

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

TUTKINTOTYÖ

Timo Tuomas Anttila

Varaston layout suunnittelu

Oy Eurohela Trading Ltd:n uudet toimitilat

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2007

Lehtori Lauri Lappalainen
Oy Eurohela Trading Ltd, valvojana toim.joht. Heikki Savola

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Anttila Timo Tuomas Oy Eurohela Trading Ltd varastojärjestelmän suunnittelu

Tutkintotyö 39sivua + 3 liitesivua

Työn valvoja Lehtori Lauri Lappalainen

Työn teettäjä Oy Eurohela Trading, valvojana TJ Heikki Savola

Huhtikuu 2007

Hakusanat Varasto, layout

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyön tavoitteena oli suunnitella tukkuliike Oy Eurohela Trading Ltd:n uusien toimitilojen varaston layout sekä selvittää tarvittavat kalustohankinnat ja kilpailuttaa näiden hinnat. Tässä työssä on pyritty ottamaan huomioon kaikki onnistuneeseen varaston layout suunnitteluun vaikuttavat asiat.

Työn kirjallisuusosassa käsiteltiin erityisesti työkäytävän ja kuormalavahyllystön mitoituksista. Työkäytävän mitoituksessa huomioitiin varastossa työskentelevien henkilöiden ja trukkien tilantarve. Kuormalavahyllystön mitoituksessa huomioitiin standardin mukaiset kantavuudet. Kirjallisuusosassa käsiteltiin myös erilaisia varastoissa käytettäviä merkintäjärjestelmiä. Lisäksi samassa luvussa käsiteltiin kuusi erilaista varastointiratkaisua.

Työn toteutusosassa keskityttiin layoutin, trukin, kuormalavahyllyjen, merkintäjärjestelmän ja varastoautomaatin valintoihin. Ennen päätösten tekoa tehtiin tarvittavista hankinnoista tarjouspyynnöt. Valintoihin vaikutti niiden soveltuvuus juuri Eurohelan tarpeisiin ja valinnoissa käytettiin apuna logistiikan alan ammattilaisten asiantuntemusta. Työn toteutusosassa on esitetty yrityksen johdon kanssa yhteistyössä tekemät valinnat.

Tulokseksi saatiin valmis layout suunnitelma kuvineen, joka odottaa toteutusta kesällä 2007.

TAMPERE POLYTECHNIC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and production engineering

Modern production systems

Anttila Timo Tuomas Warehouse layout planning

Thesis 39pages + 2 appendices

Supervisor Lehtori Lauri Lappalainen

Comissioning company Oy Eurohela Trading, valvojana TJ Heikki Savola

April 2007

Search words warehouse, layout

ABSTRACT

The goal of this thesis was to plan a new warehouse layout and define the necessary equipment and their costs for wholesale firm Eurohela Trading Ltd Inc. The aim was to consider all variables that have affect to successful layout planning.

In the theory part the theory of pallet racks and work corridors was introduced. It was important to take workers´ space requirements into consideration in layout planning. International standards were noticed when pallet racks were measured. In the theory part there was also introduced six different kind of solutions to store pallets.

In the layout planning part was focused on selecting the right layout, forklift truck, pallet rack and automatic storage system. Before the decisions were made invitation for tenders were checked out carefully. Eurohela´s needs had an effect on selections. The experts´ recommendations were taken into consideration. In the layout planning part there was introduced all the selections which were made in co-ordination with company´s management.

The result was a complete layout plan, which will be carried out summer 2007

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1. JOHDANTO	5
1.1 Aiheen löytäminen ja siihen liittyvät taustat	5
1.2 Työn tavoite	5
1.3 Työn rajaukset	6
1.4 Oy Eurohela Trading Ltd	6
2. KIRJALLISUUSOSA – VARASTOLAYOUTIN TEORIAA	7
2.1 Varastotilan suunnittelu ja käyttö	7
2.2 Työkäytävän mitoitus	8
2.3 Kuormalavahyllystön mitoitus	10
2.4 Pientavaran keräilyssä käytetty aika	13
2.5 Varastointiratkaisujen vertailu	14
2.5.1 Perinteinen kuormalavahyllistö	15
2.5.2 Läpivirtaushyllistö	16
2.5.3 Pushback-hyllistö	17
2.5.4 Syväkuormaushyllistö	18
2.5.5 Kapeakäytävähyllistö	19
2.5.6 Siirtohyllijärjestelmä	20
2.6 Merkintäjärjestelmät	21
2.6.1 Viivakoodi	21
2.6.2 RFID (Radio Frequency identification)	22
2.6.3 GPRS, WLAN ja Bluetooth	23
3. TOTEUTUSOSA – LAYOUT–SUUNNITTELU	24
3.1 Nykyiset toimitilat	24
3.2 Uudet toimitilat	25
3.3 Layoutin valinta	26
3.4 Trukin valinta	29
3.5 Kuormalavahyllijien valinta	31
3.6 Merkintäjärjestelmän valinta	33
3.7 Varastoautomaatin valinta	34
4. YHTEENVETO	37
LÄHTEET	38
LIITTEET	40

1. JOHDANTO

1.1 Aiheen löytäminen ja siihen liittyvät taustat

Tämän opinnäytetyön aihe on saatu Oy Eurohela Trading Ltd: n toimeksiannosta. Yritys on tullut minulle tutuksi vuosien saatossa, koska olen ollut useana vuotena siellä kesätyöntekijänä. Talvella 2006 tein myös yritykseen tuotantotekniikan erikoistyöni, joka käsitteli ulkomaan tavaraostojen määriä ja varaston kiertonopeuden selvittämistä. Tuolloin syntyi myös keskustelua yrityksen tulevasta muutosta uusiin toimitiloihin, siihen tarvittiin yrityksen ulkopuolelta lisäresursseja varastojärjestyksen suunnitteluun ja uuden kaluston hankintaan. Tarjosin yritykselle mahdollisuutta tehdä aiheesta opinnäytetyön. Tällöin aihe tulisi hyvin dokumentoitua ja molemmat osapuolet hyötyisivät yhteistyöstä.

1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella yrityksen uusien toimitilojen varaston layout sekä selvittää tarvittavat kalustohankinnat ja kilpailuttaa näiden hinnat. Tarjouksien perusteella päätetään tarvittavien kalustojen toimittajat. Tavoitteena on myös saada uudesta hallitilasta mahdollisimman suuri hyöty irti sijoittamalla tilaan korkeat kuormalavahyllyt ja suunnittelemalla hyllyjärjestys siten, että varastossa tapahtuva keräily olisi nopeaa ja ergonomista.

Kirjallisuusosassa tutustutaan varastotilan suunnittelun teoriaan sekä erilaisiin varastotyyppeihin. Lisäksi kartoitetaan erilaisia merkintäjärjestelmiä, jotka auttavat tuotteiden paikallistamisen varastossa.

1.3 Työn rajaukset

Tässä opinnäytetyössä keskitytään uusien toimitilojen suunnitteluun ja alustaviin toteutuksiin, koska uudet toimitilat ovat vasta rakenteilla ja muutto tapahtuu aikaisintaan heinäkuussa 2007. Varaston layout on pystytty suunnittelemaan jo olemassa olevista ja valmiista pohjapiirustuksista. Tämän vuoksi työ onkin rajattu tarjouspyyntöihin ja niiden tarkasteluun. Tilauksia ei ehditä tehdä opinnäytetyön palautuspäivämäärään mennessä, eivätkä tuotteet ehdi saapua toimittajilta pitkien toimitusaikojen takia.

1.4 Oy Eurohela Trading Ltd

Oy Eurohela Trading Ltd on Seinäjoella toimiva kalusteheloihin erikoistunut tukkuliike, joka toimii eurooppalaisten kalustehelosten ja tarvikkeiden maahantuojana ja niitä varastoivana yrityksenä. Yhtiön palveluksessa on kymmenen henkilöä, ja liikevaihtoa kertyi vuonna 2006 vajaat 3 M€ Oy Eurohela Trading Ltd markkinoi tarvikkeita koko Suomen alueella, ja jonkin verran on myös vientiä lähialueille. Yhtiö on aloittanut toimintansa vuonna 1998, jolloin yritys työllisti täysipäiväisesti kolme työntekijää. Sen omistavat kokonaisuudessaan yhtiössä toimivat eteläpohjalaiset omistajayrittäjät.

”Toimintamme jatkuvasti laajentuessa jouduimme harkitsemaan, miten jatkossa voimme hoitaa asiakkaiden vaatiman palvelun. Pitkän harkinnan tuloksena päädyimme ostamaan kiinteistön, jossa on myös riittävästi laajentumisvaraa”, kertoo yhtiön toimitusjohtaja Heikki Savola.

Oy Eurohela Trading Ltd on saavuttanut korkeimman ja samalla arvostetuimman AAA-luottokelpoisuusluokan Dun & Bradstreet yhtiön mittauksessa. D&B Finland Oy luottoluokittelee kaikki Suomen yritykset. Vaatimuksena parhaaseen AAA-luottoluokkaan pääsemiselle ovat keskimääräistä huomattavasti paremmat talouden tunnusluvut, positiivinen maksukäyttäytyminen sekä yli 170 000 euron liikevaihto. Kyseiseen luottokelpoisuusluokkaan kuuluu ainoastaan 3,9 % suomalaisista yrityksistä. Kauppalehti julkaisi joulukuun 11. päivänä 2006 tutkimuksensa, josta ilmeni maakunnittain 50

menestyvintä yritystä. Oy Eurohela Trading Ltd oli Etelä-Pohjanmaan maakunnan 35. menestynein yritys.

Yhtiö on keskittynyt perustamisesta saakka eurooppalaisiin laadukkaisiin tuotteisiin. Tunnetuimmat tuotemerkit ovat Mepla-Alfit-saranat ja -metallilaatikot, Becker -vetimet, Manart-metalliputket ja -jalat, Woodpartner-rulot, Pelly-mekanismit, Franke-tuotteet sekä kotimaiset Lanka ja Muovi Oy:n tuotteet.

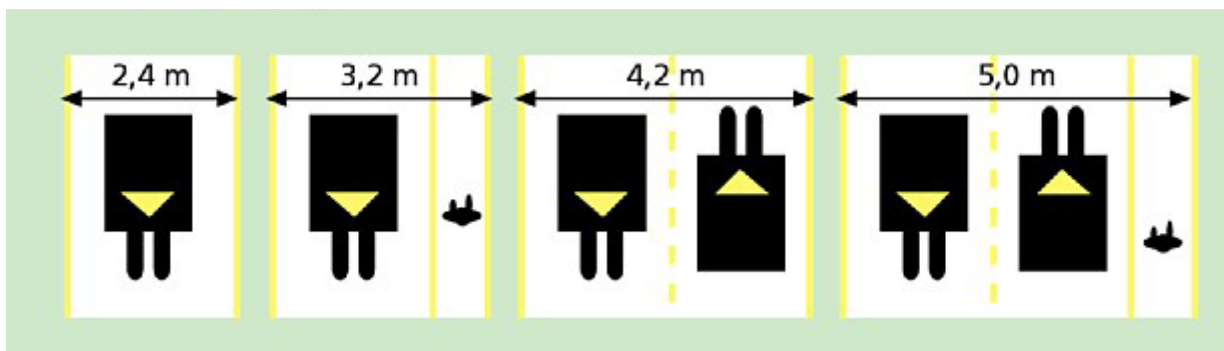
2. KIRJALLISUUSOSA – VARASTOLAYOUTIN TEORIAA

2.1 Varastotilan suunnittelu ja käyttö

Suunniteltaessa varaston hyllyjärjestystä tulee ottaa huomioon riittävä työkäytävän leveys, jotta työskentely on ylipäättään mahdollista. Trukit vaativat toimiakseen enemmän tilaa kuin esimerkiksi käsikäyttöiset pumppukärryt, mutta liikuteltavien massojen kasvaessa suuriksi tulevat trukit välttämättömiksi. Vastapainotrukit, jossa kuljettaja istuu trukin sisällä, vaativat usein työkäytävän leveydeksi vähintään kolme metriä. Tilaa säästävämpi vaihtoehto on pinontatrucki, jonka työkäytävän leveystarve on alle kaksi ja puoli metriä. Pienen kääntösäteen lisäksi pinontatrucki pystyy nostamaan 1,5 tonnin suuruisia taakkoja aina viiden metrin korkeuteen saakka, riippuen tietenkin mallista. Kun varastohallista halutaan kaikki hyöty irti ja sijoitetaan siihen mahdollisimman paljon kuormalavapaikkoja, tulee varastohyllyjen olla korkeita ja työkäytävien mahdollisimman kapeita. Näin saadaan hallin lattiapinta-alasta mahdollisimman pieni osa käytettyä käytäviin ja mahdollisimman suuri osa hyllyihin. Varastotila tulee kuitenkin ajatella aina kuutiometreissä, ja tila tulee käyttää hyödyksi aina lattiasta kattoon asti. Hallien neliöhinnat ovat vuosi vuodelta kallistuneet niin vuokrien kuin rakennuskustannuksienkin osalta. Tämän vuoksi on taloudellisesti järkevää käyttää hyödyksi koko hallikorkeus. Pientavaran keräilytyössä käytetystä ajasta n. 35 % kuluu liikkumiseen; jotta liikkumiseen kuluva aikaa saataisiin lyhennettyä, tulee välimatkoja varastossa lyhentää 1/. Käyttämällä korkeita hyllyjä saadaan varasto kompaktimpaan muotoon, ja varastossa kuljettavat matkat lyhenevät.

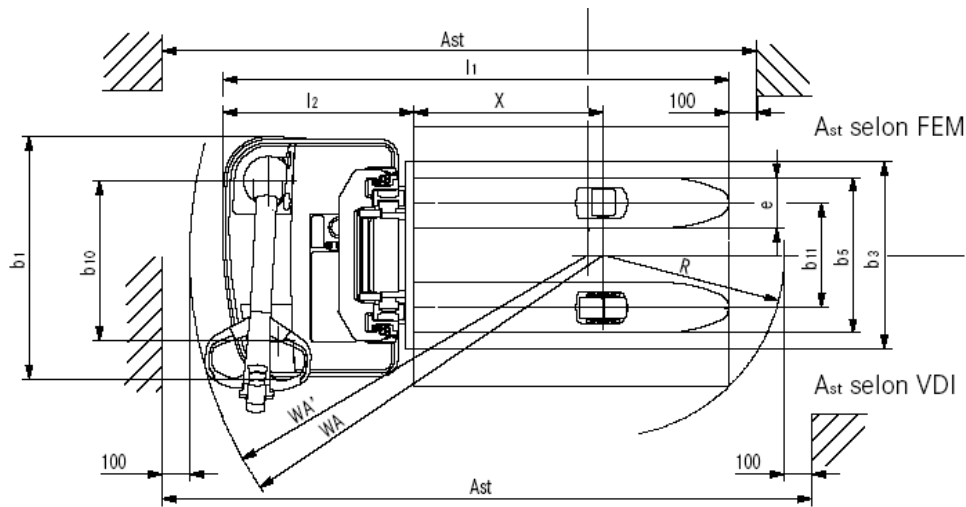
2.2 Työkäytävän mitoitus

Kuormalavahyllystön ja työkäytävien mitoituksessa on runsaasti huomioon otettavia seikkoja. Lähtökohtaisesti kuormalavahyllystöt tulee sijoittaa siten, että niiden välissä mahdollisesti tehokkaasti työskentelemään. Ensin tulee miettiä, millaisten välineiden kanssa varastossa toimitaan ja kuinka monta työntekijää varastossa toimii samanaikaisesti. Työterveyslaitoksen ohjeissa sanotaan mm. jalankulun ja trukkiliikenteen erottamisesta lattiamerkinnöin tai kaiteilla. Tämä tarkoittaa sitä, että työkäytävässä trukki ja jalankulkija mahtuvat ohittamaan toisensa. Kuva 1 havainnollistaa työkäytävän leveyden tarpeen eri liikennemäärillä.



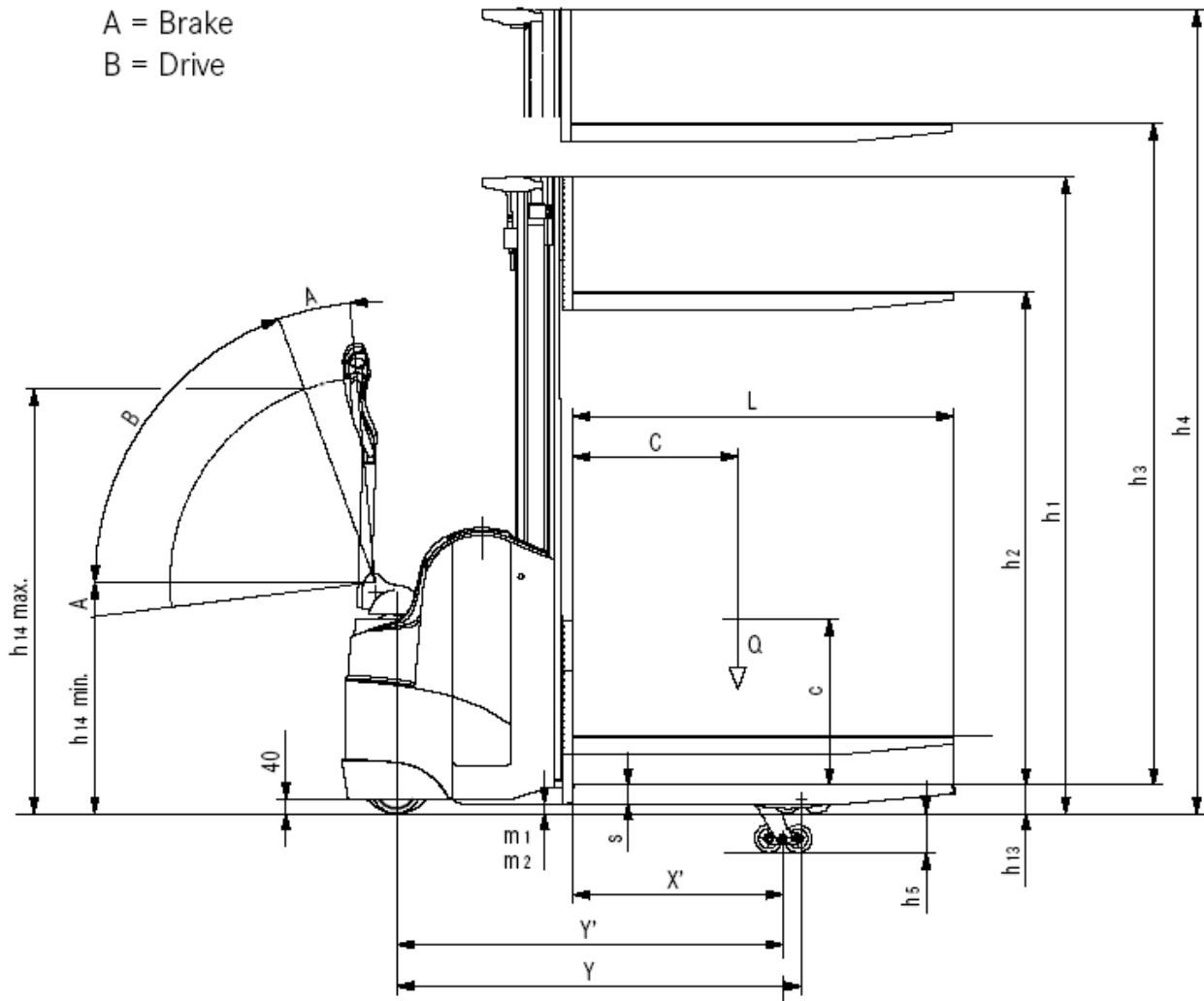
Kuva 1 Työkäytävän mitoitus /10/

Kun työkäytävässä käytetään trukkeja, jotka kuljettavat kuormalavoja, tulee selvittää kuinka kapeassa työkäytävässä trukilla mahdollisesti työskentelemään. Tässä asiassa auttaa VDI 2198 – standardi, jossa on mitoituskuvat kaikista yleisesti käytössä olevista trukkimalleista. Kuva 2 esittää pinontatrukin mitoituskuvaa, jossa jokaista mitta on merkitty eri kirjain-numero-yhdistelmällä. Trukkien valmistajilla ja jälleenmyyjillä on malleistaan nämä kyseiset mitat. Mitta Ast on työkäytävän leveys, joka on VDI 2198 standardin mukaisesti mitoitettu siten, että se on trukin ulomman reunan pienin kääntösäde, johon on lisätty 100 mm tilaa hyllyissä oleviin kuormalavoihin molemmin puolin trukkia. Käytävä mitataankin lavasta lavaan eikä pylvästä pylväseen, jolloin mahdolliset lavan ylitykset tulevat otetuiksi huomioon. Ast voidaan ilmaista myös niin että, se on pienin työkäytäväleveys, jossa trukki mahtuu lasteineen kääntymään 90 asteen kulmaan.



Kuva 2 Pinontrakuin mitoituskuva /11/

Trukeille on myös mitoituskuvat vertikaalisuunnassa. Kuva 3 esittää pinontrakuin mitoituskuvaa, jossa varaston hyllyjärjestystä suunniteltaessa kannattaa kiinnittää asiaa ainakin kolmeen eri mittaan. Suurin nostokorkeus h_3 kertoo piikkien ylätasoon suurimman etäisyyden lattiapinnasta, joka on ensiarvoinen tieto suunniteltaessa korkeita hyllystöjä. Maston suurin korkeus h_4 kertoo maksimikorkeuteen nostetun maston yläpinnan suurimman etäisyyden lattiapinnasta. Tämä täytyy huomioida silloin, kun trukilla nostetaan taakkoja korkealle, jolloin on vaarana, että masto osuu kattoon ja taakka putoaa. Trukin ajokorkeus h_1 tulee huomioida, jos varastossa on matala katto tai kuormalavahyllyihin on suunniteltu tunneleita, joiden lävitse trukin tulee mahtua kulkemaan. Tällaiset tunneliratkaisut ovat layout suunnittelussa yleisiä, koska ne mahdollistavat nopeamman ja vapaamman kulkemisen varastossa.

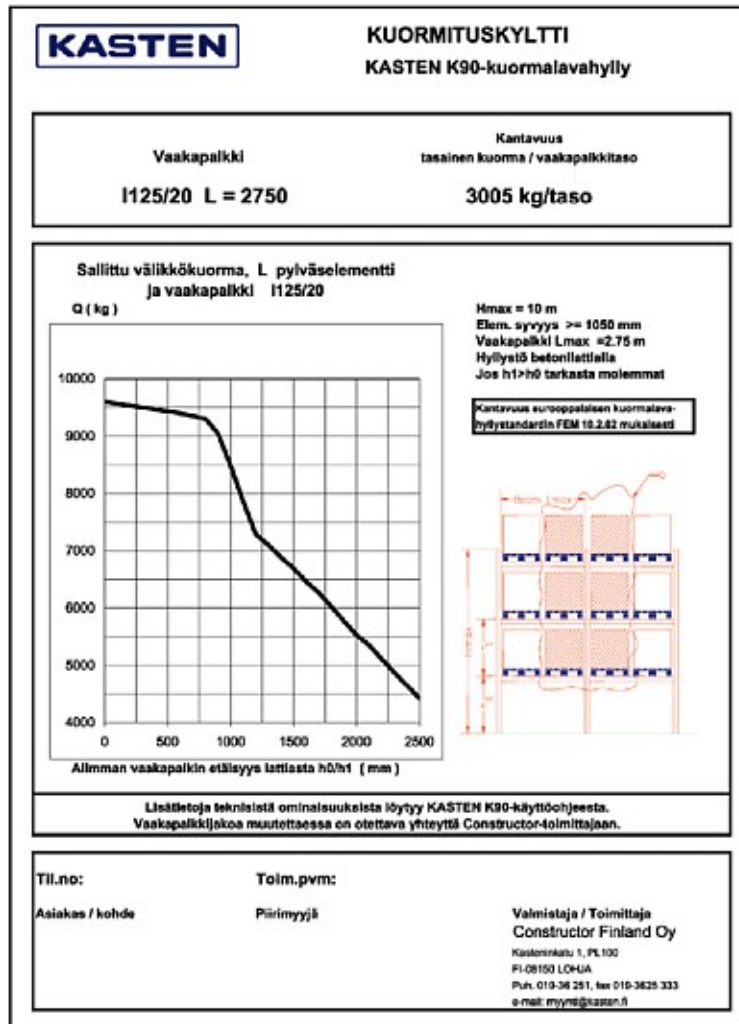


Kuva 3 Pinonratrukin vertikaalinen mitoituskuva /12/

2.3 Kuormalavahylllystön mitoitus

Eurooppalaisen kuormalavahylllystön FEM 10.2.02 –standardin (The design of static steel pallet racking), mukaan mitoitettavan hylllystön vaakapalkin kantavuus riippuu siitä, mihin pylväsprofiiliin se on kytketty ja päinvastoin; pylvästä on selkeästi käytävä ilmi profiilityppi. Hylllystön sallitut kuormitukset on merkittävä kaikista vaakapalkki- ja pylväsratkaisuista. Kuvassa 4 on L-pylväselementin ja 2750 mm pitkän vaakapalkin kuormituskuva. Suurin sallittu välilläkuorma riippuu alimman vaakapalkin etäisyydestä lattiasta, kuten kuvasta selviää. Esimerkiksi jos alin vaakapalkki on metrin korkeudessa ja hylllyssä on neljä tasoa, mahtuu hyllyyn tuolloin kaksitoista (12) eurolavaa.

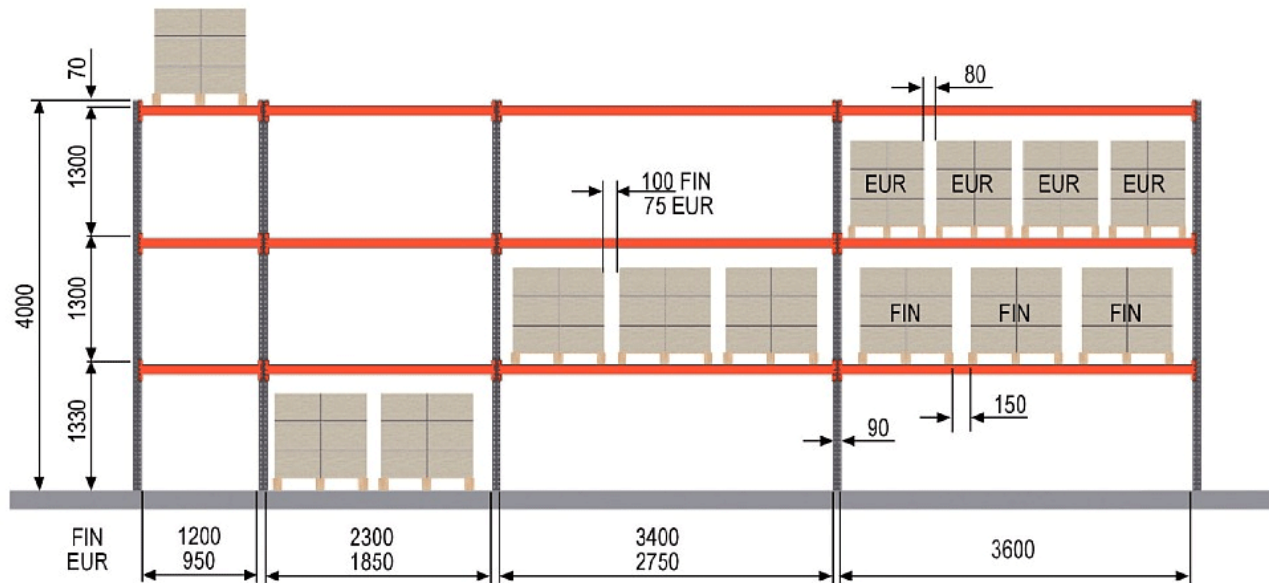
Suurin sallittu keskimääräinen lavapaino on tällöin, $\frac{8500 \text{ kg}}{12} = 708 \text{ kg}$. Jos varastoitava tavara on tätä painavampaa, tulee valita kestävämpi M- tai H- pylväselementti sekä paksumpi vaakapalkki.



Kuva 4 Kuormituskyllti /13/

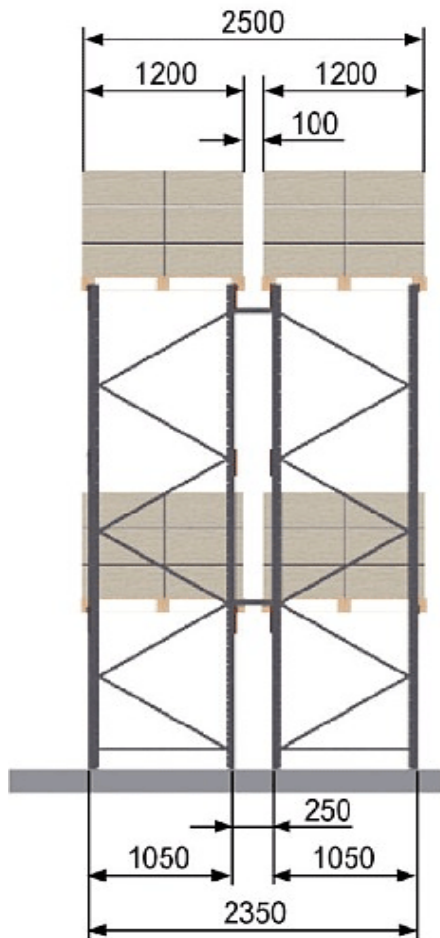
Tänä päivänä varastoissa käytetään pääasiallisesti eurolavoja, jotka ovat standardimitoitettuja (á 800 mm x 1200 mm). Suomessa käytetään myös FIN-lavoja, jotka ovat eurolavoja hieman kookkaampia (á 1000 mm x 1200 mm). FIN-lavat ovat nyt EU: n myötä poistumassa, jolloin myös lavasta peritty maksu poistuu. Kuormalavahyllystöä suunniteltaessa tulee huomioida käytettävien lavojen mitat. Vaakapalkkien yleisimmät pituudet ovat: 1850 mm, 2700 mm ja 3600 mm, jolloin niiden päälle mahtuu lastaamaan kaksi, kolme tai neljä 800 mm leveää eurolavaa vierekkäin. Kuvassa 5 on kuormalavahyllystö, jossa on käytetty eripituisia vaakapalkkeja havainnollistamaan

hyllystön varastointikapasiteettia. Kun lavapainot eivät nouse kovin suuriksi, kannattaa käyttää pitkiä vaakapalkkeja, jolloin hyllyihin tarvitaan vähemmän pylväselementtejä, ja näin syntyy säästöä.



Kuva 5 Kuormalavahyllystö /14/

Pylväselementin syvyys on 1050 mm. Kun kootaan kaksi hyllystöä vastakkain, mikä on tilankäytön kannalta suotavaa, ei voida laskea hyllystöjen yhteissyvyudeksi 2100 mm. Lasku tulee suorittaa kuormalavojen mittojen mukaisesti, ja näiden väliin tulee jättää vielä varaa. Eurolava on 1200 mm pitkä, joten kaksi eurolavaa sekä näiden väliin jätettävä vara on yhteensä 2500 mm. Kuvassa 6 on esitetty juuri tällainen tilanne. Turvallisuussyistä hyllystöt kiinnitetään toisiinsa, jolloin esim. trukin törmätessä hyllyyn ne eivät pääse kaatumaan. Pylväselementtien eteen voidaan vielä asentaa törmäyssuojia, jotka pultataan hallin lattiaan. Tällöin isku kohdistuu metallisuojaan, eikä hyllyn kaatuminen ole vaarana.

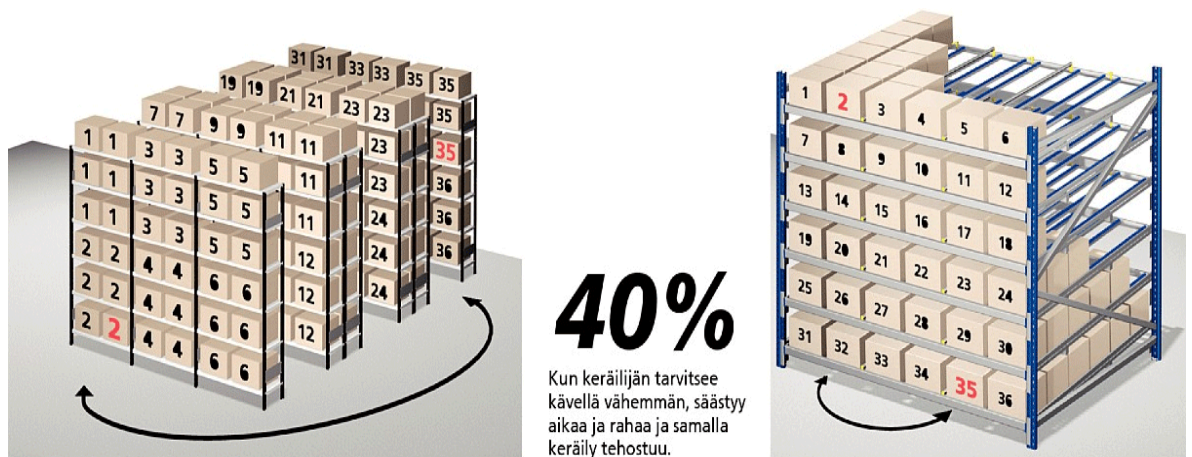


Kuva 6 Kahden hyllyn vaatima syvyys /15/

2.4 Pientavaran keräilyssä käytetty aika

Pientavaran keräilyssä eniten aikaa kuluu liikkumiseen varastossa. Kokonaisajasta siihen kuluu noin 35 %. Itse tavarantoimintaan hyllystä kuluu n. 20 % kokonaisajasta. Tähän aikaan voidaan vaikuttaa kiinnittämällä huomiota ergonomiaan. Keräily helpottuu kun käytetään esimerkiksi vinoa keräilytasoa /2/. Olkavarren kohoamisen tarve vähenee, mikä vähentää riskiä käden rasitusvamman. Tikkaiden ja askelmien apuna käyttö vähentyy keräilyssä, mikä parantaa työturvallisuutta. Kaltevat hyllyt ja tasot helpottavat myös näkemistä. Usein kaltevat keräilytasot toimivat läpivirtaushyllyn periaatteella, mikä takaa korkean säilytyskapasiteetin, lattiatilan säästön ja nopean keräilyn. Näin saadaan lisää tehokkuutta materiaalin käsittelyyn, kun tilan käyttö tehostuu ja ristikkäisliikenne vähenee. Läpivirtaushylly tukee FIFO -periaatetta (first in /

first out), jolloin hyllyn täyttö ja keräily tapahtuvat eri puolilta hyllyä. Tällaista toimintaa periaatetta käytettäessä ei hyllyn täyttö häiritse keräilyä. Tässä on myös se hyvä puoli, että vanhentumiselle alttiit ”parasta ennen” –tuotteet tulevat kuin itsestään valvotuiksi. Tällainen läpivirtaushylly vähentää keskimäärin 40 % kävelymatkoja, mistä saadaan suoraan säästöä ajassa ja rahassa (kuva 7) /3/. Tuotteet, joilla on nopea varastonkiertonopeus, soveltuvat parhaiten läpivirtaushyllyyn.



Kuva 7 Läpivirtaushylly FIFO- periaatteella /16/

2.5 Varastointiratkaisujen vertailu

Erilaisia hyllyratkaisuja on niin monia, että niihin kannattaa paneutua huolellisesti. Usein samassa varastossa käytetään useita eri hyllytyyppejä ja varastointimenetelmiä samanaikaisesti. Varastoitava tavara ja käytettävissä oleva tila ratkaisevat valinnan. Erilaiset hyllyratkaisut voivat säästää huomattavasti tilaa, ja varaston kapasiteettia saadaan tällä tavalla lisättyä. Vaikka erikoishyllyn hankintakustannukset saattavat olla perinteistä kuormalavahyllyä kalliimmat, voi tulevaisuudessa syntyä säästöä, koska erikoishyllyt parantavat varaston tehokkuutta. Kuormalavahyllyt ovat pitkä ikäisiä ja hankintapäätös kannattaakin miettiä tarkoin, sillä sen seuraukset näkyvät usean vuoden ajan. Tässä luvussa esitellään kuusi erilaista hyllyratkaisua.

2.5.1 Perinteinen kuormalavahyllistö

Perinteinen kuormalavahyllistö soveltuu useimpiin varastoihin ja toimii yleishyllistönä. Kuormalavahyllistössä on käytävän molemmin puolin hyllyt, joihin tavarat varastoidaan erilaisilla trukeilla (kuva 8). Tällaisessa hyllistössä voidaan keräily suorittaa usealla eri tavalla, mm. trukeilla, keräilykärryillä, haarukkavaunulla tai rullakolla. Kuormalavahyllistössä on helppo toteuttaa keräilyreittejä, ja useampi samanaikainen keräily on mahdollista, koska toiminnot eivät häiritse toisiaan. Hyllistön käytön kuormitusta voidaan tasata henkilöitä siirtelemällä. Perinteinen kuormalavahyllistö on edullinen ratkaisu varastoida tavaraa ja siksi se on myös käytetyin varastointi ratkaisu. Työkäytävän leveys mitoitetaan käytettävän trukkityyppin mukaisesti, mutta usein käytävän leveys on 2,5 m – 2,9 m.



Kuva 8 Perinteinen kuormalavahyllistö /17/

2.5.2 Läpivirtaushyllystö

Läpivirtaushyllystö takaa tehokkaan tilankäytön, ja siinä hyödynnetään FIFO –periaatetta. Hyllytys ja keräily tapahtuvat eri työkäytäviltä, joten ne voidaan suorittaa samanaikaisesti. Keräilytehokkuus korostuu perinteiseen kuormalavahyllystöön verrattuna, koska kaikki tavarat saadaan kerättyä yhdeltä työkäytävältä (kuva 9). Turvallisuus on yksi läpivirtaushyllystön eduista, koska ahtaita työkäytäviä ei ole, ja tavarat eivät pääse putoamaan käytäville. Hyllystön toimintaperiaate on se, että hyllytys tapahtuu toiselta käytävältä kuin keräily. Hyllystö on rakennettu neljän asteen kulmaan, jolloin hyllytys tapahtuu korkeammasta suunnasta. Kun lava kerätään toiselta käytävältä, liukuu lava tai lavajono rullien päällä yhden lavapaikan eteenpäin, jolloin hyllystöön voidaan lisätä taas yksi lava. Läpivirtaushyllystöön saadaan 30 % enemmän kuormalavoja kuin perinteiseen kuormalavahyllystöön.



Kuva 9 Läpivirtaushyllystö /18/

2.5.3 Pushback-hyllistö

Pushback-hyllistö toimii periaatteella, jossa kaksi tai useampi lava voidaan hyllyttää peräkkäin. Hyllytettäessä lava työntää takana olevan lavan taaemmaksi sijoittuen itse etummaiseksi. Kun ensimmäinen lava otetaan hyllystä pois, taaempi lava siirtyy painovoiman ansiosta etummaiseksi, aivan kuin läpivirtaushyllystössäkin. Tällaisessa hyllystössä hyllytys ja keräily tapahtuvatkin samalta työkäytävältä (kuva 10). Tilan käyttö on tehokasta, koska hyllistö voidaan sijoittaa seinään kiinni. Hyllystössä ei tapahdu päällekkäin pinontaa ja jokainen taso voidaan käsitellä erikseen. Tämä kompakti syväpinontaratkaisu antaa yhtä monta lavapaikkaa kuin läpivirtaushyllystökin.



Kuva 10 Pushback-hyllistö /19/

2.5.4 Syväkuormaushyllystö

Syväkuormaushyllystö toimii melkein samalla periaatteella kuin edellä mainittu pushback-hyllystö, mutta erona on se, että pystysuunnassa samassa hyllyssä voidaan säilyttää vain yhtä nimikettä. Syväkuormaushyllystö soveltuukin käytettäväksi silloin, kun tavaramäärä on suuri mutta nimikkeitä on vähän (kuva 11). Hyllystössä ei ole pinontaa päällekkäin, ja siinä voidaan käyttää samoja trukkityyppejä kuin edellä mainituissakin hyllystöissä. Syväkuormaushyllystö antaa 50 % enemmän lavapaikkoja verrattuna perinteiseen kuormalavahyllystöön.



Kuva 11 Syväkuormaushyllystö /20/

2.5.5 Kapeakäytävähyllistö

Kapeakäytävähyllistö mitoitettu teleskooppi- tai kääntöhaarukkatrukeille, jotka voivat toimia 1,5 m – 1,75 m leveissä käytävissä (kuva 12). Hyllyt on sijoitettu samoin kuin perinteisessä hyllystössä mutta kapeampien käytävien ansiosta lavapaikkoja saadaan enemmän ja täten myös tilankäyttö on tehokkaampaa. Tällaisella hyllystösuunnitelmalla saadaan enemmän aktiivisia keräilypaikkoja, koska käytäviä ja hyllyjä on enemmän kuin perinteisessä mallissa. Kapeakäytävähyllistö vaatii kuitenkin aina erikoisvalmisteiset trukit, joiden hinnat ovat luonnollisesti normaaleja korkeammat.



Kuva 12 Kapeakäytävähyllistö /21/

2.5.6 Siirtohylljärjestelmä

Siirtohylljärjestelmä on tilaa säästävää varastointiratkaisua (kuva 13). Järjestelmää ohjataan langattomassa verkossa. Kun työtehtävä saapuu trukin näyttöpäätteelle, kuljettaja kuittaa sen ja näkee näytöltä, mistä tavara löytyy. Kun hyllytys- tai noutotehtävä kuitataan, alkavat hyllystöt samaan aikaan liikkua avaten halutun käytävän. Käytävä on usein jo avautunut, kun trukki saapuu paikalle. Kun tehtävä on suoritettu, kuljettaja kuittaa sen tehdyksi ja saa uuden tehtävän. Trukin poistuttua käytävästä alkaa seuraava käytävä heti avautua. /4/ Siirtohylljärjestelmä sopii parhaiten hidaskiertoisille tavaroille. Järjestelmässä voi toimia ainoastaan yksi trukki kerrallaan, koska yksi käytävä voi kerrallaan olla avoinna. Tällaisella järjestelmällä saavutetaan 70 % enemmän lavapaikkoja kuin perinteisessä kuormalavahyllystössä. /5/



Kuva 13 MOVO-siirtohylljärjestelmä /22/

2.6 Merkintäjärjestelmät

Kun sopiva hyllyjärjestelmä ja layout on valittu, tulee miettiä erilaisia merkintäjärjestelmiä, jotka auttavat tavaran löytämisessä varastosta. Hyvän merkintäjärjestelmän avulla varasto saadaan toimimaan rationaalisesti ja tehokkaasti. Kun varaston opastejärjestelmä on huolella suunniteltu ja kunnossa, helpottaa se myös varastossa toimivien henkilöiden työntekoa. Keräilijän on tällöin helppo hahmottaa varaston layout, vaikka varasto olisi suurikin. Täsmällinen osoite vie keräilijän suoraan tavaran luo, eikä aikaa tarvitse kuluttaa tavaran etsimiseen. Tällöin myös keräilyjärjestys on helppo optimoida. Nykypäivänä voidaan tekniikkaa käyttää monella tavalla hyödyksi logistiikassa. Viivakoodilukija, RFID-tunniste (Radio Frequency Identification) eli radiotaajuinen etätunnistus sekä magneettitunniste ovat hyviä esimerkkejä tekniikan sovelluksista logistiikassa. Tämän päivän kuumat sanat GPRS, WLAN ja BlueTooth on niin ikään otettu hyötykäyttöön logistiikassa.

Hyvällä merkintäjärjestelmällä voidaan tarkoittaa myös selkeää hyllyjen numerointia, jolloin jokaiselle tuotteelle nimetään oma varastopaikka. Tämä varastopaikka kirjataan tietokoneelle varastojärjestelmään, jolloin keräyslähetteeseen tulostuu kunkin tuotteen kohtaan myös sen varastopaikka. Tämä on yleisin tapa hoitaa merkintä, koska se on samalla selkein ja helppokäyttöisin. Lisäksi siinä ei tarvitse kalliita investointeja eikä se pohjaudu liikaa tekniikkaan, joka saattaa ajoittain pettää. Edellä mainituista syistä myös Oy Eurohela Trading Ltd on hoitanut ja tulee jatkossakin hoitamaan varaston merkinnän kyseisellä menetelmällä. Tässä luvussa tarkastellaan erilaisia merkintäjärjestelmiä.

2.6.1 Viivakoodi

Viivakoodi on informaation esitysmuoto, jossa tietoalkiot koodataan visuaaliseen koneellisesti luettavaan muotoon. /7/ Suomessa yleisesti käytössä oleva viivakoodistandardi on nimeltään EAN. Siinä tieto esitetään eri paksuisilla tummilla vierekkäisillä pylväillä sekä pylväiden väliin jäävillä valkoisilla alueilla. Koska EAN-viivakoodin sisältämä tieto on kovin rajallinen, on tämän lineaarisen viivakoodin rinnalle

kehitetty useita kaksiulotteisia koodeja, jolloin pienelle alueelle saadaan mahtumaan enemmän tietoa. Tällaiset 2D-viivakoodit muistuttavat ulkonäöltään shakkilautaa.

Logistiikassa viivakoodi nopeuttaa tuotteen tunnistamista ja vie tiedot virheettömänä ja reaaliajassa tietojärjestelmään. Viivakoodia voidaan käyttää monella tapaa hyödyksi arkipäiväisissä logistisissa toimenpiteissä, kuten varastojen tiedonkeruuratkaisuissa, tavaran vastaanotossa, keräilyssä, inventoinnissa ja lähetystenseurannassa. Viivakoodi itsessään on halpa ratkaisu, sillä viivakoodin pystyy tulostamaan paperille oikeastaan lähes kaikilla tulostimilla. Kokonaiskustannuksissa pitää kuitenkin huomioida myös viivakoodilukijat ja tarvittavat ATK -välineet.

2.6.2 RFID (Radio Frequency identification)

RFID (Radio Frequency Identification), eli radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etäluvuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-tunnisteita. RFID-tunniste, suomenkielisellä nimellä saattomuisti, on pieni laite, joka voidaan sisällyttää tuotteeseen valmistusvaiheessa tai liimata jälkikäteen tarralla. RFID-tunnisteet sisältävät antennin voidakseen lähettää ja vastaanottaa radiotaajuisia kyselyitä. Mikään uusi keksintö RFID-tunniste ei ole, sillä jo toisen maailmansodan aikoihin Britanniassa käytettiin RFID-laitteita erottamaan saapuvat brittikoneet saksalaisista, koska tutka pystyi erottamaan vain koneen, ei sen tyyppiä. Sittemmin 1980-luvulla kaupallistettua RFID-aktiivitunnistetta käytetään automaattista tunnistusta varten tietulleissa.

RFID-tunnisteet voivat olla joko *aktiivisia*, *passiivisia* tai *puolipassiivisia*. Passiivisilla RFID-tunnisteilla ei ole omaa virtalähdettä. Laitteen käyttöön vaadittava erittäin pieni sähkövirta induktoituu antenniin saapuvasta radiotaajuisesta skannauksesta, jonka avulla tunniste pystyy lähettämään vastauksen. Puolipassiivinen RFID-tunniste sisältää virtalähteen, mutta ei omaa lähetintä. Tällöin omalla virtalähteellä saavutetaan kuitenkin passiivista tunnistetta suurempi toimintasäde. Aktiiviset RFID-tunnisteet puolestaan sisältävät virtalähteen, ja niillä voi olla pidempi kantomatka sekä suurempi muisti kuin passiivisilla tunnisteilla. Ne voivat myös tallentaa lähetin-vastaanottimen lähettämiä lisätietoja. Tällä hetkellä pienimmät aktiiviset RFID-tunnisteet ovat suunnilleen kolikon kokoluokkaa, mutta ohuempia. Monilla aktiivisilla tunnisteilla lukuetaisyysdet ovat kymmeniä metrejä, ja pariston ikä useita vuosia.

Logistiikassa käytetyt RFID-tunnisteet toimivat UHF-taajuudella (Ultra High Frequency). RFID-tunnisteita käytetään yleisesti logistiikkasovelluksiin, kuten kuormalavojen ja konttien jäljitykseen sekä ajoneuvojen ja perävaunujen jäljitykseen rajatuilla alueilla, kuten satamissa, mutta myös aivan hyvin yksittäisissä tehtaissa tai varastohalleissa. Suomessa käytetään taajuutta 868 MHz. RFID -tunnisteen etuja viivakoodiin verrattuna on sen suurempi muistikapasiteetti ja se, että aktiivinen tunniste voidaan jäljittää. Tämän tekniikan haittana on edelleen sen korkea hinta mutta tulevaisuudessa sen uskotaan halventuvan, mikä lisää tunnistimien käyttöä. /8/

2.6.3 GPRS, WLAN ja Bluetooth

GPRS, WLAN ja BlueTooth ovat modernia tekniikkaa, jota on myös otettu käyttöön päivittäisessä logistiikassa. GPRS (General Packet Radio Service) on GSM-verkossa toimiva pakettikytkentäinen tiedonsiirtopalvelu, jota käytetään pääasiassa langattoman Internet-yhteyden muodostamiseen GPRS-sovittimen avulla. Tätä tekniikkaa on sovellettu logistiikassa mm. kuljetustenohjauksessa, paikannuksessa ja tiedonkeruussa.

WLAN (Wireless Local Area Network) on langaton lähiverkko, jolla erilaiset verkkolaitteet voidaan yhdistää ilman kaapeleita. Tehtaan sisällä kulkeva tietoliikenne on tällä tekniikalla mahdollista toteuttaa langattomasti, mikä mahdollistaa liikkuvien päätteiden liittymän verkkoon. Esimerkiksi trukkeihin voidaan sijoittaa tietokone, joka on kytketty varastojärjestelmään, ja täten seuraa reaaliajassa järjestelmässä tapahtuvia muutoksia kuten uusia tilauksia.

BlueTooth on avoin standardi laitteiden langattomaan kommunikointiin lähietäisyydellä. Nykypäivänä nopeasti yleistynyt tekniikka juontaa juurensa vuoteen 1994, jolloin Ericsson (nykyisin Sony Ericsson) alkoi tutkia erilaisia menetelmiä langattomaan tiedonsiirtoon matkapuhelimien ja niiden oheislaitteiden välillä. Tänä päivänä varastossa hyödynnetään mm. langattomia viivakoodinlukijoita, jotka on yhdistetty BlueTooth-tekniikalla tietokoneeseen.

Seuraavassa on esimerkki nykypäiväisessä varastossa tapahtuvasta keräilystä. Varastomies saa trukkinsa tietokoneelle (WLAN) oman yrityksensä myyjän tekemän tilauksen, jonka hän kuittaa ja aloittaa keräilyn. Tietokone näyttää tilauksen kaikki tuoterivit ja niiden varastopaikat. Varastomies ajaa trukilla tietokoneen osoittamaan varastopaikkaan ja kuittaa langattomalla viivakoodilukijalla (BlueTooth) tuotteen noudetuksi. Varastomies toistaa tämän työvaiheen niin useasti, että koko tilaus on kerätty. Tämän jälkeen hän tulostaa tilauksesta lähetteen ja pakkaa lähetyksen. GPRS – tekniikkaa apuna käyttäen varastomies paikantaa lähimmän oman yrityksensä rekka-auton, joka noutaa lähetyksen ja toimittaa sen asiakkaalle.

Langattomaan tiedonsiirtoon liittyy aina tietoturvariski, jolloin tieto voidaan kaapata ilmasta ja se voi kulkeutua väärin käsiin. Yrityksen koko tietokannan, joka sisältää yrityksen asiakastiedot, tilaukset, taloudelliset laskelmat ja yrityssalaisuudet, on mahdollista joutua väärin käytetyksi, jos langattoman verkon kantoalueelle tuodaan tietokone, jolla kirjaudutaan yrityksen järjestelmään. Tältä voidaan kuitenkin välttyä suojaamalla lähiverkko asianmukaisesti. ”Koska täydellinen suojautuminen tietoturvariskeiltä on käytännössä mahdotonta, yrityksen tulisi määrittellä optimaalinen tietoturvan taso. Optimaalisella tasolla tietoturvan aiheuttamat kustannukset ovat yhtä suuret kuin mahdollisista väärinkäytöksistä aiheutuvat kustannukset.” /6/(Pesola 1998, 15.) Käytännössä tällaisen optimaalisen tietoturvan tason määrittely on hankalaa.

3. TOTEUTUSOSA – LAYOUT-SUUNNITTELU

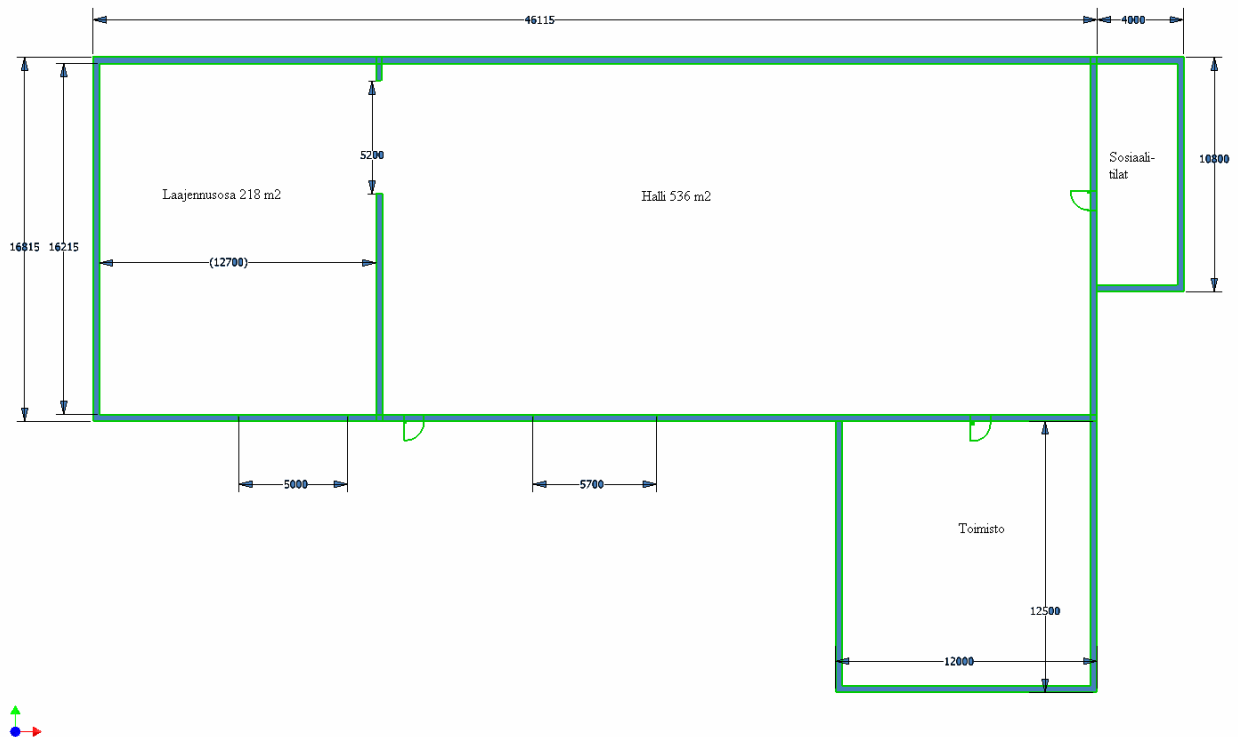
3.1 Nykyiset toimitilat

Oy Eurohela Trading Ltd on toiminut nykyisissä toimitiloissaan Seinäjoella Tuottajantie 61:ssä vuodesta 2003. Varaston pinta-ala on 400 m², hallikorkeus on 4,5 m ja lavapaikkoja on 477 kappaletta. Varastohallin kuutiotilavuus on tällöin 1800 kuutiometriä (m³). Työkäytävät ovat vain kaksi metriä leveitä, mikä on haitannut kolmen varastomiehen yhtäaikaista työtä. Ongelmia on myös tuottanut suuresta tavaramäärästä johtuva epäsiisteys. Tämä on näkynyt yrityksen toimituksissa asiakkaille mm. lähetyksistä puuttuvina tuotteina. Teoria-osuudessa kerrottiin, että varastotila tulisi ajatella aina

kuutiometreissä. Nykyisissä toimitiloissa tämä olisi voitu huomioida hieman paremmin, koska koko hallikorkeutta ei ole käytetty hyväksi kuin muutamassa hyllyssä. Ylin lastauskorkeus on 3 metriä, ja varastossa on käytetty STILL – merkkistä pinontatrukkia nostamaan kuormalavat hyllyihin. Nykyisessä varastossa ei ole minkäänlaista merkintäjärjestelmää, joten tuotteille ei ole nimetty varastopaikkoja. Käytännössä varastomiehet ovat joutuneet opettelemaan tuotteiden sijoituspaikat varastossa ulkoa. Ongelmaksi tämä on tullut siinä vaiheessa, kun esim. yrityksen myyntimiehen on tarvinnut löytää varastosta tarvitsemansa tuote. Tällöin myyntimiehen on tarvinnut kysyä varastomiehiltä apua ja keskeyttää heidän työnsä. Yrityksen kiivaan kasvun johdosta varastoitavan tavaran määrä on ollut kasvussa, eikä nykyisen varastotilan maksimikapasiteetti enää riitä, vaan yrityksen on muutettava suurempiin toimitiloihin. Uusiin toimitiloihin toivottiinkin suunniteltavaksi leveämmät käytävät, jolloin yhtäaikainen keräily varastossa helpottuisi.

3.2 Uudet toimitilat

Uudet toimitilat sijaitsevat Seinäjoella Tuottajantie 63:ssa, joka on nykyisten toimitilojen naapurissa. Varastohallin pinta-ala on 536 m², ja sen lisäksi on jo suunniteltu 218 m² suuruinen laajennusosa hallin eteläpäähän. Laajennusosa valmistuu heinäkuussa 2007, joten muutto voi tapahtua aikaisintaan tuolloin. Uusien toimitilojen varastohallin kokonaispinta-alaksi saadaan 754 m², mikä on lähes kaksinkertainen nykyisiin toimitiloihin verrattuna. Hallikorkeus on tasan 6 metriä, jolloin hallin kuutiotilavuus on $754 \text{ m}^2 \cdot 6 \text{ m} = 4524 \text{ m}^3$. Tämä on 2,5-kertainen verrattuna nykyisen varastohallin kuutiotilavuuteen. Näiden laskelmien pohjalta tehtiinkin arvio, että lavapaikkojen määrän tulisi kaksinkertaistua muutettaessa uusiin toimitiloihin. Kuvassa 14 on uusien toimitilojen pohjapiirros, johon on piirretty tuleva laajennusosa.



Kuva 14. Uusien toimitilojen pohjapiirros

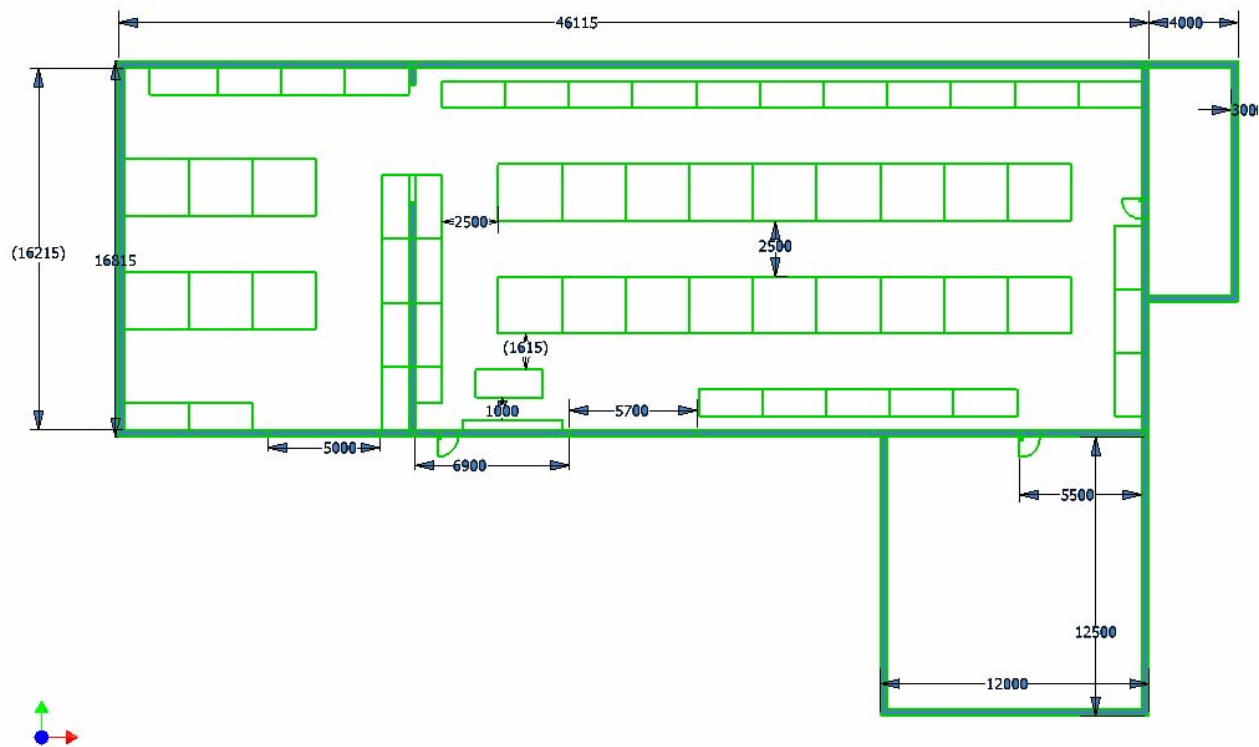
3.3 Layoutin valinta

Varaston layout suunnittelun alkuvaiheessa varastolle mietittiin kriteerejä, jotka sen tulisi täyttää. Ylin kuormalavahyllystön vaakapalkki sijoitettaisiin 4,5 metriin, jolloin koko kuuden metrin hallikorkeus saataisiin hyödynnettyä. Mahdollisimman suuri osa hallin pinta-alasta tulisi täyttää hyllyillä ja mitoittaa hyllyjen väliset käytävät kapeiksi, kuitenkin varastossa tapahtuvan tavaroiden tehokkaan keräilyn siitä kärsimättä. Varaston kapasiteetti on nykyisissä toimitiloissa laskettu lavapaikkojen määrän mukaan, ja kapasiteetin on toivottu kaksinkertaistuvan muutettaessa uusiin toimitiloihin. Lisäksi layoutin tulisi olla selkeä, jolloin hyllyt olisi samansuuntaisesti sijoitettu. Tällöin myös varastoon suunniteltava merkintäjärjestelmä olisi helppo toteuttaa.

Hallitilassa oli muutamia tekijöitä, jotka tuli ottaa layout suunnittelussa huomioon. Ensinnäkin hallin katossa oli hallinosturi, jota kannattelivat raidekiskot molemmilla seinillä. Raidekiskot olivat 600 mm levyiset, jolloin hyllyjä ei voinut sijoittaa aivan seiniin

kiinni. Hallinosturille Eurohelalla ei ollut käyttöä, joten se päätettiin ajaa paikalleen hallin toiseen pätyyn, kun ostajaakaan ei nosturille löytynyt. Hallinosturi oli 4,5 metrin korkeudessa, joten sen alapuolelle tuli sijoittaa hieman tavallista matalammat hyllyt. Toinen rajoittava seikka oli laajennusosan ja hallin välinen kantava seinä, jota ei voitu poistaa. Seinään saatiin kuitenkin tehtyä 5,2 metrin levyinen aukko, joka mahdollisti kulun hallien tilojen välillä. Muuten tila oli suorakaiteen muotoinen ja katto tasainen, mikä helpotti layout-suunnittelua.

Kun aloitin ensimmäisen layoutin suunnittelun, sijoitin ensimmäiset hyllyt seinien viereen. Ajattelin sijoittaa hyllyt seinän suuntaisesti, koska näin säästyisi tilaa. Tämä ei kuitenkaan pitänyt paikkaansa, sillä näin tehtyyni hyllyt olivat toisiinsa nähden kohtisuorassa, mikä hankaloitti käytävien suunnittelua sekä vaikeutti merkintäjärjestelmän toteutusta. Vaakapalkin pituutena käytin suunnitelmassa 2700 mm, johon mahtuisi kolme eurolavaa vierekkäin. Tämä vaakapalkin pituus oli käytössä myös nykyisissä toimitiloissa, joten kyseisiä palkkeja voitaisiin hyödyntää myös uusissa toimitiloissa. Suunnittelin hyllyihin neljä tasoa, joista alimmainen olisi 1100 mm korkeudella ja seuraavat kolme 1100 mm hyllyvälityksellä. Näin ollen ylin vaakapalkki olisi 4,4 metrin korkeudessa. Kahden pylväselementin väliin mahtuu tällöin 15 eurolavaa. Tehdessäni ensimmäistä layoutia ymmärsin heti sijoittaa halliin mahdollisimman pitkiä yhdensuuntaisia hyllyjä, jolloin kaksi hyllyä voitaisiin sijoittaa toisiinsa kiinni, kuten kuvassa 15. Laskettuani ensimmäisen layoutin lavapaikat yllätyin hieman tuloksesta. Laskemani 1155 lavapaikkaa täytti kriteerin, jossa oli vaadittu lavapaikkojen kaksinkertaisen määrän nykyisiin toimitiloihin verrattuna. Tuossa vaiheessa ajattelin, että pienillä muutoksilla ja hieno säädöillä voitaisiin saada vielä jopa 100 lavapaikkaa lisää. Ongelmakohtaksi suunnitelmassani tuli kuitenkin tilan ahtaus pakkauspöydän ympärillä. Pakkauspöydän etäisyys lähimpään hyllyyn oli hieman yli 1,6 metriä. Tästä ei trukilla olisi mahtunut kulkemaan. Pakkauspöydän ääressä toimivat varastomiehetkin olisivat olleet vaaralle alttiita toimiessaan näin ahtaassa tilassa trukin kanssa. Työkäytävän leveydeksi laskin 2,5 metriä, joka olisi jo huomattavasti leveämpi kuin nykyisten toimitilojen alle 2 metrin työkäytävä.

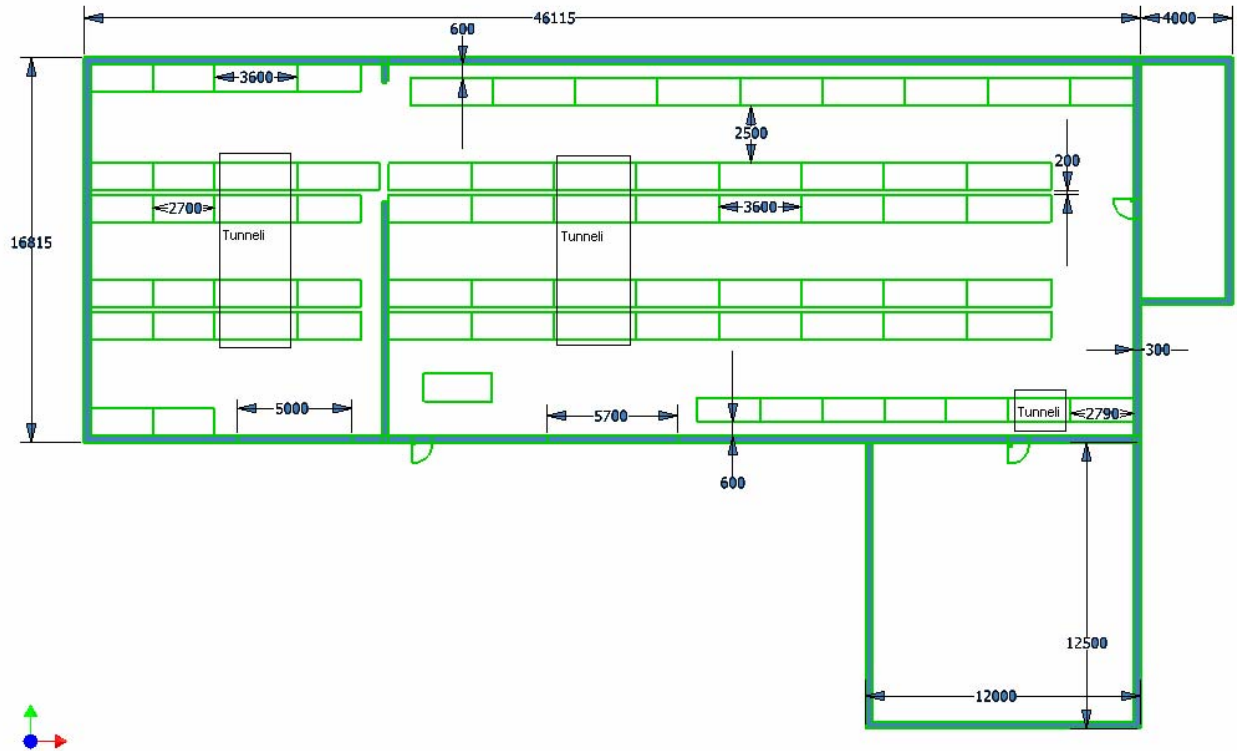


Kuva 15. Ensimmäinen layout

Tehdessäni hallin layout-suunnittelua otin yhteyttä alan asiantuntijaan Hannu Harjuun, jonka toimipiste sijaitsee Vaasassa. Yhdessä Hannun kanssa kävimme lävitse ensimmäisen piirtämäni layoutin ja mietimme ongelmakohtiin parannuskeinoja. Hannun mielestä kaikki hallin pitkittäissuunnan kanssa kohtisuorassa olevat hyllyt tulisi poistaa. Näin saataisiin pituussuunnassa oleville hyllyille lisää pituutta, ja merkintäjärjestelmän toteutus helpottuisi merkittävästi. Lisäksi hyllyihin suunniteltiin tunnelit, joiden ansiosta varastossa voitaisiin kulkea vapaammin ja keräily nopeutuisi.

Hannun ehdotuksesta uudessa layoutissa käytettiin pitempiä 3600 mm vaakapalkkeja alun perin suunnittelemani 2700 mm sijasta. Tällöin vaakapalkille mahtui neljä eurolavaa vierekkäin ja tarvittiin olennaisesti vähemmän pylväselementtejä. Käytettäessä pitempää vaakapalkkia ja neljää tasoa kahden pylväselementin väliin mahtuu 20 eurolavaa. Neljä kappaletta on sijoitettuna lattialle ja 16 kappaletta ovat hyllyn tasoilla. Pylväselementtien korkeudeksi valittiin 5 metriä, mutta hyllyjen päätyelementit haluttiin 5,5-metrinä. Tämä paransi turvallisuutta, koska nyt hyllyjen päädyissä korkealla olevista kuormalavoista ei päässyt putoamaan tavaraa. Parannellussa layoutissa näitä korkeampia pylväselementtejä tarvittiinkin vain 5 kappaletta, kun taas ensimmäisessä piirtämässäni layoutissa niitä olisi

tarvittu 16 kappaletta. Lavapaikat lisääntyivät tämän uudistetun suunnitelman myötä 1210 kappaleeseen. Tämä suunnitelma toteuttaa kaikki varastojärjestelmälle asetetut vaatimukset niin kapasiteetin kuin selkeydenkin osalta. Kuvassa 16 on esitetty paranneltu ja uusissa toimitiloissa toteutuva layout.



Kuva 16. Toteutuva layout

3.4 Trukin valinta

Layoutin valinta ja työikävän leveys asettivat trukin valinnalle selkeät kriteerit. Layoutissa esiintyvät tunnelit, joista trukin täytyi mahtua kulkemaan, asettivat trukin ajokorkeudeksi h_1 korkeintaan 2200 mm. Työikävän leveys suunnitelmassa oli 2500 mm, jolloin trukin Ast -mitan piti olla <2500 mm. Ylimmän kuormalavahyllöstyön vaakapalkin yläpinta oli 4500 mm korkeudessa, joten trukin lastauskorkeuden tuli olla

>4500 mm. Suurimman nostokorkeuden h_3 arvon tuli olla vähintään 4650 mm (kuormalavan korkeus n. 150 mm).

Työkäytävän leveys 2500 mm rajasi heti muutamia trukkityyppäjä pois laskuista. Nelipyöräiset vastapainotrukit ja työntömastotrukit olivat siis nyt pois suljettuja vaihtoehtoja, koska näiden kääntösäteet ovat niiden geometrian takia liian suuria asetettuihin vaatimuksiin nähden. Sitä vastoin tähän tarkoitukseen soveltuivat erityisen hyvin pinontatrukit, joiden kääntösäde on huomattavasti edellä mainittuja trukkeja pienempi. Pinontatrukkia ajetaan kävelemällä trukin perässä ja ohjaten sitä ohjainpuomista. Ohjainpuomissa sijaitsevat kaikki funktionäppäimet, kuten trukin liike eteen- ja taaksepäin, haarukoiden nosto ja lasku sekä hätäpysäytyspainike. Kuvassa 17 on STILL EGV 14 - pinontatrukki, jonka maksiminostokkyky on 1400 kg.



Kuva 17 STILL EGV 14 –pinontatrukki /23/

Lähetin sähköpostilla tarjouspyynnön (LIITE 1) noin kymmenelle tunnetulle trukkitoimittajalle. Tarjouspyynnöstä kävivät ilmi trukin valintaan vaikuttavat kriteerit, ja kuukauden kuluessa olin saanut tarjoukset kaikista pyytämistäni trukeista. Tarjouksista erottui edukseen kaksi tunnettua trukki valmistajaa, STILL ja Rocla. Trukkien ominaisuudet selviävät taulukosta 1, jossa niitä on helppo vertailla.

Taulukko 1 Pinontatrukkien ominaisuudet

	Työkäytävä tarve (mm)	Maksimnostokorkeus h_3 (mm)	Ajokorkeus h_1 (mm)	Hinta (€)
STILL EGV 14	2280	4716	2070	9 600
Rocla SW16ac	<2500	5400	2100	10 000

Molempien trukkien ominaisuudet toteuttivat niille asetetut vaatimukset työkäytävatarpeen, maksimnostokorkeuden sekä ajokorkeuden suhteen. Roclan vahvuutena oli korkeampi nostokorkeus, mutta tarvetta nostaa tavaraa yli 5 metrin korkeudelle ei kuitenkaan ollut. Eurohelassa käytössä olevasta STILL-merkkisestä pinontatrukista oli hyvät kokemukset jo muutaman vuoden ajalta, joten sen takia päädyimme uudessa hankinnassa samaan merkkiin. Kun hinta oli vielä tarjouskilvan halvin, oli päätös helppo tehdä.

3.5 Kuormalavahyllyjen valinta

Eri kuormalavahyllyvalmistajia ja niiden tuotteita toimittavia yrityksiä on Suomessa paljon. Ehkä tunnetuin Suomessa valmistettava kuormalavahyllymerkki on Kasten, jota valmistetaan Lohjan tehtailla Constructor Finland Oy: n toimesta. Kasten on saavuttanut ISO 9001 -laatustandardin, ja KASTEN P90-kuormalavahyllystö on suunniteltu ja testattu FEM 10.2.02.-normin mukaisesti. Useilla muillakin toimittajilla on sama laatustandardi ja suunnittelu, sekä testaus on suoritettu FEM-normin mukaisesti, joten tämä aiheuttaa valinnan vaikeutta päätöstä tehdessä. Ensimmäinen kriteeri, joka kuormalavahyllylle asetettiin, oli että hyllyn valmistajalta tulisi löytyä tuotevalikoimastaan 3600 mm pitkä vaakapalkki. Toinen kriteeri oli 700 kg lavapainokantavuus, jolloin neljä eurolavaa vierekkäin samalla 3600 mm pitkällä vaakapalkilla painaisi 2800 kg. Kolmas kriteeri hyllyjen hankinnassa oli hinta. Neljäs kriteeri oli hyllyn tukevuus ja turvallisuus. Hyllyn ulkonäöllä ei valintaa tehtäessä ollut merkitystä. Erilaisia hyllyratkaisuja tarkasteltiin, mutta tarvetta FIFO- periaatteella toimivalle läpivirtaushyllylle ei kuitenkaan löytynyt. Kustannukset olivat päatekijä kun valittiin perinteinen kuormalavahyllyratkaisu uusiin toimitiloihin. Nykyisissä toimitiloissa oli toimittu samalla ratkaisulla, joten ei ollut

syytä vaihtaa tuttua ja turvallista tapaa toiseen. Kapeakäytävä- ja siirtohyllyjärjestelmä olivat pois suljettuja vaihtoehtoja heti alusta lähtien, koska tavaran volyymi on kuitenkin suhteellisen pientä ja tällaiset järjestelmät pääsevät oikeuksiinsa vasta suurilla volyyymeilla.

Lähetin sähköpostilla tarjouspyynnön (LIITE 2) kuudelle tunnetulle kuormalavahyllysten toimittajalle. Tarjouspyynnöstä kävivät ilmi hyllyn valintaan vaikuttavat kriteerit, ja muutaman viikon kuluttua olin saanut tarjoukset kaikista pyytämistäni hyllymerkeistä. Tarjouksista erottuivat edukseen kaksi tuotemerkkiä: Kasten ja Mecalux. Merkeistä jälkimmäiselle oli myös myönnetty ISO 9001 -laatustandardi sekä ympäristöstandardi ISO 14001 toiminnastaan ympäristön puolesta. Mecalux-kuormalavahyllyt on niin ikään suunniteltu ja testattu FEM -laskentastandardin mukaisesti. Edellä mainittujen hyllymerkkien välillä ei kahden ensimmäisen kriteerin kohdalla ollut eroavaisuutta. Hinta oli kuitenkin kotimaisessa merkissä jonkin verran ulkomaista kalliimpi. Kun Mecalux-hyllytoimittajan palveluihin kuului vielä hyllyjen pystytys kohtuullisesta lisähinnasta, painoi se vaakakuppia ulkomaisen tuotemerkin hyväksi. Kuvassa 18 on koottuna Mecalux-kuormalavahyllistö.

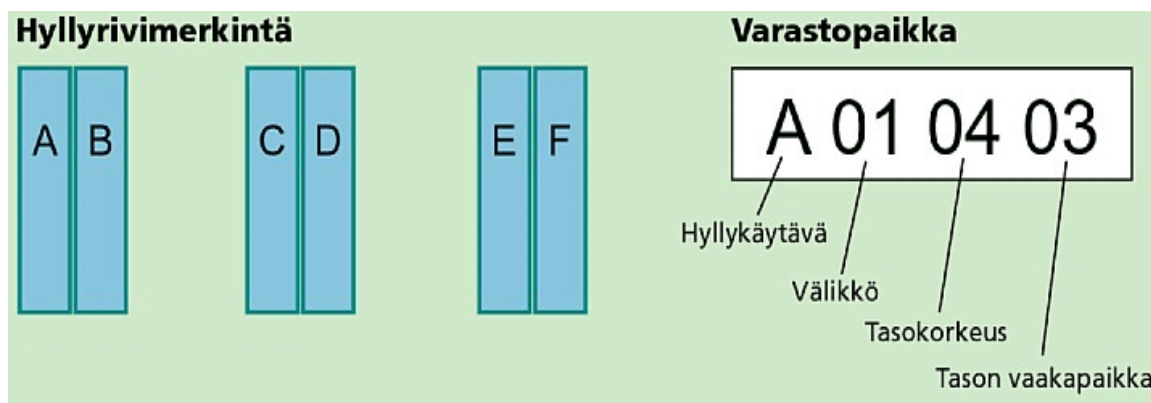


Kuva 18 Mecalux-kuormalavahyllistö

3.6 Merkintäjärjestelmän valinta

Nykyisissä toimitiloissa ei ole ollut käytössä minkäänlaista merkintäjärjestelmää ja tämä on vaikeuttanut olennaisesti toimintaa varastossa. Uusiin toimitiloihin haluttiin enemmän selkeyttä varaston osalta, joten jonkinlainen merkintäjärjestelmä oli suunniteltava. Viivakoodijärjestelmää, jossa tavaran vastaanotossa lavat luettaisiin viivakoodilukijalla ennen hyllytystä, ei haluttu toteuttaa, koska saapuvissa lähetyksissä ei ollut viivakoodeja valmiina, ja näiden painattaminen tuotteisiin olisi teettänyt lisää työtä ja hidastanut tavaran vastaanottoa. Lisäksi kustannukset olisivat nousseet niin korkeiksi, että oli syytä epäillä investoinnin lopullista hyötyä. Täsmälleen samalla periaatteella hylättiin RFID-merkintäjärjestelmä.

Varaston opaste- ja merkintäjärjestelmää suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon koko tilan layout, käytettävät keräilyjärjestelmät, hyllystöratkaisut ja mahdolliset varastossa tapahtuvat toistuvat tasomuutokset. Kun hyllyt olivat toteutuvassa layoutissa yhdensuuntaisia, voitiin käyttää hyllyrivimerkintää. Hyllyrivimerkinnässä jokainen hylly nimettiin aakkosjärjestyksessä kuvan 19 esittämällä tavalla. Tuotteen tarkan paikan määrittämiseksi täytyi vielä nimetä hyllyvälikkö, tasokorkeus ja tason vaakapaikka; nämä tehtiin numeroilla. Tuote oli nyt tarkasti paikannettu, ja tämä tieto ilmoitettiin Nova-varastokirjanpitojärjestelmään, joka oli Eurohelassa käytössä. Tämä toimenpide täytyi suorittaa jokaisen tuotteen kohdalla erikseen. Tämän jälkeen keräyslähetteeseen tulostui kunkin tuotteen kohtaan sen oma varastopaikka, esimerkki kuvassa 19. Enää ei tarvinnut muistaa ulkoa tuotteen sijaintia, vaan kuka tahansa löysi halutun tuotteen varastosta.



Kuva 19 Hyllyrivimerkintä ja varastopaikka /24/

3.7 Varastoautomaatin valinta

Erilaisia varastoautomaatteja on ollut tarjolla jo suunnilleen 20 vuotta. Tuona aikana ne ovat kehittyneet huomasti, ja tämän päivän mallit pystyvät toimimaan saumattomasti yhdessä varastojärjestelmän sekä toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Tässä luvussa käsiteltävät varastoautomaatit ovat niin kutsuttuja hissimalleja, jotka varastoivat tavaran pullapeltiä muistuttavalle alustalle. Varastoautomaatti säästää paljon tilaa ja onkin parhaimmillaan ahtaissa varastoissa, joissa varastoidaan runsaasti pieniä artikkeleita. Varastoautomaatti käyttää vapaan korkeustilan tehokkaasti, koska laitteen päälle tarvitsee jättää ainoastaan 50 mm asennusvara. Varastoautomaatin maksimikorkeus voi olla jopa 30 m ja runkokantavuus 60 000 kg, jolloin sen varastointikapasiteetti on todella suuri. Perinteiseen hyllyvarastointiin verrattuna voidaan päästä jopa 70 % pinta-alan säästöön. Automaatin leveyden voi asiakas määrittää tarpeidensa mukaisesti 1250 mm ja 3050 mm väliltä. Varastoautomaatin kapasiteetti ilmoitetaan yleensä juoksumetreinä (jm). Seuraavassa esimerkissä on laskettu varastoautomaatin kapasiteetti. Alustan leveys on 3050 mm ja syvyys 813 mm, sekä automaatissa käytetään 40:tä alustaa. Automaatin kapasiteetti 400 mm hyötysyvyydellä on

$$3,050\text{ m} \cdot 40 \cdot 2 = 244\text{ jm}$$

Kyseinen varastoautomaatti siis korvaa 244 metriä hyllyä, ja lisäksi kaikki tavarat ovat helposti saatavilla käyttöaukosta, eikä varastomiehen tarvitse kävellä tai käyttää tikkaita. Käyttäjä voi tilata alustan käsittelyaukkoon käyttämällä automaatissa olevaa ohjauspaneelia. Tuotteen voi tilata automaatista myös sen omalla tuotekoodilla, jolloin ei tarvitse tietää alustan numeroa. Kun automaatista otetaan tietty määrä tavaraa, tulee määrä näppäillä ohjauspaneeliin, jolloin automaatti osaa pitää kirjaa varastosaldoista. Tuotteiden saldoille voidaan asentaa jopa hälytysrajat, jolloin automaatti ilmoittaa kun tuote on loppumassa ja sitä täytyy tilata lisää. Varastoautomaatista saadaan myös tulostettua raporteja, kuten inventaariolistat, joista selviävät automaatin kaikkien tuotteiden saldot. Käsittelyaukkoja voi olla useampiakin, jolloin samaa automaattia voidaan käyttää yhtä aikaisesti esimerkiksi toisesta kerroksesta. Alustan kantavuudeksi voidaan valita 250 kg tai 500 kg, ja alustan kokoa voidaan muokata asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Kuvassa 20 on Kardexin valmistava varastoautomaatti. /11/



Kuva 20 Kardex Shuttle /25/

Tiesin varastosuunnitelmaa tehdessäni, että varastoautomaatteja on Suomessa jo kohtuullisesti käytössä. Varastoautomaattien korkea hinta on kuitenkin rajoittanut niiden käyttöä etenkin pienimmissä yrityksissä. Tästä huolimatta halusin ottaa erilaisista varastoautomaateista selvää ja pyysin tarjoukset kahdelta tunnetulta valmistajalta. Valmistajat olivat Kasten ja Kardex. Itselläni oli kokemusta työharjoittelun kautta kotimaisen Kastenin varastoautomaateista, joita oli käytössä Finn-Power Oy: ssä Kauhavalla. Uusiin toimitiloihin suunnittelin 3,0 metriä leveän ja 5,8 metriä korkean varastoautomaatin, jossa oli 40 alustaa. Yksi kriteeri automaatin valinnassa oli, että sen tuli toimia saumattomasti yhteen Eurohelassa käytössä olevan Nova-varastokirjanpitojärjestelmän kanssa. Tarjoukset saatuani huomasin, että hinnat eivät olennaisesti poikenneet kotimaisen ja ulkomaisen välillä. Lähes 40 000 € investointi tuntui kuitenkin kohtuuttoman kalliilta Eurohelan toimitusjohtajan Heikki Savolan mielestä, koska varaston keräily oli sujunut ongelmitta tähänkin päivään asti. Varastoautomaatin hankintaa tulevaisuudessa ei kuitenkaan suljettu pois, sillä tällaiset varastoautomaatit

nopeuttavat todistetusti keräilyä ja ovat ergonomisesti hyvin suunniteltuja. Koska varastoautomaattia ei yritykseen hankittu, ei se myöskään näy toteutuvassa layout-kuvassa 16.

4. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella yrityksen uusien toimitilojen varaston layout sekä selvittää tarvittavat kalustohankinnat ja kilpailuttaa näiden hinnat. Tarjouksien perusteella päätettiin hankkia STILL – merkinen pinontatrukki ja Mecalux – merkkiset kuormalavahyllyt. Tavoitteena oli myös saada uudesta hallitilasta mahdollisimman suuri hyöty irti. Varastohalliin sijoitettiin korkeat kuormalavahyllyt ja suunniteltiin hyllyjärjestys siten, että varastossa tapahtuva keräily olisi nopeaa ja ergonomista. Layout-suunnittelussa turvauduin asiantuntijoiden apuun. Heidän kanssaan yhteistyössä layoutista saatiin selkeä ja toimiva. Opinnäytetyötä tehdessäni huomasin, että layout-suunnittelussa on useita huomioon otettavia tekijöitä. Työkäytävän ja kuormalavahyllystön mitoittamiseen tulee perehtyä erityisen tarkasti. Varastoautomaatin hankinta oli myös harkinnassa ja siitä tehtiinkin tarjouspyyntö. Tuote oli erittäin mielenkiintoinen mutta investointi olisi ollut kohtuuttoman kallis, joten varastoautomaatista ei jätetty tilausta.

LÄHTEET

Kirjalliset lähteet

- /1/ Logistep oy, kuvasto 2007, pientavaravaraston suunnittelu, s.5
- /2/ Logistep oy, kuvasto 2007, kevyt läpivirtaushyllyjärjestelmä, s. 13
- /3/ Logistep oy, kuvasto 2007, kevyt läpivirtaushyllyjärjestelmä, s. 12
- /4/ Logistep oy, kuvasto 2007, siirtohyllijärjestelmä, s. 36
- /5/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s. 35
- /6/ Pesola, Ritva (1998) Inhimillinen tekijä on suurin tietoturvallisuusriski. Kauppalehti 19.3.1998: 15.

Sähköiset lähteet

- /7/ Wikipedia, vapaa tietosanakirja [www-sivu] 18.4.2007
Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/RFID>
- /8/ Wikipedia, vapaa tietosanakirja [www-sivu] 17.4.2007
Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Viivakoodi>
- 11 Kardex Finland oy. [www-sivu] 10.4.2007
Saatavissa: http://www.kardex.fi/Tuotteet_Palvelut/Shuttle_XP.htm

Kuvien lähteet

- /10/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.26
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /11/ <http://www.ekstrom.fi/STILL-pinontatrukit/274>
STILL EGV tekninen-esite.pdf s.11
- /12/ <http://www.ekstrom.fi/STILL-pinontatrukit/274>
STILL EGV tekninen-esite.pdf s.11
- /13/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.25

- Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /14/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.25
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /15/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.25
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /16/ Logistep oy, kuvasto 2007, läpivirtaushyllyt, s.12
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /17/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.34
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /18/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.34
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /19/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.34
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /20/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.35
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /21/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.35
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /22/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.35
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /23/ Ekström oy, kotisvu
Saatavissa: <http://www.ekstrom.fi/STILL-pinontatrukit/274>
- /24/ Logistep oy, kuvasto 2007, kuormalavahyllyt, s.35
Saatavissa: <http://logistep.fi/luettelo/>
- /25/ Kardex Oy, Kardex Shuttle Xp,
Saatavissa: <http://news.thomasnet.com/images/large/012/12203.jpg>

LIITTEET

- 1 Tarjouspyyntö pinontatrukista, Oy Ekströmin Koneliike Ab, Espoo
Jukka Kuopio
- 2 Tarjouspyyntö kuormalavahyllyistä, Paavo Haapala Ky, Kokkola
Matti Haapala

LIITE 1

Lähettäjä: Timo Anttila <timo.anttila@me.tpu.fi>

Lähetetty: Tiistai, maaliskuuta 20, 2007 13:12

Vastaanottaja: jukka.kuopio@ekstrom.fi,

Aihe: Pinontatrukit

Terve,

Yrityksemme Oy Eurohela Trading Ltd on muuttamassa uusiin toimitiloihin ja maahantuovana tukkuyrityksenä varastoimme paljon tavaraa. Nyt onkin ajankohtainen asia tiedustella yrityksenne tuotteita ja tarkemmin ottaen lavan pinoamistrukkeja.

Vaatimuksena trukille olisi vähintään 4,5 metrin maksiminostokorkeus ja trukin tulisi mahtua toimimaan 2,5 metrin työkäytävälevyellä. Toivon, että esittelette minulle yrityksenne tuotteita, jotka täyttävät nuo edellä mainitsemani vaatimukset. Haluaisin alustavia hintatietoja esim. mallista STILL EGP14 Triplex.

Terveisin,

Timo Tuomas Anttila
Oy Eurohela Trading Ltd
Tuottajantie 61
60200 Seinäjoki

LIITE 2

Lähettäjä: Timo Anttila, <timo.anttila@me.tpu.fi>

Lähetetty: Perjantai, Huhtikuu 6. 2007 13:12

Vastaanottaja: [Matti Haapala <matti.haapala@phaapala.inet.fi>](mailto:matti.haapala@phaapala.inet.fi)

Aihe: Tarjouspyyntö kuormalavahyllyistä

Terve,

Soittelin sinulle 4.4.2007 klo. 9.24 ja pyysin tarjousta hyllyistä. Yrityksemme Oy Eurohela Trading Ltd on kalusteheloja maahantuova yritys, joka toimii Seinäjoella Tuottajantie 61. Kesäkuussa yritys muuttaa uusiin tiloihin tuottajantie 63:een ja tarvitsemme sinne lisää kuormalavahyllyjä.

Alla tarvitsemamme/laskemani komponentit!

Pylväselementti 5000mm 49kpl

Pylväselementti 5500mm 5kp

Vaakapalkki 3600mm kantavuus väh. 2200kg 304kpl

Vaakapalkki 2750mm kantavuus väh. 2000kg 62kpl

Sekä tarvittavat varmistin sokat ja yhdistinraudat!

Toivon että saan tarjouksen ensi viikon tiistaina eli 10.4.2007

Kiitos jo etukäteen!

T: Timo Anttila

Eurohela Trading

050-5332798