VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Miika Mörsky

# VARASTOINTIJÄRJESTELMÄN LAAJENTAMINEN

ABB:n muuntajayksikkö

Tekniikka
2019

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikka

# TIIVISTELMÄ

| | |
|---|---|
| Tekijä | Miika Mörsky |
| Opinnäytetyön nimi | Varastointijärjestelmän laajentaminen |
| Vuosi | 2019 |
| Kieli | Suomi |
| Sivumäärä | 36+1 |
| Ohjaaja | Sami Elomaa |

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä suunnitelma ABB:n muuntajayksikön varastointijärjestelmän laajentamiseksi. Muuntajayksikössä vajavainen logistiikkaprosessi on todettu isoksi ongelmaksi, joka työllistää tarpeettomasti ja lisää kustannuksia. Erikoismuuntajia valmistavassa yksikössä logistiset toimet ovat erittäin tärkeässä roolissa toiminnan sujuvuuden kannalta.

Opinnäytetyössä oli tarkoituksena suunnitella Truck Vilant Systems Oy:n tietojärjestelmän käyttöönotto tuotannon tiloihin, missä osien ja materiaalien seurantajärjestelmää ei ole lainkaan käytössä. Suunnitelmassa käydään läpi vaadittavat toimenpiteet järjestelmän käyttöönottamista varten. Yhtenä opinnäytetyön osana oli myös suunnitella uusi kalustuskärry käämiosastolle, jonka käyttö helpottaisi toimintaa tuotannossa ja mahdollisesti ehkäisisi muuntajien toimitusviivästyksiä.

Muuntajayksikön sisällä tapahtuneiden muutoksien myötä opinnäytetyöprosessin aikana ei ollut mahdollista testata uutta varastointijärjestelmää käytännössä. Pohdinnan ja haastatteluiden perusteella tämä opinnäytetyö on erittäin hyödyllinen ABB:n muuntajayksikölle ja suunnitelman toteuttaminen helpottaa työnjohtajien ja järjestelijöiden työtä huomattavasti ja oikein käytettynä saattaa säästää jopa useita satoja tuhansia euroja vuoden aikana.

Avainsanat ABB, Piccolo, varastointijärjestelmä, logistiikkaprosessi

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Konetekniikka

# ABSTRACT

| | |
|---|---|
| Author | Miika Mörsky |
| Title | Expansion of Storage System |
| Year | 2019 |
| Language | Finnish |
| Pages | 36+1 |
| Name of Supervisor | Sami Elomaa |

The objective of this thesis was to make a plan to expand the storage system of the ABB transformers unit. In the transformers unit, the loss of the parts has been identified as a huge problem, which creates unnecessary work and increases the costs. Logistics operations play a very important role in the unit which manufacture special transformers.

The purpose of this thesis was to plan the implementation of Truck Vilant Systems Oy's information system in the production facilities where the parts and materials tracking system is not used at all. The plan outlines the steps required to set up the system. One part of the thesis was also to design a new fitting cart for the winding assembly**.** The use of this cart would facilitate the operations in production and possibly prevent the delivery delays of transformers.

Due the changes within the transformers unit, it was not possible to test the new storage system during the thesis process. Based on reflection and interviews, this thesis is extremely useful for ABB Transformers unit, and implementing the plan will greatly facilitate the work of supervisors and organizers and if used properly, it could save up hundreds of thousands of euros per year.

Keywords ABB, Piccolo, storage system, logistics process

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT

1 JOHDANTO ..... 8
1.1 Taustatietoa ..... 8
1.2 ABB lyhyesti ..... 8
1.3 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus ..... 9
2 MUUNTAJA ..... 10
2.1 Sydän ..... 11
2.2 Käämit ..... 11
2.3 Aktiiviosa ..... 12
2.4 Säiliö ja ulkoiset osat ..... 13
2.5 Muuntajaöljy ..... 13
3 NYKYTILANNE ..... 15
3.1 GG-halli ..... 15
3.2 FF-halli ..... 16
3.3 Vilant ja Jungheinrich ..... 17
3.4 Lean ja JOT ..... 17
4 HYLLYJEN KARTOITTAMINEN ..... 19
4.1 Layout ..... 19
4.2 Hyllyjen nimeäminen ..... 20
4.3 Hyllyt ja lattiapaikat ..... 20
4.3.1 Kokoonpano ..... 20
4.3.2 Sydänosasto ..... 21
4.3.3 Lähetyspää ..... 22
4.3.4 Käämin kalustus ..... 23
5 VARASTOINTIJÄRJESTELMÄ ..... 25
5.1 Truck Vilant Systems Oy ..... 25
5.2 Käyttöohjeet ..... 25
5.2.1 Hyllytys ..... 25

5.2.2 Varastosta poisto ... 26
6 TOIMENPITEET JA INVESTOINTITARPEET ... 27
6.1 Verkon rakentaminen ... 27
6.2 Siivouspäivä ... 27
6.3 Tietokoneet ja lukulaitteet ... 28
6.4 Koulutus ... 28
6.5 Investoinnin kustannusarvio ... 28
7 KÄÄMIN KALUSTUKSEN KÄRRY ... 30
7.1 Nykytilanne ... 30
7.2 Kalustuskärryjen käyttö ... 30
7.3 Kärryn suunnittelu ... 31
8 KANNATTAVUUSLASKENTA JA JATKOKEHITYSIDEA ... 33
8.1 Kannattavuuslaskenta ... 33
8.2 Jatkokehitysideat ... 34
9 JOHTOPÄÄTÖKSET ... 35
LÄHTEET ... 36

LIITTEET

## KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

**Kuvio 1.** ABB-muuntaja /8/. 10
**Kuvio 2.** 3-vaihemuuntajan sydän. 11
**Kuvio 3.** Käämi. 12
**Kuvio 4.** Aktiiviosa. 13
**Kuvio 5.** GG-hallin logistiikkaprosessi. Kuvion tehnyt Jaakko Knuutinen. 15
**Kuvio 6.** FF-hallin logistiikkaprosessi. Kuvion tehnyt Jaakko Knuutinen. 17
**Kuvio 7.** Hallin layout. 19
**Kuvio 8.** Kokoonpanohallin hyllyt. 21
**Kuvio 9.** Kokoonpanopisteet ja lattiapaikat. 21
**Kuvio 10.** Sydänosaston hyllyt. 22
**Kuvio 11.** Lähetyspään hyllyt ja lattiapaikat. 23
**Kuvio 12.** Käämin kalustuksen hylly. 24
**Kuvio 13.** Hyllytys -ikkuna. 26
**Kuvio 14.** Varastosta poisto -ikkuna. 26
**Kuvio 15.** Käämin kalustuksen kärry. 31
**Kuvio 16.** Uusi kärry. 32
**Kuvio 17.** Kannattavuuslaskentaa. 33

**LIITELUETTELO**

**LIITE 1.** Kärryn mittapiirustus.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustatietoa

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB:n Power Grids -divisioonan alaisuudessa toimivalle muuntajayksikölle Vaasaan. Vaasan muuntajatehdas on keskittynyt erikoismuuntajien valmistukseen eli muuntajia ei valmisteta juuri ollenkaan sarjatuotantona, vaan jokaisen asiakkaan tuote suunnitellaan alusta loppuun asiakkaan tarpeiden mukaan. ABB:n muuntajatehtaalla Vaasassa valmistetaan sähkölaitosmuuntajia ja erikoismuuntajia, kuten uuni- ja tasasuuntaajamuuntajia, laiva- ja offshore-muuntajia, taajuusmuuttajakäyttöjen ja rautateiden sähköistysverkon muuntajia sekä reaktoreita /1/.

Vaasan muuntajatehtaan kaltaisessa yksikössä logistiset toimet ovat erittäin tärkeässä roolissa, sillä jokaisen muuntajan osat ovat kyseenomaiselle projektille suunniteltuja. Tämä tarkoittaa sitä, että osat tilataan alihankkijoilta aina tarpeen mukaan, eikä muuntajan osia voi valmistaa ja näin ollen varastoida etukäteen, kuten sarjatuotannollisessa valmistuksessa. Ilman toimivaa logistista järjestelmää osien liikkeitä eri paikoissa ei pystytä kontrolloida riittävällä tarkkuudella ja pahimmassa tapauksessa kateissa oleva osa viivästyttää muuntajan valmistusta ja sitä kautta toimitusta asiakkaalle.

## 1.2 ABB lyhyesti

ABB on yli sadassa maassa operoiva ruotsalais-sveitsiläinen teknologiayritys, joka toimii teollisuus-, energia-, liikenne- ja infrastruktuurialoilla. Viiteen eri liiketoimintalinjaan keskittynyt ABB työllistää maailmanlaajuisesti noin 147 000 henkilöä ja sen päämaja sijaitsee Sveitsin Zürichissä. ABB:n väliaikaisena pääjohtajana toimii tällä hetkellä Peter Voser, mutta vakituiseksi pääjohtajaksi on valittu Björn Rosengren, joka aloittaa tehtävässä maaliskuussa 2020. Vuonna 2018 ABB:n liikevaihto oli noin 27,6 miljardia euroa. 130-vuotisen historiansa aikana ABB on ollut edelläkävijä monissa sähkövoima- ja automaatioteknologioissa /2/.

Electrification liiketoimintalinja tarjoaa tuotteita sekä digitaalisia ratkaisuja ja palveluita, jotka mahdollistavat turvallisen ja kestävän sähköistämisen. Heidän tuoteperheeseen kuluu mm. pien- ja keskijänniteratkaisut ja aurinkosähköinvertterit. /3/

Industrial Automation linja kehittelee erilaisia automaatioratkaisuja eri teollisuuden aloille, kuten öljy ja kaasuteollisuus, sähköntuotanto ja meriteollisuus. /4/

Motion on maailman suurin sähkömoottoreiden ja taajuusmuuttajien toimittaja. Tuoteperheeseen kuuluu myös mm. generaattorit ja mekaanisen voimansiirron laitteet. /5/

Robotics & Discrete Automation valmistaa teollisuusrobotteja, modulaarisia valmistusjärjestelmiä, ohjelmistoja ja robottipalveluja teollisuusasiakkaiden materiaalinkäsittelytehtäviin ja prosesseihin. /6/

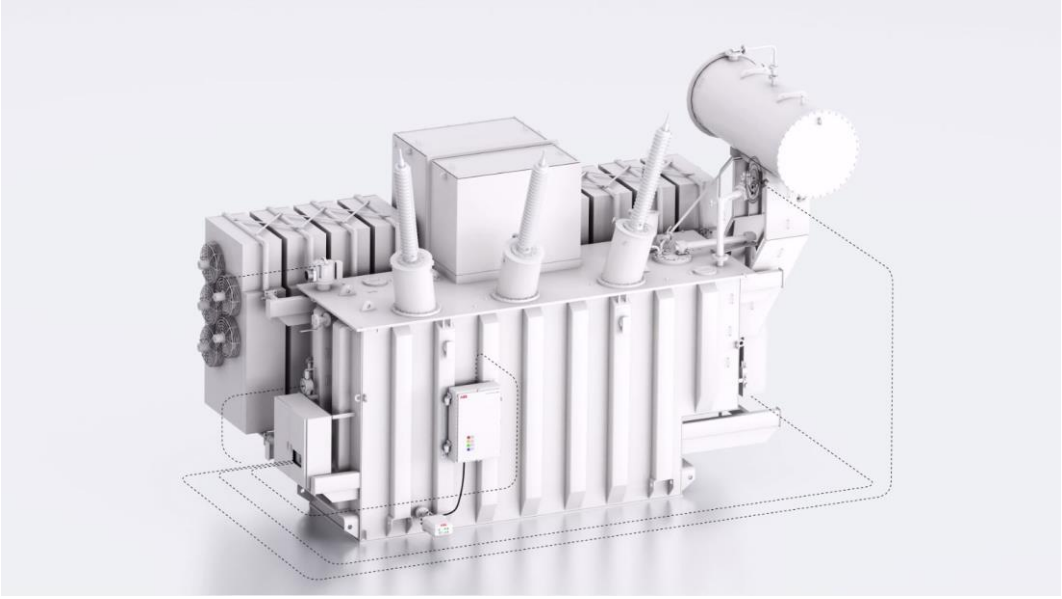
Power Grids liiketoimintalinja suunnittelee ja valmistaa laitteistoja sähkön kuljettamiseen ja jakamiseen. Valmistettavia laitteistoja on esimerkiksi muuntajat ja sähköasemat, joidenka lisäksi he kehittelevät ohjaus-, automaatio- ja valvontajärjestelmiä sähkönverkonhallintaan. Power Grids -liiketoiminta ollaan divestoimassa Hitachille vuoden 2020 aikana. /7/

## 1.3 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja laajentaa Vaasan ABB:n muuntajatehtaan sisäistä logistiikkaa niin, että projektikohtaiset osat olisivat kirjattuna järjestelmään koko logistiikkaprosessin ajan eikä tuotanto viivästyisi osapuutosten takia. Tehtävänä on suunnitella Truck Vilant Systems Oy:n tietojärjestelmän käyttöönotto, jonka avulla logistisien prosessien seuranta helpottuu. Tavoitteena on myös suunnitella käämin kalustuksen kärry ja toimintaperiaate, jonka avulla käämin kalustusosaston osapuutteet huomattaisiin aiemmin.

# 2 MUUNTAJA

Muuntaja on yksi sähkön siirtämisen ja jakelun peruslaitteista ja sen päätehtävänä on muuntaa sähköjännite sellaiselle tasolle, että sitä pystytään siirtämään mahdollisimman pienillä häviöillä tai se pystytään käyttämään haluttuun tarkoitukseen. Yleisimpiä muuntajia ovatkin sähköverkon jakelumuuntajat ja sähkölaitosmuuntajat. Näiden lisäksi muuntajilla on lukemattomia käyttökohteita, joista lähimpänä esimerkkinä kännykän laturit, jotka muuntavat verkkovirran kännykkään sopivalle tasolle.



**Kuvio 1.** ABB-muuntaja /8/.

Muuntajan perusrakenne on useimmiten hyvin samanlainen, mutta eri muuntajamallien välillä on paljon eroja niiden valmistuksen, ominaisuuksien ja käytettävyyden kannalta. Muuntajan perusrakenteeseen kuuluu sydämestä ja käämeistä kokoonpantava aktiiviosa, säiliö, paisuntasäiliö ja läpiviennit. ABB:n muuntajat ovat normaalisti joko 1-vaiheisia tai 3-vaiheisia.

## 2.1 Sydän

Muuntajan valmistus alkaa sydämen valmistuksella. Sydän valmistetaan latomalla rautaisesta sydänlevystä leikatut rainat päällekkäin pylvään muotoon. Sydänlevy on normaalisti 0,3 mm paksua HiB-levyä. Pylväät toisiinsa yhdistää alaies ja yläies, joista alaies ladotaan jo sydämenvalmistusvaiheessa. Yläies ladotaan aktiiviosan kokoonpanovaiheessa, kun käämit ovat paikoillaan. Pylväiden pinnalle levitetään lakka, joka kiinnittää ladotut rainat toisiinsa. /9/

**Kuvio 2.** 3-vaihemuuntajan sydän.

## 2.2 Käämit

Muuntajassa on aina vähintään kaksi peruskäämitystä, yläjännite- ja alajännitekäämitys. Erikoismuuntajissa voi olla useita alajännitekäämityksiä. Näiden lisäksi yläjännitepuolella voi olla säätökäämi, joka on kytketty yläjännitekäämin jatkeeksi.

Käämit valmistetaan joko puhtaasta kuparista tai sähköalumiinista. Käämimalleja on useita erilaisia ja yhdessä muuntajassa voi käämejä olla kahdesta jopa useampaan kymmeneen. /9/

**Kuvio 3.** Käämi.

## 2.3 Aktiiviosa

Sydämestä ja käämeistä kasataan niin sanottu muuntajan aktiiviosa. Käämit pudotetaan sydämen pylväille yksi kerrallaan, jonka jälkeen aktiiviosaan tehdään niin sanottu sisäinen johdotus. Aktiiviosan ollessa valmis kokoonpanosta, se kuivataan uunissa noin 130 °C. Uunituksen tarkoituksena on kuivattaa aktiiviosa niin, että sen eristysosien kosteuspitoisuus olisi alle yhden prosentin. /9/

**Kuvio 4.** Aktiiviosa.

## 2.4 Säiliö ja ulkoiset osat

Muuntajalle suunnitellaan ja valmistetaan myös säiliö, joka toimii muuntajan kantavana runkona, öljysäiliönä ja jäähdyttimenä. Sen on kestettävä ympäristörasitukset ja oltava öljytiivis. Aktiiviosa asennetaan säiliöön ja säiliö suljetaan joko hitsattavalla tai pultattavalla kannella. Kanteen asennetaan paisuntasäiliö, johonka kerääntyy lämpölaajenemisen seurauksena muuntajan öljy. Muuntajaan kytketään myös läpiviennit, jotka kytkevät muuntajan sähköverkkoon. Useimmiten läpiviennit asennetaan muuntajan kannelle, mutta joissain malleissa läpiviennit ovat säiliön kyljessä. /9/

## 2.5 Muuntajaöljy

Kun kansi on asennettu säiliöön, muuntajan sisälle imetään tyhjiö. Kun säiliössä on tyhjiö, se täytetään muuntajaöljyllä. Tyhjiön tarkoituksena on estää ilmakuplien jääminen öljyn joukkoon. Öljynä muuntajissa käytetään erityistä muuntajaöljyä.

Muuntajaöljyä käytetään sen hyvän sähköneristysominaisuuden takia ja se toimii myös jäähdytysaineena. ABB:n muuntajissa käytettäviä öljyjä on mm. Nytro 10 XN ja Midel. /9/

# 3 NYKYTILANNE

ABB:n muuntajatehtaan varastoinnin ja logistiset toimet hoitaa Piccolo Group Oy. Varastointihallina toimii GG-rakennus, joka sijaitsee 200 metrin päässä kokoonpanohallina toimivasta FF-rakennuksesta. Tietojärjestelminä toimii SAP ja Vilant.

## 3.1 GG-halli

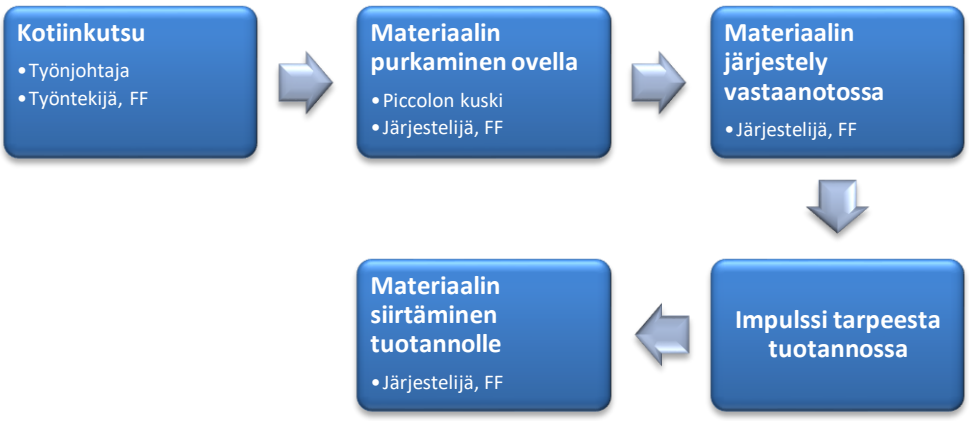
Muuntajatehtaan varastointipaikkana toimii GG-halli, jossa Piccolo hoitaa varastoinnin lisäksi metalliosien kalustuksen. Kaikki muuntajatehtaalle tulevat osat kulkevat GG-hallin kautta, jolloin osat saadaan kirjattua järjestelmäseurantaan. Osat tai osakokonaisuudet voidaan kirjata Vilanttiin joko manuaalisesti tai viivakoodilukijan avulla. SAP järjestelmästä pystytään tulostamaan viivakoodit jokaiselle osalle.

**Kuvio 5.** GG-hallin logistiikkaprosessi. Kuvion tehnyt Jaakko Knuutinen.

### 3.2 FF-halli

Linkkinä FF-hallin ja GG-hallin välillä toimii ABB:n oma Kotiinkutsu-ohjelma. Ohjelman avulla työnjohtaja tai työntekijä antaa impulssin osan tai osakokonaisuuden tarpeesta tuotannossa, jonka jälkeen Piccolon työntekijät etsii ja kuljettaa halutun osan pyydettyyn paikkaan. FF-hallissa on useampi ovi, johon osia kuljetetaan. Kotiinkutsu-ohjelmassa määritetään projektinumero ja tarvittava osa tai osat, ovi johon osa halutaan sekä tarveaika. Osa pitää pystyä tilaamaan viisi tuntia ennakkoon, että GG-hallissa olisi tarpeeksi aikaa valmistella ja kuljettaa osa haluttuun kohteeseen.

Ongelmana tämänhetkisessä toimintaperiaatteessa on se, että FF-hallissa ei ole minkäänlaista seurantajärjestelmää osille. Osat pyritään aina tilaamaan tarpeeseen, mutta ongelmien ja viivästyksien ilmetessä osia ei aina tarvitakaan kyseisenä ajankohtana. Myös muuntajien purkutyöt ovat mahdollisia, jolloin irrotetut osat pyritään keräämään samalle lavalle ja lava siirretään paikkaan, johon se sattuu silloin mahtumaan. Osien seurantajärjestelmä ja hyllypaikat poistaisi tämmöiset toimenpiteet ja mahdollisuuden siihen, että osia ei löydy silloin kun niitä tarvitaan. FF-hallin logistiikkaprosessia on tarkoitus muokata niin, että materiaaleja ei järjestellä vastaanotossa lattialle, vaan kuljetetaan heti tuotantoon, jos tarve osalle on heti tai siirretään hyllyihin ja merkataan materiaalit varastointijärjestelmään, josta ne otetaan käyttöön tarpeen mukaan.




**Kuvio 6.** FF-hallin logistiikkaprosessi. Kuvion tehnyt Jaakko Knuutinen.

## 3.3 Vilant ja Jungheinrich

Muuntajatehtaan logistiikka- ja kalustustoiminta siirtyi Piccolo Solutions Oy:n alaisuuteen kesäkuussa 2018. Vilant-järjestelmä on kuitenkin pysynyt ABB:n omilla servereillä, joten järjestelmän käyttö on vaatinut ja vaatii ABB:n verkossa toimimista.

Piccolo on toteuttamassa varastointijärjestelmän vaihtamista Vilantista Jungheinrichin varastointijärjestelmään. Tämä vaihdoksen myötä on päätetty, että Vilant siirretään 01.11.2019 ABB:n serveriltä kokonaan Piccolon omille servereille. Piccolo käyttää Vilant-järjestelmää, kunnes uusi järjestelmä saadaan otettua käyttöön. Vaihdon on suunniteltu tapahtuvan viimeistään kesäkuussa 2020. Siirron myötä Vilant-järjestelmää ei pysty käyttämään ABB:n serverillä, vaan se vaatii Piccolon verkon alaisuudessa toimimista.

## 3.4 Lean ja JOT

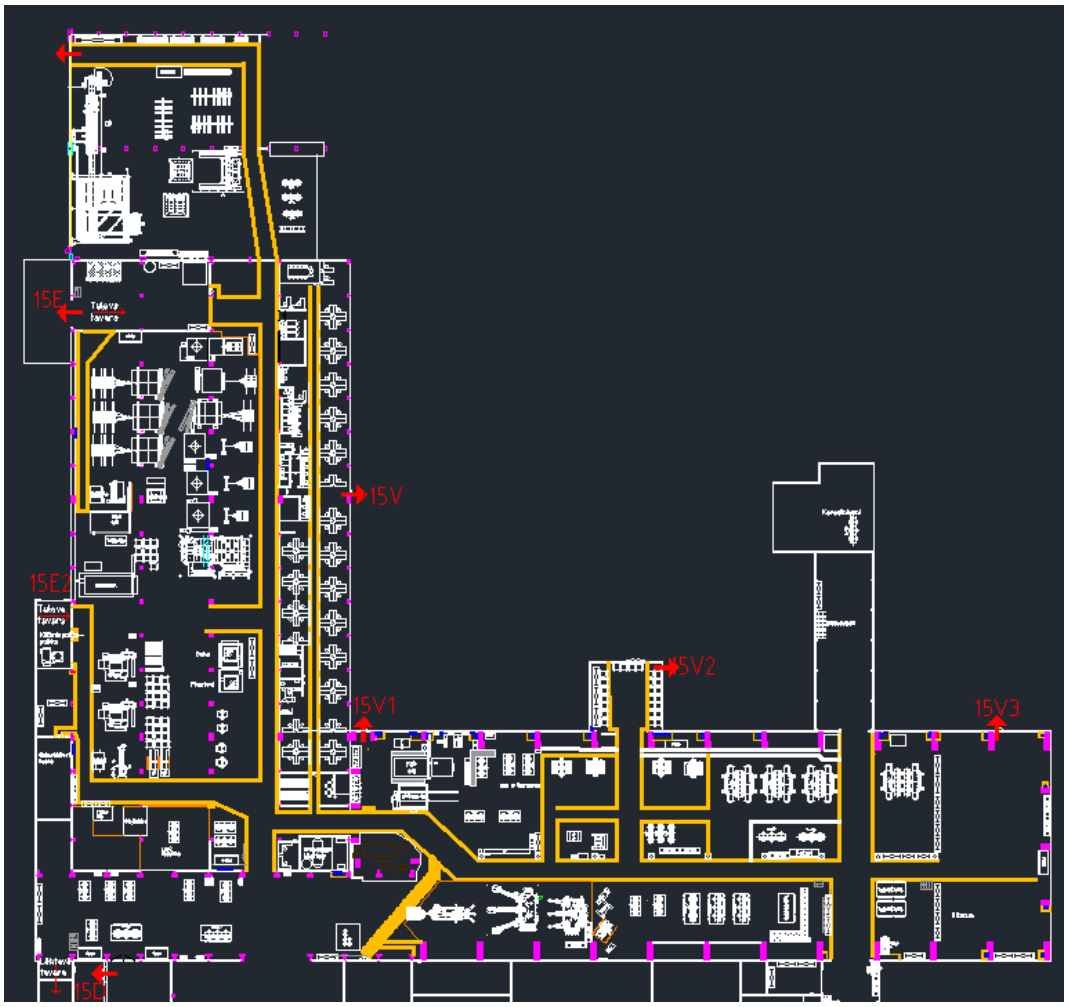
Lean on liiketoiminnan kehittämisen työkalu, joka perustuu toiminnan järkevöittämiseen. Leanin ytimessä on turhan tekemisen poistaminen, vakioidut toimintamallit ja jatkuva parantaminen. Tavoitteena on tarjota asiakkaalle se, mitä hän haluaa, mahdollisimman edullisin kustannuksin. Käytännössä Lean tarkoittaa työn sujuvoittamista ja olennaisen tekemistä järkeä käyttäen ja oivalluksia hyödyntäen. /10/

Koska muuntajayksikön tuotanto ja varastointi sijaitsevat eri rakennuksissa eikä tuotannon tiloissa ole varastointijärjestelmää, on sisäisessä logistiikkaprosessissa noudatettu JIT eli Just-in-time -periaatetta. JIT-periaatteessa materiaaleja valmistetaan, siirretään ja kuljetetaan vain todellisen tarpeen mukaan /11/. Muuntajayksikössä tuotannosta annetaan impulssi osan tarpeesta varastointirakennukseen, josta se sitten kuljetetaan haluttuun paikkaan. Osa tulee tilata vähintään viisi tuntia ennakkoon, että logistiikkatyöntekijöillä on riittävästi aikaa kuljettaa tarvittava osa tuotantoon. Viiden tunnin kuljetusaika on erittäin pitkä, sillä jos osa jää tilaamatta, on mahdollista, että muuntajan valmistus keskeytyy sen takia. Varastointijärjestelmän laajentaminen mahdollistaisi osien tilaamisen reilusti ennakkoon eikä osia tarvitsisi välttämättä tilata suoraan tarpeeseen.

# 4 HYLLYJEN KARTOITTAMINEN

## 4.1 Layout

Uusin versio hallin layoutista löytyi kesältä 2018, jonka jälkeen halli ei ollut muuttunut kovinkaan paljon. Pääosin vain hyllyt olivat vaihtaneet sijaintia käytännöllisimpiin paikkoihin, joten vanhaa layout-kuvaa ei tarvinnut paljon muokata vastaamaan tämän hetkistä todellista layoutia. Käytin piirtämiseen Autodesk AutoCAD 2018 -ohjelmaa.




**Kuvio 7.** Hallin layout.

## 4.2 Hyllyjen nimeäminen

Hyllyjen nimeäminen on määritelty halliin jo aikaisemmin, joten käytän kyseistä nimeämismetodia tässä työssä. Nimeämiseen käytetään kolmea eri peruselementtiä, joista selviää kaikki tarpeellinen hyllypaikan tunnistamiseen.

Ensimmäisenä on paikkatunnus, joka kertoo millä osastolla hylly sijaitsee. Seuraavana elementtinä toimii kirjain, joka identifioi hyllyn kyseisellä alueella. Viimeinen numerosarja kertoo millä hyllyrivillä ja millä paikalla kyseinen tuote sijaitsee. Esimerkiksi KPA23, josta nähdään, että osa sijaitsee kokoonpanohallin a-hyllyssä toisen rivin kolmannella paikalla. Muuntajatehtaalla käytettävät aluekoodit: KP = kokoonpano, LP = lähettämö, KK = käämin kalustus ja SO = sydänosasto.

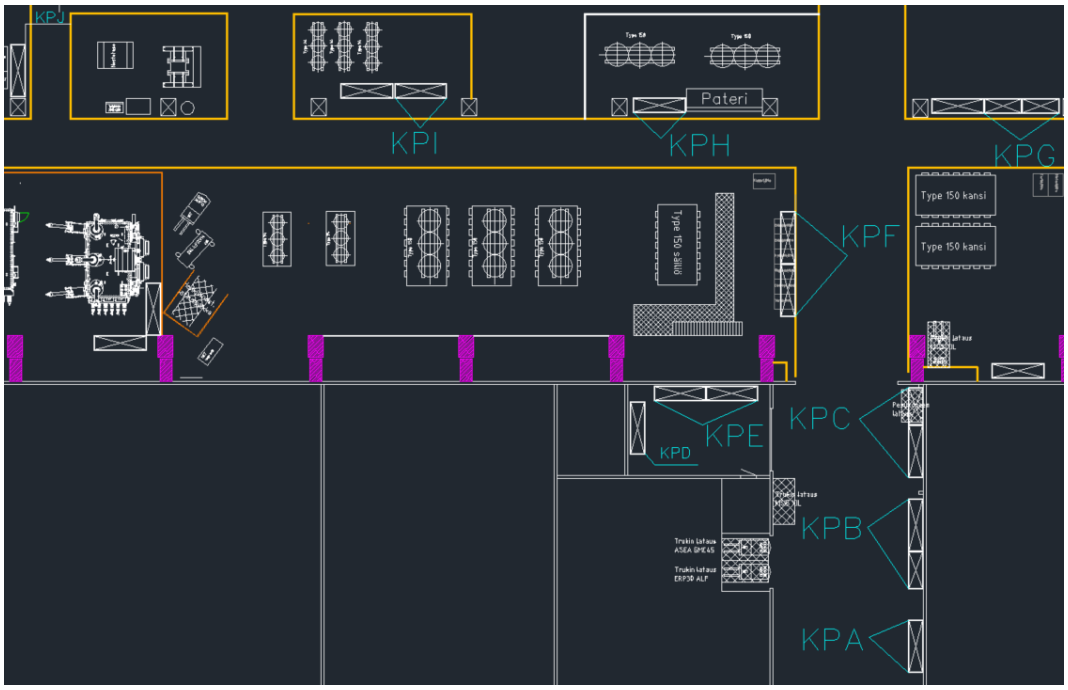
Varastointijärjestelmässä tarvitaan myös lattiapaikkoja esimerkiksi kokoonpano-osatolla ja lähetyspäässä. Esimerkki lattiapaikan nimeämisestä KP11, josta ilmenee, että osa on ensimmäisen kokoonpanopisteen ensimmäisellä paikalla. Lattiapaikkoja kokoonpanopisteen edessä täytyy olla useampia, sillä on mahdollista, että samalla kokoonpanopisteellä kokoonpannaan useampaa muuntajaa samaan aikaan.

## 4.3 Hyllyt ja lattiapaikat

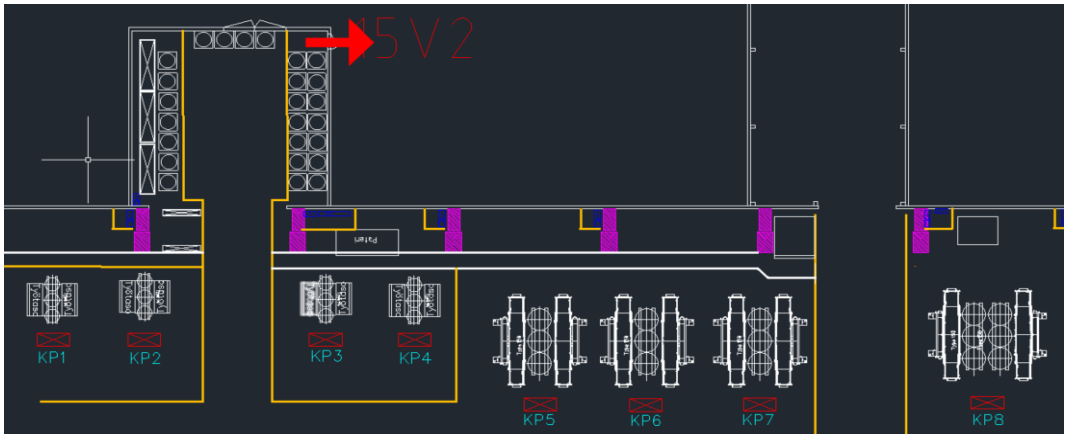
### 4.3.1 Kokoonpano

Kokoonpanossa on kymmenen hyllyä, jotka sopivat varastointitarkoitukseen. Suurin osa hyllyistä sijaitsee y-ovella, joka toimii kokoonpano-osaston tavaroiden purkualueena. Y-ovelle tulevat osat ovat siis nopea purkaa ja siirtää kokoonpanopisteelle tai hyllyyn odottamaan tuotannon tarvetta.

Kokoonpanossa on kahdeksan kokoonpanopistettä. Kokoonpanopisteet 1–4 ovat 2-linjan paikkoja, joissa tehdään pienempiä muuntajia ja kokoonpanopisteet 5–8 ovat 3-linjan paikkoja, joissa tehdään isompia muuntajia. Kuviossa 9 näkyy kaikki kokoonpanopisteet ja niiden edessä sijaitsevat lattiapaikat. Paikat on numeroitu järjestyksessä vasemmalta oikealle.




**Kuvio 8.** Kokoonpanohallin hyllyt.

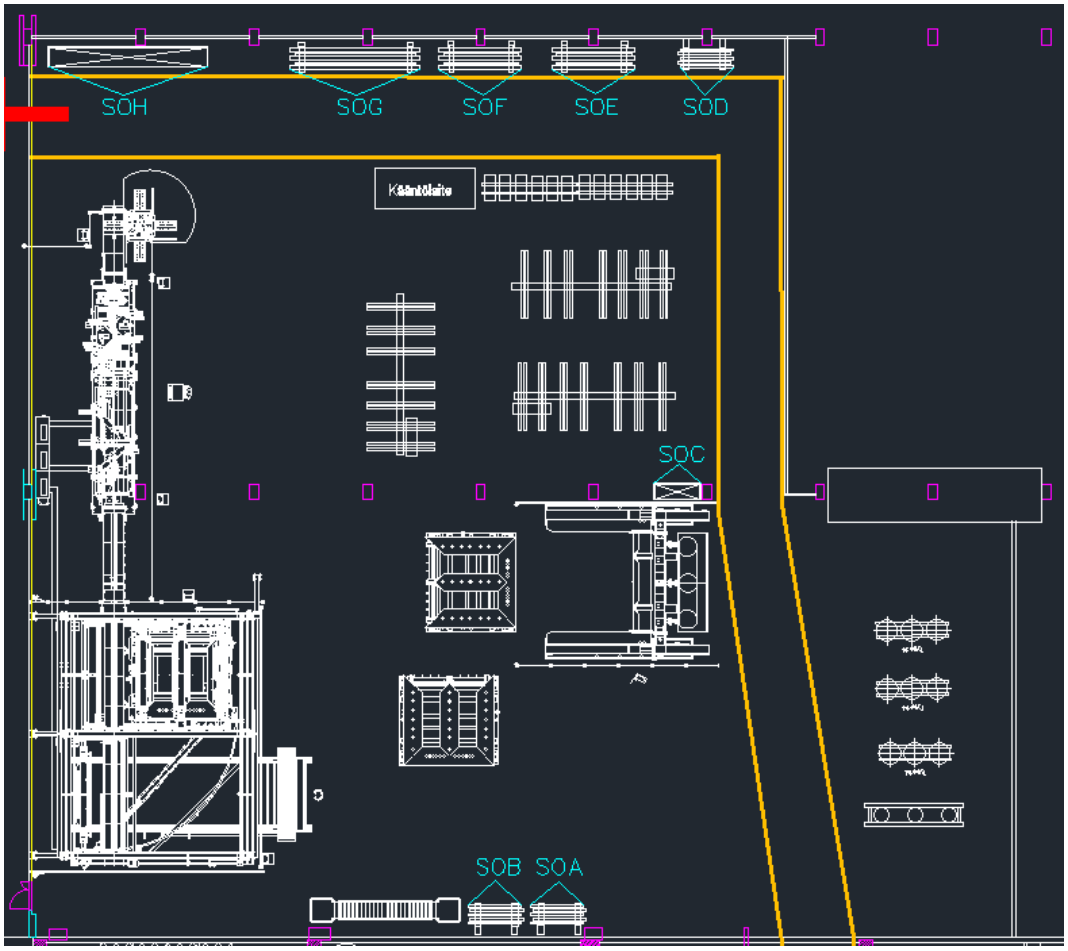



**Kuvio 9.** Kokoonpanopisteet ja lattiapaikat.

### 4.3.2 Sydänosasto

Sydänosastolla on varastoimiseen kelvollisia hyllyjä kahdeksan kappaletta. Näistä hyllyistä kuuteen hyllytetään sydämien yläikeitä. Yläikeiden lisääminen varastointijärjestelmään helpottaa ja nopeuttaa järjestelijöiden työtä, kun ikeiden paikat

löytyvät suoraan järjestelmästä. Ikeet voidaan merkata järjestelmään projektinumeron mukaan, jolloin viivakoodijärjestelmää ei tällä osastolla välttämättä tarvita.

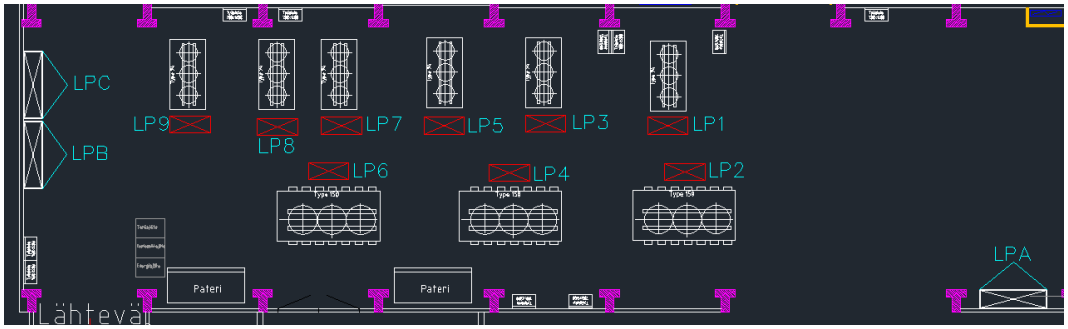



**Kuvio 10.** Sydänosaston hyllyt.

### 4.3.3 Lähetyspää

Lähetyspäässä on kolme hyllyä, jotka sopivat varastointijärjestelmään. Hyllyt LPB ja LPC ovat lähinnä lähettäjien käytössä. Näihin hyllyihin varastoidaan projektien mukaan lähetettäviä osia. Lähetyspäässä on suhteellisen vähän hyllyjä tarpeeseen nähden, joten kokoonpano-osaston hyllyjä voidaan käyttää myös lähetyspään tavaroiden varastoimiseen.

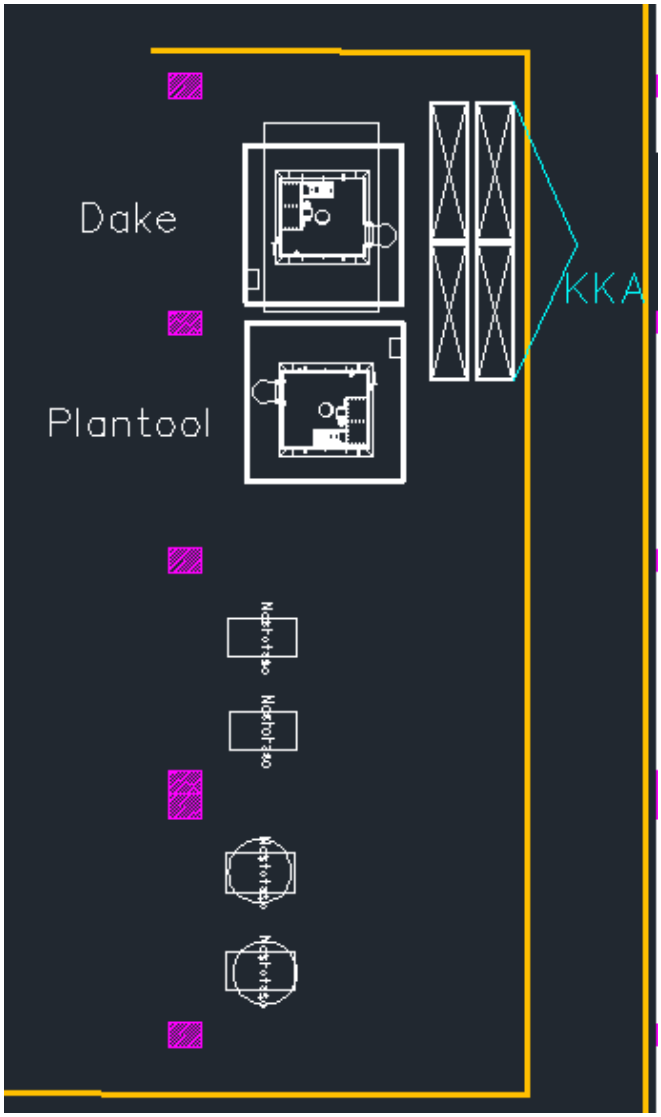
Lähetyspäähän tarvitaan myös lattiapaikkoja. Lattiapaikkoja tälle osastolle on hiukan vaikea määrittää, sillä muuntajat ovat niin eri kokoisia, eikä niille ole mitään loogista tulojärjestystä lähetyspäähän. Lattiapaikat tulee arvioida ja kirjata järjestelmään silloisen tilanteen mukaan. Esimerkki lattiapaikan nimestä voisi olla LP11, josta näkee, että osa sijaitsee lähetyspään ensimmäisellä viimeistelypisteellä. Kuviossa 11 mahdollinen layout ja esimerkki paikkojen numeroimisesta.




**Kuvio 11.** Lähetyspään hyllyt ja lattiapaikat.

### 4.3.4 Käämin kalustus

Käämin kalustuksessa on vain yksi varastointijärjestelmässä hyödynnettävä hylly. Hyllyyn on tarkoitus varastoida käämin kalustuksen kärryjä. Arvion mukaan näitä kärryjä otetaan käyttöön 12–14. Kun osa näistä on kalustajien käytössä, osa on GG-hallissa, niin hyllyssä olisi luultavasti maksimissaan vain viisi kärryä, jolloin yksi hylly riittää. Lisäksi hyllyihin tulee kalustuksen laatikoita, joita hyödynnetään, kun kärryä ei ole mahdollista käyttää.




**Kuvio 12.** Käämin kalustuksen hylly.

# 5 VARASTOINTIJÄRJESTELMÄ

## 5.1 Truck Vilant Systems Oy

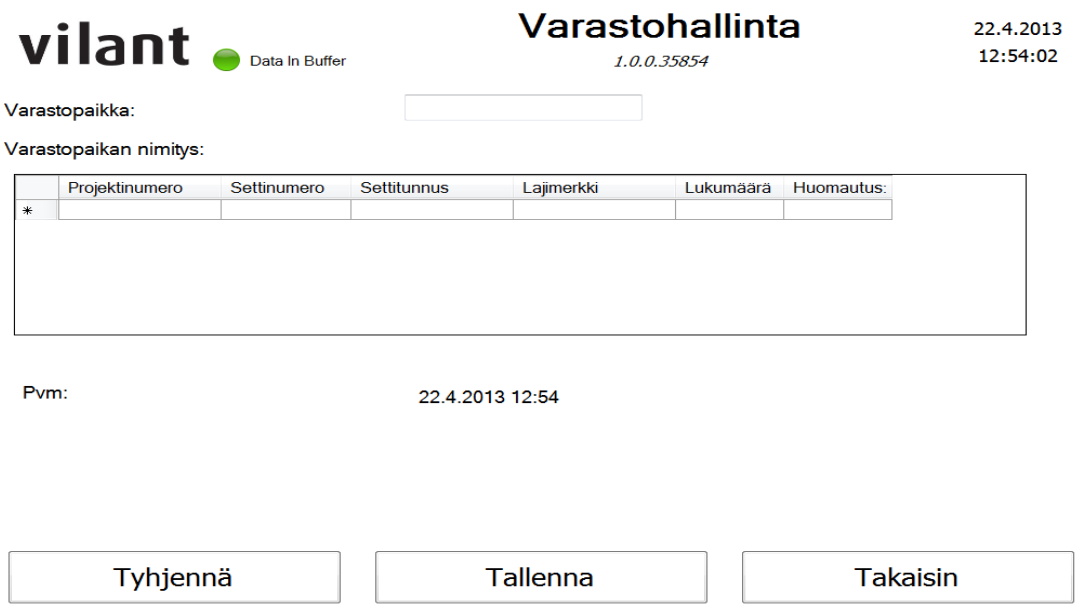
Truck Vilant Systems Oy on vuonna 2002 Suomessa perustettu teknologiavetoinen yritys, joka toimittaa RFID-teknologiaan perustuvia tietojärjestelmiä. Tietojärjestelmien avulla yritysten on mahdollista tehostaa logistista prosessia ja seurata tarkkaan tuotteiden liikettä varastosta valmiiksi tuotteeksi. Aiemmin Vilant Systems Oy nimellä tunnettu yritys vaihtoi nimekseen Truck Vilant Systems Oy, kun saksalainen Truck-konserni osti sen osake-enemmistön vuonna 2017. ABB:n lisäksi asiakkaina Truck Vilant Systems Oy:llä on mm. Ahlsell, Nokian Tyres, Sandvik ja Sixt. /12/

## 5.2 Käyttöohjeet

Vilant-tietojärjestelmä on erittäin yksinkertainen käyttää. Ohjelmassa on hyllytysikkuna ja varastosta poisto -ikkuna, joissa kaikki toiminnot suoritetaan. Hyllyjä ei määritellä tietojärjestelmään, vaan käyttäjä kirjoittaa itse jokaisessa hyllytystilanteessa hyllyn, johon osan sijoittaa. Tämä vaatii sen, että varastointijärjestelmässä käytettävät hyllyt ovat tarkkaan määriteltyjä ja nimettyä, ettei hyllyttämisessä tapahdu sekaannuksia. Myös projektinumeron kirjaamisessa tulee käyttää yhtenäistä tapaa, että osat löytyvät ohjelmasta mahdollisimman helposti.

### 5.2.1 Hyllytys

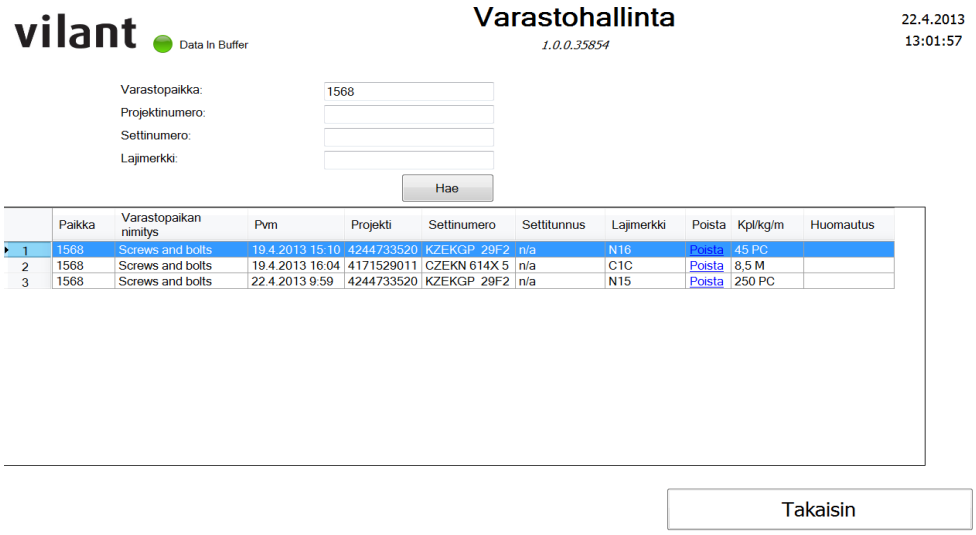
Hyllytyksessä varastopaikka-kenttään syötetään varastopaikan koodi, johon osa halutaan sijoittaa. Sen jälkeen luetaan osan viivakoodi tai syötetään osan tiedot manuaalisesti. Lisätietoja voi kirjata huomautus-kenttään. Tapahtumat tallennetaan tallenna-painikkeesta. /13/




**Kuvio 13.** Hyllytys -ikkuna.

### 5.2.2 Varastosta poisto

Varastossa olevaa osaa voi etsiä järjestelmästä varastopaikan numerolla, projektinumerolla, settitunnuksella tai lajimerkillä. Valitaan osa, joka halutaan poistaa. Poisto tapahtuu painamalla DEL-painiketta tai Poista-linkkiä rivin kohdalta.




**Kuvio 14.** Varastosta poisto -ikkuna.

# 6 TOIMENPITEET JA INVESTOINTITARPEET

## 6.1 Verkon rakentaminen

Koska Vilant-tietojärjestelmä siirtyy Piccolon servereille, vaatii ohjelman käyttö Piccolon verkossa toimimista. Tämän takia FF-halliin tulee rakentaa koko hallin kattava Piccolon langaton verkko, joka mahdollistaa ohjelman käytön kaikkialla. Silloin myös FF-hallin puolelta näkee GG-halliin varastoidut osat, joka auttaa myös työnjohtajia osien ja tavaroiden seurannassa.

Tämmöinen toimintatapa mahdollistaa sen, että osan koko logistinen prosessi tallentuu tietojärjestelmään. Osa tallennetaan tietojärjestelmään, kun se saapuu GG-halliin ja osa poistetaan järjestelmästä vasta kun se on kiinnitetty muuntajaan. Oikein käytettynä osan katoaminen ei pitäisi olla mahdollista.

## 6.2 Siivouspäivä

Tällä hetkellä suurin osa hyllyistä, jotka tulisivat varastointijärjestelmän käyttöön, on täynnä materiaaleja, osia ja työkaluja, jotka tulisi siirtää pois hallin tiloista niiden käyttämättömyyden takia. Jotta muuntajayksikön tuotantotilat saataisiin 5S-menetelmän mukaiseen kuntoon, tulisi siellä järjestää siivouspäivä. Muuntajatehtaan vieressä on tavaran säilömiseen tarkoitettu niin sanottu välivarasto, johon voisi siirtää semmoiset tavarat ja osat, joille tiedetään olevan käyttöä, mutta niitä tarvitaan vain muutamia kertoja vuoden aikana. Semmoiset tavarat tulee heittää pois, joille ei ole mitään käyttöä. Tämä lisäisi hallin siisteyttä ja hyllyt voitaisiin valjastaa hyödyllisempään käyttöön.

Siivouspäivä tulisi järjestää viikonlopun aikana, ettei tuotanto häiriintyisi lainkaan. Siivouspäivään tulisi osallistua tuotannon työntekijöitä, työnjohtajat ja järjestelijät. Tällä tavoin toiminta olisi tehokasta ja hallista saataisiin poistettua turhat materiaalit, osat sekä työkalut ja hyllyt saataisiin varastointijärjestelmän käyttöön.

## 6.3 Tietokoneet ja lukulaitteet

Varastointijärjestelmän pääasiallisia käyttäjiä ovat Piccolon järjestelijät, jotka hoitavat logistiset toimet FF-hallissa, joten ensisijaisesti heille pitää saada tietokoneet ja lukulaitteet käyttöön. Heidän käyttämissään trukeissa on valmiina telineet kannettaville tietokoneille. Koska ohjelmaa käytetään Piccolon verkossa, voisi järjestelijöille hankittavat koneet tulla Piccololta. Tällä tavalla koneiden ja verkon toiminta on varmempaa.

On myös mahdollista, että esimerkiksi viikonloppuisin ei järjestelijää ole paikalla, vaikka tuotannon työntekijöitä olisi töissä. Optimaalisin tilanne on se, että vähintään yksi järjestelijä olisi aina paikalla FF-hallissa hoitamassa logistiikkaa. Välttämättä aina se ei kuitenkaan ole mahdollista, joten tuotantoon olisi hyvä sijoittaa muutamia kannettavia tietokoneita, joilla työnjohtajien ja työntekijöiden olisi mahdollisuus käyttää varastointijärjestelmää. Näitä koneita käytetään kuitenkin hyvin vähän, joten oletettavasti yksi tietokone riittää jokaiselle osastolle. Tällöin tuotantoon pitäisi hankkia neljä tietokonetta viivakoodilukijoineen.

## 6.4 Koulutus

Koska on mahdollista, että työnjohtajat ja tuotannon työntekijät joutuvat käyttämään järjestelmää, tulisi myös heille pitää järjestelmän käyttökoulutus. Järjestelmänvaihdosta johtuen voisi järkevää olla jättää Vilant-koulutus pois kokonaan tuotannon työntekijöiltä ja pitää koulutus Jungheinrichin järjestelmästä, kun se on saatu luotettavasti käyttöön. Käyttökoulutuksen voisi tilata Piccololta.

## 6.5 Investoinnin kustannusarvio

Isoin investointikustannus tämän työn käyttöönottoon tulee lauantaipäivänä järjestettävästä siivouspäivästä. Tuotannon työntekijöitä muuntajayksikössä on 130 kappaletta ja yhden työntekijän työtunnin kustannus on 150 €. Teknologiateollisuuden työehtosopimuksen mukaan lauantain ylityölisä on 50 % jokaiselta tehdyltä tunnilta. Jos kaikki tuotannon työntekijät osallistuvat siivouspäivään ja tekevät täyden 8 tunnin päivän, se maksaisi työnantajalle 234 000€.

Tietokoneita järjestelijöille sekä tuotantoon tulisi yhteensä 8 kappaletta. Kustannus yhdestä tietokoneesta on noin 2000 €, joten yhteensä tietokoneiden kustannus on 16 000 €. Uuden verkon rakentaminen tuotantoon maksaa noin 4000 € laitteineen ja asennuskustannuksineen. Lisäksi tuotannon työntekijöille järjestettävä yhden tunnin ohjelman käyttökoulutus maksaa noin 20 000€. Tähän on laskettu mukaan työntekijöiden tuntikustannus koulutusajalta. Lisäkustannuksia tulee myös kärryistä käämin kalustusosastolle. Prototyypin valmistus suomessa maksaa noin 1000 €. Jos prototyyppi todetaan toimivaksi ja kärry otetaan käyttöön, edullisinta olisi tilata kärryt esimerkiksi Kiinasta. Arvioitu kärryn hinta Kiinasta kuljetuksineen on 400 euroa ja kärryjä tulisi 14 kappaletta. Kärryjen kustannukseksi tulisi siis 6 600 €. Näillä hankinnoilla ja toimenpiteillä kustannukseksi tulisi yhteensä 280 600 €.

# 7 KÄÄMIN KALUSTUKSEN KÄRRY

## 7.1 Nykytilanne

Tilanne tällä hetkellä on se, että tilatut käämin kalustusosat vastaanotetaan ja varastoidaan GG-hallissa, jonka jälkeen ne kuljetetaan FF-halliin, kun impulssi tarpeesta on annettu. Tässä välissä kukaan ei tarkista, että onko tilauksessa kaikki tarvittavat osat, eli mahdolliset osapuutteet huomataan vasta, kun osia tarvitaan tuotannossa. Nämä osapuutteet saattavat viivästyttää muuntajan valmistumista useammalla päivällä.

Haasteita kuljetukseen ja säilyttämiseen tuo kalustusosien suuri kokoero. Osa kalustusosista mahtuu pieniin harmaisiin muovilaatikoihin, mutta osaan kalustusosista tarvitaan isoja puulaatikoita. Puulaatikot ovat kokonsa takia kömpelöitä kuljettaa ja ne vievät paljon lattiatilaa tuotannossa. Lisäksi puulaatikoista tulee paljon ylimääräistä puuroskaa tuotantoon.

## 7.2 Kalustuskärryjen käyttö

Käämin kalustukseen on jo aikaisemmin suunniteltu kalustuksen kärry, johon kaikki käämin osat saataisiin kiinnitettyä säilyttämistä ja kuljettamista varten. Ideana olisi se, että kärry kalustettaisiin projektiin kuuluvilla osilla GG-hallissa muutamaa päivää ennen tuotannon tarvetta. Tällä menetelmällä mahdolliset osapuutteet huomattaisiin aikaisemmin ja puuttuvat osat voitaisiin tilata jo muutamaa päivää ennen tuotannon tarvetta, jolloin osapuutteista johtuvat viivästykset saataisiin minimoitua. Kärryn käyttöönotto helpottaisi osien säilytystä sekä kuljetusta ja isoista puulaatikoista päästäisiin eroon.

Haastatteluiden perusteella kärryjä tarvittaisiin yhteensä 12-14 kappaletta. Tällöin kärryjä olisi tarpeeksi sellaiseen kiertoon, ettei missään vaiheessa kärryjä tarvitse odottaa. Kalustusosien kokoerojen takia voisi myös olla hyvä, että kärryjä olisi kahta eri kokoa.

**Kuvio 15.** Käämin kalustuksen kärry.

### 7.3 Kärryn suunnittelu

Tehtävänä oli jatkojalostaa vanhaa kärrymallia sen käytettävyyden kannalta paremmaksi. Parhaan mahdollisen mallin toteuttamiseksi käytin suunnittelussa apuna tuotannon työntekijöitä.

Uudessa kärrymallissa kärryn ”katto” on tukevampi ja sen päälle on lisätty kolme kaaren muotoista tukea, joidenka päälle asetettavat pahvit istuvat paremmin. Kyljessä olevat välikerenkaiden telineet on asetettu hiukan keskemmälle, jotta ne pysyisivät telineessä paremmin. Kärryn pohjaan on suunniteltu kourut trukin piikeille. Näiden kourujen avulla kärryt saadaan myös asetettua hyllyyn varastoimista varten. Tarkoituksena on, että kärry makaa hyllyssä kourujen päällä niin, että renkaat eivät kannattele kärryä. Tällä tavoin kärryä on turvallinen säilyttää hyllyssä. Kärry on mallinnettu Siemens NX12 3D -suunnitteluohjelmistolla.

Kärryn toimivuuden testaamiseksi voisi olla hyvä idea tilata ensin yksi prototyyppi, jonka avulla voisi testata kärryn toimivuuden käytännössä. Kehitysideoiden ja käytännön toimivuuden testaamisen jälkeen kärryjä voidaan tilata tarpeen mukaan niin monta, että kiertokulku ei katkea missään kohtaa.

**Kuvio 16.** Uusi kärry.

# 8 KANNATTAVUUSLASKENTA JA JATKOKEHITYSIDEA

## 8.1 Kannattavuuslaskenta

Tämän kannattavuuslaskennan tarkoituksena on selvittää, kuinka paljon rahallista hyötyä voidaan saada vuoden aikana kehittämällä ABB:n muuntajayksikön logistiikkaprosessia. Suorat kustannukset tulevat odotteluajasta, jolloin työntekijät eivät pysty jatkamaan muuntajan valmistusta osapuutteiden takia. Muuntajayksikön laskennallinen tuntihinta työntekijälle tuotannossa on 150 € ja kokoonpanon työntekijöitä on 45 kappaletta. Arvioitu tuotannon työntekijän odotteluaika osapuutosten takia on 120 tuntia vuodessa. Luku on arvioitu merkattujen yleiskustannustuntien määrästä työnjohtajien avustuksella. Näillä luvuilla kokoonpano-osastolla syntyy kustannuksia 810 000 € vuoden aikana. Kun investointikustannukset ovat 280 000 €, takaisinmaksu aika on noin 4 kuukautta.

| | |
|---|---|
| Työntekijän tuntihinta työnantajalle | 150,00 € |
| Kokoonpano-osaston työntekijät | 45 |
| Työntekijän odotteluaika vuodessa (keskiarvo) | 120 |
| Kustannus odotteluajasta vuodessa | 810 000,00 € |
| **Mahdollinen kustannussäästö vuodessa** | **810 000,00 €** |
| Investointikustannukset | 280 600,00 € |
| **Investoinnin takaisinmaksuaika** | **4 kuukautta** |

**Kuvio 17.** Kannattavuuslaskentaa.

Suorien kustannuksien lisäksi työntekijöiden odotteluajalla on välillisiä vaikutuksia ja kustannuksia. Myyntivaiheessa jokaiselle muuntajalle on määritelty myöhästymissakko. Myöhästymissakon määrittelee aina asiakas tapauskohtaisesti, joten tarkkoja lukuja on mahdoton määritellä. Usein sakko on joko vuorokausi- tai viikkokohtainen ja se on jokin prosenttiluku myyntihinnasta. Näin ollen on mahdollista, että muuntajan myöhästymissakko on kymmeniä tuhansia euroja vuorokaudessa. Kustannuksia syntyy myös menetetystä liikevaihdosta. Jos tuotannon työntekijöiden odotteluaika saataisiin karsittua kokonaan pois, olisi liikevaihtoon mahdollista saada useiden satojen tuhansien eurojen korotus.

## 8.2 Jatkokehitysideat

Viivakoodien käyttö tuotannossa on erittäin jäykkä ja hidas systeemi osien ja materiaalien seurantaan. Viivakoodijärjestelmä vaatii jokaiselle osalle tulostettavan viivakoodin ja kaikki viivakoodit pitää lukea erikseen lukijalla. Viivakoodijärjestelmä hidastaa ja luo ylimääräistä työtä sekä tuotannossa, että varastoimisessa, joten viivakoodeista tulisi päästä eroon.

Viivakoodeja parempi ja nopeampi menetelmä varastointijärjestelmään on RFID-teknologia, jossa viivakoodit on korvattu pienillä RFID-tunnisteilla. RFID-teknologia perustuu radiotaajuuksien etätunnistukseen ja se mahdollistaa isojenkin määrien etäluvun- ja tallentamisen samaan aikaan. Optimaalisin tilanne olisikin, että kaikissa projektille tilattavissa osissa olisi RFID-tunniste. Hallien oviaukoissa voisi olla lukijat, jotka tallentavat tunnisteet automaattisesti järjestelmään. Jos osat pitää hyllyttää, voisi sen hoitaa manuaalisesti kirjoittamalla jokaiselle osalle oma hyllypaikka, niin kuin nykyisessäkin järjestelmässä.

RFID-järjestelmän käyttöönotto voi olla hankalaa ABB:n muuntajayksikön kaltaisessa tuotantolaitoksessa, sillä osien toimittajia on niin paljon ja heiltä kaikilta pitäisi saada osat ja materiaalit RFID-tunnisteiden kanssa toimitettuna. Tällaisen järjestelmäkokeilun voisi aloittaa yhden lähellä sijaitsevan ja helposti kommunikoitavissa oleva toimittajan kanssa. Tämän yhden toimittajan kanssa voisi toimintaa yrittää kehittää mahdollisimman pitkälle, jonka jälkeen järjestelmään voisi ottaa mukaan muutkin toimittajat.

# 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastatteluiden ja omien kesätyökokemuksieni perusteella vajavainen logistiikkaprosessi on suuri ongelma ABB:n muuntajayksikössä, joka aiheuttaa paljon seisonta-aikaa tuotannossa, lisää ylimääräistä työtä työnjohtajille ja pahimmassa tapauksessa viivästyttää muuntajan toimitusta asiakkaalle. Tästä syystä tämän opinnäytetyön mukainen varastointijärjestelmän laajentaminen on erittäin tarpeellinen lisä muuntajayksikön logistisiin toimiin. Oikein käytettynä se helpottaa työnjohtajien sekä järjestelijöiden työtä eikä osien katoamisista johtuvat lisäkustannukset pitäisi olla enää mahdollisia. Oikein käytettynä varastointijärjestelmä saattaa säästää rahaa useita satoja tuhansia euroja vuoden aikana.

ABB:n muuntajayksikön omistusvaihdoksen takia tämän opinnäytetyöprosessin aikana ei ollut mahdollista kokeilla suunniteltua varastointijärjestelmää käytännössä. Tässä opinnäytetyössä kuitenkin käydään läpi vaadittavat toimenpiteet järjestelmän toimivuuden testaamiseksi ja käyttöönottoon. Uskoisin, että suurin haaste tulee olemaan niin sanotusti ”kulttuurin muutos”. Uusien järjestelmien käyttöönotto voi olla joskus haastavaa eikä uutta järjestelmää välttämättä käytetä oikein ja vaadittavalla tasolla.

Haastatteluiden perusteella tässä opinnäytetyössä mainittu uusi toimintatapa käämin kalustusosien kanssa tulee nopeuttamaan käämin kalustamista ja kalustusosien puutoksista johtuvat myöhästymiset saadaan karsittua kokonaan pois. Tämä vähentää omalta osaltaan muuntajien hienokuormituksen mukaisen järjestyksen muutoksia, kun tarvittavat osat löytyvät tuotannosta aina silloin kun niitä tarvitaan. Suunniteltu käämin kalustuksen kärry helpottaa myös tuotannon työtä, kun jokaisen käämin kalustusosat ovat kalustettuna valmiiksi omiin kärryihin, eikä kalustusosia tarvitse etsiä laatikoista.

# LÄHTEET

/1/ ABB Oy, Transformers. ABB. Viitattu 13.9.2019.
https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/transformers

/2/ Teknologia. ABB. Viitattu 13.9.2019.
https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/teknologia

/3/ Electrification. ABB. Viitattu 16.10.2019.
https://new.abb.com/about/our-businesses/electrification

/4/ Industrial automation. ABB. Viitattu 16.10.2019.
https://new.abb.com/about/our-businesses/industrial-automation

/5/ Motion. ABB. Viitattu 17.10.2019.
https://new.abb.com/about/our-businesses/motion

/6/ Robotics & Discrete Automation. ABB. Viitattu 17.10.2019.
https://go.insideplus.abb.com/businesses/robotics-discrete-automation

/7/ Power Grids. ABB. Viitattu 17.10.2019.
https://new.abb.com/about/our-businesses/power-grids

/8/ Power transformers. ABB. Viitattu 13.9.2019.
https://new.abb.com/products/transformers/power

/9/ Muuntajatekniikan perusteet. ABB. Sisäinen opintomoniste. Viitattu 17.9.2019

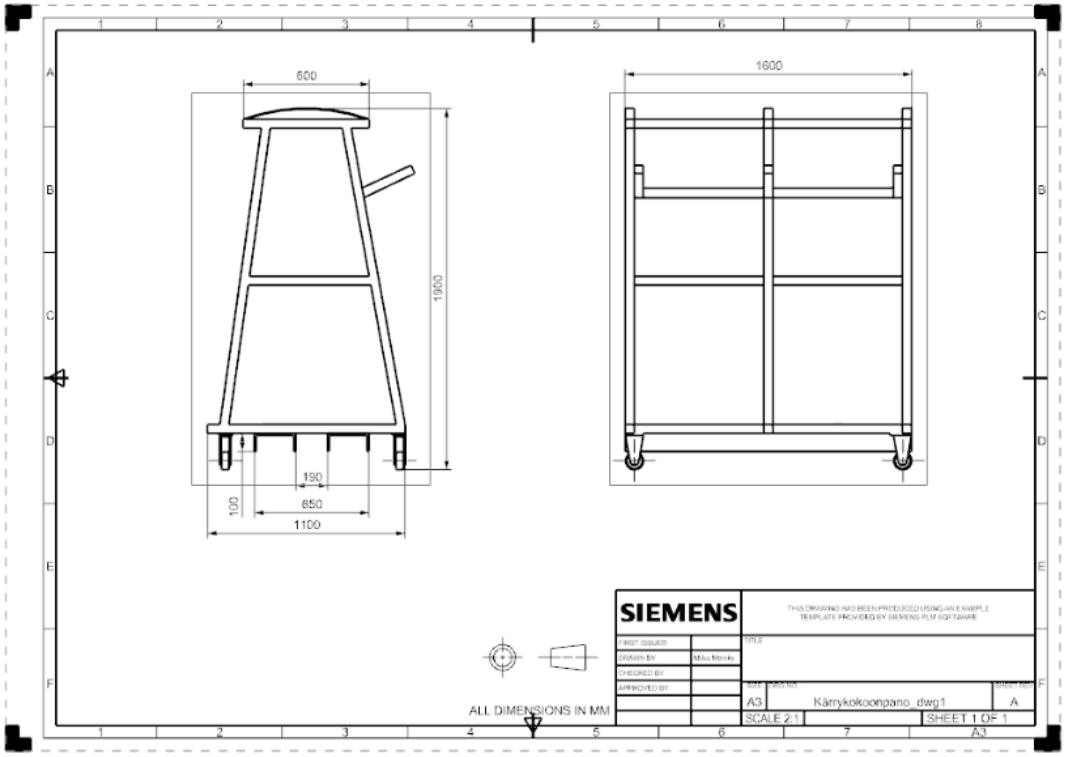
/10/ Mitä on lean? Talentree. Viitattu 16.10.2019.
https://talentree.fi/blogi/mita-on-lean/

/11/ JIT (JUST-IN-TIME). Logistiikan maailma. Viitattu 16.10.2019.
http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/

/12/ Truck Vilant Systems. Viitattu 7.10.2019.
https://turckvilant.com

/13/ Käyttöohje Vilant-järjestelmään. ABB. Sisäinen verkko. Viitattu 29.10.2019

LIITE 1.




**Liite 1.** Kärryn mittapiirustus.