

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

6.6.2018

Tuotantotalous

Toimitusketjun johtaminen

Aarne Lyykorpi

**TOIMITUSKETJUN TEHOSTAMINEN ESINEIDEN INTERNETIN JA  
RADIOTAAJUISEN ETÄTUNNISTUKSEN AVULLA**

Työn tarkastaja: Timo Pirttilä

## Tiivistelmä

Tässä työssä käsitellään kuvitteellista case-tapausta, jossa kaksi toimittaja-asiakas-liikesuhteessa olevaa yritystä haluavat tehostaa yhteisen toimitusketjunsä toimintaa ja syventää yhteistyötään. Työssä luodaan tapausta varten alustava suunnitelma esineiden internettiin eli IoT:hen ja radiotaajuiseen etätunnistukseen eli RFID:hen perustuvasta ratkaisusta, jolla kyseisiin tavoitteisiin päästään.

Työn keskeisenä ajatuksena on soveltaa viitekehystä uuden prosessin sekä sitä tukevan tietojärjestelmän suunnittelusta IoT- ja RFID-aihepiireihin. Työn tavoitteena on toimia oppaana vastaavanlaista projektia suunnitteleville tahoille. Siihen perehtymällä he saavat relevanttia tietoa, jota voivat käyttää oman ratkaisunsa pohjana.

Kirjallisuusanalyysin pohjalta päädyttiin tarjoamaan ratkaisua, jonka ydin on automaattinen tilausprosessi. Sen ajatuksena on siirtää aiemmin manuaalisesti suoritettuja tilausprosessiin ja sen hallinnoimiseen liittyviä työvaiheita automatiikan harteille. Uuden tilausprosessin toiminnan mahdollistamiseksi tarvitaan uusi tietojärjestelmä, RFID:hen perustuva automaattinen tilausjärjestelmä. Järjestelmään liittyy useita elementtejä, kuten toimitusketjun avainkohtiin sijoitettavat, älyobjekteina toimivat RFID-lukijat. Sen toimintaa ja arkkitehtuuria pyritään selkeästi mallintamaan tuottamalla dokumentteja sen toiminnoista ja rakenteesta.

## Abstract

This work focuses on an imaginary case, in which two companies engaged in a supplier-client-relationship wish to make their shared supply chain more effective and deepen their cooperation. To reach these objectives, a plan regarding a solution based on the Internet of Things, IoT, and radio frequency identification, RFID, is formulated in this work.

The central idea is to apply a framework regarding planning a new process and the information system required to support it on to the fields of RFID and IoT. The goal of this work is to function as a guide for actors planning a similar project. By reading this work, they will gain relevant information to use as the base of their own solution.

After performing a literature analysis on these fields, a solution was created. Its core is the automatic order process, which automatizes tasks associated with the order delivery process and its management, that are conventionally performed manually. For the new process to function, a new information system, RFID-enabled order management system, is required. The system is composed of many elements, such as RFID-readers, functioning as so-called Smart Objects that will be deployed to the key points of the supply chain. The system's functions and architecture are modeled by producing documents of its structure and important features.

## Sisällys

1.	Johdanto.....	1
1.1	Työn tausta .....	1
1.2	Työn tavoitteet.....	2
1.3	Työn rajaukset.....	3
1.4	Työn rakenne.....	3
2.	Prosessien kuvaaminen ja suunnittelu.....	5
2.1	Prosessin kuvaaminen.....	6
2.2	Uuden prosessin suunnittelu.....	8
2.3	Prosessien mahdollistajat.....	10
3.	Mallinnustekniikat .....	16
3.1	Uimaratadiagrammi .....	16
3.2	Datan hallintakerroksen mallintaminen.....	18
3.3	Esityspalveluiden ja liiketoimintapalveluiden mallintaminen....	23
4.	Esineiden internet (IoT).....	32
4.1	Älyobjektit.....	33
4.2	IoT ja toimitusketju.....	36
5.	Radiotaajuinen etätunnistus (RFID) .....	41
5.1	RFID ja toimitusketju.....	43
5.2	EPC-verkosto .....	45
5.3	Datan kerääminen ja käyttö.....	50
5.4	RFID-järjestelmän käyttöönotto ja sen suunnittelu.....	51
5.4	Liiketoimintaprosessien muutokset RFID:n myötä.....	54
6.	Case Biofore ja Toukomäki.....	58
6.1	Viiteryhmäanalyysi .....	61
6.2	Projektisuunnitelma .....	65
7.	Automaattinen tilausprosessi sekä RFID:hen perustuva tilausjärjestelmä.....	69
7.1	Automaattinen tilausprosessi .....	69
7.2	RFID:hen perustuva tilausjärjestelmä.....	74
7.2	Datamalli.....	80
7.3	Palvelukuvaukset.....	87
7.4	Tapahtuma-Toiminto-Ehto-säännöt.....	94
7.5	Käyttötapauskuvaukset.....	98

8. Yhteenveto.....	110
Lähteet.....	113
Liitteet.....	

# 1. Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Esineiden internetin (eng. Internet of Things, **IoT**) sekä sitä tukevan radiotaajuisten etätunnistuksen (eng. Radio Frequency IDentification, **RFID**) sovellukset mahdollistavat toimitusketjun toiminnan tehostamisen automatisoimalla aikaisemmin manuaalisesti suoritettuja työtehtäviä sekä tehden toimitusketjusta läpinäkyvämmän. Tässä työssä käsitellään kuvitteellista tapausta, jossa kaksi asiakastoimittajasuhteessa olevaa yritystä haluavat syventää yhteistyötään sekä tehostaa yhteisen toimitusketjunsä toimintaa hyödyntämällä näitä teknologioita.

Yrityksille suositellaan keskinäiseen liiketoimintaansa käyttöönotettavaksi IoT:hen sekä RFID:hen perustuvaa automaattista tilausprosessia, jossa tilaukset tehdään, toimitetaan, tarkastetaan ja maksetaan automatisoidusti. Kiinnittämällä tuotteisiin RFID-tunnisteita ne voidaan tehokkaasti yhdistää digitaaliseen maailmaan, mahdollistaen IoT:n lisäarvoa tuottavan hyödyntämisen. Uutta prosessia tukemaan tarvitaan uusi tietojärjestelmä, jotta tilausprosessin automaattinen toiminta olisi sulavaa ja ylipäättään mahdollista.

Tämänkaltaisen automaattisen tilausprosessin sekä sitä tukevan RFID:hen perustuvan tilausjärjestelmän toiminta on syytä suunnitella hyvin, jotta vältetään viivästyksiltä ja muilta ikäviltä yllätyksiltä toteutusvaiheessa. Tässä työssä luodaan suunnitelmia uudesta prosessista sekä siihen liittyvästä tietojärjestelmästä, sisältäen useita erilaisia kaavioita ja

dokumenteja. Näitä dokumentteja voidaan käyttää apuna vastaavanlaista projektia toteutettaessa. Tärkeimmät näistä dokumenteista ovat automaattisen tilausprosessin kulkua kuvaava **uimaratakaavio**, tietojärjestelmän käyttämän tietokannan arkkitehtuuria hahmottelava **datamalli**, tietojärjestelmän toiminnallisuuden ytimen muodostavat **liiketoimintapalvelukuvaukset** sekä tietojärjestelmän käyttämistä ja toimintaa tarkemmin kuvaavat **käyttötapauskuvaukset**.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn keskeisenä ajatuksena on soveltaa viitekehystä uuden prosessin sekä sitä tukevan tietojärjestelmän suunnittelusta IoT- ja RFID-aihepiireihin. Siinä laaditaan hyödylliset tekniset dokumentit uudesta prosessista ja sitä tukevasta tietojärjestelmästä, jotka määrittelevät niiden toiminnan periaatteet. Työn tavoitteena on toimia oppaana vastaavanlaista projektia suunnitteleville tahoille. Siihen perehtymällä he saavat relevanttia tietoa, jota voivat käyttää oman ratkaisunsa pohjana.

Työssä pyritään vastaamaan seuraavaan tutkimuskysymykseen:

- Millainen on IoT- ja RFID-teknologioita hyödyntävä konkreettinen ratkaisu, jolla tehostetaan toimitusketjun toimintaa?

Sitä täydentävät seuraavat alitutkimuskysymykset:

- Miten prosesseja sekä niihin liittyviä tietojärjestelmiä voidaan suunnitella ja mallintaa?

- Mitä ovat IoT ja RFID, ja miten niitä on tutkimuskirjallisuuden mukaan hyödynnetty toimitusketjujen saralla?

- Millainen voisi olla RFID:tä ja IoT:ta hyödyntävä toimitusprosessi ja minkälainen tietojärjestelmä sitä tarvitaan sitä tukemaan?

### 1.3 Työn rajaukset

Työssä keskitytään uuden RFID:hen perustuvan tilausjärjestelmän toimintaan korkealla abstraktiotasolla, eli laaditut dokumentit koskevat sen toiminnan yleisiä periaatteita. Käytännön ohjelmointitoteutukseen ei puututa, vaan se jätetään varsinaisen toteuttajan harkinnan varaan.

Uusi järjestelmä saattaa vaatia muutoksia yritysten nykyisiin tietojärjestelmiin. Lisäksi näiden tietojärjestelmien ja uuden järjestelmän väliin tarvitaan integraatiokerros, joka mahdollistaa niiden yhteistyön, mutta nämä seikat on rajattu työstä pois. Tässä keskitytään siis ainoastaan uuden järjestelmän ytimen suunnitteluun sekä sen kehitys- ja käyttöönottoprojektiin liittyviin seikkoihin.

### 1.4 Työn rakenne

Työ jakautuu teoriaosuuteen ja soveltavaan osuuteen. Teoriaosuuden aluksi perehdytään prosessin kuvaamiseen, suunnitteluun sekä sitä tukevan tietojärjestelmän mallintamiseen erinäisin mallinnustekniikoin. Seuraavaksi käydään läpi teoriakatsaukset IoT:sta ja RFID:stä, pääasiallisesti toimitusketjusovellusten näkökulmasta tarkasteltuina.



Soveltavassa osuudessa esitellään tarkemmin kuvitteellinen tapaus asiakas-toimittajayritysten yhteistyöprojektista, jota lähdetään suunnittelemaan. Aivan aluksi analysoidaan projektia ja siihen liittyviä yleisiä seikkoja, sekä tuotetaan alustava projektisuunnitelma, josta käyvät ilmi tämänkaltaiseen projektiin liittyvät pääasialliset työvaiheet. Tämän jälkeen pureudutaan itse asiaan eli automaattiseen tilausprosessiin ja sitä tukevaan RFID:hen perustuvaa tilausjärjestelmään. Uudesta prosessista ja järjestelmästä tuotetaan malleja ja kaavioita, jotka määrittävät niiden toiminnan peruseriaatteet.

Näitä osioita seuraa yhteenveto, johon on tiivistetty työn keskeinen sisältö. Työn liitteistä löytyvät pääosa tietojärjestelmän toimintaa kuvaavista dokumenteista, jotka ovat itse työssä vain auki kirjoitettuna.

## 2. Prosessien kuvaaminen ja suunnittelu

Usein prosessi käsitetään aktiviteettien sarjaksi, jonka suorittamalla saadaan jotain aikaan. Tämä määritelmä on kuitenkin ongelmallinen, sillä sen mukaan prosesseiksi voidaan kelpuuttaa mikä tahansa toistuva työtehtävä alimmalta mahdolliselta tasolta aina yrityksen korkeimman tason toimintoihin. Niinpä tätä hyvin yksinkertaista määritelmää on laajennettava sekaannuksen välttämiseksi. (Sharp & McDermott 2009 s. 38-39)

Liiketoimintaprosessi (tästä edespäin pelkkä "prosessi") on kokoelma toisiinsa vaikuttavia aktiviteetteja, jonka laukaisee jokin käynnistävä tapahtuma ja joka saavuttaa jonkin spesifisen, diskreetin tuloksen asiakkaalle tai jollekin muulle sidosryhmälle. Tuo sidosryhmä voi olla esimerkiksi viranomainen, toimittaja tai vastaava sisäinen tai ulkoinen toimija. (Sharp & McDermott 2009 s. 68)

Prosessin tulee sisältää työtä. Tämä työ voi olla kuvattu aktiviteettien sarjana tai vaiheiden ja päätösten ketjuna. Yllättäen se on kuitenkin vähiten tärkeä prosessin aspekti, sillä prosessin on aina tähdättävä jonkin **tuloksen** aikaansaamiseen ja tuo tulos on kyseisen prosessin määrittelyn kannalta tärkeämpi kuin sen eteen tehty työ. (Sharp & McDermott 2009 s. 39)

Liiketoimintaprosessit sovittavat yhteen elementtejään: ihmisiä, resursseja, järjestelmiä ja työtä. Hyvin suunnitellussa prosessissa kaikki yllämainitut elementit ovat hyvin

koordinoituja, sisältäen yksittäiset vaiheet. (Sharp & McDermott 2009 s.62)

## 2.1 Prosessin kuvaaminen

Prosessin nimeämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Se tulee suorittaa seuraavien ohjenuorien mukaisesti (Sharp & McDermott 2009 s.39-40):

1. Prosessin nimi on "*verbi-substantiivi*" - muodossa, ja useimmissa tapauksissa myös yksikkömuodossa. Esimerkillinen prosessin nimi voisi siis olla vaikkapa Toimita tilaus.
2. Prosessin nimestä käy ilmi prosessin tulos, kun nimi vaihdetaan "*substantiivi on verbitetty*" - muotoon. Esimerkiksi ensimmäisen kohdan prosessin nimi muuttuu tällä tavoin muotoon Tilaus on toimitettu.

Prosessin tuloksen on "*substantiivi on verbitetty*" - muodossa ollessaan täytettävä seuraavat kriteerit (Sharp & McDermott 2009 s. 40-41):

1. Tuloksen on oltava erillinen ja tunnistettavissa oleva. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tuloksen eri instanssien on oltava eroteltavissa toisistaan. Esimerkiksi prosessissa toimita tilaus voidaan tarkastella erikseen jokaista toimitettua tilausta.
2. Toisaalta tuloksen on oltava laskettavissa oleva. Voidaan laskea, kuinka monta kertaa tulos on tuotettu esimerkiksi päivässä tai viikossa.
3. Tuloksen on oltava tärkeä. Sen on siis oltava välttämätön yrityksen toiminnalla, eikä vain nykyisten toimintamallien

seuraus. Esimerkiksi nimiehdotus Toimita tilaus asiakkaalle kuriiriyrityksen avulla ei vielä kelpaa, sillä prosessin ydintä ei ole saavutettu, koska toimitusmetodi on tosiasiassa toisarvoinen. Ainoastaan sillä on väliä, että tilaus tulee toimitettua. Toisin sanoen, prosessissa on keskityttävä siihen, että mitä siinä itse asiassa tapahtuu, ei siihen, että miten tai kenen toimesta se tapahtuu.

Kaiken tämän lisäksi oikein nimetyt prosessit on nimetty yksikkömuodossa, jotta on mahdollista keskittyä yhteen tiettyyn, laskettavissa olevaan tuloksen instanssiin. Lisäksi ei riitä, että tulos on itsessään tärkeä, vaan sen on myös täytettävä prosessin asiakkaan vaatimukset. (Sharp & McDermott 2009. s.41)

Prosessien nimeämisessä tulee käyttää selkeitä, "toiminnallisia" verbejä, jotka ilmaisevat yhden tietyn aktiviteetin suorittamista tiettyinä ajanhetkenä ja jotka auttavat visualisoimaan tulosta. Jos sen sijaan käytetään epäselviä, "puuroisia" verbejä, ajaututaan helposti tilanteeseen, jossa prosessien nimet ovat hyvin epäinformatiivisia. Esimerkiksi jos prosessin nimi on Hallitse asiakassuhdetta, käännettäessä se "*substantiivi on verbitetty*" - muotoon saadaan Asiakassuhdetta on hallittu. Se ei itsessään merkitse mitään, eikä ole erillinen, laskettavissa oleva tai tärkeä tulos. Niinpä prosesseja nimetessä tulisi aina muistaa käyttää selkeitä, yksiselitteisiä verbejä. (Sharp & McDermott 2009 s. 43)

Kokonaisten liiketoimintaprosessien erottaminen aliprosesseista voi olla haastavaa. Tässä tehtävässä on hyvä muistaa, että kokonainen liiketoimintaprosessi koostuu tyypillisesti 3-

7 aliprosessista. Nuo aliprosessit tuottavat tuloksenaan jonkin merkityksellisen merkkipaalun matkalla liiketoimintaprosessin lopulliseen tulokseen ja näitä merkkipaaluja organisaatio haluaa mitata. (Sharp & McDermott 2009 s.52)

Ideaalinen prosessi etenee sulavasti askeleesta toiseen, ensimmäisen askeleen tuotoksen siirtyessä sellaisenaan prosessin seuraavan askeleen syötteenä. Aliprosessien sisällä tämä pitääkin paikkansa liki aina, mutta ei aina niiden välillä. Tämä johtuu siitä, että usein aliprosessien välillä siirrytään myös jonkin organisaatorajan yli, ja tällaisilla toisistaan irrallisilla organisaatioilla on taipumus osaoptimoida omaa aliprosessiaan kokonaisuuden tehokkuuden kustannuksella. Prosessi pitäisi siis määritellä mahdollisimman suurena, sillä useat pienet prosessit keskittyvät pääasiassa kulloisenkin suorittajan sisäiseen tehokkuuteen. (Sharp & McDermott 2009 s. 63)

## 2.2 Uuden prosessin suunnittelu

Uutta prosessia suunniteltaessa on aluksi tunnistettava ja nimettävä ne prosessit, joihin aiotaan vaikuttaa. Näin selvenee se, että mitä kaikkea kehitystyöhön kuuluu sekä mahdolliset yhdyskohdat toisiin prosesseihin. Seuraavaksi määritetään tavoiteprosessin laajuus vastaamalla seuraaviin kysymyksiin (Sharp & McDermott 2009 s. 84):

- Mitä siinä tapahtuu? Mikä on laukaiseva tapahtuma, tulos asiakkaalle sekä prosessiin kuuluvat aliprosessit?
- Kuka siihen osallistuu? Mitkä organisaatiot ja yksittäiset toimijat ottavat prosessiin ja mitkä heidän päävastuunsa ovat?

- Kuinka se tapahtuu? Mitä järjestelmiä ja mekanismeja prosessin onnistuneeseen suorittamiseen tarvitaan?

On myös dokumentoitava relevantti yrityksen strategia ja tavoitteet, joita prosessi tulee tukemaan. Suunnitellessa pitää myös suorittaa viiteryhmä-analyysi, jossa arvioidaan uuden prosessin vaikutusta asiakkaaseen, työntekijöihin, toimittajiin, ja niin edelleen. (Sharp & McDermott 2009 s. 84)

Uudelle prosessille pitää asettaa suorituskykytavoitteita. Pitää määrittää se ulottuvuus, jossa se on parempi tai tehokkaampi kuin aikaisempi prosessi. Lopulta valitaan sopivat suorituskykymittarit ja niiden kohdetasot. (Sharp & McDermott s. 85) Oikeiden mittarien löytäminen on ehdottoman tärkeää, sillä ne ohjaavat prosessin suorittajien toimintaa ensisijaisesti. Mittareita harkittaessa tulee miettiä, minkälaisen tuloksen prosessin halutaan tuottavan ja minkälaisen suureiden mittaaminen painottaisi asiakkaan kannalta mieluisan tuloksen syntymistä. Mittareita kannattaa punnita myös osastojen sekä yksittäisten työntekijöiden osalta. (Sharp & McDermott 2009 s. 313)

Varsinainen kehitystyö alkaa ideoimalla uuden prosessin ominaisuuksia ja erityispiirteitä. Hyvä tekniikka tähän on parannusten tunnistaminen, jotka korjaisivat aikaisemman prosessin ongelmakohtia. Samalla voidaan kyseenalaistaa olemassa olevia oletuksia prosessista radikaalien parannusten löytämiseksi. (Sharp & McDermott 2009 s. 86)

Seuraavaksi arvioidaan löydettyjä parannusehdotuksia ottaen huomioon niiden keskinäiset vaikutukset (esimerkiksi uuden tietotekniikan käyttöönotto tarkoittaa koulutusta työntekijöille). Arvioinnin jälkeen valitaan parhaaksi todetut avainpiirteet, dokumentoidaan ne ja aloitetaan datamallin työstäminen. (Sharp & McDermott 2009 s. 86)

Itse työnkulun suunnittelu on melko suoraviivaista sen jälkeen, kun edelliset askeleet on suoritettu. Avainelementit on jo tunnistettu, ja nyt on enää sovittava ne yhteen piirtämällä työnkulun malli. Mallia tarkennetaan asteittain, ja sitä kannattaa iteroida ennen esittelyä laajemmalle yleisölle. (Sharp & McDermott 2009 s. 86-87)

### 2.3 Prosessien mahdollistajat

Prosesseihin liittyvät myös niiden onnistumisen mahdollistavat tekijät eli **mahdollistajat**. Mahdollistaja on tekijä, jota säätämällä voidaan vaikuttaa prosessin suorituskyykyyn. Prosessien mallintamisen tärkeä osa-alue on sellaisten tapausten etsintä, jossa mahdollistajat haittaavat prosessia, jotta niitä voitaisiin säätää kokonaisuuden kannalta paremmiksi. Siinä on prosessien uudelleensuunnittelun ydin. Ideaalitulanteessa uudelleensuunnittelussa prosessissa mahdollistajat on säädetty siten, että ne soveltuvien rajoittein auttavat prosessia tuottamaan tuloksensa ja saavuttamaan suorituskyykytavoitteet. (Sharp & McDermott 2009 s. 69)

Kollektiivisesti mahdollistajat saavat prosessin toimimaan, eikä yksikään prosessi toimi optimaalisesti, jos kyseisten mahdollistajien yhteispeli ei toimi. Mahdollistajista tärkeimpiä

ovat **työnkulun suunnittelu** sekä **IT-järjestelmät**. (Sharp & McDermott 2009 s.70) Muut mahdollistajat jäävät pääosin tämän työn laajuuden ulkopuolelle, joten niitä ei tässä käsitellä.

Työnkulun suunnittelu on työsuunnitelma, joka vastaa laukaisevaan tapahtumaan. Se määrittelee työvaiheiden, päätösten ja siirtymien sarjan jonka prosessin suorittajat suorittavat. Tämä sarja käsittää koko ketjun käynnistävän tapahtuman sekä lopputuloksen välillä. Työnkulun mallintamisesta on varmuudella hyötyä työnkulun ongelmien selvittämisessä, ja sen avulla päästään käsiksi muihin vaikuttajiin organisoidulla tavalla, askel askeleelta. (Sharp & McDermott s. 70)

Tietojärjestelmät käsittävät tässä kontekstissa alustat, sovellukset ja tietokannat, jotka tarjoavat määriteltyjä toimintoja, kuten esim. varausjärjestelmä tai logistiikkajärjestelmä. Ne mahdollistavat prosessin automatisoimalla tai tukemalla sen askelia, keräämällä tai jakamalla informaatiota, tai hallinnoimalla ja vauhdittamalla työnkulkua. Nykyaikana merkitystään lisäävät ns. liiketoimintaprosessin hallintajärjestelmät, jotka tuottavat monia kyvykkyyksiä liiketoimintaprosessien suorittamiseen, tarkkailuun ja hallitsemiseen niiden kulkiessa useiden järjestelmien läpi. (Sharp & McDermott 2009 s. 70)

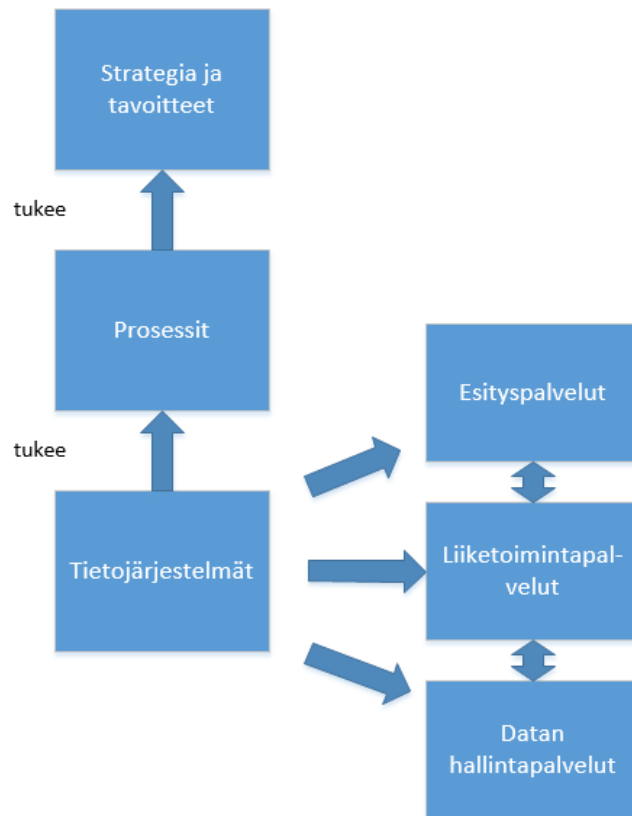
Prosessit ja tietojärjestelmät eivät ole olemassa itseään varten, vaan niiden tarkoitus on tukea organisaatiota tavoitteidensa saavuttamisessa. Yrityksen on ensin selvennettävä oma strategiansa ja tavoitteensa, ja tämän jälkeen voidaan kehittää prosesseja, jotka tukevat niiden tavoittelua. Samaan



tapaan tietojärjestelmiä voidaan kehittää tai hankkia tukemaan prosesseja. (Sharp & McDermott 2009 s. 72)

Näin muodostuu kolmiosainen viitekehys, jonka ylimmällä tasolla ovat strategia ja tavoitteet. Niitä tukevat prosessit, ja prosesseja puolestaan tietojärjestelmät. Strategialla tarkoitetaan tässä kontekstissa suunnitelmaa siitä, miten yritys erottautuu kilpailijoistaan ja mitä kilpailuetuja se omaa. Tavoitteet taas ovat mitattavia suureita joilla strategian määräämään tavoitetilaan etenemistä seurataan. (Sharp & McDermott 2009 s. 72-73)

Silloin kuin on mielekästä tarkastella tarkemmin tietojärjestelmiä, voidaan tätä viitekehystä laajentaa edelleen jakamalla tietojärjestelmät vielä kolmeen osaan: esittämispalveluihin, liiketoimintapalveluihin sekä datan hallintaan. (Sharp & McDermott 2009 s. 74)



Kuva 1. Viisikerroksinen viitekehys strategian, prosessien ja tietojärjestelmien yhteydestä. (Sharp & McDermott 2009 s. 74)

Järjestelmä tarvitsee sekä mekanismeja datan ja käyttäjiltä tulevien syötteiden keräämiseen että keinon välittää informaatiota takaisin tuolle henkilölle. Tämä onnistuu esityspalveluiden kautta, joita voidaan myös kutsua käyttöliittymäksi. Se sisältää mekanismeja, joiden avulla käyttäjät ja toiset järjestelmät voivat olla vuorovaikutuksessa automatisoidun järjestelmän kanssa. (Sharp & McDermott 2009 s. 74)

Käyttöliittymänä toimii usein graafinen käyttöliittymä, joka pyörii normaalissa PC-tietokoneessa tai jota käytetään pilven kautta. Esityspalvelukerrokseen voi tosin kuulua muitakin tapoja

ottaa syötteitä esim. viivakoodinlukijan avulla saatuja syötteitä. Esimerkiksi käteisautomaatin tapauksessa esityspalvelukerros koostuu useista mekanismeista: kosketusnäytöstä, valintanäppäimistä, kortinlukijasta ja setelien jakelulaitteesta. (Sharp & McDermott 2009 s. 75)

Liiketoimintapalvelut käsittävät ohjelmoituja moduuleita, jotka sisältävät logiikan liiketoiminnan sääntöjen noudattamiseen sekä tiedostojen että tietokantojen päivittämiseen oikein. Nämä määrittellään siten, että ne ovat relevantteja sekä yrityksen että tietotekniikan näkökulmasta - yritykselle jokainen palvelu edustaa tärkeää, "kaikki-tai-ei-mitään" yksikköä arvoa luovaa työtä. IT:lle ne merkitsevät funktiota tai kyvykkyyttä, joka on pakattava sellaiseen muotoon, jossa sitä voidaan käyttää palveluna eri liiketoimintaprosesseissa ja esityspalveluissa. (Sharp & McDermott 2009 s. 75-76)

Jatkaen edellistä esimerkkiä käteisautomaatista, Nosta varoja - liiketoimintapalvelu vastaanottaa viestin palvelukerroksesta ja tarkistaa sitten, että PIN-koodi on oikea ja että kyseisellä tilillä on riittävästi varoja, määrittää palvelumaksun ja näin edelleen. Se myös koordinoi päivitykset datan hallintapalvelukerrokseen, päivittäen tilin saldon ja merkiten transaktion tiedot lokiin. Käytetystä teknologiasta riippuen ohjelmoija voi toteuttaa tämän prosedurein, metodein, komponentein, moduulein tai palveluin, mutta tässä työssä ei tuolle tasolle edetä vaan huolehditaan pelkästään liiketoimintasäännöistä ja datan päivityksistä. (Sharp & McDermott 2009 s. 76)

Eräs kolmitasoisien arkkitehtuurin merkittävimpiä vahvuuksia on se, että useat eri esitysmekanismit voivat kutsua samaa liiketoimintapalvelua. Esimerkiksi, samaa käteisen siirto-toiminallisuutta voidaan käyttää käteisautomaatilla, pankkivirkailijan tietokoneella, tai internetin kautta verkkopankissa. Tämä lisää joustavuutta käyttöliittymien lisäämiseen tai muokkaamiseen ilman että kaikkia liiketoimintapalveluita on ohjelmoitava uudelleen. (Sharp & McDermott 2009 s. 76)

Liiketoimintatarkoituksessa tietokoneet ovat tärkeitä niiden suorittamien laskutoimitusten vuoksi, mutta vielä tärkeämpää on niiden kyky tallettaa ja hakea dataa muistista. Datan hallintapalvelut - kerros tarjoaa näitä palveluita, ylläpitäen tietueita ihmisistä, paikoista, asioista, tapahtumista ja muista vastaavista tärkeistä tiedoista, joita yritys tarvitsee toimiakseen. Usein käytetään relaatiotietokantajärjestelmää, mutta teoriassa mikä tahansa tietokantajärjestelmä on käyttökelpoinen. Liiketoiminnan näkökulmasta itse data ei ole niin tärkeää kuin se mitä tuo data kuvaa - asioita ja objekteja. (Sharp & McDermott 2009 s. 76)

### 3. Mallinnustekniikat

Kullekin edellä esitellylle kerrokselle on olemassa oma mallinnustekniikkansa, jota voidaan käyttää kerrosten toiminnan analysointiin, kehittämiseen ja suunnitteluun. Malleilla voidaan luoda mielekäs kuva abstraktista tapahtumien ketjusta, joita olisi muuten hankala käsittää. Niitä laatiessa tulee keskittyä olennaiseen, ja jättää tässä vaiheessa tarpeettomat yksityiskohdat myöhempiä työvaiheita varten. (Sharp & McDermott 2009 s. 77)

#### 3.1 Uimaratadiagrammi

Liiketoimintaprosessin mallintamiseen käytettävää tekniikkaa kutsutaan **uimaratadiagrammiksi**. Uimaratadiagrammiin merkitään prosessiin liittyvät työaskeleet ja kaikki prosessiin osallistuvat toimijat. Jokaisella toimijalla on oma ratansa, jolla ne pysyvät. Laatikoidella merkitään askeleita prosessissa, ja se sijoitetaan sen toimijan radalle, joka sen suorittamisesta on vastuussa. Laatikkoja yhdistävät nuolet kuvaavat askelten suoritusjärjestystä. (Sharp & McDermott 2009 s. 78)

Uimaratadiagrammit ovat suosittuja liiketoimintaprosessien mallintamisessa, sillä ne soveltuvat hyvin tähän tarkoitukseen. Niiden vahvuutena on yksinkertaisuus ja ymmärrettävyys. Niistä käy ilmi kaikki prosessiin osallistuvat toimijat ja heidän vastuunsa ja tapansa olla vuorovaikutuksessa toisten toimijoiden kanssa. Oikein piirrettyinä tällaiset kaaviot ovat myös hyvin visuaalisia: järjestys, riippuvuussuhteet, sekä tapahtumien rinnakkaisuus- tai perättäisyys käy niistä nopeasti ilmi. (Sharp & McDermott 2009 s. 80)

Koska uimaratakaaviot erityisesti alleviivaavat prosessin parissa työskentelevät toimijat, on näiden toimijoiden helpompi omaksua kaaviot omakseen. Kaavioita laatiessa keskitytään siihen, mitä prosessissa tapahtuu, mutta jotta prosessia voitaisiin aidosti ymmärtää, on huomioitava myös, että kenen toimesta, miten ja milloin kyseiset askeleet suoritetaan. (Sharp & McDermott 2009 s. 202)

Uimaratakaavion on tarkoitus kuvata kokonaista liiketoimintaprosessia alusta loppuun. Niitä voidaan käyttää nykyisen prosessin ymmärtämiseen, sekä uuden prosessin työnkulun suunnitteluun. Ne voivat kuvata prosessia millä tahansa tasolla, ylätasolta osoittaen pääasiassa osallistuvat toimijat tai hyvinkin yksityiskohtaisesti, sisältäen jokaisen yksittäisen työtehtävän. (Sharp & McDermott 2009 s. 202)

Hyvin koottu uimaratadiagrammi varmistaa sen, että prosessia koskevat keskustelut perustuvat todellisuuteen. Se kuvaa sitä, mitä oikeasti prosessissa tapahtuu. Tämä on erittäin tärkeää, sillä käytännössä hyvin harva henkilö ymmärtää kokonaista liiketoimintaprosessia, tai edes omaa asemaansa prosessin kokonaisuudessa. (Sharp & McDermott 2009 s. 202)

Uimaratakaaviot tunnetaan monilla nimillä, ja niiden notaatiot saattavat poiketa toisistaan yksityiskohdissa. Tässä työssä noudatetaan Sharpin ja McDermottin ohjeita, joiden mukaan (Sharp & McDermott 2009 s. 203):

- Järjestys ja riippuvuudet (aika) etenevät *vasemmalta oikealle*.

- Tulee käyttää mahdollisimman yksinkertaista symbolijoukkoa.
- Näytetään jokainen työnkulkuun osallistuva toimija.

Toimijaksi mielletään mikä tahansa tunnistettavissa oleva henkilö tai ryhmä (riippumatta siitä, onko heidän suorittamansa toiminto arvoa lisäävä) prosessin laukaisevan tekijän ja lopputuloksen välillä. Toimija voi olla yksittäinen henkilö, kuten ulkoinen asiakas, tai jokin työtitteli, jonka usea henkilö omaa. Joskus toimijaksi voidaan laskea kokonainen organisaatio kuten yritys tai sen divisioona, tai jopa toiset prosessit tai tietojärjestelmät. (Sharp & McDermott 2009 s. 217)

Kaavion luettavuus paranee, jos toimijat sijoitetaan siihen kutakuinkin loogisessa järjestyksessä. Sharp ja McDermott suosittelevat seuraavanlaista järjestystä (kulkien ylhäältä alas kaaviossa) (Sharp & McDermott 2009 s. 218):

1. Asiakas
2. Ydintoimijat
3. Tukevat toimijat
4. Muut prosessit
5. Odotusalueet (jos ne ovat kyseissä tapauksessa relevantteja)
6. Järjestelmät ja muut mekanismit

### 3.2 Datan hallintakerroksen mallintaminen

Datamallintaminen on tunnettu ja yleisesti hyväksytty metodi tehokkaiden tietokantojen suunnitteluun (Silverston 2001 s.2). Datamalli kuvaa asioita, joista organisaation on pidettävä

rekisteriä. Nämä asiat ovat niitä, joita liiketoimintaprosessit tarvitsevat toimiakseen, ja joita tietojärjestelmien on pidettävä yllä ja manipuloitava. Datamalleilla ja selostava osio sekä graafinen komponentti, joista jälkimmäistä kutsutaan entiteettisuhdediagrammiksi (eng. Entity Relationship Diagram, ERD). Se koostuu kolmesta osasta (Sharp & McDermott 2009 s. 82):

- Entiteetit: erilliset asiat, joista tietoa tarvitaan (Tilaus, Asiakas, Toimipaikka, Tuote, Osa, ja niin edelleen)
- Suhteet: kyseisten entiteettien väliset assosiaatiot (Osaa käytetään Tuotteessa, Tuotetta vaaditaan Tilaukseen, Tilauksen jättää Asiakas)
- Attribuutit: entiteettien ominaisuudet, jotka on tallennettava (Osan attribuutteja ovat Osanumero, Kuvaus, Yksikköpaino, Yksikköhinta)

Selostavan osan tärkein anti on entiteettien määritelmät. Määritelmä tuotetaan jokaiselle entiteetille, jotta voidaan varmistua siitä, että kaikki projektitiimin jäsenet ymmärtävät asiat samalla tavalla. Tämä saattaa tuntua itsestään selvältä, mutta käytäntö on osoittanut, että yksinkertaisetkin termit kuten Tuote tai Asiakas voidaan ymmärtää monella eri tavalla. Sen vuoksi datamallit ovat hyödyllinen työkalu prosessinsuunnitteluprojektissa, sillä ne antavat selkeän sanaston käsitellyille ongelmille mikä parantaa kommunikaatiota. Myöhemmin projektin aikana datamallit ovat olennaisia tietokantojen suunnittelussa sekä järjestelmävaatimusten kuvailuun esimerkiksi käyttöliittymän (käyttötapaukset) tai ohjelmointilogiikan (liiketoimintapalvelut) osalta. (Sharp & McDermott 2009 s. 82)



Sanastoa varten koostetaan määritelmiä, jotka koostuvat kukin muutamasta lauseesta sekä tarpeen vaatiessa selventävistä huomautuksista. Määritelmät on laadittu yksikkömuodossa. Entiteetin tunnistaminen voidaan aloittaa esittämällä seuraavat kysymykset (Sharp & McDermott 2009 s. 354):

- Onko sellaisen tilanteen esiintyminen mahdollista, jossa tämän entiteetin ympärillä esiintyy hämmennystä tai anomalioita?
- Voidaanko listata 5-10 instanssia tätä entiteettiä?
- Edustaako tämä entiteetti spesifisiä yksittäisiä instansseja, vai tyyppejä tai kategorioita?

McDermott ja Sharp antavat myös käytännön esimerkin hyvästä määritelmästä (Sharp & McDermott s. 355):

- Asiakas on henkilö tai organisaatio, joka on mennyt, nykyinen tai tuleva tuotteiden tai palvelujen käyttäjä.
- "Tilaaaja" on synonyymi, mutta "tili" ei ole, koska yhdellä asiakkaalla voi olla useita tilejä
- Asiakkaan ei tarvitse välttämättä maksaa saamastaan tuotteesta tai palvelusta

Datamallien graafinen komponentti, entiteettisuhdediagrammi, kuvaa entiteettejä ja niiden välisiä suhteita. Niissä kuvataan entiteetit nimettyinä laatikkoina, ja niiden suhteet nimettyinä viivoina niiden välillä. Kaaviosta käy ilmi merkitsevät asiat - entiteetit - sekä niiden suhteet toisiinsa. (Sharp & McDermott 2009 s. 355) Suhteet kuvaavat sitä, miten kaksi entiteettiä ovat yhteydessä toisiinsa. (Silverston 2001 s.12)

Kaavion ilmaisuvoimaa voidaan lisätä sisällyttämällä siihen tiedot kardinaliteetista. Kardinaliteetti ilmaisee, että kuinka suuri on entiteettien instanssien määrä maksimissaan yhtä valitun entiteetin instanssia kohden. Se voi saada joko arvon "yksi" tai "monta". Jälkimmäistä vaihtoehtoa kuvataan lisäämällä "harakanvarvas" sen eteen kaaviossa. Tämän notaation avulla voidaan esimerkiksi ilmaista, että yhtä asiakas-instanssia kohden voi olla useita tilausinstansseja. (Sharp & McDermott 2009 s. 356)

Toisessa päässä tällaista suhdetta voidaan haluta ilmaista, että on olemassa vain yksi entiteetti useita toisia entiteettejä kohden. Se tehdään vetämällä pieni viiva kohtisuorasti suhdeviivan yli, lähellä kyseisen entiteetin omaa laatikkoa. (Sharp & McDermott s. 356)

Entiteettien välinen suhde voi olla yksi-moneen (1:M), tai monta-moneen (M:M) (Silverston 2001 s.12). Myös yksi-yhteen (1:1) suhteet ovat mahdollisia, mutta käytännössä hyvin harvinaisia, useimmiten analyysin virheen tuotoksia (Sharp & McDermott 2009 s. 356).

Kun kaavion perusrakenne entiteetteineen ja suhteineen on koostettu, voidaan lisätä entiteeteille attribuutteja. Projektin alkuvaiheessa, karkeaa suunnitelmaa laatiessa, voidaan keskittyä pelkästään tärkeimpiin attribuutteihin, jotka selventävät entiteettien tarkoitukset. Eräs tärkeä attribuutteihin liittyvä periaate on se, että tietty attribuutti kuuluu vain yhteen entiteettiin. Esimerkiksi entiteetissä Tilaus ei pidä näyttää attribuuttia Asiakkaan nimi, sillä tuo tieto liittyy

asiakkaaseen, ja järjestelmä voi etsiä tuon tiedon seuraamalla tilauksen suhdetta entiteettiin Asiakas ja löytää sieltä kyseisen tiedon. (Sharp & McDermott 2009 s. 357)

Kaavioiden luettavuus paranee, jos niitä piirtäessä noudatetaan "ylhäältä-alas-riippuvaisuus"-järjestystä. Jotkut entiteetit ovat *riippuvaisia*, koska ne eivät voi olla olemassa ilman suhdetta yhteen tai useampaan entiteettiin, joita kutsutaan niiden *vanhemmiksi*. Esimerkiksi Tilaus on riippuvainen, koska se ei voi olla olemassa, jos ei ole Asiakasta joka sen tekee. Tällöin Tilaus tulee piirtää Asiakkaan alle, "ylhäältä-alas-riippuvaisuus"-järjestyksen mukaisesti. Sellaiset entiteetit, jotka eivät ole riippuvaisia toisista, eli itsenäiset entiteetit, piirretään ylimmäisiksi kaaviossa. (Sharp & McDermott 2009 s. 358)

Datamalleja laatiessa on tärkeää muistaa, että mallin on kuvattava entiteettien ydintä ja luonnollista järjestystä, eikä yksityiskohtaista fyysistä toteutusta. Sen pitäisi kuvata "liiketoiminnan todellisuutta", ei tiettyä teknologiaa tai taltiointijärjestelmää. Datamallinnusta ei pidä siis sekoittaa tietokannan suunnitteluun, joka on vain yksi mahdollinen toteutustapa datamallille, joka voitaisiin toteuttaa monilla muillakin tavoin. Käytännössä toteutustavaksi toki valikoituu jokin tietokanta, mutta kun sen rakenne perustuu entiteettien luonnolliseen järjestykseen, siitä tulee joustavampi ja pitkäikäisempi. (Sharp & McDermott 2009 s. 359)

### 3.3 Esityspalveluiden ja liiketoimintapalveluiden mallintaminen

McDermottin ja Sharpin (2009 s.376) suosittelemassa metodissa uimaratakaaviota ja datamallia kohdellaan tärkeinä, mutta erillisinä tuotteina. Niitä täydentämään tarvitaan vielä kaksi tuotosta lisää: liiketoimintapalvelut ja käyttötapaukset. Kaiken niiden sisältämän tiedon lataaminen yhteen kaavioon tekisi siitä sekavan, ja tämän vuoksi on parempi tuottaa kaksi erillistä mutta toisiinsa kiinteästi liittyvää tuotetta: **liiketoimintapalvelu- ja käyttötapaukset**. (Sharp & McDermott 2009 s. 376)

Suositteltava järjestys käyttötapausten ja liiketoimintapalveluiden laatimiseen on niin kutsuttu "sisältä-ulos"-lähestymistapa, jossa aloitetaan kaikista tärkeimmistä elementistä eli entiteetistä. Tämä lähestymistapa etenee seuraavanlaisesti (Sharp & McDermott 2009 s. 388-388):

1. *Tunnista liiketoimintapalvelut jokaiselle merkitykselliselle entiteetille.* Entiteettien tarvitsemat palvelut (verbi-substantiivi-muodossa) tulee tunnistaa, esimerkiksi entiteetille Tilaus tunnistetaan palvelut Tee tilaus, Aikatauluta tilaus ja Täytä tilaus.
2. *Tee palveluspesifikaatiot.* Jokaiselle palvelulle dokumentoidaan niiden odotettu lopputulos, koko sekä laajuus ja myöhemmin palveluun vaikuttavat tarkat säännöt sekä logiikka palveluspesifikaation muodossa.
3. *Tunnista käyttötapaukset selvittämällä, että mitkä toimijat tarvitsevat palveluita.* Jokaista palvelua kohden tunnistetaan sitä käyttävä toimija ja hänen käyttämänsä alusta (toimija-palvelu-alusta-muodossa), esimerkiksi Asiakas tekee tilauksen internetissä.

4. *Kuvaile käyttötapauskuvauksia.* Käyttäjäkokemus ja sidosryhmien odotukset dokumentoidaan, ja myöhemmin myös vuorovaikutusdialogi käyttötapauskuvauksen muodossa. Aluksi dialogi jäljittelee normaalia tapahtumien kulkua ja myöhemmin sitä laajennetaan koskemaan vaihtoehtoisia tai virheitä sisältäviä kehityskulkuja.

Käytännössä askeleet ovat monimutkaisempia. Palveluista koostetaan alustavia versioita, ja niistä edelleen alustavia käyttötapauskuvauksia, saattavat paljastaa kehityskohteita palveluissa. Lopullisia palvelu- ja käyttötapauskuvauksia varten voidaan tarvita useita iteraatioita. (Sharp & McDermott 2009 s. 388)

Suunniteltaessa sitä, miten tietojärjestelmät avustavat prosessin toimijoita suorittamaan kunkin askeleen, on otettava käyttöön uusi kaaviotyyppe, **käyttötapauskuvaukset**. Käyttötapauskuvaa yleistettyä tilannetta käyttäjän ja järjestelmän käymästä dialogista, jonka avulla käyttäjä pystyy suorittamaan jonkin tehtävän tai saamaan hyödyllisen palvelun. Normaalin tapahtumien kulun lisäksi käyttötapauskuvaa myös sitä, miten virheitä ja poikkeuksia käsitellään. Käyttötapauskuvauks on kuin yksi testausskenaario, määritellyin toimijoin, ehdoin, datan arvoin ja lopputuloksin. (Sharp & McDermott s. 81)

Tämä vaihe on tarpeellinen siksi, että välttyään käytettävyydeltään surkeiden järjestelmien luomiselta. Kuvaamalla vuorovaikutus käyttäjän ja koneen välillä jo ennen kuin järjestelmä kehitetään, voidaan käyttötapauskuvauksien avulla tunnistaa oikeita vaatimuksia ja rajoitteita. Myöhemmin niitä

voidaan käyttää testauksen eri vaiheissa ja osana koulutusmateriaaleja. (Sharp & McDermott 2009 s. 81)

Käyttötapauskuvauksilla tarkennetaan liiketoimintaprosesseista laadittuja uimaratakaavioita kuvaamalla tarkemmin sitä, miten toimija on vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa kunkin prosessin askeleen suorittamiseksi, ja myös sitä, miten järjestelmä reagoi. Näiden kuvausten on oltava johdon, työntekijöiden sekä muiden sidosryhmien saatavilla ja ymmärrettävissä, jotta he voivat kommentoida sitä, onko järjestelmä sopiva heidän käyttöönsä. Samalla niiden on selkeitä ja tarpeeksi informatiivisia, jotta ohjelmistonkehittäjät voivat käyttää niitä kyseisten toiminnollisuuksien suunnitteluun. (Sharp & McDermott 2009 s. 375)

Käyttötapaus on yksi tapaus, jossa tietty toimija käyttää järjestelmää saadakseen tietyn liiketoimintapalvelun järjestelmästä (esimerkiksi Asiakas tekee tilauksen internetissä). Se dokumentoidaan käyttötapauskuvauksessa, joka jäljittää yleistetyn vuorovaikutusten sarjan toimijan ja järjestelmän välillä. Kuvaus on orientoitunut kuvaamaan sitä, kuka tietty käyttäjä on ja *kuinka* hän on vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa saadakseen haluamansa palvelun. Tärkeintä on muistaa, käyttötapaus kuvaa järjestelmän toimintaa käyttäjän perspektiivistä. (Sharp & McDermott 2009 s. 377)

Kun käyttötapauksia lähdetään laatimaan, ensimmäisenä on tunnistettava ne tapaukset, joita järjestelmän pitäisi tarjota. Hyvä käyttötapaus sisältää käyttäjälle arvoa tuottavan palvelun, eli käyttäjä voi suorittaa tapauksen ja poistua, tyytyväisenä

saatuaan jotakin aikaan. Tapaukset kannattaa nimetä muodossa toimija-toimintoverbi-substantiivi, missä substantiivi on usein datamallin entiteetti ja fakta. Toimintoverbien tulee olla selkeitä ja ilmaisuvoimaisia. (Sharp & McDermott 2009 s. 380)

Kuvauksia kirjoittaessa on järkevää tarjota aluksi lyhyt tiivistelmä sen sisällöstä, jota täydennetään käyttötapauksen tärkeimmillä askeleilla. Lopullinen versio muotoillaan siten, että siitä käy ilmi perättäiset vuorovaikutukset vastauksineen käyttäjän ja järjestelmän välillä dialogimuodossa. (Sharp & McDermott 2009 s. 381)

Yleisesti ottaen ei ole tarpeen olla turhantarkka, vaan keskittyä pääasiaan, kuitenkin siten, että lopputulos ei ole potentiaalisesti monimerkityksellinen. Käyttöliittymän toteutuksen yksityiskohtia ei tarvitse kommentoida. Ei esimerkiksi tarvitse sanoa, että tässä toiminnossa on käytettävä pudotusvalikkoa, vaan jättää nuo valinnat toteuttajan harkinnan varaan. (Sharp & McDermott 2009 s. 381)

Kun dialogi on saatu koostettua, tulee arvioida, onko se käytännöllinen ja tyydyttävä. Onko askelia liikaa, ja onko osa niistä turhia? Voidaanko joitakin vaiheita yhdistää? (Sharp & McDermott 2009 s. 381)

Tässä vaiheessa on syytä siirtyä liiketoimintapalveluiden pariin ja tunnistaa sekä kuvailla ydinpalvelut, ennen kuin käyttötapausdialogeja kehitetään. Seuraavaksi tarkastellaan liiketoimintapalveluita ja jätetään käyttötapaukset toistaiseksi syrjään. (Sharp & McDermott 2009 s. 383)

Liiketoimintapalveluiden mallintaminen on monimutkaista. Näitä ovat mm. tapausten tunnistaminen, tilasiirtymien mallinnus ja palveluiden määrittely. On tärkeää, että palvelumäärittelyt kuvaavat järjestelmän tehtävän, puuttumatta siihen kuka tekee ja miten (tämä käy ilmi käyttötapauksista). (Sharp & McDermott 2009 s. 82)

Liiketoimintapalvelu on tärkeä tietojärjestelmän tuottama toiminnallisuuden yksikkö, kuten Tee tilaus tai Näytä avoimet tilaukset. Niitä laatiessa liiketoiminta-analyttikko kuvaa kutsumistavan, säännöt, logiikan ja päivitykset yhdelle liiketoimintapalvelulle, jonka järjestelmä tuottaa, täysin riippumatta siitä kuka palvelua pyytää tai mitä alustaa he käyttävät. Tarkoituksena on tarkastella sitä, *mitä* järjestelmä tekee. (Sharp & McDermott 2009 s. 376)

Tietoteknisestä näkökulmasta liiketoimintapalvelu on tekninen konsepti, johon pakataan sovelluksen logiikka (ohjelmoijien kirjoittama koodi) siten, että se tarjoaa täyden, jakamattoman yksikön toiminnallisuutta, varmistuen tietokannan päivitysten yhtenäisyyden ja huomioiden uudelleenkäytettävyyden. Palvelu on diskreetti yksikkö liiketoimintaa, joka on merkityksellinen, käynnistyy vastauksena liiketoimintatapahtumalle, eikä sitä voida murtaa pienempiin osiin menettämättä sen merkityksellisyyttä. Se ei ole kokoelma toisistaan riippuvia toimintoja, kuten Tilauksen hallinta, vaan diskreetti palvelu kuten Peruuta tilaus. (Sharp & McDermott s. 377)



Järjestelmän toimintojen pakkaamisesta selkeästi määriteltäisiin palveluihin seuraa kolme tärkeää etua (Sharp & McDermott 2009 s. 384-385):

1. Yhtenäisyys. Jos liiketoimintasäännöt ja päivitykset on dokumentoitu ja implementoitu yhdessä paikassa, palvelussa, jolla on vain yksi tarkoitus. Sen onnistunut toteuttaminen on paljon todennäköisempää kuin jos kyseinen logiikka olisi siroteltu ympäriinsä hajallisiin paikkoihin tai tungettu valtaviin, monia tarkoituksia omaaviin ohjelmiin. Samalla järjestelmän ylläpidettävyys paranee, mikä on tärkeää, sillä erään arvioin mukaan ylläpito muodostaa 67% ohjelmiston elinkaarikustannuksista (Haikala & Märijärvi 2006 s.57).
2. Joustavuus. Palvelut ovat täysin riippumattomia siitä käyttöliittymästä, jonka kautta käyttäjä kulloinkin viestii järjestelmän kanssa. Tämä on mahdollista, koska sovelluspalvelin erottaa palvelun käyttöjärjestelmästä ja hallinnoi niiden välistä viestintää. Tämän eristämisen hyöty on valtava, sillä sen ansioista voidaan helposti siirtyä käyttämään uutta käyttöliittymäteknologiaa tai muokata nykyistä, ilman että palveluihin täytyy lainkaan koskea.
3. Uudelleenkäytettävyys. Palvelut ovat kuin rakennuspalikoita, joita voidaan tarvittaessa käyttää uudelleen, kun sovellukset tarvitsevat toiminnallisuutta, joka on jo ohjelmoitu palveluina. Tämä tukee uusien liiketoimintaprosessien kehitystä nopealla, jo olemassa olevista paloista kootuilla sovelluksilla.

Liiketoimintapalvelua voidaan kutsua muukin toimija kuin ihmiskäyttäjä käyttöliittymän kautta. Esimerkiksi liiketoimintaprosessin hallintajärjestelmä voi tunnistaa ehdon

kysyntäketjussa, jonka jälkeen se automaattisesti kutsuu palvelua Tee tilaus, ja hallinnoi samalla siitä seuraavia palveluita kuten Aikatauluta tilaus, ilman ihmisen väliintuloa. (Sharp & McDermott 2009 s. 386-387)

Nyt palataan käyttötapauksiin, ja asetetaan liiketoimintapalvelut niiden kontekstiin. Palvelujen ("mitä tapahtuu") ymmärtäminen tekee käyttötapauksista ("miten ja kenen toimesta se tapahtuu") paljon yksinkertaisempia löytää ja kuvailla. (Sharp & McDermott 2009 s. 395)

Käyttötapauksien notaatio vaikuttaa yksinkertaiselta, mutta sitä on tarpeellista selventää ongelmien välttämiseksi. Käyttötapaus on yksikkö järjestelmän toiminnallisuutta, joka on loogisesti kokonainen yksikkö työtä, eli se on itsessään liiketoiminnallisesti merkitsevä ja tuottaa mitattavissa olevaa arvoa toimijalle tai prosessille. Esimerkiksi, tilauksen vastaanottamisen kontekstissa, asiakkaan nimen rekisteröiminen ei ole käyttötapaus, vaan pelkästään osa sitä. Ota tilaus vastaan, joka sisältää asiakkaan tunnistamisen, toimitus- ja maksuehtojen järjestämisen, sekä tilauksen sisällön tallentamisen, voisi sen sijaan olla esimerkki loogisesti kokonaisesta käyttötapauksesta. Liiketoimintapalvelut kuvaillaan siis ensin, rakentaen loogisesti kokonaisia yksikköjä työtä, ja vasta tämän jälkeen perehdytään niihin liittyvien toimijoiden ja vuorovaikutusten monimutkaisuuksiin. (Sharp & McDermott 2009 s. 395)

Datamalla kannattaa käyttää apuna palveluja tunnistaessa, keskittyen kerrallaan yhteen entiteettiin kohdistuviin

tapahtumiin. On suotavaa aloittaa datamallin pohjalta, eniten riippuvaisuuksia omaavista entiteeteistä, ja edetä ylöspäin kohti itsenäisempiä entiteettejä. Aluksi voidaan esittää kysymys "Mitä tälle entiteetille tapahtuu?" ja ideoida sen pohjalta vapaasti. Ehdotukset tarkistetaan, ja niiden pitää täyttää "substantiivi on verbitetty" ehto, ja näin ollen tuottaa diskreettejä, tunnistettavia ja laskettavissa olevia tuloksia. (Sharp & McDermott 2009 s.400)

Alustaviin palvelukuvauksiin sisällytetään palvelun nimi ja tulos, sekä tärkeät odotetut toiminnot. Tuloksen pitäisi olla ymmärrettävä liikkeenjohdon näkökulmasta, mutta käyttää termejä datamallista. (Sharp & McDermott at 2009 s.403)

Alustavien palvelukuvauksien kelpoisuutta pitää arvioida. Olisiko mahdollista tehdä vähemmän kuin mitä palvelukuvauksessa sanotaan ja silti tuottaa hyödyllinen palvelu? Jos on, niin palvelu on liian iso ja se täytyy pilkkoa pienempiin osiin. Toisaalta, onko mahdollista tehdä vain se, mitä kuvaksessa sanotaan ja silti saada aikaan hyödyllinen tulos? Jos ei ole, niin palvelu on liian pieni, ja pitää yhdistää toisiin potentiaalsiin palveluihin, jotta se tuottaisi arvokkaan, jakamattoman tuloksen. (Sharp & McDermott 2009 s. 404)

Kun palvelut on tunnistettu, on käyttötapauksien tunnistaminen melko yksinkertaista. Ensimmäisenä kutakin palvelua tarkastellaan kerrallaan, ja niihin liitetään sen käyttäjä, jolloin syntyy käyttötapauksia. Tämän jälkeen tarkastellaan vastaavanlaisesti kutakin toimijan kerrallaan, ja pohditaan, että mitä tämän toimijan on pystyttävä tekemään. Lopuksi

kuljetaan uimaratakaavion läpi etsien lisää käyttötapauksia. (Sharp & McDermott 2009 s. 404)

Alustavien käyttötapauskuvauksien tarkoituksena on varmistaa, että jokainen projektin osanottaja ymmärtää ja hyväksyy järjestelmän käytön perusteet. Niiden tulee sisältää seuraavat asiat (Sharp & McDermott 2009 s. 406-409):

- Käyttötapauksen nimi, joka on toimija-palvelu-alusta muodossa, jossa alusta on vapaaehtoinen.
- Tiivistelmä, jonka tehtävänä on antaa lukijalle kuva toimijasta kulkemassa käyttötapauksen läpi, jotta varmistutaan siitä, että kaikki ymmärtävät sen käyttötapauksen samalla tavalla. Siinä kannattaa käsitellä jotakin tiettyä tilaisuutta liian yleistämisen sijaan.
- Sidosryhmien intressit, joiden avulla löydetään käyttäjien kannalta tärkeitä sääntöjä ja joita käyttötapauksen ja sitä vastaavan palvelun on valvottava. Sidosryhmät tunnistetaan kysymällä, että ketkä ovat kiinnostuneita käyttötapauksen tuloksesta. Seuraavaksi kysytään, että mikä tekisi kunkin sidosryhmän onnelliseksi, ja näin löydetään heidän intressinsä ja niistä johdetut säännöt.

## 4. Esineiden internet (IoT)

Esineiden internet (eng. Internet of Things, IoT) tarkoittaa Internet-verkon laajentumista erilaisiin laitteisiin ja koneisiin, jolloin ne voivat tehdä havaintoja ympäristöstään ja näiden havaintojen perusteella viestiä keskenään ja toimia älykkäästi (Kranz 2016). Yhteen liittyneet laitteet voivat olla vuorovaikutuksessa eri verkkopalveluiden ja ihmisten kanssa, sekä keskenään (Mukhopadhyay & Suryadevara 2014 s.1). IoT:n avulla tietokoneet voivat kerätä tietoa ympäristöstä ja objekteista ilman ihmisen vuorovaikutusta, täydentäen ihmisten syöttämää dataa, joka on rajoittunutta tarkkuuden, laajuuden ja kustannustehokkuuden saralta (Lazarescu 2014 s.169).

IoT lisää entisestään informaation teknisten rakenteiden ja viestintäteknologioiden monimutkaisuutta. Verkottuneet informaatio-objektit eli virtuaalikoneet ovat liittyneet verkkoon ja niitä on kehitetty edelleen verkkopalveluiksi. Kun uusia tuotteita integroidaan tähän järjestelmään, syntyy kokonaan uusi laitteiden ulottuvuus internetissä, IoT. Sen avulla fyysisiä objekteja voidaan parantaa *lisäämällä* niihin digitaalista informaatiota internetin kautta, näin saattaen sen tilaan jossa sitä voidaan ohjeistaa ja ohjata etäältä. Tämä prosessi luo uutta taloudellista arvoa sekä lisää entisestään internetissä olevan informaation arvoa. Yritysten menestys riippuu siitä, kuinka hyvin ne pääsevät käsiksi näihin uusiin potentiaalisiin arvonalähteisiin ja kuinka hyvin ne selviytyvät siitä seuraavista haasteista. (Windelband & Spöttl 2013 s.554)

IoT ei ole itsenäinen teknologia vaan muiden, toisiaan täydentävien teknologioiden summa. Niitä ovat muun muassa

tunnistamis-, kommunikaatio-, ja energianvarastointiteknologiat sekä kompaktit tiedonkäsittelyjärjestelmät. (Windelband & Spöttl 2013 s. 546) Näistä teknologioista yksi tärkeimmistä on **radiotaajuinen etätunnistus** (eng. Radio Frequency Identification, RFID), jonka avulla uniikkeja objekteja voidaan tunnistaa nopeasti ja luotettavasti, jolloin muodostuu yhteyssidos fyysisen ja digitaalisen maailman välille (Mukhopadhyay & Suryadevara 2014 s.14). RFID omaa valtavan potentiaalin, eräät tahot pitävät sitä yhtenä tärkeimmistä nykyisen vuosisadan teknologioista (Chao et al 2007 s.1).

#### 4.1 Älyobjektit

IoT on kehittymässä suuntaan, jossa se nähdään löyhästi yhteenliittyneenä hajautettuna järjestelmänä ns. älyobjekteja. Älyobjekti on jokapäiväinen esine, johon on *lisätty* (eng. augment) älyominaisuuksia. Ne ovat autonomisia, fyysisiä sekä digitaalisia objekteja, jotka kykenevät aistimaan, toimimaan, prosessoimaan ja säilyttämään tietoa sekä viestimään verkon välityksellä. Ne voivat käsitellä itse omasta ympäristöstään tuottamaansa tietoa, toimia itsenäisesti, tehdä yhteistyötä sekä vaihtaa tietoa muiden sähköisten laitteiden sekä ihmisten kanssa. Älyobjektien hyödyllisyys juontuu niiden kyvystä tehdä fyysisistä ympäristöistä "älykkäitä". (Fortino & Trunfio 2014 s.v)

Älyobjektit on varustettu sensoreilla, käyttölaiteilla, mikroprosessorilla, viestintälaitteella ja virtalähteellä tai niiden yhdistelmällä. Sensoreidensa avulla ne voivat tuottaa reaaliaikaista dataa, kuten tietoa lämpötilasta, paineesta, värähtelyistä tai energiankäytöstä. Niiden viestintäkyky voi

olla rajoittunut, kuten pelkästään RFID-tunnisteen kautta tapahtuva, tai kaksisuuntainen, toteutettu esimerkiksi Bluetoothilla tai matalatehoisella WiFi:llä. Älyobjektit mahdollistavat suuren joukon sovelluksia useilla aloilla, mukaan lukien kuljetusalalla. (Lackovic & Trunfio 2014 s.85)

Älyobjektien toimintaa voidaan mallintaa TET-sääntöjen (Tapahtuma-Ehto-Toiminto) avulla. TET-sääntö koostuu kolmesta osasta: (Goumopoulos & Kameas 2008 s.230)

- Tapahtuma: laukaiseva tapahtuma
- Ehto: ehdot, jotka täytyy täyttää ennen kuin toimintoja suoritetaan
- Toiminto: itse suoritettava toiminto

TET-säännösten avulla voidaan mallintaa älyobjektien yhteistoimintaa IoT-sovelluksissa. Säännöt on sulautettu itse älyobjekteihin, jotka kutsuvat oikeita palveluita, kun ulkoiset tai sisäiset tapahtumat laukaisevat säännön. Tätä suunnittelumallia seuraamalla sovellukset noudattavat logiikkaa, joka määrää ehdot joiden täytyessä toimintoja suoritetaan. (Goumopoulos & Kameas 2008 s.231)

Nykyaikaiset liiketoimintajärjestelmät hyödyntävät palveluorientoitunutta arkkitehtuuria, jossa liiketoimintaprosessit toteutetaan palveluita yhteensovittamalla. IoT:n integroimiseksi liiketoimintajärjestelmiin on tärkeää saattaa IoT:n resurssit tilaan, jossa ne ovat käytettävissä palveluina. Tähän tarvitaan väliohjelmistoa. (Giordano & Spezzano 2014 s. 50)

Väliohjelmisto on ohjelmisto, joka tuottaa palveluita ohjelmistosovelluksille, riippumatta käyttöjärjestelmästä. Ne siis saavat erilaiset sovellukset toimimaan yhteistyössä, ja ne voidaankin mieltää "ohjelmistojen liimaksi" (Middleware Resource Center 2017). Niitä käytetään myös perinteisissä hajautetuissa järjestelmissä, mutta älyobjektien suunnittelussa ja implementoinnissa ne ovat keskeisessä asemassa (Fortino et al 2014 s.2).

Älyobjekteja käyttävien sovellusten pitäisi olla ohjelmoitu siten, että ne eivät ole lukittu yhden valmistajan valmistamiin älyobjekteihin vaan olla ns. universaaleja. Lisäksi, sovellusten pitäisi olla kykeneviä käyttämään myös tulevaisuudessa kehitettäviä älyobjekteja. (Fortino et al 2014 s.4)

Älyobjektien tuottamat palvelut vaihtelevat sekä määrältään että laadultaan erilaisten ja jopa samankaltaisten älyobjektien välillä. Kaksi erilaista älyobjektia voivat tuottaa samoja palveluita, mutta kaksi keskenään samankaltaista älyobjektia eivät välttämättä tuota siitä huolimatta samoja palveluita. Älyobjekteja ei siis voi luokitella pelkästään objektin tyyppin mukaan, ja on epätodennäköistä, että niiden mukana tulee standardisoituja rajapintoja. Väliohjelmistoissa on siis oltava metodeja, joilla voidaan dynaamisesti lisätä, muokata tai poistaa älyobjektien palveluita. (Fortino et al 2014 s.4)

Älyobjektien tehokas hallinta on ehdottoman tärkeää IoT-sovelluksissa, joissa suuri joukko älyobjekteja on vuorovaikutuksessa keskenään. Sovelluksien ja älyobjektien tulee siis pystyä dynaamisesti sopeutumaan tilanteeseen, joissa



älyobjektien ominaisuudet muuttuvat tai osa laitteista menee epäkuntoon. Sovellusvaatimukset ja älyobjektipalvelut pitää siis sovittaa yhteen ajonaikaisesti. Löytämispalvelut ovat tällaisessa dynaamisessa kontekstissa tärkeitä, niillä voidaan etsiä ja noutaa älyobjekteja niiden pysyvien ja vaihtuvien ominaisuuksien mukaan. (Fortino et al 2014 s.4)

IoT-järjestelmien tulee olla infrastruktuuriltaan pitkäikäisiä ja vankkarakenteisia. Näihin infrastruktuureihin sisältyy tyypiltään vaihtelevia älyobjekteja, ohjelmistoja niiden vuorovaikutusten hallintaan ja kommunikaatorakenteita pienelle ja suurelle mittaluokalle. Infrastruktuurissa pitää olla mahdollisuus suorittaa paikallisia parannuksia ja päivityksiä ja niissä tapahtuvien vuorovaikutusten pitää olla sulavia. (Ye et al 2008 s.23)

## 4.2 IoT ja toimitusketju

Globalisaation kiihdyttäessä maailmanlaajuista kauppaa toimitusketjuilta vaaditaan aiempaa parempaa koordinaatiota ja suunnittelua. Toimitusketjun on oltava tehokas, joustava sekä läpinäkyvä, ja samaan aikaan kustannustehokas, luotettava ja turvallinen. Tämän saavuttamiseen voidaan käyttää IoT:ta. (Anderseck et al 2013 s.41)

Toimitusketjun näkökulmasta IoT voidaan nähdä autonomisena, itseään hallitsevana logististen objektien kuljettamisena lähettäjältä vastaanottajalle. Tämä autonominen hallinta merkitsee uuden teknisen kehityksen tason saavuttamista, ja sillä on merkittäviä vaikutuksia organisaatioiden toiminnalle. Verkottuneet IoT-järjestelmät kykenevät tekemään omia

päätöksiään ilman ihmisen valvontaa. ((Windelband & Spöttl 2013 s.546) Toinen tärkeä aspekti tulevaisuuden toimitusketjuissa on se, että objekteja voidaan paikantaa tarkasti kaikkina ajankohtina riippumatta siitä, ovatko ne paikoillaan vai siirtymässä tai siitä, minkä liiketoimintakumppanin hallussa ne kulloinkin ovat (Schuster et al 2007 s.62).

IoT:n potentiaalisia toimitusketjusovelluksia ovat tunnistamisteknologiat, objektien älykäs verkostoituminen sekä autonominen toiminta, joka tapahtuu ohjelmistojen ja apujärjestelmien avulla. Lisäksi IoT:ta voitaisiin käyttää logistiikan hallintaan, toimitusten seurantaan ja edistyneimmillään itsenäisesti organisoituneeseen kuljetustoimintaan. (Windelband & Spöttl 2013 s. 546)

Toimitusketjuissa IoT mahdollistaa verkostoon liittyvien osapuolten välisen reaaliaikaisen tiedon vaihdon ja oikea-aikaisen toimintojen koordinoinnin, minkä ansiosta toimitusketjussa hyödykkeet kulkevat oikeaan paikkaan juuri oikeassa ajassa. Tietotekniikka voidaan nähdä hajautetun työtavan mahdollistajana: vähentämällä koordinaation kuluja voidaan siirtyä markkinalähtöiseen koordinaatioon hierarkian sijasta. On kuitenkin huomioitava, että vaihdettavan tiedon on pidettävä paikkansa eli esimerkiksi kuljetuskontissa on oltava se määrä hyödykkeitä, mikä sen tiedoissa ilmoitetaan. Jos näin ei ole, syntyy ongelmatilanteita. (Rukanova et al 2011 s.3-4)

Jotta tämän vaihdettavan tiedon todenmukaisuudesta voidaan olla varmoja, kannattaa tuotteisiin asentaa seurantalaitteita, jotka

1. toimivat sähköisinä sinetteinä (sisältäen tilaukseen liittyvän dokumentaation)

2. ovat useiden toimitusketjun jäsenten käytettävissä
3. tuottavat reaaliaikaista tietoa. (Baida et al 2011 s.157)

Käytännössä markkinoilla on eri toimintaperiaatteilla toimivia laitteita, jotka kykenevät em. tehtävien täyttämiseen. Ne voivat esimerkiksi käyttää hyväkseen RFID:tä tunnistautumiseen, GPS:ää sijainnin paikantamiseen, logistiikkaan liittyviä sensoreita (lämpötila, kosteus jne.) ja kommunikaatiokanavaa (GSM, Wi-fi) hyödykkeiden tilanmuutoksista ilmoittamiseen. (Baida et al 2011 s.158) Edellä mainituista teknologioista RFID sopii parhaiten tämän työn laajuuteen ja mittakaavaan, joten on mielekästä perehtyä pääasiassa siihen.

RFID-tunnisteet mahdollistavat edistyneiden logistiikkakonseptien tuottoisan käytön. RFID:tä soveltamalla objektien merkitsemiseen voidaan saada aikaan nopea, joustava ja reaktiokykyinen toimitusketju joka tuottaa huomattavaa kilpailuetua. (Kumar 2007 s.21-22) RFID:hen perustuvien IoT-sovellusten avulla voidaan nopeuttaa aiemmin manuaalisesti suoritettuja toimintoja, kuten tilausten tuotteiden poimimista ja laskemista tai tilauksiin liittyvien dokumenttien käsittelyä, samalla vähentäen inhimillisten erehdysten määrää. (Schuster et al 2007 s.73, 75)

Asentamalla RFID-lukijoita esimerkiksi lastauslaitureille voitaisiin automaattisesti skannata ja tallentaa kuhunkin tilaukseen lastatut tuotteet. Tilaukset voidaan tarkistaa välittömästi, jotta saadaan varmuus siitä, että lähetyksessä on oikea määrä oikeita tuotteita. Jos virhe tapahtuu, se huomataan heti eikä vasta asiakkaan vastaanotettua tuotteen. Samalla

voidaan vähentää tilauksiin liittyvää dokumentaatiota ja siirtää sitä sähköiseen muotoon. (Schuster et al 2007 s.75)

Ensimmäinen askel automaattista tunnistamista tukevan IoT-ympäristön luomiseen on tavanomaisten esineiden muuttaminen älyobjekteiksi. Toimitusketjun avainkohtiin sijoitetaan RFID-lukijoita keräämään informaatiota. Kuormansiirtäjät (esimerkiksi kuljetuskontit) ja tuotteet taas varustetaan RFID-tunnisteilla, jotta niistä tulee tunnistettavia. Tuotteiden kulkiessa läpi toimitusketjun avainkohtien RFID-lukijat keräävät niihin kiinnitettyjen tunnisteiden sisältämän informaation. (Pang et al 2013 s.226)

IoT:n hyödyntäminen toimitusketjussa vaatii kuormansiirtäjien liittämistä osaksi IoT:ta. Tarkasteltaessa liikuteltavia objekteja, kuten kuormansiirtäjiä, niiden toiminnot ovat riippuvaisia ympäristöstä kuten operointipaikasta ja toisten objektien läheisyydestä. Tämän takia objektin **paikallistaminen** on tärkeä kriteeri IoT-sovellusten käytölle. Senhetkinen paikka voidaan esimerkiksi tallentaa datana, mutta ideaalitulanteessa se on koko ajan reaaliaikaisesti itse objektin sekä mahdollisesti muidenkin tiedossa. (Anderseck et al 2013 s. 41-43)

IoT:ssa objektit voivat vaihtaa informaatiota ja tehtäviä keskenään, viestien suoraan tai epäsuorasti esimerkiksi IT-järjestelmän avulla. Siksi on tärkeää, että jokainen logistiikkaan liittyvä objekti voidaan **tunnistaa** selkeästi. Ainoastaan tällä tavoin objektit voivat lähettää tietoa ja tehtäviä toisilleen. Selkeä tunnistaminen ei vielä tee

objektista "älykästä", mutta se on olennainen vaatimus IoT:n käytölle. Tunnistaminen olisi parasta toteuttaa RFID:n avulla, sillä tällöin tunnistaminen on täysin automaattista ja selkeää. (Anderseck et al 2013 s. 41-43)

## 5. Radiotaajuinen etätunnistus (RFID)

Radiotaajuinen etätunnistus eli RFID on automaattinen tunnistamismetodi, joka suoritetaan sähköisesti radioaaltojen välityksellä, käyttäen RFID-tunnisteita ja -lukijoita (Uckelmann 2012 s.12). RFID-tunniste on pieni laite, joka voidaan kiinnittää tai sisällyttää tuotteeseen, eläimeen tai henkilöön. Tunnisteet sisältävät piilastuja ja antennoja, joiden avulla ne voivat vastaanottaa ja lähettää radioaalloilla kulkevia viestejä RFID-lähetin-vastaanottimelta. (Koh 2007 s. 20)

Normaalissa RFID-järjestelmässä yksittäiset objektit on merkitty pienillä, edullisilla tunnisteilla. (Koh 2007 s.21) Tunnisteen sisältämä informaation määrä voi vaihdella, se voi olla pelkkä elektroninen tuotekoodi tai sisältää myös ympäristöön liittyviä parametreja kuten lämpötilan tai kosteuden (Schuster et al 2007 s. 38).

RFID:llä on muihin tunnistamisteknologioihin verrattuna huomattavia vahvuuksia (Uckelmann 2012 s. 13):

- se ei tarvitse suoraa näköyhteyttä
- se omaa vähäisen taipumuksen lukuvirheisiin
- se tarjoaa mahdollisen dynaamisen informaation keräämiseen
- se on helppokäyttöinen ja sen sisältämää dataa voidaan uudelleen kirjoittaa
- sen käyttämät tunnisteet ovat kestäviä ja uudelleenkäytettäviä

RFID:hen pohjautuva järjestelmä koostuu useista komponenteista, kuten tunnisteista, tunnisteiden lukijoista, palvelimista, väliohjelmistoista ja sovellusohjelmista. RFID-järjestelmän

tarkoitus on mahdollistaa datan siirto tunnisteiden kautta, joka luetaan RFID-lukijalla ja käsitellään tietyn sovelluksen tarpeiden mukaisesti. Kyseinen data voi tuottaa tunnistautumista tai paikkatietoa, tai yksityiskohtaista tietoa tunnistetusta tuotteesta, kuten sen hinnasta, koosta, tai ostopäivästä ja niin edelleen. (Koh 2007 s.20-21)

Kun RFID-tunniste ohittaa sähkömagneettisen vyöhykkeen, se havaitsee lukijan aktivaatiosignaalin. Lukija purkaa tunnisteiden sisältämän datan ja data lähetetään edelleen isännöivälle tietokoneelle, jolla pyörivä sovellusohjelma suorittaa määritetyt operaatiot. (Koh 2007 s.21) Nämä lukijat kannattaa sijoittaa strategisiin pisteisiin toimitusketjuissa, joista yrityksen kannattaa kerätä dataa eli esimerkiksi varaston lastauslaitureille (Schuster et al 2007 s. 54).

RFID-tunnisteet mahdollistavat saumattoman ja jatkuvan kaksisuuntaisen viestinnän objektin liikkeessa toimitusketjussa. Kiinnittämällä objektiin tunniste mahdollistetaan sen verkottuminen vaivattomasti. (Schuster et al 2007 s.37)

Tunnisteet ovat tyypiltään aktiivisia, passiivisia tai semiaktiivisia. Aktiivisissa tunnisteissa on paristo, jolla ne lähettävät tiedon läsnäolostaan vastaanotettuaan kehotuksen. Passiivisissa tunnisteissa ei ole virtalähdettä, vaan ne aktivoituvat joutuessaan lukijan sähkömagneettiseen kenttään. Semiaktiiviset tunnisteet toimivat usein passiivisten tunnisteiden tavoin sisältäen virtalähteen, jota ne käyttävät muihin toimintoihin, kuten datan keräämiseen ympäristöstä. Luku-

ja kirjoittamiskelpoiset tunnisteet mahdollistavat monenlaisen datan sisällyttämisen tunnisteeseen, esim. tunniste voi sisältää tiedon sen objektin fyysisistä mitoista, johon se on kiinnitetty. (Kumar & McGrath 2007 s. 43)

## 5.1 RFID ja toimitusketju

RFID:tä on sovellettu useisiin liiketoiminta-alueisiin, myös logistiikkaan ja toimitusketjuihin (Nam et al 2013 s. 532). Soveltamalla RFID:tä onnistuneesti toimitusketjun hallintaan voidaan oleellisesti tehostaa toimitusketjun toimintaa. Yleisesti ottaen RFID:n tuomia mahdollisia hyötyjä ovat mm. hukan väheneminen, pienemmät varastot, puutostilanteiden harveneminen ja tehokkaammat kuljetus- ja jakelutoiminnot. Myös työkustannukset tuotteiden käsittelyssä laskevat johtuen manuaalisen työn määrän laskusta. (Kumar & McGrath 2007 s.44) RFID ei nimittäin vaadi suoraa näköyhteyttä kohteeseen toisin kuin viivakoodit, joten tuotteiden liikuttelu skannaamista varten poistuu ja niiden vastaanottaminen nopeutuu. (Schuster et al 2007 s. 74)

RFID on yksinkertaisesti mahdollistava teknologia, jonka avulla yritykset voivat tarjota oikeaa tuotetta oikeassa paikassa oikeaan aikaan, maksimoiden myyntituoton. Sen avulla voidaan tunnistaa jokainen uniikki kontti, lava ja esine, joka valmistetaan, toimitetaan ja myydään, lisäten toimitusketjun läpinäkyvyyttä. (Koh 2007 s. 21) RFID:n avulla yritykset voivat nopeasti ja tarkasti jäljittää tuotteen mihin tahansa toimitusketjussa, kunhan on olemassa lukijoita sen läsnäolon havaitsemiseen. (Schuster et al 2007 s.75)



IoT-sovellusten ja erityisesti RFID:n avulla voidaan vähentää toimitusketjussa esiintyvien inhimillisten erehdysten määrää ja samalla nopeuttaa aiemmin manuaalisesti suoritettuja toimintoja, esimerkiksi tilausten tuotteiden poimimista ja pakkaamista tai tilauksiin liittyvien dokumenttien käsittelyä. Näin saadaan parannettua asiakastyytyvyyttä ja nopeutettua varastojen kiertonopeuksia. (Schuster et al 2007 s.73, 75)

Asentamalla lukijoita esimerkiksi lastauslaitureille voidaan automaattisesti skannata ja tallentaa kuhunkin tilaukseen lastatut tuotteet. Tilaukset voidaan tarkistaa välittömästi vertaamalla tuloksia osto- tai myyntitilauksesta generoituun sisältölistaan, jotta saadaan varmuus siitä, että lähetyksessä on oikea määrä oikeita tuotteita. Jos virhe tapahtuu, se huomataan heti eikä vasta asiakkaan vastaanotettua tuotteen. Kun tarkistuksia tehdään tällä tavoin automaattisesti pitkin toimitusketjua, virheet huomataan ajoissa, jolloin ne on helpompi korjata. (Schuster et al 2007 s. 75)

Näin nopeutetaan tilausten lastaus- ja purkutoimintaa ja minimoidaan toimitusvirheiden todennäköisyys, kun tarve manuaaliselle laskemiselle poistuu. Manuaalinen tuotteiden laskeminen ja tarkistaminen on pelkästään virheen vähentämiseen tähtäävä prosessi, joka ei tuota lainkaan lisäarvoa. (Schuster et al 2007 s.75)

RFID:n avulla voidaan yksinkertaistaa toimitusprosessia ja vähentää tilaukseen liittyvää dokumentaatiota siirtämällä sitä sähköiseen muotoon. Näin vähenee sen todennäköisyys, että dokumentit hukkuvat, ovat virheellisiä tai unohtuvat kokonaan.

Välitön verifikaatio kunkin tärkeän siirtymäpisteen välillä paljastaa suoraan, missä tilaukseen liittyvä virhe on tapahtunut. Valmistajat saavat nopeasti selville virhetapaukset ja ovat edullisessa asemassa reklamaatiotapauksia käsiteltäessä. (Schuster et al 2007 s. 75)

## 5.2 EPC-verkosto

EPCglobal, voittoa tavoittelematon organisaatio, on kehittänyt maailmanlaajuisen standardin RFID:n käytölle, jota kutsutaan EPC-verkostoksi. EPC-verkosto tarjoaa arkkitehtuurin joka kerää ja suodattaa elektronisia tuotekodeja ja referoi tuotetietoa. EPC-verkoston soveltaminen on tehokasta silloin kun kehitetään RFID:hen pohjautuvia sovellusjärjestelmiä, esimerkiksi jakelussa tai logistiikassa. (Nam et al 2013 s.532) EPC-verkosto tarjoaa useita standardeja RFID:n toimitusketjusovelluksiin, kuten EPC-koodin sekä tällaisten sovellusten arkkitehtuuriin liittyviä standardeja. (Uckelmann 2012 s.12)

EPC-verkosto voidaan rakentaa asentamalla edullisia RFID-tunnisteita logistisiin objekteihin kuten kontteihin, kuormalavoihin tai yksittäisiin tuotteisiin. RFID-teknologia tarjoaa myös mahdollisuuden näiden objektien keskinäiseen viestintään Internetin kautta, toimitusketjuun sijoitettujen lukijoiden avulla. (Schuster et al 2007 s.27)

EPC-koodi (Electronic Product Code) eli elektroninen tuotekoodi on järjestelmä, joka on suunniteltu tunnistamaan uniikisti fyysisiä objekteja. Se on tarpeeksi suuri toimiakseen hyvin nykyisten sekä myös tulevien nimeämismetodien kanssa. EPC on tarkoitettu olemaan maailmanlaajuisesti käytetty ja hyväksytty

standardi. Sen toteutuksessa on pyritty tarjoamaan tehokas informaatioreferenssi fyysisen ja digitaalisen maailman linkittämiseen. (Schuster et al 2007 s. 45)

Itse EPC-skeema muodostuu neljästä osasta: versionumerosta, ns. domain manager-numerosta, luokkakoodista, ja sarjanumerosta. Kaikki EPC-koodit sisältävät nämä neljä osaa, ja ne on eroteltu toisistaan pistein. Versionumero sisältää tietoa käytetyn koodin pituudesta ja rakenteesta, ja loput osat sisältävät varsinaisen tunnistetiedon. (Schuster et al 2007 s. 46)

01.0000A89.00016F.000169DC0

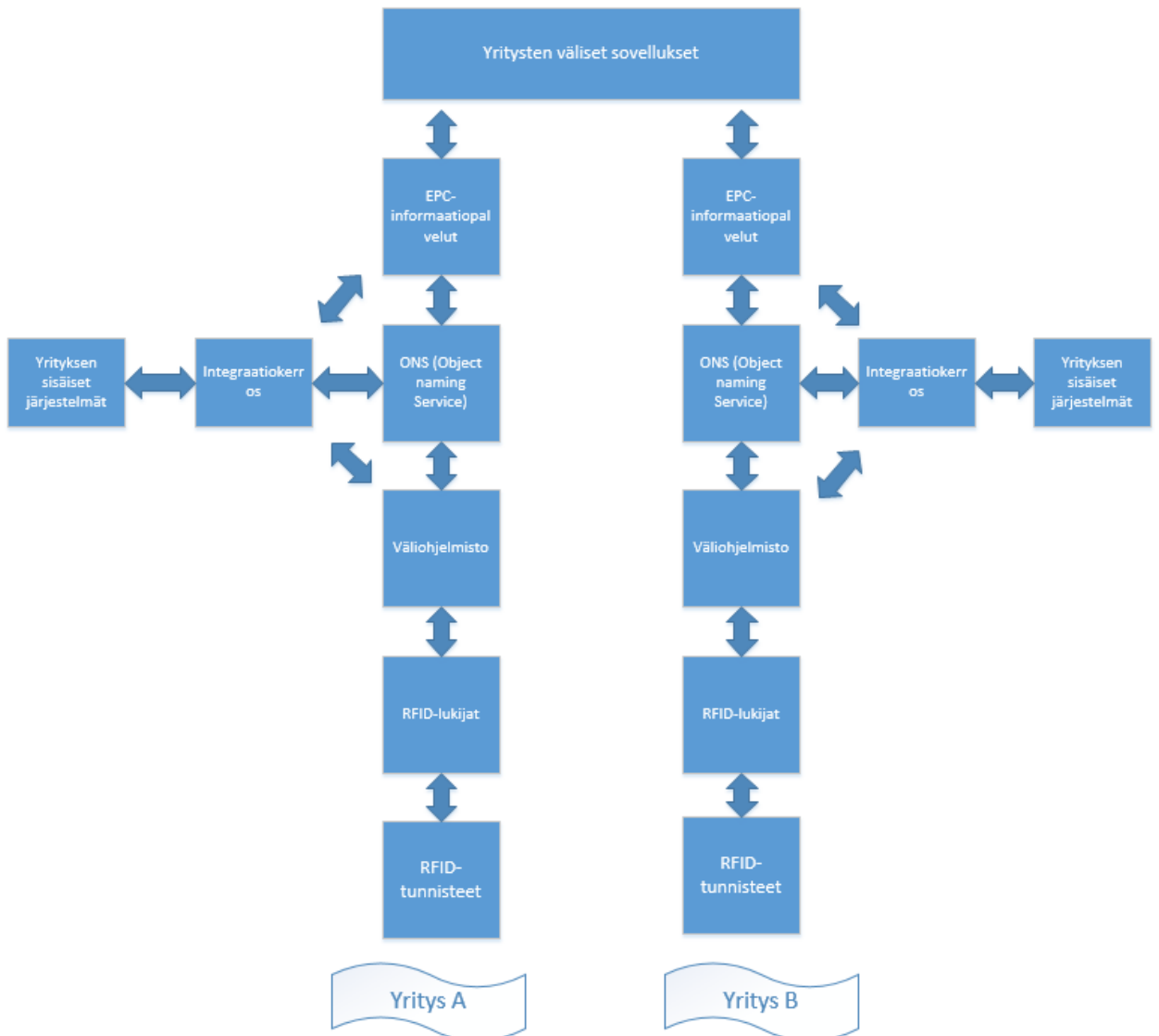
Kuva 2. Esimerkki EPC-koodista. (Schuster et al 2007. 46)

EPC-koodien notaatio tarjoaa RFID:hen yhdistettynä mahdollisuuden tunnisteilla varustettujen objektien tunnistamiseen helposti ja nopeasti toimitusketjun sisällä. Uniikki tunniste mahdollistaa joukon innovatiivisia toimitusketjusovelluksia. (Schuster et al 2007 s. 46)

Tunnisteet ja lukijat ovat tärkeitä RFID:tä hyödyntävässä toimitusketjujärjestelmässä. Niiden lisäksi tarvitaan kuitenkin muitakin kriittisiä järjestelmän elementtejä. EPC-verkostossa olettamuksena on, että edulliset objekteihin kiinnitetyt tunnisteet sisältävät juuri sen verran dataa kuin mitä tarvitaan EPC-koodilla tunnistautumiseen. Lisäinformaatiota ei säilötä itse objektissa, vaan tietokoneverkossa. Tässä arkkitehtuurimallissa EPC-koodi on avain, jolla päästään käsiksi objektia koskevaan informaatioon. (Schuster et al 2007 s. 51)

EPC-verkosto koostuu pohjimmiltaan seuraavista komponenteista (Schuster et al 2007 s. 53, Uckelmann 2012 s. 38-39):

- EPC-informaatiopalvelut
- ONS (Object Naming Service eli objektin nimeämispalvelu)
- Väliohjelmisto
- RFID-tunnisteet
- RFID-lukijat



Kuva 3. EPC-järjestelmän arkkitehtuuri. Sovellettu lähteistä Schuster et al 2007 s.55 ja Uckelmann 2012 s.38.

EPC-informaatiopalvelut mahdollistavat erilaisten sovellusten jakavan järjestelmän keräämää dataa. EPC-informaatiopalvelut ovat standardisoitu rajapinta, jonka kautta järjestelmään liittyvää dataa jaetaan kyseistä dataa keräävien sovellusten ja sitä tarvitsevien sovellusten välillä. (Uckelmann 2012 s. 39)

ONS on rekisteri, joka yhdistää tietyn EPC-koodin oikeaan tuotetiedostoon. ONS suorittaa etsinnän koodin perusteella löytääkseen siihen liitetyn objektin tuotetiedot, jotta ne voidaan palauttaa hakua pyytäneelle taholle. (Schuster et al 2007 s. 53-54)

Väliohjelmisto suodattaa ja koostaa järjestelmän keräämää massiivista datamäärää ennen siirtoa varsinaisiin tietojärjestelmiin. Se myös prosessoi datan, suorittaa virheentarkistuksen ja poistaa duplikaatit, mikäli niitä esiintyy johtuen siitä, että useampi kuin yksi lukija vastaanottaa signaalin samasta tunnisteesta. (Schuster et al 2007 s. 54, 58) Väliohjelmisto myös siirtää datan eteenpäin käyttökelpoisessa muodossa (Uckelmann 2012 s. 39).

PML (Physical Markup Language) toimii järjestelmän kommunikaatioformaattina tunnisteista kerätylle datalle. Se perustuu XML:ään (Extensive Markup Language) ja edustaa formalisoitua datan järjestämistä informaation tallettamiseksi avoimeen formaattiin, joka säilyy luettavana siirtyessään organisaatiosta toiseen toimitusketjun sisällä. Tuotetiedostot on pakattu PML-muotoon siten, että kutakin yksittäistä fyysistä tuotetta kohden on olemassa sen oma PML-tiedosto. (Schuster et al 2007 s. 53)

Yksi EPC-verkoston tärkeä aspekti on sen tarjoamat yleiset standardit. Standardien avulla mahdollistetaan eri järjestelmien yhteensopivuus ja liiketoimintatapahtumien vapaa virtaus. (Schuster, et al 2007 s.27)

### 5.3 Datan kerääminen ja käyttö

RFID-järjestelmää rakennettaessa yksi keskeisistä kysymyksistä on se, että minkälaista dataa, missä ja milloin tunnisteista kerätään. Sitä pohtiessa on otettava huomioon datan käyttö tietokonesovelluksissa, esim. toimitusketjun läpinäkyvyyden saavuttamiseksi. Päätöstä tehdessä on syytä ottaa huomioon yhteensopivuus jo olemassa olevien tieto- ja toiminnanohjausjärjestelmien kanssa. (Schuster et al 2007 s. 62)

Data on minkä tahansa tietojärjestelmän perusta. Se on raaka-aine, jota käytetään hyödyllisen informaation ja tiedon generoimiseen. Tarkka, totuudenmukainen ja reaaliaikainen data on tärkeää onnistunutta päätöksentekoa ja ongelmanratkaisua varten. (Choy 2007 s. 111)

Jotta RFID tuottaisi lisäarvoa, sen on ensin tuotettava dataa - todella paljon dataa. Käyttäjien on varmistettava, että ne omaavat IT-arkkitehtuurin joka kykenee hallinnoimaan, analysoimaan ja vastaamaan tähän valtavaan RFID-järjestelmän keräämään datamäärään, jotta toimitusketjuun saataisiin tosiasiallista läpinäkyvyyttä. (Koh 2007 s.32)

Yksi tärkeistä RFID-järjestelmän tarjoamista hyödyistä on siis sen tuottama suuri datamäärä. Seuraava looginen askel on datan hyödyntäminen ja sen muuntaminen hyödylliseksi informaatioksi ja tiedoksi. Tämä pitää ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa, jotta informaation tyyppi ja tarvittava tieto tunnistetaan ja voidaan muotoilla järjestelmän data sen mukaisesti. (Koh 2007 s. 37)

Tunnisteen kulkiessa lukijan lukualueen läpi sen EPC-koodi voidaan yhdistää lukijan paikkakoodiin, jolloin muodostuu tietosisältö, jossa on myös aikaleima. Tätä kutsutaan **lukutapahtumaksi**, ja se on RFID-järjestelmän tärkeä datan lähde. Tietosisältö siirretään seuraavaksi väliohjelmiston kautta varsinaisille tieto- ja toiminnanohjausjärjestelmille. (Schuster et al 2007 s. 66-67)

RFID:n toimitusketjusovellukset tähtäävät toimitusketjun läpinäkyvyyden lisäämiseen. Tämän takia suunnitteluvaiheessa on tärkeää päättää, että mitä dataa tarkalleen yritys haluaa säilöä tunnisteessa, miten sitä tehdään näkyväksi ja jaetaan toimittajien kanssa. (Koh 2007 s. 36)

Tunnisteissa säilytettyä dataa tullaan siirtämään reaaliajassa yrityksen IT-infrastruktuuriin. Niinpä on tärkeää, että sen kapasiteetti ja laajentamispotentiaali analysoidaan RFID:n käyttöönottoa harkitessa. Tämä on kriittistä, sillä toiminnanohjaus- ja varastohallintajärjestelmiä ei yleensä ole suunniteltu hallitsemaan RFID:n tuottamaa dataa. On todennäköistä, että olemassa olevia järjestelmiä joudutaan laajentamaan. (Koh 2007 s. 36)

#### 5.4 RFID-järjestelmän käyttöönotto ja sen suunnittelu

RFID-järjestelmä voi tuottaa yritykselle merkittävää kilpailuetua. Sen käyttöönotto vaatii kuitenkin merkittäviä investointeja, joten yrityksen kannattaa arvioida omia liiketoimintaprosessejaan päättääkseen minne RFID:tä kannattaa



soveltaa operationaalisen ja prosessien tehokkuuden parantamiseksi. (Koh 2007 s.32)

Jos arvioinnin tulos on myönteinen, seuraavaksi on kehitettävä tiekartta RFID:n käyttöönottoa varten. (Koh 2007 s.32) Onnistunut RFID-suunnitelma sisältää osa-alueet ainakin neljälle seikalle: **toimittajille, asiakkaille, johdolle ja työntekijöille**. Yhteistyötä tekevät toimittajat pitää saada ymmärtämään RFID-sovellusten tärkeys ja ne pitää ajaa ottamaan kyseiset sovellukset käyttöön, tukien niitä siinä. RFID:n käytölle pitäisi tehdä selkeä liiketoimintatapa, jota ohjaavat asiakasvaatimukset paremmista tuotteiden toimituksista. Johdon pitäisi johtaa RFID-aloitetta ylhäältä käsin ja samalla kuunnella työntekijöiden ehdotuksia alhaalta-ylös tyyliin tapauksen läpikotaista analysointia varten. (Koh 2007 s.34)

RFID-ratkaisuja tarjoavia tavarantoimittajia on runsaasti markkinoilla, ja sopivan toimittajan valinta voi määrittää RFID-aloitteen onnistumisen tai epäonnistumisen. Huolellinen toimittajien ja implementoijien tunnistaminen ja valinta ovat ratkaisevia aloitteen tulevaisuuden kannalta. (Koh 2007 s.34)

RFID:n käyttöönotto vaatii muutenkin kunnollista suunnittelua. Sille on oltava oikea tarve niin, että kyse ei ole pelkästään villityksen seuraamisesta. Käyttöönotolle pitää laatia uskottava projektisuunnitelma, ja tässä vaiheessa pitäisi tunnistaa sopivat suorituskyvyn mittarit joilla RFID-sovellusten tuomia hyötyjä mitataan. Näitä voisivat olla mm. varaston kiertonopeus, inventaarion tarkkuus ja toimitusaika. (Koh 2007 s.35)

Kustannuksien ja hyötyjen analysointi on tärkeää RFID:n käyttöönottoa suunniteltaessa. Tunnisteet itse ovat melko edullisia, mutta niitä tarvitaan suuri määrä, jotta voidaan merkitä jokainen seurattava objekti. Sen lisäksi tulee vielä IT-infrastruktuuri, joka tarvitaan datan hallintaan ja toimimaan yhdyssiteenä yrityksen varsinaisiin tietojärjestelmiin. Ennen projektin aloittamista hankittu selkeä kuva kokonaiskustannuksista ja hyödyistä parantaa sen onnistumisen todennäköisyyttä. (Koh 2007 s. 35-36)

Suunnitteluvaiheessa pitää myös päättää se, että missä toimitusketjun kohdassa tai kohdissa RFID:tä käytetään. Toimitusketjun operationaalinen analyysi voi paljastaa pisteen tai pisteet, joissa toimeen kannattaa ryhtyä ja joista olisi mielekästä kerätä dataa. Näin maksimoidaan projektin hyödyt ja siihen tarvittavan investoinnin suuruutta voidaan arvioida tarkemmin. (Koh 2007 s. 36)

Luotettavat ja yhteistyötä tekevät toimittajat voidaan ottaa mukaan RFID:n käyttöön. Luottamus ja yhteistoiminnallinen järjestelmän rakentaminen ovat elintärkeitä, jotta datan jakaminen toimijoiden välillä toimisi. Kumppanuus voi olla kannattavaa, ja yhteisiä tuotteiden ja palveluiden kehitysprojekteja joissa hyödynnetään tunnisteista kerättyä dataa kannattaa harkita tulevaa laajentamista ennakkoiden. (Koh 2007 s. 37)

Aivan kuten muitakin uusia teknologioita käyttöönotettaessa, myös RFID:n osalta tarvitaan koulutusta. Suunnittelun aikana on otettava huomioon se, minkälaista koulutusta ja opetusta

vaaditaan kaikilla tasoilla, johdosta alimmalle työntekijätasolle. (Koh 2007 s. 37)

RFID-järjestelmää ei pidä ottaa käyttöön ilman pilottitestausta. Jos valmiissa järjestelmässä on ongelmia, se voi tulla kalliiksi. Täydellinen ketjutestaus tulee suorittaa, jotta varmistutaan siitä, että prosessi on toimiva, ja että ilmenevät virheet voidaan korjata ennen täysimittaista käyttöönottoa. (Koh 2007 s. 37)

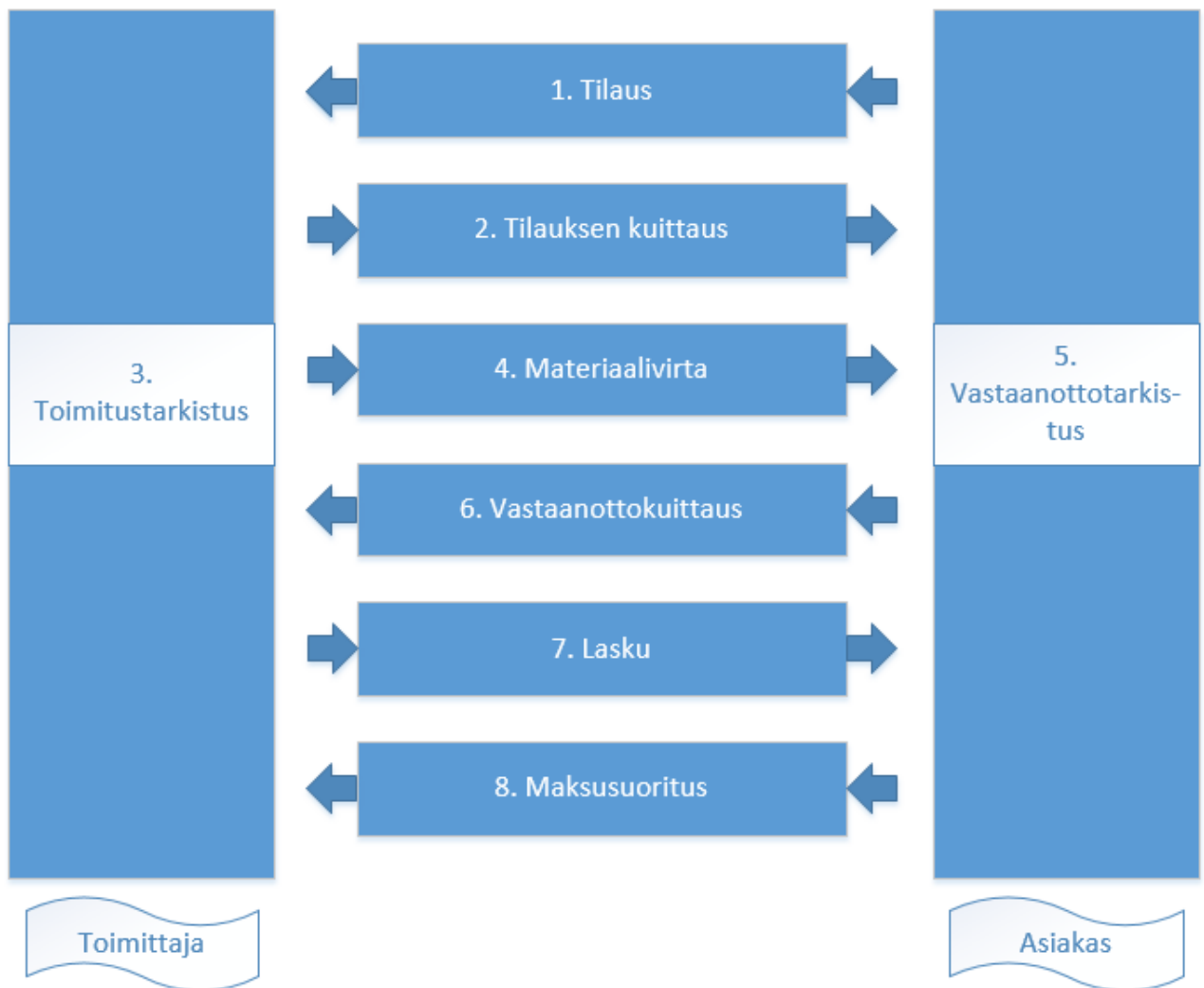
RFID-järjestelmän integrointi varsinaisiin tietojärjestelmiin automaattisen päätöksenteon mahdollistamiseksi on myös tärkeää. Tavoitteeksi voidaan asettaa täysin läpinäkyvä toimitusketju tai jopa itseään hallitseva toimitusketju, jossa hankinnat, laskutus ja muut toiminnot tehdään automaattisesti ja reaaliaikaisesti. Tämä kannattaa ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa, sillä RFID:tä ei pidä ottaa käyttöön pelkästään RFID:n vuoksi. Käyttöönoton tavoitteena pitäisi olla täysin RFID-kykenevä tulevaisuuden toimitusketju, joka on niin läpinäkyvä ja automatisoitu, että se voi hallita itseään integroituna oikeisiin yhdistäviin teknologioihin. (Koh 2007 s. 37)

#### 5.4 Liiketoimintaprosessien muutokset RFID:n myötä

Onnistunut RFID:n soveltaminen toimitusketjun hallinnassa vaatii liiketoimintaprosessien muuttamista. RFID tulee muuttamaan perinteiset varastonhallintamenetelmät sekä viestinnän asiakkaiden ja toimittajien kanssa. Näiden muutosten takia tarvitaan uusia liiketoimintaprosesseja sekä menettelytapoja datan käsittelyyn ja transaktioiden suorittamiseen. (Koh 2007 s. 36-37)

Yrityksen ottaessa RFID:n käyttöön monien toimitusketjuun liittyvien liiketoimintaprosessien on muututtava. RFID-järjestelmän avulla suuri osa ennen manuaalisesti tehdystä työstä muuttuu automatisoiduksi, parantaen tuottavuutta ja vähentäen inhimillisiä virheitä. (Kumar & McGrath 2007 s.47)

Lastauslaitureille asennetut RFID-lukijat voivat vahvistaa tulevien lähetysten sisällön ilman, että sitä tarvitsee käsin tarkistaa. Tuotteita ei myöskään tarvitse käyttää viivakoodilukijassa yksitellen, vaan RFID-lukija tunnistaa ne kaikki kerralla. Fyysisiä inventaarioita ei tarvitse enää tehdä, eikä varastotasoja muutenkaan tarvitse tarkkailla silmämääräisesti RFID:n huolehtiessa siitä, että varastohallintajärjestelmässä oleva data on reaaliaikaisesti oikeassa. (Kumar & McGrath 2007 s.47)



Kuva 4. Automatisoitu tilausprosessi. (Uckelmann 2012 s. 59)

RFID:n avulla tilausprosessi voidaan pitkälti automatisoida. Yllä kuvattu automatisoitu tilausprosessi alkaa (1.) asiakkaan tekemästä tilauksesta. Tämän jälkeen toimittaja kuittaa tilauksen vahvistetuksi lähettämällä (2.) tilausvahvistuksen asiakkaalle. Tilauksen lähtiessä toimittajan varastosta RFID-lukija (3.) tarkistaa, että se sisältää oikean määrän tuotteita vertaamalla sen sisältöä tilausvahvistukseen. Tilauksen saapuessa asiakkaalle (5.) sama tarkistus uusitaan. Asiakas (6.) kuittaa vastaanottaneensa tilauksen, ja tämän jälkeen toimittaja (7.) laskuttaa sen. Lopuksi asiakas tekee (8.) maksusuorituksen.

On arvioitu, että tämänkaltaisella automatisoidulla tilausprosessilla aikaa säästetään noin 80% tavanomaiseen tilausprosessiin verrattuna. (Uckelmann 2012 s. 59)

## 6. Case Biofore ja Toukomäki

Tässä osiossa käsitellään kuvitteellista case-tapausta, jonka ratkaisussa sovelletaan prosessin ja siihen liittyvän tietojärjestelmän suunnittelua IoT- ja RFID-kontekstissa. Case-tapauksessa kaksi paperiteollisuuden alalla asiakastoimittajasuhteessa toimivaa yritystä on päättänyt syventää yhteistyötään tehostaakseen yhteisen toimitusketjunsa toimintaa. Toimittajayritys, Biofore, valmistaa suurikokoisia kartonkirullia, joita asiakasyritys, Toukomäki, jalostaa kartonkipakkauksiksi. Projektissa on mukana myös yksi kuljetuksista vastaava logistiikkatoimittaja. Yhteistyöprojektin tavoitteena on parantaa sekä palvelutasoa että toimitusvarmuutta. Samalla tilausten hallinnoimiseen, lastaamiseen ja purkamiseen liittyviä työvoimakustannuksia pyritään vähentämään.

Osion tärkein anti on Bioforen ja Toukomäen yhteistyöprojektia varten luotu suunnitelma heidän tarpeitaan vastaavasta liiketoimintaprosessista, sekä sitä tukevalta tietojärjestelmältä vaadituista ominaisuuksista. Tavoitteena on hahmotella uuden prosessin toiminta, sekä luoda alustavat suunnitelmat sen vaatimille tietoteknisille ratkaisuille. Näiden suunnitelmien avulla varsinainen toteuttaminen on suoraviivaista: tietojärjestelmistä tuotettavia dokumentteja voidaan käyttää tulevan tietojärjestelmän kehitystyössä vaatimusmäärittelyssä sekä suunnittelussa.

Biofore ja Toukomäki ovat paperiteollisuudessa toimivia pitkäaikaisia liiketoimintakumppaneita. Biofore valmistaa suurikokoisia kartonkirullia myyden niitä Toukomäelle, joka

jatkojalostaa niitä. Yritykset haluavat syventää yhteistyötään, tehostaa yhteisen toimitusketjunsä toimintaa, ja samalla pysyä mukana teknisessä kehityksessä. Yritysten johto hakee uutta prosessia tai prosesseja, joilla näihin tavoitteisiin voitaisiin päästä. Projektissa on mukana myös logistiikkatoimittaja, jonka vastuulla on tuotteiden kuljettaminen Bioforen varastolta Toukomäen toimipisteelle.

Kirjallisuusanalyysin tuloksena yritysten johdolle suositellaan automaattista tilausprosessia, joka mahdollistaa osan tilausprosessin hallinnoimiseen ja toimittamiseen liittyvien työtehtävien automatisoinnin parantaen toimitusketjun läpinäkyvyyttä ja jäljitettävyyttä. Lisäksi yritykset pysyvät ajan hermolla siirtyessään IoT-aikaan.

Automaattinen tilausprosessi vaatii toimiakseen edistynyttä tietojärjestelmää. Sen kehittäminen on haastavaa, ja onnistumisen todennäköisyys laskee huomattavasti, jos siihen ryhdytään ilman kunnollista suunnitelmaa järjestelmältä vaadituista ominaisuuksista ja sen rakenteesta. Siksi tässä osuudessa tuotetaan alustava suunnitelma, jolle uusi RFID:hen perustuva automaattinen tilausjärjestelmä tulee perustumaan. Se sisältää useita dokumentteja, kuten datamallin, liiketoimintapalveluspesifikaatiot ja käyttötapauskuvaukset.

Uuden RFID:hen perustuvan automaattisen tilausjärjestelmän ensisijainen tarkoitus on mahdollistaa automaattisen tilausprosessin sujuva toiminta, mutta sen suunnittelussa otetaan huomioon myös normaalin toiminnan ohella tapahtuva toimitusketjuun liittyvän datan kerääminen. Näin rakennetaan



samalla infrastruktuuri suuren datamäärän keräämiselle, joka on hyödyllistä raaka-ainetta tulevaisuudessa potentiaalisesti suoritettaville analyyseille.

Uusi järjestelmä hyödyntää kahta tärkeää teknologiaa: RFID:tä sekä IoT:ta. IoT:ssa erilaiset laitteet varustetaan laskentakyvyltä ja viestintäominaisuuksilla sekä yhdistetään Internettiin, jolloin ne voivat tehdä yhteistyötä toistensa ja ihmiskäyttäjien kanssa (Mukhopadhyay & Suryadevara 2014 s.1). Tehokas ja luotettava esineiden tunnistaminen on välttämätöntä IoT:n toimitusketjusovellusten onnistuneelle käytölle (Anderseck et al 2013 s.42-43), ja tähän tunnistamiseen erinomaisesti sopiva teknologia on RFID. RFID tarkoittaa radiotaajuista etätunnistamista, ja sillä voidaan helposti ja nopeasti tunnistaa suuri joukko uniikkeja RFID-tunnisteilla merkittyjä esineitä RFID-lukijoiden avulla (Uckelmann 2012 s.12). Uuden järjestelmän RFID-lukijat ovat tällaisia IoT-kontekstin älyobjekteja. Älyobjektiominaisuuksiensa ansiosta ne kykenevät rajalliseen yhteistyöhön toistensa sekä muun järjestelmän kanssa.

Tuotteisiin kiinnitetään jatkossa viivakoodin sijaan (tai sen lisäksi) RFID-tunniste. Kyseiset tunnisteet sisältävät uniikin EPC-koodin, jonka perusteella löydetään tietokantaan tallennetut kyseiseen koodiin liittyvät tuotetiedot. Itse tunnisteet eivät ole älykkäitä, vaan mahdollisimman yksinkertaisia. Tällaisella ratkaisulla on tarkoitus saada aikaan järkevin kustannus- ja kehitysaikarajoittein toteutettavissa oleva järjestelmä, joka kuitenkin tarjoaa IoT-ajan tehokkuutta. Samalla varmistetaan tunnisteiden tietosuojaa, kun niissä säilytettävä tieto ei ole ulkopuolisten tahojen hyödynnettävissä.

Tämän järjestelmän arkkitehtuuri on omaksunut paljon piirteitä EPC-verkoston tarjoamaa standardia RFID-tunnisteiden ja lukijoiden järjestämiseksi toimivaksi järjestelmäksi. Standardia hyödyntämällä pyörää ei tarvitse keksiä kokonaan uudestaan. Samalla parannetaan järjestelmän yhteensopivuutta nykyisten ja mahdollisten tulevien liiketoimintakumppanien välillä, esimerkiksi tunnisteesiin tallennetun elektronisen tuotekoodin osalta. Älyobjektien mukaan ottamisesta johtuen järjestelmän arkkitehtuuri ei ole täysin EPC-verkoston standardin mukainen, vaan sisältää juuri tätä järjestelmää varten suunniteltuja palveluita ja muita kokonaan uusia piirteitä.

Kyseessä on pilottihanke, jonka omaama toiminnallisuus on rajattua. Suunnittelussa on kuitenkin pyritty huomioimaan tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuva järjestelmän laajentaminen, kuten kirjallisuudessa suositellaan tekemään (Ye et al 2008 s.23, Fortino et al 2014 s.4-5). Näin pilotoitava järjestelmä muodostaa perustuksen, jolle voidaan tulevaisuudessa rakentaa monipuolisempia toimintoja uusien yhteistyökumppanien kanssa.

## 6.1 Viiteryhmäanalyysi

Sekä Sharp & McDermott (2009 s. 84) että Kumar (2007 s.34) suosittelevat suorittamaan kehitysprojektille viiteryhmäanalyysin, jossa sitä arvioidaan toimittajien, asiakkaiden, johdon ja työntekijöiden näkökulmasta. Tässä tapauksessa analyysi tehdään mieltäen Biofore toimittajaksi ja Toukomäki asiakkaaksi, ja tarkastellen asiaa yhteishankkeen näkökulmasta.

Bioforen näkökulmasta uusi järjestelmä tulee olemaan huomattava rahallinen investointi, jonka vastineeksi yritys onnistuu sitouttamaan avainasiakastaan. Sitoutuminen johtuu itse integroituvasta tilaus-toimitusprosessista sekä sen tuomasta kustannustehokkuudesta. Yrityksen operationaalinen tehokkuus paranee jonkin verran, pääasiassa tilausten vastaanottamisen, pakkaamiseen ja hallinnoinnin tiimoilta. Lisäksi alusta alkaen laajennettavaksi suunniteltu järjestelmä on sijoitus tulevaisuuteen, kun sen piiriin voidaan tulevaisuudessa tuoda muitakin tärkeitä asiakkaita.

Uuden järjestelmän kehittäminen ja käyttöönotto muodostaa merkittävän kuluerän myös Toukomäelle. Yritys myös sitoutuu syvemmin käyttämään Bioforea toimittajanaan, sillä toimittajan vaihtaminen hankaloituu. Toukomäen kannalta järjestelmä tuo kuitenkin huomattavia parannuksia operationaaliseen tehokkuuteen, mm. tilausten tekemiseen, vastaanottamiseen ja maksamiseen liittyen. Varastoihin sitoutuneen pääoman pitäisi laskea huomattavasti, kun varastotasojen tarkkailu ja täydennyserien tilaaminen annetaan automatiikan vastuulle. Tilausten automaattinen tekeminen ja maksaminen mahdollistaa henkilöstökuluissa säästämisen, kun näihin tehtäviin ei enää tarvita ihmistyövoimaa muuten kuin korkeintaan valvovassa ominaisuudessa.

Pilottiprojektiin osallistuvan logistiikkatoimittajan kannalta järjestelmän käyttöönotto on myös mahdollisuus päästä sitouttamaan Toukomäkeä ja Bioforea palvelujensa käyttöön sekä parantamaan kilpailukykyään. Järjestelmästä koituu yritykselle jonkin verran kuluja laitteistohankintojen ja henkilöstön koulutuksen osalta, mutta sen ei tarvitse osallistua

järjestelmän kehitystyön rahoitukseen. Hanke on siis logistiikkayrityksen kannalta hyvä ja houkutteleva mahdollisuus.

Kehitysprojekti on merkittävä taloudellinen panostus, josta pääosuuden kantavat Biofore ja Toukomäki. Pitkäaikaiset liikekumppanit kuitenkin omaavat luottamusta toisiaan kohtaan, ja näkevät potentiaaliset hyödyt niin merkittävinä, että ovat valmiita kantamaan hankkeeseen liittyvän taloudellisen riskin. Tämä luottamus myös mahdollistaa toimitusketjuun liittyvän tiedon jakamisen kumppaneiden välillä, sekä tilausten tekemiseen ja maksamiseen liittyvien mekanismien osittaisen luovuttamisen uuden yhteisen järjestelmän vastuulle.

Varsinaista kehitystyötä varten yhteistyökumppanit joutuvat hankkimaan ulkopuolista apua IT-alan yritykseltä. Hanketta varten kannattaa järjestää kilpailutus, jossa käytetään hyväksi tästä työstä löytyviä dokumentteja järjestelmältä vaaditusta toiminnallisuudesta. Tämänkaltaisen järjestelmän toteuttaminen saattaa olla haastavaa, joten toteuttajakandidaateilta täytyy vaatia referenssejä todisteena pätevyydestä.

Myös tarvittava laitteisto eli pääasiassa RFID-lukijat ja -tunnisteet on ostettava ulkopuolelta. Ihannetilanteessa laitteisto olisi mahdollisimman standardisoitua, jotta järjestelmän laajennettavuus säilyisi hyvänä myös tulevaisuudessa. Laitteistovalinnoissa tulee tehdä yhteistyötä valitun IT-toimittajan kanssa, jotta ne sopisivat mahdollisimman hyvin yhteen järjestelmän tarkoitusperien kanssa teknisten yksityiskohtiensa osalta.

Sekä Bioforen että Toukomäen johdolta vaaditaan sitoutumista projektiin sen onnistumisen turvaamiseksi. Uusi prosessi muuttaa työntekijöiden päivittäistä toimintaa huomattavasti, ja tämän muutoksen johtaminen on tärkeää. Johdon kannattaa myös olla avoinna työntekijöiden ehdotuksille koskien uuden prosessin käytännön toimintaa koskien, sillä heiltä voi tulla hyviä ideoita. Uuden prosessin tärkeys pitää saada perusteltua työntekijöille ja saada heidät motivoitua sen toteuttamiseen.

Työntekijät tulevat tarvitsemaan koulutusta uuden järjestelmän käyttöön. Suorittavan tason työntekijöille, kuten varastomiehille on opetettava uuden järjestelmän käyttämistä käytännössä niiden työtehtävien osalta, jotka kyseisille henkilöille kuuluvat. Tilauksien käsittelystä vastaavien toimihenkilöiden rooli taas muuttuu enemmän automaattisten prosessien valvomiseen ja ongelmatilanteiden selvittelyyn manuaalisen työn sijaan, ja koulutuksella tulee kehittää heille tällaisissa tehtävissä vaadittavia kyvykkyyksiä.

Uuden prosessin suorituskykyä tulee arvioida suorituskykymittarien avulla. Seurattaviksi mittareiksi valitaan alustavasti **virheellisten toimitusten suhteellinen osuus, toimitusaika, Toukomäen varastojen kiertonopeus, sekä tilausten käsittelyyn kulunut aika.**

Virheellisiksi toimituksiksi lasketaan sellaiset toimitukset, joiden sisällössä on jotakin huomauttamista, esimerkiksi puuttuvia tai vääriä tuotteita. RFID:n avulla tapahtuvien automaattisten ja luotettavien lähtötarkistusten avulla tällaisten toimitusten määrä pitäisi saada selvään laskuun.

Toimitusaika pitäisi myös saada lyhenemään uuden prosessin myötä. Tämä johtuu toimitusten hallinnoinnin keventymisestä, tilausten pakkaamisen nopeutumisesta Bioforen varastolla sekä sekaannusten voimakkaasta vähentymisestä. Lisäksi, toimitusketjun avainkohdista kerätyt aikaleimatut lukutapahtumat antavat mahdollisuuden tehokkaasti tarkastella sitä, mitkä etapit tai vaiheet muodostavat toimitusajan ja siinä mahdollisesti esiintyvät viiveet. Tätä tietoa voidaan käyttää hyväksi toimintaa edelleen kehitettäessä.

Toukomäen varastojen kiertonopeuden pitäisi nopeutua selvästi, kun tilausten tekeminen perustuu automaattisiin laskennallisesti määritettyihin tilauspisteisiin. Jos näin ei käy, tulee tilauspisteiden määrittelyyn käytettyä metodia tarkastella uudelleen.

Tilausten käsittelyn pitäisi myös nopeutua. Pilotointivaiheessa voidaan mitata, kuinka kauan keskimääräisen tilauksen pakkaamiseen tai vastaanottamiseen kuluu aikaa. Tavoitteena on, että tuo aika laskisi selvästi nykyhetkellä vallitsevasta tilanteesta, kun tilauksien sisältöä ei tarvitse enää manuaalisesti laskea.

## 6.2 Projektisuunnitelma

Seuraavaksi laaditaan alustava projektisuunnitelma, josta käyvät ilmi kehitys- ja pilottiprojektiin kuuluvat työvaiheet pääpiirteittäin. Tyypillisesti ohjelmistotuotanto-projektiin kuuluvat seuraavat vaiheet: määrittely, suunnittelu, ohjelmointi, ja lopuksi käyttöönotto sekä ylläpito (Haikala & Märijärvi 2006 s.35). Tässä osiossa näitä ohjelmistotuotannon

työvaiheita täydennetään fyysiseen maailmaan liittyvillä tehtävillä, jotka tähtäävät uuden prosessin implementointiin käytännössä.

Projektin ensimmäinen vaihe on **tietojärjestelmän toteuttajan kilpailutus ja valinta**. Tämä suoritetaan ensimmäisenä, jotta valittu toteuttaja pääsee osallistumaan projektin kaikkiin vaiheisiin, ja tuomaan niihin tietoteknistä näkemystä.

Seuraava vaihe on uuden **automaattisen tilausprosessin tarkka suunnittelu**. Tähän työhön kuuluvaa uimaratakaaviota käytetään pohjana, mutta sitä tarkennetaan huomioiden kaikki käytännön asiat. Koko prosessi kuljetaan toimipisteissä paikan päällä läpi, etsien prosessia ja sen tietojärjestelmää varten huomioitavia asioita. Samalla voidaan kuulla henkilökunnan ajatuksia uudesta toimintamallista, ja ottaa hyvät ehdotukset huomioon. Tietojärjestelmän toteuttaja osallistuu suunnitteluun sellaisten prosessin työvaiheiden osalta, jossa tietojärjestelmä on aktiivinen toimija.

Varsinaisen kehitystyön aloittaa **vaatimusmäärittely**. Se tarkoittaa ohjelmistoprojektin tavoitteiden ja vaatimusten asettamista sekä ratkaisumallin laatimista (Haikala & Märijärvi 2006 s.78). Sen aikana tuotetaan tarkka lista vaatimuksista, jotka uudelle tietojärjestelmälle asetetaan sekä alustavasti määritellään tuleva tietojärjestelmä. Vaatimusmäärittelyn pohjana voidaan käyttää tästä työstä löytyvää selvitystyötä tietojärjestelmän ominaisuuksista.

Seuraava vaihe on **tietojärjestelmän suunnittelu**. Tällöin edeltävässä vaiheessa luotu määrittely käännetään tekniselle kielelle (Haikala & Märijärvi 2006 s.81). Tämä vaihe on tietojärjestelmän toteuttajan harteilla, eikä varsinaisesti kuulu tämän työn laajuuteen. Toteuttajan kannattaa kuitenkin hyödyntää tästä työstä löytyviä dokumentteja, kuten datamallia ja liiketoimintapalvelukuvauksia suunnittelutyötä tehdessään.

**Laitteistotoimittajan kilpailutus ja valinta** tarkoittaa RFID-tunnisteiden sekä lukijoiden valmistajan valitsemisvaihetta. Tarjouskilpailua järjestettäessä tulee pitää mielessä lukijoilta vaaditut älyobjektioinaisuudet sekä fyysiset lukuominaisuudet. Järjestelmän sulavan toiminnan varmistamiseksi RFID-lukijoiden on oltava luotettavia ja omattava riittävän laaja lukualue, sekä oltava ohjelmoitavissa tietojärjestelmän vaatimalla tavalla. Tässä vaiheessa kannattaa kuulla tietojärjestelmän toteuttajaa laitteiston ja tietojärjestelmän yhteensopivuuden varmistamiseksi.

**Uuden tietojärjestelmän ohjelmointi** on työläs vaihe. Tällöin järjestelmän toteuttaja ohjelmoi tietojärjestelmän aikaisemmin laaditun suunnitelman pohjalta. Ainakin osittain samanaikaisesti sen kanssa toteutetaan **muutosten tekeminen Bioforen ja Toukomäen omiin tietojärjestelmiin sekä integraatiokerroksen kehittämisen**, jolloin varmistetaan se, että yritysten olemassa olevat omat järjestelmät sekä uusi RFID:hen perustuva tilausjärjestelmä toimivat sulavasti yhteistyössä automaattisen tilausprosessin vaatimalla tavalla. Nämä tehtävät ovat työläitä ja haastavia, ja niille on varattava riittävästi aikaa.



Kun uusi tietojärjestelmä on lopulta saatu valmiiksi, aloitetaan **tietojärjestelmän testaus**. Tämän suorittaa tietojärjestelmän toteuttaja normaalina osana ohjelmistontuotantoprojektiaan, ja sen yksityiskohdat ovat tämän työn laajuuden ulkopuolella.

Kun tietojärjestelmän toimivuudesta on varmistuttu, voidaan siirtyä **automaattisen toimitusprosessin ketjutestaukseen**. Tällöin uuden prosessin ja sitä tukevan tietojärjestelmän toimintaa testataan fyysisessä maailmassa kulkien prosessi läpi erilaisissa olosuhteissa sen sulavan toiminnan varmistamiseksi ennen laajamittaista käyttöönottoa, kuten Koh (2007 s. 37) suosittelee tekemään.

RFID-pohjaisen järjestelmän käyttöönoton onnistumiseksi tarvitaan henkilöstön koulutusta (Koh 2007 s. 37). **Koulutus** ulotetaan sekä toimihenkilötasolle että työntekijätasolle. Työntekijätasolla keskitytään uusien työtapojen ja laitteiston käyttämiseen. Tilauksia hallinnoivia toimihenkilöitä taas valmistellaan siirtymään valvovaan rooliin, kun tietojärjestelmä alkaa itsenäisesti hoitamaan aiemmin heille kuuluneita tehtäviä.

Lopulta koittaa uuden järjestelmän **käyttöönotto**. Tällöin uusi prosessi otetaan todelliseen jokapäiväiseen käyttöön. Valittuja suorituskykymittareita seuraamalla arvioidaan projektin onnistumista. Mikäli niissä esiintyy epäsuotuista kehitystä, on selvitettävä sen syy ja ryhdyttävä korjaaviin toimenpiteisiin.

## 7. Automaattinen tilausprosessi sekä RFID:hen perustuva tilausjärjestelmä

Tässä osiossa käsitellään yksityiskohtaisesti uutta automaattista tilausprosessia sekä sitä tukevaa RFID:hen perustuvaa tilausjärjestelmää. Osiota varten on tuotettu uimaratakaavio uudesta prosessista. Sen tarvitseman tietojärjestelmän toimintaa kuvataan datamallin, liiketoimintapalvelukuvausten sekä käyttötapauskuvausten avulla. Osa teknisistä dokumenteista on luettavissa vain liitteissä työn luettavuuden parantamiseksi.

### 7.1 Automaattinen tilausprosessi

Käyttöön otettava uusi prosessi tulee olemaan pääpiirteittäin samanlainen kuin kuvassa 3 esitelty kahdeksanvaiheinen automaattinen tilausprosessi. Se käydään nyt tarkemmin läpi, terästettynä IoT-ajattelulla ja uimaratakaavioon sovitettuna.

Noudattaen työssä käytettävää prosessiviitekehystä prosessin varsinaiseksi nimeksi tulee Toimita tilaus automaattisesti. Tuloksenaan se tuottaa asiakkaalle toimitetun tilauksen ilman, että ihmisten on mainittavasti puututtava kyseisen tilauksen hallinnoimiseen. Tilaus tehdään automaattisesti sopivana ajankohtana, ja sisältää oikeat tuotteet. Se myös maksetaan automaattisesti vastaanottotarkistuksen jälkeen.

Kokonaisuudessaan uusi prosessi on organisaatorajat ylittävä liiketoimintaprosessi, joka jakautuu aliprosesseihin. Sitä suunnitellaan kuitenkin kokonaisuutena, sen toimivuuden varmistamiseksi sekä osiooptimoinnin ja yhteensopivuusongelmien

välttämiseksi. Aliprosessien ketju muodostuu kuitenkin tässä tapauksessa luonnollisesti loogisesti ja siististi, uusi vaihe alkaa aina edellisen päättyessä. Prosessia kuvatessa keskitytään RFID-järjestelmän näkökulmaan.

Prosessin laukaiseva tekijä on tietyn nimikkeen varastotason putoaminen alle ennalta määrätyn tason Toukomäen varastossa. Tämä tilauspiste tulee määrittää jokaiselle tuotelaadulle erikseen, mutta tuo tehtävä on rajattu tämän työn laajuuden ulkopuolelle, kuten ovat myös vaaditut muutokset yritysten sisäisissä järjestelmissä tämänkaltaisen toiminnan mahdollistamiseksi.

Ensimmäinen varsinainen aliprosessi on **tee tilaus**, ja se tapahtuu, kun Toukomäen varastohallintajärjestelmä on havainnut tarpeen tehdä uusi tilaus. Tilausviesti sisältää tiettyjä tietoja tilauksesta ja sen sisällöstä: tilattavat tuotteet määrineen, tilaaja, toimitusosoite, tilausajankohta sekä toimituspäivämäärä. Informaatiopalvelut vastaanottavat tilauksen tiedot, **tallentavat** ne tietokantaan ja välittävät tiedot eteenpäin Bioforen sisäisille järjestelmille.

Optimaalinen tilauskoko on määriteltävissä laskennallisesti historiadatan avulla, ja olisi suositeltavaa käyttää tällä tavoin saatuja tilauskokoja. Tilauskoon tulee kuitenkin olla muutettavissa, sillä toimintaympäristössä voi tapahtua muutoksia jotka heijastuvat tilauskokoihin.

Bioforen varastolla tilaus poimitaan ja **pakataan**. Lastauslaiturilla oleva RFID-lukija saa tiedon siitä, mitä

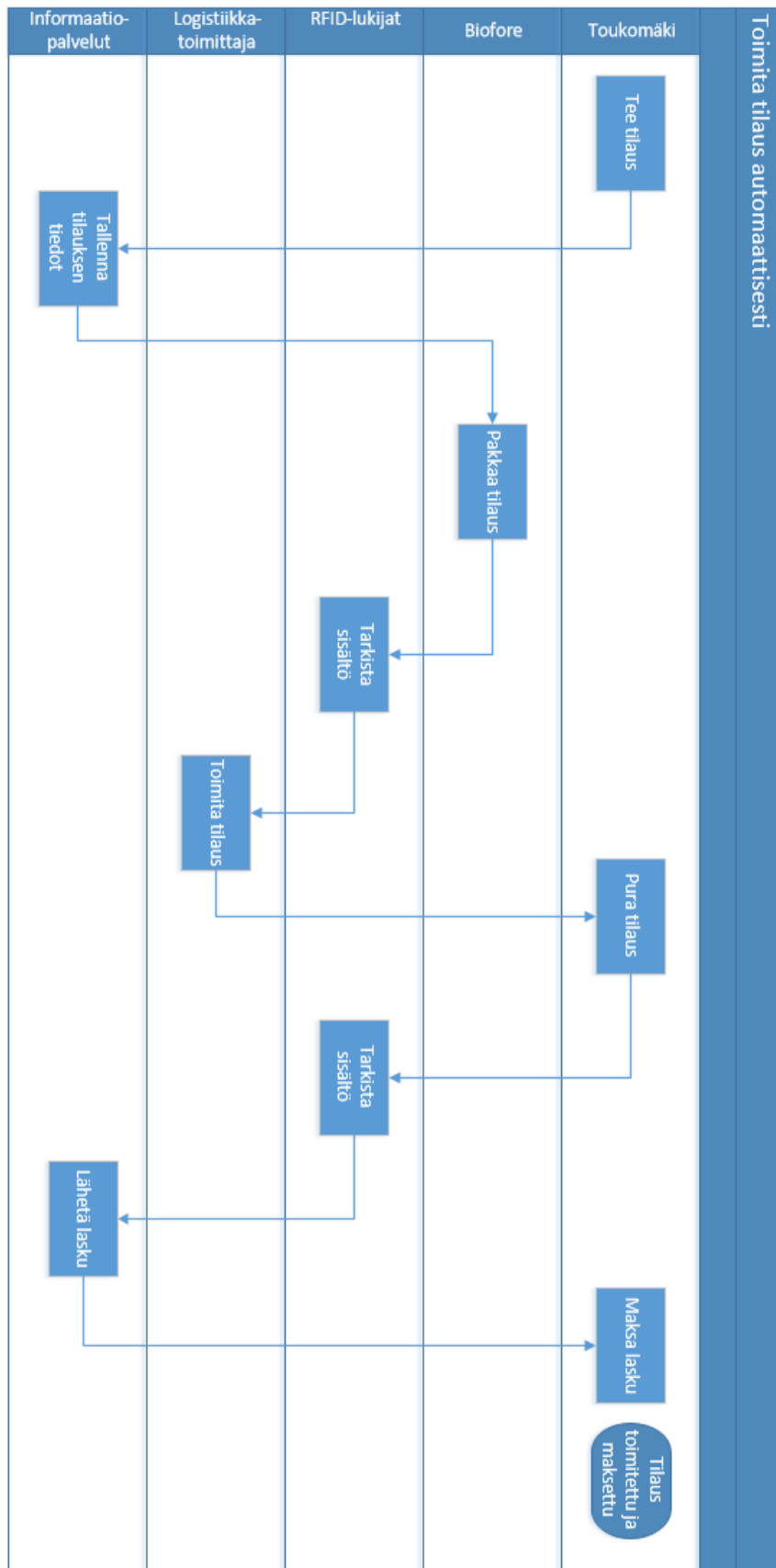
tilausta ollaan lastaamassa ja etsii kyseiseen tilaukseen kuuluvat tilaustiedot voidakseen **tarkistaa** pakattavan sisällön oikeellisuuden. Lukija tunnistaa lastatut tuotteet ja vertaa niitä tilaustietoihin, ja tietojen täsmätessä päivittää tilauksen tilan lähetetyksi. Jos lastatut tuotteet eivät täsmää, lukija antaa virheilmoituksen jolloin varastohenkilökunta saa siitä tiedon ja korjaa tilanteen.

Seuraavaksi **tilaus toimitetaan**. Uusi järjestelmä luo toimituksen automaattisesti, ja ihannetapauksessa tieto tästä kulkisi automaattisesti logistiikkatoimittajalle. Logistiikkatoimittajan kuljetuskalustoon on asennettu RFID-lukijat, niin että kuljetuksessa olevat tuotteet ovat kyseisten lukijoiden lukualueella. Tämän ansiosta kuljetuksessa olevia tuotteita voidaan paikantaa reaaliaikaisesti. Lisäksi, ongelmatilanteissa logistiikkatoimijat voivat lukea tunnisteista itselleen relevanttia informaatiota kuten toimitusosoitteen.

Aikanaan tilaus saapuu Toukomäen toimipisteelle, jossa **tilaus vastaanotetaan**. Lastauslaiturilla oleva RFID-lukija lukee vastaanotettavien tuotteiden tunnisteet, ja päättelee mitä tilausta ollaan todennäköisimmin purkamassa. Se etsii kyseiseen tilaukseen kuuluvat tilaustiedot voidakseen **tarkistaa** purettavan sisällön oikeellisuuden. Lukija vertaa lukemiaan tuotetietoja niitä saamiinsa tilaustietoihin, ja tietojen täsmätessä päivittää tilauksen tilan vastaanotetuksi. Jos tiedot eivät täsmää, lukija antaa virheilmoituksen, ja varastohenkilökunta voi selvittää asiaa. Tilaus on kuitenkin tarkastettu pakatessa, joten ongelmatilanteessa "syyttävä sormi" osoittaa kuljetuksesta vastannutta toimijaa, jolle reklamaatio voidaan osoittaa. Tosin

lukuvirheet ovat myös mahdollisia, joten järjestelmän luotettavuutta pitää testata.

Onnistuneen purkutapahtuman yhteydessä tilaus on siis kuitattu vastaanotetuksi, ja seuraavaksi siitä **lähetään lasku**. Järjestelmä määrittää laskun suuruuden tuotteiden hintojen) ja määrien perusteella, ja lähettää sen Toukomäelle. Toukomäen sisäiset tietojärjestelmät osaavat (tulevaisuudessa) tulkita laskun notaatiota, ja **maksavat laskun**. Näin prosessi on saatu päätökseen: tilaus on toimitettu asiakkaalle, ja tämä on maksanut sen.



Kuva 5. Uimaratadiagrammi uudesta prosessista.

Ylläolevasta prosessista käyvät ilmi prosessin työvaiheet, pääasiassa uuden tietojärjestelmän näkökulmasta. Kaaviossa liikutaan ajassa oikealle, ja kukin taho suorittaa työtehtävänsä (joita kuvataan laatikkosymbolilla) siinä kuvatussa järjestyksessä. Työtehtävät etenevät perättäisessä, nuolien osoittamassa ketjussa. Oikeassa nurkassa oleva pyöristetyt kulmat omaava laatikko merkitsee prosessin lopputulosta.

## 7.2 RFID:hen perustuva tilausjärjestelmä

Uusi prosessi tarvitsee toimiakseen RFID:hen perustuvan tilausjärjestelmän. Nimensä mukaisesti yksi sen tärkeimmistä toiminnoista on RFID:n avulla toteutettu tunnistaminen, ja niinpä näkyvin osa uutta järjestelmää ovat sen fyysiset komponentit, RFID-tunnisteet sekä -lukijat. Jokaiseen tuotteeseen kiinnitetään RFID-tunniste, ja toimitusketjun avainpaikkoihin sijoitetaan älykkäitä RFID-lukijoita.

RFID-tunnisteiden tehtävänä on linkittää fyysiset tuotteet niiden digitaaliseen identiteettiin. Tuotteisiin kiinnitettävät tunnisteet sisältävät elektronisen tuotekoodin, jonka perusteella tuoteinstanssit voidaan luotettavasti tunnistaa. Tunnistaminen perustuu elektroniseen tuotekoodiin eli EPC-koodin, joka EPC-verkoston tarjoaman standardin skeeman mukainen. Jokaisella tunnisteella on oma uniikki EPC-koodinsa. Koodit muodostuvat EPC-verkoston tarjoaman skeeman perusteella, ja sisältävät neljä toisistaan pistein erotettua, numeroista ja kirjaimista koostuvaa osaa. EPC-verkoston mukaista koodia käytetään yhteensopivuuden parantamiseksi, mikäli järjestelmään liittyy myöhemmin muitakin tahoja.

RFID-tunnisteita on olemassa useita eri tyyppiä, alkaen yksinkertaisimmista passiivisista tunnisteista päättyen kehittyneisiin aktiivisiin tunnisteisiin, jotka omaavat oman virtalähteen ja kyvyn kommunikoida laajakaistan välityksellä. Tätä projektia varten valitaan kuitenkin yksinkertaiset passiiviset tunnisteet, jotka sisältävät ainoastaan oman uniikin tunnistekoodinsa. Näin tunnisteet ovat edullisia ja niitä voidaan kiinnittää joka tuotteeseen ilman ylivoimaisen suuria investointeja. Lisäksi tämänkaltaisessa ratkaisussa tietosuoja on parempi: ulkopuoliset tahot eivät voi lukea tunnisteista itselleen hyödyllisiä tietoja.

RFID-lukijat lukevat tunnisteiden sisältämän elektronisen tuotekoodin sähkömagneettisen kentän avulla. Niitä sijoitetaan lastauslaitureille sekä Bioforen että Toukomäen tiloihin. Lukijat ovat älyobjekteja, ja kykenevät seuraamaan kunkin tilauksen lastausta tai purkua. Ne pitävät huolen siitä, että tilauksen tosiasiallinen sisältö vastaa tilattua poistaen inhimillisten virheiden mahdollisuuden tuotteiden lastaamisessa tai vastaanottotarkistusta tehdessä.

Lukijoita sijoitetaan myös logistiikasta vastaavan toimittajan kuljetuskaluston vaunuihin. Nämä lukijat varustetaan kyvyllä GPS-paikannukseen, jotta niiden fyysisestä sijainnista on saatavilla tarkkaa tietoa. Näin toteutetaan ajattelua älykkäistä kuormansiirtäjistä, ja voidaan mm. paikantaa tarkasti tuotteita kaikkina ajanhetkinä kuten Schuster et al visioivat (2007 s.62). Kuljetuksessa olevien tuotteiden sijainti voidaan paikallistaa reaaliaikaisesti, ja kaikilla järjestelmän jäsenillä on pääsy tähän informaatioon.



Uuden järjestelmän RFID-lukijat toteutetaan IoT-kontekstin älyobjekteina. Niihin lisätään älyä Tapahtuma-Ehto-Toiminto-säännöillä (TET-säännöt). Säännöt on sulautettu lukijoihin, ja niiden avulla ne kutsuvat oikeita palveluita, mikäli määritelty tapahtuma ja siihen liittyvä ehto laukaisevat säännön. Näin järjestelmään toiminnasta saadaan tehtyä sulavampaa autonomisesti ketjuttamalla tiettyjä palveluita sopivassa järjestyksessä. Tämä vähentää manuaalisen työn määrää ja tehostaa toimintaa entisestään.

Järjestelmässä hyödynnetään EPC-verkoston tarjoaman standardin paradigmoja ja arkkitehtuuria, mutta sitä ei kopioida sellaisenaan, sillä uuteen järjestelmään halutaan mukaan uudenaikaista IoT - ja älyobjektiajattelua. Pyörää ei kuitenkaan tarvitse keksiä kokonaan uudestaan, ja niinpä tiettyjä osia EPC-verkoston standardista hyödynnetään, kuten jo mainittua EPC-koodia.

EPC-verkoston standardissa EPC-koodit yhdistetään oikeaan tuotetiedostoon ONS-rekisterin avulla. Se hakee saamansa tuotekoodin perusteella oikean tuotetiedoston. ONS:ää **ei** sellaisenaan kopioida tässä projektissa, mutta sen tarjoama toiminnallisuus sisällytetään järjestelmään. Uudessa järjestelmässä EPC-koodit ja niihin liitetyt tuotetiedot tallennetaan tietokantaan, ja eri palvelut voivat esittää tietokannalle kyselyitä tiettyjen EPC-koodien tuotetiedoista.

Järjestelmän käyttämät tunnisteet eivät sisällä muuta informaatiota kuin uniikin EPC-koodinsa. Sen lukeminen ei vielä itsestään ole (useimmissa tapauksissa) hyödyllistä, vaan se

täytyy yhdistää tietokantaan tallennettuun oikeaan tuotetiedostoon, jotta päästään käsiksi koodiin yhdistetyn tuotteen tietoihin. Tunnisteen lukemisen yhteydessä on siis kutsuttava tietokantaa, ja pyydettyä sitä palauttamaan luettua EPC-koodia vastaava tuotetiedosto.

Uuden järjestelmän arkkitehtuurissa tuotetiedot säilötään tietokantaan, josta niitä voidaan hakea EPC-koodien perusteella. Kutakin EPC-koodia vastaa tietokantaan säilötty tuotetiedosto, josta löytyvät kyseisen tuotteen tuotetiedot. Tietokannan tehtävänä ylläpitää rekisteriä tuotteista ja tilauksista sekä vastata järjestelmää käyttäviltä tahoilta tuleviin tuotetietokyselyihin. Esimerkiksi RFID-lukija voi pyytää tiettyä EPC-koodia vastaavaa tuotetiedostoa, jolloin tietokanta etsii sen ja palauttaa sen kyseiselle lukijalle.

Tietokanta pitää myös lokia lukutapahtumista, eli RFID-lukijoiden suorittamista tunnisteen lukemistapahtumista. Jokainen lukutapahtuma tallennetaan, niin että käy ilmi, että missä ja milloin se on suoritettu. Näin jäljitettävyyys paranee, kun jokaisen uniikin tuotteen matkasta toimitusketjun läpi tallentuu dataa. Toimitusketju siis muuttuu läpinäkyvämmäksi. Samalla tuotetaan valtava määrä dataa logistiikasta, jota voidaan myöhemmin analysoida. Lisäksi kerättyjen tietojen avulla voidaan ongelmantilanteissa päätellä, minkä siirtymäpisteiden välillä virhe on tapahtunut ja tietää keneltä vaatia reklamaatiota.

EPC-verkoston standardissa kerättyä dataa jaetaan EPC-informaatiopalveluiden kautta loppukäyttäjille. Ne ovat

rajapinta, jonka kautta RFID:llä kerättyä dataa tarvitsevat sovellukset voivat hankkia sitä erilaisin kyselyin. EPC-informaatiopalveluitakaan ei suoraan kopioida uudessa järjestelmässä, vaan niitä vastaavaa entiteettiä nimitetään informaatiopalveluiksi. Informaatiopalvelut palvelevat pääosin samaa tarkoitusta, jakaen dataa sitä pyytävälle, ja suorittaen eri palveluita sekä tietojen päivityksiä tietokantaan.

Informaatiopalveluiden pääasiallinen tehtävä on välittää kerättyä dataa sitä tarvitseville tahoille. Informaatiopalvelut myös päivittävät tuotteiden statuksen (käsiteltävänä, lähetetty, ja niin edelleen) sekä tallettavat uuden tilauksen tai tuotteen tiedot ja välittävät ne tietokannalle.

Informaatiopalvelut tuottavat muitakin tärkeitä palveluita. Ne toimivat usein välikätenä käyttäjän ja muun järjestelmän välillä. Lisäksi ne toimivat ikään kuin järjestelmän sekatyömiehenä, joka on monipuolisesti eri palveluissa mukana saattamassa järjestelmän muita komponentteja toimivaan yhteispeliin.

Järjestelmässä molemmat yritykset omaavat oman informaatiopalvelunsa sekä tietokantansa, kuvan 3 mukaisesti. Näin yritysten on tulevaisuudessa mahdollista ottaa RFID-tunnisteet käyttöön myös muiden yhteistyökumppaneiden kanssa käytävässä kaupassa. Hajautetun rakenteen ansioista järjestelmä on siis helpommin laajennettavissa, mikäli siihen on tulevaisuudessa tarvetta. Lisäksi yritykset voivat mitoittaa omaan käyttöön tulevan palvelimensa kapasiteetin itselleen sopivaksi, ja helpommin ylläpitää sitä.

Tämä informaatiopalveluiden sekä tietokantojen kahdentaminen aiheuttaa sen, että niiden välillä on suoritettava synkronointia aina kun tietoja päivitetään, sillä samasta entiteetistä ei saa olla ristiriitaista tietoa kahdessa eri paikassa. Tilauksen luontivaiheessa tiedot kopioidaan molempien yritysten informaatiopalvelut tallentavat tiedot omaan tietokantaansa. Lisäksi, päivitettäessä tilauksen tai tuotteen tietoja, muutosta tehtäessä pyyntö välitetään molemmille informaatiopalveluille, jotka vastaavasti tekevät muutoksen omaan tietokantaansa.

Järjestelmän käyttämäksi kommunikaatioformaattiksi suositellaan EPC-standardin mukaisesti XML:ää, joka on avoin formaatti informaation tallettamiseksi. Sen etuna on laaja yhteensopivuus ja säilyvä käyttökelpoisuus myös organisaatorajat ylitettäessä. Tämä ei kuitenkaan ole ehdoton vaatimus. Muillekin kommunikaatioformaateille ollaan avoimia, jos toteuttajataho niitä ehdottaa ja mikäli ne ovat tavalla tai toisella teknisesti ylivertaisia.

Lukijoiden ja tietokannan väliin tarvitaan vielä väliohjelmisto, joka prosessoi lukijoiden tuottamaa dataa käyttökelpoisempaan muotoon ja siirtää sen sitten eteenpäin tietokannalle. Se myös siirtää datan eteenpäin käyttökelpoisessa muodossa. Väliohjelmiston toteutuksessa tulee ottaa huomioon älyobjektien kanssa toimivalle väliohjelmistolle asetetut vaatimukset, kuten kyky jatkaa toimintaa älyobjektien tai niiden ominaisuuksien muuttuessa (Fortino et al 2014 s.4-5). Väliohjelmiston suorittamia toimintoja ei käsitellä liiketoimintapalvelu- tai käyttötapauskuvauksissa, sillä ne eivät kuulu työssä käytetylle,

alustaville suunnitelmille tarkoituksenmukaiselle korkealle abstraktiotasolle.

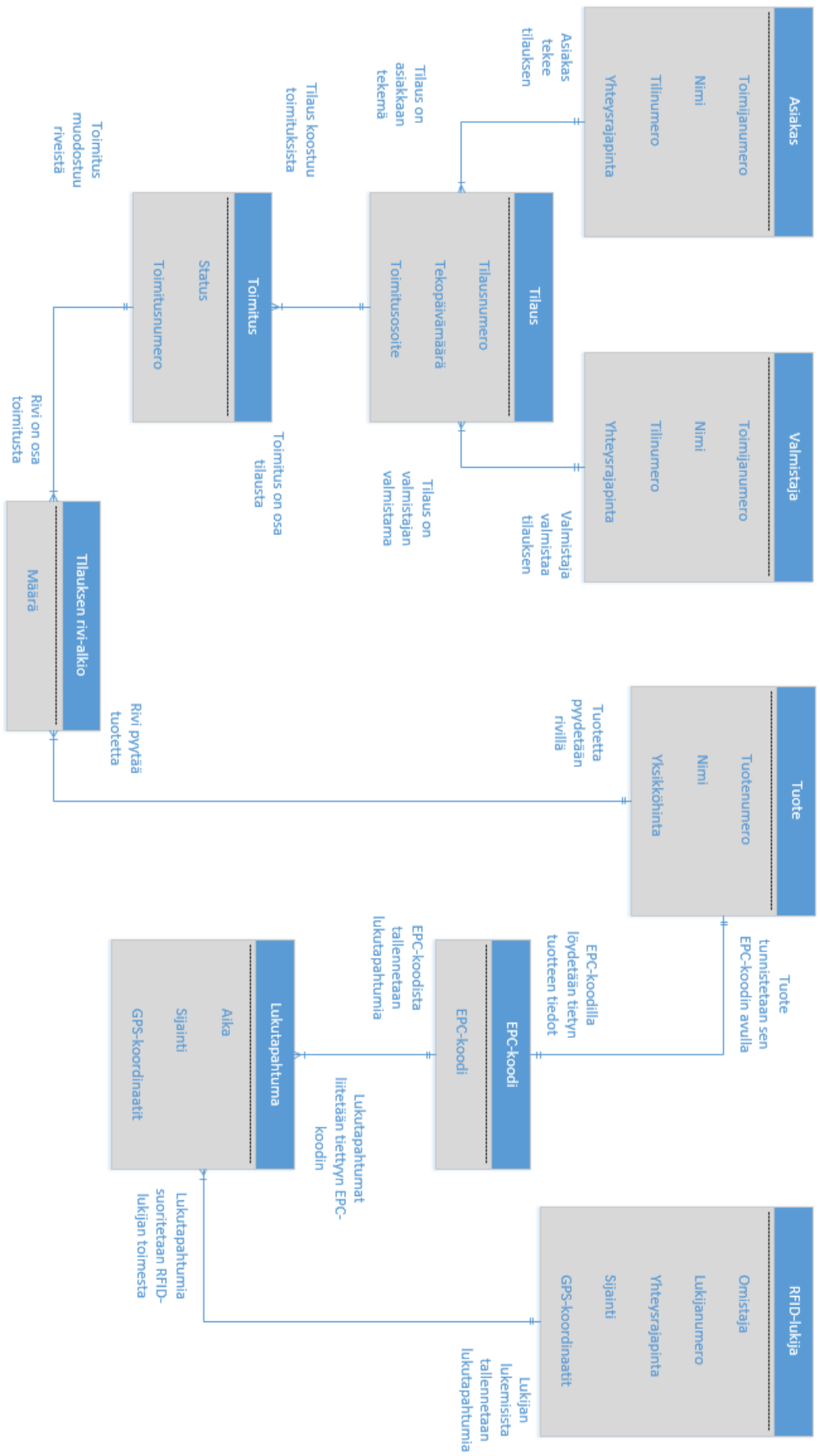
Tämänkaltaisella järjestelmällä voidaan normaalin toiminnan ohella kerätä suuria määriä dataa toimitusketjun operatiivisesta toiminnasta analytiikkaa varten. Varsinainen analysointi ei kuulu tämän työn laajuuteen, mutta järjestelmää suunniteltaessa otetaan huomioon analytiikan raaka-aineen eli relevantin datan kerääminen. Uuden järjestelmän toiminnan sivutuotteena syntyy yksityiskohtaista informaatiota tuotteiden kulkeutumisesta toimitusketjussa, kuten aikaleimattuja lukutapahtumia tuotteiden saapuessa toimitusketjun avainkohtiin. Myös tilauksien sisältö, tekijä, toimitusosoite, päivämäärä ja niin edelleen ovat todennäköisesti hedelmällistä raaka-ainetta myöhemmin ajankohtina tehtäville analyyseille, joten nekin talletetaan tietokantaan.

## 7.2 Datamalli

Tässä osiossa luodaan datamalli uutta järjestelmää varten. Datamallista käy ilmi, että mitä tietoja järjestelmän on tarkalleen tallennettava. Osio sisältää sekä entiteettisuhdediagrammin että selostavan osuuden.

Kyseessä on niin kutsuttu konseptuaalinen malli, joka tarjoaa yleiskatsauksen tallennettavista entiteeteistä ja niiden keskinäisistä suhteista (Sharp & McDermott 2009 s. 362). Datamallin ensisijainen tarkoitus on toimia pohjana järjestelmän käyttämälle tietokannalle. Lisäksi sitä käytetään projektin aikana työkaluna järjestelmän tarvitsemien toiminnallisuuksien suunnittelussa.

Entiteettisuhdediagrammissa kuvataan tallennettavat entiteetit, niiden attribuutit sekä entiteettien väliset suhteet selkeässä graafisessa muodossa. Entiteettejä kuvataan laatikoilla, joiden ylälaitaan on kirjoitettu niiden nimi. Nimensä lisäksi kukin entiteetti omaa attribuutteja, jotka on listattu oman entiteettinsä laatikon sisään. Entiteettien suhteita ilmaistaan yhdysviivoin, sekä laatikkojen vierestä löytyvin apuselityksin. Entiteetin lähelle yhdysviivan yli vedetty "=" tarkoittaa, että kyseisen entiteetin instansseja on vain yksi suhteessa yhdysviivan toisesta päästä löytyvään entiteettiin. Vastaavasti "harakanvarvas" tarkoittaa, että kyseistä entiteettiä edustaa useita instansseja kyseisessä suhteessa. Entiteetit on ryhmitelty siten, että itsenäiset entiteetit (jotka eivät tarvitse toisia entiteettejä ollakseen olemassa) ovat ylälaidassa, ja alemmaksi liikuttaessa entiteettien riippuvuus toisista entiteeteistä lisääntyy.



Kuva 6. Entiteettisuhdediagrammi.

Aloitetaan kaavion lukeminen vasemmasta ylänurkasta, jossa sijaitsee entiteetti Asiakas. Sen omaamat attribuutit liittyvät pitkälti yhteydenpitoon ja asiakkaiden tunnistamiseen. Toimijanumerolla on korvattu tämänkaltaisista datamalleista usein löytyvä Asiakasnumero, sillä tällä tavoin järjestelmä pysyy paremmin laajennettavissa tilanteessa, jossa siihen liittyy uusia potentiaalisesti useita rooleja ottavia toimijoita. Yhteysrajapinnalla taas tarkoitetaan järjestelmän tarvitsemia yhteistietoja autonomiseen digitaaliseen viestintään (kuten IP-osoite sekä portti). Tilinumeroa tarvitaan automaattisen maksamisen mahdollistamiseen, ja siihen kuuluvat myös muut tiliin liittyvät tiedot kuten BIC-koodi.

Valmistaja-entiteetti taas omaa täsmälleen samat attribuutit kuin Asiakaskin. Se sisällytetään entiteettisuhdediagrammiin, jotta järjestelmää on mahdollista laajentaa tulevaisuudessa sisältämään muitakin liikesuhteita.

Yksi Asiakas-instanssi voi tehdä useita tilauksia. Tilaus-entiteetti omaa Tilausnumeron, Tekopäivämäärän sekä Toimitusosoitteen. Näiden attribuuttien avulla Tilaus-instanssit tunnistetaan toisistaan ja tiedetään, mihin ne on toimitettava.

Yksi tilaus voidaan jakaa yhteen tai useampiin Toimituksiin. Lähtökohtaisesti yksi tilaus toimitetaan yhtenä Toimituksena, mutta toisinaan tilaus joudutaan toimittamaan useammassa osassa. Tämä voi johtua esimerkiksi virheellisestä toimituksesta, jota joudutaan myöhemmin paikkamaan toisella. Toimituksen toimitusnumeroa käytetään toimitusten tunnistamiseen ja



erittelyyn. Status kertoo toimituksen tilasta, se voi saada esimerkiksi arvon "lähetetty" tai "maksettu". Toimitukselle ei ole tarpeen tallettaa erillistä toimitusosoitetta, sillä se käy ilmi sen tilauksen tiedoista, jonka osa toimitus on.

Yksi Toimitus koostuu useista Tilauksen rivi - alkioista, jotka kukin pyytävät tietyn Määrän yhtä tuote-entiteettiä. Tilauksen rivi - alkio on vakiintunut tapa mallintaa tämänkaltaista tietovarastoa, sillä ilman sitä Tilaus-Tuote suhde olisi hyvin epämääräinen, useiden tilausten pyytäessä useita tuotteita (Sharp & McDermott 2008 s. 358).

Tuote omaa tavalliseen tapaan Tuotenumeron sekä Nimen (tuotelaadun tai -tyypin). Lisäksi tuote-entiteetille on määritetty Yksikköhinta, jota tarvitaan automatisoituun laskuttamiseen.

Jokaista tuoteinstanssia kohden on olemassa yksi uniikki EPC-koodi, jolla kyseinen tuote voidaan luotettavasti tunnistaa. EPC-koodi-entiteetti sisältää ainoastaan itse neliosaisen elektronisen tuotekoodin, jonka muodostuu EPC-verkoston skeeman perusteella.

Yhdestä EPC-koodista tallennetaan useita Lukutapahtumia sen liikkua toimitusketjussa. Lukutapahtuma omaa Ajan ja Sijainnin, jona se suoritettiin, jotta lukutapahtumien muodostama loki olisi mahdollisimman informatiivinen tuotteiden liikkeitä tarkastellessa. Sijainti-attribuutti kuvaa kiinteää sijaintia, esimerkiksi toimipaikkaa, jossa lukutapahtuma suoritettiin. Osa järjestelmän lukijoista omaa myös kyvyn GPS-

paikannukseen, ja tämän takia lukutapahtumissa pitää olla mahdollisuus myös tarkan sijainnin tallettamiseen attribuutin GPS-koordinaatit avulla.

Lukutapahtumia suorittavat RFID-lukijat, joista on tiedettävä niiden Omistaja eli se toimija, jonka omistuksessa kyseinen lukija on. Omistajan avulla tiedetään, että mikä taho tavaraa käsittelee, ja tieto tästä voidaan ohjata oikeille viiteryhmillä. Lukijat myös omaavat kukin oman Lukijanumeronsa, jonka avulla ne voidaan uniikisti tunnistaa. Yhteysrajapinta (kuten IP-osoite sekä portti) on tarpeen määrittää sähköistä kommunikointia varten. Samaan tapaan kuin lukutapahtumissakin, Sijainti on kiinteä sijainti kuten toimipaikka. Sitä voidaan täydentää reaaliaikaisesti päivittyvillä GPS-koordinaateilla, jos lukijassa on GPS-paikannusominaisuus.

Seuraavaksi entiteettisuhdediagrammin entiteetit määritellään Sharpin & McDermottin (2009 s.354-355) oppien mukaisesti tarkemmin sanastoksi. Näin saadaan aikaan selkeät määritelmät ja välttyään termistöön liittyviltä sekaannuksilta projektin aikana.

**Asiakas** on taho, joka ostaa järjestelmän piirissä olevilta yrityksiltä tuotteita tekemällä tilauksia. "Tilaaaja" on sen synonyymi.

**Tilaus** on asiakkaan valitsema joukko tuotteita, jotka hän on kerralla tilannut. Koko tilaus toimitetaan samaan toimipaikkaan. Yksi tilaus voidaan kuitenkin jakaa useampiin toimituksiin.

**Toimitus** on kerralla kuljetettava osuus tilauksesta. Useimmat tilaukset muodostavat vain yhden toimituksen. On tärkeää, että termejä "tilaus" ja "toimitus" ei sotketa toisiinsa.

**Valmistaja** on taho, joka valmistaa järjestelmän piirissä myytäviä tuotteita. "Myyjä" on synonyymi.

**Tilauksen rivi - alkio** on avustava entiteetti, joka ilmoittaa halutun määrän tiettyä pyytämäänsä tuotetyyppiä. "Rivi", "tilauksen rivi" ja "toimituksen rivi" ovat synonyymeja. Rivi-alkioita on siis sama määrä kuin mitä toimituksessa on erityyppisiä tuotteita.

**Tuote** on järjestelmän osapuolten välisen kaupankäynnin kohteena oleva hyödyke. "Nimike" on synonyymi. "Tuotetiedot" ja "tuotetiedosto" (jotka molemmat tarkoittavat samaa asiaa) ovat osittaisia synonyymejä: ne viittaavat Tuotteen digitaaliseen identiteettiin.

**EPC-koodi** on numeroiden ja kirjaimien muodostama neliosainen koodi, jonka avulla voidaan tunnistaa jokin tuoteinstanssi sekä etsiä siihen liittyvät tuotetiedot. EPC-koodin avulla voidaan myös löytää kyseiseen koodiin liitetyt lukutapahtumat. "Elektroninen tuotekoodi" on synonyymi.

**Lukutapahtuma** on talletettava merkintä siitä tapahtumasta, kun RFID-lukija lukee minkä tahansa tunnisteen sisältämän informaation. Lukutapahtumasta käy ilmi, missä ja milloin se on suoritettu. "Luku" on synonyymi.

**RFID-lukija** on radiotaajuiseen etätunnistukseen perustuva laite, joka lukee RFID-tunnisteiden sisältämää informaatiota. "Lukija" on synonyymi.

### 7.3 Palvelukuvaukset

Tässä osiossa luodaan alustavat kuvaukset uuden järjestelmän liiketoimintapalveluista. Alustavuudella tarkoitetaan korkeaa abstraktiotasoa, mutta ei keskeneräisyyttä. Tavoitteena on saada aikaan eheä kokoelma palveluita, jotka kattavat järjestelmän tärkeät toiminnot. Useimmat palvelut mukailevat automaattisen tilausprosessin vaiheita, mutta eivät erinäisistä syistä sovi suoraan sen aliprosesseiksi.

Työssä hyödynnetään Sharpin & McDermottin (2009 s.395-404) viitekehystä liiketoimintapalveluista. Heidän formaattinsa mukaan alustavassa palvelukuvauksessa tulee olla ainakin palvelun nimi, sen tulos, sekä sen algoritmi pääpiirteittäin. Lisäksi palvelun on tuotettava käyttäjälle yksi kokonainen hyödyllinen palvelu, ei enempää eikä vähempää. Täydet liiketoimintapalvelukuvaukset löytyvät taulukkomuodossa liitteistä. Tässä osiossa niiden tärkein sisältö käydään sanallisesti läpi.

Aloitetaan entiteetistä Tilaus ja ideoidaan siihen liittyviä tilauksia. Ilmeisin on **Talleta tilaus** eli uuden tilauksen tietojen tuominen järjestelmään. Sen laukaisee Bioforen omien järjestelmien huomaama tietyn tuotteen varastotason laskeminen alle määritetyn tilauspisteen. Palvelun lopputulos on tilauksen

tallentaminen RFID:hen perustuvaan tilausjärjestelmään. Kyseisen palvelun algoritmin ensimmäinen askel on uuden tilauksen luominen, sen tilausnumeron generoiminen sekä tilauksen statuksen (tässä vaiheessa: luotu), tekopäivämäärän sekä toimitusosoitteen tallentaminen. On myös luotava kyseiseen tilaukseen liitettävä toimitusinstanssi, jonka puitteissa tilaus oletusarvoisesti kuljetetaan. Seuraavaksi määritetään, minkä nimikkeen varastotason laskeminen ennalta määritetyn tilauspisteen alle on laukaissut tilauksen, ja sille luodaan tilausrivi. Sitten tarkastellaan, onko kyseisessä toimipisteessä muita tilauspistettä lähestyviä nimikkeitä, ja mikäli niitä löytyy, myös niille luodaan tilausrivit. Tämän jälkeen kaikille tilausriveille määritetään sopiva määrä tuotetta pyydettäväksi. Lopuksi tilaus synkronoidaan relevanttien viiteryhmiä kanssa.

Tilauksista on luotava Toimituksia, jotta ne voidaan kuljettaa asiakkaalle. Oletusarvoisesti yksi tilaus toimitetaan yhtenä Toimituksena, joka on itseasiassa jo luotu tilausta talletettaessa. Erityistapauksissa tilaus saatetaan joutua jakamaan useampaan toimitukseen. Joka tapauksessa toimituksen järjestämiseen tarvitaan palvelu eli **Luo toimitus**. Tämän palvelun tehtävänä on luoda toimitus jonkin tilauksen tuotteiden kuljettamista varten. Kuljetetusta tarvitsevaan tilaukseen liitetään toimitusinstanssi, jolle generoidaan toimitusnumero sekä status. Seuraavaksi määritetään, mitä tilauksen rivejä tuotteineen kyseiseen toimitukseen sisällytetään. Useimmiten koko tilauksen sisältö toimitetaan yhdessä toimituksessa, mutta poikkeustapauksissa voidaan joutua toimittamaan myös yksittäisiä tuotteita virhetilanteiden seurauksena. Tämän määritysmekanismin on siis oltava joustava. Lopuksi toimituksen tiedot synkronoidaan muille relevanteille sidosryhmille,

esimerkiksi asiakkaalle sekä kuljetuksesta vastaavalle logistiikkatoimittajalle.

Voidaan harkita, voisiko toimituksen tietojen synkronointi automaattisesti tilata kuljetuspalvelun toimittajalta. Tämän mahdollistaminen kuitenkin riippuu suuresti logistiikkapalvelun tietojärjestelmän rakenteesta sekä heidän palvelujensa tilausmekanismista, eikä varsinaisesti kuulu tämän työn laajuuteen. Mahdollisuus tällaiseen automatiikkaan kannattaa kuitenkin huomioida jatkoselvityksiä tehtäessä.

Toimitukseen liittyvä tärkeä toiminto on toimituksen sisällön tarkistaminen RFID-lukijalla, joko lähettäessä sitä tai vastaanottaessa. Molemmat toiminnoista toteutetaan omilla palveluillaan, jotka tosin ovat melko samankaltaisia. Erona on se, että lähtevää toimitusta tarkistettaessa tilausnumero syötetään manuaalisesti, ja tilausta tarkistettaessa siihen mukaan luettavat EPC-koodit linkitetään kuulumaan kyseiseen tilaukseen datamallin osoittamalla tavalla.

Palvelu **Tarkista lähtevän toimituksen sisältö** alkaa tarkistettavan toimituksen toimitusnumeron vastaanottamisella, ja kyseisen toimituksen tietojen etsimisellä. Näihin tietoihin sisältyvät muunmuassa toimituksen tilausrivit ja niiden pyytämät tuotteet. Tämän jälkeen luetaan pakattavien tuotteiden tunnistesteiden EPC-koodit ja pyydetään niitä vastaavat tuotetiedot. Samalla lukutapahtumat tallennetaan tietokantaan datamallin osoittamalla tavalla. Lukutapahtumista saatuja tuotetietoja verrataan toimituksen vaatimiin tuotteisiin määrineen. Jos tiedot vastaavat, toimituksen status päivitetään

tarkistetuksi. Jos tiedot eroavat, annetaan virheilmoitus, joka sisältää tiedon siitä mikä on vialla: mitä tuotteita puuttuu, tai mitä ylimääräistä havaittiin.

**Tarkista saapuvan toimituksen sisältö** poikkeaa hieman edeltävästä palvelusta. Olennaisin ero on se, että vastaanotettaessa toimitusta RFID-lukija osaa suorittamiensa lukujen perusteella päätellä, mitä toimitusta ollaan purkamassa seuraamalla kyseisiä yhteyssidoksia. Tämä pudottaa pois taas yhden manuaalisen työvaiheen.

Palvelu alkaa siis purettavien tuotteiden tunnisteen EPC-koodien lukemisella, ja niitä vastaavien tuotetietojen pyytämällä. Kuten aina, lukutapahtumat tallennetaan samalla tietokantaan. Seuraavaksi luettuja EPC-koodeja verrataan tietokannan tietoihin toimituksista ja päätellään, mitä toimitusta ollaan purkamassa. Tuon toimituksen tiedot pyydetään tilausriveineen tietokannasta, ja lukemalla saatuja tuotetietoja verrataan kyseisen toimituksen vaatimiin tuotteisiin määrineen. Jos tiedot vastaavat, toimituksen status päivitetään tarkistetuksi. Jos tiedot taas eroavat, annetaan virheilmoitus, joka sisältää tiedon siitä, mikä on vialla: mitä tuotteita puuttuu, tai mitä ylimääräistä havaittiin.

Vaikka edellä mainitut kaksi toimitusten tarkistamiseen liittyvää palvelua ovat erillisiä, on niiden sisällöissä paljon samaa. Toteutusvaiheessa kannattaa hyödyntää samoja funktioita algoritmien niissä osiossa, joissa samankaltaisuutta esiintyy.

Palvelulla **Näytä lisätietoa tuotteesta** yksittäisestä tuotteesta voidaan hakea tuotetiedot nopeasti lukemalla sen RFID-tunniste ja noutamalla siihen yhdistetyt tuotetiedot ja siitä kerätyt lukutapahtumat. Tuotetiedoilla saadaan selvyys tuotteen tyypistä ja lukutapahtumat auttavat hahmottamaan tuotteen historiaa toimitusketjussa ja selvittämään siihen mahdollisesti liittyviä sekaannuksia. Tämä on hyödyllistä erityisesti silloin, kun jokin tuote on eksynyt väärään toimitukseen.

Tämän palvelun ensimmäinen askel on EPC-koodin vastaanottaminen syötteenä RFID-lukijasta. Tämä lukutapahtuma myös tallennetaan tietokantaan. Seuraavaksi pyydetään informaatiopalveluilta kyseiseen EPC-koodin liittyvät tuotetiedot sekä lukutapahtumat. Tiedot vastaanotetaan ja esitetään palvelua kutsuneelle taholle.

Jotta tuotetietoja voitaisiin hakea EPC-koodin perusteella, on tuotetiedot luotava ja niihin assosioitava EPC-koodi määriteltävä. Tämä onnistuu palvelulla **Liitä EPC-koodi tuotteeseen**. Siinä tuotetiedostoon liitetään digitaalisesti EPC-koodi, joka kirjoitetaan tunnisteeseen, jotta se voidaan myöhemmin fyysisesti liittää oikeaan tuotteeseen. Näin RFID-tunnisteesta muodostuu silta fyysisen tuotteen ja sen digitaalisen identiteetin välille.

Palvelun suorittaminen alkaa tietyn tuotteen tuotetietojen vastaanottamisella sen valmistajan järjestelmästä ja niiden tallettamisella. Tämän jälkeen generoidaan kyseiselle tuoteinstanssille uniikki EPC-koodi EPC-verkoston tarjoaman skeeman mukaisesti. Seuraavaksi kyseessä olevaan tuotteeseen yhdistetään nyt generoitu EPC-koodi datamallin osoittamalla



tavalla. Lopuksi tuo EPC-koodi kirjoitetaan tunnisteeseen, ja se on edelleen fyysisessä maailmassa liitettävä oikeaan tuotteeseen.

Vastaanottotarkistuksen läpäissyt toimitus on valmis maksettavaksi. Tätä tehtävää varten tarvitaan palvelu **Maksa toimitus**. Sen avulla onnistuneesti vastaanotettu toimitus voidaan automaattisesti maksaa valmistajalle. Palvelun suorittaminen tulee vaatimaan muutoksia asiakasyrityksen tietojärjestelmään, mutta niitä ei käsitellä tarkemmin tässä työssä.

Jotta toimitus voitaisiin maksaa, on ensimmäiseksi määritettävä sen laskun summa toimituksen sisältämien tuotteiden määrien ja yksikköhintojen perusteella. Tämän jälkeen lasku välitetään asiakkaan tietojärjestelmälle sellaisessa muodossa, jota se kykenee käsittelemään. Asiakkaan tietojärjestelmä vastaanottaa laskun ja suorittaa maksusuorituksen valmistajalle. Lopuksi toimituksen status päivitetään maksetuksi.

IoT - järjestelmistä pitää tehdä sellaisia, että niitä voidaan dynaamisesti muokata lisäämällä älyobjekteja (Fortino et al 2014 s.5) tai suorittamalla paikallisia parannuksia (Ye et al 2008 s.23). Niinpä uutta järjestelmää varten tarvitaan palvelu **Lisää RFID-lukija järjestelmään**, jolla uuden laitteiston käyttöönotto järjestelmän laajentamisen yhteydessä onnistuu suoraviivaisesti.

Liittämistä varten on vastaanotettava uuteen lukijaan liittyvät tiedot kuten sen sijainti, omistaja sekä yhteysrajapintaan

liittyvät tiedot. Seuraavaksi lukijalle generoidaan uusi lukijanumero, joka lähetään itse lukijalle. Lukija vastaanottaa lukijanumeron ja tallettaa sen, ja on nyt valmiina toimimaan osana järjestelmää.

Järjestelmässä halutaan hyödyntää ajattelua älykkäistä kuormansiirtäjistä IoT-kontekstissa. Tässä tarkoitusta varten tarvitaan palvelu **Etsi tuote** tietyn tuotteen etsimiseen. Sillä tuotteen olinpaikka voidaan selvittää reaaliaikaisesti, jopa kesken sen kuljetuksen.

Palvelua suoritettaessa on ensimmäiseksi vastaanotettava etsittävän tuotteen EPC-koodi syötteenä. Tämän jälkeen tuo koodi lähetetään kaikille järjestelmän piirissä toimiville RFID-lukijoille, ja niitä pyydetään tarkistamaan, havaitsevatko ne tuolla koodilla varustettua tunnistetta lukualueellaan. Seuraavaksi kukin lukija vastaa, löysikö se etsittävää tunnistetta vai ei. Lopuksi kyselyn tuloksesta raportoidaan palvelua kutsuneelle taholle: löytyikö tuotetta, ja jos löytyi, niin mikä sen olinpaikka on, tai vaihtoehtoisesti kerrotaan, että tuotetta ei löytynyt.

Nämä palvelut muodostavat järjestelmän toiminnallisuuksien ytimen. Palvelukuvaukset ovat varsin yleisluontoisia, eikä niissä käsitellä yksityiskohtia. Käyttötapauskuvaukset-osiossa palvelujen suorittamista käsitellään tarkemmin, järjestelmän toimijoiden näkökulmasta.

## 7.4 Tapahtuma-Toiminto-Ehto-säännöt

Tässä osiossa hahmotellaan Tapahtuma-Ehto-Toiminto-sääntöjä, joiden avulla järjestelmän älyobjekteihin lisätään autonomista toiminnallisuutta edellä mainittujen palvelujen automaattisella perättäisellä suorittamisella. Säännöt kertovat, että miten ja milloin ne kutsuvat mitäkin palveluita (Goumopoulos & Kameas 2008 s.230). Säännöt ovat kolmiosaisia, sisältäen:

- Laukaisevan **tapahtuman**
- **Ehdon**, jonka on täytyttävä ennen kuin toimintoja suoritetaan
- Itse suoritettavan **toiminnon**

Uutta järjestelmää varten luodaan TET-sääntöjä, joiden avulla sen älyobjekteihin saadaan jonkin verran autonomista toiminnallisuutta. Aluksi tämä autonomisuus on melko rajallista, mutta riittävää sujuvoittamaan päivittäistä toimintaa merkityksellisesti. Järjestelmää suunnitellessa siitä on pyritty tekemään myöhemmin laajennettavissa oleva, joten autonomisuutta ja automaatiota voidaan myöhemmin lisätä kehittämällä uusia ja hienostuneempia TET-sääntöjä.

Järjestelmän tarvitsemaa säännöstöä ryhdytään luomaan tarkastelemalla hahmoteltuja palveluita sekä niiden roolia toimita tilaus automaattisesti - prosessin etenemisessä. Pääasiassa ne liittyvät tilauksien onnistuneisiin tai epäonnistuneisiin tarkistamisiin.

Kun tilaus on talletettu, voitaisiin sille myös samalla jo alustavasti järjestää kuljetus sen määränpäähän. Tämä onnistuu

suorittamalla samalla myös palvelu Luo toimitus. Näin saadaan siis aikaan seuraavanlainen TET-sääntö:

**Tapahduma:** Tilaus talletetaan

**Ehto:** Tallettaminen suoritetaan onnistuneesti

**Toiminto:** Kutsu palvelua Luo toimitus, jolla tilaukselle järjestetään toimitus

Tämän TET-säännön ehto täyttyy käytännössä aina tilausta talletettaessa poissulkien häiriötilanteet, joten sen tehtävänä on lähinnä ketjuttaa tilauksen tallettamiseen ja toimituksen luomiseen liittyvät palvelut. Seuraavat TET-säännöt omaavat spesifisemmän ehdon, ja näin ollen esittelevät paremmin kyseisen viitekehyksen hyödyllisyyttä.

Toisinaan tilauksen sisältöä (lähtevää tai saapuvaa) tarkistettaessa asiaankuuluvalla palvelulla ilmenee tilanteita, joissa havaitaan, että joukkoon on eksynyt tilaukseen kuulumattomia tuotteita. Tällöin seuraava askel on hakea lisätietoa väärästä tuotteesta, käyttämällä palvelua Näytä lisätietoa tuotteesta.

**Tapahduma:** Tarkistetaan tilauksen sisältö asiaankuuluvalla palvelulla

**Ehto:** Löydetään väärä tuote

**Toiminto:** Kutsu palvelua Näytä lisätietoa tuotteesta, syötteenä havaittu väärä tuote

Tällä tavoin käyttäjä saa nähdäkseen väärän tuotteen tuotetiedot, joiden avulla hän voi ylipäättään tunnistaa sen, sillä pelkkä väärän tuotteen EPC-koodi ei tähän riitä. Kyseisestä tuotteesta saadaan myös sille mahdollisesti tallennetut lukutapahtumat, jotka auttavat käyttäjää tarkastelemaan väärän tuotteen tähänastista matkaa logistiikkaketjussa, ja mahdollisesti selvittämään sekaannusta ainakin osassa tapauksista.

Saapuvaa tilausta tarkistettaessa saattaa käydä niin, että huomataan joidenkin tuotteiden puuttuvan. Koska kaikki tilaukset ovat kuitenkin läpäisseet lähtötarkistuksen lähtiessään valmistajan varastolta, on syytä olettaa, että puuttuvat tuotteet ovat hukkuneet matkalla. Ehkä ne ovat unohtuneet jakelukeskukseen, tai sekoittuneet toisten tuotteiden kanssa, tai niitä ollaan toimittamassa väärään paikkaan.

Kun tuotteiden puuttuminen on havaittu, on seuraava looginen askel siis näiden kyseisten tuotteiden paikallistaminen. Puutteen havainnut RFID-lukija voi suorittaa tämän itse automaattisesti käyttäjien ajan säästämiseksi.

**Tapahtuma:** Saapuvaa tilausta tarkistetaan

**Ehto:** Havaitaan, että tilauksesta puuttuu tuotteita

**Toiminto:** Kutsu palvelua Etsi tuote, syötteenä puuttuva tuote

Tämän TET-säännön avulla järjestelmä yrittää automaattisesti etsiä puuttuvia tuotteita, ja tuottaa automaattisesti käyttäjälle raportin, josta ilmenee, löydettiinkö puuttuvia

tuotteita, ja jos löydettiin, mikä niiden senhetkinen olinpaikka on. Tämä on käyttäjän kannalta kriittistä informaatiota hänen ryhtyessään selvittämään tilannetta, ja näin hän saa sen nopeasti ja sulavasti käyttöönsä.

Edellistä tapausta voidaan edelleen jatkaa. Jos puuttuva tuote onnistutaan paikallistamaan, olisi seuraavaksi kätevää saada sille automaattisesti tilattua toimitus oikeaan osoitteeseen. Tämä onnistuu seuraavanlaisella TET-säännöllä:

**Tapahtuma:** Saapumistarkastuksen yhteydessä joudutaan etsimään puuttuvaa tuotetta

**Ehto:** Puuttuva tuote löydetään väärästä osoitteesta

**Toiminto:** Kutsu palvelua Luo toimitus, jolla järjestetään puuttuvalle tuotteelle toimitus oikeaan toimipaikkaan

Sen sijaan onnistuneen tilauksen vastaanottotarkistuksen jälkeen halutaan automaattisesti siirtää se maksettavaksi. TET-sääntö on sopiva mekanismi tämän toteuttamiseen:

**Tapahtuma:** Saapuvaa tilausta tarkistetaan

**Ehto:** Havaitaan, että tilaus sisältää kaikki oikeat tuotteet

**Toiminto:** Kutsu palvelua Maksa tilaus

Kyseisen TET-säännön avulla hyväksytysti vastaanotetut tilaukset saadaan nopeasti ja tehokkaasti maksettavaksi, ilman ihmiskäyttäjältä vaadittavia toimia. Kuten TET-säännöt yleensäkin, se yksinkertaisuudestaan huolimatta lisää hyödyllistä autonomisuutta järjestelmään.

## 7.5 Käyttötapauskuvaukset

Tässä osiossa esitellään liiketoimintapalveluita vastaavat käyttötapauskuvaukset, jotka selventävät sitä, miten tietty toimija käyttää järjestelmää saadakseen suoritettua jonkin liiketoimintapalvelun. Käyttötapaus siis kuvaa sitä, kuka käyttäjä on ja kuinka hän vuorovaikutuksessa järjestelmän kanssa. Tämän järjestelmän kontekstissa johtuen sen automattisuuteen tähtäävästä luonteesta, käyttäjä on usein jokin järjestelmän komponenteista ja harvemmin ihmiskäyttäjä.

Kukin käyttötapaus kuvaa edellisessä osiossa esitetyn palvelun suorittamista. Käyttötapaus sisältää tiedon siitä, mitä toimijoita siihen osallistuu, mikä on sen laukaiseva tekijä sekä käyttötapaukseen osallistuvien toimijoiden välisen dialogin. Lisäksi on kirjattu ylös relevanttien sidosryhmien intressit kyseisen toiminnon suorittamisen suhteen, jotta nämä odotukset voidaan ottaa huomioon järjestelmää toteutettaessa. Käyttötapauskuvaukset ovat myös hieman yksityiskohtaisempia kuin edellisen osion palvelukuvaukset, joihin ne perustuvat. Täydet käyttötapauskuvaukset löytyvät taulukkomuodossa liitteistä. Tässä osiossa niiden tärkein sisältö käydään sanallisesti läpi.

Aloitetaan käyttötapausten kehittäminen käymällä läpi kaikki liiketoimintapalvelukuvaukset järjestyksessä. Ensimmäisenä on siis vuorossa palvelu Talleta tilaus, josta johdetaan käyttötapaus **Informaatiopalvelut tallettavat tilauksen**. Käyttötapaukseen osallistuvat toimijoina informaatiopalvelut, Toukomäen varastonhallintajärjestelmä sekä tietokanta. Sidosryhmistä Toukomäki odottaa, että tilaukset tehdään automaattisesti oikea-aikaisesti niin, että heidän varastonsa

eivät ehdi tyhjetä mutta eivät myöskään täyty liikaa. Lisäksi tilaukset ovat optimaalisen kokoisia ja niihin voidaan sisällyttää useita nimikkeitä. Tässä kohdassa käsitellään poikkeuksellisesti myös Toukomäen omalta varastohallintajärjestelmältä vaadittuja toimintoja, sillä näiden kyseisten toimintojen yhteistoiminta uuden järjestelmän kanssa on kriittistä.

Tämän käyttötapauksen laukaiseva tekijä on jonkin nimikkeen varastotason putoaminen alle määritetyn tilauspisteen jossakin Toukomäen toimipisteessä. Käyttötapauksen ensimmäinen askel on se, kun Toukomäen varastohallintajärjestelmä havaitsee tietyn nimikkeen varastotason laskeneen alle määritetyn tilauspisteen ja ilmoittaa tästä informaatiopalveluille. Vastauksena tähän informaatiopalvelut luovat uuden tilauksen, generoiden sille tilausnumeron, sekä täyttäen muut attribuutit kuten statuksen (tässä vaiheessa: luotu), tekopäivämäärän sekä toimitusosoitteen. Lisäksi, informaatiopalvelut luovat tilausrivin sille nimikkeelle, jonka puutostilasta varastohallintajärjestelmä ilmoitti. Informaatiopalvelut myös tiedustelevat varastohallintajärjestelmältä, onko samassa toimipaikassa muita nimikkeitä, joiden varastotaso lähestyy niiden tilauspisteitä. Varastohallintajärjestelmä vastaa, löytyykö muita tilauspistettään lähestyviä nimikkeitä, ja mikäli tällaisia nimikkeitä löytyy, se myös kertoo mitä ne ovat. Informaatiopalvelut vastaanottavat tiedot muista mahdollisesti tilattavista nimikkeistä, ja luo niillekin tilausrivit. Samalla ne määrittävät kaikille tilausriveille sopivan määrän tuotetta pyydettäväksi. Tämän jälkeen tietokanta tallettaa tilauksen kaikkine tietoineen, tilausriveineen ja tuotteineen. Lopuksi informaatiopalvelut synkronoivat tilauksen muiden relevanttien



sidosryhmien informaatiopalveluihin, jotka edelleen tallettavat sen omiin tietokantoihinsa.

Käyttötapauksessa mainitun tilauspisteen määrittämiseen on olemassa useita vaihtoehtoja, muun muassa kysynnän historiatietoihin perustuva laskennallinen metodi. Tällainen laskenta kuitenkin kuuluu tämän työn laajuuden ulkopuolelle. Samoin sopiva tilauskoko on määritettävissä laskennallisesti historiadatan perusteella. Periaatteessa järjestelmä voitaisiin ohjelmoida määrittämään tilauspisteet ja -koot tasaisin väliajoin, aina uusimman historiadatan perusteella.

Mitä taas tilauspistettään lähestyvien tuotteiden sisällyttämiseen muusta syystä tehtävään tilaukseen tulee, on järkevä raja määritettävä tarkemmin projektin edetessä. Se kannattaa miettiä melko tarkkaan, ettei tuotteita tilata varastoon seisomaan ennen aikojaan mutta että toisaalta sopivissa tilanteissa tuotteita voidaan pakata samaan toimitukseen. Näin voidaan säästää toimituskuluissa.

Palvelusta Luo toimitus johdetaan kaksi käyttötapausta. Näistä ensimmäinen on nimeltään **Informaatiopalvelut luovat toimituksen uudelle tilaukselle**. Siihen osallistuvat toimijoina informaatiopalvelut sekä tietokanta. Toimitus pitää luoda oikea-aikaisesti sekä automaattisesti, ja tieto siitä pitää synkronoida oikeille sidosryhmille.

Käyttötapausten laukaisee tilauksen tallettaminen järjestelmään, ja seuraavaksi sille siis halutaan muodostaa toimitus. Informaatiopalvelut määrittävät, mistä tilauksesta

toimitusta ollaan luomassa. Ne liittävät tuohon tilaukseen toimitusinstanssin, generoivat sille toimitusnumeron ja tallettavat sen statuksen. Samalla informaatiopalvelut määrittävät mitä tilauksen rivejä tuotteineen toimitukseen sisällytetään (useimmiten koko tilaus), ja lopuksi lähettävät kaikki nämä tiedot tietokannalle tallettaviksi. Tietokanta vastaanottaa ja tallettaa tiedot. Viimeisessä vaiheessa informaatiopalvelut synkronoivat toimituksen tiedot muiden relevanttien sidosryhmien, kuten asiakkaan ja logistiikkatoimittajan kanssa.

**RFID-lukija luo toimituksen eksyneelle tuotteelle** on toinen samasta palvelusta johdettu käyttötapaus. Se kulkee pääosin samaa rataa kuin edellinenkin käyttötapaus, mutta siinä RFID-lukija korvaa informaatiopalvelut aktiivisen toimijan roolissa. Käyttötapaus myös käsittelee varsin erilaista tilannetta: sen laukaiseva tekijä on virheellisen vastaanottotarkistuksen jälkeen löydetty väärään paikkaan toimitettu tai eksynyt tuote, jolle halutaan luoda toimitus oikeaan toimipisteeseen.

Aluksi RFID-lukija määrittää, mihin tilaukseen kuuluville tuotteille toimitusta ollaan luomassa. Se liittää tuohon tilaukseen toimitusinstanssin, ja generoi sille toimitusnumeron ja tallettaa sen statuksen. Lisäksi lukija määrittää, mitä tilauksen rivejä tuotteineen toimitukseen sisällytetään, mikä tässä tapauksessa saadaan syötteenä palvelusta Etsi tuote. Lopuksi lukija lähettää kaikki nämä tiedot tietokannalle tallettaviksi. Tietokanta vastaanottaa ja tallettaa tiedot. Viimeisessä vaiheessa RFID-lukija synkronoi toimituksen tiedot muiden relevanttien sidosryhmien, kuten asiakkaan ja logistiikkatoimittajan kanssa.

Seuraavaksi esitellään palvelua Tarkista lähtevän tilauksen sisältö vastaava käyttötapaus, **RFID-lukija tarkistaa lähtevän toimituksen sisällön**. Siihen osallistuvat toimijat ovat RFID-lukija, käyttäjä sekä tietokanta. On tärkeää, että lukija kykenee tarkistamaan sisällön nopeasti ja luotettavasti. Tarkistuksen tuloksesta on viestittävä selkeästi käyttäjälle, esimerkiksi puuttuvista tuotteista pitää raportoida tarkasti.

Käyttötapausten laukaisee lähetettävän toimituksen pakkaamisen aloittaminen. Käyttäjä syöttää kyseessä olevan tilauksen toimitusnumeron, ja RFID-lukija pyytää kyseisen tilauksen tiedot (eli tilauksen rivit ja niiden pyytämät tuotteet) tietokannasta. Tietokanta palauttaa tiedot RFID-lukijalle. Tämän jälkeen lukija lukee lukualueellaan olevien tunnistesteiden EPC-koodit, ja lähettää nämä lukutapahtumat tietokannalle tallennettaviksi. Samalla se pyytää tietokannalta luettuja EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot. Tietokanta tallettaa lukutapahtumat, ja palauttaa EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot. RFID-lukija vastaanottaa nämä tuotetiedot, ja vertaa niitä lähtevän toimituksen tietoihin. Jos tiedot vastaavat, se ilmoittaa siitä käyttäjälle ja päivittää toimituksen statuksen tarkistetuksi. *Jos tämä ehto täyttyy, käyttötapaus loppuu.*

Jos tiedot eivät vastaa, RFID-lukija antaa virheilmoituksen ja raportoi havaituista epäkohdista käyttäjälle: mitä tuotteita puuttuu, tai mitä ylimääräistä havaittiin. Käyttäjä poistaa ylimääräiset tuotteet ja / tai lisää puuttuvat tuotteet RFID-lukijan antaman virheilmoituksen perusteella, ja käskee RFID-lukijaa suorittamaan tarkistuksen uudelleen. Tämän jälkeen lukija suorittaa tarkistuksen uudelleen yllä mainitulla tavalla,

ja sisältöjen vastatessa ilmoittaa siitä käyttäjälle ja päivittää toimituksen statuksen tarkistetuksi.

Vastaavasti tilauksen saavuttua määränpäähensä sen purkamisen yhteydessä RFID-lukija tarkistaa tilauksen sisällön käyttämällä palvelua Tarkista saapuvan tilauksen sisältö. Siitä johdetun käyttötapauksen, **RFID-lukija tarkistaa saapuvan toimituksen sisällön**, laukaisee toimituksen saapuminen asiakkaan varastolle. Käyttötapaukseen osallistuvat toimijat ovat RFID-lukija sekä tietokanta. Sidosryhmien kannalta on tärkeää, että sisältö tarkistetaan nopeasti ja luotettavasti, ja sen tuloksesta viestitään käyttäjälle selkeästi.

Käyttötapauksen laukaiseva tekijä on toimituksen saapuminen asiakkaan varastolle. RFID-lukija lukee lukualueella olevien tunnisteidien EPC-koodit, ja lähettää nämä lukutapahtumat tietokannalle talletettavaksi. Samalla se pyytää tietokannalta luettuja EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot, ja kysyy tietokannalta, mikä toimitus on kyseessä ja pyytää sen tietoja. Tietokanta tallettaa lukutapahtumat ja palauttaa EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot. Se päättelee saamiensa tuotetietojen perusteella, mikä toimitus on todennäköisimmin kyseessä lähettäen tuon tilauksen rivit sekä niiden pyytämät tuotteet RFID-lukijalle. Lukija vastaanottaa tuotetiedot ja tilauksen rivit sekä niiden pyytämät tuotteet. Se vertaa tuotteiden määrää ja tyyppiä tilauksen riveihin ja niiden tyyppiin. *Jos ne täsmäävät*, se päivittää toimituksen tilan vastaanotetuksi ja ilmoittaa siitä käyttäjälle. *Jos ne eivät täsmää*, se raportoi havaituista poikkeamista käyttäjälle ja päivittää toimituksen tilan virheellisesti vastaanotetuksi.

Palvelusta Näytä lisätietoa tuotteesta johdettuun käyttötapaukseen **RFID-lukija etsii lisätietoa tuotteesta** osallistuvat toimijat RFID-lukija, informaatiopalvelut sekä tietokanta. Jonkin tuotteen tunnistetta luetaan RFID-lukijalla, ja järjestelmä etsii tunnistetta vastaavat tuotetiedot ja lukutapahtumat. On tärkeää, että kyseessä olevan tuotteen tuote- ja lukutapahtumatiedot löydetään luotettavasti ja nopeasti. Palvelun on myös oltava helppokäyttöinen ja sen on esitettävä löydetty tiedot selkeästi käyttäjälleen.

Käyttötapauksen laukaisee tuntemattoman tai selvästi väärässä paikassa olevan tuotteen havaitseminen. Tämän havainnon voi tehdä joko RFID-lukija lähetys- tai vastaanottotarkistuksen yhteydessä tai ihmiskäyttäjä jossakin muussa tilanteessa, mutta käyttötapaus kulkee molemmissa tapauksissa pitkälti samaa rataa. Ihmiskäyttäjäkin käyttää kyseisen tuotteen tunnisteen lukemiseen RFID-lukijaa, ihannetapauksessa kevyempää kannettavaa mallia. Niinpä käyttötapaus kulkee siten, että sen voi suorittaa myös "tyhmä" RFID-lukija.

Itse käyttötapauksen ensimmäinen askel on se, kun RFID-lukija lukee tuotteen EPC-koodin, ja pyytää informaatiopalveluita etsimään kyseistä koodia vastaavat tuotetiedot sekä siitä kerätyt lukutapahtumat. Samalla lukija myös kysyy, kuuluuko tuote johonkin tilaukseen. Informaatiopalvelut vastaanottavat kyselyn, ja välittävät sen tietokannalle. Tietokanta vastaanottaa kyselyn, ja etsii tuotetiedot sekä lukutapahtumat. Se selvittää, kuuluuko tuote johonkin tilaukseen, ja jos kuuluu, ottaa myös nuo tiedot ylös. Lopuksi se palauttaa kaikki löytämänsä tiedot informaatiopalveluille. Informaatiopalvelut vastaanottavat tiedot ja välittävät ne kyselyn esittäneelle

RFID-lukijalle. Lukija vastaanottaa tiedot ja esittää ne käyttäjälle.

Seuraavaksi esitellään palvelua Liitä EPC-koodi tuotteeseen vastaava käyttötapaus **Informaatiopalvelut liittävät EPC-koodin tuotteeseen**. Siinä käsitellään koodin liittämistä pääasiassa digitaalisessa mielessä eli tietyn EPC-koodin assosioimista tiettyyn tuotetiedostoon. Käyttötapaukseen osallistuvat informaatiopalvelut, valmistajan tietojärjestelmä, tietokanta, sekä käyttäjä. Sidosryhmien kannalta on tärkeää, että tunnisteeseen liitetään oikea tuotetiedosto, sekä vastaavasti tunniste liitetään fyysisesti oikeaan tuotteeseen. Tämä on kriittistä, sillä jos jompikumpi näistä tehtävistä epäonnistuu, on koko järjestelmän taustalla oleva periaate virheettömästä ja helposta tunnistamisesta tehty tyhjäksi.

Käyttötapaus käynnistyy, kun jokin tietty tuote halutaan tuoda uuden järjestelmän piiriin merkitsemällä se EPC-koodilla. Informaatiopalvelut vastaanottavat kyseisen tuotteen tuotetiedot valmistajan järjestelmästä, generoivat niille EPC-koodin, ja lähettävät tuotetiedot sekä EPC-koodin tietokannalle tallennettavaksi. Tietokanta vastaanottaa tiedot ja tallettaa ne datamallin osoittamalla tavalla niin, että EPC-koodi assosioidaan oikeaan tuoteinstanssiin. Tämän jälkeen informaatiopalvelut kirjoittavat EPC-koodin tunnisteeseen, ja lopuksi käyttäjä kiinnittää sen oikeaan tuotteeseen.

Tässä käyttötapauksessa liittämistä tarkastellaan ennen kaikkea järjestelmän näkökulmasta, eikä siinä oteta vielä kantaa, missä vaiheessa tunnisteiden fyysinen kiinnittäminen tuotteeseen olisi

järkevintä hoitaa, tai miten se kannattaa järjestää. Pilottiprojektin aikana ei kannata merkitä kaikkia Bioforen valmistamia tuotteita RFID-tunnistein, vaan ainoastaan Toukomäelle myytävät tuotteet. Myöhemmin, mikäli RFID-pohjaista liiketoimintaa lisätään, voidaan aloittaa tunnistaiden kiinnittäminen kaikkiin tuotteisiin osana normaalia valmistusprosessia (siinä missä ne nykyään merkitään viivakoodein).

Hyväksytysti vastaanotetut tuotteet maksetaan palvelulla Maksa toimitus, ja siitä johdetaan käyttötapaus **Asiakkaan tietojärjestelmä maksaa tilauksen informaatiopalveluiden ohjaamana**. Siihen osallistuvat informaatiopalvelut sekä asiakkaan tietojärjestelmä. Asiakkaan tietojärjestelmän suorittamia toimintoja kuvaillaan vain hyvin abstraktisti, sillä ne ovat työn varsinaisen laajuuden ulkopuolella. Toimitus tulee maksaa nopeasti, mahdollisimman automatisoidusti ja luotettavasti.

Käyttötapauksen laukaiseva tekijä on toimituksen hyväksytyt vastaanottaminen. Kun toimituksen tila muuttuu hyväksytysti vastaanotetuksi, informaatiopalvelut määrittävät toimituksen laskun summan sen sisältämien tuotteiden määrien ja niiden yksikköhintojen perusteella, koostavat laskun ja välittävät sen asiakkaan tietojärjestelmälle. Asiakkaan tietojärjestelmä vastaanottaa laskun ja suorittaa sen vaatiman maksun. Tämän tehtyään se kertoo informaatiopalveluille, että maksusuoritus on tehty. Lopuksi informaatiopalvelut päivittävät tilauksen statuksen maksetuksi.

Tilauksen maksaminen tulee siis vaatimaan muutoksia myös asiakkaan tietojärjestelmään. Informaatiopalvelut lähettävät asiakkaalle tietyn muotoisen digitaalisen laskun, jonka formaatti asiakkaan järjestelmän on kyettävä prosessoimaan, ja suorittamaan maksu autonomisesti. Rajapinta asiakkaan tietojärjestelmän ja informaatiopalveluiden välillä pitää suunnitella niin, että maksaminen onnistuu mahdollisimman pienillä muutoksilla asiakkaan tietojärjestelmään.

Palvelusta Lisää RFID-lukija järjestelmään on johdettu käyttötapaus **Käyttäjä lisää RFID-lukijan järjestelmään**. Siihen osallistuvat toimijoina informaatiopalvelut, käyttäjä, RFID-lukija sekä tietokanta. Sidosryhmien kannalta on tärkeää, että uusien, mahdollisesti myös erityyppisten RFID-lukijoiden liittäminen järjestelmään on suoraviivaista. Käytännössä liittämismenettely suoritetaan jonkinlaisen verkkosovelluksen avulla, jonka kautta käyttäjä on yhteydessä informaatiopalveluihin.

Käyttötapauksen laukaisee tarve ottaa käyttöön uusi RFID-lukija. Käyttäjä aloittaa RFID-lukija liittämismenettelyn, ja syöttää lukijan sijainnin, omistajan ja yhteysosoitteen. Informaatiopalvelut vastaanottavat nuo tiedot ja generoivat lukijalle lukijanumeron, sekä välittävät tämän jälkeen kaikki nuo tiedot tietokannalle tallennettaviksi sekä pelkän lukijanumeron itse lukijalle. Lopuksi tietokanta ja lukija kumpikin vastaanottavat ja tallettavat niille lähetetyt tiedot.

Palvelusta Etsi Tuote johdetaan kaksi käyttötapausta: **RFID-lukija etsii tilauksesta puuttuvan tuotteen** sekä **Käyttäjä etsii**



**tuotteen.** Molemmissa käyttötapauksissa kutsutaan samaa palvelua, mutta eri toimijan toimesta ja hieman eri tavoin. Molempien käyttötapauksen suhteen on tärkeää, että etsittävä tuote voidaan paikantaa helposti ja reaaliaikaisesti, kunhan se on jonkin järjestelmän piirissä olevan RFID-lukijan lukualueella.

RFID-lukijan etsiessä tilauksesta puuttuvaa tuotetta käyttötapauksen laukaisee se, että vastaanottotarkistuksessa havaitaan tilauksesta puuttuvan yksi tai useampi tuote. Puutteen havainnut, palvelua kutsuva RFID-lukija määrittää mitä tuotetta tai tuotteita etsitään (saaden sen syötteenä suorittamansa palvelun Tarkista tilaus lopputuloksesta). Se lähettää kaikille järjestelmän RFID-lukijoille pyynnön etsiä kyseisten tuotteiden EPC-koodeja lukualueiltaan. Järjestelmän muut RFID-lukijat vastaanottavat pyynnön, ja lukevat kukin kaikki lukualueillaan olevat tunnisteet, tarkistaen onko niiden joukossa etsittäviä tuotteita. Lukijat lähettävät kutsuneelle RFID-lukijalle vastauksen, joka sisältää tiedon siitä, että mitä etsittäviä tuotteita löydettiin (tai löydettiinkö mitään). Palvelua kutsunut RFID-lukija koostaa raportin, josta ilmenee, että löydettiinkö etsittäviä tuotteita ja jos löydettiin, niin missä ne ovat eli mikä on ne löytäneiden RFID-lukijoiden sijainti.

Myös järjestelmän ihmiskäyttäjät voivat haluta käyttää Etsi tuote - palvelua tietokoneen avulla. Tällöin käyttötapaukseen osallistuvat käyttäjän ja RFID-lukijoiden lisäksi myös informaatiopalvelut sekä tietokanta. Suurin ero edelliseen tapaukseen on se, että käyttäjä valitsee manuaalisesti etsittävän tuotteen verkkosovelluksen avulla, jonka kautta hän on yhteydessä informaatiopalveluihin.

Käyttötapaus alkaa, kun käyttäjä syöttää sen tilauksen tilausnumeron, josta tuote tai tuotteet halutaan etsiä. Informaatiopalvelut pyytävät tietokannalta tuohon tilaukseen kuuluvat tuotteet. Tietokanta vastaanottaa pyynnön ja palauttaa informaatiopalveluille tilaukseen kuuluvat tuotteet EPC-koodeineen. Informaatiopalvelut esittävät listan tuotteista käyttäjälle. Sitten käyttäjä valitsee tuotteen tai tuotteet, joita halutaan etsiä. Informaatiopalvelut lähettävät kaikille järjestelmän RFID-lukijoille pyynnön etsiä valittuja tuotteita lukualueeltaan. Järjestelmän RFID-lukijat vastaanottavat pyynnön, ja lukevat kukin kaikki lukualueellaan olevat tunnistet, tarkistaen onko niiden joukossa etsittäviä tuotteita. Tämän tehtyään jokainen lukija lähettää informaatiopalveluille vastauksen, joka sisältää tiedon siitä, että mitä etsittäviä tuotteita löydettiin (tai löydettiinkö mitään). Informaatiopalvelut koostavat näistä vastauksista raportin, josta ilmenee etsinnän tulos. Lopuksi informaatiopalvelut esittävät tämän raportin käyttäjälle.

## 8. Yhteenveto

Tässä työssä käsiteltiin kuvitteellista case-tapausta, jossa kaksi toimittaja-asiakas-liiketoimintasuhteessa olevaa yritystä haluavat tehostaa yhteisen toimitusketjunsä toimintaa ja syventää yhteistyötään. Työssä luotiin tapausta varten alustava suunnitelma automaattisesta tilausprosessista sekä sitä tukevasta RFID:hen perustuvasta automaattisesta tilausjärjestelmästä. Nämä suunnitelmat ovat työn tärkein anti.

Automaattinen tilausprosessi on tarjottavan ratkaisun ydin. Sen ajatuksena on siirtää aiemmin manuaalisesti suoritettuja tilausprosessiin ja sen hallinnoimiseen liittyviä työvaiheita automatiikan harteille. Automatisoitavia työvaiheita ovat mm. tilausten tallentaminen, toimitusten luominen, tilausten sisältöjen lähtö- ja vastaanottotarkistukset, sekä lopulta onnistuneesti vastaanotettujen tilausten maksaminen.

Uuden tilausprosessin toiminnan mahdollistamiseksi tarvitaan uusi tietojärjestelmä, RFID:hen perustuva automaattinen tilausjärjestelmä. Se hyödyntää kahta tärkeää teknologiaa: esineiden internettiä eli IoT:ta sekä radiotaajuista etätunnistusta, RFID:tä. Uuden järjestelmän näkyvimät komponentit ovat RFID-lukijat sekä tuotteisiin kiinnitettävät tunnisteet, ja niitä täydentävät muut elementit kuten informaatiopalvelut ja tietokanta.

RFID-lukijoita sijoitetaan toimitusketjun avainkohtiin kuten lastauslaitureille ja kuormansiirtäjiin. Lukijat tarjoavat nopeaa, tehokasta ja verkottunutta tunnistamista, mikä

mahdollistaa toimitusten sisällön oikeellisuuden nopean tarkistamisen sekä tuotteiden etsimisen ja paikallistamisen toimitusketjussa reaaliaikaisesti. Samalla ne keräävät runsaasti dataa toimitusketjun toiminnasta suorittamiensa lukutapahtumien muodossa, ja tämä data säilötään myöhempien analyysien raaka-aineeksi. Lisäksi lukijat ovat IoT-kontekstin älyobjekteja, minkä ansiosta ne voivat esimerkiksi itsenäisesti tilata korjaavan toimituksen löytäessään etsimänsä tuotteen väärästä toimipisteestä.

RFID-tunniste kiinnitetään jokaiseen tuotteeseen, ja ne kukin sisältävät uniikin EPC-koodin jonka avulla tunnisteeseen liitetty tuotetiedosto voidaan löytää tietokannasta. Tietokannassa säilötään näiden tuotetiedostojen lisäksi mmm. RFID-lukijoiden suorittamia lukutapahtumia ja rekisteriä kaikista tilauksista ja toimituksista sekä niihin liittyvistä tiedoista.

Työ sisältää useita järjestelmän arkkitehtuuriin ja toimintaperiaatteisiin liittyviä teknisiä dokumentteja. Nämä dokumentit ovat työn konkreettisin ja työn tekijän näkökulmasta vaativin osuus. Datamallissa määritellään tietokannan rakenne ja siihen tallennettavat asiat attribuutteineen, liiketoimintapalvelukuvauksissa hahmotellaan järjestelmän tärkeimpien ominaisuuksien toiminta ja käyttötapauskuvauksissa kuvaillaan niiden toimintaa hieman yksityiskohtaisemmin ja eri toimijoiden näkökulmasta.

Nämä dokumentit asettavat periaatteet, joita mahdollinen vastaavan järjestelmän toteuttaja voi hyödyntää kehitystyössään.

Toteuttaja löytää tästä työstä hyvän pohjan vaatimusmäärittelylleen ja järjestelmän arkkitehtuurin suunnittelulle. Yhteistyö järjestelmään osallistuvien yritysten omien tietojärjestelmien kanssa on tärkeydestään ja haastavuudestaan huolimatta tässä työssä avoimeksi jäävä seikka, joka tulee vaatimaan tapauskohtaisempia jatkotutkimuksia.

## Lähteet

Anderseck, B., Hengst, C., Wilken, M. 2013. Valuation of Hybrid Identification Processes as an Enabler for the Internet of Things. Teoksessa Clausen, U., ten Hompel, M., Klumpp, M. (toim.) *Efficiency and Logistics*. s. 41-52.

Baida, Z., Koldjik, F., Tan, Y.-H., Higgins, A. 2011. Information Technology (IT): IT Innovations for e-Customs. Teoksessa Tan, Y.-H., Bjorn-Andersen, N., Klein, S., Rukanova, B. (toim.) *Accelerating Global Supply Chains with IT-Innovation: ITAIDE Tools and Methods*. s. 157-174.

Chao, C.-C., Yang, J.-M., & Jen, W.-J. 2007. Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation*. 27(5), s. 268-279.

Choy, K. L. 2007. Design of an RFID-Enabled Knowledge-Based Logistics Management System. Teoksessa Kumar, S. (toim.) *Connective Technologies in the Supply Chain*. s. 105-138.

Fortino, G., Antonio, G., Russo, W. Savaglio, C. 2014. Middlewares for Smart Objects and Smart Environments: Overview and Comparison. Teoksessa Fortino, G. & Trunfio, P. (toim.) *Internet of Things Based on Smart Objects: Technology, Middleware and Applications*. s. 1-28.

Fortino, G. & Trunfio, P. 2014. Internet of Things Based on Smart Objects: Technology, Middleware and Applications. Springer. 203s.

Giordano, A., Spezzano, G. 2014. Service-Oriented Middleware for the Cooperation of Smart Objects and Web Services. Teoksessa Fortino, G. & Trunfio, P. (toim.) *Internet of Things Based on*

*Smart Objects: Technology, Middleware and Applications*. s. 49-68.

Goumoupoulos, G. & Kameas, A. 2008. Achieving Co-Operation and Developing Smart Behavior in Collections of Context-Aware Artifacts. Teoksessa Delaney, K. (toim.) *Ambient Intelligence with Microsystems: Augmented Materials and Smart Objects*. s. 205-240.

Haikala, I. & Märijärvi, J. 2006. Ohjelmistotuotanto. 440s. Talentum.

Koh, S. C. L. 2007. RFID in Supply Chain Management: A Review of Applications. Teoksessa Kumar, S. (toim.) *Connective Technologies in the Supply Chain*. s. 17-40.

Kranz, M. 2017. Building the Internet of Things: Implement New Business Models, Disrupt Competitors, Transform Your Industry. Wiley.

Kumar, S., McGrath, K. 2007. RFID Technology Implementation in Manufacturing and Retail Sectors: A Macro Perspective. Teoksessa Kumar, S. (toim.) *Connective Technologies in the Supply Chain*. s. 41-56.

Lackovic, M., Trunfio, P. 2014. A Service-Oriented Discovery Framework for Cooperating Smart Objects. Teoksessa Fortino, G. & Trunfio, P. (toim.) *Internet of Things Based on Smart Objects: Technology, Middleware and Applications*. s. 85-106.

Lazarescu, M. T. 2014. Internet of Things Low-Cost Long-Term Environmental Monitoring with Reusable Wireless Sensor Network Platform. Teoksessa Mukhopadhyay, S. C. (toim.) *Internet of Things - Challenges and Opportunities*. s. 169-196.

Middleware Resource Center. [Verkkodokumentti]. Viitattu 12.2.2017. Saatavilla osoitteessa:

<https://web.archive.org/web/20120629211518/http://www.middleware.org/whatis.html>

Mukhopadhyay, S. C., Suryadevara, N. K. 2014. Internet of Things - Challenges and Opportunities. Teoksessa Mukhopadhyay, S. C. (toim.) *Internet of Things - Challenges and Opportunities*. s. 1-18.

Nam, T., Kim, B. Yeom, K. 2013. The Effective Method for Distribute Information Gain in EPC Network. Teoksessa Kreowski, H.-J., Scholz-Reiter, B. Thoben, K.-D. (toim.) *Dynamics in Logistics: Third International Conference, LDIC 2012 Bremen, Germany, February/March 2012 Proceedings*. s. 531-544.

Pang, L.Y., Huang, G. Q., Zhong, R. Y. Service Oriented Platform for RFID-enabled Real-Time Fleet Advanced Planning and Scheduling in Industrial Parks. Teoksessa Kreowski, H.-J., Scholz-Reiter, B. Thoben, K.-D. (toim.) *Dynamics in Logistics: Third International Conference, LDIC 2012 Bremen, Germany, February/March 2012 Proceedings*. s. 223-234.

Rukanova, B., Bjorn-Andersen, N., van Ipenburg, F., Klein, S., Smit., G., Tan, Y.-H. 2011. Introduction. Teoksessa Tan, Y.-H., Bjorn-Andersen, N., Klein, S., Rukanova, B. (toim.) *Accelerating Global Supply Chains with IT-Innovation: ITAIDE Tools and Methods*. s. 3-30.

Schuster, E. W., Allen, S. J., Brock, D. L. 2007. Global RFID: The Value of the EPCglobal Network™ for Supply Chain Management. Springer. 322s.

Sharp, A. & McDermott, P. 2009. Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development. Artech House. 472s.



Silverston, L. 2001. *The Data Model Resource Book, Vol 1.: A Library of Universal Data Models for All Enterprises*. Wiley Computer Publishing. 525s.

Uckelmann, D. 2011. *Quantifying the Value of RFID and the EPCglobal Architecture Framework in Logistics*. Springer. 166s.

Ye, J., Dobson, S., Nixon, P. 2008. An Overview of Pervasive Computing Systems. Teoksessa Delaney, K. (toim.) *Ambient Intelligence with Microsystems: Augmented Materials and Smart Objects*. s. 19-50.

Windelband, L. & Spöttl, G. Man-Machine-Interaction in the Field of Logistics: Example "Internet of Things". Teoksessa Kreowski, H.-J., Scholz-Reiter, B. Thoben, K.-D. (toim.) *Dynamics in Logistics: Third International Conference, LDIC 2012 Bremen, Germany, February/March 2012 Proceedings*. s. 545-556.

## Liitteet

Liite 1. Talleta tilaus - palvelukuvaus.

1. Nimi: Talleta tilaus
2. Tulos: Tilaus tallennetaan RFID:hen perustuvaan automaattiseen tilausjärjestelmään.
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Luo uusi tilaus, generoi sille tilausnumero ja talleta tilaukselle status (luotu), tekopäivämäärä, sekä toimitusosoite.</li><li>- Tarkastele, minkä nimikkeen varastotaso on laskenut tilauspisteen alle ja luo sille tilausrivi.</li><li>- Tarkastele, onko toimipisteessä muita tilauspistettään lähestyviä nimikkeitä, ja jos on niin luo niille kullekin tilausrivit.</li><li>- Määritä kullekin tilausriville sopiva määrä tuotetta pyydettäväksi.</li><li>- Synkronoi tilaus muiden relevanttien sidosryhmien kanssa.</li></ul>

Liite 2. Luo toimitus - palvelukuvaus.

1. Nimi: Luo toimitus
2. Tulos: Tuotteiden kuljettamista varten luodaan toimitus.
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Liitä tilaukseen toimitusinstanssi, generoi sille toimitusnumero ja talleta sen status</li><li>- Määritä, mitä tilauksen rivejä tuotteineen toimitukseen sisällytetään</li><li>- Synkronoi toimitus muiden relevanttien sidosryhmien kanssa</li></ul>

Liite 3. Tarkista lähtevän tilauksen sisältö - palvelukuvaus.

4. Nimi: Tarkista lähtevän toimituksen sisältö
5. Tulos: Lähtevän toimituksen sisältö tarkistetaan.
6. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vastaanota tarkistettavan toimituksen toimitusnumero ja pyydä kyseisen toimituksen tiedot (tilausrivit ja niiden pyytämät tuotteet).</li><li>- Lue pakattavien tuotteiden tunnisteiden EPC-koodit ja pyydä koodeja vastaavat tuotetiedot.</li><li>- Talleta lukutapahtumat tietokantaan datamallin osoittamalla tavalla.</li><li>- Vertaa lukutapahtumista saatuja tuotetietoja toimituksen vaatimiin tuotteisiin määrineen.</li><li>- Jos tiedot vastaavat, päivitä toimituksen status tarkistetuksi.</li><li>- Jos tiedot eroavat, anna virheilmoitus, joka sisältää tiedon siitä mikä on vialla: mitä tuotteita puuttuu, tai mitä ylimääräistä havaittiin.</li></ul>

Liite 4. Tarkista saapuvan toimituksen sisältö - palvelukuvaus.

1.Nimi: Tarkista saapuvan toimituksen sisältö
2.Tulos: Saapuvan toimituksen sisältö tarkistetaan.
3.Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Lue purettavien tuotteiden tunnisteen EPC-koodit ja pyydä koodeja vastaavat tuotetiedot.</li><li>- Talleta lukutapahtumat tietokantaan datamallin osoittamalla tavalla.</li><li>- Päättelä luettujen EPC-koodien perusteella, mitä toimitusta ollaan purkamassa ja pyydä kyseisen toimituksen tilausrivit sekä niiden pyytämät tuotteet.</li><li>- Vertaa lukutapahtumista generoituja tuotetietoja toimituksen vaatimiin tuotteisiin määrineen.</li><li>- Jos tiedot vastaavat, päivitä toimituksen status tarkistetuksi.</li><li>- Jos tiedot eroavat, anna virheilmoitus, joka sisältää tiedon siitä mikä on vialla: mitä tuotteita puuttuu, tai mitä ylimääräistä havaittiin.</li></ul>

Liite 5. Tarkista Näytä lisätietoa tuotteesta - palvelukuvaus.

1. Nimi: Näytä lisätietoa tuotteesta
2. Tulos: Tiettyä tuotetta vastaavat tuotetiedot sekä siitä kerätyt lukutapahtumat toimitetaan palvelua kutsuneelle taholle.
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vastanota EPC-koodi syötteenä</li><li>- Talleta lukutapahtuma tietokantaan datamallin osoittamalla tavalla.</li><li>- Pyydä informaatiopalvelulta kyseiseen EPC-koodiin liittyvät tuotetiedot sekä lukutapahtumat.</li><li>- Vastanota kyseiset tiedot ja esitä ne palvelua kutsuneelle taholle.</li></ul>

Liite 6. Liitä EPC-koodi tuotteeseen - palvelukuvaus.

1. Nimi: Liitä EPC-koodi tuotteeseen
2. Tulos: Tuote-instanssi linkitetään uniikkiin EPC-koodiin.
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vastanota tietyn tuotteen tuotetiedot sen valmistajan järjestelmästä ja talleta ne.</li><li>- Generoi EPC-koodi.</li><li>- Yhdistä tietty tuote-instanssi nyt generoituun EPC-koodiin datamallin osoittamalla tavalla.</li><li>- Kirjoita EPC-koodi tunnisteeseen (joka on fyysisessä maailmassa liitettävä oikeaan tuotteeseen).</li></ul>

Liite 7. Maksa toimitus - palvelukuvaus.

1. Nimi: Maksa toimitus
2. Tulos: Asiakas maksaa vastaanottamansa toimituksen valmistajalle.
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Määritä laskun summa toimituksen sisältämien tuotteiden määrien ja yksikköhintojen perusteella.</li><li>- Välitä lasku asiakkaalle.</li><li>- Asiakas vastaanottaa laskun ja suorittaa maksusuorituksen valmistajalle.</li><li>- Päivitä toimituksen status maksetuksi.</li></ul>

Liite 8. Lisää RFID-lukija järjestelmään - palvelukuvaus.

1. Nimi: Lisää RFID-lukija järjestelmään
2. Tulos: Uusi RFID-lukija on liitetty toimintakuntoiseksi osaksi järjestelmää
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vastaanota uuden lukijan omistaja ja sijainti sekä yhteysrajapintaan liittyvät tiedot.</li><li>- Generoi uusi lukijanumero, joka lähetetään lukijalle.</li><li>- Lukija vastaanottaa lukijanumeron ja tallettaa sen.</li></ul>

Liite 9. Etsi tuote - palvelukuvaus.

1. Nimi: Etsi tuote
2. Tulos: Tietyn tuotteen nykyinen olinpaikka selvitetään.
3. Algoritmi: <ul style="list-style-type: none"><li>- Vastaanota syötteenä etsittävän tuotteen EPC-koodi.</li><li>- Lähetä EPC-koodi kaikille järjestelmän piirissä toimiville RFID-lukijoille ja pyydä niitä tarkistamaan, havaitsevatko ne tuolla koodilla varustettua tunnistetta lukualueellaan.</li><li>- Kukin lukija vastaa, löysikö se tunnistetta vai ei.</li><li>- Raportoi kyselyn tuloksesta kutsuneella taholle: jos tuote löytyi, missä se on, tai vaihtoehtoisesti kerro, että tuotetta ei löytynyt.</li></ul>

Liite 10. Informaatiopalvelut tallettavat tilauksen -  
käyttötapauskuvaus.

Toimijat: Informaatiopalvelut, Toukomäen varastohallintajärjestelmä, tietokanta
Käyttötapaoksen nimi: Informaatiopalvelut tallettavat tilauksen
Sidosryhmien intressit: Tilaukset jätetään oikea-aikaisesti eli ei liian aikaisin, etteivät varastot täyty turhaan eikä liian myöhään, etteivät nimikkeet ehdi loppua kokonaan ennen täydennyserän saapumista. Tilaukset ovat sisältönsä puolesta järkevän kokoisia.
Laukaiseva tekijä: Jonkin nimikkeen varastotason putoaminen alle määritetyn tilauspisteen* jossakin toimipisteessä.
Sisältö: Varastohallintajärjestelmä: Havaitsee tietyn nimikkeen varastotason laskeneen alle määritetyn tilauspisteen ja ilmoittaa tästä informaatiopalveluille.  Informaatiopalvelut: Luo uusi tilaus, generoi sille tilausnumero, sekä täytä muut attribuutit kuten status (tässä vaiheessa: luotu), tekopäivämäärä sekä toimitusosoite.  Informaatiopalvelut: Luo tilausrivi sille nimikkeelle, josta varastohallintajärjestelmä ilmoitti. Kysy varastohallintajärjestelmältä, onko samassa toimipaikassa muita nimikkeitä, joiden varastotaso lähestyy** tilauspistettä.  Varastohallintajärjestelmä: Ilmoita informaatiopalveluille, onko muita tilauspistettä lähestyviä nimikkeitä, ja mitä ne ovat.

(jatkuu)



(Liite 10 jatkoa)

Informaatiopalvelut: Vastaanota tiedot muista tilattavista nimikkeistä, ja luo niillekin tilausrivit. Määritä kaikille tilausriveille sopiva\*\*\* määrä tuotetta pyydettäväksi.

Tietokanta: Talleta tilaus kaikkine tietoineen, tilausriveineen ja tuotteineen.

Informaatiopalvelut: Synkronoi tilaus muiden (relevanttien) sidosryhmien informaatiopalveluihin, jotka edelleen tallettavat sen omiin tietokantoihinsa.

\* = Tilauspisteen määrittämiseen on olemassa useita vaihtoehtoja, muun muassa kysynnän historiatietoihin perustuva laskennallinen metodi. Tällainen laskenta kuitenkin kuuluu tämän työn laajuuden ulkopuolelle. Periaatteessa järjestelmä voitaisiin kuitenkin ohjelmoida määrittämään tilauspisteet tasaisin väliajoin, aina uusimman historiadatan perusteella.

\*\* = Järkevä raja pitää tarkemmin määrittää projektin edetessä. Se kannattaa miettiä melko tarkkaan, ettei tuotteita tilata varastoon seisomaan ennen aikojaan mutta että toisaalta sopivissa tilanteissa tuotteita voidaan pakata samaan toimitukseen, säästäten toimituskuluissa.

\*\*\*= Sopiva tilauskoko voidaan myös määrittää laskennallisesti historiadatan perusteella, mutta sekin on rajattu ulos tästä työstä. Tilauskoot voitaisiin myös laskea uudelleen tasaisin väliajoin, aina uusimman historiadatan perusteella.

Liite 11. Informaatiopalvelut luovat toimituksen uudelle tilaukselle - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: Informaatiopalvelut, tietokanta
Käyttötapauksen nimi: Informaatiopalvelut luovat toimituksen uudelle tilaukselle
Sidosryhmien intressit: Toimitus luodaan oikea-aikaisesti sekä automaattisesti, ja tieto siitä synkronoidaan oikeille sidosryhmille.
Laukaiseva tekijä: Tilaus on talletettu järjestelmään, ja sille halutaan muodostaa toimitus.
Sisältö: Informaatiopalvelut: Määritä, mistä tilauksesta toimitusta ollaan luomassa. Liitä tuohon tilaukseen toimitusinstanssi, ja generoi sille toimitusnumero ja talleta sen status. Määritä, mitä tilauksen rivejä tuotteineen toimitukseen sisällytetään (useimmiten koko tilaus). Lähetä nämä tiedot tietokannalle talletettaviksi.  Tietokanta: Vastaanota ja talleta tiedot.  Informaatiopalvelut: Synkronoi toimituksen tiedot muiden relevanttien sidosryhmien informaatiopalveluiden kanssa (kuten asiakkaan ja logistiikkatoimittajan).

Liite 12. RFID-lukija luo toimituksen eksyneelle tuotteelle - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: RFID-lukija, tietokanta
Käyttötapauksen nimi: RFID-lukija luo toimituksen eksyneelle tuotteelle
Sidosryhmien intressit: Toimitus luodaan oikea-aikaisesti sekä automaattisesti, ja tieto siitä synkronoidaan oikeille sidosryhmille.
Laukaiseva tekijä: RFID-lukija havaitsee puutteen vastaanottotarkistuksessa, etsii tuota puuttuvaa tuotetta, ja löytää sen väärästä paikasta.
Sisältö: RFID-lukija: Määritä, mihin tilaukseen kuuluville tuotteille toimitusta ollaan luomassa. Liitä tuohon tilaukseen toimitusinstanssi, ja generoi sille toimitusnumero ja talleta sen status. Määritä, mitä tilauksen rivejä tuotteineen toimitukseen sisällytetään (tämä saadaan syötteenä palvelusta Etsi tuote). Lähetä nämä tiedot tietokannalle tallennettaviksi.  Tietokanta: Vastaanota ja talleta tiedot.  RFID-lukija: Synkronoi toimituksen tiedot muiden relevanttien sidosryhmien informaatiopalveluiden kanssa (kuten asiakkaan ja logistiikkatoimittajan).

Liite 13. RFID-lukija tarkistaa lähtevän toimituksen sisällön - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: RFID-lukija, käyttäjä, tietokanta
Käyttötapauksen nimi: RFID-lukija tarkistaa lähtevän toimituksen sisällön
Sidosryhmien intressit: Sisältö tarkistetaan nopeasti ja luotettavasti. Järjestelmä viestii käyttäjälle selkeästi.
Laukaiseva tekijä: Lähetettävää toimitusta pakataan.
Sisältö: Käyttäjä: Syötä kyseessä olevan toimituksen toimitusnumero.  RFID-lukija: Pyydä kyseisen toimituksen tiedot (tilauksen rivit ja niiden pyytämät tuotteet) tietokannasta.  Tietokanta: Palauta tiedot.  RFID-lukija: Lue lukualueella olevien tunnisteidien EPC-koodit. Lähetä lukutapahtumat tietokannalle, ja pyydä tietokannalta luettuja EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot.  Tietokanta: Talleta lukutapahtumat, ja palauta EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot.  RFID-lukija: Vastaanota tuotetiedot, ja vertaa niitä lähtevän toimituksen tietoihin. Jos tiedot vastaavat, ilmoita siitä käyttäjälle ja päivitä tilauksen status tarkistetuksi. <i>Tämän ehdon täyttyessä käyttötapaus loppuu.</i>

(jatkuu)

(Liite 13 jatkoa)

Jos tiedot eivät vastaa, anna virheilmoitus ja raportoi havaituista epäkohdista käyttäjälle: mitä tuotteita puuttuu, tai mitä ylimääräistä havaittiin.

Käyttäjä: Poista ylimääräiset tuotteet ja / tai lisää puuttuvat tuotteet RFID-lukijan antaman virheilmoituksen perusteella. Käske RFID-lukija suorittamaan tarkistus uudelleen.

Tämän jälkeen lukija suorittaa tarkistuksen yllä mainitulla tavalla, ja sisältöjen vastatessa ilmoittaa siitä käyttäjälle ja päivittää toimituksen statuksen tarkistetuksi.

Liite 14. RFID-lukija tarkistaa saapuvan toimituksen sisällön - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: RFID-lukija, tietokanta
Käyttötapauksen nimi: RFID-lukija tarkistaa saapuvan toimituksen sisällön
Sidosryhmien intressit: Sisältö tarkistetaan nopeasti ja luotettavasti. Järjestelmä viestii käyttäjälle selkeästi.
Laukaiseva tekijä: Toimitus saapuu asiakkaan varastolle.
Sisältö:  RFID-lukija: Lue lukualueella olevien tunnisteidien EPC-koodit. Lähetä lukutapahtumat tietokannalle, ja pyydä tietokannalta luettuja EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot. Kysy tietokannalta, mikä toimitus on kyseessä ja pyydä sen tietoja.  Tietokanta: Talleta lukutapahtumat, ja palauta EPC-koodeja vastaavat tuotetiedot. Päättele tuotetietojen perusteella, mikä toimitus on todennäköisimmin kyseessä, ja lähetä tuon toimituksen tilauksen rivit sekä niiden pyytämät tuotteet RFID-lukijalle.  RFID-lukija: Vastaanota tuotetiedot ja tilauksen rivit ja niiden pyytämät tuotteet. Vertaa tuotteiden määrää ja tyyppiä tilauksen riveihin ja niiden tyyppiin. Jos ne täsmäävät, päivitä toimituksen tila vastaanotetuksi ja ilmoita siitä käyttäjälle. Jos ne eivät täsmää, raportoi havaituista poikkeamista käyttäjälle ja päivitä tilauksen tila virheellisesti vastaanotetuksi.

Liite 15. RFID-lukija etsii lisätietoa tuotteesta -  
käyttötapauskuvaus.

Toimijat: RFID-lukija, informaatiopalvelut, tietokanta
Käyttötapaus: RFID-lukija etsii lisätietoa tuotteesta
Sidosryhmien intressit: Kyseessä olevan tuotteen tuote- ja lukutapahtumatiedot löydetään luotettavasti ja nopeasti. Palvelu on helppokäyttöinen ja löydettyt tiedot esitetään käyttäjälle selkeästi.
Laukaiseva tekijä: Havaitaan tuntematon, väärässä paikassa oleva tuote
Sisältö: RFID-lukija: Lue tuotteen EPC-koodi, ja pyydä informaatiopalveluita etsimään kyseistä koodia vastaavat tuotetiedot sekä siitä kerätyt lukutapahtumat, sekä kysy kuuluuko se mahdollisesti johonkin tilaukseen.  Informaatiopalvelut: Vastaanota kysely, ja välitä se tietokannalle.  Tietokanta: Vastaanota kysely, etsi tuotetiedot sekä lukutapahtumat. Selvitä, kuuluuko tuote johonkin tilaukseen, ja jos kuuluu, ota myös nuo tiedot ylös. Lopuksi lähetä kaikki nämä tiedot informaatiopalveluille.  Informaatiopalvelut: Vastaanota tiedot ja välitä ne kyselyn esittäneelle RFID-lukijalle.  RFID-lukija: Vastaanota tiedot ja näytä ne käyttäjälle.

Liite 16. Informaatiopalvelut liittävät EPC-koodin tuotteeseen - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: Informaatiopalvelut, valmistajan tietojärjestelmä, tietokanta
Käyttötapauksen nimi: Informaatiopalvelut liittävät EPC-koodin tuotteeseen
Sidosryhmien intressit: Tunnisteeseen liitetään oikeat tuotetiedot, ja vastaavasti tunniste liitetään fyysisesti oikeaan tuotteeseen
Laukaiseva tekijä: Tietty tuote halutaan tuoda järjestelmän piiriin
Sisältö:  Informaatiopalvelut: Vastaanota kyseessä olevan tuotteen tuotetiedot valmistajan järjestelmästä. Generoi EPC-koodi. Lähetä tuotetiedot sekä EPC-koodi tietokannalle tallennettavaksi.  Tietokanta: Vastaanota tiedot ja ne tallenna datamallin osoittamalla tavalla niin, että EPC-koodi assosioidaan oikeaan tuoteinstanssiin.  Informaatiopalvelut: Kirjoita EPC-koodi tunnisteeseen.  Käyttäjä: Kiinnitä tunniste oikeaan tuotteeseen.



Liite 17. Asiakkaan tietojärjestelmä maksaa tilauksen -  
käyttötapauskuvaus.

Toimijat: Informaatiopalvelut, asiakkaan tietojärjestelmä
Käyttötapaus nimi: Asiakkaan tietojärjestelmä maksaa toimituksen informaatiopalveluiden ohjaamana
Sidosryhmien intressit: Toimitus maksetaan nopeasti, mahdollisimman automatisoidusti ja luotettavasti.
Laukaiseva tekijä: Toimitus on vastaanotettu hyväksytysti.
Sisältö: Informaatiopalvelut: Toimituksen tilan muuttuessa hyväksytysti vastaanotetuksi, määritä sen laskun summa sen sisältämien tuotteiden määrien ja niiden yksikköhintojen perusteella. Koosta lasku ja välitä se asiakkaan tietojärjestelmälle.  Asiakkaan tietojärjestelmä: Vastaanota lasku ja suorita sen vaatima maksu. Kerro informaatiopalveluille, että maksusuoritus on tehty.  Informaatiopalvelut: Päivitä toimituksen status maksetuksi.

Liite 18. Käyttäjä liittää uuden RFID-lukijan osaksi järjestelmää - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: Informaatiopalvelut, käyttäjä, RFID-lukija, tietokanta
Käyttötapausten nimi: Käyttäjä liittää RFID-lukijan osaksi järjestelmää
Sidosryhmien intressit: Uusien, mahdollisesti myös erityyppisten RFID-lukijoiden liittäminen osaksi järjestelmää on suoraviivaista.
Laukaiseva tekijä: Jokin järjestelmää käyttävä taho haluaa ottaa käyttöön uuden RFID-lukijan.
Sisältö: Käyttäjä: Aloita RFID-lukijan liittämisprosessi. Syötä uuden lukijan sijainti, omistaja sekä yhteysosoite.  Informaatiopalvelut: Vastaanota tiedot ja generoi lukijalle lukijanumero. Lähetä nämä tiedot tietokannalle sekä itse uudelle lukijalle tallennettaviksi.  Tietokanta: Vastaanota ja talleta tiedot.  RFID-lukija: Vastaanota ja talleta tiedot.

Liite 19. RFID-lukija etsii tilauksesta puuttuvan tuotteen - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: RFID-lukijat
Käyttötapauksen nimi: RFID-lukija etsii tuotteen
Sidosryhmien intressit: Etsittävä tuote voidaan paikantaa helposti ja reaaliaikaisesti, kunhan se on jonkin järjestelmän piirissä olevan RFID-lukijan lukualueella.
Laukaiseva tekijä: RFID-lukija tarkastaa tilauksen sisältöä ja havaitsee, että siitä puuttuu yksi tai useampi tuote
Sisältö:  Kutsuva RFID-lukija: Määritä mitä tuotetta tai tuotteita etsitään (tämä saadaan syötteenä palvelun Tarkista tilaus lopputuloksesta). Lähetä kaikille järjestelmän RFID-lukijoille pyyntö etsiä kyseisten tuotteiden EPC-koodeja lukualueiltaan.  Muut RFID-lukijat: Vastaa pyyntö. Lue kaikki lukualueella olevat tunnistet, ja tarkista onko niiden joukossa etsittäviä tuotteita. Lähetä kutsuneelle RFID-lukijalle vastaus, joka sisältää tiedon siitä, että mitä etsittäviä tuotteita löydettiin (tai löydettiinkö mitään).  Kutsuva RFID-lukija: Koosta raportti, josta ilmenee, että löydettiinkö etsittäviä tuotteita ja jos löydettiin, missä ne ovat (eli mikä on ne löytäneiden RFID-lukijoiden sijainti).

Liite 20. Käyttäjä etsii tuotteen - käyttötapauskuvaus.

Toimijat: Käyttäjä, informaatiopalvelut, järjestelmän RFID-lukijat, tietokanta
Käyttötapaus: Käyttäjä etsii tuotteen
Sidosryhmien intressit: Etsittävä tuote voidaan paikantaa helposti ja reaaliaikaisesti, kunhan se on jonkin järjestelmän piirissä olevan RFID-lukijan lukualueella.
Laukaiseva tekijä: Käyttäjä haluaa paikantaa jonkin tietyn tuotteen tai tuotteet
Sisältö: Käyttäjä: Syötä sen tilauksen tilausnumero, josta tuote tai tuotteet halutaan etsiä.  Informaatiopalvelut: Pyydä tietokannalta tuohon tilaukseen kuuluvat tuotteet.  Tietokanta: Vastaanota pyyntö ja palauta informaatiopalveluille tilaukseen kuuluvat tuotteet EPC-koodeineen.  Informaatiopalvelut: Esitä lista tuotteista käyttäjälle.  Käyttäjä: Valitse tuote tai tuotteet, joita halutaan etsiä.  Informaatiopalvelut: Lähetä kaikille järjestelmän RFID-lukijoille pyyntö etsiä valittuja tuotteita lukualueeltaan.

(jatkuu)

(Liite 20 jatkoa)

Järjestelmän RFID-lukijat: Vastanota pyyntö. Lue kaikki lukualueella olevat tunnisteet, ja tarkista onko niiden joukossa etsittäviä tuotteita. Lähetä informaatiopalveluille vastaus, joka sisältää tiedon siitä, että mitä etsittäviä tuotteita löydettiin (tai löydettiin mitään).

Informaatiopalvelut: Koosta raportti, josta ilmenee, että löydettiinkö etsittäviä tuotteita ja jos löydettiin, missä ne ovat (eli mikä on ne löytäneiden RFID lukijoiden sijainti). Esitä se käyttäjälle.