

**Suoranta Eetu**

**Tuotealustojen käsittely ja seuranta satamassa**



Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Kevät 2024



**KAMK • University  
of Applied Sciences**

## Tiivistelmä

**Tekijä(t):** Suoranta Eetu

**Työn nimi:** Tuotealustojen käsittely ja seuranta satamassa

**Tutkintonimike:** Insinööri, konetekniikka

**Asiasanat:** RFID, Logistiikka, materiaalivirtaus, sisäinen logistiikka

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli syventyä sataman tuotealustojen käsittelyn ja seurannan nykytilaan SSAB Raahen satamassa. Tutkimus kattoi laajasti tietoa tuotealustojen käsittelymääristä erilaisilla indikaattoreilla mitattuna. Lisäksi työssä arvioitiin RFID-tekniikan hankinnan mahdollisia hyötyjä, kustannuksia ja esteitä.

Työn taustalla vaikuttivat sataman logistiset haasteet, liittyen erityisesti tuotealustojen uudelleenjärjestelyihin ja tarpeeseen saada turhien siirtojen määrä mahdollisimman vähäiseksi. Haasteisiin vastaamiseksi tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millä keinoilla tuotealustavirran hallintaa voitaisiin tehostaa tai parantaa.

Tutkimuksen keskeisenä menetelmänä käytettiin RFID-tekniikan arviointia sataman logistiikkaprosessien tehostamisessa. Käytettiin DEMO-järjestelmästä saatua historiatietoa pohjana työn analyysille. Tietoa hankittiin myös sataman henkilökunnalta, RFID-toimijalta sekä RFID Lab Finalnd Ry:ltä. Työssä tuotiin esille myös RFID-tekniikan potentiaaliset hyödyt liitettynä muihin uusiin teknologioihin, kuten esineiden internetiin.

Tutkimuksen tuloksena havaittiin, että RFID-tekniikalla olisi monipuolisia hyötyjä sataman logistiikalle nykytilassa ja myös tulevaisuudessa, erityisesti tuotealustojen sijaintitietojen automaattisessa päivittäisessä. Inhimillisten virheiden määrä vähenisi kuitattaessa alustoja varastoon ja DEMO:n sijaintitietojen luotettavuus paranisi. Tehtiin myös suuntaa antavia kustannus- sekä investointilaskelmia järjestelmän hankinnalle useilla eri laskentatavoilla, jotka antoivat positiivisen tuloksen hankinnan kannalta.

Johtopäätöksenä voitiin todeta, että RFID-tekniikan hyödyntäminen voisi olla avain sataman logistiikan tehostamiseen ja kehittämiseen. Suositukset tuleville toimenpiteille kohdistuvat RFID:n käyttöönoton syvempään tutkimukseen ja DEMO-järjestelmän jatkuvaan parantamiseen. Jatkotutkimuksilla voidaan syventää ymmärrystä RFID-tekniikan soveltuvuudesta myös muihin toimintoihin. Lisäksi suositellaan myös mahdollisen pilottivaiheen toteutus liittyen RFID:n käyttöönottoon osalta tuotealustalogistiikassa. RFID:n käyttöönotto olisi SSAB Raahen satamalle askel automaattisempaan, nykyaikaisempaan ja turvallisempaan satamaympäristöön.

## **Abstract**

**Author(s):** Suoranta Eetu

**Title of the Publication:** Product Platform Processing and Handling in Port Operations

**Degree Title:** Bachelor of Engineering, Mechanical Engineering

**Keywords:** RFID (Radio Frequency Identification), Logistics, material flow, Internal logistics

The aim of this thesis was to delve into the current state of handling and monitoring of product platforms in the port environment of SSAB Raahe. The study extensively covered information on the handling volumes of product platforms measured with various indicators. Additionally, the work evaluated the potential benefits, costs, and obstacles associated with acquiring Radio Frequency Identification technology.

The background of the study was influenced by logistical challenges in the port, particularly related to the rearrangement of product platforms and the need to minimize unnecessary transfers. To address these challenges, the research aimed to determine ways to enhance or improve the management of product platform flows.

The central method used in the thesis was assessment of RFID technology to enhance logistical processes in the port. The analysis was based on historical data obtained from DEMA system. Information was also gathered from port personnel, RFID providers and the Finnish RFID association. Thesis highlighted the potential benefits of RFID technology in connection with other new technologies, such as the Internet of Things.

As a result of the thesis, it was observed that RFID technology could bring various benefits to port logistics, both in the current state and in the future, especially in the automatic updating of the location information of product platforms. The reduction in human errors during the placement of platforms in storage and the improved reliability of location data in DEMA were highlighted. Indicative cost and investment calculations were made for the purchase of the system using several calculation methods, which showed positive result in terms of the purchase.

In conclusion, it can be stated that the utilization of RFID technology could be a key factor in enhancing and developing port logistics. Recommendations for future actions focus on further research into the implementation of RFID and continuous improvement of the DEMA system. Further studies could deepen the understanding of the suitability of RFID technology for other operational aspects. A possible implementation of a pilot phase for the introduction of RFID in product platform logistics is recommended. The implementation of RFID would be a step for the SSAB Raahe port towards a more automated, modern and safer port environment.

## Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	1
1.1	Taustaa ja ongelmanasettelu .....	1
1.2	Tavoitteet .....	2
1.3	Tutkimuksen kysymykset .....	2
2	Logistiikka .....	3
2.1	Sataman logistiikka.....	4
2.2	Sataman tulo-, sisä-, ja lähtölogistiikka .....	5
3	RFID-teknologia .....	12
3.1	RFID-teknologian toimintaperiaate.....	12
3.1.1	RFID-tunniste eli tagi.....	12
3.1.2	RFID-lukija .....	14
3.1.3	RFID-palvelin .....	14
3.1.4	RFID-sovellukset.....	15
3.2	RFID:n hyödyntämis- ja käyttömahdollisuudet .....	15
3.3	RFID-integraatioita .....	17
3.4	RFID ja esineiden internet (IoT).....	18
3.5	RFID:n käyttöönotto .....	21
4	Tuotealustojen käsittelyprosessi SSAB Raahen satamassa .....	23
4.1	Nykyinen käsittelyprosessi .....	23
4.1.1	Tuotealustojen käsittelymääriä .....	27
4.1.2	Tuotealustojen siirrot tuotannosta satamaan .....	28
4.1.3	Tuotealustojen siirrot sataman sisällä .....	35
4.2	Haasteet ja pullonkaulat .....	37
4.3	Turvallisuusperspektiivi.....	39
4.4	Ympäristövaikutukset.....	40
4.5	Tuotealusta siirtojen analysointi .....	41
5	Tehostamisen mahdollisuudet .....	46
5.1	Optimointistrategiat.....	46
5.2	Teknologiset ratkaisut .....	47
6	RFID-teknologian mahdollisuudet tuotealustalogistiikassa .....	50

6.1	Tuotealustojen seuranta RFID:n avulla .....	50
6.2	Reaaliaikainen seuranta ja prosessien tehostaminen.....	51
6.3	RFID:n vaikutus sataman liiketoimintaan ja tulevaisuuden kehitykseen .....	53
7	RFID:n käyttöönotto tuotealustalogistiikassa .....	55
7.1	RFID-järjestelmien saatavuus .....	55
7.2	Mahdolliset kustannukset ja investointitarpeet .....	55
7.3	Mahdolliset haasteet ja ratkaisut.....	58
8	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	61
	Lähteet .....	63

Litteet

## Termit ja lyhenteet

RFID	Radiotaajuuksia hyödyntävä etätunnistustekniikka
Tagi	RFID-tunniste, jolta RFID-tekniikalla luetaan erilaisia tietoja
DEMA	Delivery Management eli SSAB:n sisäisenlogistiikan ja varastonhallintajärjestelmä (toiminnanohjausjärjestelmä)
Tuotealusta	Tuotteiden kuljetukseen käytettävä väline
Vetomestari	Terminaalitraktori, jolla ajetaan tuotealustoja
Tuotemestari	Tuotannosta satamaan alustoja ajava vetomestari
NL-alusta	Nauhalevy-tuotealusta
KV-alusta	Kvarttolevy-tuotealusta
KP-alusta	Pitkä kvarttolevy-tuotealusta
KE-alusta	Kelojen tuotealusta
SA- STD- ja LV- alustat	Vanhemman alustakannan tuotealustoja
YP-alusta	Tuotealusta erikoispitkille kuormille
H01–H06	Sisävarastointihallit satamassa
S01–S15	Ulkovarastointialueet
Stemmi, Stem	Suunniteltu laivaus
Blokki	Suunniteltu sijainti laivassa tietylle tilaukselle/tuotteelle laivassa
WH	Warehouse eli vaatii sisävarastoinnin
OS	Outdoor storage eli ulkovarastointi
HR cut lengths	Nauhalevytuotteet

HR plates

Kvarttolevytuotteet

Prefabricated plates

Esikäsitellyt levytuotteet

## 1 Johdanto

SSAB:n Raahen satamassa pyritään jatkuvasti kehittämään toimintaa, luomaan uutta tai muuttamaan olemassa olevia menetelmiä paremmaksi, jotta turvallisuus sekä tehokkuus kasvaisivat kilpailijoihin verrattuna. Kun toimintaa halutaan tänä päivänä kehittää jatkuvasti, on myös syytä tarkkailla jatkuvasti uusia mahdollisia teknologiota, joista olisi mahdollisesti hyötyä kuljettaessa kohti turvallisempaan, fossiilivapaampaa sekä tehokkaampaa työympäristöä.

Lastausprosessi eli terästuotteiden lastaaminen laivaan, junaan tai rekkaan käyttäen erilaisia apuvälineitä kuten trukkeja, nostureita ja vetomestareita on yksi kriittisimmistä prosesseista, sillä moni asiakas arvostaa hyvää toimituskykyä, toimitusvarmuutta sekä tuotteiden laatua. Edellä mainittujen kriteerien täyttäminen vaatii satamalta sujuvaa työskentelyä monella eri osa alueella, joista yksi on opinnäytetyöni aihe eli *Tuotealustojen käsittely ja seuranta satamassa*.

Tuotealustojen käsittely on vetomestareilla eli terminaalitraktoreilla tehtävää logistiikkatyötä, joka on satamassa jokapäiväistä ja suuressa roolissa lastauksen aikana sekä tuotteiden varastoinnissa. Vähentämällä tuotealustojen käsittelyä, kehittämällä alustojen seuranta sekä parantamalla varastoinnin järjestystä voidaan saada jo merkittäviä vaikutuksia tehokkuuteen sekä tuotteiden laatuun.

### 1.1 Taustaa ja ongelmanasettelu

Sataman tehokas toiminta on kriittistä, jotta tuotteet saadaan toimitettua asiakkaalle luvattuun ajankohtaan mennessä. Tähän vaikuttaa olennaisesti sataman sisäisen logistiikan sujuvuus sekä alustojen optimaalinen käsittely. Satamassa kohdataan erilaisia haasteita, jotka vaikuttavat tuotealustojen käsittelyyn ja logistiikkaan. Yleisimpiä ongelmia ovat tuotealustojen liian suuret käsittelymäärät ennen lastauslaituriin siirtämistä, alustojen virheellinen sijainti ja alustojen sijoittelu halleihin epäedullisesti lastauksen kannalta. Mahdollinen alustapula on yksi haasteista eli ei ole tarpeeksi tyhjiä tuotealustoja tuotantoon, josta tuotteet tulevat sitten satamaan lastattaviksi laivoihin.

Tuotealustojen ylimääräinen käsittely johtuu usein epäjärjestyksessä olevista prosesseista, mikä lisää kustannuksia ja käsittelyprosessin aikaa sekä voi aiheuttaa turvallisuusriskejä. Alustojen vir-



heellinen sijainti järjestelmässä voi aiheuttaa sekaannusta ja viivästyksiä, kun taas huonosti sijoitetut alustat hankaloittavat lastausta ja purkua. Nämä ongelmat vaikuttavat sataman tehokkuuteen ja vaativat kehitystä. On myös oleellista tietää, että jokainen kerta, kun tuotealusta ajetaan paikasta A paikkaan B, joutuu vetomestarin kuljettaja tekemään päätetyötä, jossa hän kuittaa tietokoneella järjestelmään alustan tiettyyn paikkaan. Mahdollisen etätunnistusteknologian avulla, joka lukee alustojen sijaintia automaatiolla, voitaisi saada vähennyttä päätetyön määrää sekä poistettua mahdollisia virhenäppäilyjä. Etätunnistusteknologian eli RFID:n avulla vetomestarin kuljettaja saisi keskittyä enemmän ajamiseen ja vähemmän päätteellä näppäilyyn, jolloin myös turvallisuus paranisi.

## 1.2 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa ja analysoida nykytilannetta sataman tuotealustojen käsittelyssä ja logistiikassa sekä verrata nykytilaa tavoitetilanteeseen. Nykytilaa kartoitetaan tutkimalla tuotealustojen käsittelyn määriä DEMA:sta eli toiminnanohjausjärjestelmästä, miettimällä omia kokemuksia sekä keskustelemalla satamahenkilöstön kanssa. Työssä tarkastellaan, miten tuotealustavirtaa voidaan tehostaa ja millaisia muutoksia voitaisiin toteuttaa käsittelyprosessissa. Lisäksi yhtenä tärkeimpänä tavoitteena on arvioida RFID-tekniikan mahdollista käyttöönottoa ratkaisuna haasteisiin.

## 1.3 Tutkimuksen kysymykset

Opinnäytetyön edetessä keskitytään seuraaviin kysymyksiin.

1. Miten tehostaa tuotealustavirran hallintaa ja seuranta satamassa?
2. Miten RFID-tekniikkaa voidaan hyödyntää tuotealustalogistiikassa?

## 2 Logistiikka

Logistiikka on käsitteenä erittäin laaja ja sillä voidaan viitata varastointiin, tuotteiden kuljetukseen, materiaalivirtauksiin ja informaation kulkuun. Nämä ovat vain muutamia esimerkkejä mitä, logistiikka voi pitää sisällään. Logistiikka on ala, joka kattaa erilaisten toimintojen suunnittelun, toteutuksen ja valvonnan, jotka liittyvät tavaroiden ja palveluiden kulkuun alkuperäpaikasta kulutuspaikkaan. Sillä on keskeinen rooli toimitusketjun hallinnassa, mikä varmistaa tuotteiden ja tiedon tehokkaan liikkuvuuden. [1.]

Voidaan ajatella, että logistiikalla on suppeampi sekä laajempi merkitys. Suppeampi merkitys kattaa vain tavaroiden kuljetuksen sekä varastoinnin. Laajempi merkitys kattaa myös materiaali-, raha- ja tietovirtojen hallintaa. Logistiikka ei siis ole pelkästään varastointia ja kuljetuksia, vaan kokonaisten toimitusketjujen teknistä sekä taloudellista hallintaa. [1.]

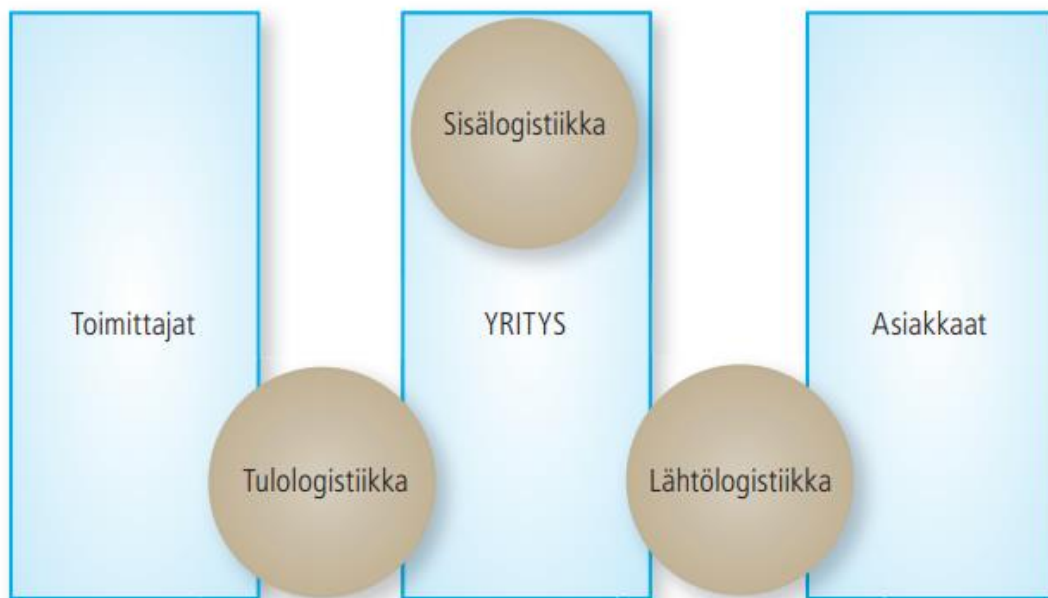
Tulologistiikalla tarkoitetaan yritykseen tulevaa tavaraa, jossa ensimmäisenä vaiheena on hankintatoimi. Yksinkertaisuudessaan tulologistiikkaan kuuluu tavarantoimituksen vastaanottaminen, tarkastaminen, purkaminen ja varastointi. Sisälogistiikka kattaa materiaalien sekä tuotteiden käsittelyä yrityksen sisällä silloin, kun ei ole kyseessä lähtö- tai tulologistiikka. Esimerkiksi yrityksen tuotteiden siirtäminen tuotannosta varastoon tai varastojen järjestely. Lähtölogistiikka on viimeinen vaihe logistiikassa. Tähän kuuluvat mm. Tuotteiden kerääminen varastosta, pakkaaminen sekä lastauslaiturilta tuotteiden tai materiaalien lastaus ja kuljetus. [2.]

Logistiikkaan on tänä päivänä paljon erilaisia teknologioita tarjolla ja logistiikassa on parhaimmillaan käynnissä neljäs teollinen vallankumous. Yksinkertaisuudessaan neljännen teollisuuden vallankumoukseen liittyy olennaisesti kolme eri tekijää, jotka ovat: [1.]

1. Autonomia – digitaalinen tilannekuva ja päätöksenteko
2. Yhteentoimivuus – joustavuus ja moninaisuus
3. Kestävyys – arvonmuodostus ja elämän laatu [1.]

Neljännän teollisen vallankumouksen myötä prosessit ja järjestelmät voivat saavuttaa tavoitteensa entistä tehokkaammin, nopeammin ja taloudellisemmin. Tämä tapahtuu yhä enenevässä määrin automaattisesti tai ainakin koneavusteisesti. Uusien teknologioiden tehtävänä on ennen mm. ennustaa kysyntää, optimoida prosesseja, automatisoida ja hallita poikkeamia. [1.]

Kuvassa 1 on pelkistetty kuvaus siitä, kuinka logistiikkaketju toimii yritysten välillä. Sataman kanalta voidaan ajatella seuraavalla tavalla: Toimittajat kohta on tuotanto, josta tuotteet kuljetaan vetomestareilla eli terminaalitraktoreilla satamaan. Yritys tarkoittaa satamaa itseään, sillä satamalla on oma sisälogistiikka. Sataman tärkein työ on lähtölogistiikka eli asiakkaan tuotteiden lastaaminen laivaan, junaan tai rekkaan.



Kuva 1. Yrityksen tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka [2]

## 2.1 Sataman logistiikka

Satama on logistiikkakeskus. Satama kuuluu kuljetusketjuun, jossa valtio vastaa vesiväylien ja satamayhtiöt oman alueensa kehittämisestä. Satamissa tapahtuu paljon erilaisia asioita, mistä syystä siellä esiintyy myös paljon erilaisia palveluntuottajia riippuen sataman tyypistä. Satamat tekevät myös paljon yhteistyötä monenlaisten virastojen sekä viranomaisten kanssa, koska satamatoiminta on usein globaalia toimintaa. [4.]

Opinnäytetyössä käsitellään logistiikkaa Raahen tehtaan satamassa. Voidaan ajatella, että sataman logistiikka on pääpiirteeltään lähtölogistiikkaa, mutta työssä tarkkaillaan ja tutkitaan satamaa omana yksikkönään, jolla on tulo-, sisä- ja lähtölogistiikka. Työssä tullaan keskittymään suurimmilta osin tuohon sataman sisäiseen logistiikkaan, jolla on myös suuri vaikutus lähtölogistiikan toimivuuteen.

Plaani eli puhekielessä lastaussuunnitelma. Plaani on sivusta kuvattu versio laivasta, jonka sisään on asetettu laatikkoja erilaisille tuotetyypeille tai purkusatamille. Nämä ”laatikot” määrittävät tuotteelle tai tilaukselle paikan ja tilan, johon tuotteet pitää lastata laivassa. Liitteessä 1 kuva lastaussuunnitelmasta.

## 2.2 Sataman tulo-, sisä-, ja lähtölogistiikka

### Sataman tulologistiikka:

Sataman tulologistiikka on suurimmilta osin vetomestareilla tapahtuvaa tuotealustojen siirtämistä tuotannosta satamaan. Tämän lisäksi satamaan tulee myös muualta kuormia rekka-autoilla sekä junalla. Rekka-autoilla tulevat kuormat ovat yleensä palkki- tai putkikuormia. Junakuormat ovat yleensä kelatuotteita. Kuvassa 2 tuotealustoja kuljettava vetomestari.



Kuva 2. Tuotealustojen kuljetukseen käytettävä vetomestari [3]

Kelakentältä kelat kuormataan kuormausmääräyksen mukaan tuotealustan päälle trukilla. Kuormatut alustat kuitataan toiminnanohjausjärjestelmästä eli DEMA:sta, jolloin alustalle syntyy siirto-ohje satamaan. Tuotannonvetomestari ajaa kela-alustan siirto-ohjeen mukaan satamaan. Satamaan tulee keloja myös P7-, P8- sekä P9-ovilta, ja menettely on näiden kohdalla sama kuin kelakentältä tulevien kelojen kanssa, mutta nämä lastataan lattialta nosturin avulla tuotealustojen päälle. Keloja kuljetetaan KE-alustoilla eli kela-alustoilla.

NL-alustoilla eli nauhalevyalustoilla kuljetetaan tehtaan sisäisiä nauhalevykuljetuksia ovilta P4–P6 satamaan. Nauhalevyt lastataan kuormausmääräyksen mukaan, kuten kelatkin ja kuitataan DEMA:sta ja saadaan siirto-ohje näkyviin tuotannon vetomestarille, joka ajaa alustan satamaan siirto-ohjeen mukaan. Kuvassa 3 NL-alusta.



Kuva 3. Nauhalevyjen kuljetukseen suunniteltu NL-alusta [3]

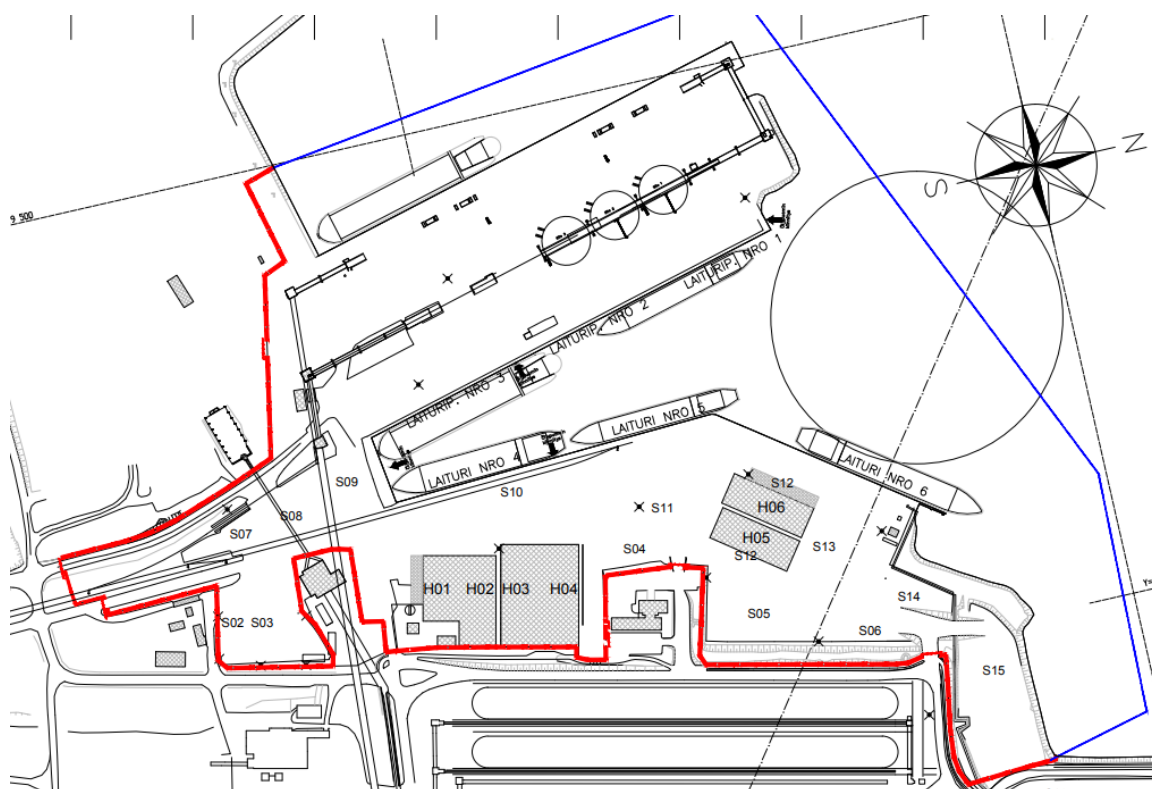
Kvarttolevyjen lastaus tapahtuu valssaamalla sijaitsevan lähettämön P1-, I9-, I8- ja I7-ovilta. Kuormat lastataan kuormausmääräyksiensä mukaan. Kuormattu alusta kuitataan DEMA:sta valmiiksi, jolloin sille syntyy siirto-ohje, minkä mukaan tuotannonvetomestari kuljettaa tuotealustat satamaan. Tuotannon vetomestari ajaa alustan siirto-ohjeen mukaisesti satamaan. Kvarttolevyjä kuljetetaan KV-alustoilla ja pitkiä kvarttolevyjä KP- tai YP-alustoilla. Edellä mainitut alustat ovat lähes samanlaisia kuin kuvassa 3 esiintyvä NL-alusta. Ainoa ero alustojen välillä on, että KV-, KP- tai YP-alustassa on pohjalla paksut parrut ja NL-alustan pinta on tasainen.

Suikalelinjalta satamaan tulevat tuotteet ovat sanansa mukaisesti pienempiä metallisuikaleita. Suikaleet lastataan valssaamalla P3-ovelta satamaan käsin ajettavalla pienellä nostimella KV-alustoille.

EKT-tuotteet lastataan ovilta L2–L3, P0 ja E8 satamaan. EKT-tuotteet lastataan myös KV- tai KP-alustoille. Valmiiksi kuitatut kuormat muodostavat siirto-ohjeen, jonka mukaan tuotannon vetomestari ajaa alustan satamaan.

Lisäksi satamaan saapuu alustoja Presteeliltä, joka sijaitsee SSAB:n sataman läheisyydessä. Presteelillä jatkokäsittellään terästuotteita ja usein Presteeliltä saapuvat tuotteet ovat taivutettuja levytuotteita. Tuotannon vetomestari tuo siirto-ohjeen mukaan taivutetut tuotteet satamaan.

Lastattavat materiaalit saapuvat satamaan erilaisilla kuljetusvälineillä riippuen siitä, tulevatko tuotteet tai materiaalit tehdasalueelta vai tehtaan ulkopuolelta. Tuotealustakuormat, jotka tulevat tehtaalta, voivat sisältää ulkovarastoitavia eli OS-tuotteita tai sisävarastointia vaativia eli WH-tuotteita. Kuvassa 4 satama-alueen kartta hahmottamaan varastopaikkojen sijaintia.



Kuva 4. Satama-alueen kartta [3]

Satamaan tehtaan ulkopuolelta saapuva materiaali tulee junalla tai rekka-autoilla. Rekka-autot ajavat yleensä H05-hallin kylkeen, josta materiaalit puretaan trukilla joko tuotealustan päälle tai suoraan varastoon. Vetomestarit sitten vievät tuotealustat ohjeiden mukaan varastoon. On myös mahdollista, että rekka-autot ajavat suoraan esimerkiksi S02-varastoalueelle, jos kyseessä on erityyppisiä pitkiä varastoitavia tuotteita. Junakuormissa on yleensä keloja, jotka puretaan sitten halleihin. Huolinnantyöjohtaja vastaa kuormien purkupaikkojen suunnittelusta.

WH-levytuotteet ajetaan tuotannon vetomestarin puolesta sisävarastointihalleihin H05 tai H06. Jos nämä edellä mainitut hallit ovat täysiä, voi tuotannon vetomestari ajaa alustoja myös väli-

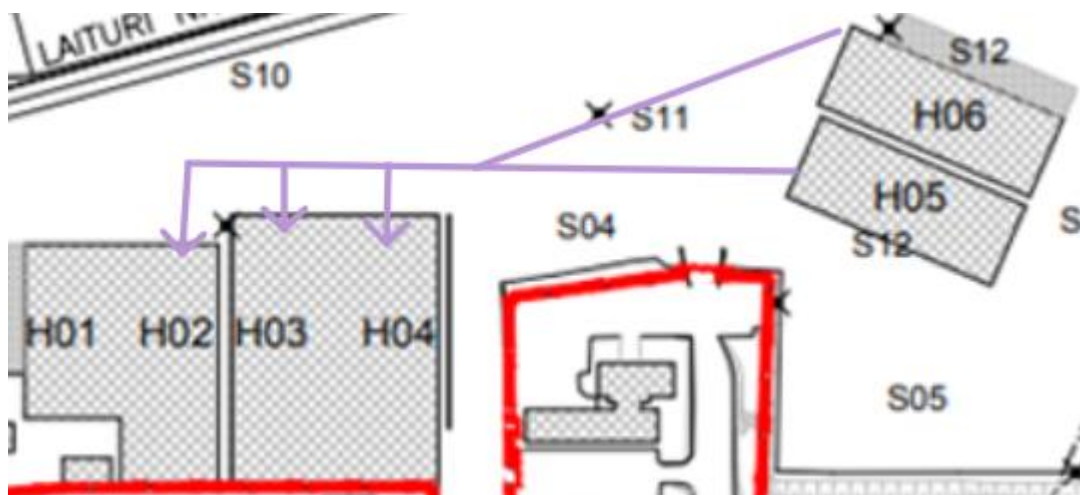
rastoon H09 tai H11 (H09 ja H11 sijaitsevat sataman aitojen ulkopuolella mutta kuuluvat silti sataman sisäiseen logistiikkaan). OS-levytuotteet tuotannon vetomestari ajaa tuotteet suoraan ulkovarastopaikoille S13, S14 tai tarvittaessa S06. Kuvassa 5 näkyy virtauskaaviona paikat, joihin tuotannon vetomestari ajaa tuotealustat riippuen, ovatko ne WH vai OS tuotteita. Kuvassa 5 lila viiva osoittaa WH-tuotteiden virtauksen ja vihreä taas OS-tuotteiden.



Kuva 5. Tuotealustojen virtauskaavio tuotannosta satamaan [3]

#### Sataman sisälogistiikka:

Huolinnantyonjohtaja on vastuussa varastoinnista ja alustasiirroista H05, H06, H09 sekä H11 varastointihalleista. Huolinnantyonjohtaja siis tekee alustoille siirtomääräyksiä edellä mainituista halleista halleihin H02–H04. Voidaan siis ajatella, että hallit H05, H06, H09 ja H11 toimivat väli-varastoina. Satamassa on kaksi kappaletta omia vetomestareita, joilla työntekijät suorittavat siten näitä siirto ohjeita. Kuvassa 6 virtauskaavio, joissa WH-tuotteita siirretään H05–06 halleista H02–H04 halleihin.

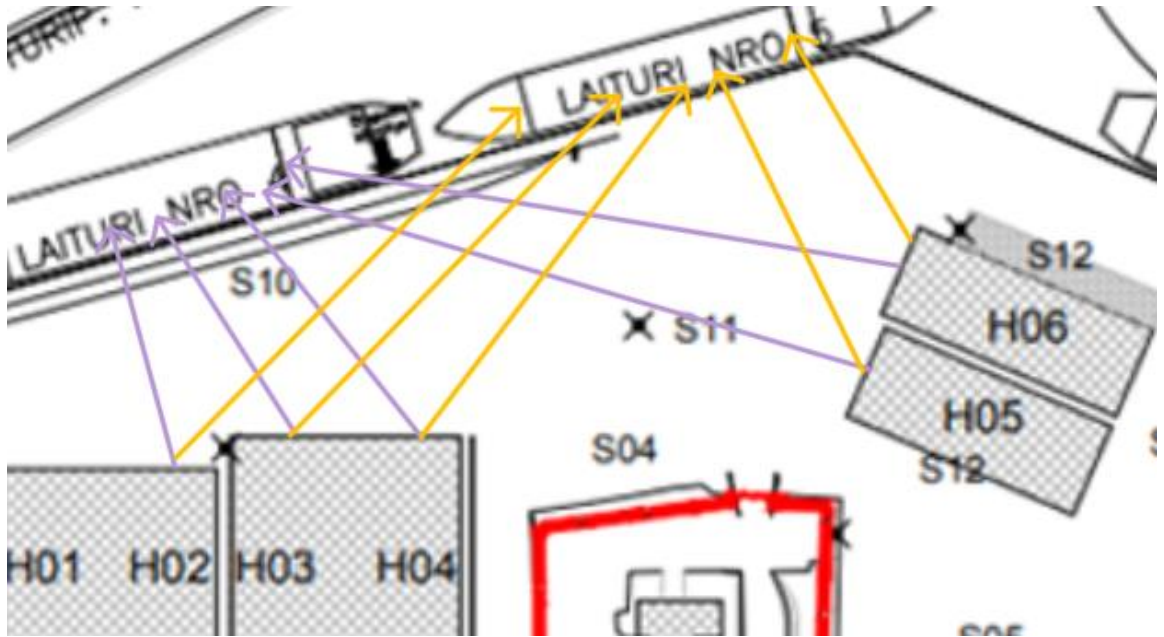


Kuva 6. Virtauskaavio halleihin H02–H04 [3]

Tehtaalta saapuvat kela-alustat, jotka sisältävät WH-keloja ajetaan tuotannon vetomestarin puolesta H01-halliin, josta huolinnantyojohtaja katsoo sitten keloille sopivan paikan hallista ja työntekijät purkavat kelat trukilla kyseiseen paikkaan. OS-kelojen kanssa menettely on muutoin sama, mutta alustat jätetään S05-tai S06-alueelle ja kelat puretaan ulkovarastoalueen paikoille esimerkiksi S04, S06 tai S12. Keloja saapuu myös Hämeenlinnan tehtaalta junalla S02-alueelle, joista ne puretaan samalla menetelmällä tai mahdollisesti lastataan vaunuista suoraan laivaan.

Lastauspäivän eli stemmipäivän koittaessa alustoja ajetaan varastosta lastauslaiturille. Tavoitetilanteena olisi, että kaikki lastattavat tuotteet olisivat hyvässä järjestyksessä lastauksen kannalta halleissa H02–H04. Todellisuudessa alustoja ajetaan myös usein halleista H05, H06, H09 sekä H11 vielä lastausvaiheessakin, mikä hidastaa prosessia. Ulkovarastopaikoilla olevien alustojen kanssa on harvoin mitään ongelmia, koska ne eivät ole linjastoilla, vaan paikat ovat verrattavissa autojen parkkipaikkoihin eli alustoja on vierekkäin. Kuvassa 7 näkyvät virtauskaaviot lastauslaituriin halleista H02–H06. Lilalla kynällä merkatut ovat siirtoja laituriin nro 4 ja keltaisella kynällä merkatut ovat laituriin nro 5. Näiden lisäksi alustoja ajetaan myös ulkopaikoilta lastauslaitureihin. Näiden virtauskaavioita ei piirretty, jotta kuva voitaisi pitää selkeänä ja ulkopaikoille varastoitujen alustojen kanssa harvemmin esiintyy ongelmatilanteita.





Kuva 7. Virtauskaavio halleista laituriin [3]

Alustat tyhjenevät sitä mukaan, kun niitä lastataan ja tyhjiä alustojen paikkana toimii S15-ulkovarastoalueenpaikka, joka näkyy kuvassa 4 oikeassa alanurkassa. S15-ulkovarastoalueelta tuotannon vetomestari hakee tyhjiä alustoja tuotantoon lastattavaksi. Keloja ajetaan varastopaikoilta trukilla suoraan lastauslaiturille.

#### Sataman lähtölogistiikka:

Satama on logistiikkakeskus, josta lähetetään tavaraa meri-, maa- sekä rautateitse. Suurin osa lähtölogistiikkaa satamassa kuitenkin on luonnollisesti merikuljetukset.

Laivoihin lastattavat tuotteet saapuvat satamaan sataman tulologistiikassa määritellyillä tavoilla. Saapuneet materiaalit ovat tuotealustoilla tai kentällä pihavarastossa riippuen tuotteesta. Tuotealustoilla olevat tuotteet sijaitsevat sisä- tai ulkovarastopaikoilla, jotka ovat määriteltynä aiemmin. Sataman vetomestareilla ajetaan tuotealustoja lastauslaiturille halleista H02–H06 sekä pihavarastoalueilta S13, S14 ja S06. Lastauslaiturille mahtuu aina kolme alustaa per nosturi. Kahdella nosturilla lastattaessa saadaan siis vietyä yhteensä 6 alustaa lastauslaiturille.

Rekka-autoilla lähtevät tuotteet eivät ole tavanomaisia satamassa mutta, ovat myös yleistymässä. Yleisimmät rekka-autoilla lähtevät tuotteet ovat keloja tai levytuotteita, jotka lastataan joko hallista tai tuotealustojen päältä trukilla suoraan rekka-auton kyytiin.

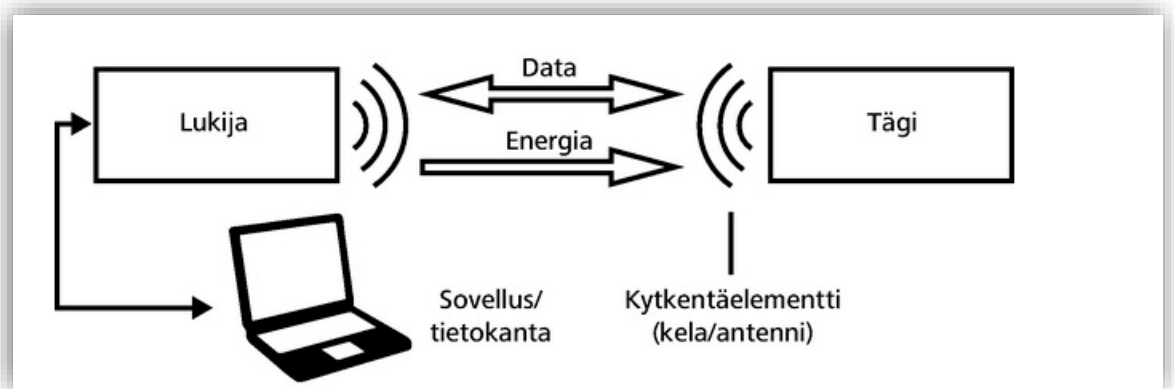
Junakuormat ovat yleistyneet satamassa ja ne tulevat yleistymään vuosien saatossa. Satamassa juniin lastattavat tuotteet ovat nauhalevyjä, jotka sijaitsevat NL-alustoilla. Vetomestarit ajavat halleista alustat S02-varastoalueelle, johon VR jättää junavaunut. Lastaus tapahtuu isolla trukilla, jolla voidaan tavoite tilanteessa 2–4 nostolla lastata vaunut täyteen, mikäli nauhalevyt on lastattu alustojen päälle suunnitellusti.

### 3 RFID-teknologia

Radio Frequency Identification eli radiotaajuuksilla toimiva etätunnistusjärjestelmä. Tekniikassa hyödynnetään elektronista tunnistetta, jota kutsutaan puhekielessä usein tagi-nimellä. RFID-tagin pitää sisällään tietoa, jonka lukijalaite pystyy etälukemaan ja välittämään esimerkiksi yrityksen sisäiseen järjestelmään. Järjestelmän käyttäjä(t) pystyvät tulkitsemaan tätä tietoa yrityksen sisäisestä järjestelmästä. Tunniste eli tagi on kiinnitetty johonkin objektiin, missä sitä käytetään objektin tunnistamiseen, jäljittämiseen tai objektin tilan seuraamiseen. [5, s. 9–11.]

#### 3.1 RFID-teknologian toimintaperiaate

RFID-järjestelmä koostuu siis tunnistesta, lukijasta sekä mahdollisesta tietokonejärjestelmästä, joka on yhteydessä verkon avulla lukijaan. RFID-tunnistetta luetaan RFID-lukijalla, joka voi myös olla yhteydessä esimerkiksi yrityksen varastoinnihallintasovellukseen. [5, s. 25.] Kuvassa 8 erittäin yksinkertaisesti kuvattu RFID-järjestelmän toimintaperiaate.



Kuva 8. RFID-järjestelmän toimintaperiaate [6]

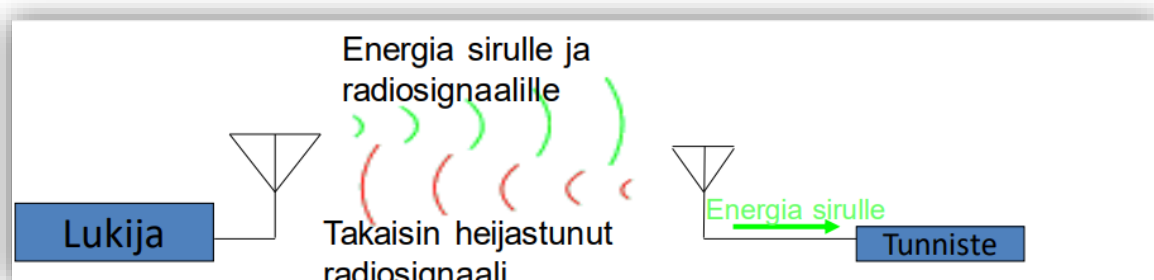
##### 3.1.1 RFID-tunniste eli tagi

Oleellinen tieto on tallennettu tagiin, jotta objekti voidaan tunnistaa RFID-järjestelmässä. Tägeja voi olla monen muotoisia, kokoisia ja tyyppisiä riippuen siitä, millaiseen käyttötarkoitukseen tagi tulee tai mihin materiaaliin se kiinnitetään. [5, s. 25–26.]

Tunniste koostuu antennista ja mikrosirusta. Antennin tehtävänä on vastaanottaa RFID-lukijalta signaalit sekä komennot sirulle. Lukulaitteella luetaan tai muokataan sitä tietoa, joka on tallennettuna mikrosirulle. [5, s. 26]

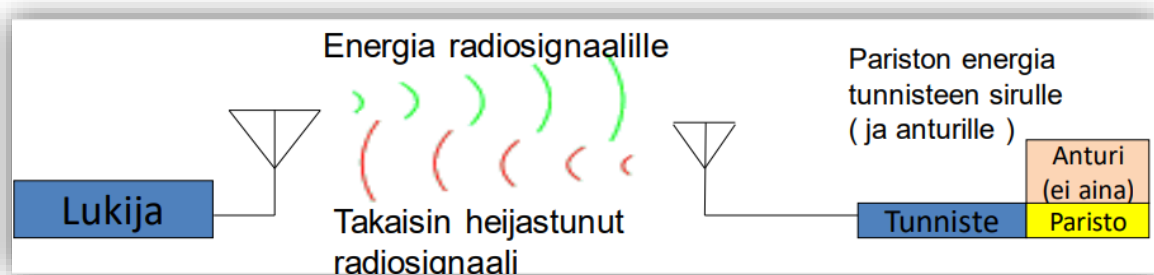
RFID-tunnisteet voivat toimia eri tavoilla. Osa tunnisteista tarvitsee pariston toimiakseen, kun taas osa ei. Erilaisten tunnisteiden toimintaperiaatteista kuvat sekä selitykset alla.

**Passiivinen tunniste:** Tunnisteissa ei ole paristoa ja se saa energian lukijalta [7]. Kuvassa 9 on passiivisen tunnisteiden toimintaperiaatteesta.



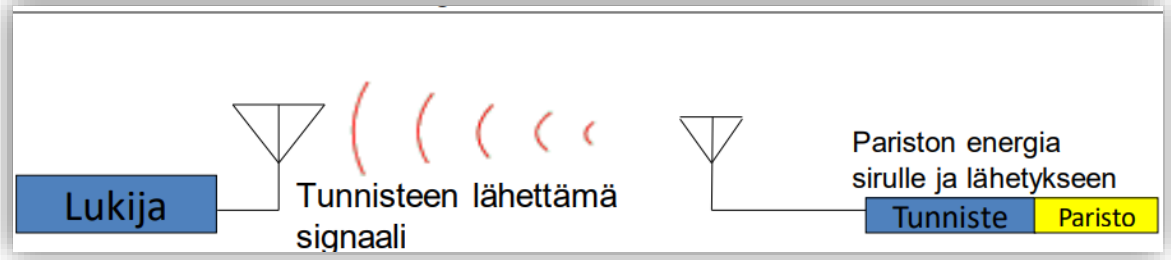
Kuva 9. Passiivinen tunniste [7]

**Semi-passiivinen tunniste:** Sisältää pariston ja tunnistesiru saa toimintaenergian tunnisteesta sijaitsevasta paristosta. Sisältävät usein anturin [7]. Kuvassa 10 on semi-passiivisen tunnisteiden toimintaperiaatteesta.



Kuva 10. Semi-passiivinen tunniste [7]

**Aktiivinen tunniste:** Tunnistesirun sekä lähetyksen energia tulee tunnisteesta olevasta paristosta [7]. Kuvassa 11 on aktiivisen tunnisteiden toimintaperiaatteesta.



Kuva 11. Aktiivinen tunniste [7]

### 3.1.2 RFID-lukija

RFID-lukija eli lukulaite, jossa voi olla myös antenni parantamassa lukuetaisyyttä ja lukijan tehtävänä on tuottaa tunnisteelle sähkömagneettisella kentällään tiedon lähettämiseen tarvittava energia. Tunnisteen ja lukijan välille vallitsee radioaaltojen avulla toimiva yhteys. Lukija muuntaa tunnisteelta saadun koodatun tiedon digitaaliseen muotoon, jota käyttäjät voivat sitten lukea esimerkiksi varastoinnihallintajärjestelmästä, jos nämä ovat integroituna toimimaan keskenään. Lukijan avulla voidaan siis lukea tunnisteen tietoja, lähettää tietoja tunnisteelle, lukita tunnisteen tiedot sekä tuhota tunnisteella olevat tiedot. [5, s. 30.]

RFID-lukijat voivat olla kiinteitä tai kannettavia, ja ne toimivat yhteistyössä tunnisteiden kanssa tiedon lukemiseksi ja tulkkaukseksi. Kiinteät lukijat usein asennetaan tiettyihin paikkoihin, kuten kulunvalvontapisteisiin, kun taas kannettavat lukijat mahdollistavat liikkuvan tiedonkeruun eri ympäristöissä. [7.]

### 3.1.3 RFID-palvelin

RNC eli Reader Network Controller on järjestelmä, joka ohjaa yhtä tai useampaa lukulaitetta samanaikaisesti. Palvelin lähettää käskyjä lukijalle, joilla lukijalaite lukee tunnisteelta tietoja, kirjoittaa tunnisteelle tietoa, muokkaa sitä, lukitsee tunnisteen tai hävittää tiedon tunnisteelta. Palvelin on yhteydessä muihin tietojärjestelmiin, josta käyttäjät voivat saada tunnisteelta luettua tietoa haltuunsa. Jos siis halutaan RFID- järjestelmä toimimaan isommalle alueelle, on RFID- palvelin välttämätön, jotta voidaan käsitellä useita lukijoita sekä tunnisteita samanaikaisesti. [5, s.36.]

RFID-palvelin mahdollistaa RFID-tekniikan tehokkaamman käytön erilaisissa prosesseissa. Tämä voi parantaa varastonhallintaa, seuranta, turvallisuutta ja muita toimintoja, joita yrityksessä tai organisaatiossa esiintyy.

#### 3.1.4 RFID-sovellukset

Vaikka itsessään pelkkä RFID- tekniikka voi olla jo yritykselle mullistava uudistus, saadaan todellinen muutos aikaan vasta, kun se integroidaan esimerkiksi yrityksen omaan varastonhallinta järjestelmään. Sovellusten eli usein erilaisten tietojärjestelmien tehtävä on ohjata lukijalaitteiden toimintaa sekä prosessoida tunnistelta saatavia tietoja. Integroimalla RFID yrityksen omiin järjestelmiin voi olla erittäin tehokas väline automaattiseen tiedon keräämiseen, mikä vähentää manuaalisen tiedonkeräämisen työtä. [5, s. 36–37.]

Esimerkkejä erialojen RFID-sovelluksista: Kellokortti sovellukset työpaikoilla ja muu kulunvalvonta, maataloudessa eläinten seuranta sekä teollisuudessa tuotantolinjojen- ja varaston seuranta. RFID-sovellukset ovat todella laajasti integroitavissa sekä sovellettavissa lukuisille eri aloille sekä eri tehtäviin.

#### 3.2 RFID:n hyödyntämis- ja käyttömahdollisuudet

RFID-tekniikan hyödyntämismahdollisuudet vaihtelevat paljon riippuen yrityksestä tai toimialasta. Tekniikan todelliset hyödyt ovat joustavuus ja mukautumiskyky, jonka se antaa yritykselle. Tässä osiossa esitetyt esimerkit ovat sovellettavissa lähes mihin vain yritykseen tai modifioitavissa eri skenaarioihin. RFID:n helppo integrointi muihin teknologioihin tekee siitä hyvän vaihtoehdon monille eri ratkaisuille.

##### **RFID-omaisuudenhallinta**

RFID-omaisuudenhallinnalla tarkoitetaan RFID:n kykyä hallita minkä tahansa kohteen varastoa, johon voidaan kiinnittää RFID-tunniste. Käytetään mm. tavaroiden seuranta ja automaattiseen inventaarioon. [8, s.36–39.]

RFID:n avulla voidaan hallita yrityksen omaisuutta monin eri tavoin. Esimerkkinä yritys Sumitomo Electric Lightwave, joka on lisännyt tuottavuuttaan hallitsemalla raaka-aineiden varastoa RFID:n

avulla. Yritys on merkinnyt varastonsa RFID-tunnisteilla, joiden avulla se voi valvoa ympäri vuorokauden varaston menekkiä ja välttämään raaka-aineiden loppumista. Toinen tapa hyödyntää RFID-teknologiaa omaisuudenhallinnassa on integroida teknologia muiden teknologioiden kanssa, luoden suuremman näkyvyyden toiminnoissa sekä toimitusketjun hallinnassa. RFID:n avulla suoritettu omaisuudenhallinta auttaa yrityksiä hallitsemaan tappiota sekä vähentämään kustannuksia. Edellä mainituilla asioilla on positiivinen vaikutus tehokkuuteen, kustannusten vähenemiseen sekä manuaalisten prosessien virheiden määrään. [8, s. 36–39.]

### **RFID-omaisuuden seuranta**

Omaisuuden seuranta eroaa omaisuuden hallinnasta siten, että lukijoita tai tunnisteita on useissa sijainneissa ja ne on integroitu verkkoon, jonka avulla pystytään kokoamaan ja yhdistämään tiedot jokaisesta lukijasta sekä tunnisteesta. Tämä mahdollistaa mm. esineiden sijainnin määrittämisen RFID-lukijan avulla. Omaisuuden seurantaan sisältyy esimerkiksi konttien seuranta tuotantolaitoksissa, urheilijoiden seuranta urheilutapahtumissa tai karjan seuranta luonnossa. [8, s. 37–43.]

### **RFID-prosessienohjaus**

Prosessienohjaus mahdollistaa tietyn toiminnon suorittamisen RFID-tunnisteeseen liitetyn tiedon perusteella. Tämä helpottaa tuotteiden mukauttamista valmistusprosesseissa antamalla RFID-tunnistimen kertoa prosessille tai työntekijälle, mitä toimia tarvitaan tiettyjen tuotteiden osalta tietyssä vaiheessa prosessia. Antureita voidaan myös integroida RFID-tunnisteisiin mittaamaan ympäristötekijöitä, kuten kosteutta, lämpötilaa ja ilmanpainetta sekä ilmoittamaan, onko merkitty kohde edelleen käyttökelpoinen. [8, s.37–46.]

### **RFID-pääsynvalvontajärjestelmä**

RFID-pääsynvalvontajärjestelmiä käytetään sallimaan fyysinen pääsy vain valtuutetulle henkilöstölle tiloihin tai tietojärjestelmään. Henkilöt, joilla on valtuutus pääsyyn, kantavat yleensä RFID-älykortteja, joita kutsutaan joskus sähköisiksi avaimiksi. Näitä RFID-älykortteja voidaan myös yhdistää salasanoihin, henkilökohtaisiin tunnuskoodeihin (PIN) tai biometriaan lisätäkseen turvallisuutta entuudestaan. [8, s.37–50.]

### **Toimitusketjun hallinta RFID:llä**

RFID-toimitusketjun hallintajärjestelmät liittyvät raaka-aineiden ja tuotteiden seurantaan sekä hallintaan aina valmistusvaiheesta vähittäismyyntiin saakka. Näissä järjestelmissä yhdistyvät

usein erilaiset sovellukset, kuten omaisuuden hallinta, seuranta, prosessien ohjaus ja maksujärjestelmät. Nämä järjestelmät toimivat monissa eri organisaatioissa, mikä edellyttää RFID-järjestelmien yhteensopivuutta muiden organisaatioiden järjestelmien kanssa. RFID-varastonhallintajärjestelmän etuna on kyky tallentaa tietoja lähes jokaisessa toimitusketjun vaiheessa, ja samalla se mahdollistaa tuotteiden tarkan seurannan niiden koko elinkaaren ajan. Nopeus ja tarkkuus tilaamisessa, laskutuksessa ja maksamisessa voidaan saavuttaa, samoin kuin vähentyneet tarjonnan puutteet ja varastotilanteet, alhaisemmat varastotasot sekä vähentynyt tuotehävikki tai varkaudet. Pullonkaulat voidaan tunnistaa, tuotteiden poisto myynnistä voidaan saavuttaa helpommin ja uusia markkinatutkimuksen muotoja voidaan hyödyntää. [8, s.38–53.]

### 3.3 RFID-integraatioita

RFID-järjestelmät ovat usein integroituna muiden teknologioiden tai laitteiden kanssa. Tässä osiossa esitellään jo olemassa olevia integraatioita. Näiden olemassa olevien integraatioiden avulla voidaan luoda omia visioita ja ajatuksia RFID:n soveltamisesta erilaisissa toiminnoissa ja ympäristössä.

#### **Toiminnanohjausjärjestelmät ja RFID**

RFID:n potentiaali tuottaa lähes reaaliaikaista tietoa yhdistettynä ERP-järjestelmään eli yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään avaa lukuisia mahdollisuuksia liiketoiminnan tehostamiseen ja päätöksenteon parantamiseen. RFID:n ja ERP-ohjelmiston yhdistelmä tarjoaa ainutlaatuisen liiton, jossa RFID mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon keräämisen ja ERP-ohjelmisto puolestaan pysyy nopeasti prosessoimaan ja integroimaan nämä tiedot organisaation laajuisesti. [8, s.53–54.]

Useat ERP-järjestelmien tarjoajat ovat kehittäneet integraatio mahdollisuuksia, minkä avulla luodaan vahva yhteys kahden teknologian välille. Walmart on yksi aikaisista motivaattoreista RFID:n ja ERP-järjestelmän käyttöönoton integroinnissa. Walmart vaati tuotteiden toimittajiltaan jo vuonna 2007 RFID-tunnisteita sisältäviä tuotteita. [8, s.53.]

#### **Anturit ja RFID**

Eri parametreja havaitsevia antureita voidaan integroida RFID-teknologian kanssa tunnistamaan ja raportoimaan monista eri tekijöistä. Sensoritunnisteiden laajamittainen käyttö on kuitenkin ollut hidasta. Pääasiassa siksi, että ne ovat kalliimpia kuin tavalliset RFID-tunnisteet. [8, s.55–56.]



Yhdysvaltain armeija on jo useiden vuosien ajan käyttänyt aktiivista RFID-sensoritekniologiaa logistiikkajärjestelmässään. Esimerkiksi Yhdysvaltain armeija käyttää aktiivisia RFID-tunnisteita ja erilaisia antureita seuraamaan lämpötilaa, iskuja, luvaton pääsyä ja muita kriittisiä parametreja lähetyksissä sotatiloihin. Jo vuodesta 2004 lähtien Yhdysvaltain laivasto testasi aktiivista RFID-sensoriverkkoa seurataksaan lämpötilaa, kosteutta ja ilmanpainetta säilytyskonteissa, joissa säilytettiin lentokoneosia. Laivasto oli kokenut tilanteita, joissa kalliit osat olivat vaurioituneet ympäristöolosuhteiden vuoksi, ja havaitsi, että RFID-sensoriverkko voisi tarjota suhteellisen edullisen tavan seurata varastoitujen osien ympäristön tilaa. [8, s.56.]

### **Robottiikka ja RFID**

Useat yritykset, joilla on käytössään kehittyneet tietokoneohjatut CNC-koneet, ovat käyttäneet ”älykkäitä laitteita” apunaan jo pitkään. Nämä älykkäät laitteet siis kertovat CNC-koneilla, miten tuotetta pitää prosessoida missäkin vaiheessa tuotantoa. Tämä on vain yksi esimerkki siitä mihin RFID ja robotiikka kykenee. Toisena esimerkkinä voidaan esittää mm. Woltin kuljetusrobotit, jotka kuljettavat tuotteita kaupasta ihmisten koteihin hyödyntämällä RFID- sekä GPS-tekniologiaa. [8, s.56–58.]

Osiossa on esiteltyä muutamia RFID:n integraation mahdollisuuksia ja käyttökohteita. Näiden edellä mainittujen mahdollisuuksien lisäksi RFID:n integraation mahdollisuudet ovat käytännössä rajattomat ja uusia innovaatioita kehitetään jatkuvasti lisää. RFID:n kaikkia mahdollisia käyttökohteita ei ole vielä löydetty ja niitä kehitetään sekä etsitään jatkuvasti lisää.

### **3.4 RFID ja esineiden internet (IoT)**

The Internet of Things eli IoT tarkoittaa virtuaalisen ja fyysisen maailman yhdistämistä yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä tekniikka siis yhdistää laitteet ja esineet internetiin, minkä avulla niistä saadaan älykkäitä ja kyvykkäitä toimimaan itsenäisesti. Esineiden internetin avulla laitteet ja esineet voivat kommunikoida keskenään tai ihmisten kanssa. Monet tutkijat väittävät RFID:n olevan välttämätön hankinta ennen kuin IoT-tekniikka voi olla toimiva ratkaisu. [8, s.79]

Esineiden internetiin liitetyt alijärjestelmät sisältävät tekniologioita kuten RFID, lohkoketju, toiminnanohjausjärjestelmä ja anturit. Nämä alijärjestelmät voivat yhdistää toisiinsa kuuluvia toimitusketjun jäseniä, jotka muodostavat järjestelmän nimeltään teollisuuden internet eli Industrial Internet of Things (IIoT). [8, s.80.]

Toimitusketjun jäsenet, jotka hyödyntävät IoT-teknologiaa saavat etulyöntiaseman verrattuna perinteisempiä järjestelmiä käyttäviin, kuten pelkästään internetiä käyttäviin toimijoihin. Internet koostuu pääasiassa ihmisten välisestä viestinnästä, kun taas IoT kommunikoi pääasiassa koneiden, esineiden ja laitteiden kuin myös ihmisten kanssa. IoT:n avulla voidaan lähettää ja vastaanottaa erilaisia komentoja sekä viestejä laitteiden, antureiden, koneiden ja esineiden välillä. Esimerkkinä antureiden käyttö kunnonvalvonnassa, jolloin voidaan seurata laitteen reaaliaikaista tilannetta esimerkiksi tietokoneelta tai voidaan saada viestiä laitteelta, kun jokin ei ole kunnossa.

IoT ja RFID voidaan kategorisoida kolmen eri infrastruktuurin alle: Fyysinen, palvelun tuotto ja elämän laatu. Nämä kolme infrastruktuuria eroavat toisistaan, mutta luokkien välillä on päällekkäisyyksiä. Fyysinen infrastruktuuri kattaa laitokset ja laitteet, jotka sisältävät fyysisiä järjestelmiä, kuten satamat, rautatiet ja lentokentät. Palvelujen toimitus infrastruktuuri koostuu maksuista, veden ja sähkön jakelusta sekä erilaisista viestintäpalveluista. Elämän laadun infrastruktuuriin kuuluu palvelut, kuten terveydenhuolto, koulutus, viihde ja kulttuuri. Seuraavaksi esimerkkejä edellä mainituista IoT:n eri kategorioista. [8, s. 88–92.]

Taulukoissa 1–3 on esitettyä IoT:n ja RFID:n käyttökohteita sekä rooleja näissä kohteissa. Taulukossa 1 on esitetty tietoa fyysisen infrastruktuurin osalta, taulukossa 2 palvelujen toimitukseen liittyvät esimerkit ja taulukossa 3 elämän laatuun liittyvät näkökulmat.

Taulukko 1 IoT ja RFID fyysinen infrastruktuurin esimerkkejä

<b>Fyysinen infrastruktuuri</b>	<b>IoT:n rooli</b>	<b>RFID:n rooli</b>
Lentokentät	Lennonjohto	Kone–kone-kommunikaatio Kone–laite-kommunikaatio
Rautatiet	Rautateiden valvonta	Objekti–kone-kommunikaatio Laite–laite-kommunikaatio
Satamat	Ympäristön seuranta	Laite–kone-kommunikaatio Objekti–kone-kommunikaatio

Taulukko 2 IoT ja RFID palveluiden toimitusten esimerkkejä

Palvelun toimitus infrastruktuuri	IoT: rooli	RFID:n rooli
Logistiikka	Toimitusketjun hallinta	Kone-kone-kommunikaatio Kone-laite-kommunikaatio Laite-laite-kommunikaatio Objekti-laite-kommunikaatio
Lentokentät	Porttien hallinta	Kone-kone-kommunikaatio Kone-laite-kommunikaatio

Taulukko 3 IoT ja RFID elämänlaadun esimerkkejä

Elämän laatu	IoT:n rooli	RFID:n rooli
Terveysthuolto	Potilaiden lääkkeiden toimitus ja seuranta	Kone-laite-kommunikaatio Laite-laite-kommunikaatio
Kirjastot	Kirjojen palautus	Kone-laite-kommunikaatio Laite-laite-kommunikaatio Objekti-laite-kommunikaatio
Viihde	Tunnistautuminen festivaaleilla	Kone-laite-kommunikaatio Objekti-laite-kommunikaatio

Tämän osion tarkoitus oli tuoda esille RFID:n mahdollisuuksia liitettynä IoT-tekniikkaan. RFID:n potentiaaliset hyödyntämisen mahdollisuudet ovat vielä tätäkin laajempia. Osiossa on avattu taulukoissa myös muutamia käyttökohteita sekä esitettyjen teknologioiden rooleja näissä kohteissa.

### 3.5 RFID:n käyttöönotto

RFID:n käyttöönotto voi olla merkittävä investointi isommallekin yritykselle ja ennen hankintaan on tärkeää miettiä millaiseen käyttötarkoitukseen RFID tulee ja mihin sitä mahdollisesti voidaan tulevaisuudessa soveltaa. RFID:n potentiaali on laaja, joten ennen käyttöönottoa on syytä ottaa proaktiivinen lähestymistapa asiaan.

Ennen järjestelmän käyttöönottoa yrityksen on päätettävä, millaista tietoa on tärkeä kerätä ja miten ne integroidaan yrityksen omiin järjestelmiin kuten toiminnanohjausjärjestelmään, jos sellainen on käytössä. Seuraavaksi luetteloitu asioita, joita täytyy pohtia ennen käyttöönottoa: [8, s.93.]

- Tunnista RFID:n käyttötarkoitus
  - Mitä hyötyjä halutaan saavuttaa?
  - Mitä tietoa kerätään?
  - Onko RFID paras ratkaisu ongelmaan?
- Valitse oikeanlainen RFID-järjestelmä
  - Passiivinen vai aktiivinen RFID-järjestelmä?
  - Kuinka pitkät lukuetaisyydet?
  - RFID:n käyttö ulkona, sisällä vai molemmissa?
- Mitä voidaan/halutaan tunnistaa tunnisteilla eli tageilla
  - Esim. Halutaanko seurata jokaista tuotetta vai lavaa, jolla tuotteita kuljetetaan?
- Valitaan käyttötarkoitukseen paras tagi
  - Lukuetaisyys, sää, koko, materiaali ja niin edelleen
- Valmistellaan projektisuunnitelma
  - Edellä olevien tietojen perusteella luodaan suunnitelma

- Luodaan alustava aikataulu
- ROI-analyysi eli sijoitetun pääomantuottoa voidaan yrittää laskea tässä vaiheessa
- Suunnitellaan opastus henkilöstölle
  - Koulutusoppaat ja suunnitelma työntekijöiden koulutusta varten
  - Käyttäjien täytyy osata käyttää järjestelmää, saadakseen maksimaalinen hyöty
- Tarkkaillaan järjestelmän toimivuutta
  - Tarkkaillaan järjestelmän toimivuutta, kun se on käytössä
  - Mahdollisen valvontajärjestelmän käyttö
  - Luodaan indikaattorit seurantaan varten

Edellä esiteltiin perinteinen prosessi RFID:n käyttöönoton tueksi. Käyttöönoton yksityiskohdat vaihtelevat paljon, riippuen yrityksen tavoitteista, toiveista sekä käyttökohteista. Komponentit RFID-järjestelmissä ovat samat, riippumatta siitä millainen toteutus halutaan. RFID-järjestelmä ei kuitenkaan ole taikaluoti, mutta oikein käytettynä se tuo lisäarvoa useimmille toimitusketjuille. [8, s. 93–106.]

## 4 Tuotealustojen käsittelyprosessi SSAB Raahen satamassa

Työssä käsitellään tuotealustojen käsittelyä satamassa, mutta on syytä perehtyä myös hieman tuotannon puoleiseenkin käsittelyyn, sillä myös niistä aiheutuvista seikoista satamassa joudutaan käsittelemään alustoja ylimääräisiä kertoja.

- Kvarttolevy tuotteet tulevat valssaamon linjaa pitkin, josta siltanosturin kuljettaja varastoi levyt sille osoitetulle paikalle ison hallin lattialle. Lastaajat ottavat kuormausohjeet varastoinnihallinta järjestelmästä eli DEMA:sta ja lastaavat nosturin kuljettajan kanssa tuotteet lattialta kuormausohjeen mukaisesti KV- tai KP-alustalle. Tuotannon vetomestari hakee alustoja hallista, kun lastaaja on saanut kuorman kuitattua DEMA:sta.
- EKT eli esikäsitellyt tuotteet lastataan KV-alustalle samalla periaatteella kuin kvarttolevytkin. Poikkeuksena se, että niitä saatetaan lastata myös suoraan maalilinjalta. Tuotannon vetomestari hakee kuormat, kun ne ovat kuitattu DEMA:sta.
- Nauhalevyjen lastaaminen eroaa näistä kahdesta huomattavasti, sillä ne lastataan NL-alustalle käyttämällä suorlastausmenetelmää. Levyt siis lastataan tuotantolinjalta sitä mukaan, kun ne valmistuvat. Vetomestari hakee valmiit kuormat joko suoraan satamaan asetta välivarastoon eli H10-halliin odottamaan siirtoa satamaan. Nauhalevyt voivat olla myös testaamattomia satamaan saapuessa, toisin kuin kvartto- ja EKT-levyt.
- WH-keloja ovat paketoituidut sekä rainakelat. Keloja varastoidaan hallin lattialla, josta niitä lastataan siltanosturilla KE-alustalle. OS-kelat varastoidaan ulkona kelakentällä, josta niitä lastataan samanlaisella trukilla kuin satamassa alustojen päälle. Kelat voivat saapua myös testaamattomina.

### 4.1 Nykyinen käsittelyprosessi

Tuotealustojen käsittelymäärät vaihtelevat reilusti riippuen tuotteista, säästä sekä lastaussuunnitelmasta eli planista. Lähtökohtaisesti ulkovarastossa sijaitsevia alustoja käsitellään vähemmän, koska yhdellä alustalla on yksi paikka eikä kokonaista linjaa kuten halleissa on.

Sataman sisävarastointiin käytettävät hallit toimivat LIFO-taktiikalla. Last in first out eli ensimmäisenä sisään viimeisenä ulos. Tavoitteena on ajaa yhdelle linjalla samaa stemmiä eli tiettyyn laivaan menevää tavaraa ja blokkia eli suunniteltua kohtaa, mihin tuotteet lastataan laivassa. Tämän lisäksi tavoitteena olisi saada sellainen järjestys linjalle, missä ensimmäinen alusta, joka on tiettyä stemmiä ja blokkia olisi lyhyttä levyä esimerkiksi 3 metriä pitkää, kun taas linjaston viimeinen tuotealusta pitäisi sisällään pidempää, kuten 12 metriä pitkää levyä. Tämä kaikki edellä mainittu aiheuttaa paljon lisäkäsittelyä tuotealustoille.

Varastotilannekuvakkeelta DEMA:sta otettu kaappaus kuvassa 12. Kuvassa varastointi onnistunut stemmin sekä blokin osalta eli ne ovat kaikki samoja. Pituusjärjestys on epäonnistunut ja todennäköisesti 4 alustaa, joissa lyhyempää tavaraa joudutaan ajamaan ensin ulos välivarastoon, jotta saadaan pitkät tavarat lastattua ensimmäisenä laivan ruumaan. M-sarake tarkoittaa metreissä pisintä tuotetta, joka alustalla on.

Linja	Alusta	STEM	Blokki	M
51	NL090	9992	68468	12
52	NL026	9992	68468	11
53	NL213	9992	68468	5
54	NL127	9992	68468	5
55	NL017	9992	68468	5
56	NL003	9992	68468	4

Kuva 12. Esimerkitilanne kehnosti toteutuneesta varastoinnista 2.2.2024

Tavoitetilanteeseen päädytään yleensä, kun kaikki seuraavista asioista menee suunnitellusti: Lastattavat tuotteet ovat saapuneet satamaan ennen lastauksen alkua, tuotealusta sisältää vain yhtä stemmiä/blokkia, tuotteet on varastoitu optimaaliseen järjestykseen ja sää on suotuisa eikä tule muita muuttujia lastauksen aikana. Tavoitetilanteeseen pääseminen voi olla kiinni myös laivan ruumassa työskentelevän merkkimiehen toiveista. Merkkimies toivoo vetomestarinkuljettajalta tietyn mittaisia tuotteita, jolloin vetomestarinkuljettaja voi joutua siirtämään alustoja hallien linjoilta sivuun välivarastoon pihalle S10–S11-alueelle. Yleisesti ottaen pidemmät tuotteet halutaan lastata ruumaan pohjalle, jos pitkät tuotteet tulevat myöhässä tuotannosta satamaan syntyy usein paljon turhia alustasiirtoja.

On myös olemassa sellainen mahdollinen tilanne, jossa tuotealusta ajetaan halleista H05–H06 suoraan lastauslaituriin laivaan lastattavaksi eli sitä ei varastoida sataman toimesta uudelleen ennen lastausta. Tällaisia sattumia käy esimerkiksi, kun tuotealusta tulee satamaan juuri ennen lastauksen alkua, jolloin uudelleen varastointi on turhaa tai tuotealusta on helposti saatavilla hallista H05/H06, jolloin alustasiirron tekeminen ei ole kannattavaa. Tämä ei kuitenkaan ole tavoitetilanne, vaikka näin siirtoja tuleekin yksi vähemmän.

Kuvassa 13 esitettynä hyvin toteutunut varastointi. Linjalla on samaa blokkia, stemmiä ja pituutta. Kuvassa olevalla NL207-alustalla on 4 metriä pitkää tuotetta. Tarkastin alustasisällön ja todellisuudessa pisin tuote alustalla on 3,1 metriä, koska DEMa ei näytä desimaaleja tässä sarakkeessa, se muuntaa kaikki yli 3 metriä ylittävät tuotteet seuraavaan lukuun eli tässä tapauksessa 4 metriin. Tämän linjaston varastointi on esimerkki, siitä mihin tavoitellaan. Tämän linjaston ei pitäisi aiheuttaa ylimääräisiä siirtoja.

Linja	Alusta	STEM	Blokki	M
21	NL164!	9912	67015	3
22	NL207!	9912	67015	4
23	NL147!	9912	67015	3
24	NL054!	9912	67015	3
25	NL069	9912	67015	3
26	NL012!	9912	67015	3

Kuva 13. Esimerkki hyvin toteutuneesta varastoinnista 2.2.2024

Kuvassa 14 on hyvinkin tyyppillisen näköinen linja hallissa. Mustalla maalattu kohta tarkoittaa hylättyä tavaraa ja keltainen tausta useampaa stemmiä tai blokkia. Linjalle on varastoitu montaa eri mittaa, linjalla on useampaa stemmiä, useita eri blokkeja sekä hylättyä tavaraa. Nämä edellä mainitut asiat muodostavat yhtälön, jonka seurauksena turhia siirtoja syntyy todella paljon.

Linja	Alusta	STEM	Blokki	M
31	NL140!	9912	67015	4
32	NL142!	9912, 9980	67015, 67467	5
33	NL162	9912	68548, 68557	3
34	NL019!	9912, 9980	67015, 67467	3
35	NL174!	1005	67552	6

Kuva 14. Ylimääräisiä siirtoja aiheuttava linja 2.2.2024



WH-tuotteita sisältäviä alustoja käsitellään vähintään yksi kerta enemmän kuin OS-tuotteita sisältäviä alustoja. Kuvassa 15 oleva kaavio on tavoitetilanne, johon WH-alustojen käsittelyn osalta tavoitellaan.



Kuva 15. Tavoitetilanne WH-alustojen siirroissa

Tuotealusta, jossa on WH-tuotteita saattaa sisältää useampaa stemmiä tai blokkia, jolloin käsittelymäärä kasvaa jo huomattavasti. Kuvassa 16 olevassa kaaviossa on tuotealusta, jossa on kahta eri stemmiä. Tämän lisäksi olemassa on vielä sellainen ”jos-tilanne” eli lastausporukka haluaakin jonkun muun kuin tämän alustan niin joudutaan tämä ja mahdollisesti muita alustoja siirtämään ensin sivuun, jonka jälkeen saadaan vasta haluttu alusta ajoin.



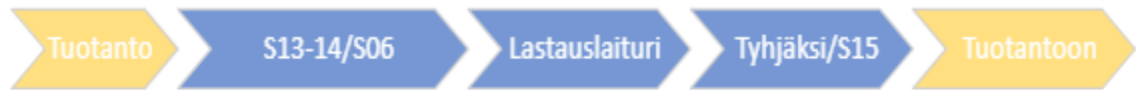
Kuva 16. WH-alustojen siirtoja kahdella eri stemmillä

Kuvassa 17 on esitetty erittäin huono skenaario WH-alustojen varastoinnissa. Erittäin epätodennäköistä, että yhtä alustaa joutuisi käsittelemään näin useasti, mutta se on mahdollista, jos alustalla on useampaa kuin kahta eri stemmiä ja varasto on epäedullisessa järjestyksessä lastauksen kannalta.



Kuva 17. WH-alustasiirtojen huono tilanne

OS-tuotteita sisältävien alustojen käsittelyprosessi on yleensä aina samanlainen, sillä ulkona säilytettävien tuotteiden ei pitäisi sisältää kahta eri stemmiä koskaan, ainoastaan eri blokkeja voi olla yhdellä alustalla. Kuvassa 15 tavoitetilanne siirtojen osalta OS-tuotteita sisältävien alustojen suhteen.



Kuva 18 Tavoitetilanne OS-alustojen siirroissa

OS-tuotteita sisältävissä alustoissa voi siis olla kahta eri blokkia, mikä voi tarkoittaa, että alustaa joudutaan käsittelemään useampia kertoja, jos tämä toinen blokki sijaitsee esimerkiksi toisessa päässä laivaa tai tämän blokin purkusatama on eri kuin sen toisen blokin. Mahdollinen kaavio tästä kuvassa 16.



Kuva 19 OS-alustojen siirtoja kahdella eri blokillä

Kaikki yllä olevat kaaviot ovat kirjattu ilman säävarausta tai muita ylimääräisiä varastoinninsijoitteluita. Sateen yllättäessä alustat voidaan joutua ajamaan sekaisin halleihin, jolloin käsittelymäärät per alusta voivat jopa kolminkertaistua yllä mainituista. Huolinnantyojohtajat suunnittelevat varastoinnin sijoittelua iltavuoroissa ja antavat yleensä yövuoron tehtäväksi siirtää alustat lastauksen jäljiltä takaisin halleihin tai tehdä siirto-ohjeita halleista H05–H06 halleihin H02–H04 alustoja.

#### 4.1.1 Tuotealustojen käsittelymääriä

Tässä osiossa esitellään tuotealustojen käsittelymääriä tuotannosta satamaan, satamassa sisäisesti sekä katsotaan tuotealustojen painoja alusta- sekä tuotetyypeittäin. Esitellyt materiaalit ovat käytössä, kun aletaan miettimään kehityksiä, kustannuksia sekä RFID:n mahdollisuuksia. Tuotealustojen käsittelymäärät ovat otettu DEMA:sta ja tietojen paikkaansa pitävyys on hyvä. Täytyy kuitenkin ottaa huomioon, että jotkin siirroista voivat olla vaan virtuaalisia siirtoja eli alustoja on liikuteltu järjestelmän sisällä oikeille paikoille. Varsinkin sataman sisäisten siirtojen osalta tapahtuu myös useasti virtuaalisia siirtoja silloin, kun huomataan alustan olevan kuitattuna jollekin muulle paikalla kuin mistä se fyysisesti löytyy. Käsittelyssä tarkastellaan alustojen liikkeitä ajalla 1.11.2022–1.11.2023. Vuoden mittainen otoskoko antaa hyvää suuntaa ja informaatiota alustojen käsittelystä. Harmillisesti opinnäytetyön aikataulun puitteissa marraskuu sekä joulukuu 2023 jäivät välistä, eikä saada täydellistä otosta vuodesta 2023.

#### 4.1.2 Tuotealustojen siirrot tuotannosta satamaan

Tarkastellaan vuoden aikana tapahtuvat tuotealusta siirrot satamaan. Aikaväli on edellä mainittu 1.11.2022–1.11.2023. Taulukossa 4 nähdään tuotealustojen siirtojen määriä kuukausittain tuotannosta satamaan. Taulukossa on myös kuvattuna kaikki alustasiirrot vuoden ajalta sekä keskiarvo jokaista kuukautta kohden.

Taulukko 4. Tuotealustojen siirtojen määrät tuotannosta satamaan

<b>Kuukausi</b>	<b>Tuotanto-&gt;SAT</b>
<i>Marraskuu</i>	629
<i>Joulukuu</i>	602
<i>Tammikuu</i>	689
<i>Helmikuu</i>	723
<i>Maaliskuu</i>	938
<i>Huhtikuu</i>	816
<i>Toukokuu</i>	801
<i>Kesäkuu</i>	735
<i>Heinäkuu</i>	759
<i>Elokuu</i>	797
<i>Syyskuu</i>	811
<i>Lokakuu</i>	829
<b>Kaikki</b>	<b>9129</b>
<b>Keskiarvo/kk</b>	<b>761</b>

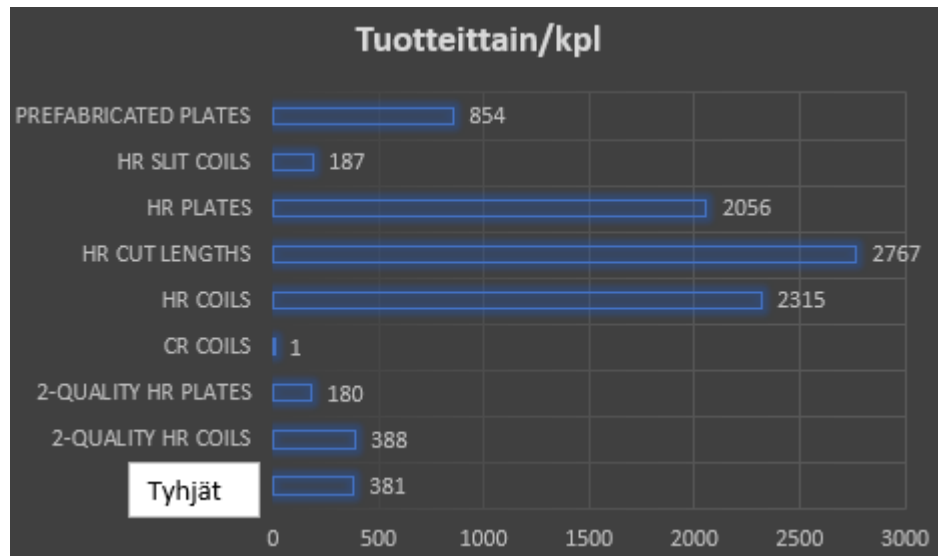
Taulukosta 5 löytyvät käytännössä lähes samat tiedot kuin taulukosta 1, mutta nämä on jaettu kvartaaleihin. Neljännes jäi marraskuun sekä joulukuun vajaaksi, johtuen opinnäytetyön ajankohdasta sekä aikataulusta.

Taulukko 5. Siirrot tuotannosta satamaan kvartaaleittain

<b>Kuukausi</b>	<b>Tuotanto-&gt;SAT</b>
<b>1. Neljännes 2023</b>	2350
<b>2. Neljännes 2023</b>	2352
<b>3. Neljännes 2023</b>	2367
<b>4. Neljännes 2023 vajaa</b>	829
<b>Kaikki</b>	<b>7898</b>

Taulukkoon 6 on lajiteltu satamaan saapuvat alustat tuotteittain. "Tyhjät"-kohta tarkoittaa sellaisia alustoja, joiden kohdalla ei jostain syystä näkynyt automaattisesti tuotteita, jotka olivat kuitenkin alustalle kuitattu.

Taulukko 6. Satamaan saapuneet alustat tuotteittain



Taulukossa 7 näkyy keskimääräiset painot tuotteittain. Kaikkien alustojen yhteenlaskettu keskipaino on 58 171 kg, jos poistetaan laskuista kelatuotteet, keskipaino putoaa 52 636 kg. Työssä olennaisin osa kuitenkin on nuo sataman sisäiset siirrot eli lähtökohtaisesti KV-, NL-, ja KP-alustat, näin ollen myös olennaisempi keskipaino saadaan, kun otetaan huomioon vain nuo alustat. Kelaalustat eivät aiheuta satamassa paljoa siirtoja, koska kelat puretaan trukilla alustalta varastoon, kuten jo mainittu osiossa 4.1.

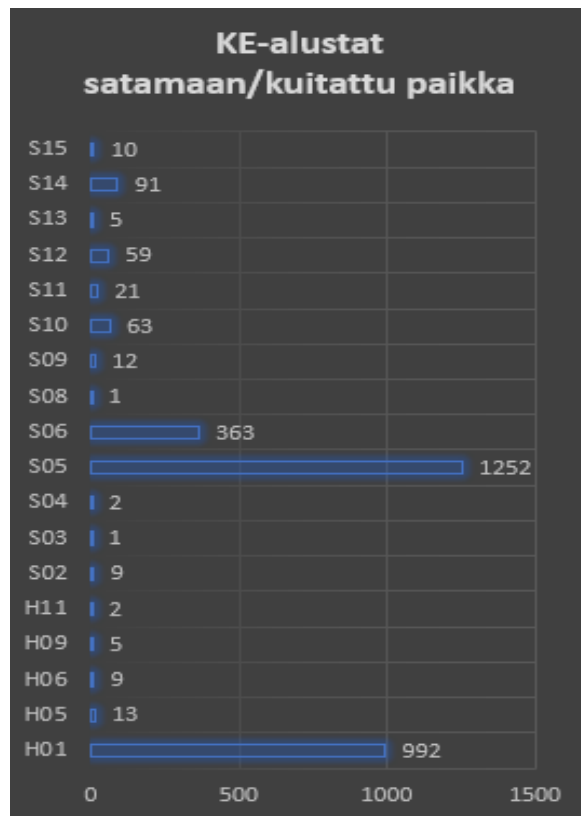
Taulukko 7. Keskimääräinen paino tuotteittain



Seuraavaksi tarkastellaan satamaan tuotannosta tulevia tuotealustoja tuotealustatyypeittäin sekä tuotteittain. Satamaan tulee pääasiassa KE-, KV-, NL- sekä KP-alustoja. Seuraavissa taulukoissa tullaan tarkastelemaan eri alustatyyppien siirtojen määriä satamaan, keskimääräisiä painoja sekä mihin alustoja on kuitattu. Näin voimme tutkia esimerkiksi sen merkitystä, kuinka suuria kuormia tulee OS- ja WH-tuotteiden välillä.

Taulukosta 8 näkyy, mihin suuriosa KE-alustoista ajetaan, kun ne tulevat tuotannosta satamaan. KE-alustoja tuodaan satunnaisesti myös muille paikoille ja yhteen laskettu summa satamaan kuljetetuille KE-alustoille vuoden aikana on 2 910 kappaletta.

Taulukko 8. Satamaan tulevien KE-alustojen kuitatut varastopaikat



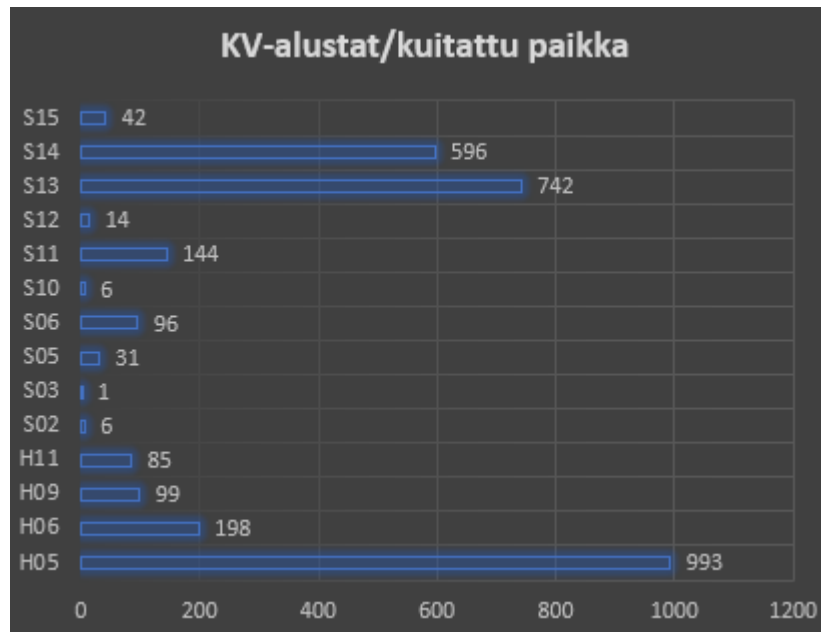
Taulukossa 9 nähtävissä KE-alustojen keskimääräinen paino verrattuna kuitattuun varastopaikkaan. Taulukosta on poistettu paikat, joihin on vuoden aikana kuitattu alle 10 alustaa, jotta taulukko olisi mahdollisimman selkeä tulkita. Keskimääräinen paino/satamaan kuitattu KE-alusta on 72 132 kg, tässä on otettu huomioon myös nuo paikat, joita ei näy taulukossa.

Taulukko 9. KE-alustojen keskimääräinen paino



Taulukko 10 näyttää tilastot KV-alustojen kappalemäärän kuittauksen osalta satamaan. KV-alustoja on kuitattu satamaan yhteensä 3053 kappaletta ja kaikki nämä löytyvät myös tuosta taulukosta.

Taulukko 10. Satamaan tulevien KV-alustojen kuitatut varastopaikat



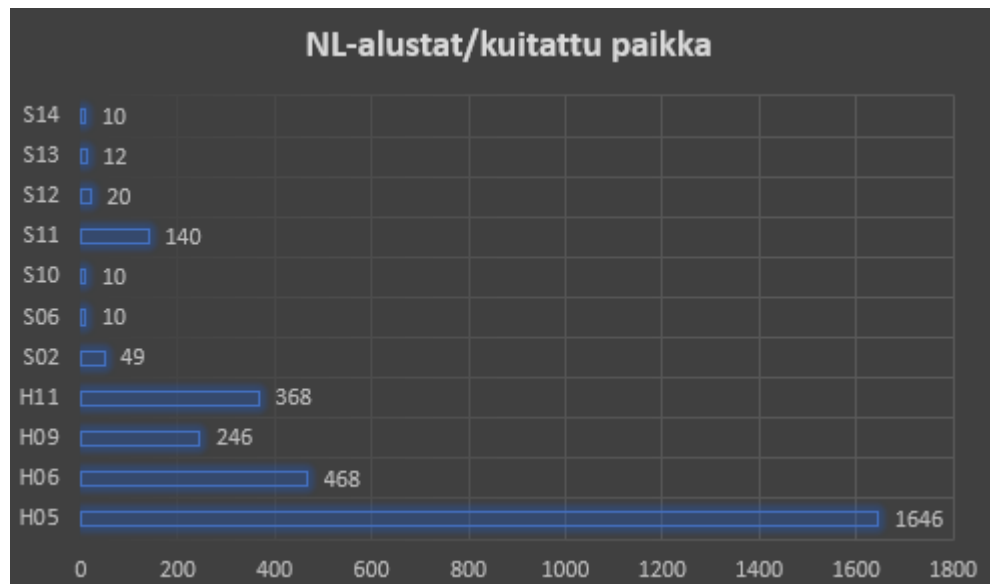
Taulukossa 11 näkyvissä KV-alustojen keskimääräiset painot suhteessa kuitattuun paikkaan. Tässä taulukossa huomaamme jo selkeästi merkityksen tonnimääräisesti riippuen siitä, onko alusta sisä- vai ulkovarastoitava. Halleihin menevät tuotteet ovat keskipainoltaan alle 50 tonnia, kun taas ulkopaikoille menevät yli 60 tonnia lukuun ottamatta yhtä saraketta. Kaikkien KV-alustojen keskimääräinen paino on tarkalleen 55 299 kg.

Taulukko 11. KV-alustojen keskimääräinen paino



Taulukossa 12 näkyy NL-alustojen kuitatut varastopaikat kappaleittain. Taulukosta poistettu muutama varastopaikka, johon oli kuitattu alle 10 alustaa, jotta taulukko on selkeämpi. Kaikki NL-alusta siirrot satamaan yhteensä 2998, laskussa otettu huomioon myös nämä paikat, jonne on mennyt alle 10 alustaa.

Taulukko 12. Satamaan tulevien NL-alustojen kuitatut varastopaikat

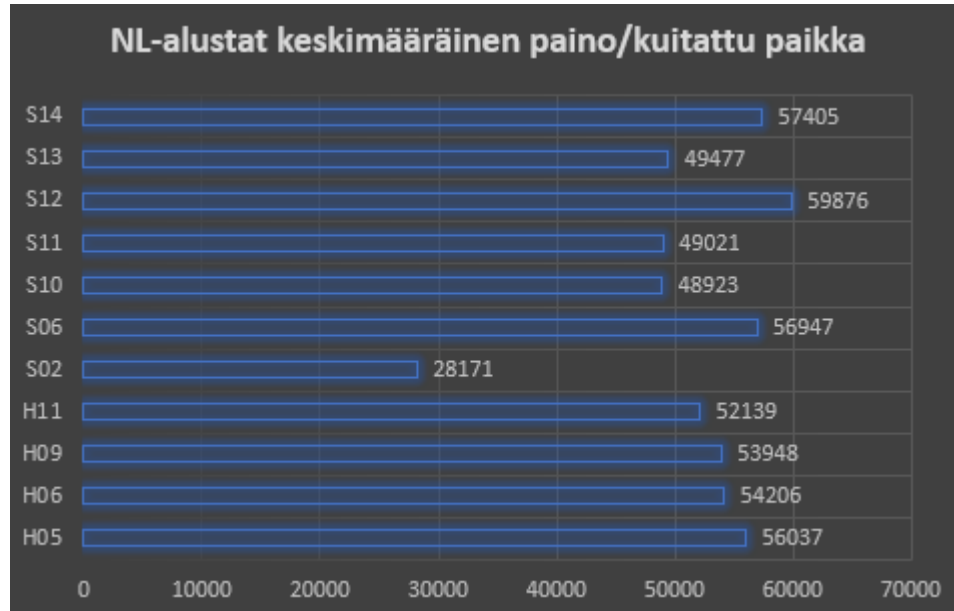


Taulukossa 13 nähtävissä keskimääräinen paino NL-alustojen osalta suhteessa varastopaikkaan. Nauhalevyjen osalta tässä taulukossa kannattaa katsoa lähinnä sisävarastopaikkoja, sillä nauhalevyt ovat pääasiassa kaikki WH-tuotteita, ellei hylkyjä päätetä myydä kakkoslaatuna tai nauhalevyt



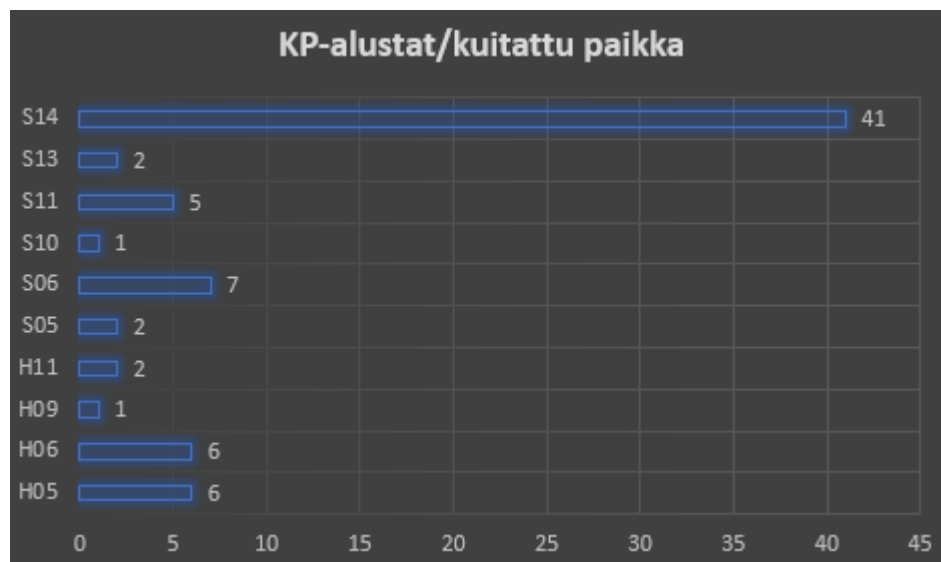
tulevat lastauksen aikana, jolloin niitä ajetaan S10 tai S11 paikoille. Kaikkien NL-alustojen keskimääräinen paino on 54 605 kg.

Taulukko 13. NL-alustojen keskimääräinen paino



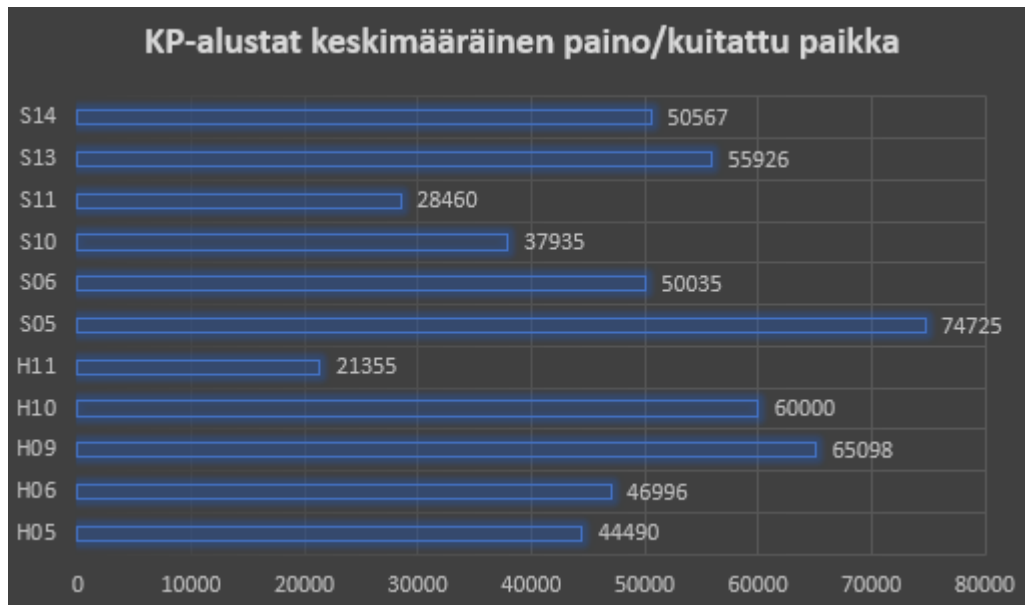
Taulukossa 14 esiteltynä KP-alustojen osalta kuitatut varastopaikat kappalemäärillä. Taulukossa näkyy kaikki KP-alustojen siirrot ja niitä on yhteensä vain 73 kappaletta.

Taulukko 14. Satamaan tulevien KP-alustojen kuitatut varastopaikat



Taulukossa 15 näkyy KP-alustojen keskimääräiset painot suhteessa varastopaikkaan. Yhteensasketun keskimääräinen paino kaikilla KP-alustojen siirroilla on 48 557 kg.

Taulukko 15 KP-alustojen keskimääräinen paino



Tämän osion taulukoissa esitettiin tuotannosta satamaan siirrettyjen tuotealustojen kappalemäärää vuosi-, kuukausi- ja kvartaalitasolla. Tämän lisäksi esitettiin yleisimpien satamaan siirrettävien tuotealustojen kappalemääriä ja kuitauspaikkoja ovikohtaisesti. Tämä mahdollistaa suuntaa antavan vertailun WH- sekä OS-tuotteiden mahdollisista painoeroista. Tulosten luotettavuuteen vaikuttaa DEMA:n ongelmat kuten ”tyhjät”-kohta sekä lastauksen aikana saapuvat tuotteet, jotka jätetään tuotannonvetomestarin puolesta S10–S11 varastoalueelle.

#### 4.1.3 Tuotealustojen siirrot sataman sisällä

Tässä osiossa tarkastellaan hankittuja tietoja koskien sataman sisäisiä tuotealusta siirtoja. Tiedot ovat otettu DEMA:sta ajalta 1.11.2022–1.11.2023. Tietoja hyödynnetään työn laskelmien suoritukseen, tehostamisen mahdollisuuksien mietinnässä sekä RFID-tekniikan käyttöönoton pohdinnassa. Tiedot antavat myös kuvaa siitä, miten paljon satamassa käsitellään alustoja ja mikä osuus käsittelystä on tarpeetonta.

Taulukossa 16 on DEMA:sta poimittuna tiedot tuotealustojen käsittelymääristä satamassa. Taulukossa näkyy tämän lisäksi myös prosenttiosuus tuotealustojen siirroista laituriiin lastattavaksi. Kuten taulukosta voidaan havaita, on prosenttiosuus laiturille menevistä siirroista todella alhainen. Tähän voi olla monia vaikuttavia tekijöitä, joita on mainittu jo osiossa 4.2.

Taulukossa 16 on siis kyse kaikista sataman sisäisistä siirroista. Tämä pitää sisällään myös siirrot S15 eli tyhjäksi siirrot. Taulukkoa laadittaessa on käytetty DEMA:ssa erinäisiä hakukriteerejä, joilla voi olla merkitystä tulosten luotettavuudessa. Taulukossa on rajattuna pois kaikki alustat, joiden kilomääräinen paino on 0 kg. Tyhjän siirrot on sitten manuaalisesti laskettu mukaan normaaleihin siirtoihin. Tämä tehty siksi, että DEMA:ssa datan perusteella yli 5000 siirtoa, joissa siirto luodaan tiettyyn kellonaikaan, se otetaan ajoon myös samaan kellonaikaan sekä se on kuitattu laiturille takaisin samaan aikaan. DEMA siis näyttää luovan automaattisesti itse näitä turhia siirtoja, kun alustat menevät tyhjäksi.

Taulukko 16. Sataman sisäiset siirrot kuukausittain

Kuukausi	Kaikki siirrot SAT	Laituri siirrot	%-osuus laituriiin
<i>Marraskuu 2022</i>	1741	469	26,94 %
<i>Joulukuu 2022</i>	1811	519	28,66 %
<i>Tammikuu</i>	2067	623	30,14 %
<i>Helmikuu</i>	2367	691	29,19 %
<i>Maaliskuu</i>	2739	715	26,10 %
<i>Huhtikuu</i>	2676	768	28,70 %
<i>Toukokuu</i>	2809	895	31,86 %
<i>Kesäkuu</i>	2325	722	31,05 %
<i>Heinäkuu</i>	2019	571	28,28 %
<i>Elokuu</i>	2101	680	32,37 %
<i>Syyskuu</i>	2419	732	30,26 %
<i>Lokakuu</i>	2146	644	30,01 %
<b>Kaikki</b>	<b>27220</b>	<b>8029</b>	<b>29,50 %</b>
<i>Keskiarvo/kk</i>	2268	669	29,50 %

Taulukko 17 näyttää samoja tilastoja kuin 16 mutta tässä ne on esitetty kvartaaleittain. Neljäsnes jää vajaaksi marraskuun sekä joulukuun verran.

Taulukko 17. Siirrot satamassa kvartaaleittain

Kvartaali	Kaikki siirrot SAT	Laituri siirrot	%-osuus laituriiin
<i>1. Neljännes 2023</i>	7173	2029	28,29 %
<i>2. Neljännes 2023</i>	7810	2385	30,54 %
<i>3. Neljännes 2023</i>	6539	1983	30,33 %
<i>4. Neljännes 2023 vajaa</i>	2146	644	30,01 %
<b>Kaikki</b>	<b>23668</b>	<b>7041</b>	<b>29,75 %</b>
	Huom. 4 vajaa 2kk		

Taulukko 18 esittää tilastoja sataman sisäisistä siirroista hieman tarkemmin. Taulukossa on eriteltyä laitureihin menevät, tyhjän siirrot sekä uudelleenjärjestelyt. Arvoa tuottavina siirtoina voi-

daan pitää laituriin meneviä koska ne menevät lastaukseen sekä tyhjäksi meneviä koska ne menevät takaisin tuotantoon lastattavaksi. Karkeasti sanottuna voidaan ajatella, että hukkaa ovat nämä loput siirrot, vaikka osa näistä siirroista on pakollisia johtuen varastointisysteemistä.

Taulukko 18. Sataman sisäiset siirrot tarkemmin esitettynä

Siirrot	Siirtomäärät	Siirtomäärä %
Hallit-->laituri	4218	15,50 %
Ulkopaikat-->laituri	1433	5,26 %
S10-11-->laituri	2091	7,68 %
Laituri-->laituri	287	1,05 %
Tyhjäksi/S15	5448	20,01 %
Uudelleen järjestely/turhat siirrot	13743	50,49 %
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>27220</b>	<b>100 %</b>

Taulukkoon 19 on eritelty kaikki uudelleenjärjestelyt sekä ylimääräiset siirrot sataman sisällä. DEMA:ssa ei ollut mahdollista eritellä sisä- ja ulkovarastoitavia tuotteita suoraan, joten näin siitä saa jonkinlaisen käsityksen. Prosenttiosuudet siirtoihin on laskettu suhteessa kaikkiin siirtoihin sataman sisällä.

Taulukko 19. Uudelleenjärjestelyt ja ylimääräiset siirrot

Siirrot	Siirtomäärät	Siirtomäärä % suhteessa kaikki siirrot
Hallit-->ulkopaikat	3493	12,83 %
Hallit-->hallit	5477	20,12 %
Ulkopaikat-->hallit	2435	8,95 %
Ulkopaikat-->ulkopaikat	499	1,83 %
Laituri-->hallit	781	2,87 %
Laituri-->ulkopaikat	1058	3,89 %
<b>Kaikki</b>	<b>13743</b>	<b>50,49 %</b>

#### 4.2 Haasteet ja pullonkaulat

Käsitellään mahdollisia haasteita sekä pullonkauloja, joita esiintyy satamassa tuotealustojen käsittelyssä sekä seurannassa. Haasteet ja pullonkaulat on listattu oman kokemuksen, oman tietä-

myksen sekä satamahenkilökunnan kertomuksien pohjalta. Omat kokemukset ja satamahenkilökunnan kertomukset vastaavat toisiaan. Keskusteluja käyty huolintatyöjohtajan Jussi Kylmälän kanssa opinnäytetyön aikana runsaasti liittyneen pullonkauloihin ja muihin asioihin opinnäytetyössä. Alle listattuihin asioihin törmää satamassa päivittäisessä työssä usein.

Haasteita sekä pullonkauloja satamassa tuotealustojen käsittelyssä ovat:

- Tuotealusta(t) kuitattuna väärälle paikalle
- Varastohallit täynnä
- Varastohallien linjat epäedullisessa järjestyksessä lastauksen kannalta
- Tuotealustat ovat loppuneet
- Tuotannon vetomestari ei kerkeä tuomaan ajoissa laivattavaa tavaraa
- Informaation kulku
- Alustoja halleissa H09 tai H11 lastauksen alkaessa
- Sään aiheuttamat viivästykset/lisätyö
- Tuotealustojen purut

Tuotealustoja löytyy lastauksen aikana sekä huolinnantyyönjohtajan tekemän päivittäisen inventaarion aikana satunnaisesti vääriltä paikoilta. Kyseessä on inhimillinen virhe, joka tapahtuu, kun vetomestarin kuljettaja tai työnjohtaja tekee päätetyötä tietokoneella. Tämä voi johtua kehnosta informaation kulusta työntekijän sekä työnjohtajan välillä, kiireessä tehdystä tai ihan vain väärin kuullusta varastopaikasta. Automaattisen RFID-tekniikan avulla tämä olisi mahdollista saada poistettua yhtälöstä kokonaan, jolloin lastauksen aikana ei tarvitsisi lähteä etsimään tiettyä alustaa, jonka lastausporukka haluaa lastauslaituriin lastattavaksi. RFID:n potentiaali tämän ongelman ratkaisuun avattuna tarkemmin teoriaosiossa 3.2.

Varastohallien täyttyminen johtaa usein moneen eri skenaarioon, mikä hidastaa lastaustoimintaa sekä myös mahdollisesti tuotannosta tulevia kuormia. Varastohallit täyttyvät usein kiireisinä laivausviikkoina, jolloin satamaan tuodaan tuotannosta myös paljon sellaista tavaraa, joiden laivaus on määrä tapahtua esimerkiksi muutamien viikkojen päästä. Tämä taas johtaa seuraaviin ongelmiin: Tuotealustat loppuvat kesken, varastohallien linjat epäjärjestyksessä, tuotteita joudutaan

ajamaan tuotannosta välivarastoon H09-tai H11-varastohalleihin sekä oikea tuote ei kerkeä satamaan tuotannosta riittävän nopeasti.

Sataman henkilökunnan sekä omien kokemusten perusteella informaation kulkeminen tuotannon ja sataman välillä on myös aika ajoitin keuhkoa. Satunnaisesti joutuu olemaan yhteydessä ”ylös” eli tuotantoon päin tulevien päivien lastauksista. Usein ennen laivan lastauksen aloitusta tietystä stemmistä on jäänyt tavaraa lähetysvarastoihin, minkä pitäisi tavoitetilanteessa olla jo satamassa, kun laivaa aloitetaan lastaamaan. Kaiken tavaran ollessa satamassa lastauspäivän koittaessa lastaaminen helpottuu huomattavasti, sillä ahtaajat pystyvät suunnittelemaan lastausta jo pidemmälle. Tämä aiheuttaa huomattavasti lisätyötä myös ahtaustyönjohtajalle, jos kaikki lastattava tavara ei ole laivauspäivään mennessä satamassa.

Epävakaat sääolosuhteet aiheuttavat paljon ongelmia itse lastauksen kanssa sekä alustojen siirtojen kannalta. Kaikki sisävarastoitavat tuotteet on siirrettävä ulkoa sään suojaan, jos sade pääsee yllättämään. Tämä aiheuttaa useasti tilanteita, joissa alustoja voidaan kuitata väärille paikoille kiireessä sekä varastohallien linjat menevät huonoon järjestykseen lastauksen kannalta. Edellä mainitut asiat korreloivat suoraan lastauksen tehokkuuteen.

#### 4.3 Turvallisuusperspektiivi

SSAB:lla turvallisuus on tärkein asia ja siihen kehitellään jatkuvasti parannuksia. Tämä sisältää niin henkilöstön turvallisuuden kuin myös koneiden, tuotealustojen sekä niiden lastien asianmukaisen käsittelyn varmistuksen, että kaikki sataman toiminnot toteutetaan turvallisesti ja riskit minimoitetaan.

Selkein sekä olennaisin turvallisuuteen liittyvä aspekti työssäni on alustasiirtojen minimointi. Mitä enemmän alustoja siirrellään edes takaisin, sitä suuremmaksi kasvaa todennäköisyys, että siirron yhteydessä tulee esimerkiksi kolari tai jokin muu vastaava tilanne.

Teoriaosuudella on esitetty RFID:n hyötyjä omaisuuden hallinnassa sekä seurannassa osiossa 3.2. Näiden ominaisuuksien avulla RFID:llä olisi mahdollista parantaa prosessia, jotta turhia alustasiirtoja saataisi vähennettyä. Tämän lisäksi kuljettajan olisi helpompaa keskittyä itse työhön eli ajamiseen eikä aikaa kuluisi niin paljoa päätetyön tekemiseen.

#### 4.4 Ympäristövaikutukset

Ympäristöön kohdistuvat vaikutukset tulevat tässä prosessissa suurimmaksi osaksi vetomestareiden eli terminaalitraktorien ajoista. Jokainen ylimääräinen siirto ja työtunti aiheuttaa lisää päästöjä. Tehdään polttoaineen kulutus sekä hiilidioksidipäästö laskelmia taulukoiden 4, 16 sekä 21 perusteella.

Satamassa tehdään alusta siirtoja vuodessa 27 220 kappaletta. Alustan siirtoon kuluu päätetyössä aikaa arviolta n. 10–30 sekuntia, joten käytetään laskuissa keskiarvoa 20 sekuntia. Vetomestarin tyhjäkäynti kulutus on 2–3 litraa/tunti, joten käytetään laskuissa 2,5 litran kulutusta tunnille [9]. Diesel CO<sub>2</sub>-päästöt per litra on n. 2,6 kg [3].

**Päätetyömäärä ja samalla myös vetomestarin tyhjäkäynti:**  $(27\,220 * 20\text{ s}) / 3\,600\text{ s} \approx 151\text{ tuntia}$

**Päästöt päätetyön aikana:**  $151\text{ h} * 2,5\text{ l/h} = 377,7\text{ litraa dieseliä vuodessa} * 2,6\text{ kg CO}_2 = 981,5\text{ kg CO}_2$

RFID-sovellusten avulla päätetyöhön kuluva aikaa on mahdollista saada vähennettyä, koska automaatio nopeuttaa kuittausprosessia ja samalla vähenevät tyhjäkäynnillä tulevat päästöt sekä osa turhista siirroista karsiutuisi pois. Alla olevassa esimerkissä on laskettu, että päätetyöhön kuluva aika tippuisi 5 sekuntiin. RFID:n avulla vetomestarin kuljettajan ei tarvitse manuaalisesti kirjata päätteelle varastopaikkaa, vaan hänellä on mahdollisuus yhdellä kosketuksella kuitata alusta RFID:n laskelmoimaan paikkaan. Aika arvio on kuitenkin hypoteettinen eikä todellisuudessa testattu.

**Päätetyömäärä RFID:n avulla:**  $(27\,220 * 5\text{ s}) / 3\,600\text{ s} \approx 38\text{ tuntia}$

**Päästöt päätetyön aikana:**  $38\text{ h} * 2,5\text{ l/h} = 95\text{ l dieseliä vuodessa} * 2,6\text{ kg CO}_2 = 247\text{ kg CO}_2$

Yllä olevaan laskelmaan ei ole huomioitu RFID:n vaikutusta siirtojen vähenemiseen. Laskut ovat laskettu vain ja ainoastaan nykyisillä tilastoilla.

Yllä olevien laskelmien lisäksi myös kaikki ylimääräiset siirrot aiheuttavat lisää päästöjä, mutta niiden laskeminen on hankalaa, sillä suoraa tietoa vuotuisista käyttötunneista tai ajetuista kilometreistä ei ole saatavillani.

Satamaan tulee vuodessa 9 129 alustaa. Taulukoissa on esitetty tilanne, jossa alustojen painoa kasvatetaan 10 % ja alustojen siirtoja tulisi 533 kappaletta vähemmän tuotannosta satamaan.

Myös tämä vaikuttaisi päästöihin. Matkaa tuotannosta satamaan on n. 1,5 kilometriä. Vetomes-tari kuluttaa 10–20 litraa polttoainetta tunnissa, kun sillä ajetaan [9]. Lähteen tiedot varmennettu paikalliselta toimijalta (Veljekset Toivanen Oy), jonka mukaan 12 tunnin aikana kuluu polttoai-netta n. 180–200 litraa. Tehdasalueella nopeusrajoitus on 20 km/h.

**Kulutus edes takaiselle matkalle:**  $3 \text{ km} / 20 \text{ km/h} * 15 \text{ l/h} = 2,25 \text{ l}$

**Kulutus:**  $9\,129 * 2,25 \text{ l} = 20\,540 \text{ l}$  vuodessa

**Päästöt:**  $20540 \text{ l} * 2,6 \text{ kg/l} = 53\,404 \text{ kg CO}_2$

**Kulutus vähemmällä siirroilla:**  $9\,129-533 * 2,25 \text{ l} = 19\,341 \text{ l}$  vuodessa

**Päästöt vähemmällä siirroilla:**  $19\,341 \text{ l} * 2,6 \text{ kg/l} = 50287 \text{ kg CO}_2$

Laskelmia voidaan pitää hyvinkin luotettavina, sillä paikallinen toimija vahvisti kulutusmäärän ja se on noin 15 litraa tunnille, jota laskuissakin on käytetty.

#### 4.5 Tuotealusta siirtojen analysointi

Tarkastellaan ensin satamaan tulevien alustojen dataa, vaikka ne eivät suoranaisesti liity sataman sisäisiin siirtoihin, vaikuttavat ne kuitenkin sataman toimintaan. Olennaisia asioita, jotka vaikuttavat sataman sisäisiin siirtoihin ovat alustasiirtojen kappalemäärät, tuotteiden pituudet alustoilla ja se onko alustalla useampaa stemmiä tai blokkia.

Taulukossa 20 on otettu erikseen sataman sisäisten siirtojen kannalta olennaisimmat tuotteet. Näitä kyseisiä tuotteita kuljetetaan satamaan tuotealustoilla, joiden maksimikapasiteetti on 90 tonnia. Taulukosta ei löydy kelatuotteita, koska kelatuotteiden keskipainot ovat hyvällä tasolla. Taulukossa ei myöskään ole eriteltyä ”tyhjät”-kohtaa, joka näkyi aiemmin taulukossa 6, sillä näiden tuotetyyppi on kysymysmerkki datan perusteella.



Taulukko 20. Levytuotteiden siirtomäärät satamaan ja keskipainot 1.11.2022-1.11.2023

Tuotetyyppi	Siirtojen määrä	Keskimääräinen paino
Prefabricated plates	854	55313
HR plates	2056	55004
HR cut lengths	2767	54668
2-Quality HR plates	180	60316
<b>Kaikki</b>	<b>5857</b>	<b>56325</b>

Tuotealustojen tämänhetkinen keskipaino on reilu puolet maksimikapasiteetista. Keskipainoa nostamalla saisi suoran vaikutuksen myös sataman toimintaan sekä tuotantoon. Tuotealustat eivät loppuisi tuotannosta niin nopeasti kesken ja sataman varastotiloihin jäisi hieman enemmän tilaa, minkä seurauksena sataman sisäiset siirrot vähenisivät eksponentiaalisesti.

Taulukkoon 21 tein laskelmat, jossa kasvatin jokaisen tuotetyypin keskipainoa 10 prosenttiyksiköä. Tällaisella muutoksella jokaisen taulukossa olevan tuotetyypin keskipaino nousisi hieman yli 60 tonnin. Siirtoja tulisi 533 kappaletta vähemmän keskipainoa nostamalla. Tämä tarkoittaisi sitä, että satamaan tulisi kuukausitasolla n. 44 alustaa vähemmän. Viikkotasolla tämä tarkoittaisi 10 alustaa. Laskelmat on tehty sillä olettamuksella, että alustojen tonnimäärän lisäämisellä on suora vaikutus alustasiirtojen määrään. Siirtojen määrän väheneminen keskipainoa nostamalla ei vaikuta noilla luvuilla mitenkään erityisen suurelta muutokselta. Todellisuus on se, että tuo luku 533 kertaantuu satamassa, sillä usein joudutaan tekemään uudelleenjärjestelyitä. Tämän lisäksi voidaan myös ajatella, että se vaikuttaa muidenkin alustojen käsittelyyn, sillä halleihin jää näin myös enemmän tilaa. Tällöin jää vapaaksi tyhjiä linjoja, joihin voidaan sijoittaa alustoja, jotka sisältävät eri stemmejä/blokkeja.

Taulukko 21. Alustojen keskipainoa kasvatettu

Tuotetyyppi	Siirtojen määrä	Keskimääräinen paino	Siirtoja vähemmän
Prefabricated plates	776	60844	78
HR plates	1869	60504	187
HR cut lengths	2515	60135	252
2-Quality HR plates	164	66348	16
<b>Kaikki</b>	<b>5324</b>	<b>61958</b>	<b>533</b>

Samanlaisen vertailun kuin taulukossa 21 on voisi suorittaa myös alustatyypeittäin, mutta taulukkoja tulkitessa voidaan todeta, että se tuottaa saman lopputuloksen. Keskipaino pysyy lähes samoissa lukemissa, kun verrataan esimerkiksi NL-alustojen keskipainoa tuotetyyppiin HR cut lengths tai KV-alustojen keskipainoa HR plates -tuotetyyppiin. NL-alustoilla kuljetetaan siis pääsääntöisesti vain nauhalevyä eli HR cut lengths ja KV-alustoilla sitten näitä muita tuotetyppejä, joita taulukossa 18 ja 19 on esitetty.

Seuraavaksi analysoidaan tuotealustojen käsittelyä satamassa. Analysointia vaikeuttavat huomattavasti seuraavat asiat: Näitä alustoja, joissa lukee tuotetypin kohdalla ”tyhjä” on yli 80 % kaikista siirroista sataman sisällä. Näitä ”tyhjiä” siirtoja satamaan ei kuitenkaan saavu kuin kymmeniä kappaleita, joten järjestelmässä tapahtuu jotakin siinä vaiheessa, kun alustoja käsitellään satamassa. Tämän lisäksi myös se vaikeuttaa analysointia, että ei ole mahdollista jakaa alustoja WH- ja OS-tuotteisiin. Käytännössä se onnistuisi tehdä karkeasti tuotetyyppienkin perusteella, mutta johtuen tuosta ”tyhjien” määrästä on tämä mahdotonta eritellä niin, että tulokset olisivat luotettavat.

Taulukossa 22 on käytetty siirtomäärien vähentämisen pohjalla dataa taulukosta 21, jossa siirtojen määrä vähenee 533 kappaletta nostamalla keskimääräistä alustapainoa. Tuo 533 kappaleen väheneminen kertaantuu satamassa, sillä myös tyhjiä siirtoja, uudelleenjärjestelyä sekä laiturille siirtoja tulee näin vähemmän. Kokonaisuudessaan siirtojen määrä vähenee tällä karkealla laskelmalla 1 599 kappaletta eli 6 % vuodessa. Tämä on vain raakaan dataan pohjautuva tieto, joka ei kerro koko totuutta. Kuten jo aiemmin sanottu, ei voida varmaksi tietää vaikutusta siitä, kuinka paljon tällainen kokonaisuudessa vaikuttaisi siirtojen määrään.

Taulukko 22. Siirtomääriä keskipainoa nostettu

<b>Siirrot</b>	<b>Siirtomäärät</b>	<b>Siirtomäärä %</b>
Hallit-->laituri	3888	15,18 %
Ulkopaikat-->laituri	1230	4,80 %
S10-11-->laituri	2091	8,16 %
Laituri-->laituri	287	1,12 %
Tyhjäksi/S15	4915	19,18 %
Uudelleen järjestely/turhat siirrot	13210	51,56 %
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>25621</b>	<b>100 %</b>

Prosenttiosuuksien vertailu antaa päinvastaisen kuvan tilanteesta. Uudelleenjärjestelyn määrä prosentuaalisesti kasvaa, kun taas laitureille menevien osuus pienenee. Tämä siis käytännössä

tarkoittaa heikompaa prosessia. Tämä tilasto ei ole kovinkaan luotettava, sillä todellisuudessa kaikki vähenevät siirrot parantavat prosessia ja näin tulee myös vähemmän hukkaa eli turhia siirtoja.

Taulukossa 19 esiteltiin uudelleenjärjestelyt sekä ylimääräiset siirrot jaettuina eri osioihin. Tämä oli ainoa mahdollinen tapa, jolla saadaan edes hieman dataa verrata sisä- sekä ulkovarastoitavia tuotteita keskenään. Taulukosta erottuu selkeästi siirtomäärillä, kuinka paljon enemmän halleissa olevia tuotteita käsitellään satamassa.

Taulukossa 19 oleellista tilastoa on sarakkeessa, jossa alustoja ajettu ulkopaikoilta ulkopaikoille. Siirtoja on tehty tuossa kategoriassa 499 kappaletta ja ne ovat käytännössä ainoat turhat siirrot liittyen OS-tuotteita sisältäviin alustoihin. Kokeilin myös DEMA:sta etsiä tietoa, siirretäänkö alustoja ylipäätään mistään satamanvarastoista OS-tuotteiden varastointi alueelle eli S06, S13 tai S14. Käytin haussa lähtöpaikkana kaikkia sataman varastopaikkoja ja toteutuneena paikkana noita edellä mainittuja ja siirtoja löytyi vajaa 40 kappaletta. Voidaan siis päätellä, että kaikki muut uudelleenjärjestelyt sekä ylimääräiset siirrot koskevat WH-alustojen siirtelyjä. Tämä tarkoittaisi yhteensä 13 244 kappaletta WH-alustojen erilaisia liikkuja, jotka eivät ole arvoa tuottavia.

Taulukossa 19 erittäin oleellista on myös sarake halleista halleihin. Näitä siirtoja on 5 477 kappaletta vuodessa. Nämä siirrot ovat siis tietoinen valinta sataman logistiikassa ja kuuluvat osana varastojen uudelleenjärjestelyä. Nämä tietoiset ja suunnitellut siirrot vähennettynä kokonaisuudesta saadaan 8 266 kappaletta. Näitä 8 266 kappaletta siirtoja voidaan pitää siis ylimääräisinä siirtoina, jotka johtuvat monista eri syistä. Syitä ovat esimerkiksi: Useaa blokkia tai stemmiä alustalla, linjat huonossa järjestyksessä tai sääolosuhteet. RFID: avulla seuranta ja linjojen järjestystä voi parantaa, joka vähentää siirtoja osaltaan mutta usean blokin tai stemmin lastaaminen alustalle on päätös tuotannossa, johon emme voi vaikuttaa. Eli vaikka ylimääräisiä siirtoja on kappalemäärältään 8 266 kappaletta, on todella vaikea spesifioida, mitkä ovat oikeasti turhia ja mitkä sisältävät esimerkiksi useampaa stemmiä ja ovat tämän takia aiheuttaneet siirtoja. Tämän lisäksi on myös huomioitava, että halleista halleihin kuittauksissa voi olla paljonkin virtuaalisia siirtoja, jos alustat ovat aluksi kuitattuna väärälle paikalle tai ne eivät jostain syystä näy varastonäkymässä, jolloin uudelleen kuittaus tarvitaan.

Vetomestarit ovat todella työllistettyjä satamassa lastauspäivinä. Kuljettajat ajavat satamakenttää edestakaisin jatkuvalla syötöllä ja hakevat alustoja varastopaikoilta, joita merkkimies ruumassa toivoo saavansa, jotta lastaus olisi turvallista ja tehokasta. Jokainen ylimääräinen siirto voi aiheuttaa kuljettajalle kiireen tuntua ja näin nostaa myös turvallisuusriskiä.

Lasketaan ylimääräisiin siirtoihin kuluva aika päätetyössä käyttäen samoja sekuntimääriä, kuin on käytetty myös osiossa 4.4. Tehdään hypoteettinen laskelma sille, että RFID:n avulla turhat siirrot vähenisivät neljäsosan. Yhteen siirtoon kuluva aika voi olla 1 minuutista jopa yli 5 minuuttiin, riippuen onko alusta helposti saatavilla sekä missä hallissa se sijaitsee. Käytetään laskelmassa arvoa 2 minuuttia/siirto. Siksi 2 minuuttia keskiarvoksi, sillä suuriosa siirroista voi olla myös todella nopeita siirtoja.

**Ylimääräisiin siirtoihin kuluva aika:**  $(120 \text{ s} * 13\,743) / 3\,600 \text{ s} = 458$  tuntia vuodessa

**Ylimääräisiin siirtoihin kuluva aika olettaen, että RFID vähentää siirtoja 25 % ja pienentää siirtoon kuluva aikaa kuittauksen ajalta:**  $(105 \text{ s} * 10\,307) / 3\,600 \text{ s} = 301$  tuntia vuodessa

**Päätetyön määrä kaikille siirroille 20 s arvolla:** 151 tuntia (laskelma osiossa 4.4)

**Päätetyön määrä kaikille siirroille RFID:n avustuksella:** 38 tuntia (laskelma osiossa 4.4)

**Päätetyön määrä uudelleen järjestelyissä ja ylimääräisissä siirroissa nykytilanteessa:**  $(20 \text{ s} * 13\,743) / 3\,600 \text{ s} = 76$  tuntia

**Päätetyön määrä uudelleen järjestelyissä ja ylimääräisissä siirroissa RFID:n avustuksella:**  $(5 \text{ s} * 13\,743) / 3\,600 \text{ s} = 19$  tuntia

Laskelmat on tehty nykytilan perusteella, eikä niissä ole huomioitu RFID:n vaikutuksia siirtomääriin. Laskelmassa on huomioitu RFID:n avustus päätetyön nopeudessa sekä RFID:n mahdollinen hyöty siirtojen vähenemiseen. RFID:n antama helpotus ei ole käytännössä testattua tietoa, joten se on vain arviointi ja täten voidaan pitää vain suuntaa antavana.

## 5 Tehostamisen mahdollisuudet

Pohditaan mahdollisia ratkaisuja, joita voitaisi käyttää tehostamaan tuotealustojen käsittelyä sekä seuranta. Tehostamisen mahdollisuuksia rajaavat huomattavasti seuraavat asiat: Varastointiin tarkoitetuissa halleissa rajallinen määrä tilaa, varastointi toimii halleihin LIFO-periaatteella sekä investointikustannukset.

### 5.1 Optimointistrategiat

Tuotealustojen tehokas käsittely ja seuranta ovat tärkeitä elementtejä satamalogistiikassa. Osion tavoitteena on tuoda esille ehdotuksia, joiden avulla käsittelyä ja seuranta voidaan tehostaa ja parantaa nykyisellä varastointijärjestelmällä.

- Automatisoituneempi varastointijärjestelmä (RFID)
- Henkilöiden koulutus ja osaaminen
- Varastokapasiteetin optimointi
- Ennakointi kiireisille viikoille
- Jatkuva parantaminen sekä seuranta

Varastointijärjestelmään integroitu RFID-sovellus helpottaisi työntekijöitä, vähentäisi virheen määrää sekä auttaisi huolinnan työnjohtajaa tekemään työnsä eli pitämään varaston mahdollisimman hyvässä järjestyksessä lastauksen kannalta. Tähän kuuluu olennaisesti myös henkilöstön koulutus ja perehdytys uuteen järjestelmään.

Varastokapasiteetin optimointia eli toisin sanoen alustojen järjestelyä laivauspäivien mukaan. Tätä tehdään koko ajan, mutta siinä on vielä paljon kehityspotentiaalia. Useasti esiintyy tilanteita, jossa H05-halli saattoi olla melko täysi jo aamuvuoroon tullessa. Tämä johtaa siihen tilanteeseen, että tulevien laivauksien tuotealusta saattavat hukkuu hallin perälle, jolloin joudutaan tekemään todella paljon siirtoja, jotta yksi alusta saadaan kaivettua esille. Eli mitä tyhjempänä H05-halli on, sitä helpompaa myös uudelleenjärjestelyn tekeminen on. Mikäli vain mahdollista tulisi yövuoron aikana tyhjentää H05-halli mahdollisuuksien mukaan niin tyhjäksi kuin mahdollista.

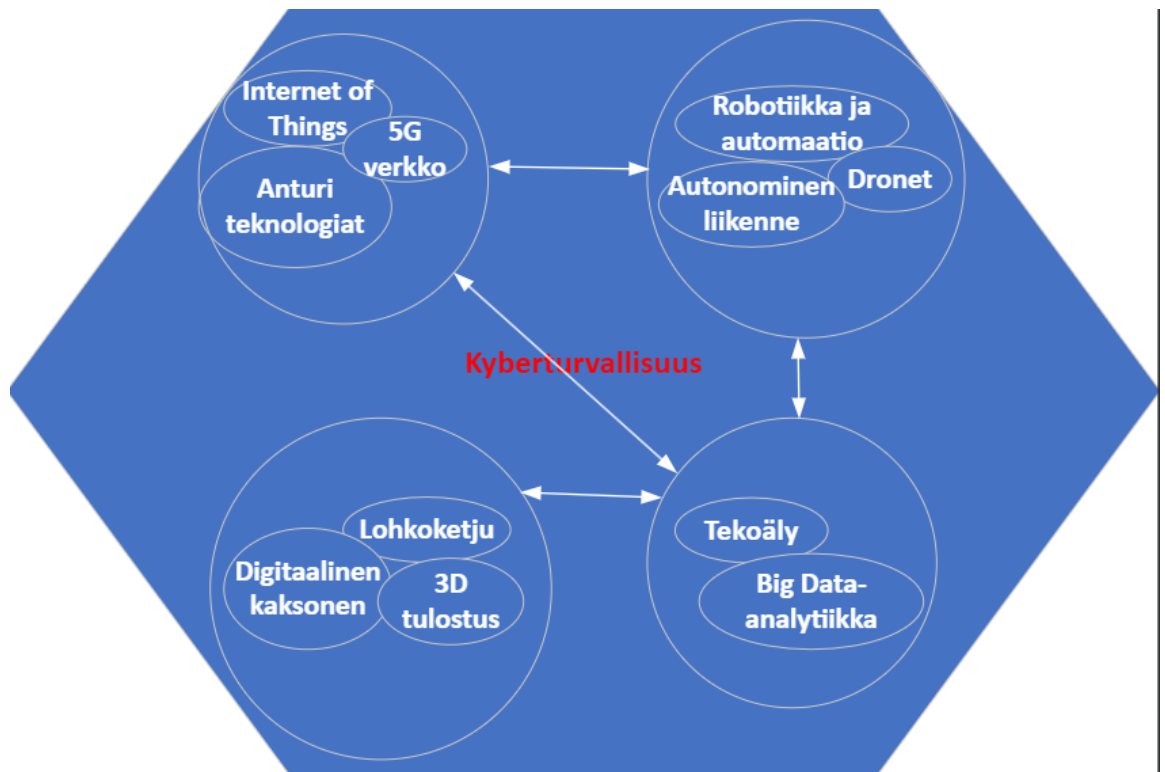
Ennakointi on todella tärkeää, sillä jokaisella viikolla ei ole yhtä paljon lastattavaa. Tällaisina hetkinä myös halleista löytyy paljon enemmän tilaa ja hallien järjestely helpottuu sekä turhien siirtojen määrä vähenee. H02-hallia on käytetty joskus kalaruoto mallisesti, kun tiedetään että tuleva viikko on hieman hiljaisempi. Kalaruoto mallissa alustat varastoidaan halliin loivaan kulmaan, jolloin vetomestari voi hakea minkä vaan alustan hallista, vaikka se olisi hallin viimeinen. Tämä syö varaston kapasiteettia mutta tuo paljon tehokkuutta, jos on mahdollista toteuttaa. Tätä kalanruotomallia olisi syytä toteuttaa mahdollisimman useasti mutta mahdollisuuksien mukaan. Monesti H02 on jo täynnä, joten tämän toteuttaminen vaatisi hallin tyhjentämistä turhaan. Tässäkin ennakointi jo hyvissä ajoin voisi mahdollistaa, että halli olisi tyhjillään, kun hiljaisempi viikko on tulossa. Hallissa H09 on jo käytössä kalanruotomalli mutta varastohalli sijaitsee satama-alueen ulkopuolella ja toimii vain väliavarastona, jos H05 ja H06 on täynnä.

Jatkuva parantaminen sekä seuranta ovat yksi tärkeimmistä asioista, jos halutaan kehittää jotakin prosessia. Eli tilanne, jossa on suoritettu esimerkiksi RFID:n hankinta ja prosessin tueksi luodaan parametrit, joita seurataan kuukausitasolla ja katsotaan mihin suuntaan asiat lähtevät menemään. Mikäli asiat eivät mene halutulla tavalla, mietitään uusia ratkaisuja.

## 5.2 Teknologiset ratkaisut

Pohditaan teoriaosuudella esiteltyjen teknologioiden ja ennen kaikkea RFID:n mahdollisia hyötyjä sekä mahdollisuuksia satamassa. Digitalisaatio satamissa on ollut käynnissä jo pidemmän aikaa. Tästä löytyy esimerkki SSAB:n sataman naapurista Raahen Satamasta, jossa toimii Hooli Stevedoring Oy. Siellä on otettu vuonna 2020 käyttöön digitaalinen kaksonen, jonka avulla on luotu 3D-kuvaus satama-alueesta kokonaisuudessaan sisältäen jopa laiturit sekä vedenalaiset kuvaukset.

Kuvassa 20. ryhmiteltynä joukko uusia teknologioita sekä niiden vuorovaikutusta toisiin nuolten avulla.



Kuva 20. Uusia teknologioita ja niiden muutosvoimia [10]

Satamaan itsessään voisi soveltaa useaakin eri teknologiaa mutta tuotealustojen käsittelyyn ja seurantaan oleellisimpia uusia teknologioita voisivat olla mm. Internet of Things eli esineiden internet (IoT), RFID ja 5G-verkko. Nämä löytyvät tuosta kuvasta 20 vasemmalta ylhäältä.

Kun laitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja niillä on omat IP-osoitteet, voidaan puhua esineiden internetistä kuten jo mainittu osiossa 3.4. Tämä taas mahdollistaa ajoneuvojen, laitteiden, rakennusten tai muiden kohteiden etähallinnan sekä kommunikaation. IoT-teknologiaa voitaisiin käyttää satamassa mm. koneiden kunnonvalvontaan ja tuotealustojen seurannassa RFID:n tukena. IoT-teknologia tärkeimpiä tehtäviä on helpottaa ja parantaa seuranta, hallintaa sekä ennakointia.

5G-verkko on olennainen osa kohti teknologisempaa satamaa. IoT tulee olemaan ja onkin jo monessa paikassa todella suuressa roolissa ja siihen tarvitaan riittävän luotettava ja nopea laajakais-tayhteys. 5G-verkon nopeus ja luotettavuus antaa jopa mahdollisuuden etäohjauksella ja automaatiolle. Eli käytännössä koneita voisi ohjata etänä toimistosta, mikäli koneisiin olisi liitettynä laitteisto sitä varten. HaminaKotkan satamassa kesäkuussa 2023 on ajettu pyöräkuormaajaa toimistosta erilaisten sauvaohjainten avulla. Tämä mahdollistaa joidenkin töiden tekemisen, vaikka henkilöllä olisi jokin este, minkä seurauksesta ei voi ajaa tiettyä konetta. Etäajo voi mahdollistaa myös paremman työturvallisuuden, sillä se havaitsee antureiden avulla ajoissa esteet, kuten muut

koneet tai ihmiset. Anturit ovat tietysti vain varotoimi ja henkilön pitää pystyä itse tarkkailemaan kameroiden avulla ajoympäristöään, mutta jos jokin jää huomaamatta voi anturi pysäyttää kulku-  
neuvon. [11].

RFID-teknologia olisi satamaan hyvä alku kohti turvallisempaa, teknologisempaa ja nykyaikaisempaa satamaa. RFID:n tuomia ominaisuuksia: Tuotealustoja pystyttäisi seuraamaan paremmin, vetomestarikuljettajat säästyisivät päätetyöltä, turvallisuus paranisi, RFID olisi mahdollista integroida DEMA:n kanssa ja hukkan eli turhien siirtojen määrä vähenee. RFID on tärkeä osa IoT-maailmaa ja tulevaisuutta teollisuuden digitalisaatiossa.



## 6 RFID-tekniikan mahdollisuudet tuotealustalogistiikassa

RFID-tekniikan mahdollisuuksien yksilöinti sataman tuotealustalogistiikan nykytilassa. Osiossa keskitytään suurimmilta osin vain tuotealustojen käsittelyyn ja seurantaan, vaikka RFID-tekniikalla voidaan saavuttaa paljon muitakin eri mahdollisuuksia sekä hyötyjä.

### 6.1 Tuotealustojen seuranta RFID:n avulla

Tuotealustojen seuranta RFID-tekniikan avulla mahdollistaa sataman logistiikan uudistumisen ja monipuolisen hallinnan. RFID, eli radiofrekvenssitunnistus, tarjoaa ainutlaatuisia etuja tuotealustojen seurannassa satamaympäristössä.

Tuotealustoihin tulisi kiinnittää RFID-tagit, jotta ne voidaan yksilöidä. Vetomestareihin tulisi lukija, joka on yhteydessä verkkoon ja pystyy lukemaan näiden tuotealustojen tagien sijaintidataa. Halkeihin/ulkoalueille ei siis tarvitse asentaa erikseen mitään lukijoita. Tämä vetomestarissa oleva laite pystyy tekemään sen kaiken internet-yhteyden ja GPS:n avulla. Tämä lukijalaite tulisi yhteyteen SSAB:n oman järjestelmän eli DEMA:n kanssa, josta se voisi hakea tietoa.

Seuraavassa luettelossa on mietitty, mihin asioihin RFID:llä olisi vaikutusta sataman nykytilassa.

- **Tarkka sijaintiseuranta:** RFID-tunnisteet mahdollistavat tarkan seurannan tuotealustojen sijainnista. Tämä parantaa henkilöstön kykyä paikantaa ja tunnistaa alustat. Nopeuttaa täten myös prosessia.
- **Tehokkaampi lastaus:** Voidaan optimoida lastaus- sekä purkuprosessit. Nopeampaa ja tehokkaampaa tuotealustojen käsittelyä. RFID-tulostimen avulla myös keloja olisi mahdollista saada seurantaan paremmin, sillä suurilla kela määrillä ahtaustyönjohtajalla kuuluu kelojen tarkastukseen aikaa ja siinä voi tulla virheitä. Vaatisi kuorman purku- tai lastausvaiheessa tarran kiinnityksen, jossa on RFID-tagit sisällä.
- **Virheiden väheneminen:** Kuten äsken jo mainitsin kelojen purku esimerkin avulla, että manuaaliset virheet vähenevät automaation avulla. Parantaa prosessin tarkkuutta ja vähentää inhimillisiä virheitä.

- **Reaaliaikainen tieto:** RFID-teknologia voi tarjota halutessaan myös reaaliaikaista tietoa tuotealustojen liikkeestä. Parantaa toiminnan läpinäkyvyyttä ja logistiikan suunnittelua.
- **Laadun varmistaminen:** RFID-tunnisteiden avulla varmistetaan, että tuotealustat menevät oikeille paikoille. Voidaan luoda sovellukseen esimerkiksi hälytys, jos WH-tuotteita sisältävä alusta jää ulos.
- **Historiatiedot/raportit:** Helpottaa RFID:n sekä muiden kehitystoimien seurantaa. Tiedot ovat luotettavampia.
- **Integrointi sataman omiin järjestelmiin:** Yhteistyö DEMA:n kanssa. Vähentää manuaalista työskentelyä tietokoneella.
- **Skaalautuvuus:** Tärkeä valita sellainen RFID-ratkaisu, joka skaalautuu myös tulevaisuudessa sataman muuttuviin tarpeisiin. Esimerkiksi IoT ja automaatio.
- **Turvallisuus:** Vähemmän siirtoja sekä keskittyminen enemmän itse ajoon parantaisi turvallisuutta.

Osiossa on mietitty teoriaosuudella esitettyjä RFID:n hyötyjä sekä hyödyntämismahdollisuuksia sataman käytäntöön. RFID-teknologian käyttö tuotealustojen seurannassa on kokonaisvaltainen lähestymistapa, joka edistää sataman logistiikan digitalisaatiota ja tehostaa toimintoja monilla tasoilla. Tämä moderni ratkaisu luo vahvan perustan sataman kilpailukyvyille ja kestäväälle kehitykselle.

## 6.2 Reaaliaikainen seuranta ja prosessien tehostaminen

Reaaliaikainen seuranta RFID-teknologian avulla on keskeinen tekijä sataman tuotealustalogistiikan parantamisessa. Se mahdollistaa prosessien nopeamman ja tarkemman seurannan, avaamalla uusia mahdollisuuksia sataman sisäisen logistiikan tehokkuuden parantamiseen.

### **Automatisoidut prosessit ja reaaliaikainen näkyvyys:**

RFID-järjestelmä tarjoaa automatisoidun tavan seurata tuotealustojen liikkeitä sataman eri vaiheissa. Tämä automaatio vähentää manuaalisten toimien tarvetta ja tarjoaa reaaliaikaisen näkyvyyden tuotealustojen sijaintiin ja tilaan. Automaattinen tiedonkeruu varmistaa, että sataman toimijat voivat tehdä päätöksiä ajantasaisen ja tarkan tiedon perusteella.

**Optimointi varastohallinnassa:** Reaaliaikainen seuranta mahdollistaa optimaalisen varastohallinnan. Sataman varastotilaa voidaan käyttää tehokkaammin, kun tuotealustojen varastointi paranee. Tämä vähentää tarpeetonta tuotealustojen siirtelyä ja varmistaa, että tarvittavat tuotealustat ovat helposti saatavilla tarpeen mukaan.

**Prosessien virtaviivaistaminen:**

RFID-tekniikan avulla sataman prosessit voidaan virtaviivaistaa. Tuotealustojen liikkeiden automatisointi ja tarkka seuranta mahdollistavat sen, että eri vaiheet voivat tapahtua saumattomasti toinen toisensa perään. Tämä vähentää seisokkiaikoja ja optimoi tuotealustojen käsittelyprosessia. Jos halutaan tehostaa ja tarkkailla asiaa vielä enemmän, voidaan RFID:n avulla saada myös tilastoja esimerkiksi optimaalisimmasta kuljetusreitistä.

**Tiedon hyödyntäminen päätöksenteossa:**

Reaaliaikainen seuranta ei ainoastaan tarjoa tietoa menneistä tapahtumista, se myös mahdollistaa tulevaisuuteen suuntautuvan päätöksenteon. Analysoimalla kerättyä tietoa sataman toimijat voivat havaita trendejä, ennustaa ja optimoida prosesseja pidemmällä aikavälillä.

**Ympäristövaikutusten hallinta:**

Tehostetut prosessit johtavat myös parempaan ympäristövaikutusten hallintaan. Vähentyneet turhat liikkeet ja mahdolliset optimoidut kuljetusreitit vähentävät päästöjä ja tekevät sataman logistiikasta kestävämpää.

**Turvallisuus ja laadunvalvonta:**

RFID-järjestelmä tukee turvallisuutta ja laadunvalvontaa tarjoamalla historiatietoa tuotealustojen käsittelystä. Tämä voi sisältää tarkastus- ja huoltotiedot, mikä parantaa sataman toimintavarmuutta ja tukee ylläpitotoimia.

Reaaliaikaisen seurannan ja prosessien automatisoinnin avulla sataman tuotealustalogistiikka voi saavuttaa uuden tason tehokkuudessa ja tarkkuudessa, mikä tukee sataman toimintaa kilpailukykyisellä, kestäväällä ja ennen kaikkea turvallisella tavalla.

### 6.3 RFID:n vaikutus sataman liiketoimintaan ja tulevaisuuden kehitykseen

Satamatoiminta on keskeinen osa globaalia logistiikkaketjua, ja sen tehokkuus vaikuttaa suoraan kaupankäyntiin ja talouden kilpailukykyyn. RFID-teknologia tarjoaa satamalle monipuolisia mahdollisuuksia liiketoiminnan optimointiin ja tulevaisuuden kehitykseen. Tässä osiossa tarkastellaan RFID:n nykyvaikutuksia sataman liiketoimintaan ja pohditaan sen potentiaalia tulevaisuudessa.

#### **RFID:n tuomat liiketoimintaedut:**

RFID:n käyttöönotolla on suora vaikutus sataman liiketoiminnan tehostamiseen. Osioissa 6.1 sekä 6.2 mainitut asiat tuovat paljon lisäarvoa satamalle. Eli siis näillä edellä mainituilla asioilla on suora vaikutus sataman liiketoimintaan.

#### **Tulevaisuuden kehitysnäkymät:**

RFID on vain yksi teknologia todella monien joukossa. Tulevaisuuden kehitykselle vain taivas on rajana, sillä teknologioita on todella suuri määrä ja kaikkea niistä ei osata vielä edes soveltaa tiettyihin aloihin tai paikkoihin. Alle listattuna muutama kehitysnäkymä tulevaisuuteen, jotka ovat tällä hetkellä todella trendikkäitä.

1. **Innovatiiviset sovellukset:** RFID-teknologian jatkokehittäminen avaa ovia innovatiivisille sovelluksille sataman toiminnassa. Älykkäät laitteet, jotka keskustelevat keskenään. Esimerkiksi sataman laitureiden kunnonvalvontaa olisi mahdollista suorittaa digitaalisen kaksosen avulla. Yksinkertaisuudessaan se tarkoittaisi antureita, jotka mittaavat laiturin kuntoa ja tämän tiedon perusteella se ennustaa esimerkiksi laiturin tulevaisuuden kuntoa. Tällä on myös mahdollista seurata koko satama-aluetta.
2. **IoT:** Pelkästään jo RFID on osa esineiden internetiä, mutta siihen voidaan liittää muitakin. Esimerkkinä tuo yllä mainittu laiturien tai muun sataman infran kunnonvalvonta. IoT:n avulla myös tiedon keruu ja analysointi helpottuvat, mikä tukee päätösten tekemistä ja optimoi siten sataman toimintaa. IoT siis koostuu laitteista ja antureista, jotka keräävät tietoa.
3. **Tekoäly:** Jotta uusista teknologioista saadaan maksimaalinen hyöty irti, voidaan käyttää tähänkin apukätenä uutta teknologiaa eli tekoälyä. Tekoälyllä voidaan tehdä todella paljon ja hyvä esimerkki olisi sopivan tekoälyn käyttäminen mm. datan analysointiin, jota

saadaan RFID:n, IoT:n tai muun teknologian avulla. Tällä tavalla saadaan vähennettyä manuaalista työtä ja päätöksenteko sekä tulosten analysointi helpottuvat. Tämä vain yksi esimerkki johon tekoälystä on.

RFID:n käyttöönotto sataman tuotealustalogistiikassa ei ole ainoastaan lyhyen aikavälin tehostamistoimenpide, sillä se voi toimia porttina entistä älykkäämpään ja kestävämpään tulevaisuuteen sataman logistiikassa. On erittäin tärkeä katsoa pidemmälle tulevaisuuteen, kun mietitään millaista hyötyä ja lisäarvoa RFID mahdollisesti satamaan tuo mukanaan.

## 7 RFID:n käyttöönotto tuotealustalogistiikassa

Osiossa tullaan tarkastelemaan RFID:n käyttöönottoon liittyviä haasteita sekä mahdollisia ratkaisuja näihin haasteisiin. Tämän lisäksi tehdään alustavia kustannus- sekä investointilaskelmia liittyen RFID:n käyttöönottoon ja hankintaan.

### 7.1 RFID-järjestelmien saatavuus

RFID-järjestelmien saatavuus Suomessa on hyvällä tasolla ja markkinoilla on tarjolla monipuolisia vaihtoehtoja logistiikkaan erikoistuneilta yrityksiltä. Useat yritykset tarjoavat passiivisia sekä aktiivisia RFID-ratkaisuja. Sataman tapauksessa hakusessa olisi todennäköisesti passiivinen RFID-tunniste, jolla kantomatkaa olisi noin 10 metriä.

Yksi tärkeimpänä elementtinä hankintaa ajatellessa on yhteensopivuus jo olemassa olevien järjestelmien kanssa. Mahdollisen RFID-sovelluksen on oltava mahdollista liittää yhteen toimimaan DEMA:n kanssa, josta RFID-sovellus saa tietoa ja mihin se myös päivittää tietoa. DEMA siis toimisi tässä pääkäyttäjänä edelleen ja RFID:n mahdollinen sovellus vain alijärjestelmänä.

Hankintaa suunniteltaessa on myös erittäin tärkeä miettiä RFID:n skaalautuvuutta tulevaisuutta ajatellen. Tulevaisuudessa mennään kohti digitaalisempaa satamaa ja tämä vaatii sen, että hankittava RFID-järjestelmä on mahdollinen näihin muutoksiin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että RFID-järjestelmät ovat laajasti saatavilla Suomessa ja niiden käyttöönotto logistiikassa on vahvassa kasvussa. Teknologian jatkuva kehitys avaa uusia ovia, ja RFID:llä voisi olla merkittävä rooli satamassa tulevaisuuden kannalta. Edellä mainitut tiedot pohjautuvat keskusteluihin, joita on käyty FinnID:n Kari Hännisen sekä RFIDlab Finlandin Klaus Turhasen kanssa aiheesta.

### 7.2 Mahdolliset kustannukset ja investointitarpeet

RFID-tekniikan käyttöönottoon liittyvät olennaisesti kustannukset ja investointitarpeet. Tässä kappaleessa tarkastellaan, millaisia kustannuksia RFID-järjestelmien käyttöönotto aiheuttaa ja miten näihin voidaan varautua.

Tehdään seuraavaksi kustannus- ja investointilaskelmia RFID:n hankintaan liittyen. Suoranaista tietoa RFID:n hyödyistä prosessiin liittyviin säästöihin ei voida antaa, joten ajatellaan tuotot hie- man eri reittiä. Satamassa sattuu aika ajoin tilanteita, jolloin ulos on unohtunut sisävarastoitavaa tuotetta. Sateen yllättäessä tuotteet kastuvat ja kärsivät, jolloin ne voidaan joutua myymään 2- laatuna, niistä tulee reklamaatioita tai ne voidaan joutua romuttamaan. Laskelmassa siis on aja- teltu, että vuositasolla yksi alusta unohtuu pihalle ja kärsii vesisateesta niin, että joudutaan myy- mään 2-laatuna.

Käytetään laskelmiin 2-laadun hintoja, tuotealustojen määrää 445, alustojen keskipainoa n. 52 tonnia sekä Finn-ID:ltä saatuja kustannusarvioita laitteista sekä sovelluksesta liitteessä 2. Liit- teessä 3 laskelmiin käytetty Excel-taulukko.

Nettonykyarvo menetelmää käytettäessä nettotuotot ja jäännösarvo diskontataan laskentahet- keen sovitulla korkokannalla ja verrataan näiden yhteen laskettua summaa hankintahintaan. In- vestointia pidetään kannattavana, mikäli nettonykyarvo on positiivinen. Nettonykyarvoa pide- tään hankintojen kannattavuuden arvioinnissa tarkoituksenmukaisena menetelmänä. Tämä kui- tenkin edellyttää erilaisten laskelmien soveltamista ennen lopullista päätöksentekoa. Kuvassa 21 on käytetty edellä esiteltyä menetelmää. [12.]

Nettotuottojen summa	697 000
Nettotuottojen nykyarvojen summa	283 488

Jos nettotuottojen nykyarvojen summa on positiivinen, hanke on taloudellisesti kannattava.

Eli: **HANKE ON KANNATTAVA**

Sisäinen korkokanta	157 %
---------------------	-------

Sisäinen korkokanta tarkoittaa sitä laskennallista korkokantaa, jolla vuosittaisten nettotuottojen nykyarvo vastaa hankintakustannusta.

#### Herkkystarkastelu

Näillä vetovalikoilla voit muutta lähtöoletuksia

Vuosi	Tuotto	Kustannus	Nettotuotto	Nettotuoton nykyarvo			
Aloitusvuosi	37 000,0 €	60 000,0 €	-23 000,0 €	-23 000,0 €			
1	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	32 727,3 €	Hankintakustannus	0 %	-
2	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	29 752,1 €			
3	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	27 047,3 €	Laskentakorkokanta	10,00 %	-
4	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	24 588,5 €			
5	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	22 353,2 €	Vuosittaiset tuotot	0,00 %	-
6	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	20 321,1 €			
7	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	18 473,7 €	Käyttökustannukset	0,00 %	-
8	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	16 794,3 €			
9	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	15 267,5 €			
10	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	13 879,6 €			
11	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	12 617,8 €			
12	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	11 470,7 €			
13	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	10 427,9 €			
14	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	9 479,9 €			
15	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	8 618,1 €			
16	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	7 834,6 €			
17	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	7 122,4 €			
18	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	6 474,9 €			
19	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	5 886,3 €			
20	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	5 351,2 €			
21	0 0 €	0 0 €	0 0 €	0 0 €			

Kuva 21. Nykyarvomenetelmä

Annuiteettimenetelmä on laskentamenetelmä, joka on päinvastainen kuin nettonykyarvomene-  
telmä. Se perustuu siihen, että hankintahinta jaetaan tasaisesti pitoaikaa vastaaville vuosille muo-  
dostaen näin yhtä suuret vuotuiset pääomakustannukset eli annuiteetit. Nämä annuiteetit koos-  
tuvat sekä poistoista että korkokustannuksista, jotka lasketaan käytetyn laskentakorkokannan pe-  
rusteella. Jos investoinnin vuotuiset nettotuotot ovat vähintään yhtä suuret kuin vuotuiset annui-  
teetit, voidaan päätellä, että investointi on kannattava. Kuvassa 22 käytetty edellä esitettyä in-  
vestointilaskelmaa. [12.]

**Annuiteettimenetelmässä** lasketaan laskentakorkokanta huomioiden sellainen maksuerä, joka kauden mittaisina suorituksina vastaa hankintakustannusta tai romuarvoa

Hankintakustannuksen annuiteetti	7 047,58 €
Menojäännöksen annuiteetti	0,00 €
<b>Annuiteetti</b>	<b>7 047,58 €</b>
Keskiarvo vuosittaisista nettotuotoista	34 286 €

Mikäli annuiteetti on pienempi kuin vuosittainen nettotuotto, hanke on taloudellisesti kannattava

Eli: **HANKE ON KANNATTAVA**

#### Herkkyystarkastelu (muutos lähtöoletuksiin verrattuna)

	Muutos	Näillä vetovalikoilla voit muuttaa lähtöoletuksia
Hankintakustannus	0 %	—
Menojäännöksen arvo	0 %	—
Laskentakorkokanta	10,00 %	—
Vuosittaiset nettotuotot	0,00 %	—

Kuva 22. Annuiteettimenetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmässä keskeisenä kysymyksenä on, kuinka nopeasti investointi pystyy kattamaan itsensä kustannukset. Tarkemmin sanottuna, menetelmä pyrkii vastaamaan kysymykseen siitä, missä ajassa investointi maksaa itsensä takaisin ja kuinka pitkän ajanjakson kuluessa sen kertyneet nettotuotot ylittävät alkuperäisen perushankintakustannuksen. Kuvassa 23 käytetty takaisinmaksuajan menetelmää. [12.]



nettotuottojen kumulatiivinen summa kyseiseen vuoteen saakka. Siinä kohdassa, jossa nettotuotto yhteensä on positiivinen, hanke on tuottanut siihen sijoitetut rahat takaisin.

Takaisinmaksuaika on **1,7 Vuotta** (laskettu kaavalla investointikustannus / nettotuottojen keskiarvo)

	Vuosi	Tuotto	Kustannus	Vuositainen nettotuotto	Kertynyt nettotuotto yhteensä	
Aloitusv	0	37 000,0 €	60 000,0 €	-23 000,0 €	-23 000,0 €	
	1	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	13 000,0 €	
	2	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	49 000,0 €	
	3	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	85 000,0 €	
	4	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	121 000,0 €	
	5	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	157 000,0 €	Hankintakustannus
	6	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	193 000,0 €	Käyttökustannusten muutos
	7	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	229 000,0 €	Vuosittaiset tuotot
	8	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	265 000,0 €	
	9	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	301 000,0 €	
	10	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	337 000,0 €	
	11	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	373 000,0 €	
	12	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	409 000,0 €	
	13	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	445 000,0 €	
	14	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	481 000,0 €	
	15	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	517 000,0 €	
	16	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	553 000,0 €	
	17	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	589 000,0 €	
	18	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	625 000,0 €	
	19	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	661 000,0 €	
	20	37 000,0 €	1 000,0 €	36 000,0 €	697 000,0 €	
	21	0,0 €	0,0 €	0,0 €	697 000,0 €	

**Herkkyystarkastelu (muutos lähtöoletuksiin verrattuna)**

	Muutos	
Hankintakustannus	0 %	—
Käyttökustannusten muutos	0 %	—
Vuosittaiset tuotot	0,00 %	—

Näillä vetovalikoilla voit muuttaa lähtöoletuksia

**Absoluuttiset tuotot ja kustannukset**

Kuva 23. Takaisinmaksuajan menetelmä

Kaikki laskelmat antavat suotuisan lopputuloksen RFID:n hankinnalle, kun ajatellaan että 1-laadun tavara joudutaan myymään pihalle unohtuneen tuotealustan takia 2-laaduna. Kaikki menetelmät antavat suotuisan tuloksen myös, vaikka herkkyystarkasteluun asetetaan hankintakustannus 100 % suuremmaksi ja vuotuinen tuotto 20 % pienemmäksi. Tämä on vain yksi laskelmaesimerkki ja ei pidä unohtaa RFID:n hyötyjä turvallisuuteen, ekologisuuteen sekä tulevaisuuden kehitykseen.

### 7.3 Mahdolliset haasteet ja ratkaisut

RFID:n hankintaan sekä käyttöön voi liittyä esteitä sekä ongelmakohtia, joita käsitellään tässä osiossa. Samalla kun mietitään esteitä, yritetään myös keksiä niille mahdollisia ratkaisuja, jotta niiltä voidaan välttyä. Itse teknologian käyttöönotto ei ole vaikeaa, vaan suuriosa ongelmista esiintyy käyttöönoton jälkeen, jos ratkaisuja niihin ei ole etukäteen mietitty.

- Kustannukset
  - RFID-teknologian hankkiminen vaatii investoinnin riippuen siitä, millaisen järjestelmän haluaa ja kuinka laaja siitä tulee. Kustannukset ovat tulleet lähivuosina paljon alaspäin mutta voivat silti olla merkittäviä edelleen

- Hyvä suunnitelma sekä tarkat kustannus- sekä investointilaskelmat auttavat tähän ongelmaan.
- Tietoturva
  - Tiedonsiirtoon ja varastointiin liittyy aina tietoturvaan liittyviä riskejä. Eli joku voi yrittää kalastella tietoa, jos se ei ole tarpeeksi hyvin salattua.
  - Salausten pitää olla ajan tasalla ja tietoturvasta ei tule tinkiä.
- Yhteensopivuus
  - Järjestelmien yhteensopivuus sekä toimivuus täytyy varmistaa integrointia tehdessä.
- Käyttöönotto
  - Uuden opetteleminen. Mahdollinen vastarinta uudesta teknologiasta voi hidastaa käyttöönottoa.
  - Henkilöstö tulee pitää ajan tasalla, opastaa varhain sekä laadukkaasti. Hyötyjen esittely helpottaa siirtymistä uuteen.
- Tagien ja lukijoiden ongelmat
  - Useampi tagi yhden lukijan alueella voi aiheuttaa ongelma, että lukija lukee väärää tagia. Ongelmia voi myös esiintyä, jos kaksi lukijaa ovat vierekkäin ja ne ”törmäävät”.
  - Lukijassa täytyy olla ”törmäksenesto” sekä optimoitu toimimaan oikein tietyissä olosuhteissa.
- Olosuhteisiin liittyvät ongelmat (kosteus, lämpötila)
  - Suomessa sääolosuhteet vaihtelevat runsaasti. Huomioitava kosteuserot ja lämpötilavaihtelut laitteiston valinnassa.

RFID-tekniikan käyttöönottoon itsessään ei liity juurikaan muita esteitä ja haasteita kuin hankintakustannukset. Kun halutaan kaikki hyöty irti teknologiasta, on mietittävä myös kokonaisvaltaisemmin asiaa. Luettelossa mainitut haasteet ovat käyttöönoton jälkeen esiintyviä haasteita,

joita on syytä miettiä jo ennen hankinnan tekemistä. Luettelossa on mainittuna yleisimpiä haasteita liittyen RFID-teknologiaan. Liitteeseen 4 on luotu taulukko tueksi RFID-järjestelmän hankintaa varten.

## 8 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tuotealustojen käsittelyä ja seuranta sataman nykytilassa. Työssä tarkasteltiin paljon tuotealustojen käsittelymääriä erilaisilla indikaattoreilla. Seurantaan liittyvä olennainen osa opinnäytetyötä oli käsitellä mahdollisen RFID-tekniikan hankintaan liittyviä hyötyjä, kustannuksia sekä esteitä. Nykytilanteen haasteet ja pullonkaulat on selvitetty omien kokemusten perusteella, sataman henkilökunnan antamilla tiedoilla sekä DEMA-järjestelmästä saadun historiadatan perusteella.

Sataman tehokkuus on erittäin tärkeä indikaattori satamalle. Tehokkuudella tarkoitetaan tonnimäärää, joka pystytään lastaamaan keskimäärin vuoron aikana. Tuotealustojen käsittely ja seuranta on olennainen osa tätä prosessia, sillä suurin osa lastattavista tuotteista sijaitsee erityyppisillä tuotealustoilla. Tavoitellussa tilanteessa nykyhetkellä yhtä WH-varastoitavaa tuotealustaa käsitellään minimissään 3 kertaa. Pahimmissa skenaarioissa yhtä tuotealustaa voidaan käsitellä satamassa lähemmäs kymmenen kertaa ennen kuin se kuitataan tyhjäksi ja voidaan palauttaa tuotantoon uudelleen lastattavaksi.

Tuotealustasiirtoja tarkastelemalla saatiin selvitettyä paljon erilaisia ongelmia liittyen sataman logistiikkaan. Uudelleenjärjestelyä ja turhia siirtoja satamassa aiheuttavat monet eri tekijät ja siirtojen vähentämiseen ei löydy vain yhtä ratkaisua. Suurin syy, joka aiheuttaa uudelleenjärjestelyä, on huonosti sijoitellut tuotealustat ja varastotilojen vähäisyys. Tämä voi johtua taas monista erisyistä, jotka eivät välttämättä edes liity satamatoimintaan. Syitä, joilla on vaikutusta tähän, ovat mm. tulevien alustojen etuaikaisuus sekä saapumisjärjestys, varastopaikkojen riittämättömyys WH-tuotteiden osalta, useampaa stemmiä yhdellä alustalla, huonosti suunniteltu varastointi, sääolosuhteet ja keskimääräinen alustapaino liian alhainen.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä tarkasteltiin, miten tehostaa tuotealustavirran hallintaa ja seuranta satamassa. RFID-tekniikan tarjontaan perehtyminen oli tärkeä osa tätä prosessia. RFID-tekniikalla olisi tarjota monenlaisia hyötyjä satamalle, eikä pelkästään tuotealustalogistiikkaan. RFID-tekniikka olisi SSAB:n satamalle ensimmäinen askel kohti digitaalisempaa sekä nykyaikaisempaa satamaa. Nykytilassa ja tulevaisuudessa seuranta tapahtuisi DEMA:ssa mutta erona olisi, että RFID:n avulla tuotealustojen sijainti päivittyisi automaatiolla. Tämä vähentäisi inhimillisten virheiden määrää sekä tekisi DEMA:n tiedoista luotettavampia. Varastointi siis toimii Last in First out -periaatteella ja hallien kapasiteetti on rajallinen. Tästä syystä tehostaminen ilman

lisävarastotilaa, uutta teknologiaa tai muuta kehitystä on hankalaa. Varastoinnin toimiminen nykyisellään vaatii huolinnantyoönjohtajalta paljon resursseja varastoinnin suunnitteluun ja siirtojen tekemiseen. Työntekijöiden panos on myös todella suuri hallien uudelleen järjestelyissä, sillä yövuoron aikana saatetaan tehdä vetomestarilla useita kymmeniä siirtoja halleista halleihin. Varastoinnin toimiminen on siis käytännössä huolinnantyoönjohtajan sekä vetomestarityötä tekevien vastuulla. Siihen ei ole tukena mitään automaatiota auttamaan prosessissa, vaan jokainen siirto täytyy luoda manuaalisesti tietokoneella ja tämän jälkeen kuitata manuaalisesti joko tietokoneelta tai vetomestarissa olevalta päätteeltä.

Toisessa tutkimuskysymyksessä keskityttiin siihen, kuinka RFID-teknologiaa voidaan hyödyntää sataman tuotealustalogistiikassa. RFID mahdollistaa tarkan sekä reaaliaikaisen seurannan tuotealustojen sijainnista tunnistajien avulla. Tämän päätoiminnon lisäksi RFID:n avulla päästään eroon suurimmilta osin vetomestareissa tehdystä päätetyöstä ja voidaan keskittyä pelkästään koneella ajamiseen. Historiatiedoista tulee luotettavampia, kun automaattinen järjestelmä tunnistaa tuotealustoille paikan. RFID tarjoaa myös laajoja integraatiomahdollisuuksia esimerkiksi IoT:n sekä erilaisten antureiden kanssa. Vaikka opinnäytetyöni aihe liittyi vain tuotealustoihin, mietin myös RFID:n soveltamista muualle kuten kelojen varastointiin. RFID:n potentiaali on suuri ja se toisi satamalle lisäarvoa tuotealustojen seurantaan ja käsittelyyn sekä tulevaisuudessa mahdollisesti myös muihin integraatioihin.

Tutkimustulosten luotettavuuteen vaikuttavat huomattavasti DEMA:sta löytyneet ongelmat tutkimuksen aikana. DEMA siis luo tyhjäksi meneville alustoille satunnaisesti itsekseen alustasiirron laiturista laituriiin. Tästä syystä lajittelin siirrot siten, että vain tuotealustat, joilla on painoa, näkyvät taulukoissa ja lisäksi manuaalisesti sitten tyhjän siirrot. Toinen ongelma, johon törmäsin käsitellessäni DEMA:sta otettuja tietoja Excelissä oli, että DEMA:n hakuvalikko ”siirto-ohjeet” ei näytä siirrettyjen tuotealustojen kohdalla erikseen, onko tuote WH- vai OS-varastoitavaa. Tuloksien saavuttamiseksi jouduin tekemään useita eri sarakkeita taulukoihin, jotta saatiin jonkinlaista tietoa. Tästä syystä uudelleenjärjestelyä sekä turhia siirtoja koskevat taulukot voivat sisältää pieniä heittoja todellisiin siirtomääriin verrattuna. Onnekseni huomasin tämän hyvissä ajoin, koska muuten tietojen luotettavuus olisi suoraan sanottuna surkea.

Opinnäytetyö antaa arvokasta tietoa tuotealustojen käsittelyn haasteista sekä mahdollisista ratkaisuista niihin. Tärkeimpänä johtopäätöksenä voidaan pitää RFID-teknologian hankinnan potentiaalisia ratkaisuja työssä esitettyihin haasteisiin ja ongelmakohtiin. Suositus jatkoa varten olisikin suorittaa laajempaa tutkimusta RFID:n käyttöönotosta, integraatiosta DEMA:n kanssa sekä suorittaa mahdollinen pilottivaihe jonkun toimijan kanssa.

## Lähteet

1. Paljon logistiikasta. Logistiikanmaailma. [Internet]. [Viitattu 19.10.2023]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>.
2. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Logistiikanmaailma. [internet]. [Viitattu 10.10.2023]. Saatavilla: [https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan\\_ja\\_toimitusketjun\\_hallinnan\\_perusteet.pdf](https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf). Viitattu 31.10.2023.
3. Satama on logistiikkakeskus. Satamaliitto. [Internet]. [Viitattu 31.10.2023]. Saatavilla: <https://www.satamaliitto.fi/fin/organisaatio/sataman-toiminta/>.
4. SSAB:n sisäiset tiedostot (EMS, Intra, jne.)
5. SFS-käsikirja 301–1. RFID. Osa 1: Johdatus tekniikkaan. Suomen standardoimisliitto SFS. 2010. Helsinki. Viitattu 19.10.2023
6. Mikä on RFID? [internet]. [Viitattu 19.10.2023]. Saatavilla: <https://www.hellermannyton.fi/kompetenssit/rfid-seuranta#tab3>.
7. Klaus Turhanen. RFID-radio frequency identification. Rfidlab.fi saatu presentaatio RFID-tekniologiasta. [Viitattu 7.11.2023]. Saatavilla: RFIDlab.fi pyydettäessä.
8. Selbst PJ, Sower VE. RFID for the Supply Chain and Operations Professional. New York: Business Expert Press; 2021. Viitattu 15.01.2024 .
9. Terminaalitraktoreiden polttoaineen kulutuksia tarkasteltu. [internet]. [Viitattu laskuissa 01.01.2024]. Saatavilla: <https://forkliftonline.fi/-/terminaalitraktorit--c160?page=2>.
10. Sanchez-Gonzalez P-L, Díaz-Gutiérrez D, Leo TJ, Núñez-Rivas LR. Toward Digitalization of Maritime Transport? Sensors. 2019; 19(4):926. Saatavilla: <https://doi.org/10.3390/s19040926>. [Viitattu 16.1.2024].
11. Työkoneidenkäyttöä tulevaisuudessa. Uusiteknologia. [internet]. [Viitattu 16.1.2024]. Saatavilla: <https://www.uusiteknologia.fi/2023/06/22/tyokoneita-voidaan-ajaa-jo-etana-5g-verkonkautta/>.

12. Marja-Liisa Tenhunen. Johdon laskentatoimi eri laskentatilanteissa. Tilisanomat. [internet]. 20.08.2023. [Viitattu 17.1.2024] Saatavilla: <https://tilisanomat.fi/koulut/johdon-laskentatoimen-koulu-koulut/johdon-laskentatoimi-eri-laskentatilanteissa>
13. Tuomas Inget opinnäytetyö satamaan 2015. Saatavilla: Satamakonttorilla sekä <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201503113051>. Ei viitattu, vain luettu satamassa ollessani.
14. Lehpamer H. RFID Design Principles. Boston: Artech House; 2012. Ei viitattu, vain luku.

## Liitteet

Liite 1 Lastaussuunnitelma eli plaani

Liite 2 FinnID karkea hintaarvio RFID-järjestelmästä

Liite 3 Excel-tiedosto, jossa suoritettu investointilaskelmat





- RFID -lukija ajoneuvoon antenneineen noin 3000 eur alv0%  
Esimerkiksi ensi vuoden alussa julkaistava FXR90
- RFID -verstaas (RFID konsultointi paikan päällä 1-2 päivää) 3790,-  
Tekninen varmistaminen, konsultointi, RFID-mittaukset oikeassa ympäristössä, loppuraportti
- Ajoneuvotabletit (Android tietokone) noin 1000 -2000 eur
- RFID – ohjelmisto  
- riippuu kuka sen telee, Finn-ID projekti alkaen noin 40.000 eur- (avaimet käteen toteutus)
- Jos kolmannen osapuolen ohjelmisto hoitaa logiikan ja käyttöliittymät, niin Finn-ID tekee vain rajapintakonsultoinnin noin 1 päivän työ



RFID-tekniikan  
hankinta investointi

## RFID:n järjestelmä suunnittelun tarkistuslista

<b>Järjestelmä</b>	<b>Lukija</b>
Miksi RFID?	Vaadittu lukualue?
Onko standardeille vaatimuksia?	Kuinka montaa tunnistetta lukija lukee kerrallaan?
Onko markkinat kotimaiset, kansainväliset vai moelmmat?	Mikä on etäisyys tunnisteiden välillä?
	Millä nopeudella tunnisteet kulkevat?
	Tietoturvan tarve?
	Vaadittava etäisyys eri lukijoiden välillä?
	Mikä on antennin ja lukijan etäisyys?
	Kiinteä vai siirrettävä lukija?
<b>Tagit</b>	<b>Liiketoiminta</b>
Kertakäyttöisiä vai uudelleenkäytettäviä?	Mikä on tagin keskimääräinen hinta?
Tagin tyyppi vaatimukset (Read, R/W, WORM)?	Miten käyttöönotto vaikuttaa tulokseen?
Tunnisteeseen tallennettava enimmäis tietokapasiteetti?	Mikä on sijoitetun pääoman tuotto (ROI)
Miten ja mihin tagit asennetaan?	
Mitä tehdä jos tagi ei voi lukea?	
<b>Ympäristö</b>	
Mikä on tunnisteiden ja lukijaantennin etäisyys nesteisiin ja metalleihin? (voi aiheuttaa luku ongelmia)	
Millaiselle lämpötilalle ja kosteudelle laitteisto altistuu?	
Alttistuminen kemikaaleille, mekaaniselle rasitukselle, roiskeille pölylle, jne?	

[RFID hankintalista](#)