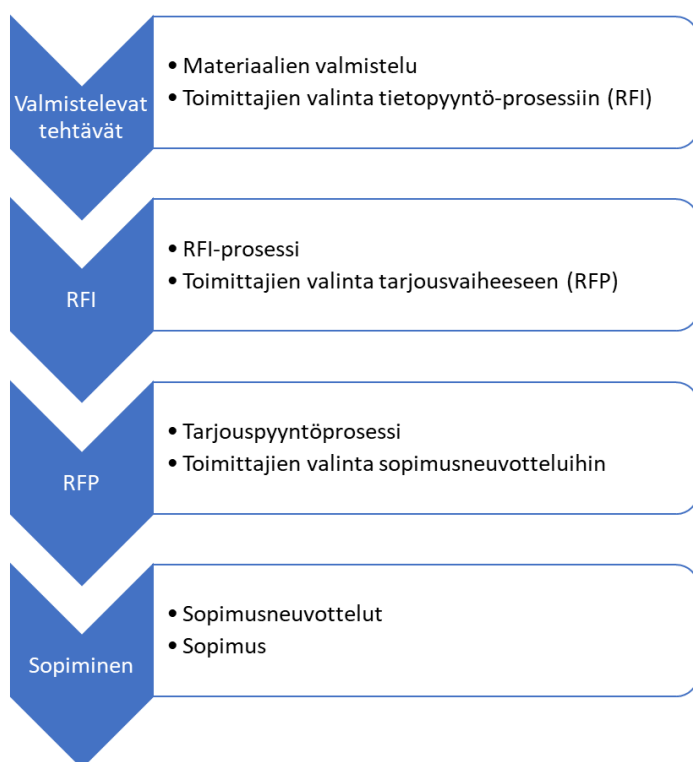
Taulukko 18. Varastoautomaation trendit (mukailten Newton, 2021)

Varastoautomaatio on olennainen osa kilpailukykyä pysymistä nykypäivän ympäristössä. Teollisuus 4.0:n veturina ja modernin teknologian tuella varastoautomaatio auttaa muokkaamaan tulevaisuuden varastoja. Vaikka automaatiota on jo pitkään käytetty yksinkertaisintaan tärkeimpiä tehtäviä ja käsittelemään toistuvia tehtäviä, nykypäivän automaatiotyökalut ovat paljon edistyneempiä, eivätkä ne pelkästään automatisoi yksinkertaisia tehtäviä,

vaan ne yhdistetään automatisoimaan työkulkuja, päätöksentekoa ja jopa mahdollistamaan itsenäisen toimitusketjun. Tämä uuden aikakauden teknologia vaikuttaa suoraan tärkeimpiin varastotrendeihin. (Newton, 2021.)

3.4 Hankintaprojekti

Yrityksillä on yleensä hankintoja ja kilpailutusta varten olemassa omat prosessinsa ja mallinsa. Jos kuitenkin yrityksellä ei ole vakiintunutta mallia, jota hyödyntää WMS-hankinnassa, löytyy verkosta monia työkaluja, jotka eivät itsessään ole täydellisiä, mutta useampaa työkalua tutkimalla, voi yritys rakentaa itselleen työkalun, jolla kilpailutuksen tekee ja vaiheistaa. Ylätasolla malli voi näyttää kuvion 19 mukaiselta.



Kuvio 19. Kilpailutusprosessi ylätasolla

Luvussa käsiteltävä vaiheistus on tuotettu soveltaen Richardsin (2014), Whitingin (2017), Beesonin (2023) ja Millerin (2023) mukaan WMS-valintaa koskevia tehtäviä.

Koska WMS-järjestelmä on kallis, sen kilpailutus ja käyttöönotto vievät aikaa sekä sen käyttöikä on kohtalaisen pitkä, avataan edellä olevaa prosessia tässä luvussa taulukoiden 19–23 sekä kuvien 8-9 ja kuvion 20 avulla hieman tarkemmin nostaen esille esimerkkivaiheistus sekä tarkennettuna tehtävät.

Tehtävä	Tarkenne
Organisointi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muodosta projektitiimi 2. Määritä henkilöiden roolit, vastuut sekä osallistumisen taso ajassa ja päätöksenteossa 3. Varmista, että osallistujilla on aikaa ja resursseja hankkeen onnistumisen varmistamiseksi 4. Määrittele hankinnan toteutustapa sekä hallintamalli 5. Luo tavoiteaikataulu
Nykytilakuvaus ja vaatimusmäärittely	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuvaa nykyliiketoimintaprosessit, tunnista alueet, joilla tehokkuutta voitaisiin parantaa. 2. Haastattele avainryhmiä tämänhetkisistä haasteista, puuttuvista ja tarvittavista ominaisuuksia uutta WMS:ää varten sekä dokumentoi nämä <ol style="list-style-type: none"> 1. Käytä projektitiimiä ja varastohenkilöstöä tunnistamaan, mitkä prosessit ovat turhauttavia, tarpeettomia ja tehottomia. 2. Tunnista ja kuvaa nykyisen WMS-järjestelmän puutteet ja haasteet 3. Sisällytä mahdolliset tulevaisuuden kasvusuunnitelmat tietoihin <ol style="list-style-type: none"> 1. Vaikka ennustaminen on vaikeaa, on otettava huomioon todennäköiset tulevat tapahtumat määrittäessäsi WMS:ää. 2. Tunnista ja kuvaa tulevaisuuden liiketoimintatavoitteet, joita uuden WMS-järjestelmän tulee tukea 3. Tunnista mahdolliset yrityksen toimintaan vaikuttavat, varastoinnin sekä teknologiset ja WMS-järjestelmä trendit ja huomioi ko. vaatimukset kuvauksessa 4. Luo edellisten avulla WMS-vaatimuslistaustoiminnoille ja ominaisuuksille sekä määritä jokaiselle prioriteetti <ol style="list-style-type: none"> 1. Älä pyri automatisoimaan ylimääräisiä tai huonoja prosesseja 2. Tee luettelo järjestelmän tärkeimmistä toiminnoista ja aseta ne tärkeysjärjestykseen, esim. 1, 2 tai 3; tms. 3. Dokumentoi toiminnot sisällytettäväksi tietopyyntöön (RFI). Näin voit helposti hylätä järjestelmät, jotka eivät täytä vaatimuksiasi.
Järjestelmävaatimusten määrittely	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tunnista eri käyttäjäroolit ja käyttäjien kokonaismäärä 2. Tunnista arkkitehtuurivaatimukset toimitustavalle (onko näitä, pilvipalvelu vai on-premise) 3. Tunnista mobiilikäytön ja laitteiden vaatimukset (www, iOS, Android, käsipäätteet, tabletit, skannerit jne.) 4. Tunnista tietoturva-vaatimukset 5. Määritä järjestelmän pääsyvaatimukset 6. Tunnista tarvittavat integraatiot sekä arkkitehtuuri vaatimukset integraatiolle 7. Määritä järjestelmän ja laitteiden offline-käytön vaatimukset (jos toteutus on-premise) 8. Tunnista kieli- ja valuuttavaatimukset 9. Tunnista tärkeät tietojoukot vanhoissa järjestelmissäsi 10. Dokumentoi näiden kriittisten tietojoukkojen tiedonsiirtovaatimukset
Tuki- ja palvelutasovaatimukset	<ol style="list-style-type: none"> 1. Halutun tuen laajuus, palveluaika, palvelutaso, KPI:t, SLA, sanktiot ja toimitustavat 2. Tunnista tietosuojavaatimukset 3. Tunnista järjestelmän ja verkon ylläpidon ulkoiset vaatimukset

Taulukko 19 (mukailen Richards, 2014, 192–195; Whiting, 2017; Beeson, 2023, 3-10; Miller, 2023, 3-14)

Toiminnallisuusvaatimuksia varten ei tarvitse keksiä pohjaa itse, jos sellaista ei yrityksellä ole käytettävissään. Verkosta löytyy valmiita pohjia, joista yritys voi lähteä rakentamaan kyseiseen kilpailutukseen itselleen sopivaa. Esimerkkinä WMS-järjestelmän vaatimuksille voidaan käyttää Körberin (2021) pohjaa, joka on heidän sivuiltaan rajoitetusti saatavissa. Kuva 8 kuvaa lyhyesti esimerkkinä, minkälaisen pohjan yritys voisi itselleen rakentaa.

Functionality	R: Required D: Desired F: Future	S: Standard Configuration M: Source Code Mod N: Not possible	If (M) is required, what is the cost?	Comments
Put-away				
1. System selects best location based upon user-defined rules				
1.1 Ability to define rules by item and/or item class (i.e., fast-moving small items)				
1.2 Ability to define rules to specific item units of measure				
1.3 Ability to define override rules based on user-defined inventory attributes such as batch codes, style, color, size, country of origin, etc.				
1.4 Ability to define item-specific mix rules (e.g., don't mix lots for SKU in a location, FIFO date window mixing rules, mix rules by any user-defined inventory attribute)				
1.5 Ability to put away 3PL inventory based on client-specific put-away rules				
2. Allow user to override suggested putaways				
3. Record overrides in exception log				
4. Put-away using multiple units of measure (i.e., cases and pallets)				
5. Allow user to split put-away of receipt quantity across multiple locations (i.e., top-off forward and place remainder in reserve)				
6. Put-away				
6.1 To quality control/inspection				
6.2 To random storage (i.e., within product class)				

Kuva 8. WMS RFP pohjan esimerkki 1 (Körber, 2021)

Kuva 9 kuvaa lyhyen vaihtoehdoisen esimerkin, miten esimerkiksi IT-asioita voidaan kysyä.

Requirement	Response				Comments
	Yes	No		N/A	
Cloud Deployment					
1. Can the system be deployed in the cloud?					
2. If yes, how long has your product been offered as a cloud-based solution?					
3. What percentage of new customers over the last year have deployed the cloud solution?					
3.1 Has the cloud infrastructure been certified as reliable and secure (e.g., SSAE 16 certified)?					
3.2 Can capacity be automatically scaled up or down to accommodate changes in demand?					
3.3 Do customers still maintain the ability to make changes to the system on their own?					
3.4 Are the costs of platform and hardware upgrades included in the subscription fees?					
3.5 Does the cloud deployment model include service level agreements (SLAs)?					
3.6 Explain the types of physical security controls employed to restrict access to the data center					
3.7 Explain how customer/supplier network connections are established for the cloud environment					

Kuva 9. WMS RFP pohjan esimerkki 2 (Körber, 2021)

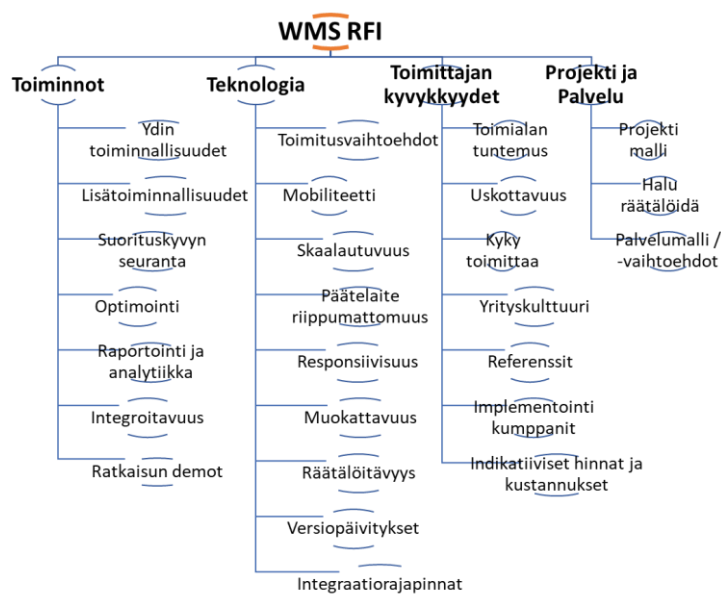
Tehtävä	Tarkenne
Ratkaisudemovaatimukset ja toimenpiteet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kuvaa vaatimukset (caset + odotukset) ratkaisun demoille 2. Luo riittävä materiaali demoja varten 3. Luo tarvittava data demoja varten 4. Määritä mittarit ja kriteerit demojen pisteytykseen 5. Luo tulokortti ja anna se demoon osallistujille ennen jokaista demoa pisteytystä varten 6. Varmista, että osallistajat varmasti täyttävät tulokortin demojen aikana tai viimeistään välittömästi demon päättymisen jälkeen 7. Tee yhteenveto pisteytyksistä toimittajien karsimista varten

Taulukko 20 (mukailen Richards, 2014, 192–195; Whiting, 2017; Beeson, 2023, 3-10; Miller, 2023, 3-14)

Tehtävä	Tarkenne
Toimittajien kartoitus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kartoita WMS-järjestelmiä, joita saman toimialan yritykset käyttävät <ol style="list-style-type: none"> 1. Kysy WMS-suosituksia ja viitteitä verkostasi 2. Hyödynnä eri verkkopalveluita saadaksesi käsityksen WMS-toimittajien ja WMS-ratkaisujen positiivisista ja negatiivisista puolista 2. Tunnista toimialallesi ominaiset WMS-ratkaisut 3. Tunnista markkinoiden johtavat WMS-ratkaisut toimialallasi
RFI-prosessi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Luo tietopyyntöä (RFI) varten tarvittava dokumentaatio tai luo sitä varten uusi kilpailutus yrityksen käyttämään kilpailutusjärjestelmään (jos käytössä) <ol style="list-style-type: none"> 1. Kerro, mitä RFI koskee 2. Kuvaa RFI laajuus - mukaan lukien varastojen sijainnit ja niihin liittyvät relevantit volyymit 3. Kuvaa alustava aikataulu projektille (sisältäen RFI, RFP ja ratkaisun käyttöönotto) 4. Esittele WMS-vaatimukset ja niiden tärkeysjärjestys ja pyydä toimittajia vastaamaan, kuinka ne täyttävät ne 5. Pyydä vähintään kaksi referenssiä samanlaisilta tai samalla toimialalla toimivista yrityksistä (tai täsmennä, minkälaisia referenssejä haluat) 6. Määraa aika RFI-vastauksille, ratkaisudemoille sekä tarvittaessa RFI vastausten läpikäynneille 2. Valitse toimittajat RFI koskien ja lähetä RFI heille 3. Valitusta RFI toteutustavasta riippuen aikataulut demot ja muut läpikäynnit 4. Varaa aikaa toimittajien, vastausten ja demojen läpikäynneille sekä pisteytykselle 5. Tee agenda ja kysymykset mahdollisille referenssikäynneille 6. Sovi ja varaa aikaa mahdollisille referenssikäynneille 7. Rajaa toimittajien määrää RFI-vastausten perusteella tarjouspyyntöä (RFP) varten

Taulukko 21 (mukaillen Richards, 2014, 192–195; Whiting, 2017; Beeson, 2023, 3-10; Miller, 2023, 3-14)

Kuviossa 20 on kuvattuna visuaalisemmin esimerkki tietopyynnön sisällöstä.



Kuvio 20. Esimerkki tietopyynnön sisällöstä (mukailien Fraser, 2022, 4)

Pisteytyksessä voidaan käyttää kuvan 10 mukaista mallia, jossa kullekin kriteerille annetaan arvosana, kriteerille on jo ennakkoon annettu painoarvo, jolloin kaavalla saadaan kunkin toiminnallisuuden painotettu arvo.

WMS - BUSINESS REQUIREMENT EVALUATION MATRIX				
EVALUATION CRITERIA		Score: High - 5 Low - 1	Weighting	Company A - Weighted Score
1	Operational Consulting		8	0
2	WMS functionality fit for Business Requirements		12	0
3	Ask your ERP vendor which WMS reseller they recommend		5	0
4	ERP Integration		10	0
5	Standard Plug and Play Software		5	0
6	Product & Company sustainability		5	0
7	General look and feel of software		3	0
8	Company's implementation methodology		10	0
9	Implementation time (number of weeks)		5	0
10	Number of other companies running the software		8	0
11	Local support		5	0
12	Knowledge of ERP System and business requirements		5	0
13	Costs		4	0
14	Business risk		3	0
15	Latest Technologies used – Android / Cloud Based		5	0
16	International Footprint		3	0
17	Standard Built in KPI's		4	0
			100	0

Kuva 10. Arviointimatriisi (DATASCOPE, 2022, 3)

Tehtävä	Tarkenne
RFP-prosessi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Päivitä RFI:n määräys- ja vaatimusmateriaalit RFP:tä varten 2. Luo lisäksi toiminnallinen vaatimusmäärittely 3. Määritä ja sovi RFP-arvioinnin kriteerit ja asteikko 4. Luo tietopyyntöä (RFP) varten tarvittava dokumentaatio tai luo sitä varten uusi kilpailutus yrityksen käyttämään kilpailutusjärjestelmään (jos käytössä) <ol style="list-style-type: none"> 1. Kerro, mitä RFP koskee ja sen laajuus - mukaan lukien varastojen sijainnit ja niihin liittyvät volyymit 2. Kuvaa tarkennettu aikataulu projektille (sisältäen RFP, sopimusneuvottelut ja ratkaisun käyttöönotto) 3. Esittele päivitetty vaatimusmäärittelyt, niiden tärkeysjärjestys ja pyydä toimittajia vahvistamaan, kuinka tarjottu ratkaisu vastaa niihin 4. Pyydä vähintään kaksi referenssiä samanlaisilta tai samalla toimialalla toimivista yrityksistä (tai täsmennä, minkälaisia referenssejä haluat) 5. Määraa aika RFP-vastauksille ja tiedoksi, milloin olet yhteydessä 5. Valitse toimittajat RFP koskien ja lähetä RFP heille 6. Valitusta RFP toteutustavasta riippuen aikatauluta esittelyt ja läpikäynnit 7. Jätä huomioimatta kaikki myöhässä tehdyt tai puutteelliset ehdotukset tai huomioi ne pisteytyksessä 8. Varaa aikaa toimittajien, vastausten ja demojen läpikäynneille sekä pisteytykselle <ol style="list-style-type: none"> 1. Luettele WMS-järjestelmän edut yrityksellesi 2. WMS voi maksimoida työsi tuottavuuden, lisätä sekä tilan että laitteiden käyttöä ja parantaa tarkkuutta. Kaikki nämä on kuvattava määrällisesti ja esitettävä ROI-raportin tai TCO laskelman rinnalla. 3. Pyydä jokaista valintaan osallistuvaa käyttämään sovitua materiaalia arvioinnissa 9. Sovi ja varaa aikaa mahdollisille referenssikäynneille 10. Pisteytyksen perusteella valitse toimittaja(t) ja jatka sopimusneuvotteluihin <ol style="list-style-type: none"> 1. Varaudu vaihtoehtoiseen toimittajaan, jos sopimusneuvottelut ensisijaisen toimittajan kanssa epäonnistuvat

Taulukko 22 (mukaillen Richards, 2014, 192–195; Whiting, 2017; Beeson, 2023, 3-10; Miller, 2023, 3-14)

Toimittajan ja ratkaisun valinnassa olisi Richardsin mukaan ainakin huomioitava taulukon 23 mukaisia asioita.

WMS toiminnallisuudet	Toimittajan kyvykkyydet
<p>Integroitavuus muihin järjestelmiin. Tilauksenhallintajärjestelmät, ERP, TMS, keräys- ja varastoautomaatiojärjestelmät sekä raportointijärjestelmät. Varmistettava myös, että integroinnin kustannukset ovat kohtuulliset.</p>	<p>Kokemus. Toimittaja, joka riittävän iso (liikevaihto, henkilöstö ym. tunnusluvut), jolla on kyky tuottaa luokkansa parhaita WMS-järjestelmiä sekä jonka henkilöstöllä on osaamista varastoista ja WMS-järjestelmistä</p>
<p>Modulaarinen ja skaalautuva. WMS:n on kyettävä täyttämään ainakin nykyiset ja tunnistetut tulevat perustarpeet.</p> <p>Modulaarinen järjestelmä, jossa yritys maksaa vain tarvitsemista toiminnoista, lisämoduuleja voi lisätä tarvittaessa myöhemmin. Tuki useammalla varastolle.</p> <p>Varmistettava, että WMS on skaalautuva kasvuun ja/tai yritysostoihin sekä tarvittaessa pystyy käsittelemään verkkokaupan tapahtumia.</p>	<p>Pitkäikäisyys. Tarkista kuinka kauan yritys on ollut toiminnassa ja millainen sen taloudellinen tila on.</p>
<p>Saatavuus. Etäkäyttömahdollisuus, tiedot helposti saatavissa, kuten suorituskykyraportit, käyttökustannukset ja inventaariokyselyt jne.</p>	<p>Ymmärrys. Toimittaja, joka korostaa ohjelmiston etuja, ei vain ominaisuuksia sekä kuuntelee ja ymmärtää yrityksen tarpeet.</p>
<p>Helppokäyttöisyys. Käyttäjäystävällisyys, selkeät, helposti luettavat näytöt ja reaaliaikaisuus.</p>	<p>Kyky toimittaa. Toimittaja, jolla on kokemusta WMS käyttöönotoista/toimituksista. Toimittaja pystyy tukemaan täysin käyttöönottoaiheessa.</p> <p>Kyky tai kumppaniverkosto toimittaa järjestelmän lisäksi myös asennus/käyttöönotto, koulutus, ylläpidon ja tukipalvelut.</p>
<p>Vakiojärjestelmä/-toiminnot. Tuki käytössä oleville laajalti hyväksytyille standardeille. Säännölliset päivitykset sekä näiden kustannusvaikutus.</p>	<p>Tuotekehitys. Toimittaja sijoittaa uudelleen merkittävää pääomaa tutkimukseen ja kehitykseen sekä tuleviin tuoteparannuksiin.</p>
<p>Täyttää erityistarpeet. Tuki tulli- ja valmisteveron alaisten tavaroiden varastointia varten. Erä-, sarjanumero- ja päiväysseuranta sekä vararalliset aineet.</p>	<p>Yrityskulttuuri. Toimittaja, joka on kulttuurisesti samanlainen kuin yritys, on ammattimainen ja alalla hyvin arvostettu sekä jonka kanssa työskentelee mielellään.</p>
<p>Pystyy tukemaan varaston parhaita käytäntöjä. Esimerkiksi, hyllytyksen ja täydennyksen optimointi, automatisoitu vastaanotto, keräysstrategiat ja niiden optimointi, lähetyksen hallinta ja varaston kartoitus.</p>	<p>Resurssit/palvelu. Toimittajalla riittävästi henkilökuntaa ja palvelut tavoitettavissa yrityksen aukioloaikoina.</p>
<p>Raportointiominaisuudet. Varmista, että järjestelmä tarjoaa kattavan raportoinnin ja raportoi myös virheistä.</p>	

Taulukko 23. Valinnassa huomioitavia asioita (mukaillen Richards, 2014, 195–198)

Koska sopimusprosessi on tapauskohtainen ja yrityksestä sekä toimittajasta riippuen on mahdollista, että sopimukset tehdään jommankumman osapuolen sopimusprosessin ja -mallien mukaisesti ja näin ollen ei ole tarkoituksenmukaista tässä käsitellä varsinaista sopimista. Huomiona on kuitenkin syytä nostaa esille, että yrityksen tekemien määrittelyiden

huomioiminen on erittäin tärkeää etenkin käyttöönottoprojektin osalta. Jos sopimuksen liitteenä ei ole minkäänlaista määrittämissä dokumentteja, mihin käyttöönotto perustuu ja määrittäminen vastuutetaan projektin yhdeksi vaiheeksi, on tämä haaste ja voi kasvattaa käyttöönoton kustannuksia sekä aikataulua merkittävästi.

3.5 Käyttöönottoprojekti

Hompelin ja Schmidtin (2007, 283) mukaan WMS-järjestelmän käyttöönotto kestää yhdeksän kuukautta. Käytännössä käyttöönoton pituus riippuu esimerkiksi varaston sekä tarvittavien järjestelmäintegraatioiden monimutkaisuudesta sekä siitä korvataanko olemassa olevaa WMS-järjestelmää, otetaanko WMS-järjestelmää käyttöön uuteen varastoon sekä liittyykö käyttöönottoon esimerkiksi varastoautomaatiota. Mitä monimutkaisempi kohdeympäristö on, sitä pidempi käyttöönottoprojekti on. Lisäksi käyttöönottoa ei kannata toteuttaa liian kireällä aikataululla, joten projektin vaiheiden lisäksi on hyvä varata puskuriiin aikaa mahdollisten haasteiden ratkaisua varten. Esimerkiksi testausta tehtäessä, virheitä löytyessä, tulee projektiin viivettä helposti riippuen siitä, miten hyvin ja tärkeäksi yritys testauksen tekee ja kokee.

Projekteissa ilmenee aina jotain yllättävää tai tunnistettua, jonka vaikutusta pitää hallita ja minimoida. Varaston moitteetonta toimintaa käyttöönottoprojektin aikana ei voida aina taata, koska käyttöönotto voi aiheuttaa haasteita esimerkiksi uusien työprosessien mukauttamisessa, uusien ohjelmistojen toiminnassa tai uuden laitteiston integroinnissa. Mahdolliset toimintahäiriöt maksavat paljon aikaa ja rahaa, ja ne on minimoitava niin pitkälle kuin mahdollista, tästä syystä huolellinen suunnittelu ennen projektin alkua ja hallittu toteutus ovat tärkeitä. (Hompel & Schmidt, 2007, 283.)

Kaikilla WMS-järjestelmätoimittajilla on oma mallinsa WMS-ratkaisun toimitusta koskien, eikä yrityksellä asiakkaana ole malliin juurikaan sanottavaa, ehkä enemmänkin projektin johtamiseen ja lopputuloksen varmistamiseen. Jos yritys on tehnyt kilpailutuksen ja hankinnan huolella, saanut huolella valmisteleman määrittämissä dokumentit sopimukseen mukaan, tulee sen keskittyä käyttöönotossa varmistamaan, että projekti etenee aikataulussaan, sekä yritys että toimittaja hoitavat sovitut tehtävät niille annettussa aikataulussa sekä yrityksen määrittelyt huomioidaan käyttöönoton määrittely ja toteutusvaiheessa, sovitut testit tehdään aikataulussaan sekä laadukkaasti, jotta WMS-ratkaisu saadaan käyttöön ilman ongelmia. Näiden lisäksi projektin riskienhallinta ja sidosryhmäviestintä on erittäin tärkeää.

Hompel ja Schmidt vaiheistavat käyttöönoton ylätasolla toteutuksen, käyttöönoton sekä hyväksymisen vaiheisiin taulukon 24 mukaisiin vaiheisiin sekä tehtäviin.

Projektin vaiheet	Vaiheen sisältö
Hankintaprojekti	
1. Vaatimusmäärittelyt ja analyysit 2. Tarjouspyynnön valmistelu ja tarjouspyyntöprosessi 3. Päätös, valinta ja sopimusneuvottelut	
Käyttöönottoprojekti	
Vaihe 1: Toteutus	Vaatimusmäärittelyiden päivitys. Toteutus määrityksiä vasten: ohjelmiston asennus, räätälöinti ja parametrisointi.
Vaihe 2: Käyttöönotto	Suorituskykytestit, siirtyminen vanhasta uuteen WMS-järjestelmään ja käyttäjien koulutus. Vaihe sisältää myös katastrofi- ja järjestelmän palautustestauksen, joilla varaudutaan mahdollisiin poikkeustilanteisiin.
Vaihe 3: Hyväksyntä	Hyväksynnän aikana varmistetaan ja valvotaan järjestelmän toimintoja ja vasteaikoja. Muodollinen hyväksyntä. Kaikki toiminnallisuudet on tarkastettu ja toteutus täyttää vaatimukset, vastaanottotodistuksessa ei ole vikoja tai aukkoja ja se on molempien sopimuspuolten allekirjoittama. WMS otetaan käyttöön.

Taulukko 24. Projektin vaiheistus (mukaillen Hompel & Schmidt 2007, 284, 296–305.)

WMS-järjestelmää käyttöönotettaessa on huomioitava ennen käyttöönottoa, mikä on sopiva ajankohta järjestelmän käyttöönotolle ja varmistettava, että kaikki avainhenkilöt ovat tuolloin käytettävissä. Toteutussuunnitelman on oltava realistinen. Henkilöstön koulutus on varmistettava ja uusien henkilöiden perehdytysuunnitelma on päivitettävä. Järjestelmän jatkokehitystä kannattaa harkita vasta sitten, kun on varmistettu, että järjestelmä toimii halutulla tavalla ja tehokkuudella sekä alun perin määritellyllä tavalla. Lisäksi on syytä huomioida, voidaanko vanhan ja uuden järjestelmän käyttöä tehdä rinnakkain ja käyttöä laajentaa vaiheittain, kunnes uusi järjestelmä on täysin toimintavalmis, kaikki toiminnot on testattu ja mahdolliset ongelmat on ratkaistu. (Richards 2014, 198–199.)

Neumeyerin (2022) mukaan WMS-järjestelmän vaiheet ovat ylätasolla samat kuin minkä tahansa IT-järjestelmän käyttöönoton vaiheet. Neumeyerin vaiheistus on kuvattuna taulukossa 25.

Projektin vaiheet	Vaiheen sisältö
Vaihe 1: Projektin aloitus	Tehtävänä projektin organisointi: Ohjaus- ja Projektiryhmän perustaminen sekä tunnistetaan tarvittavat sidosryhmät. Kuvataan projektin tavoitteet ja tuotokset: Määrittäminen, mitä WMS-käyttöönottoprojektissa pitäisi saada aikaan; tavoitteet ja vaatimukset.
Vaihe 2: Suunnittelu	Tehtävänä yksityiskohtainen suunnitelma sisältäen projektin tarkan aikataulun (sisältäen vaiheistuksen, työpajat, kaikki testaukset sekä käyttöönoton ajankohdan ja tarvittavat päätöshetket) ja budjetin sekä projektin aloituskokous, jossa nämä esitellään projektin jäsenille ja sidosryhmille.
Vaihe 3: Konseptin (tai designin) kehitys	Konseptivaiheessa toteutetaan tarvittavat työpajat, joissa huomioitava yrityksen vaatimukset WMS-ratkaisulle. Konseptivaihe päättyy ratkaisukohtaisen vaatimusmäärittely dokumentin allekirjoittamiseen, joka sisältää yksityiskohtaiset toiminto-, prosessi- ja integraatiokuvaukset ratkaisun käyttöönottoa varten.
Vaihe 4: Käyttöönotto	Ratkaisutoimittaja määrittää WMS-järjestelmän yrityksen tarpeiden mukaan. Tekninen työ voi kestää viikkoja riippuen varaston ja tarvittavien integraatioiden monimutkaisuudesta sekä mahdollisesta räätälöinnin tarpeesta. Käyttöönottovaiheessa toteutetaan sovittu testaus yrityksen ja ratkaisutoimittajan sopimuksen mukaisesti; näitä testejä voivat olla tekninen integraatiotestaus, käyttäjän hyväksyntätestaus, päästä-päähän toteutettu integraatiotestaus, jossa kaikki prosessit testataan päästä päähän, suorituskykytestaus sekä käyttöönottotestaus.
Vaihe 5: Go-Live; tuotantokäytön aloitus sekä käyttöönoton tuki	WMS aktivoidaan ja tuotantokäyttö alkaa. Tuotantokäytön aloitusta seuraa yleensä käyttöönoton tukijakso, jonka aikana ratkaisutoimittaja tehostetusti tukee yritystä mahdollisten julkaisun jälkeen havaittujen ongelmien korjaamisessa ja tuotantovaikutusten minimoinnissa.

Taulukko 25. IT-järjestelmän käyttöönoton vaiheistus (mukaillen Neumeyer, 2022)

Uuden WMS-järjestelmän käyttöönoton mahdollisten haasteiden tunnistaminen on elintärkeää (näitä ovat esimerkiksi kustannusten kasvu, järjestelmän monimutkaisuus ja henkilökoulutuksen vaikeus – koulutus voi kestää useampia päiviä). Lisäksi WMS:n integroiminen olemassa oleviin järjestelmiin saattaa aiheuttaa viiveitä tai esteitä. Muutostenhallinta on tärkeässä roolissa järjestelmän käyttöönotossa. Hyvä viestintä on tärkeää koko projektin ajan projektin- ja odotustenhallinnan sekä sidosryhmien tiedottamisen näkökulmasta. (Clarus Software Limited, 2023.)

4 Johtopäätökset

4.1 Toteutuksen arviointi ja tulokset

Opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, joka on toteutettu narratiivisena yleiskatsauksena. Salmisen (2011, 7) mukaan kirjallisuuskatsauksen avulla pystytään antamaan käsiteltävästä aiheesta laaja kuva, pyrkien helppolukuihin lopputulokseen hyödyntämällä aineistoa, joka ei ole järjestelmällisesti seulottu, joka ei tarjoa kaikkein erittelevää tulosta, mutta auttaa ajantasaistamaan sekä tuottamaan ajankohtaista tietoa, jota mahdollisesti tieteellisen kirjallisuuden avulla ei aikaan saada.

Opinnäytetyön yhtenä päätavoitteena tutkimuskysymysten rinnalla ollut oman osaamisen ja ymmärryksen kartuttaminen, eikä niinkään olemassa olevan tiedon määrän ja tarkemman laadun arvioinnissa, vaan kerätyn tiedon jäsentämisessä tutkimuskysymysten kontekstiin. Tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia tutkimalla mahdollisimman laajasti verkosta löytyvää englannin kielistä materiaalia, joita WMS-ratkaisutoimittajat, kansainväliset tutkimuslaitokset sekä erilaiset logistiikan yhteisöt ovat tuottaneet. Vallitseva yleismaailmallinen tilanne, trendit, teknologia sekä muuttuvat markkinat huomioiden, opinnäytetyössä käytetyn materiaalin suhteen pyrittiin käyttämään mahdollisimman tuoreita lähteitä, jossa pääsääntöisesti onnistuttiin. Käytännössä koronapandemia, vallitseva yleismaailmallinen tilanne sekä näistä johtuvat muutokset teknologisessa kehityksessä tai trendeissä vaikuttaa siihen, ettei tutkimuksen osalta ole kovinkaan järkevää tarkastella materiaalia, joka ei ole tuotettu 2020-luvulla.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli narratiivisena yleiskatsauksen avulla selvittää

1. Mikä on WMS ja miten se eroaa muista varaston järjestelmistä?
2. Mitä asioita tulisi huomioida WMS-järjestelmän hankinnassa?
3. Miten ylätasolla WMS-järjestelmän hankinta ja käyttöönotto tulisi toteuttaa?

Varaston eri järjestelmillä on selkeä rooli, kuten Bassilin, O'Donnelin ja Nettsträterin ovat kuvanneet, vaikkakin päällekkäisyyksiäkin niistä löytyy ja etenkin ERP-pohjaista WMS-ratkaisua, IMS ja WES -järjestelmiä voidaan hyödyntää varastonhallinnassa ilman erillistä WMS-järjestelmää, jos vain ko. ratkaisujen toiminnallisuudet ovat riittävät yrityksen käyttöön. Mitä isompi on yritys, mitä monimutkaisemmat toiminnot sillä ovat tai mitä enemmän yritys verkkokauppaliiketoiminnassa on mukana, vaateet kasvavat ja oikea WMS-järjestelmä on yritykselle tarpeen mm. Klappichin, Mattilan ja Michelin mukaan.

Järjestelmän hankinnassa huomioitavat asiat ylätasolla ovat tarvetta ja hankintaa ohjaavat kysymykset, miksi yritys on hankkimassa tai uusimassa WMS-järjestelmää (onko perusteet oikeat, kuten esimerkiksi Denbigh, Gartner ja Consafe esittävät), mitkä ulkoiset tekijät vaikuttavat nyt ja tulevaisuudessa (innovaatiot ja trendit, esim. DHL, Gartner sekä ESPAS ja Sitra) sekä mihin yritys on menossa (strategia, mm. Rushton, Scott ym.), jotka yrityksen on otettava huomioon hankinnassa ja määräyksissään.

Järjestelmän hankinta ja käyttöönotto on hyvä toteuttaa saumattomana prosessina ja sekä yhtenä projektina alusta loppuun varmistaen, että määrittelyt on tehty jo prosessin alussa hyvin ja niitä on prosessin aikana tarkennettu sekä ne päätyvät osaksi sopimusta. Mitä huolellisemmin ja yritys tämän vie läpi ja mitä selkeämpi kuva sillä on siitä, mitä se tavoittelee, sitä varmemmin lopputila on onnistunut, tehdään sopimukset ja projekti yrityksen tai toimitajan omalla mallilla.

4.2 Jatkotutkimuskohteet

Teknologia kehittyy kovaa vauhtia. Digitalisaation myötä tekoälyn ja koneoppimisen hyödyntäminen lisääntyy koko ajan, tämän lisäksi lisätty todellisuus (Augmented Reality, AR) on tulossa kovaa vauhtia laaja-alaiseen käyttöön. Verkkokaupan kasvu luo paineita tuoda varastoja lähemmäksi kuluttajia, kaupungistuminen tukee tätä. Ikääntyminen ja työvoimapula on myös enenevässä määrin haaste yrityksille, etenkin varastoilla, jossa työ on varsin fyysistä. Yrityksen paine tehostaa toimintaa ja toimintavarmuuttaan korostuu. Miten paljon uusi WMS-järjestelmä ja sovellusautomaatio auttaa tehostamaan toimintaa ja miten paljon olisi syytä investoida erilaiseen fyysiseen varastoautomaatioon ovat varmasti päättäjillä pohdinnassa.

WMS-järjestelmiä on markkinoilla paljon ja yhtenä jatkotutkimuskohteena olisi mielenkiintoista syvällisemmin tutkia niin sanottujen best of breed WMS-järjestelmien osalta niiden eroavaisuuksia ja yhteneväisyyksiä sekä tulevaisuuden kehityssuuntia. Luvussa 2.4 todettiin WMS ydintoimintoja olevan 5-7 ja näiden lisäksi laajennettuja toimintoja sekä ominaisuuksia, miten nämä järjestelmät näiltä osin eroavat sekä miten niiden toiminnot jakaantuvat ERP ja TMS kanssa. Tämä on osa-alueena sellainen, minkä yritykset toteuttavat aina kilpailutuksissaan, jotta valitsevat heille parhaiten sopivan WMS-ratkaisun ja näin ollen olisi varsin hyvä työkalu WMS-järjestelmän hankintaa tekeväille tai harkitsevalle yritykselle.

Koska WMS-järjestelmä on kallis ja pitkäaikainen investointi sekä hankintaa ajatellen on yrityksen hyvä käydä läpi tarvettaan, strategiaansa sekä vallitsevia trendejä, olisikin mielenkiintoista tutkia tarkemmin WMS-järjestelmän hankintaa sekä rakentaa kilpailutusta ja

hankintaa varten yksityiskohtainen malli, jota yritykset voisivat joko sellaisenaan tai soveltaen hyödyntää omissa hankinnoissaan.

Vaikka WMS-järjestelmän osalta voidaan soveltaa yleisiä IT-järjestelmän käyttöönottoprojektin malleja, olisi mielenkiintoista tarkemmin pureutua käyttöönottoprojektin vaiheistukseen ja vaiheittaiseen sisältöön luoden työkalut, mallin siihen, miten varmistaa onnistunut järjestelmän käyttöönotto, millä keinoilla varmistetaan se, että hankinnasta käyttöönottoon edetään sujuvasti ja saadaan käyttöönotettua se, mitä on hankittu. Sekä lisäksi miten varmistetaan toimintojen toimivuus ja minkälaista testausta tulisi tehdä ja missä vaiheessa projektia.

Neljäntenä jatkotutkimuskohteena olisivat erilaiset varastoautomaatiot huomioiden vallitsevat trendit, verkkokaupan kasvun, työvoimapulan jne. vaikutukset. Uutta teknologiaa on tullut markkinoille, kuten MFC ja toisaalta maailma on ehkä hieman muuttunut – minkälaista automaatiota nyt yritykset rakentaisivat? Yhden vai useamman automaatiotoimittajan osat tai täysautomatisoidun varaston? Rakentaisiko esimerkiksi Inex Partners Oy vastaavan täysautomatisoidun varaston, jonka Sipooseen ovat toteuttaneet vai minkälaisia muutoksia tekisivät.

4.3 Pohdinta

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui narratiivinen kirjallisuuskatsaus, yleiskatsauksena, sen joustavuuden sekä opinnäytetyön tavoitteisiin sopivuuden vuoksi. Tavoite ei ollut toteuttaa perinteistä tieteellistä tutkimusta, vaan käytännönläheisempi katsaus aihealueeseen, joka tukee jatkossa rajatumpaa ja syventävämpää tutkimusta tai työelämässä WMS-järjestelmän hankintaa.

Maailma on ollut melkoisessa murroksessa viime vuosina, mustia joutsenia on ollut ilmassa enemmänkin, niin pandemian kuin Ukrainan sodan vuoksi. Toisaalta verkkokauppa on ottanut erittäin ison askeleen eteenpäin lyhyessä ajassa. Samaan aikaan tekoäly ja robotiikka kehittyvät harppauksin sekä uudet innovaatiot varastoautomaatiossa lisääntyvät – kehitystä tapahtuu kovalla vauhdilla.

Koska tutkimusmenetelmänä on ollut narratiivinen kirjallisuuskatsaus, yleiskatsauksena, toistettuna tutkimus todennäköisesti eroaa ainakin osittain lopputuloksiltaan ja mahdollisesti enemmänkin. Yhtenä osasyynä tähän on opinnäytetyössä käytetyn aineiston saatavuus jatkossa. Tässä opinnäytetyössä käytetyissä aineistoissa oli monessa rajoitettu saatavuus, joka tarkoittaa sitä, että aineisto ei ole saatavissa esimerkiksi vuoden päästä opinnäytetyön julkaisusta. Moni aineistosta oli säännöllisesti päivittyvää riippuen erilaisista

muutostekijöistä, joten uusien aineistojen kohdalla, on mahdollista, että yleinen kehitys, trendit ja markkinat ovat muuttuneet ja samalla painopisteet ovat muuttuneet.

Yritysten syyt ja tarve järjestelmähankinnalle todennäköisesti pysyvät samankaltaisina (tarve tehostaa – tarve palvella), megatrendit muuttuvat hitaasti, mutta globaali epävarmuus esimerkiksi Ukrainan osalta, sen kehittyminen ja uudet mahdolliset tekijät muuttavat varmasti maailmankuvaa sekä aiheuttavat haasteita toimitusketjuille. Verkkokaupan kasvu varmastikin jatkaa kasvuaan, kasvuvauhti vain vaihtelee. Syynä tähän on nuoret ikäskupolvet, jotka ovat kasvaneet digitalisaation ja verkkokaupan aikana – vaateet varmastikin tulevat kasvamaan. Tekoäly ja robotiikka ovat suurempi kysymysmerkki, teknologinen kehitys on edennyt vauhdikkaasti ja vielä ei osata arvioida, mitä nämä tuovat tullessaan – hyötyjä vai haasteita. WMS-järjestelmämarkkinat elävät koko ajan, vaikkakin Gartnerin raporteilla toimijat ovat pysyneet varsin pitkään samoina. Yrityskauppoja kuitenkin tehdään koko ajan, toisaalta yrityksiä poistuu markkinoilta epäonnistuttuaan ponnisteluissaan. Tässä opinnäytetyössä on tarkasteltu pääosin varastoautomaatioon integroitavia WMS-järjestelmiä, joten yritysten päätökset automaation lisäämisestä sekä automaatioasteesta vaikuttavat varmasti vastaavan tutkimuksen lopputulemaan. Varastoautomaatioratkaisutoimittajien omat WMS-järjestelmät pitävät sisällään vastaavia toiminnallisuuksia, mutta eivät ole täysin toisiinsa verrattavissa, koska ratkaisusta ja automaatioasteesta riippuen, automaatio hoitaa osan tai kaiken varastolla ja manuaalisen, ihmistyön, määrä vähenee sekä työtehtävät ovat erilaisia.

Järjestelmän tai ratkaisun hankinta tapahtuu ja tulee tapahtumaan pääosin vastaavalla tavalla kuin opinnäytetyössä on käsitelty, mutta edellä mainituista tekijöistä riippuen kompleksisuus kasvaa ja huomioitavia asioita, vaiheita sekä tehtäviä on varmasti enemmän.

Salmisen (2011, 7) mukaan kirjallisuuskatsauksessa voidaan hyödyntää aineistoa ilman systemaattista seulontaa sekä se ei välttämättä tarjoa analyyttisintä tulosta, mikä puolestaan tarkoittaa, että tulosten näkökulmasta valitulla tutkimusmenetelmällä ei ole tiukkoja sääntöjä ja se on tuloksiltaan väljempi kuvaten tutkittavaa aihealuetta laaja-alaisesti. Edellä oleva huomioiden, tutkimustulokset ovat validiteetin (tulosten oikeellisuuden) näkökulmasta todennettavissa, koska tässä työssä on pyritty käyttämään laaja-alaisesti erilaisten toimijoiden lähteitä, jotka puolestaan ovat nostaneet esille samoja tekijöitä. Lyhyellä aikajänteellä toistettuna tutkimustulokset ovat varmastikin reliabiliteetin (luotettavuus ja toistettavuus) näkökulmasta vastaavan suuntaiset, mutta koska kyse on trendeistä, markkinoista sekä teknologista, joiden osalta muutos on pysyvää, muutoksen nopeus kohteesta riippuen vaihtelee ja kyse on tulevaisuudesta, jota ei varmasti pysty ennustamaan kaikilta osin, on todennäköistä, että toistettaessa tämä tutkimus uudestaan myöhemmin, tulokset todennäköisesti eriyvät.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli narratiivisena yleiskatsauksena selvittää mikä on WMS-järjestelmä ja miten se eroaa muista varaston järjestelmistä, mitä asioita tulisi huomioida WMS-järjestelmän hankinnassa sekä miten ylätasolla WMS-järjestelmän hankinta ja käyttöönotto tulisi toteuttaa. Työssä keskityttiin hyödyntämään pääosin verkosta löytyvää englannin kielistä materiaalia, joita WMS-ratkaisutoimittajat, kansainväliset tutkimuslaitokset sekä erilaiset logistiikan yhteisöt ovat tuottaneet. Osaan lähteistä oli saatavissa rajattu pääsy tai ne ovat rajatun ajan saatavilla. Lisäksi jonkin verran hyödynnettiin oppikirjallisuutta. Opinnäytetyötä on havainnollistettu 10 kuvan, 20 kuvion sekä 26 taulukon avulla antamaan kokonaisvaltaisempi kuva käsiteltävästä asiasta.

Opinnäytetyö on tarkoituksella toteutettu laaja-alaisena, mutta ylätasolla, tarkoituksena jatkaa oppimistavoitetta jatkokoulutuksessa jatkotutkimuksen tai ansiotyössä tulevien projektien kautta kohti syvällisempää ja tarkempaa tietoa sekä osaamista. Ajatuksena on soveltaa työtä joko varsinaisen WMS-järjestelmähankinnan tai vaihtoehtoisesti jonkin muun keskeisen logistiikan järjestelmän hankinta- ja käyttöönottoprojektissa.

WMS-järjestelmää ja sen eroja muihin varaston järjestelmiin käsiteltiin työssä pintapuolisesti, keskittyen enemminkin järjestelmien väliseen roolitukseen sekä itse WMS-järjestelmän toiminnallisuuksiin ylätasolla. Pääpaino työssä oli WMS-järjestelmän hankinnassa sekä hankintaan liittyvien asioiden tunnistamisessa sekä päätöksentekoa auttavien kysymyksien ja työkalujen tunnistamisessa sekä etenkin hankintaprojektin vaiheissa ja ylätason sisällössä. Huonosti tehtyä hankintaa ei hyvälläkään käyttöönotolla voi pelastaa.

Tarpeita ja syitä WMS-järjestelmän hankintaan voi olla monia. Osa näistä on suoraviivaisempia kuin toiset. Käymällä näitä tarkemmin läpi, katsoen yrityksen tulevaisuuden näkymiä ja strategiaa sekä huomioimalla vallitsevat trendit saadaan kattavasti huomioitua myös ne ulkoiset tekijät, joihin yritys ei välttämättä pysty toimillaan vaikuttamaan, mutta näin ollen pystyy suunnittelussaan ja määrittelyissään huomioimaan hankinnan näkökulmasta joko akuutteina tai tulevaisuuden tarpeina.

WMS-järjestelmän käyttöönottoa tarkasteltiin lyhyesti ja pintapuolisesti jättäen tilaa jatkotutkimukselle. Varsinaisesti WMS-ratkaisun käyttöönottoprojekti ei eroa yleisellä tasolla normaalista IT-järjestelmän käyttöönottoprojektista. Yritys, varaston, tarpeiden sekä integraatioiden kompleksisuus sekä mahdollinen varastoautomaatio vaikuttaa käyttöönoton tehtäviin sekä tarkempaan sisältöön.

Lähteet

ALL SET Consulting. 2020. Why SAP? Viitattu 15.4.2023. Saatavissa

<https://www.allsetconsulting.com/news-en/why-sap/>

Bassil, E. 2020. WHAT IS A WMS (Warehouse Management System)? Viitattu 16.4.2023.

Saatavissa <https://www.linkedin.com/pulse/what-wms-warehouse-management-system-emile-bassil>

Beale, J. 2020. What Industry 4.0 Means for Your Warehouse Operations? Viitattu

9.5.2023. Saatavissa <https://multichannelmerchant.com/operations/industry-4-0-means-warehouse-operations/>

Beeson, K. 2023. WMS selection checklist. Viitattu 12.5.2023. Saatavissa rajoitetusti

<https://specialreports.explorewms.com/wms-selection-checklist/>

Clarus Software Limited. 2023. The Ultimate Warehouse Management System

Implementation Guide. Viitattu 20.5.2023. Saatavissa <https://claruswms.co.uk/wms-implementation-guide/>

Consafe Logistics. 2021. What's the difference between WMS and WCS and WES,

PLC, and MFC? Viitattu 16.4.2023. Saatavissa <https://scm.dk/whats-difference-between-wms-and-wcs-%E2%80%A6-and-wes-plc-and-mfc>

Consafe. 2023a. The Future of the Warehouse: Trend Report 2023. Viitattu 3.5.2023.

Saatavissa rajatusti <https://www.consafelogistics.com/trend-report-the-future-of-warehousing>

Consafe. 2023b. How to make sure your warehouse automation gives a high ROI. Viitattu

20.5.2023. Saatavissa rajatusti <https://www.consafelogistics.com/e-book-how-to-make-sure-your-warehouse-automation-gives-a-high-roi>

DATASCOPE. 2022. Viitattu 12.5.2023. Warehouse Management System selection

handguide. Saatavissa <https://datascopewms.com/wp-content/uploads/2022/07/DATASCOPE-WMS-Selection-Handguide-July-2022.pdf>

Dekhne, A., Hastings, G., Murnane J. & Neuhaus, F. Automation in logistics: Big

opportunity, bigger uncertainty. Viitattu 9.5.2023. Saatavissa

<https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/automation-in-logistics-big-opportunity-bigger-uncertainty>

Deloitte. 2018. The move to S/4HANA: Evaluating your WMS options Viitattu 15.4.2023.

Saatavissa

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/be/Documents/technology/EWM_migrate_A4.pdf

Denbigh, B. 2021. How to choose a Warehouse Management System. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa <https://itsupplychain.com/how-to-choose-a-warehouse-management-system/>

DHL. 2023. The Logistics Trend Radar 6.0. Viitattu 6.5.2023. Saatavissa <https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/insights/logistics-trend-radar.html>

Dittman, P., J. 2015. The ABCs of DCs Distribution Center Management: A Best Practices Overview. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa <https://supplychainmanagement.utk.edu/research/white-papers/2015-02-abcs-of-distribution-management/>

Dufva, M. 2020. Sitra Megatrendit 2020. Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://www.sitra.fi/app/uploads/2019/12/megatrendit-2020.pdf>

Dufva, M., Rekola, S. 2023. Megatrendit 2023. Viitattu 5.5.2023. Saatavissa https://www.sitra.fi/app/uploads/2023/01/sitra_megatrendit-2023_ymarrysta-yllatysten-aikaan.pdf

ESLogC. 2011. ESLogC-SISÄLOGISTIikka: Sisälogistiikan uudet tekniikat. Viitattu 8.5.2023. Saatavissa http://www.eslogc.fi/images/stories/Sislogistiikka_2_Loppuraportti.pdf

ESPAS. 2023. Welcome to 2030: The Mega-Trends. Viitattu 9.5.2023. Saatavissa <https://ec.europa.eu/assets/epsc/pages/espas/chapter1.html>

Explore WMS. 2023. WMS software vendor directory. Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://specialreports.explorewms.com/wms-vendor-directory/>

Extensiv. 2022. 11 Warehouse Management Challenges and How to Avoid Them. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa <https://www.extensiv.com/blog/11-warehouse-management-challenges-and-how-to-avoid-them>

Fortna. 2023. FORTNA and FORTNA Optricity Recognized in the Gartner Hype Cycle for Supply Chain Execution Technologies, 2022. Viitattu 9.5.2023. Saatavissa <https://www.fortna.com/news/fortna-and-fortna-optricity-recognized-in-the-gartner-hype-cycle-for-supply-chain-execution-technologies-2022/>

Fraser, J. 2022. Warehouse Management Systems (WMS) (buyer's guide). Viitattu 1.5.2023. Saatavissa <https://tech-clarity.com/warehouse-management-systems-buyers-guide/11471>

Frazelle, E., H. 2015. World-Class Warehousing and Material Handling. 2. painos. New York: McGraw-Hill Education.

Gartner. 2020. Answer These 7 Questions to Position the Strategic Arguments for a New or Replacement WMS. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa rajoitetusti https://www.mecalux.com/software/gartner-reports?utm_source=LinkedIn&utm_medium=Social&utm_campaign=Landing-Gartner-Reports&utm_content=landing

Gartner. 2019. Prepare for Your WMS Implementation to Avoid Failure and Delays — Guidance From 2,100 Lessons Learned. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa rajoitetusti https://www.mecalux.com/software/gartner-reports?utm_source=LinkedIn&utm_medium=Social&utm_campaign=Landing-Gartner-Reports&utm_content=landing

Gartner. 2022a. Magic Quadrant for Warehouse Management Systems. Viitattu 15.4.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://www.manh.com/resources/research-report/gartner-magic-quadrant-warehouse-management-systems>

Gartner. 2022b. Critical Capabilities for Warehouse Management Systems. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://www.softeon.com/content/gartner-critical-capabilities-wms-report-2022>

Gartner. 2022c. Gartner Predicts the Future of Supply Chain Technology. Viitattu 10.5.2023. Saatavissa <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-predicts-the-future-of-supply-chain-technology>

Gartner. 2023a. What are Warehouse Management Systems (WMS)? Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://www.gartner.com/reviews/market/warehouse-management-systems>

Gartner. 2023b. Top Trends in Supply Chain Technology 2023. Viitattu 9.5.2023. Saatavissa rajoitetusti <https://www.fortna.com/gartner-research/>

Gartner. 2023c. Gartner Hype Cycle. Viitattu 24.5.2023. Saatavissa <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>

Generix Group. 2023. A Quick Guide to Understand Gartner's Warehouse Management Systems Magic Quadrant. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa

https://www.supplychain247.com/article/make_the_best_of_gartners_wms_magic_quadrant_report/warehousing

Generix Group. 2023a. The Warehouse of the Future Guide. Viitattu 8.5.2023. Saatavissa <https://info.generixgroup.com/EN-Practical-warehouse-future-guide.html>

Generix Team. 2023b. A Quick Guide to Understand Gartner's Warehouse Management Systems Magic Quadrant. Viitattu 30.4.2023. Saatavissa https://www.supplychain247.com/article/make_the_best_of_gartners_wms_magic_quadrant_report/warehousing

Gilmore, D. 2023. Understanding the Complex Landscape of WMS, WCS, and WES Warehouse Solutions. Viitattu 16.4.2023. Saatavissa <https://parcelindustry.com/article-6075-Understanding-the-Complex-Landscape-of-WMS-WCS-and-WES-Warehouse-Solutions.html>

Grand View Research. 2023. Warehouse Management Systems Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component (Services, Software), By Deployment (Cloud, On-premise), By Function, By Application, And Segment Forecasts, 2023 – 2030. Viitattu 30.4.2023. Saatavissa <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/warehouse-management-system-wms-market>

Harrison, A. & Hoek, R.I.v. 2008. Logistics management and strategy: Competing through the supply chain. 3. painos. Harlow: Pearson Education Limited.

Hokkanen, S., Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Hompel, M., T. & Schmidt, T. 2007. Warehouse Management: Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems. Berliini: Springer.

IBM. 2023. What is Industry 4.0? Viitattu 9.5.2023. Saatavissa <https://www.ibm.com/topics/industry-4-0>

Interlake Mecalux. 2020. Intralogistics: what is it? Process optimization trends in internal logistics. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa <https://www.interlakemecalux.com/blog/intralogistics-definition>

Jenkins, A. 2020. Inventory Management vs. Warehouse Management: What's the Difference? Viitattu 16.4.2023. Saatavissa <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/inventory-management-warehouse-management.shtml>

IIMM. 2019. Logistics and Warehousing Management. Viitattu 24.4.2023. Saatavissa <https://iimm.org/wp-content/uploads/2019/12/Logistics-and-Warehousing-Management.pdf>

Keller, S., B. & Keller, B. C. 2014. The Definitive Guide to Warehousing: Managing the Storage and Handling of Materials and Products in the Supply Chain. New Jersey: Pearson Education.

Krzepkowski, T. 2023. WMS or ERP? Which Is Right for Your Business? Viitattu 22.4.2023. Saatavissa <https://www.leansupplysolutions.com/blog/wms-erp-right-business/>

Körber. 2021. The 2021 WMS RFP Template. Viitattu 12.5.2023. Saatavissa rajoitetusti https://page.koerber-supplychain.com/RFP_Template_ANZ.html

Logistiikan maailma. 2023. Varastohallintajärjestelmät. Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastohallintajarjestelmat>

Logistiikan maailma. 2023. Toiminnanohjausjärjestelmä. Viitattu 22.4.2023. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma>

Logistiikan maailma. 2023. Logistiikkastrategia. Viitattu 22.4.2023. Saatavissa <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikkastrategia/>

Logiwa. 2023. WES vs. WMS: Which Is Best for Your Warehouse? Viitattu 16.4.2023. Saatavissa <https://www.logiwa.com/blog/wms-vs-wes-competitors>

MarketsandMarkets. 2021. Warehouse System Market. Viitattu 30.4.2023. Saatavissa: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/warehousemanagement-system-market41614951.html><https://www.marketsandmarkets.com/MarketReports/warehouse-management-system-market-41614951.html>

Mattila V.V. 2021. WMS tuo älyn pieniinkin varastoihin. Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://www.ostologistiikka.fi/kategoriat/sisallogistiikka/wms-tuo-aly-n-pieniinkin-varastoihin>

McCrea, B. 2023. Warehouse Management Systems (WMS) reigns in the modern warehouse. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa https://www.logisticsmgmt.com/article/warehouse_management_systems_wms_reigns_in_the_modern_warehouse

McKinsey. 2016. Supply Chain 4.0 – the next-generation digital supply chain. Viitattu 9.5.2023. Saatavissa <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/supply-chain-40--the-next-generation-digital-supply-chain>

MHI. 2022. The 2022 MHI Annual Industry Report: Evolution to Revolution: Building the Supply Chains of Tomorrow. Viitattu 8.5.2023. Saatavissa

<https://www.mhi.org/publications/report>

MHI. 2023. The 2023 MHI Annual Industry Report; The Responsible Supply Chain: Transparency, Sustainability, and the Case for Business. Viitattu 8.5.2023. Saatavissa

<https://www.mhi.org/publications/report>

Michel, R. 2015. Warehouse/DC Management: Advanced WMS meets mid-market ERP. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa

https://www.supplychain247.com/article/warehouse_dc_management_advanced_wms_meets_mid_market_erp/wms

Microsoft. 2023. Mikä on ERP? Viitattu 29.4.2023. Saatavissa

<https://dynamics.microsoft.com/fi-fi/erp/what-is-erp/>

Miller, T. 2023. WMS selection survival guide. Viitattu 12.5.2023. Saatavissa rajoitetusti

<https://specialreports.explorewms.com/wms-selection-survival-guide/>

Nettsträter, A., Geißen, T., Witthaut, M., Ebel, D., & Schoneboom, J. 2015. Logistics Software Systems and Functions: An Overview of ERP, WMS, TMS and SCM Systems. Cloud Computing for Logistics. Cham: Springer.

Neuhaus, D. 2023. ERP vs. WMS: which is the best fit for your business? Viitattu

22.4.2023. Saatavissa <https://www.scjunction.com/blog/erp-vs.-wms-which-is-the-best-fit-for-your-business>

Neumeyer, A. 2022. Warehouse Management System Implementation Playbook. Viitattu

20.5.2023. Saatavissa <https://www.tacticalprojectmanager.com/wms-implementation/>

Newton, E. 2021. 7 Big trends in warehouse automation. Viitattu 10.5.2023. Saatavissa

<https://supplychainbeyond.com/7-big-trends-in-warehouse-automation/>

Niazi M.A. 2021 What's the Difference Between a Warehouse Management System and a

Warehouse Control System? Viitattu 16.4.2023. Saatavissa <https://control.com/technical-articles/whats-the-difference-between-a-warehouse-management-system-and-a-warehouse-control-system/>

O'Donnell, J. 2020. Definition warehouse management system (WMS). Viitattu 15.4.2023.

Saatavissa <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/warehouse-management-system-WMS>

Oracle. 2020a. Warehouse Inventory Management Guide: Best Practices, Case Studies, and Expert Advice. Viitattu 16.4.2023. Saatavissa <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/warehouse-inventory-management-guide.shtml>

Oracle. 2023b. What Is a Warehouse Management System (WMS)? Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://www.oracle.com/ca-en/scm/logistics/warehouse-management/what-is-warehouse-management/>

Richards, G. 2014. Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 2. painos. Lontoo: Kogan Page Limited.

Richards, G. 2018. Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 3. painos. Lontoo: Kogan Page Limited.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala J. 2011. Logistiikan ja Toimitusketjun Hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry ja Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.

Ritvanen, V., Koivisto E. 2007. Logistiikka PL-yrityksissä: Hankinta kilpailutekijänä. Porvoo: WSOY.

Roima. 2023. WMS vs. ERP: Milloin tarvitaan WMS-järjestelmä ja milloin riittää ERP? Viitattu 22.4.2023. Saatavissa <https://www.roimaint.fi/milloin-tarvitaan-wms-jarjestelma-ja-milloin-riittaa-erp/>

Romaine, E. 2021. How to Save Your Warehouse Management System (WMS) With a Warehouse Execution System (WES) Viitattu 24.5.2023. Saatavissa <https://www.conveyco.com/blog/warehouse-management-system/>

Rubin, A. TOPI – Tulevaisuudentutkimuksen oppimateriaali: Käsitteitä. Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://tulevaisuus.fi/kasitteet/kasitteita-a-h/>

Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P. 2022. The Handbook of Logistics and Distribution Management: Understanding the supply chain. 7. painos. Lontoo: Kogan Page Limited.

Salakari, M. 2020. Systematisoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tuottamisen menetelmänä. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa https://tohtori.turkuamk.fi/uploads/2020/04/92b18b03-kirjallisuuskatsaus_20.4.20.pdf

Salminen, A. 2011. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

SAP. 2023a. Innovation Commitment for SAP S/4HANA until 2040. Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://support.sap.com/en/release-upgrade-maintenance/maintenance-information/maintenance-strategy/s4hana-business-suite7.html>

SAP. 2023b. Mikä on varastonhallintajärjestelmä (WMS)? Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://www.sap.com/finland/insights/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html>

SAP. 2023c. Viitattu 29.4.2023. What is a WMS (warehouse management system)? Saatavissa <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html>

Schmidthals, A. 2022. Maintenance Timelines for SAP ERP 6.0. Viitattu 15.4.2023. Saatavissa <https://blogs.sap.com/2022/09/20/maintenance-timelines-for-sap-erp-6.0/>

Scott, C., Lundgren, H. & Thompson, P. 2011. Guide to Supply Chain Management. Berliini: Springer.

Sitra. Sitran Megatrendit 2017 käsittelevät työn murrosta, demokratian rapautumista ja talouden ahdinkoa. Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://www.sitra.fi/uutiset/sitran-megatrendit-2017-kasittelevat-tyon-murrosta-demokratian-rapautumista-ja-talouden-ahdinkoa/>

Sitra. 2018. Mikä on heikko signaali? Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://www.sitra.fi/artikkelit/mika-heikko-signaali/>

Sitra. 2020. Megatrendit 2020 -työpohja. Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://www.sitra.fi/app/uploads/2020/03/sitramegatrendit-2020juliste.pdf>

Sitra. 2023. Megatrendit 2023 päivitys: ymmärrystä yllätysten aikaan. Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://www.sitra.fi/aiheet/megatrendit/>

Sofigate. 2021. Miten megatrendit vaikuttavat sinun bisnekseesi? Viitattu 5.5.2023. Saatavissa <https://www.sofigate.com/fi/blogi/miten-megatrendit-vaikuttavat-sinun-bisnekseesi-nama-perusasiat-jokaisen-yrityksen-pitaisi-ymmartaa/>

St-Jean, E. 2023. ERP vs. WMS: Which one is right for you? Viitattu 22.4.2023. Saatavissa <https://www.techtarget.com/searcherp/feature/ERP-vs-WMS-Which-one-is-right-for-you>

Swisslog. 2023. The Supply Chain of the Future: Integrated and Automated. Viitattu 6.5.2023. Saatavissa <https://www.swisslog.com/en-us/contact/download-form?mediaItem=8FA60F4DC27D4FD7B3BCB6DEBB09D2C6>

Tampereen yliopisto. 2021. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/>

The Economist Intelligence Unit. 2021. The Business Costs of Supply Chain Disruption. Viitattu 8.5.2023. Saatavissa https://impact.economist.com/perspectives/sites/default/files/the_business_costs_of_supply_chain_disruption_gep_1.pdf

Transval. 2020. Tehokas sisälogistiikka: Opas yrityksen materiaali- ja tuotevirtojen kustannustehokkaaseen käsittelyyn. Viitattu 29.4.2023. Saatavissa: <https://www.transval.fi/tila-opas/>

Visma. 2023. Varaston-ohjaus: mitä tarkoittavat JIT, FIFO, MRP ja työntö-ohjaus? Viitattu 16.4.2023. Saatavissa https://fikuro.visma.fi/varaston-ohjaus/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_term=&utm_campaign=tuote++fikuro&gclid=EAlaIQobChMIwdGG2bCw_gIVkOCyCh3pZQdAEAAAYiAAEgLjxvD_BwE

www.warehouse-logistics.com. 2022. The WMS Market. Viitattu 30.4.2023. Saatavissa <https://www.warehouse-logistics.com/en/wms-market.html>

Waters, D. 2007. Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management. 5. painos. Lontoo: Kogan Page Limited.

Wetterlöf, P. 2022. Robots in the warehouse – What does it mean for your WMS? Viitattu 24.4.2023. Saatavissa <https://im.se/content/uploads/2022/08/utkast-white-paper-robots-in-the-warehouse.pdf>

Whiting, G. 2017. WMS selection: your complete six step checklist. Viitattu 12.5.2023. Saatavissa <https://www.explorewms.com/wms-selection-checklist.html>

Liite 1. WMS-järjestelmien toiminnallisuusvertailu

WMS järjestelmä	Toimittaja	Asiakas	Piivipalvelu	On-premise	Gartner Magt. Quadrant	Barcoding/Serial Tracking	Billing	Cross Docking	Forecasting	Inventory Management	Kitting	Order Management	Part Tracking	Picking & Packing	Product Rotation/Shelf Life	Purchasing	Real-Time Data	Receiving & Putaway	Reporting & Analytics	Returns/Recalls	Shipping Management	Staging	Third Party Plugins	Warehouse Map	Wireless Warehouse	Workforce/load Management	Yard Management
3PL WAREHOUSE MANAGER	3PL Central	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ACCURUS WMS	Accurus	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ACQUIRUS 3PL WMS	Acquirus Technologies	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AIMTEC WMS	aimtec	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AIMTEC DCX	aimtec	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APPRICITY WMS	Appricity	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
APPRICITY WAREHOUSE	Appricity	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AS-TRAC WMS/SUPPLY CHAIN SOFTWARE	AS-TRAC Software	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AVECTOUS WMS	Avectous	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BATCHMASTER WMS	BatchMaster	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BLUE LINK WMS	Blue Link	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BLUE LINK ERP	Blue Link	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CADENCE WMS	Cadence Technologies	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CADENCE WAREHOUSE	Cadence Technologies	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CATALYST WMS	Catalyst	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CINQ WMS	Cinq	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CLOUD WORKFLOW WMS	Cloud Software	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CSNA WMS	CSNA	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CYBERSTOCKROOM INVENTORY MANAGEMENT SOFTWARE	CyberStockroom	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DATIX FOOTPRINT WMS	Datix	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EASY WMS	Interlake Macalux	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ENTERPRISE WMS	Ramp Systems	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EPICOR WMS	Epicor	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EXCALIBUR WAREHOUSE MANAGEMENT SOFTWARE	Garnet 3PL Software	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FISHBOWL WAREHOUSE	Fishbowl	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FOCUS WMS	Focus	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FOCUS WMS	Focus	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FRUITFUL WMS	Fruitful	SME	X	X	X	X																					