

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Logistiikan koulutusohjelma / International Logistics

Petri Karila

VARAOSAVARASTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Opinnäytetyö 2013

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Logistiikka

Petri Karila

Varaosavaraston suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyö

36 sivua + 4 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Olli Huuskonen

Toimeksiantaja

Kotka Energia Oy, Hyötyvoimalaitos

Maaliskuu 2013

Avainsanat

Varasto, varastointi, kunnossapitojärjestelmä, layout, materiaalinkäsittely

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kotka Energia Oy:n toimeksiannosta. Tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa Hyötyvoimalaitoksen tarpeita vastaava varaosavarasto. Logistiikka on iso osa myös Hyötyvoimalaitoksen toimintaa ja siksi työllä tavoiteltiin ennen kaikkea toimivaa ja helppokäyttöistä varaosavarastoa, mutta myös tehokasta kapasiteetin käyttöä.

Työ tehtiin kahdessa osassa, suunnittelu- ja rakennusosiossa. Näitä osioita helpottamaan on tutkittu logistiikkaprosessien merkitystä teoriatasolla sekä annettu käytännön esimerkkejä logistiikan soveltuvuuksista. Tuloksena syntyi 306 EUR-lavapaikkaa sisältävä varaosavarasto, jonka varastointikapasiteetti riittää suurempiinkin tarpeisiin. Materiaalinkäsittely suoritetaan ajanmukaisella kalustolla ja ohjelmistolla.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että varaosavarasto toimii ja siitä on hyötyä Hyötyvoimalaitokselle. Varastointikyky on korkea myös tulevaisuudessa. Varaosavaraston korkea kapasiteetti syö hieman kaluston käyttömukavuutta, mutta suurempi hyöty laitokselle on suuresta varastointimahdollisuudesta kuin satunnaisesta käyttömukavuudesta.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

Karila, Petri

Planning and Executing of Part Warehouse

Bachelor's Thesis

36 pages + 4 pages of appendices

Supervisor

Olli Huuskonen, lecturer

Commissioned by

Kotka Energia Oy

March 2013

Keywords

warehouse, warehousing, ERP, layout, material handling

This thesis was done for Kotka Energia Oy's power plant. Kotka Energia Oy did not have any warehouse for spare parts used in the processes. Logistics is also in a major role in energy production so the plant needed a functional warehouse for parts.

The aim was to plan and create an effective and an easy use warehouse for parts. Kotka Energia Oy wanted to have an effective use for an empty building. Articles should be found easily and the location of the articles is clever due to the use of items. Kotka Energia wanted to use the existing ERP-system to ease material handling in the warehouse.

This study was done in two phases. First part was the planning part and second one was the execution part. Information was included to help in these parts and this clarifies why these solutions are done. This thesis gives background information about logistics in warehousing and material handling and a solution for one warehouse.

As a conclusion it could be said that the warehouse is working and it has a major effect on the power plant's logistics. The capacity of the warehouse is high enough to ensure the reliability in warehousing in the future. High capacity has only one problem and that is the comfort of using a forklift but the higher capacity in the warehouse gives advantage more than the usability of a forklift.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	5
2	VARASTOINTI	6
	2.1 Varastoinnin merkitys	6
	2.2 Varastomuodot	7
	2.3 Varaston toiminnot	9
	2.4 Layout	10
	2.5 ABC-analyysi	11
	2.6 Varastoinnin tunnusluvut	13
3	MATERIAALINKÄSITTELY	15
	3.1 Mekaaninen materiaalinkäsittely	15
	3.2 Automaattinen ja puoliautomaattinen materiaalinkäsittely	18
	3.3 Materiaalin tunnistuskeinot	19
	3.4 Kuormalavat	22
	3.5 Toiminnanohjausjärjestelmä	25
4	RATKAISU	26
	4.1 Varaosavaraston pohjapiirustus ja layout	27
	4.2 Varaosavaraston hyllyratkaisut	28
	4.3 Pinoamistrukki	30
	4.4 Nimikkeiden syöttäminen kunnossapitojärjestelmään	31
5	LOPPUSANAT	33
	LÄHTEET	34

## LIITTEET

Liite 1. BT SWE120L – pinoamistrukin tiedot.

Liite 2. Toyota Material Handlingin piirtämät kuvat hyllyistä.

Liite 3. Varaosavaraston pohjapiirustus Microsoft Visiolla piirrettynä.

Liite 4. Varastorakennuksen ulkomitat.

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty Kotka Energia Oy:n toimeksiannosta. Työn tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa varaosavarasto toimeksiantajan toivomilla kriteereillä valmiiksi rakennettuun varastorakennukseen. Varaosavaraston suunnittelu tuli toteuttaa siten, että tilankäyttö olisi mahdollisimman tehokasta kuormalavakapasiteettina mitattuna. Varastoitavien varaosien tulee olla sijoitettu mahdollisimman loogisesti. Varaosien nimeäminen on oltava helppoa, yksinkertaista sekä loogista. Varaosavarastoon varastoitavat nimikkeet kirjataan kunnossapitojärjestelmään siten, että ne ovat helposti tunnistettavissa ja löydettävissä.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään varastoinnin perusteisiin sekä eri logistiikkaprosesseihin liittyen varastointiin. Opinnäytetyö käsittää teoriaosuuden, jossa selvitetään prosesseissa tarvittavia käsitteitä, sekä käytännön osuuden, jossa käydään läpi toteutunut työ. Tämä opinnäytetyö antaa lukijalle kokonaisvaltaisen kuvan siitä, kuinka päästä alkuun varaston suunnittelussa sekä itse toteutuksessa. Tätä opinnäytetyötä voi käyttää protokollana varastoinnin suunnittelussa, sillä se antaa osviittaa siitä, miten varastoa kannattaa suunnitella ja miten se käytännössä tehdään. Valitettavasti en voi toimeksiantajan pyynnöstä julkaista hintatietoja, joten taloudellinen tieto täytyy hankkia itse.

## 2 VARASTOINTI

### 2.1 Varastoinnin merkitys

Varastointi suomen kielessä tarkoittaa yleensä kahta asiaa. Talousopissa sanalla tarkoitetaan vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta, eli sellaisia materiaaleja, jotka eivät vielä ole jonkin yrityksen jalostuksessa. Toisella varastointi-sanalla tarkoitetaan teknistä, fyysistä tavaran varastoimista. Englannin kieli onkin tässä tapauksessa selkeämpi termeillä warehousing ja inventory. Tilana käsite varasto on kuitenkin hyvin häilyvä, sillä varastoksi voidaan katsoa mikä tahansa fyysisen tavaran säilömiseen soveltuva paikka. Varasto voi olla tuotteen väliaikainen tai lopullinen varasto, eli loppusijoituspaikka. Loppusijoituspaikalla tarkoitetaan sellaista varastoa, josta varastoitava tavara ei enää poistu. Tällainen loppusijoituspaikka voi olla esimerkiksi kaatopaikka. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 140–141.)

Varastoinnin harjoittamiseen on useita eri syitä. Varastointi ei kuitenkaan, joitain poikkeuksia lukuun ottamatta, lisää tuotteen arvoa asiakkaan näkökulmasta katsottuna. Varastointi perustuukin yrityksen tuotantotoimintaan ja sen tehostamiseen.

Syitä ovat:

Kuljetuskustannusten alentaminen

Tuotantokustannusten alentaminen

Suurten hankintaerien edullisuus

Toimitusten varmistaminen

Tavarantoimittajien ja kuluttajien välisten aika- ja tilaerojen tasaaminen

Halutun asiakaspalvelutason saavuttaminen pienemmillä logistisilla kokonaiskustannuksilla

Toimittajien ja asiakkaiden JIT-ohjelmien tukeminen

(Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 141).

Oikein suunniteltu varastointi ja sen täsmällisyys tuottavat lisäarvoa logistiselle ketjulle, joka taas lisää arvoa tuotantoprosessissa. Tuotanto on viime vuosikymmeninä ollut hyvin vahvasti varastopainotteista, jolloin varastosta on otettu raaka-ainetta tuotantoon, muokattu tuotteeksi ja myyty asiakkaalle. Trendi on kuitenkin muuttumaan päin, sillä varastoinnin katsotaan lisäävän tuotteen kokonaiskustannuksia. Tämä pakottaa

pitämään varastot tasaisella tasolla tarkoittaen, että varastoon ei saa sitoa liiaksi yrityksen pääomaa. Varastolähtöinen tuotannosuunnittelu on oikeastaan negatiivinen tulos myynninennustuksen epäonnistumisesta. Varastoa joudutaan pitämään, koska on hankalaa ennustaa pitkäaikaista myyntiä. Varastointia pidetään myös varotoimenpiteenä mahdollisille logistiikkaketjussa tapahtuville epäonnistumisille, esimerkiksi laivan uppoamiselle. (Sakki 2009, 103–104.)

## 2.2 Varastomuodot

Varastoitavan tavaran käyttötarkoitus ja materiaali määrittävät usein varastointitarpeen. Käyttötarkoituksen mukaan varastoidut tuotteet jaetaan valmistukseen tai jakeeluun liittyviin varastoihin ja materiaalin mukaan kappale- ja joukkotavaroihin. Varasto, joka on olemassa jonkin tuotteen valmistusta varten, sijaitsee tuotantolaitoksessa tai sen välittömässä läheisyydessä, sillä tuotannossa tarvittavat materiaalit on oltava saatavissa mahdollisimman nopeasti. Varastoja eritellään lisäksi jalostusvaiheen mukaan, jolloin määritetään, kuinka nopeasti ne palvelevat prosessia. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 143).

Raaka-ainevarastossa varastoidaan materiaaleja ennen kuin ne otetaan tuotannon käyttöön. Raaka-ainevarastossa materiaaleja on volyymeina paljon ja niiden yksikköhinta on pieni. Materiaalin käsittely tapahtuu karkeammin, eli materiaalin on oltava myös sellaista, että se kestää kovaa käsittelyä. Raaka-ainevaraston saldoa pidetään suurempana kuin tuotanto käyttää, jolloin tilauskoot ovat suuret ja määrällisesti harvat. Lähäterät ovat taas pienet ja taajat. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 143).

Välivarasto tai toiselta nimeltään puolivalmisteverasto sisältää tuotannon välillä tarvittavia keskeneräisiä tuotteita. Välivaraston läpimenvirtaus on raaka-ainevarastoa tasaisempi, sillä sen tulo- ja lähtötiheys on likimain sama ja eräkoot ovat samat. Varaston toiminta korreloi täysin tuotannon kanssa, sillä mikäli tarvetta kyseiselle tuotteelle ei juuri sillä hetkellä ole, on varastointi turhaa nimenomaan välivarastossa. Välivarastossa olevat tuotteet ovat joltain osin valmiita, joten niille voidaan suorittaa erilaisia mittauksia, esimerkiksi laaduntarkistusta. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 143).

Tuotevarasto, tai toiselta nimeltään valmisteverasto, sisältää tuotannon jälkeisiä yrityksen lopputuotteita. Tuotevaraston materiaalmäärä on raaka-ainevarastoa sekä väli-

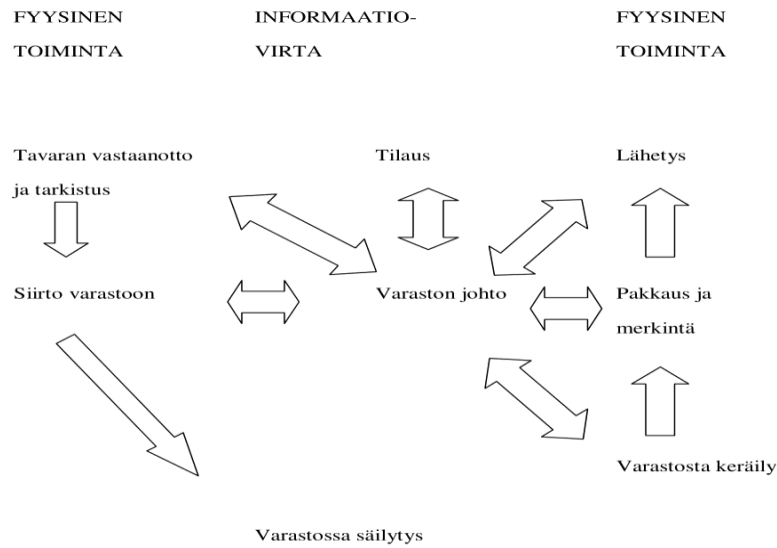
varastoa pienempi, sillä materiaalia kuluu hyvin usein enemmän kuin mitä valmis tuote sisältää. Ylimääräinen materiaali hävitetään jätteen mukana. Tuotevaraston nimikkeiden yksikköhinta on suuri, sillä valmis tuote sisältää tuotteen valmistuskustannukset. Materiaali ei aina kestä kovaa käsittelyä, sillä tuote on valmis asiakasta varten. Ideaalitulanteessa tuloerät ovat pieniä ja taajoja, lähtöerät taas suuria ja taajoja. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 143).

Tarvikevarastossa säilytetään jonkin valmistusprosessin yhteydessä tarvittavia apuaineita sekä tarvikkeita. Tällaisia ovat esimerkiksi polttoaineet, teipit, tiivisteet ja maalit. Työvälinevarastossa säilytetään jonkin valmistusprosessin vaatimia työkaluja. Omaista työvälinevarastolle on suuret nimikemäärät, mutta niiden kappalemäärä on pieni. Saatavuus kysytylle työkalulle on oltava nopea. Työkalut on pidettävä kunnossa, mikä osaltaan vaikuttaa jo valmiiksi alhaiseen varaston kappalemäärään. Huolto onkin ajoitettava mahdollisuuksien mukaan siten, että kysyntä kyseiselle tuotteelle on sillä hetkellä pieni. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 143).

Teollisuudessa yleinen trendi on, että varastoja pienennetään ja pyritään yhä enemmän JIT-ajatteluun. Suomessa varastointikustannukset ovat muihin eurooppalaisiin maihin korkeita johtuen teollisuuden keskittymisestä sekä pitkistä välimatkoista. Samanlainen tilanne on Yhdysvalloissa, jossa välimatkat ovat vieläkin suuremmat. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 145).



## 2.3 Varaston toiminnot



Kuva 1. Varaston materiaalitoiminnot

Varastotoiminnoista voidaan erottaa kaksi toimintaa: varastointi eli fyysisen materiaalin säilytys sekä materiaalin käsittely. Materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan fyysisiä toimia, joita tavaroille tehdään, ennen kuin ne voidaan lähettää asiakkaille. Varastointitoiminnon laukaisee aina tavaratilaus. Tilauksen jälkeen yrityksen johto huolehtii informaatiokulusta varastolle. Varastossa ensimmäinen toiminto on tavarin vastaanotto ja tarkistus. Tässä vaiheessa saapuvat tavarat kirjataan ylös ja kirjataan varastojärjestelmään. Seuraava vaihe on siirto varastoon joko reservipaikalle tai aktiivipaikalle. Sitten on tavarin keräys, joka suoritetaan aktiivipaikalta. Kun aktiivipaikalta olevalta lavalta loppuu tavara, täydennetään aktiivipaikka uudella, täydellä lavalla reservivara-  
 rastosta. Seuraava vaihe on tavaroiden keräys varastosta. Tässä vaiheessa täysiltä la-  
 voilta yhdistellään tavaroita asiakkaan tilauslistan mukaisesti. Tavarat pakataan hu-  
 o-  
 lellisesti ja asiakaskohtaisesti. Tässä vaiheessa tavarin kunto voidaan tarkistaa uudes-  
 taan ja tarkistetaan myös yhdenmukaisuus asiakkaan tilauslistaan. Pakkaus osoitetaan  
 ja pakkaukseen lisätään lähetyslista, jolloin keräys on päättynyt. Viimeinen varasto-  
 vaihe on tavarin kuormaus lähetysalueella. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen  
 2004, 147-148.)

Olosuhteet varastoissa ovat vaihtelevia. Uusista ja moderneista työkoneista huolimatta varastotyöntekijät joutuvat usein nostamaan raskaita taakkoja, nousemaan tikkaita pit-  
 kin korkealle sekä kyykistymään ja kumartumaan usein. Varastoalueilla liikkuu moot-

toriajoneuvoja, joiden tilannenopeus voi olla ajoittain korkeakin. Tämä aiheuttaa usein vaarallisia tilanteita, joissa ihminen voi jäädä esimerkiksi trukin puristuksiin. Vanhemmat varastorakennukset ovat usein vetoisia sekä huonosti valaistuja. Varastossa ei aina kuitenkaan ole ihmisiä töissä. Automaatio on tuonut mukanaan kokonaan automatisoituja varastoja, joissa trukit ja robotit hoitavat kaikki varastotoiminnot. Automatisoidut varastot sopivat kuitenkin vain sellaisiin varastoihin, jossa erät ovat suuria ja tilauksia on usein. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 150).

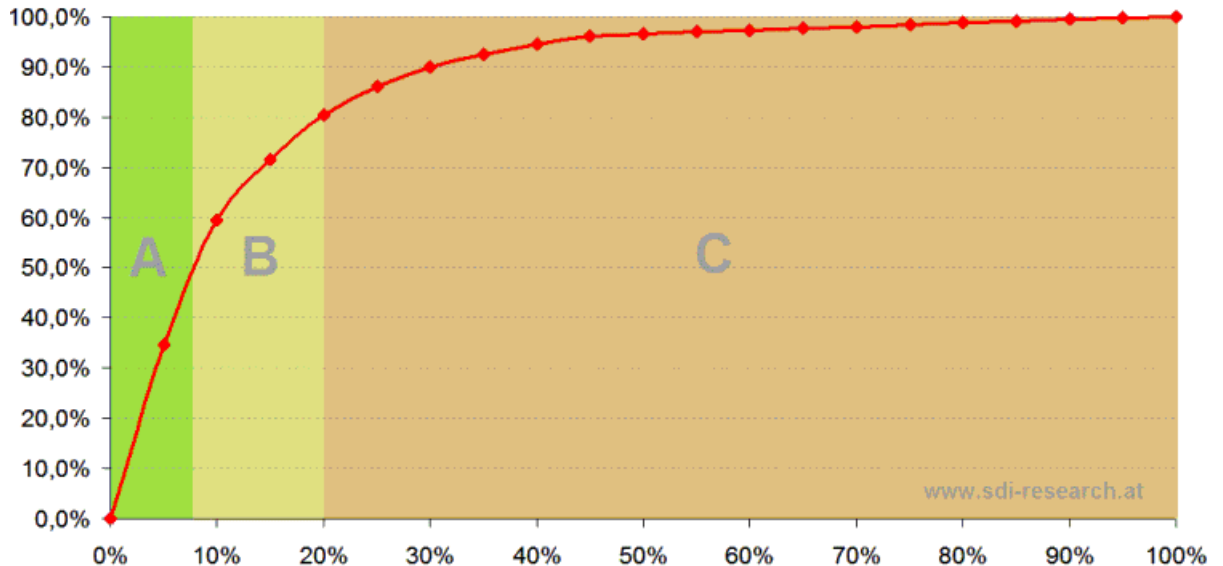
## 2.4 Layout

Layoutilla teollisuudessa tarkoitetaan koneiden ja laitteiden välisten toimintojen yhtenäistämistä. Oikeaoppisen layoutsuunnitelman avulla voidaan eliminoida jätteitä materiaalivirroissa, kehittää materiaalikäsittelyä ja varastohallintaa. (Slack, Chambers & Johnston 2007, 185).

Tehdas- ja tilasuunnitelmien laatiminen pitää sisällään hyvin tarkasti sen, miten tehokkuutta voidaan konkreettisesti parantaa. Tuotantoyksikön rakennusvaiheessa on otettava huomioon mahdolliset tulevat muutostyöt ja laajennukset. Tarpeen vaatiessa rakennuksen rakenteet on oltava helposti purettavissa sekä lattiapinta-ala on oltava mahdollisuuksien mukaan vain yhdessä tasossa. Yhtenäisen tuotantoyksikön tulee olla mahdollisimman suuri, muodoltaan neliö tai suorakaide sisältäen mahdollisimman vähän pilareita ja nurkkia. Rakennuksen sijoitus aluesuunnitelmaan on tehtävä siten, että usein laajennettavat osiot ovat tarpeen vaatiessa helppo toteuttaa. Kiinteät ja pysyvät rakennukset on taas sijoitettava siten, että ne eivät hankaloita laajennustöitä. Käytettävä kalusto sekä kuljettimet ja muut sellaiset tulee olla standardoituja muihin laitteisiin nähden, jolloin mahdollisimman monet laitteet soveltuvat yhteen. Ylimääräistä tilaa on varattava vain niihin paikkoihin, joihin se on määrätty. Koneiden ja laitteiden tulee olla helposti siirrettävissä yksikön sisällä. Mahdollisuuksien mukaan koneiden tulisi olla vapaana esimerkiksi tärinämaton päällä - tämä kuitenkin vain, mikäli kiinnitys maahan ei ole pakollista. Jos mahdollista, varustetaan koneet omilla moottoreilla sekä jäähdytys- ja hydraulisilla järjestelmillä. Koneiden tulee olla helposti liitettävissä voimansiirtojärjestelmään. Sama koskee myös vesi-, paineilma- sekä höyryputkia. Niiden sopiva sijoituspaikka olisi lattiatason sijaan ylätilassa, näkymättömämmässä paikassa, jolloin niiden huoltaminen on helpompaa ja yleinen siisteys paranee lattiatasolla. Yleisvalaistus on suunniteltava siten, että se kattaa paikkakohtaiset valaisimet kirk-

kaudellaan, jolloin paikkakohtaisia valaisimia voidaan käyttää harkitummin. (Layout-suunnittelu, Huuskonen 2011.)

## 2.5 ABC-analyysi



Kuva 2. ABC-analyysi. (SDI-Research Dr. Villani & Partner KG, 2013.)

ABC-analyysin avulla luokitellaan varastoitavia tavaroita. Analyysi tehdään sillä periaatteella, että kaikki varastoitavat tavarat eivät ole yhtä arvokkaita ja tärkeitä yrityksen toiminnalle. Varastoitavat nimikkeet jaetaan kolmeen ryhmään: A, B ja C. A-ryhmän nimikkeet tuottavat 80 % yrityksen myynnistä, B-ryhmän nimikkeet tuottavat 15 % yrityksen myynnistä ja C-ryhmän tuotteet tuottavat loput 5 % myynnistä. ABC-analyysin avulla voidaan laskea varastotasoja ja tuotteiden saatavuutta, jonka avulla ehkäistään puutetilanteita, parannetaan varaston liikevaihtoa sekä palvelukykyä. ABC-analyysin taustalla on pareto-ajattelu, jonka mukaan 20 % tuotteista tuo 80 % yrityksen myynnistä. ABC-analyysi voidaan kuitenkin tarkentaa lisäämällä luokkia aina viiteen luokkaan saakka, jolloin ABC-analyysistä tulee tarkempi. ABC-analyysi vaatii kuitenkin hieman historiatietoja. Kun historiatietoja on tarpeeksi monelta vuodelta, voidaan aloittaa nimikkeiden ryhmittely A, B ja C ryhmiin myynnin mukaan. Varastoinnissa näillä historiatiedoilla on suuri merkitys. Tavaroiden sijoittelu varastoon voidaan nyt suunnitella uudestaan tukemaan nimikkeiden menekkiä. A-ryhmän nimikkeet tulisi olla varastossa saatavilla parhaiten, sitten ryhmän B nimikkeet ja sitten

vasta ryhmän C nimikkeet. Materiaalinvirtojen hallinnassa tämä näkyy vähentyneinä välimatkoina entiseen malliin verrattuna. (Slack, Chambers & Johnston 2007, 388-390.)

ABC-analyysia voidaan soveltaa myös tavaranhankinnassa. Asiakkaat voidaan ryhmitellä nimikkeiden tavoin A-, B- ja C-ryhmiin. A-ryhmän tavarantoimittajat ovat sellaisia toimittajia, joiden asiakassuhteista on huolehdittava jatkuvasti ja ostohintoja on seurattava tiiviimmin. C-ryhmän tavarantoimittajat pyritään hoitamaan mahdollisimman vähällä huomiolla ja ponnistelulla, ettei kallista aikaa kulu epätärkeän tavarantoimittajan kanssa. (Sakki 2009, 60.)

ABC-analyysin tulkinnessa on otettava huomioon myynnin lisäksi myös tuotteen tarpeellisuus asiakkaalle. Vaikka jonkin nimikkeen myynti on pieni, voi se olla jollekin asiakkaalle hyvin tärkeä ja siksi se on pidettävä myyntiohjelmassa. Teollisuudessa nimikkeitä on todella paljon, mutta käyttö voi olla vähäistä. Tämä tuo oman haasteen tehtäessä ABC-analyysia teollisuuden näkökulmasta. ABC-analyysi on kuvaus menneistä myyntitapahtumista ja siksi ABC-analyysia täytyy kehittää jatkuvasti. Tämä kehitys tapahtuu ennakoimalla myyntiä ja trendejä. ABC-analyysi on tarkoitettu tehtäväksi kerran vuodessa. (Sakki 2009, 62.)

ABC-analyysin tuloksia sovelletaan varastoinnissa. Varastoja pyritään pienentämään. ABC-analyysistä tehdään päätelmiä, joiden mukaan muutoksia varastointiin tehdään. Varastotilat jaetaan ABC-luokkien kesken siten, että varastokierronnopeus säilyy kauttaaltaan. A- ja B-ryhmien tuotteiden lukumäärä on suuri ja kierronopeus on nopea, jolloin myös tilattava tavaramäärä on suuri. Tärkeiden A- ja B-ryhmän nimikkeiden varastointiaika saisi olla maksimissaan 1 - 30 päivää. Suuret varastosaldot C-nimikkeissä kertovat liian suurista turhista tavaramäristä. C-nimikkeiden kierronopeus on suuri, jolloin varastoitavat tavarat sitovat yrityksen pääomaa pitkiksi ajoiksi. C-ryhmän nimikkeiden varastointiaikoja voidaan pienentää oikealla ostobudjetoinnilla. Jos se on tehty oikein, eli 80 % ostobudjetista on todella käytetty A- ja B-luokkiin, ei ylimääräistä varastointia pääse tapahtumaan. C-luokan nimikkeistä ei kuitenkaan pidä hankkiutua eroon. Tarpeen kannalta nimikkeiden määrän on pysyttävä vaadittavalla tasolla. Osa C-ryhmän nimikkeistä voi olla menekiltään niin pieniä, että varastoinnin tarvetta tulee harkita uudelleen. Tilannetta voidaan muuttaa toimittamalla nimikettä

vain pyydettyessä, jolloin tuotteen toimitusaika pitenee, mutta varastointikulut pienenevät. (Sakki 2009, 63–67.)

## 2.6 Varastoinnin tunnusluvut

Varastojen muodostumiseen johtaa kaksi päätekijää. Ensimmäinen syy on kahden toimitusketjussa olevan pisteen välinen tavaravirta, joka on suurempi kuin vastaanottavan pisteen tarve, jolloin varastoa syntyy. Toinen syy on epätietoisuus kysynnän suhteen, jolloin tavaraa varastoituu yli tarpeen. Myös kausiluonteisista ennakoinneista johtuvaa varastointia syntyy. Esimerkiksi raaka-aineen varastointia syntyy, kun raaka-aineen hinnan odotetaan nousevan, joten sitä ostetaan varastoon. Kysynnän epävarmuutta voidaan peittää varmuusvarastolla, eli ylimääräisellä varastolla. Varmuusvaraston avulla voidaan puskuroida yllättävää kysynnän nousua tai toimittaa myöhästyneet toimitukset. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 150-152.)

Varmuusvaraston lisäksi yrityksellä on käytössä käyttövarasto. Käyttövarasto sisältää sen määrän tuotteita, jotka on ennakoitu menevän kahden toimituksen välisenä aikana. Varmuusvarasto ja käyttövarasto ovat yhteyksissä toisiinsa FI-FO-periaatteen vuoksi. FI-FO tarkoittaa sitä, että ensiksi tullut tuote lähtee ensiksi, jolloin varmuusvarasto pääsee vanhenemaan. Näiden varastojen ohjausta helpottamaan on olemassa laskenta-kaava:  $A_m = A_s + (N/2)$ , missä  $A_m$  = keskiarvovarasto,  $A_s$  = varmuusvarasto,  $N$  = hankintaerä (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 152).

Varastonkiertoaika on se aika, joka kuluu kahden tilaustäydennyksen aikana. Varastonkiertoaika korreloi suoraan varastoon sitoutuneeseen pääomaan. Nopea varastonkiertonopeus laskee myös riskiä tavarahan epäkuranttiuteen. Epäkuranttiuus alenee myös FI-FO-periaatteen vuoksi. Varastonkiertonopeuteen vaikuttaa myös tilauserän koko, tilauspisteen sijainti sekä varmuusvaraston koko. Varastonkiertonopeutta lasketaan vuotuisen myynnin perusteella: varaston kiertonopeus = vuoden käyttö tai myynti / varastojen keskiarvo. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 152).

Varaston kiertonopeus ei aina anna riittävää kuvaa varaston toimivuudesta. Paremmiin toimivuuden saa selville laskemalla varaston riiton. Riitto on se aika, minkä varasto riittää tilaustoimitusten välillä. Riitto lasketaan seuraavasti: varaston riitto = (varaston arvo / vuositarve) x 365. Jos kiertonopeus tiedetään, voidaan se laskea seuraavasti:

varaston riitto =  $365d / \text{kiertonopeus}$ . (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 154).

Tiluserän koko vaikuttaa yrityksen vaihtopääomaan yrityksen keskivaraston kautta, eli miten suuri varastotaso yrityksellä on, sitä enemmän se on sitonut rahaa ja kasvat-  
taa siis vaihtopääomaa. Ostokerä voidaan laskea olemaan optimi EOQ -mallin avulla.

$$EOQ = \frac{\sqrt{2RC}}{\sqrt{H}}$$

R=kysyntä (kpl)

C=tilauskustannus (€)

H=yhden tuotteen varastointikustannus

(Logistiikan maailma, 2013)

Kaava on käyttökelpoinen, mutta siinä käytettävät parametrit ovat kyseenalaisia, sillä ne eivät tue vaihteluita kustannuksissa tai haluttua palvelutasoa. Kaavan avulla saa-  
daan kuitenkin hyvin tarkka kappalemäärä, ja sen pohjalta yritys voi tilata haluamansa  
erän, joka tukee esimerkiksi lavakokostandardeja. (Hokkanen, Karhunen & Luukkai-  
nen 2004, 154).

Yrityksen menestys perustuu tuotteiden hinnoittelun lisäksi yrityksen asiakaspalve-  
luun. Asiakaspalvelua on tässä tapauksessa toimitusvalmius, eli miten nopeasti yritys  
saa tuotteensa markkinoille. Toimitusvalmiusprosentti kuvaa varaston kykyä vastata  
tilauksiin. Myöhästely ja väärät toimitukset lisäävät negatiivista asiakaspalautetta, jo-  
ka taas heijastuu negatiivisesti yrityksen liiketoimintaan.

Toimitusvalmius =  $(\text{kaikki toimitetut} - \text{myöhässä toimitetut}) * 100 / \text{kaikki toimitetut}$ .  
(Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 154).

Logistiikkakustannusten ollessa Suomessa korkeat voidaan päätellä, että varastontun-  
nuslukuja tulee seurata tarkkaan ja niihin tulee myös reagoida muutosten tapahtuessa.  
Logistiikkakustannuksia edellä mainittujen lisäksi ovat logistiikan ohjaamisen kustan-  
nukset. Nämä kustannukset ovat hinta yrityksen asiakaspalvelusta. Asiakaspalvelua  
mitataan omalla kaavalla, mutta usein asiakkaan arviointikriteerit yrityksestä ovat eri  
kuin yrityksen itsensä näkemys hyvästä asiakaspalvelusta. Tämän vuoksi asiakaspal-  
velua on paranneltava asiakkaan näkökulmasta. Varastoinnin luonteesta johtuen varas-

tonkiertonopeutta ja -kiertoaikaa voidaan kuvata mieluummin termeillä kiertohitaus ja pysähdysaika. (Sakki 2009, 53–54.)

### 3 MATERIAALINKÄSITTELY

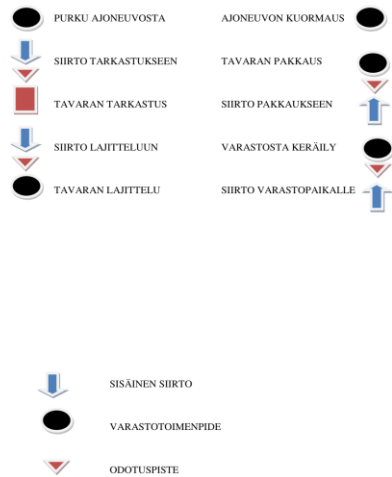
Materiaalinkäsittely käsittää kaikki ne toimenpiteet, jotka vaikuttavat fyysisesti materiaalin olotilaan, eli kaikki yrityksen sisäiset siirrot, jotka liittyvät jollain tapaa tuotantoon. Sisäiset siirrot eivät siis kata kaukokuljetuksia, vaikka vaikutus materiaalille on periaatteessa sama kuin sisäisessä siirrossa. Tuotantolaitoksen materiaalivirta on olennainen osa yrityksen sisäisiä siirtoja, johon kuuluvat lähetysten purku, lähetysten tuotantoonohjaus ja pakkaustoiminnot. Siirroksi lasketaan tuotantoprosessin tuotantopisteiden välisiä kuljetuksia. Kuljetustarve määrittää usein kuljetusten järjestämisen. Siihen vaikuttaa myös materiaalivirtojen siirtomäärät ja säännöllisyys. Epäsäännöllisiä kuljetuksia hoidetaan erillistoimituksina, kun taas säännölliset kuljetukset suoritetaan erityisiä sisäisiä reittejä käyttäen. Tällöin yrityksellä on aikataulutettu reitti, joka kulkee osastojen välillä säännöllisesti. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 160–161.)

#### 3.1 Mekaaninen materiaalinkäsittely

Mekaaninen materiaalinkäsittely käsittää henkilötyövoimalla tehdyt käsittelyt siirtovälineitä käyttäen pois lukien automatisoidut apuvälineet. Kuvassa kolme on tarkasteltu varastoinnin toimenpiteitä. Nuolella merkatut toimenpiteet ovat sisäisiä siirtoja. Voidaan havaita, että siirrot ovat huomattavan tärkeitä varastoinnissa. Ympyrällä merkityt toimenpiteet ovat suuri osa sisäisiä kuljetuksia, sillä ilman noita toimintoja siirtoja ei tarvita. Kolmiolla merkityt kohdat ovat tavaran odotuspisteitä, joihin tulee kiinnittää suurta huomiota. Odotusaikoja nopeuttamalla nopeutetaan materiaalsiirtoja, mikä taas nopeuttaa koko materiaalivirtaa.

Varaston liikenne voi olla toisinaan vilkasta, joten sisäisten siirtojen suunnittelu on suoritettava siten, että sisäiset siirrot hankaloittaa muita toimintoja varastossa mahdollisimman vähän. Suunnitteluvaiheessa on toimivan materiaalivirran lisäksi otettava huomioon työturvallisuus. Ruuhkaiset varastointitilat lisäävät työtaturmariskejä, mutta toisaalta käytävistä ei voi tehdä liian suuria, jolloin ne vievät varastokapasiteet-

tia sen olennaiselta toiminnalta eli varastoimiselta. Sähkötrukkien hiljainen käyntiäni hankaloittaa vaaratilanteen huomaamista, jolloin törmäysriski jalankulkijan kanssa kasvaa. Työturvallisuusriskiä lisäävät myös varastoitavat tavarat, sillä joskus niitä voi tippua hyllystä alas aiheuttaen suurta vaaraa sekä trukkikuljettajalle sekä jalankulkijalle. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 161-164.)



Kuva 3: Varaston materiaalinkäsittely

Mekaaninen siirtotyö vaatii aina jonkin siirtovälineen. Siirtovälineen valintaan vaikuttavat korkeussuhteet. Kuljetusreitti voi olla vaakasuora, jolloin käytettävissä olevia siirtimiä on eniten, tai kaltevia, jolloin kaltevuuskulma ratkaisee siirtovälineen valinnan, tai pystysuora, jolloin valittavia siirtovälineitä on vähän. Painovoiman käyttö apuna on suotavaa. Esimerkiksi suuret materiaalmäärät on helpompi nostaa isoina erinä ylimpään kerrokseen, josta ne voidaan laskea tarvittavan kokoisissa erissä alempiin kerroksiin käyttäen painovoimaa. Samanaikaisia vaaka- sekä pystysuoria osuuksia tulee välttää, sillä molempiin soveltuvia siirtovälineitä on vähän. Huomioon on otettava myös reitin suoruus. Mutkia tulee välttää, sillä mutkittelu aiheuttaa tehontarpeen lisääntymisen sekä lisämatkaa reitille. Reitien pituudelle on määritetty taloudellinen toimintaetäisyys, jota ei tule ylittää. Kun arvostellaan kuljetusreitien laatua, erotetaan toisistaan kulkutietä ja ympäristö. Kulkutiellä tarkoitetaan tietä, jota pitkin materiaali tai kuljetusväline liikkuu. Ympäristöllä tarkoitetaan sitä ympäristöä, jossa kuljetus tapahtuu. Kulkutien laatuun tulee panostaa silloin, kun materiaalin mukana liikkuu myös kuljetin, esimerkiksi trukki. Reitien pituudella ei ole niin suurta merkitystä kuin



reitin kunnolla. Jos kuljetusreitti on huonossa kunnossa, on soveltuvia kuljettimia vähemmän kuin pitemmälle reitille, joka taas on paremmassa kunnossa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 164-165.)

Trukilla tarkoitetaan moottorikäyttöistä, ajettavaa materiaalin siirtovälinettä, jossa on siihen tarvittavat laitteet. Laitteiksi mielletään haarukat, tartuntapihdit ja nostokelkat. Trukkien käyttötarkoitus ja toimintaperiaatteet vaihtelevat. Nostokyky vaihtelee aina sadasta kilosta 50 tonniin saakka ja nostokorkeus taas noin metristä yli kymmeneen metriin. Trukin joustavat käyttöominaisuudet tekevät siitä tavallisimman ja yleisimmän tavarankäsittelyyn tarkoitettua koneen. Trukissa on hyvin kääntyvät pyörät, joten kuljetusreitit ei tarvitse olla suora. Trukin käyttötarkoitusta voidaan muokata vaihtamalla sen etuosassa olevaa tartuntavälinettä. Trukilla pysty- ja vaakasiirrot sujuvat helposti ja nopeasti. Nämä ominaisuudet tekevät trukista kompaktin valinnan yleiseksi tavarankuljettimiksi, sillä trucki voidaan muuntaa moneen eri käyttötarkoitukseen, jolloin se maksaa itsensä nopeasti takaisin. Trucki soveltuu parhaiten kappale-tavarankuljetukseen. Trukilla on kuitenkin rajoituksia. Esimerkiksi nesteiden ja jauheiden siirtoon se ei sovellu, ellei niitä ole pakattu käsittely-yksikköihin, esimerkiksi kuutiokonttiin. Trucki vaatii tasaisen lattian sekä mahdollisimman vähän eri työskentelykerrosta. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 166.)

Materiaalin siirtämiseen käytetään myös erilaisia kuljettimia. Kuljettimella tarkoitetaan sellaista sähkömoottorisia laitteita, joiden runko on koko kuljetettavan matkan mittainen ja jotka sisältävät erityisen kuormansiirtoelimen kuljetettavaa materiaalia varten. Kuljettimet ovat usein kiinteärakenteisia ja jotka voidaan asentaa lattialle, kattoon tai seinälle. Kuljetusreitti voi olla laskeva, nouseva tai vaakatasossa kulkeva. Kuljetin sopii käytettäväksi silloin, kun suuria määriä materiaaleja siirretään kahden vakiopisteen välillä jatkuvasti. Kuljettimen suunnittelu on tehtävä huolella, sillä valmistettu kuljetinta on hankala purkaa kiinteän rungon vuoksi, eikä se välttämättä ole oikean kokoinen seuraavaan käyttökohteeseen. Hihnakuljettimella kuljetetaan tavallisesti irtonaista joukkotavaraa, kuten malmia, turvetta tai haketta esimerkiksi välivarastojen tai tuotantolinjojen ja varastojen välillä. Lamellikuljetin on liukuva alusta, joka kuljettaa vaakatasossa. Yleisimpiä käyttötarkoituksia ovat liukuportaot ja matkatavarankuljettimet lentokentillä. Rullaradalla tarkoitetaan rullien päällä tapahtuvaa materiaalin siirtoa. Rullien päällä voi siirtää paketteja ja kuormalavoja vaakatasossa. Ketjukuljettimet soveltuvat moniin eri käyttötarkoituksiin ja ne liikkuvat vaakatasossa. Suu-

rin käyttötarkoitus lienee puuteollisuudessa materiaalin kuljetuksessa, mutta sitä käytetään myös kuormalavojen siirtämiseen. Elevaattori, eli hissi, on pystysuunnassa kulkeva ketjukuljetin. Elevaattori sisältää ketjun varassa kulkevat korit tai kolat, joiden avulla materiaalia siirretään alhaalta ylös. Pneumaattiset kuljettimet, eli putkikuljettimet toimivat paineilman avulla siirtäen materiaalia putkilinjaa pitkin käyttäen alipainetta tai leijupetiperiaatetta, jossa materiaali kulkee ilmavirran mukana. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 166-168.)

Erilaiset painovoimaan perustuvat siirtimet ovat myös käytännöllisiä materiaalin siirtimiä. Tunnetuimpia siirtimiä ovat viljatuotteiden siirtoon tarkoitettut kierre- ja hitaus-siirtimet, joissa materiaali kulkee putkilossa. Sen sisällä pyörii poranterän kaltainen ruuvi, joka siirtää tuotetta eteenpäin. Siirrintä voidaan käyttää vaakatasossa tai kaltevassa tasossa, mutta pystysuoraa nostoa sillä ei voi tehdä johtuen suuresta tehon tarpeesta. Kierresiirrin soveltuu rakeisten tai jauhemaisten materiaalin siirtämiseen. Kierresiirrin on helposti siirrettävissä eri toimipisteisiin, mikä tekee kierresiirtimestä erittäin kompaktin. Putkilon sisällä tapahtuva kuljetus estää pölyämisen. Tärysiirrin kuljettaa materiaalia tärisevän liikkeen avulla, jolloin muutenkin herkästi liikkuva materiaali lähtee liikkeelle. Siirrin toimii vain kaltevassa tasossa alaspäin. Hitausvoiman ansiosta materiaali liikkuu monikertaisesti tärinän liikkeeseen nähden. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 168.)

### 3.2 Automaattinen ja puoliautomaattinen materiaalinkäsittely

Puoliautomaattinen materiaalinkäsittely tarkoittaa sitä, että mekaanisen materiaalinkäsittelyn rinnalle on otettu käyttöön automatisoituja materiaalinkäsittelytoimintoja. Vihivaununjärjestelmä (Automated Guided Vehicle) on trukin ja trukin ohjausjärjestelmästä koostuva laite. Materiaalinkäsittelyn kannalta tulos on sama kuin mekaanisessa materiaalinkäsittelyssä, mutta vihivaunu toimii ilman kuljettajaa. Vaunu kulkee aina samaa, valmiiksi suunniteltua reittiä pitkin. Vaunun ohjaus tapahtuu magneettisella, optisella tai radioaaltoon perustuvalla tavalla. Magneettiohjauksessa vaunu kulkee lat-tiassa olevaa magneettijuovaa pitkin. Juova on asetettu reitin mukaan ja reittiä on helppo muuttaa vaihtamalla magneettijuova uutta reittiä vastaavaksi. Optisessa ohjaustavassa vaunu kulkee laser- ja heijastustekniikkaa käyttäen, jolloin vaunu paikantaa reitin kutakin siirtoa varten erikseen. Automaattilajittelua käytetään valmiiksi kuljetusta varten kerätyissä lavoissa ja niiden lajittelussa lähetysalueilla. Lavojen kylkiin

liimataan viivakoodilla varustetut tarrat. Automaatti lukee tarran viivakoodin, jolloin oikea lastauslaituri löytyy. Yrityksen tehokkaassa automaatiassa asiakastilaus syötetään yrityksen järjestelmään, jolloin koodi tulostuu automaattisesti asiakkaan osoite-tarraan keräyksen yhteydessä. Järjestelmän hyötyjä ovat toimitusvirheiden aleneminen, nopeuden lisääntyminen sekä työvoiman pienempi tarve. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 170.)

Robottiikalla tarkoitetaan järjestelmää, jossa mikroprosessoriin ohjataan useampi toiminto. Tämä mahdollistaa yhden tai useamman liikeradan tekemisen yhdellä koneella. Robottiikkaa käytetään varsinkin autoteollisuudessa, sillä samassa toimipisteessä voidaan tehdä esimerkiksi hitsaus- ja maalaustoimenpiteitä. Ohjelmointi on yksinkertaista, sillä laite suorittaa samat liikkeet aina samassa järjestyksessä. Logistiikassa robotiikan käyttöönotto on ollut hitaampaa. Esimerkiksi pakkausten vaihtelevat koot aiheuttavat sen, että yhtä tai kahta liikettä ei voida käyttää. Robottiikkaa voidaan käyttää esimerkiksi lastaus- ja purkutoimintoihin sekä tuotteiden pakkaustoimintoihin. Robottiikka tarjoaa myös etuja epäinhimillisissä oloissa. Esimerkiksi kovassa melussa tai kylmissä olosuhteissa robotiikan avulla päästään toiminnallisesti samaan tulokseen, mutta ihmiskeho ei rasitu. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 169-170.)

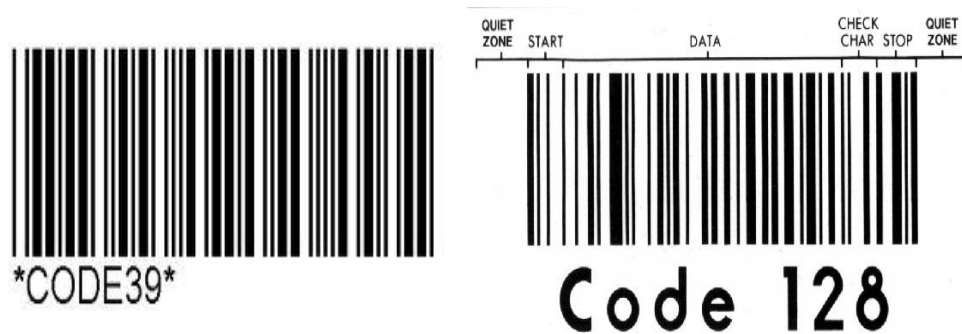
Varastoautomaatti, eli Paternoster, koostuu umpinaisesta karusellihyllystä. Hylly täytetään ja hylly puretaan samasta tasosta. Automaatin toimintaperiaate on viivakoodin tunnistaminen. Tunnistetun viivakoodin avulla laite tuo oikean hyllyn esille, joka mahdollistaa automaattisen tavaran lisäyksen hyllypaikalle, tai tavaran poisoton. Laite on liitetty yrityksen järjestelmään, jolloin koko keräily voidaan suorittaa tilausnumeroiden perusteella. Tämä tarkoittaa sitä, että automatiikan ja tilausnumeron avulla laite löytää halutun tavaran viivakoodin avulla. Laitteita on erikokoisia, suurimmat ovat korkeudeltaan 12 metriä ja kantavuudeltaan 16 tonnia. Laite on helposti lukittavissa, joten se on turvallinen kun varastoitava tavara on arvokasta. Työntekijän työergonomia paranee, sillä tavaroiden lisääminen hyllyyn ja tavaroiden hyllystä poisottaminen tapahtuu aina samalta tasolta. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2004, 170).

### 3.3 Materiaalin tunnistuskeinot

Viivakoodi on informaatiota sisältävä, koneellisesti luettava alusta. Viivakoodia luetaan erityisellä lukulaitteella tai ohjelmallisesti viivakoodista otettua kuvaa tulkiten. Viivakoodi koostuu eripituisista ja -paksuisista viivoista, jotka vastaavat jotain merk-

kiä. Viivakoodia voidaan lukea molemmista suunnista. Viivakoodin tunnetuin käyttökohde on kauppojen EAN-koodit (European Article Number). Viivakoodeja käytetään koko tilaus-toimitusketjun hallinnassa. Viivakooditeknologia lisää mahdollisuuksia tallentaa informaatiota mahdollisimman pieneen fyysiseen tilaan. Viivakoodi on tunnetuin ja käytetyin automaattitunnistuskeino. (GS1 Finland.)

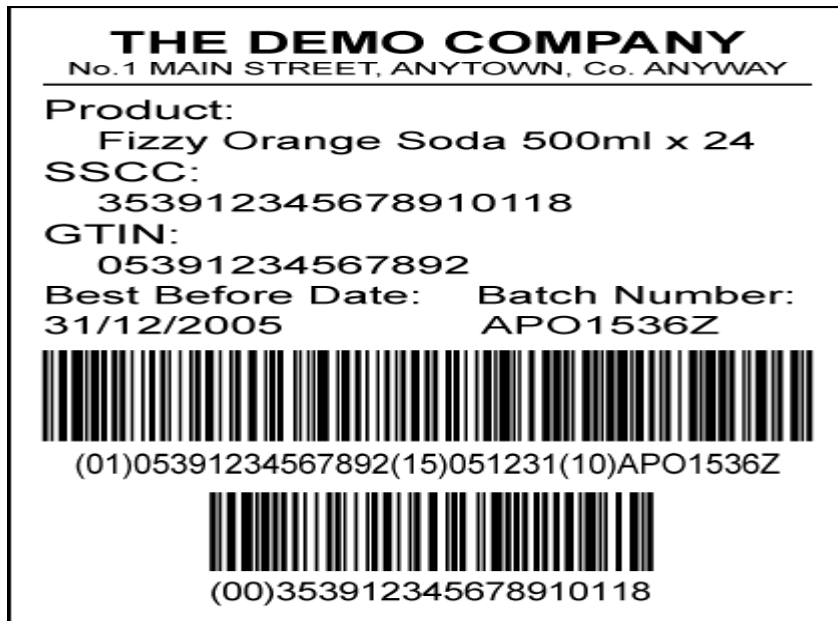
Code 39 ja 39H ovat EAN -koodin jälkeen käytetyimpiä viivakoodityyppejä maailmassa. Koodeja käytetään laajalti teollisuuden ja teknisen tukkukaupan yhteydessä. Code 39 sisältää numeroita ja kirjaimia. Jokaista merkkiä esittää 5 viivaa ja 4 väliä, 3 näistä on leveitä ja 6 kapeita. Viivakoodin sarja alkaa ja loppuu aina määrättyihin aloitus- ja lopetusmerkkeihin. (ID Express Oy.)



Kuva 4. Code 39 – viivakoodi ja code 128 – viivakoodi. (BarCode 1 2012.)

Code 128 mahdollistaa pankkiviivakoodien turvallisen käytön. Koodi sisältää 106 merkkiä, joilla on kaikilla eri tarkoitus riippuen koodin aloituskirjaimesta, joka voi olla A, B tai C. Koodi sisältää tarkistussumman, joka saadaan summaamalla koodin ensimmäinen merkki muiden merkkien ja merkkien paikan tulolla. Tuloksesta otetaan jakojäännös luvusta 103. Koodin luominen on helppoa, sillä koodia käyttöönottaessa mukaan toimitetaan laite joka laskee edellä mainitut laskutoimitukset puolestasi. (ID Express Oy.)

GS1 128 on GS1 – viivakoodiperheen tunnistusmuoto. GS1 on globaalisti tunnettu terveydenhuollon piirissä, mutta nykyisin myös logistiikassa. Informaatiota voidaan säilöä pienempään tilaan kuin EAN -koodissa. GS1 128 viivakoodia käytetään logistiikassa lavalapuissa, jolloin informaatio sisältää erilaisia tietoja kyseisestä erästä, esimerkiksi päivämäärätietoja ja eränumeroita. GS1 128:ssa on käytössä 48 merkin aakkos-numeerinen kapasiteetti. (GS1 Finland)



Kuva 5. Code GS1 128. (Axicon Auto ID LLC 2012.)

EAN-13-viivakoodi on EAN-standardin mukainen tuotenumerointi, jossa määritellään myös sisältö. Informaatio esitetään eri paksuisilla tummilla viivoilla ja viivojen väliin jäävillä valkoisilla alueilla. Koodissa on neljä eri osaa, jotka sisältävät informaatiota, kuten koodin myöntäjän nimen, sisällön tuottajan, itse tuotteen sekä tarkistussumman, jonka avulla tarkistetaan että tuote on luettu oikein. (ID Express Oy.)



Kuva 6. EAN-13 – viivakoodi. (Barcode Islands 2006.)

Datamatrix on 2-D – viivakoodi, jossa on 3316 numeerinen ja 2335 aakkos-numeerinen kapasiteetti. Suuri aakkos-numeerinen kapasiteetti selittyy sillä, että viivakoodiin voidaan tallentaa informaatiota sekä pysty- että vaakasuunnassa. Tämä mahdollistaa informaation tallentamisen entistä pienempään tilaan. (GS1 Finland.)



Kuva 7. 2-D – viivakoodi. (Intouch labels 2013.)

EAN – viivakoodi on käytössä laajalti Euroopassa. Kun yritykset käyvät mannertenvälistä kauppaa, tarvitaan yhteinen koodi. GTIN on Euroopan, Yhdysvaltojen sekä Kanadan yhteinen koodi-järjestelmä, joka yhdistää näiden kolmen alueen koodit. (GS1 Finland)

### 3.4 Kuormalavat

Kuormalavoilla tarkoitetaan standardisoitua kuljetusalustaa. Kuormalavat ovat uudelleenkäytettäviä, yleensä puisia. Kuormalavoja käytetään logistiikassa materiaalin kuljettamiseen sekä varastoimiseen. Kuormalavaa voidaan käsitellä haarukkavaunulla logistiikkaketjun kaikissa vaiheissa. Kuormalavojen avulla materiaalinkäsittely nopeutuu ja helpottuu. Kuormalavojen käyttö edellyttää tehokasta vaihtolavajärjestelmää. Vaihtolavajärjestelmässä tavaran kuljettaja merkitsee rahtikirjan tuomansa lavamäärän ja saa lähtiessään yritykseltä vastaavan määrän tyhjiä kuormalavoja. Kuormalavoissa on joskus kolhuja ja halkeamia, joten niiden korjausta on myös harjoitettava. Yleisimpiä kuormalavatyyppejä ovat EUR-lava, FIN-lava, risulava sekä myymälälava. Kuormalavan päälle voidaan rakentaa erilaisia yhdistelmiä, esimerkiksi nesteiden säilytykseen tarkoitettuja pienoiskontteja. (Suomen kuljetusopas.)

EUR-lava on eurooppalainen standardi ja käytössä laajalti koko Euroopan alueella. Kuormalavan mitat ovat 800mm x 1200mm. Kuormalava on kaksikantinen ja se kuormalavalle kuormaus tapahtuu vain yhdelle puolelle. Kuormalava sisältää yhdeksän välitukea ja kolme tukilautaa. Rakennusmateriaalina käytetään yleensä puuta. Kuormalavan koko sopii mainiosti kuljetuksiin, sillä kolme EUR-lavaa mahtuu karryn sisällä olemaan vierekkäin tukien muita kyydissä olevia lavoja. (Suomen standardoimisliitto SFS ry.)



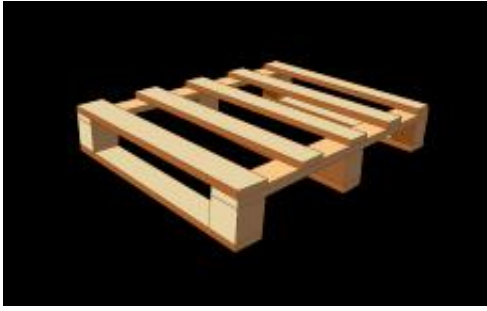
Kuva 8. EUR-lava. (Marcovic 30.1.2011.)

FIN-lava soveltuu käyttötarkoitukseltaan samaan kuin EUR-lava, mutta se on standardisoitu vain Suomeen. FIN-lavan historia juontaa juurensa VR-yhtymän kehittämästä lavasta, joka soveltuu junakuljetuksiin. FIN-lavan mitat ovat 1000mm x 1200mm. Lavaa voidaan käyttää myös kansainvälisissä kuljetuksissa, sillä lavoja voidaan lastata kärryyn poikittain, jolloin niitä menee kaksi rinnakkain. (Suomen standardoimisliitto SFS ry.)



Kuva 9. FIN-lava. (Absolut Ehitus 2010.)

Risulavalla tarkoitetaan kuormalavaa, joka ei sisällä panttia. Risulavan mitat ovat usein lähes standardin mukaiset, joten se soveltuu kyllä standardisoitujen lavojen tavoin kuljetuksiin niin Suomessa kuin kansainvälisesti, mutta on laadultaan huonompi. Pantittomuudesta on hyötyä esimerkiksi silloin kun materiaalin lähettäjä tai vastaanottaja ei kuulu vaihtolavajärjestelmän piiriin. (Suomen standardoimisliitto SFS ry.)



Kuva 10. Risulava. (M. Kosola Kuormalavat Oy.)

Myymälälava on tasoltaan yhtä hyvä kuin EUR- tai FIN-lava. Myymälälavan mitat ovat 800mm x 600mm. Myymälälavaa voidaan käsitellä kuten muitakin kuormalavoja, mutta sen käyttötarkoitus poikkeaa hieman muista. Parhaiten myymälälava pääsee oikeuksiinsa esimerkiksi päivittäistavarakaupassa, kun tilaa on vähän ja tavaraa paljon. (Suomen standardoimisliitto SFS ry.)



Kuva 11. Myymälälava. (Eckes-Granini Finland Oy AB.)

Pienoiskontti on kuormalavan päälle rakennettu varastointiyksikkö. Pienoiskontti soveltuu nesteiden, kaasujen ja jauheiden varastointiin ja kuljettamiseen. Pienoiskontin tilavuus vaihtelee 500 - 2000 litran välillä. (Suomen kuljetusopas.)



Kuva 12. Pienoiskontti. (Ongelmajätepalvelu Mäentie Oy.)



### 3.5 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä, eli ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning) pyrkii yhdistämään yrityksen toimintoja ja osastoja yhden ERP-järjestelmän alle. Toiminnanohjausjärjestelmää voidaan käyttää samana ohjelmana eri osastojen välillä kunkin osaston tarpeeseen, esimerkiksi laskutuksen, varastoinnin, henkilöstön ja taloushallinnon tarpeeseen. Toiminnanohjausjärjestelmä käyttää yhtä ja samaa dataa, eli tietoja, kaikilla osastoilla ja datat ovat käytettävissä eri osastojen ja toimintojen välillä, joten informaation kulku on ripeää. Näiden etujen saavuttaminen tuo yritykselle huomattavan suuren hyödyn. Esimerkiksi tavarantoimituksen tuotantolaitokseen voidaan tehdä toiminnanohjausjärjestelmän avulla, jolloin kaikki samaa järjestelmää käyttävät näkevät että tilaus on tehty. Ongelmatilanteessa, esimerkiksi laivan upotessa laskutus voi alkaa kysellä yrityksen muilta osastoilta tavaroiden perään. Nyt ei tarvitse kuin tarkistaa toiminnanohjausjärjestelmästä, että tavara ei ole saapunut vielä varastoon. Tavarantoimitus tiedetään ja se tuo lisää informaatiota jatkotoimenpiteitä varten. Toiminnanohjausjärjestelmä yhdistää siis usean toimipisteen tietokoneen yhdeksi moduuliksi. Hyvä toiminnanohjausjärjestelmä antaa kuitenkin mahdollisuuden muokata järjestelmän kunkin osaston tarpeita vastaavaksi, mutta perusajatus on, että tietoa on helposti saatavilla. (ERP definition and solutions -artikkeli 17.4.2008.)

Suurin odotus toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntämisestä on tuotteen läpimenoajan hallinnoinnissa, eli siitä kun tilaus on tehty siihen pisteeseen kun tuote on lähetetty esimerkiksi jälleenmyyjälle ja siitä on saatu laskua vastaava summa. Toiminnanohjausjärjestelmä ei tee myyntityötä, vaan auttaa nimenomaan suunniteltaessa fyysisiä aktiviteetteja käyttäen automaatiota ja dataa. Esimerkiksi tilausta tehdessä dataa on luotu kunkin tavarantoimittajan kohdalle erikseen, jolloin esimerkiksi tavarantoimittajan lähetysaikataulut ovat helposti saatavilla. Nämä tiedot ovat saatavilla yrityksen kaikissa osastoissa ja dataa voidaan päivittää, mikäli tarvetta ilmenee. Toiminnanohjausjärjestelmässä kunkin työvaiheen valmistuessa tieto siirtyy seuraavalle osastolle. Esimerkiksi tilattu tilaus siirtyy vastaanoton tietoon, joten he tietävät valmistautua siihen. (ERP definition and solutions -artikkeli 17.4.2008.)

Toiminnanohjausjärjestelmän asennus kestää tapauksesta riippuen 3-6 kuukautta ja se tehdään luonnollisesti yrityksen pyöriessä normaalisti. Tämä on siis hektistä aikaa yrityksessä, joten toiminnanohjausjärjestelmän hankintaan kannattaa käyttää aikaa ja

harkita sen tarvetta. Toiminnanohjausjärjestelmän voi asentaa osasto osastoltakin, jolloin asennusten välissä voi totutella uuteen ja miettiä mitä seuraavalta asennusvaiheelta tarvitaan ottaen huomioon jo asennetut järjestelmät. Työntekijöiden toimintatapojen on muututtava, sillä muutos entiseen on hyvin suuri, joten tämäkin tuo hankaluuksia asennuksen jälkeen. Kun toiminnanohjausjärjestelmä on asennettu, keskimääräinen siirtymäaika entisestä toimivaan toiminnanohjausjärjestelmän käyttöön kestää 1-3 vuotta. Asennus- ja siirtymäajan pituudesta ei kannata olla huolissaan, vaan siitä, mitä muutoksia tuli tehtyä ja miten yritystoiminta parani. Parannuksia tulisi syntyä seuraavilla sektoreilla: talousasiat, tavaran tilausasiat, tuotannon nopeutumisessa, varaston pienentämisessä sekä henkilöstöasioissa. (ERP definition and solutions -artikkeli 17.4.2008.)

Toiminnanohjausjärjestelmän kustannukset riippuvat yrityksen koosta ja miten laajalti toiminnanohjausjärjestelmä otetaan yrityksen käyttöön. Vuonna 2007 Aberdeen Groupin teettämän tutkimuksen mukaan yrityksen, jonka liikevaihto oli noin 50 miljoonaa \$ vuodessa, toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoon oli keskimäärin investoitu 384 295 \$. Tutkimukseen osallistui 1680 yritystä ja kustannuksiksi laskettiin asennus ja ylläpitokustannukset kahden vuoden ajalta. Vuonna 2002 Meta Groupin kyselyn mukaan toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto alkoi tuottaa hyötyä vasta kahdeksan kuukauden jälkeen, joten toiminnanohjausjärjestelmältä ei kannata odottaa vallankumouksellista muutosta heti ensimmäisen vuoden aikana eikä sen jälkeen. Toiminnanohjausjärjestelmä maksaa itsensä takaisin, mikäli se on oikeasti tarpeellinen ja sitä käytetään oikein. (ERP definition and solutions -artikkeli 17.4.2008.)

#### 4 RATKAISU

Varaosavaraston suunnittelu tehtiin valmiiksi suunniteltuun varastorakennukseen. Varastorakennus sijaitsee Kotka Energia Oy:n Hyötyvoimalaitoksen tontilla tuotantotilojen välittömässä läheisyydessä. Rakennuksen ulkokuori on tehty muovipressusta, joten rakennus ei ole lämmitetty / jäädytetty. Lattia on valmistettu asfaltista, joka antoi paljon mahdollisuuksia materiaalinkäsittelyyn liittyvissä valinnoissa. Varaosavarastoon suunniteltiin toimiva hyllyratkaisu ottaen huomioon toimeksiantajan toiveet niin hylly- kuin kalustohankinnassa. Varaosavarastossa varastoidaan Hyötyvoimalaitoksen prosessissa tarvittavia laitteita ja varaosia, esimerkiksi kuljettimien varaosia, vaihteistoja sekä erilaisia venttiileitä.

#### 4.1 Varaosavaraston pohjapiirustus ja layout

Varaosavarasto on rakennettu kehikoiden päälle valkoisesta pressusta. Kehikot on pulttiliitoksin kiinnitetty maahan valettuihin betonianturoihin, joita on yhteensä 16 kappaletta. Rakennusta rakennettaessa on otettu huomioon paikalliset sääolosuhteet, eli rakennus kestää vesi- sekä lumisadetta ja kovaakin tuulta.

Varaosavaraston ulkomitat ovat leveys 12 metriä ja pituus 24,3 metriä. Kuvassa mitat ovat millimetreissä. Näillä mitoilla varaston pinta-alaksi saadaan 291,6 neliömetriä (12m x 24,3m). Varaosavaraston harjakorkeus on kuusi metriä ja pienin korkeus on neljä metriä, eli katto on harjakatto. Varaosavaraston tilavuus on 1460 kuutiometriä.

Varaosavaraston valaistus on suunniteltu hyllyratkaisun perusteella, jolloin valaistusta saatiin hyödynnettyä mahdollisimman paljon. Valot ovat katossa kuormalavahyllyjen välissä, jolloin valo ei jää ylimpien hyllyjen päälle. Kulku varaosavarastoon suoritetaan ensisijaisesti liitteen 3 oikeassa reunassa olevasta liukuoven keskellä olevasta ovesta. Tavaraliikenne varastoon ja varastosta suoritetaan kyseisestä liukuovesta, joka on neljä metriä leveä. Liukuoven leveys mahdollistaa myös suurempien tavaroiden varastoon siirtämisen ilman varastorakenteiden purkamista. Liitteen 3 vasemmassa reunassa kuormalavahyllyjen takana on hätäpoistumistie, jota ei käytetä muuhun tarkoitukseen.

Hyllyjen sijoittelussa on otettu huomioon toimeksiantajan tarve kahdenlaisista hyllyistä, kuormalavahyllyistä sekä ulokehyllyistä. Ulokehyllyn paikka on merkattu liitteeseen 2, josta käy ilmi ulokehyllylle jätetty reilu käsittelytila. Tämä lisää ulokehyllyn käyttömukavuutta ja turvallisuutta nostamalla esimerkiksi painavia putkia hyllyyn. Kuormalavahyllyt on merkattu kuvaan 13 A- ja B-tunnuksin. Myös liitteen 2 alalaidan pitkä sivu on varattu kuormalavoille. Kuormalavahyllyjen väliin jätetty tila on 2750mm joka on riittävä tavaraa hyllyttäessä tai pois ottaessa. Tilaa ei kuitenkaan ole reilusti, sillä tarkoitus oli tehdä varaosavarastosta mahdollisimman suurikapasiteettinen. B-hyllyn eteen on jätetty runsaasti tilaa sellaisille tavaroille, joita ei kannata suuren kulutuksen / tavaraluonteen vuoksi nostaa hyllylle. Tällaisia materiaaleja ovat isot öljytynnyrit ja muut nestekontit, joita ei turvallisuussyistä nosteta ylös hyllyyn.

## 4.2 Varaosavaraston hyllyratkaisut

Varaosavaraston hyllyt koostuvat kaksista eri hyllytyypeistä, kuormalavahyllyistä sekä ulokehyllyistä. Kuormalavahyllyjä on kaksi eri korkeutta johtuen varastorakennuksen katon muodosta. Erikorkuiset kuormalavahyllyt on merkattu liitteeseen 2 A- ja B-hyllyinä. Kuormalavahyllyt palvelevat Hyötyvoimalaitoksessa käytössä olevia euro-lavalle varastoitavia tavaroita. Ulokehyllyt palvelevat Hyötyvoimalaitoksen putkivarastoja.

Kuormalavahylly A koostuu viidestä hyllyväliköstä. Yhden hyllyvälikön leveys on 2700 millimetriä. Näin ollen yhteen hyllyvälikkoon mahtuu vierekkäin kolme EUR-lavaa. EUR-lavojen leveys on yhteensä 2400 millimetriä, joten tämä jättää trukkipuskille tarvittavan pelivaran, eli 300 millimetriä. Hylly A on kuormalavastandardin mukaisesti 1100 millimetriä syvä. Hyllyssä A on pystysuunnassa neljä varastointitasoa. Kolme alinta tasoa ovat korkeudeltaan 950 millimetriä, joten ottaen huomioon trukkipuskurin tarvitseman nostotilan hyllyyn ja hyllystä pois, on lavojen maksimikorkeus 800 millimetriä. Hyllyt ovat kuitenkin muokattavissa tarpeen mukaan, korkeutta voidaan säätää kahden senttimetrin välein helposti ja nopeasti nostamalla hyllyn palkkia, jonka varassa kuormalavat makaavat. Neljäs varastotaso ylettyy kattoon saakka, joten lavan maksimikorkeus on hieman alempia korkeampi. Liitteen 2 alalaidassa on myös kuormalavahyllyjä, joiden tekniset mitat ovat pituutta lukuun ottamatta samat kuin kuormalavahyllyn A mitat. Siinä hyllyväliköitä on yhteensä kahdeksan, joten euro-lavakapasiteetti hyllyissä A on yhteensä 156. Tämä saadaan siis laskemalla yhteen molemmat A-hyllyt:  $(5 \times 3 \times 4) + (8 \times 3 \times 4) = 156$ . Hyllyjen kantavuus on mitoitettu siten, että kun se on täynnä, keskimääräinen kuormalavapaino on 850kg, eli yhteensä A-hyllyt kantavat  $850\text{kg} \times 156 = 132\,600\text{kg}$ .

Kuormalavahylly B koostuu myös viidestä hyllyväliköstä, joiden leveydet ovat tismalleen samat kuin hyllyn A. Syvyys on myös standardin mukainen 1100mm. Ero hyllyyn A on hyllyjen B korkeus. Varastorakennuksen harjakorkeuden ollessa korkeampi B-hyllyjen kohdalla, on myös hylly B korkeampi. Tämä mahdollistaa yhden lisäkerroksen, eli varastointitasoja on yhteensä viisi. Hyllyjä on kaksi vastakkain, joten molempien kuormalavahyllyjen B yhteenlaskettu kapasiteetti on 150 euro-lavapaikkaa. Siis  $2 \times 5 \times 3 \times 5 = 150$ . B-hyllyn kantavuus mitattuna keskimääräisellä

kuormalavapainolla on siis  $850\text{kg} \times 150 = 127\,500\text{kg}$ . Koko varaosavaraston kuormalavakapasiteetti on yhteensä 306 EUR-lavaa ja yhteiskantavuus 260 100kg.

Ulokehyllyn korkeus on 2355 millimetriä ja ulokkeet ovat neljässä eri tasossa. Yhden ulokkeen pituus on 1260 millimetriä. Yhden ulokkeen kantavuus on 610 kilogrammaa, koko tason kantavuus on 2440 kilogrammaa. Uloketasoja ollessa neljä, antaa ulokehyllly maksimikapasiteetiksi 9760 kilogrammaa. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että varastoitavat putket makaavat kaikkien ulokkeiden päällä. Ulokehyllyn ulokkeet ovat kaltevia seinään päin, joten säilytettävät tavarat eivät pääse putoamaan lattialle.

Varastopaikat nimetään hyllyn, tason ja pituussuuntaisen paikan sijainnin mukaan. Paikat on merkattu palkkeihin paikan alapuolelle lukuun ottamatta lattiatason paikkoja, jotka ovat merkattu yläpuolelle. Paikat ovat merkattu tarratulostimen avulla tehdyillä paikkanumeroilla, ja paikat ovat merkattu aakkos-numeerisesti. Esimerkiksi paikka 1:C:15 on ensimmäisen hyllyrivin kolmas taso ja 15. paikka. Tällä nimeämisperusteella varastoitavat tavarat on helpompi lisätä Kotka Energia Oy:n käyttämään kunnossapitojärjestelmään. Kuvassa 13 näkyy tarratulostimella tehty kuormalavapaikka ja kuvassa 14 näkyy sama paikka kauempaa kuvattuna, josta käy ilmi lavapaikan nimeämisen peruste.



Kuva 13. Varastopaikan nimeäminen



Kuva 14. Varastopaikan nimeäminen 2

#### 4.3 Pinoamistrukki

Varastoitavia tavaroita käsitellään pinoamistrukilla. Pinoamistrukki soveltuu lavojen päällekkäin pinoamiseen sekä tavaroiden hyllytykseen. Trukiksi valittiin BT SWE120l. Pinoamistrukki soveltuu lavojen päällekkäin pinoamiseen ja tavaroiden hyllytykseen ja hyllystä pois nostamiseen. Pinoamistrukki on ketterä juuri pieniin varastoihin ja sillä käsitellään pääsääntöisesti kuormalavoja. Kuormalavahyllyjen väliin jäävä pieni tila edellyttää ketterää trukkia käytettäväksi, mutta se edellyttää myös trukinkäsittelytaitoa työturvallisuuden takaamiseksi.

Pinoamistrukkia voidaan ohjata joko seisaaltaan, tai ahtaissa paikoissa sitä voidaan tulla. Talutus on kuitenkin mahdollista vain hitaimmalla vaihteella turvallisuussyistä. Nopeuksia pinoamistrukissa on kolme. Nosto- ja laskunopeus on aina sama. Pinoamistrukin pyörä kääntyy 180 astetta, joka mahdollistaa erittäin pienessä tilassa kääntymisen. Pinoamistrukin nostokapasiteetti riittää nostamaan aina 4,5 metriin saakka. Suurin nostotaakka on 1200kg.

Pinoamistrukki toimii sähköllä ja se ladataan verkkovirran avulla. Pinoamistrukkia säilytetään liitteen kolme kuvan oikeassa yläreunassa, jossa sijaitsee myös latauspiste. Akkukennot sisältävät akkuvettä, joten akun vesitystä on tehtävä tasaisin väliajoin. Valmistaja suosittelee akkua vesitettäväksi joka kolmannella latauskerralla. Akku vesitetään aina kun akku on täyteen ladattu.

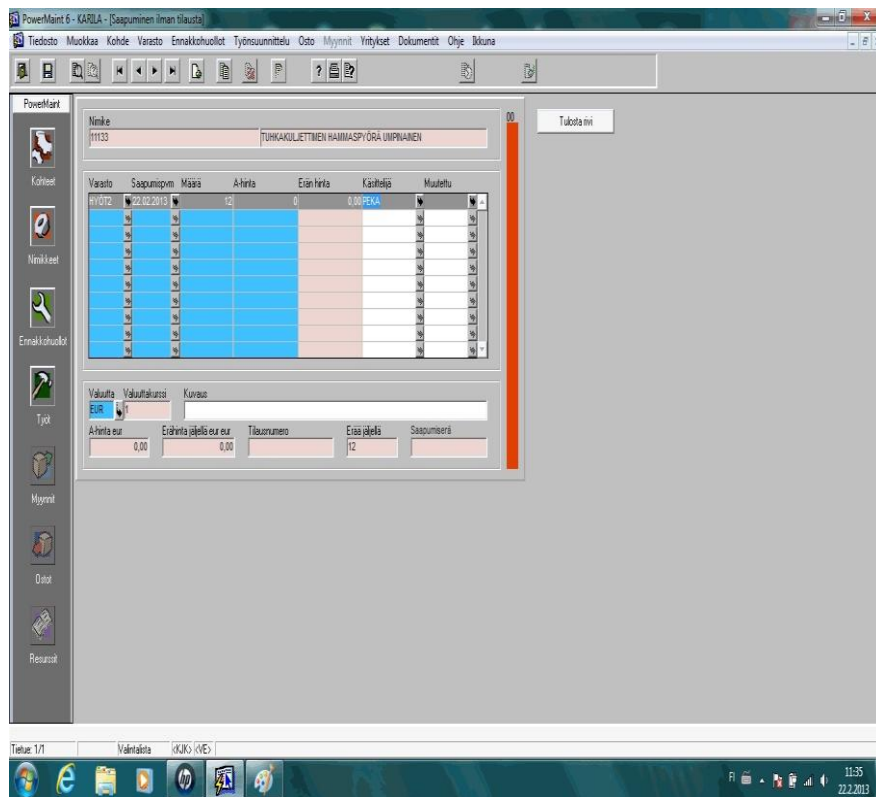


Kuva 15. BT SWE120L. (ZIZ Engineering 2011.)

#### 4.4 Nimikkeiden syöttäminen kunnossapitojärjestelmään

Jo olemassa olevat nimikkeet inventoitiin ja ne lisättiin Kotka Energia Oy:n kunnossapitojärjestelmään ja kaikki tulevaisuudessa saapuvat nimikkeet lisätään järjestelmään sitä mukaa kun ne saapuvat. Saapuvien nimikkeiden tunnistus tapahtuu mahdollisuuksien mukaan paketissa olevien tuotenimien perusteella, mutta toimialan luonteesta johtuen osa tuotteista ei sisällä nimeä, vaan ovat esimerkiksi räätälöity juuri Kotka Energia Oy:n tarpeisiin, jolloin nimikkeet nimetään sen mukaan, millä Kotka Energia Oy:n työntekijä ne kunnossapitojärjestelmästä helpoiten löytää. Tuotteiden kylkeen lisätään tarra, jossa lukee tuotteen nimi ja nimikekoodi. Tämä tehdään aina kun uusi nimike saapuu varastoon. Nimikettä voidaan hakea kunnossapitojärjestelmästä sanahaulla, joten tuotteiden nimeäminen on erityisen tarkkaa ja tärkeää toimintaa. Hakua voidaan toteuttaa myös katkomalla sanaa % -merkillä, jolloin haku helpot-

tuu. Tuotteita voidaan hakea myös aakkosellisesta tuotelistasta, mutta nimikkeiden suuresta määrästä johtuen suosin sanahaun käyttöä. Kunnossapitojärjestelmä on nimeltään PowerMaint 6, jonka toimittaja on tamperelainen Solteq Oyj.

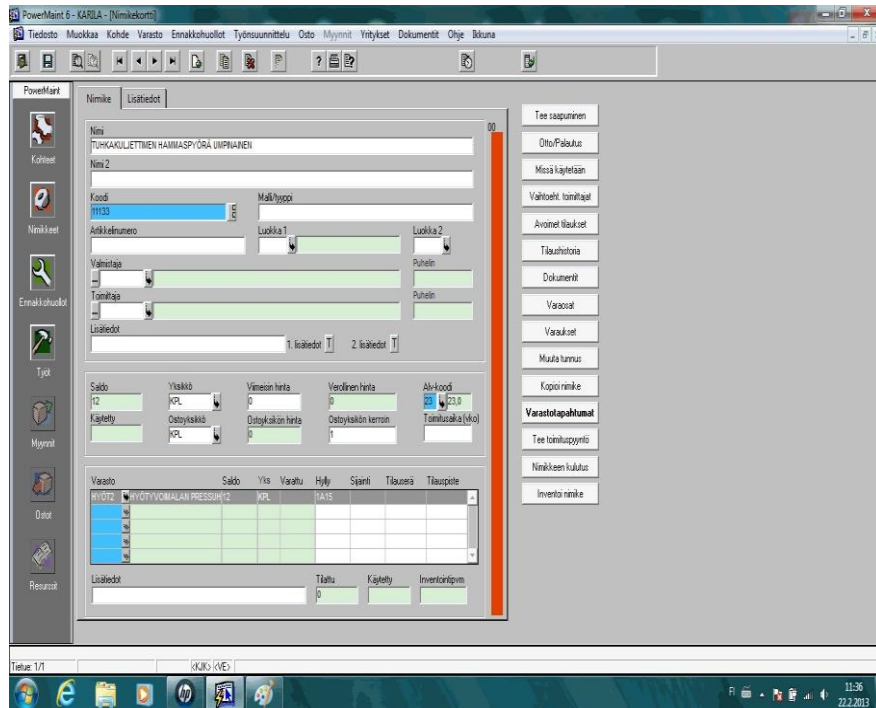


Kuva 16. Nimikkeen vastaanotto

Kuvassa 16 näkyy vastaanottotapahtuman näkymä. Nimikenumero luodaan uudelle tuotteelle ja mikäli yrityksessä on jo kyseistä nimikettä, tehdään vastaanotto aina samalle nimikkeelle kuin aikaisempi, jolloin varastosaldot pysyvät ajan tasalla. Kuvassa näkyy nimike, nimikkeen kirjoitettu nimi sekä kappalemäärä. Vastaanoton päivämäärä ei tarvitse erikseen muuttaa, vaan se on automaattisesti kuluvan päivän kohdalla. Päivämäärää voi kuitenkin muuttaa, mikäli vastaanotto tapahtuu esimerkiksi vasta kaksi päivää siitä kun tavara on saapunut varastoon. Varastokentässä lukee HYÖT2, joka on juuri kyseinen Hyötyvoimalaitoksen varaosavarasto. Varastosaldoja voi seurata myös Kotka Energia Oy:n Hovinsaaren toimipisteestä muuttamalla varastokenttään Hovinsaaren varastoa vastaavan varastotunnuksen. PowerMaint 6 vaatii käyttäjätunnuksen, jonka perusteella nähdään kuka vastaanottoa tekee tai on tehnyt. PEKA on lyhenne nimestäni. Kuvassa 17 näkyy tarkemmat tiedot nimikkeestä, esimerkiksi määräyksiköt. Tässä tapauksessa vastaanotetaan umpinaista ketjukuljettimen hammaspyörää, joten yksikkö on kappale. Tässä vaiheessa vastaanottoa määritetään myös varastopaikka numeeris-aakkosellisella nimeämisellä. Tämä nimike varastoi-



daan paikalle 1A15, eli ensimmäisen käytävän lattiatasolle ja 15. paikalle. Tämän jälkeen tiedot tallennetaan ja nimike voidaan siirtää sille varastopaikalle, mikä määritettiin vastaanottotilanteessa. Nyt nimikkeen saldot ovat helposti saatavilla järjestelmästä ja varaosat löytyvät oikeilta paikoilta varaosavarastosta.



Kuva 17. Nimikkeen vastaanotto 2

## 5 LOPPUSANAT

Nyt kun varasto on rakennettu ja sen toimivuutta on kokeiltu, voinen todeta saavuttaneeni asetetut tavoitteet. Tilaa on riittävästi ja kuormalavakapasiteetti on suhteellisen korkea. Kalusto toimii ja se on helppokäyttöinen. Koko kompleksi on helppokäyttöinen ottaen huomioon, että sitä käyttävät tahot eivät ole logistiikan ammattilaisia.

Jälkikäteen ajateltuna tekisin kaksi asiaa toisin. Vaikka tämä varaosavarasto ei ole muiden yritysten varastojen kanssa tekemisissä, nimeäisin kuormalavapaikat siltikin yleisen logistisen ohjeen mukaan ja jättäisin kirjaimet pois. Toinen asia on kalustosta puuttuva ohjaustehostin, jonka avulla pienemmässä tilassa ajaminen olisi ollut huomattavasti helpompaa.

Loppujen lopuksi olen tyytyväinen saavuttamaamme kokonaisuuteen ja siihen, että minulle annettiin suhteellisen vapaat kädet suunnitteluvaiheessa. Olen kiitollinen Kotka Energia Oy:lle tästä mahdollisuudesta tehdä jotain konkreettista yrityksen hyväksi.

Työn merkitys minulle henkilökohtaisesti kulminoituu juuri työn tärkeyteen ja siihen, että joku siitä oikeasti hyötyi. Haluan kiittää Kotka Energia Oy:n kunnossapitoinsinööriä Tomi Rämää, työn ohjaajaa lehtori Olli Huuskosta, Toyota Material Handlingia yhteistyöstä sekä erityisesti kollegaani Antti Muhosta.

## LÄHTEET

Hokkanen S, Karhunen J, Luukkainen M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Koppinen Oy, Jyväskylä.

Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. MH-Konsultit Oy, Espoo.

Slack N., Chambers R., Johnston R. 2007. Operations management. Pitman Publishing imprint, Essex, Englanti.

Huuskonen Olli, lehtori. Layoutsuunnittelu –kurssi KyAMK, kevät 2011.

SDI-Research Dr. Villani & Partner KG, 2013, saatavissa <http://www.sdi-research.at/>. Viitattu 12.3.2013.

GS1 Finland, saatavissa <http://www.gs1.fi/gs1-tuotteet-ja-ratkaisut/>. Viitattu 2.3.2013.

ID Express Oy, saatavissa

<http://www.roswellman.com/idexpresstemp/tunnistus/viivakoodit.html#code128>. Viitattu 2.3.2013.

Barcode 1 2012, saatavissa <http://www.adams1.com/>. Viitattu 7.3.2013.

Axicon Auto ID LLC 2012, saatavissa <http://www.axicon.net/>. Viitattu 7.3.2013.

Barcode Islands 2006 , saatavissa <http://www.barcodeisland.com/ean13.phtml>. Viitattu 7.3.2013.

Intouch Labels 2013, saatavissa <http://intouchlabels.com/uncategorized/2d-barcodes/>. Viitattu 7.3.2013.

Suomen kuljetusopas, saatavissa <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/yksikointi/>, viitattu 7.3.2013.

Suomen standardoimisliitto SFS ry, saatavissa <http://sales.sfs.fi/sfs>, viitattu 7.3.2013

Marcovic M. Marko 30.1.2011, saatavissa <http://marko-m-markovic.blogspot.fi/2011/01/euro-pallet-epal-1200x800x144-mm.html>, viitattu 7.3.2013.

Absolut Ehitus 2010, saatavissa <http://www.pallet.ee/index.php?id=17&lang=fin>. Viitattu 7.3.2013.

M. Kosola Kuormalavat Oy, saatavissa

<http://www.kuormalavat.com/index.php?page=3>. Viitattu 7.3.2013.

Eckes-Granini Finland Oy AB, saatavissa <http://www.eckes-granini.fi/tuotehaku/db.php?action=etsi&mh=92&id=372&>. Viitattu 7.3.2013.

Ongelmajätepalvelu Mäentie Oy, saatavissa <http://www.ojp.fi/index.php?pg=12>. Viitattu 7.3.2013.

Wailgum Thomas, ERP definition and solutions -artikkeli 17.4.2008, saatavissa [http://www.cio.com/article/40323/ERP\\_Definition\\_and\\_Solutions?page=1&taxonomyId=3009](http://www.cio.com/article/40323/ERP_Definition_and_Solutions?page=1&taxonomyId=3009). Viitattu 12.3.2013.

ZIZ Engineering 2011, saatavissa [http://zizengineering.com/machineinfo/bt/-swe\\_120\\_1959bts-2007-forklift\\_truck-high\\_lift\\_truck.html](http://zizengineering.com/machineinfo/bt/-swe_120_1959bts-2007-forklift_truck-high_lift_truck.html). Viitattu 12.3.2013.

SWE120L/140L

BT Staxio W-series

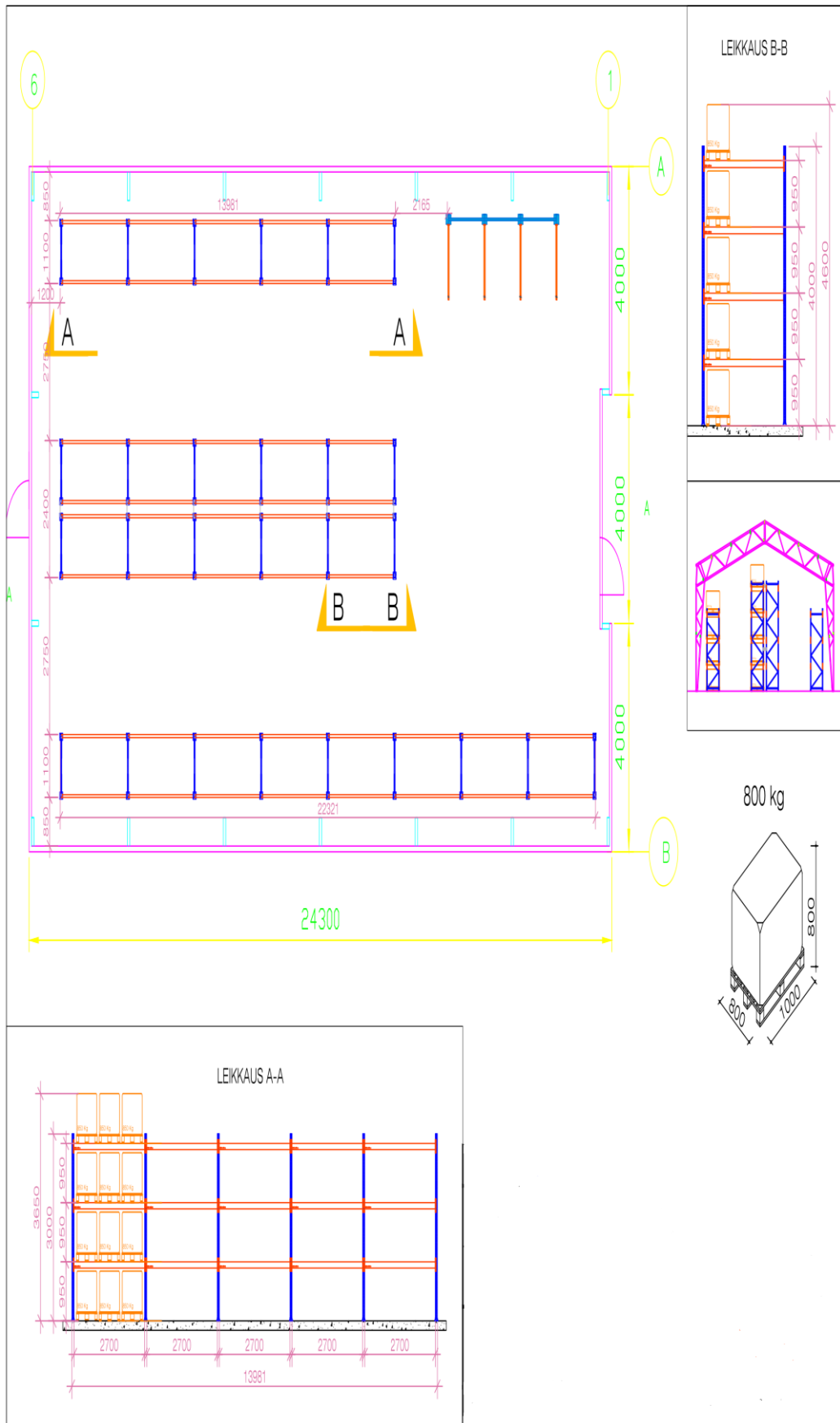
## BT Staxio SWE120L/140L

		SWE120L		SWE140L	
Specification for stacker trucks					
Identification	1.1	Manufacturer		BT	BT
	1.2	Model		SWE120L	SWE140L
	1.3	Drive		Electric	Electric
	1.4	Operator type	Q	Pedestrian	Pedestrian
	1.5	Load capacity/rated load	Q	kg 1200	kg 2000
		Support arm capacity	Q	kg 600	kg 600
	1.6	Load centre	c	mm 640	mm 632
	1.8	Load distance, centre of support arm wheel to face of forks	x	mm 640	mm 1302
	1.9	Wheelbase	y	mm 1302	mm 929
Weight	2.1	Service weight including battery		kg 929	kg 450/360/1525
	2.2	Axle load, with load, drive/castor/support arm wheel		kg 450/340/1345	kg 450/220/265
	2.3	Axle load, without load, drive/castor/support arm wheel		kg 450/220/265	kg 450/220/265
Wheels	3.1	Drive/castor/fork wheel		Powerfriction/Vulkollan/Vulkollan *)	
	3.2	Wheel size, front	mm	Ø230x70	Ø230x70
	3.3	Wheel size, rear	mm	Ø85x74	Ø85x74
	3.4	Additional wheels (dimensions)	mm	Ø125x50	Ø125x50
	3.5	Wheels, number front/rear (x=driven wheels)		1x+2/4	1x+2/4
	3.6	Track width, front	b <sub>10</sub>	mm 550	mm 550
	3.7	Track width, rear	b <sub>11</sub>	mm 390	mm 390
Dimensions	4.2	Height, mast lowered	h <sub>1</sub>	mm 2135 *)	mm 2160 *)
	4.3	Free lift	h <sub>2</sub>	mm 166 *)	mm 166 *)
	4.4	Lift	h <sub>3</sub>	mm 3210 *)	mm 3165 *)
		Lift height	h <sub>23</sub>	mm 3300 *)	mm 3255 *)
	4.5	Height, mast extended	h <sub>4</sub>	mm 3720 *)	mm 3725 *)
	4.6	Initial lift	h <sub>5</sub>	mm 120	mm 120
	4.8	Stand height (optional platform)	h <sub>7</sub>	mm 150	mm 150
	4.9	Height of tiler in drive position, min./max.	h <sub>14</sub>	mm 865/1235	mm 865/1235
	4.15	Height, fork lowered	h <sub>13</sub>	mm 90	mm 90
	4.19	Overall length	l <sub>1</sub>	mm 1910	mm 1910
	4.20	Length to face of forks	l <sub>2</sub>	mm 753	mm 761
	4.21	Overall width	b <sub>1</sub>	mm 770	mm 770 *)
	4.22	Fork dimensions	s/e/l	mm 60/180/1150 *)	mm 70/180/1150 *)
	4.24	Fork-carriage width	b <sub>3</sub>	mm 674	mm 674
	4.25	Width over forks	b <sub>4</sub>	mm 570 *)	mm 570 *)
4.31	Ground clearance, with load, below mast	b <sub>5</sub>	mm 570 *)	mm 570 *)	
4.32	Ground clearance, centre of wheelbase	m <sub>1</sub>	mm 22	mm 22	
4.33	Aisle width for pallets 1000x1200 crossways	m <sub>2</sub>	mm 22	mm 22	
4.34	Aisle width for pallets 800x1200 lengthways	A <sub>10</sub>	mm 2293	mm 2293	
4.35	Turning radius	A <sub>11</sub>	mm 2281	mm 2288	
Performance data	5.1	Travel speed, with/without load	W <sub>1</sub>	mm 1393	mm 1393
	5.2	Lift speed, with/without load		km/h 6/6	km/h 6/6
	5.3	Lowering speed, with/without load		m/s 0.12/0.27	m/s 0.11/0.27
	5.8	Max. gradeability, with/without load		m/s 0.38/0.32	m/s 0.37/0.32
	5.10	Service brake		% 9/12 *)	% 8/12 *)
Electric motor	6.1	Drive motor rating S2 60 min		Electromagnetic	Electromagnetic
	6.2	Lift motor rating at S3 15%		Electromagnetic	Electromagnetic
	6.4	Battery voltage/nominal capacity K <sub>1</sub>		kW 1.5	kW 1.5
Others	6.5	Battery weight		kW 2.2 *)	kW 2.2 *)
	8.1	Type of drive control		V/Ah 24/225 *)	V/Ah 24/225 *)
			kg 219 *)	kg 219 *)	
			BT Powerdrive	BT Powerdrive	

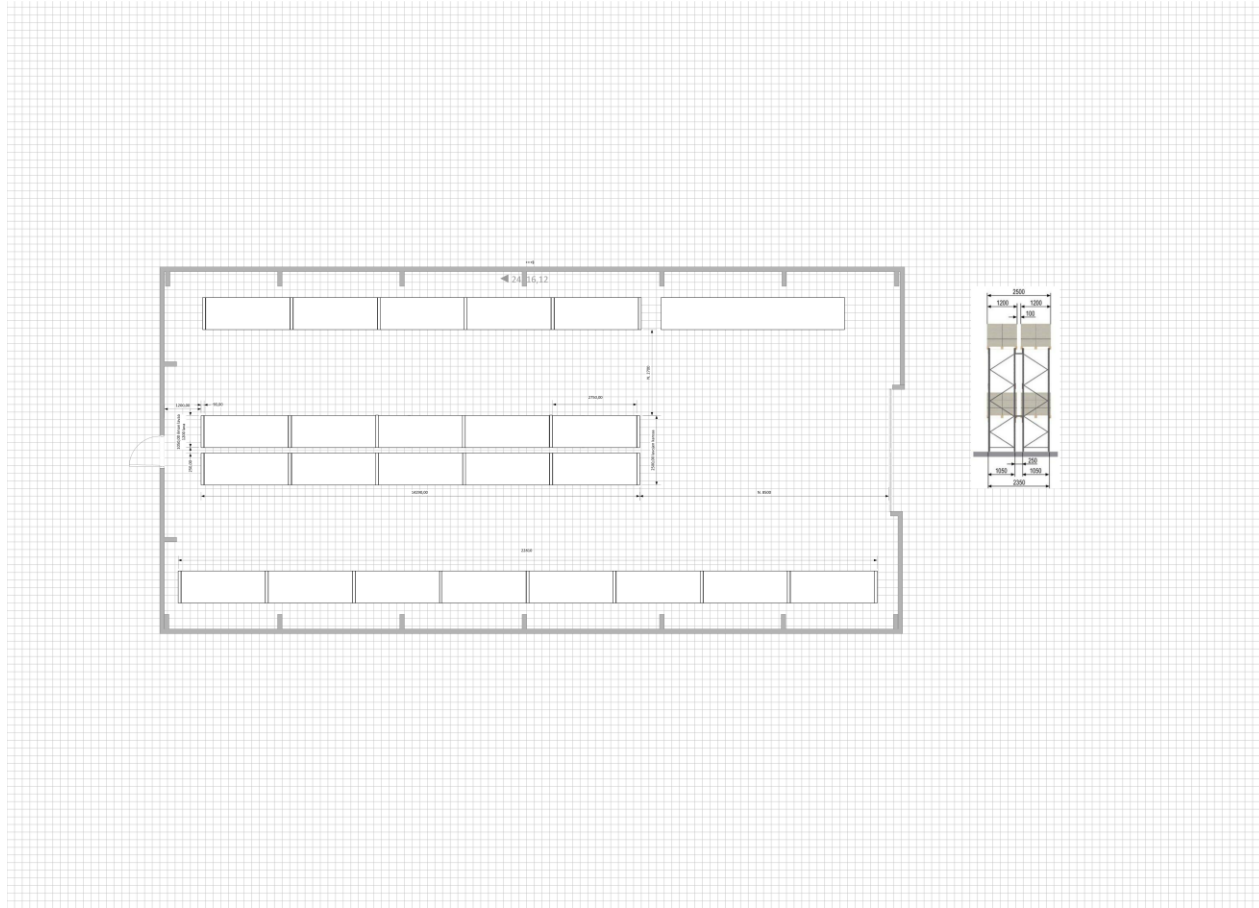
\*) Measured according to company standard  
 \*) 53.6%  
 \*) Further alternatives are available and will produce other values.

Data is based on standard configurations. Medium battery compartment.  
 h<sub>23</sub> = 3300 mm (SWE120L) and 3255 mm (SWE140L) Duplex Teie Panoramic View mast

Liite 1. BT SWE120L – pinoamistrukin tiedot.



Liite 2. Toyota Material Handlingin piirtämät kuvat hyllyistä.



Liite 3. Varaosavaran pohjapiirustus Microsoft Visiolla piirrettynä.

