

Tuomas Hihnala

VARASTOJEN LAYOUT-SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2015

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Kokkola-Pietarsaari	Aika Toukokuu 2015	Tekijä/tekijät Tuomas Hihnala
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn nimi VARASTOJEN LAYOUT SUUNNITTELU JA TOTEUTUS		
Työn ohjaaja Mika Kumara		Sivumäärä [42 + 6]
Työelämäohjaaja Timo Hänninen		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Alajärven Vesiosuuskunnan sisä- ja ulkovaraston layoutit uudestaan, valita yrityksen käyttöön soveltuva varastohallintaohjelmisto ja suorittaa sen käyttöönotto. Layout-suunnittelun tavoitteena oli varastopaikkojen lisääminen, varastotoimintojen selkeyttäminen mahdollisimman yksinkertaisiksi ja logistisesti hyvin toimivan kokonaisuuden aikaansaaminen.</p> <p>Suunnittelun tietopohjana käytettiin alan kirjallisuutta, varastoihin liittyviä standardeja ja varastokalustetoimittajien suunnitteluohjeita. Tietoperustan keskeisinä elementteinä olivat erilaiset varastokalusteratkaisut, layout-suunnittelun vaiheet ja varastopaikkojen suunnittelun apuvälineet.</p> <p>Sisävaraston uusi layout toteutettiin opinnäytetyön aikana. Lisäksi sisävarastossa oleva työpiste uudistettiin täysin. Varastohallintaohjelmiston käyttöönottoon ja sisävaraston suunnitteluun sekä toteuttamiseen käytettiin aikaa viisi kuukautta.</p>		

Asiasanat
Layout, Suunnittelu, Varastot, Viivakoodit

ABSTRACT

Unit Kokkola-Pietarsaari	Date May 2015	Author/s Tuomas Hihnala
Degree programme Mechanical Engineering and Production Technology		
Name of thesis WAREHOUSE LAYOUT PLANNING AND IMPLEMENTATION		
Instructor Mika Kumara	Pages [42 + 6]	
Supervisor Timo Hänninen		
<p>The purpose of this thesis was to design new layouts for the indoor and outdoor storages of Alajärven Vesiosuuskunta and to choose the appropriate inventory management software for the company's needs and to perform the introduction of the system. The aim of this thesis was to increase the storage places, make warehouse operations as simple as possible and to achieve a logistically well-functioning warehouse.</p> <p>Logistics literature, warehouse standards and warehouse racking supplier's design guidelines have been used as the sources of information in this thesis. The key elements of the source information were different warehouse racking solutions, layout design phases and the planning aids of storage places.</p> <p>The indoor warehouse's new layout was implemented during the thesis and the workstation which is situated in the warehouse was also completely renovated. The time spent on the introduction of the inventory management software and the indoor warehouse reorganization was five months.</p>		

Key words
Bar code, layout, planning, warehouse

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 ALAJÄRVEN VESIOSUUSKUNTA	2
3 VARASTO	3
3.1 Varastomuodot	4
3.1.1 Jakeluvarastot	4
3.1.2 Valmistukseen liittyvät varastot	5
3.2 Ulkovarastointi	6
3.3 Lämmittämättömät varastot	7
3.4 Lämpimät varastot	8
4 VARASTOKALUSTEET	9
4.1 Pientavarahyllystöt	9
4.2 Kuormalavahyllystöt	12
4.2.1 Perinteinen kuormalavahyllystö	13
4.2.2 Läpivirtaushyllystö	15
4.2.3 Push Back-hyllystö	16
4.2.4 Syväkuormaushyllystö	16
4.2.5 Siirtohylljärjestelmät	16
4.3 Ulokehyllyt	17
4.4 Kuormalavahyllystöihin liittyvät SFS-standardit	18
5 LAYOUT-SUUNNITTELU	19
6 ABC- JA XYZ- ANALYYSIT	21
7 VIIVAKOODIT	23
8 PROJEKTIN TOTEUTUS	25
8.1 Sisävaraston layoutin suunnittelu ja toteutus	26
8.2 Varastopaikat	31
8.3 Varastohallintaohjelmisto ja tiedonkeruupääte	34
8.4 Ulkovaraston layout	38
9 TULOKSET	40
10 POHDINTA	42
LÄHTEET	43
LIITTEET	
LIITE 1. Sisävaraston vanha layout	
LIITE 2. Ulkovaraston vanha layout	
LIITE 3. Sisävaraston uusi layout	
LIITE 4. Käyttöohje esimerkki	
LIITE 5. Ulkovaraston uusi layout	
LIITE 6. Väliseinän rungon piirustus	

KUVIOT

KUVIO 1. Katettu kuormalavahyllistö	6
KUVIO 2. Perinteinen pientavarahyllistö	10
KUVIO 3. Siirtohyllijärjestelmä	11
KUVIO 4. Pientavarahyllistöjen tilankäyttö	12
KUVIO 5. Kuormalavat	13
KUVIO 6. Perinteinen kuormalavahyllistö	14
KUVIO 7. Läpivirtaushyllykön toimintaperiaate	15
KUVIO 8. Yksipuolinen ulokehylly	17
KUVIO 9. Interleaved 2 of 5 viivakoodi	23
KUVIO 10. Suomen yleisimmät viivakoodi tyypit	23
KUVIO 11. Sisävaraston pohjapiirustus	27
KUVIO 12. Sektori A	28
KUVIO 13. Sektori B	29
KUVIO 14. Sektori C	30
KUVIO 15. Sektori D	31
KUVIO 16. Hylly B:n varastopaikkaluokittelu	32
KUVIO 17. Cipherlab-tiedonkeruupääte telakassa	35
KUVIO 18. Lavakortti	37

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Vaakapalkkien leveydet	14
TAULUKKO 2. ABC-luokittelu	21
TAULUKKO 3. Sisävaraston kokonaiskustannukset	40

1 JOHDANTO

Hyvin organisoitu varasto on erittäin tärkeä yrityksen toiminnan kannalta. Ajan tasalla olevalla varastohallintaohjelmistolla pystytään varmistamaan, että kaikkia tuotteita on varastossa tarpeeksi ja yllättävät tuotteiden loppumiset saadaan kitkettä pois. Kun tuotteet varastoidaan oikeaoppisesti, niiden vahingoittumiselta varastoinninaikana vältytään. Kun kaikilla tuotteilla on omat varastopaikat, niiden etsimiseen ei tarvitse käyttää paljoa työaikaa. Hyvin tehdyn varastopaikkojen suunnittelun ansiosta yleisimmät tuotteet ovat helposti saatavilla ja niiden keräily on nopeaa. Erilaisilla varastohyllyratkaisuilla saadaan rakennettua jokaisen yrityksen yksilöllisiin tarpeisiin soveltuva toimiva varastokokonaisuus. Erilaisten hyllystö ratkaisujen valinta kannattaakin tehdä huolella, sillä oikean tyyppisillä valinnoilla saadaan varastosta kompakti ja toimiva kokonaisuus.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdytään aluksi erilaisiin varastomuotoihin sekä varaston kalusteratkaisuihin. Kaluste ratkaisuista käsitellään pientavarahyllystöt ja kuormalavahyllystöt. Seuraavaksi tutkitaan layout-suunnittelun perusteita ja yleisiä layout-suunnittelun vaiheita sekä suunnittelussa käytettäviä apuvälineitä. Tutkittavana on myös ABC- ja XYZ-analyysien käyttö varastopaikkojen suunnittelun apuvälineinä; mitä analyyseillä voidaan tutkia ja miten tietoa hyödynnetään? Viimeisenä aiheena perehdytään yleisimpiin viiva-koodeihin, niiden toiminta periaatteeseen ja siihen kuinka niitä voidaan hyödyntää teollisuudessa.

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä uudet layout-suunnitelmat Alajärven Vesiosuuskunnan sisä- ja ulkovarastoon, toteuttaa sisävaraston uusi layout sekä valita varastohallintaohjelmisto ja tehdä sen käyttöönotto. Layout-suunnittelun tavoitteena oli varastopaikkojen lisääminen, varastotoimintojen selkeyttäminen mahdollisimman yksinkertaisiksi ja logistisesti hyvin toimivan kokonaisuuden aikaansaaminen. Varastojen uudistamisen lisäksi uudistettiin myös sisävarastossa oleva työpiste. Sen suunnittelun tavoitteina oli työolosuhteiden parantaminen asianmukaisilla kalusteilla ja työkalujen säilytyksen järjeistäminen. Sisävaraston uusi layout toteutettiin välittömästi suunnitelman valmistuttua. Ulkovaraston osalta uuden layoutin toteutusaikataulu jätettiin avoimeksi.

2 ALAJÄRVEN VESIOSUUSKUNTA

Alajärven kirkonkylän vesijohtoyhtymä perustettiin vuonna 1946. Ensimmäiseksi vedenottopaikaksi valittiin Höykkijärvi. Vesijohtolinja rakennettiin sorvatuista puuputkista ja putkilinjan kaivaminen hoidettiin lapiolla, joten työt etenivät hitaasti. Vuosina 1947–1949 Alajärven asukkaat rupesivat saamaan vettä talouksiinsa. Koska Höykkijärvi on nevan ympäröimä vesialue, vesi oli ruskeahkoa ja tuoksui voimakkaasti humukselle, joten vettä käytettiin pääasiassa eläinten juomavetenä ja pesuvetenä. Vuonna 1953 vesijohtoyhtymä muutettiin vesiosuuskunnaksi ja sen uuden hallituksen ensimmäiseksi tehtäväksi tulikin etsiä parempilaatuista talousvettä alueen asukkaille. (Sillanpää 2006, 1.)

Vuosia kestäneiden tutkimusten jälkeen löytyi kaksi sopivaa vedenottopaikkaa, toinen Pynttäristä ja toinen Kurejoen Hyöringinharjusta, joissa molemmissa oli riittävästi vettä kirkonkylän tarpeisiin. Koska Pynttäri sijaitsi lähempänä ja suunnitellun vesilinjan varrella oli asutusta koko matkalla, päätettiin uusi pohjavedenottamo rakentaa sinne. Vuosien 1959 ja 1960 aikana rakennettiin muovinen halkaisijaltaan 110mm oleva runkolinja, sekä jakeluverkosto, Pynttäristä keskustaan. (Sillanpää 2006, 2.)

Pynttärin vesi oli kohtalaisen hyvälaatuista, mutta sitä ei vain saatu tarpeeksi, joten vuonna 1966 rakennettiin Kurejoen Hyöringinharjulle uusi vesikaivo. Sinne asennettiin uppopumppu. Uusi runkolinja valmistui jo kyseisen vuoden aikana ja tarvittava veden tarve saatiin täytettyä. Vuonna 1972 rakennettiin ensimmäinen pienimuotoinen puhdistamo, jotta vedestä saataisiin parempilaatuista. Asukkaiden veden tarpeen takaamiseksi kulutushuippujen aikana rakennettiin vuonna 1977 Hirsikankaan alueelle 750m³ alavesisäiliö ja pumpaamo. Vuonna 1980 rakennettiin uusi veden puhdistuslaitos ja sitä parannettiin vielä vuonna 1986. Uuden puhdistamon myötä vesi täytti lääkintähallituksen normien mukaiset talousveden laatuvaatimukset. Toinen 750m³:n alavesisäiliö valmistui vuonna 1996. Näin saatiin alavesisäiliöiden kapasiteetti nostettua 1500m³:iin, joka riittää täyttämään vedentarpeen 1,5 vuorokaudeksi koko vedenjakelualueella. (Sillanpää 2006, 2–3.)

Nykyään Alajärven Vesiosuuskunnan jäseniä on noin 1900, ja vettä toimitetaan noin 6500 asukkaan tarpeeseen. Vesiosuuskunnan toimialueeseen kuuluvat Alajärven keskustan lisäksi Pynttärin, Kurejoen, Levijoen ja Koskenvarren kylät. Vettä myydään myös toimialueen ulkopuolelle Lappajärven Ylipään vesiosuuskunnalle. Vuosittain talousvedeksi pumpataan noin 430 000m³ vettä, ja keskimääräinen vuorokausipumppausmäärä on vuoden 2014 mukaan 1183m³/päivä. (Hänninen 2015.)

3 VARASTO

Yleensä kun puhutaan varastosta, tarkoitetaan tilaa, jossa säilytetään yrityksen omassa toiminnassa tai asiakaspalvelussa tarvittavia hyödykkeitä. Varasto-sanalla on olemassa myös laajempikin merkitys. Kun tarkastellaan asiaa taloudellisesta näkökulmasta, varasto-sana saa myös merkityksen vaihto-omaisuus. Yrityksissä yleensä säilytetään tavaraa myös muissakin kuin varastoksi nimetyssä tilassa. Kaupoissa esimerkiksi myös itse myymälä on varastotila. Teollisuudessa taas tehdashalli toimii myös varastotilana ja yritysten kulkuneuvoissa säilytetään monesti tarvikkeita, eli sekin voidaan mieltää varastoksi. Voidaan siis sanoa, että yrityksen vaihto-omaisuutta riippumatta sen fyysisestä säilytyspaikasta, kutsutaan varastoksi. (Sakki 2009, 103.)

Teollisuustoiminnassa varastointiaika pyritään nykyään saamaan mahdollisimman lyhyeksi, sillä varastoinnista koituvat kustannukset vähentävät tuotteesta saatavaa voittoa, ja eikä varastointi lisää tuotteen arvoa millään tavalla (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 125). Varastointitarve on myös tuotekohtainen; jos asiakas pystyy räätälöimään tuotteen ominaisuuksia (väri, koko, ym.) niin tuotteiden varastointiaika on yleensä lyhyt. Tällöin yritykset valmistavat yleensä tuotteita JIT- (Just In Time) ajattelumallin mukaan, eli tuotteiden valmistuttua ne pyritään lähettämään asiakkaalle mahdollisimman nopeasti ennalta sovitun aikataulun mukaisesti. Jos taas tuote on niin kutsuttu massatuote, eli sitä valmistetaan suuria määriä samanlaisia kappalaite, varastointiaika on yleensä pidempi. Kun yrityksen varastopoliittikka on suunniteltu oikein ja se on toteutettu onnistuneesti, tuotteeseen kohdistuvat logistiset kustannukset pienenevät (Hokkanen ym. 2011, 126).

Perinteisesti teollisuuden tuotanto on ollut varastopainotteista. Ensin on ostettu raaka-aineita varastoon, joista on sitten tuotannossa jalostettu tuotteita, jotka varastoidaan valmis- eli tuotevarastoon. Tuotevarastosta tuotteet on taas myyty eteenpäin yrityksen asiakkaille. Tällaista toimintaa kutsutaan varasto-ohjautuvaksi tuotannoksi, ja nykyään tällaista toimintaa on alettu karsastaa. Syynä tähän on se, että varastointikustannukset kasvattavat tuotteen kokonaiskustannuksia. Nykyajan tiukkaan kilpailuilla markkinoilla tuotteista on karsittava kaikki ylimääräiset kustannukset pois, jotta yritys toimisi kustannustehokkaasti ja menestyisi. Perinteisen toimintatavan mukaan katsottuna varastolähtöinen toiminta on ollut ainoa tapa varmistaa nopeat toimitukset, hyvä asiakaspalvelu ja taloudellinen valmistustoiminta. Nykyään on havaittu, että tuotteiden varastointi onkin seuraus huonosta

myynnin suunnittelusta, kehnosti toimivasta organisaatiosta ja logistiikan suunnittelun puutteista. (Hokkanen ym. 2011, 126.)

3.1 Varastomuodot

Varastot ryhmitellään yleensä sen mukaan, mitä siellä säilytetään tai sen mukaan, mikä on varaston käyttötarkoitus. Varasto määritellään kappale- tai joukkotavaravarastoksi, kun kyseessä on materiaalin mukainen ryhmittely. Joukkotavaralla tarkoitetaan tasakoosteista ja pakkaamatonta tavaraa. Esimerkiksi vilja tai öljy on joukkotavaraa. Joukkotavarasta käytetään myös nimityksiä massa-, irto- tai bulkkitarvara. Kun varaston ryhmittely tehdään käyttötarkoituksen mukaisesti, yleisin ryhmittely on valmistukseen tai jakeluun liittyvä varasto. Jakeluun liittyvät varastot eivät sijaitse tuotetta valmistavan yrityksen yhteydessä vaan jakelureittien varrella. Jakelutarastot palvelevat itse valmistavaa yritystä, tavarankuljettajia ja kauppiaita. (Hokkanen ym. 2011, 126–127.)

3.1.1 Jakelutarastot

Tyypillisimpiä jakelutarastoja ovat tukku-, myynti-, varmuus-, terminaali- ja tullitarastot. Tukkuvarasto toimii valmistuksen ja myynnin väliportaana. Varastoiden tuotekirjo on yleensä suuri ja sinne lähetettävien tuote-erien koot ovat suuria, mutta ulos myytävien erien koot ovat pieniä. Myyntitarastot toimivat myyntipisteiden yhteydessä. Varastoon lähetettävät tuote-erät ovat kohtuullisen kokoisia ja ulos myytävät erät ovat erittäin pieniä, mutta ne toistuvat tiheästi eikä niillä ole ennakkovarausta. Varmuustarastoilla poistetaan tuotannolle tärkeiden materiaalien saatavuusongelmat. Varastoissa säilytettävien tuotenimikkeiden määrä on alhainen, mutta kutakin nimikettä on suuri määrä, varastosta otetaan tuotteita vain tarvittaessa. Terminaalitarastot toimivat kuljetusten alku-, pääte- tai liityntäpisteessä. Siellä säilytettäviä erillisiä tavaraeria on runsaasti ja ne ovat eri kokoisia ja laatuisia. Tavaraerät lajitellaan valmiiksi kuljetusreittien mukaan. Tullitarastojen toiminta perustuu voimassa oleviin tullisäädöksiin. (Hokkanen ym. 2011, 126–128.)

3.1.2 Valmistukseen liittyvät varastot

Tyypillisimpiä yrityksen valmistukseen liittyviä varastoja ovat raaka-aine-, puolivalmiste-, tuote-, tarvike-, varaosa- ja työvälinevarastot. Raaka-ainevarastoissa säilytetään yrityksen tuotannossa tarvittavia raaka-aineita. Siellä säilytettäviä erilaisia materiaalilajikkeita on kutakin paljon, mutta niiden yksikköhinta on yleensä pieni alhaisen jalostusasteen takia. Varastoon tuotavat raaka-aine erät ovat yleensä suuria ja niitä tuodaan harvoin. Varastosta haettavien erien koot ovat taas pienempiä ja niitä haetaan useammin. Raaka-ainevarastoilla turvataan materiaalien jatkuva saanti tuotannolle, ja yritys voi myös isommilla hankintaerillä vähentää raaka-aineiden hankintahintaa sekä toimituskustannuksia. (Hokkanen ym. 2011; Karhunen, Pouri & Santala. 2004.)

Puolivalmistevarastoa kutsutaan myös välivarastoksi. Siellä säilytetään tuotannon kesken-eräisiä tuotteita väliaikaisesti ennen seuraavaa tuotantovaihetta. Sinne siirrettävät tuloerät ja sieltä pois siirrettävät lähtöerät ovat suuruudeltaan ja taajuudeltaan yhteneviä, varaston toiminta on vahvasti sitoutunut tuotannon toimintaan. Välivarastojen yhteyteen voidaan myös liittää laaduntarkkailua ja tuotteiden tarkistusmittauksia. Välivarastoja syntyy yleensä yrityksen tuotannon pullonkaulakohtiin, koska edellinen tuotantovaihe tuottaa osia nopeammin kuin seuraava työvaihe pystyy käsittelemään. Jos yrityksen eri tuotteet koostuvat samanlaisista osista vain yhdistelemällä niitä eri tavalla, on yleistä, että osia valmistetaan välivarastoon isompia eräiä, jotta tuotannon sujuvuus ja toiminnan taloudellisuus voitaisiin taata. (Hokkanen ym. 2011; Karhunen ym. 2004.)

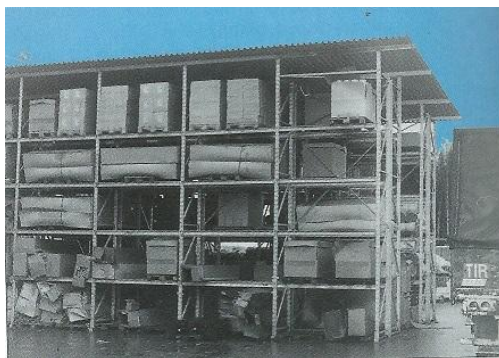
Tuotevarastoa kutsutaan myös valmistevarastoksi. Siellä säilytetään tuotannosta valmistuneita tuotteita eli yrityksen lopputuotteita. Tuotevarastoissa säilytettävien tuotteiden yksikkö hinta on suuri ja niiden käsittely vaatii huolellisuutta etteivät tuotteiden pakkaukset tai itse tuote vahingoittuisi. Varaston tuloerät ovat pieniä mutta usein toistuvia, lähtöerät ovat taas suurempia mutta nekin ovat usein toistuvia. Tarvikevarastoissa säilytetään tuotannon tarvitsemia apuaineita ja tarvikkeita, kuten voiteluaineita, ruuveja, pakkaustarvikkeita ja merkkäusvälineitä. Erilaisia nimikkeitä on paljon mutta niiden yksikkömäärät vaihtelevat suuresti. Varaston tuloerät ovat suuria mutta harvoin toistuvia, lähtöerät ovat taas pieniä ja usein toistuvia. (Hokkanen ym. 2011; Karhunen ym. 2004.)

Varaosavarastoissa säilytetään yrityksen tuotantolaitteiden varaosia. Näin pyritään varmistamaan rikkoontuneen koneen mahdollisimman nopea korjaaminen ja tuotannon keskeytyksen minimointi. Varastoitavat osat ovat sellaisia osia, joilla on pitkä toimitusaika tai

yleisiä pientarvikkeita/osia, joilla saadaan korvattua kuluneet tai rikkoontuneet osat tuotannon laitteistoista. Varaosavarastoa hallinnoi yleensä yrityksen huoltohenkilöstö. Työvälinevarastossa säilytetään harvemmin tarvittavia työvälineitä käyttökertojen välillä. Säilytettävien nimikkeiden määrä on suuri, mutta varastomäärät ovat pieniä kaikkien nimikkeiden kohdalla. Kaikille nimikkeille on merkitty selkeästi niiden varastointipaikat, ja niiden on oltava nopeasti saatavissa. Varastossa säilytettävät työvälineet tarvitsevat yleensä kunnossapitoa, joten varastosta on löydettävä esimerkiksi akkujen latauspiste ja kunnossapitoa tarvitsevien työvälineiden erillinen alue, johon työvälineet voi laittaa odottamaan huoltoa. (Hokkanen ym. 2011; Karhunen ym. 2004.)

3.2 Ulkovarastointi

Jos varastoitava tavara ei ole herkkä ilman kosteudelle ja lämpötilan vaihteluille, sitä voidaan säilyttää ulkona avoimella kentällä tai katosten alla. On aina huomioitava, että vaikka tavarat ovat suojattuina suojapeitteillä ja ne ovat katoksen alla, ilman kosteus ja lämpötilan vaihtelusta aiheutuva kondensio saattavat pilata säilytettävän tavarahan. Sähkölaitteet, puiset tuotteet ja pahvilaatit ovat erittäin herkkiä kosteudelle ja lämpötilan vaihteluille. Näiden tuotteiden pitempi aikaista varastointia ulkovarastoissa tulisi siis välttää. Myös erilaisten koneiden liikkuvat osat ja laakerointikohdat ovat erittäin vaikeita suojata tarpeeksi hyvin ulkovarastointia varten. Yleisimpiä ulkovarastoinnissa olevia tuotteita ovat erilaiset teräslevyt ja -kanget, putkituotteet ja rakennustuotteet. Jos ulkona varastoitavat tuotteet säilytetään lavoilla, voidaan niitä säilyttää joko maassa tai kuormalavahyllyissä.



KUVIO 1. Katettua kuormalavahyllystä (Karhunen ym. 2004, 320)

Halvimmillaan kuormalavahyllyköstä saa suojatun tilan tuotteille rakentamalla katos hyllyn varaan (KUVIO 1). Näin saadaan estettyä veden ja lumen sataminen suoraan tuotteille.

den päälle. Suojausta voidaan viedä myös pitemmälle rakentamalla myös seinät hyllyjen varaan, näin saadaan pienellä kustannuksella lämmittämätön kuormalavavarasto. (Karhunen ym. 2004, 319–320.)

Teräslevyjä varastoidaan usein maassa pölkkyjen päälle pinottuina tai tolppien välissä pystyasennossa. Pitkiä tavaroita kuten teräskankia ja putkituotteita varastoidaan yleensä joko maassa pölkkyjen päällä tai ulokehyllyköissä. Ulokehyllyköt ovat yleisiä pitkien tavaroiden säilyttämiseen, koska se tarvitsee vain pienen tilan ja siinä voidaan säilyttää paljon erilaisia tuotteita hyvässä järjestyksessä.

Ulkovarastoinnissa kannattaa ottaa huomioon seuraavia asioita. On suositeltavaa, että ulkovarastointialueen maaperä olisi routimatonta ja että se kestäisi sille kohdistuvan kuormituksen. Alue tulisi huolellisesti viemäroidä, jotta sade- ja sulamisvedet poistuisivat alueelta tehokkaasti. Alue kannattaa kestopäällystää, koska silloin työkoneiden on helppo ja nopea liikkua siellä. Kuormalavahyllyköiden jalkojen kohdalle on suositeltavaa asentaa jalvoja suuremmat metallilevyt pistekuorman jakamiseksi tai valaa jalkojen kohdalle betonianturat, joihin jalat pultataan kiinni. Suoraan maassa säilytettävien tuotteiden alle kannattaa laittaa esimerkiksi lankkuja, ettei tuote tai tuotteen lava jäätyisi maahan kiinni talvisin. Ulkovarastoinnissakin varastointipaikat kannattaa merkitä jotta tuotteiden paikallistaminen olisi helppoa. Kulkuväylät kannattaa suunnitella riittäviksi, eli ne pitää mitoittaa isoimman koneen mukaan, ja myös talven lumityöt kannattaa ottaa huomioon. (Karhunen ym. 2004, 320–321.)

3.3 Lämmittämättömät varastot

Lämmittämättömissä varastoissa säilytetään tavaroita, jotka eivät kärsi lämpötilanvaihteiluista. Lämmittämättömät varastot rakennetaan Suomessa usein täysin katettuina teräs-, betoni- tai puurunkoisina. Lämmittämättömän varaston suurimpana etuna on sen alhainen rakentamis- ja käyttökustannus. (Karhunen ym. 2004, 321.) Varastot kalustetaan siellä säilytettävien tavaroiden mukaan ja niissä voi olla useita erilaisia varastokalusteita. Yleisimpiä ovat kuormalava-, pientavara- ja ulokehyllyt, joitain tavaroita voidaan säilyttää myös suoraan maassa. Koska Suomessa ilman suhteellinen kosteus vuodessa on keskimäärin noin 80 %, kosteus onkin suurin uhka varastoitaville tuotteille. Ilmankosteuden ollessa 80 % tasolla metallit alkavat ruostua, kartonkipakkaukset pehmenevät, puutuotteissa tapah-

tuu muodonmuutoksia, jauheet ja rakeet paakkuuntuvat ja tekstiileihin, puuhun ja nahkaan voi kasvaa hometta. Jos varastointi halutaan tehdä laadukkaasti vaarantamatta varastoitavia tuotteita ilman kosteus tulisi siis ottaa huomioon. (Karhunen ym. 2004, 321.)

Tehokkain tapa varmistaa lämmittämättömän varaston alhainen ilmankosteus on varustaa varasto koneellisella ilmanvaihdolla tai ilmankuivaimella. Työskentelyolosuhteena lämmitetty varasto olisi miellyttävän, mutta sen rakennuskustannukset ja käyttökustannukset nousisivat korkeiksi. Lämpimässäkin varastossa ilman suhteellinen kosteus vaihtelee vuoden aikana 10–80 % välillä. Kun otetaan huomioon että esimerkiksi teräspintojen ruostuminen alkaa ilmansuhteellisen kosteuden noustessa yli 50 %, niin voidaan todeta että laadukkaaseen varastointiin tarvitaan ilmankuivain. Ilmankuivaimella varustettua varastoa kutsutaan kuivailmavarastoksi. Kuivailmavaraston rakennuskustannukset ovat pienemmät kuin lämmitetyn varaston koska sitä ei tarvitse eristää. Ilmakuivauksen energiantarve on myös pienempi kuin lämmityksen eli käyttökustannuksetkin ovat pienemmät. Ainoa huomioitava seikka verrattuna perinteiseen lämmittämättömään varastoon on se että varastorakennuksen tulee olla riittävän tiivis, jotta sisään ei vuotaisi liikaa kosteaa ulkoilmaa. (Karhunen ym. 2004, 322–323.)

3.4 Lämpimät varastot

Myöskin lämmitetyissä varastoissa kuormalava-, pientavara- ja ulokehyllyt ovat yleisimpiä varastokalusteita. Lämpimissä varastoissa säilytetään tavaroita, jotka eivät kestä alhaisia lämpötiloja. Lämpimäksi varastoksi luokitellaan varastot, joiden lämpötila talviaikoina pidetään 6–10 astetta korkeampana kuin ulkoilman lämpötila. Yleensä kuitenkin lämpimän varaston lämpötila pyritään pitämään 12–16 °C asteen välissä hyvien työolosuhteiden takia. Lämmitetyn varaston rakennus- ja käyttökustannukset ovat huomattavasti lämmittämätöntä varastoa suuremmat. Rakennusvaiheessa kustannuksia lisäävät eristeet ja sisävuoraukset, käyttökustannukset taas nousevat lämmittämisen suuren energiantarpeen johdosta. Lämpimissä varastoissa ilman kosteus ei yleensä ole ongelma, mutta jos varastossa säilytetään esimerkiksi paperia tai hedelmiä, liian kuiva sisäilma voi pilata tuotteet. Tietyille tuoteryhmille onkin määritetty minimikosteus, jossa tuotteita tulisi säilyttää. Onkin siis aina huomioitava erilaisten tuotteiden kohdalla kyseisen tuotteen suositellut varastointiolosuhteet. Jos varastoon on sijoitettu myös työpisteitä, kannattaa huomioida, että miellyttävän työolosuhteen suhteellinen ilmankosteus on 40–50 %. (Karhunen ym. 2004, 324.)

4 VARASTOKALUSTEET

Varastoihin on saatavilla erilaisia käyttötarkoituksen mukaisia kalusteita aina pientavaran säilytyksestä pitkien tuotteiden säilytykseen. Yleisin varastojen hyllyratkaisu on kuormalavahyllystö, johon varastoitavat tuotteet on sijoitettu kuormalavoille. Yleisimmät kuormalavahyllyratkaisut ovat niin kutsuttu perinteinen kuormalavahyllystö, läpivirtaushyllystö, pushback-hyllystö, syväkuormaushyllystö ja erilaiset siirtohyllyjärjestelmät. Myös pientavaran säilytykseen löytyy paljon erilaisia ratkaisuja. Yleisin on perinteinen pientavarahylly, mutta myös kerros-, siirto- ja kapeakäytävähyllyjä käytetään, kun halutaan tehokasta tilankäyttöä. Pitkien tavaroiden paras säilytysratkaisu on ulokehylly, josta käytetään myös nimitystä oksahylly. Ulokehyllyjen jaottelu tehdään ulokkeiden kantavuuden mukaan.

4.1 Pientavarahyllystöt

Pientavarahyllystöt soveltuvat pienien ja keskisuurien tavaroiden säilyttämiseen, joita pystytään käsittelemään ilman apulaitteita. Tuotteet säilytetään joko suoraan hyllytasolla tuotteen omassa pakkauksessa tai erillisissä laatikoissa, jotka on sijoitettu hyllykköön. Tuotteiden keräily hoidetaan pientavarahyllystä käsin, eli minkäänlaisia keräilylaitteita ei tarvitse investoida. (Intolog Oy 2014.)

Yleisin pientavarahyllystön rakennusmateriaali on muotoon taivutettu teräslevy. Hyllyköistä saadaan kevytrakenteisia, mutta silti tukevia ja kantavuudeltaan riittäviä. Hyllytasot ovat yleensä säädettävissä noin 5 cm:n jaolla. Kuten kuvion 2 lähikuvasta näkyy, hyllyjen paikan siirtäminen tapahtuu siirtämällä hyllykannakkeita hyllyn jaloissa olevissa rei'issä. Hyllyjen syvyydet vaihtelevat 300–600 mm:n välillä, ja hyllytason kantavuus on yleensä noin 200 kg tasaista kuormaa. Hyllyrakenteet on suunniteltu elementtisarjoiksi joista voidaan rakentaa halutunlainen kokonaisuus lisäämällä perusosaan elementtejä. Hyllyt voidaan myös varustaa erilaisilla lisävarusteilla, esimerkiksi reikälevyillä, vetolaatikostoilla ja hyllytason väljakajilla. Pientavarahyllystön keräyskorkeus tulee olla enintään 2100 mm. Hyllykköjen väliin jätettävän käytävän leveys tulisi olla 600–800 mm. (Toyota 2014a; Karhunen ym. 2004, 338–339.)



KUVIO 2. Perinteinen pientavarahylly ja lähikuva hyllykön jaloista sekä hyllytason ja kannakkeiden rakenteesta (Hyllymix Oy)

Pientavarahyllyistä voidaan rakentaa 2–3-kerroksisia kokonaisuuksia, näitä kokonaisuuksia kutsutaan kerroshyllyiksi tai kerrosvarastoiksi. Kerroshyllykön rakentamista varten tarvitaan välitasot, portaat, kaiteet ja trukkiportit. Kaikki tarvittavat tarvikkeet täytyy olla oikeanlaisia kyseiselle hyllylle tarkoitettuja tarvikkeita. Kerroshyllyköiden sallitut kantavuudet vaihtelevat valmistajittain, mutta ovat yleensä hyllyelementtiä kohden ensimmäisessä kerroksessa 2000 kg ja muissa kerroksissa 1000 kg. Kerrosten välissä oleville välitasoille sallitaan noin 500 kg/m² kantavuus. Kerroshyllyn ylempiin kerroksiin sijoitetaan trukkiportteja tai lavahissi, näiden kautta kerrokseen vietävät tai kerroksesta otettavat tavarat saadaan helposti siirrettyä. (Intolog Oy 2014; Karhunen ym. 2004, 338.)

Pientavarahyllyjä on saatavana myös niin kutsuttuina siirtohyllyinä. Siirtohyllyissä hyllytöt on asetettu kiskoille, joilla niitä liikutellaan hyllystön päädyssä olevan manuaalisen mekanismin (KUVIO 3) tai sähkömoottoreiden avulla. Siirtohyllyköissä on kerrallaan auki joko yksi tai kaksi väliä, yleisin vaihtoehto on, että vain yksi välillä on kerrallaan auki. Siirtohyllyjä käytetään yleensä matalissa tiloissa kun ei ole mahdollista rakentaa kerroshyllyä, tai tilaa on muuten rajoitetusti, mutta säilytystilaa tarvittaisiin paljon. Siirtohyllyn haittapuolena on, että kaikki tuotteet eivät ole heti saatavana, jos haluttu tuote on esimerkiksi viimeisessä hyllystössä niin edellä olevia täytyy siirtää että tuotteeseen pääsisi käsiksi. Tämän takia siirtohyllystöön sijoitettavien tuotteiden sijaintia täytyy miettiä erittäin tarkasti. Siirtohyllytöt toimivat huonosti ympäristöissä, joissa käyttäjiä on paljon, koska usean

käyttäjän tullessa hyllystölle yhtä aikaa voi syntyä turhaa jonottamista. (Intolog Oy 2014; Karhunen ym. 2004, 360.)



KUVIO 3. Käsikäyttöisellä mekanismilla varustettu siirtohylly (Intolog Oy 2014)

Koska varaston rakennuskustannukset kasvavat huomattavasti pinta-alan kasvaessa, päädytänkin useasti lisäämään varastointi tilaa tekemällä korkeampia rakennuksia, koska korkeuden lisääminen maksaa vähemmän. Korkeisiin varastoihin asennettavat pientavarahyllyt ovat niin kutsuttuja kapeakäytävähyllyjä, nimitys johtuu siitä että hyllyjen väliin jätettävä käytävä on kapeampi kuin normaali trukilla ajettava käytävä. (Karhunen ym. 2004, 344.)

Koska hyllystöt voivat olla jopa yli 10 metriä korkeita, on selvää, että keräilyyn tarvitaan trukkia. Kun kyseessä on pientavaran keräily, trukkeina käytetään nousevasta ohjaamosta ohjattavaa kapeakäytävätrukkia jolla käyttäjä pääsee suoraan tuotteiden luokse. Kerätyt tuotteet asetetaan trukin piikeissä olevaan keräilykärryyn tai lavalle ja kuljetetaan sitten hyllyn päädyssä olevaan lavanjättötelineeseen. Lopuksi tehdään vielä vertailu käytettävissä oleviin hyllymetreihin kaikkien edellä esitettyjen neljän pientavarahyllystö järjestelmän osalta, kun käytettävissä on pinta-alaltaan saman suuruinen alue. (Intolog Oy 2014; Karhunen ym. 2004, 344–347.)

Kuviossa 4 on esitetty kaikki neljä hyllyjärjestelmää niin, että A on perinteinen pientavara-hyllystö, B kerroshylly, C siirrettävähyllly ja D kapeakäytävähyllly. Kerroshylllyssä on käytettävissä 60 % enemmän hyllymetrejä kuin perinteisessä pientavarahylllystössä, siirtohylllyssä taas 70 % enemmän ja kapeakäytävähylllyssä 60 % enemmän. (Intolog Oy 2014; Karhunen ym. 2004, 344–347.)



KUVIO 4. Pientavarahylllystöjen tilankäyttö, A on perinteinen pientavarahyllly, B kerroshyllly, C siirtohyllly, D kapeakäytävähyllly (Intolog Oy 2014)

4.2 Kuormalavahylllystöt

Lavahylllystön valintaan vaikuttaa monta asiaa, mutta suurimpana tekijänä on tietenkin käytettävissä oleva tila. Hylllystön valintaan tilan osalta suurimpia tekijöitä ovat pinta-ala ja korkeus. Toisena valintaan vaikuttavana tekijänä on nimikkeiden määrä ja se, miten tuotteet lähetetään asiakkaille, eli lähetetäänkö koko lavallinen vai otetaanko lavalta yksittäisiä tuotteita. Tarvittavat lavapaikat kannattaa suunnitella huolellisesti ja miettiä myös tulevaisuuden tarpeita. Oikein suunniteltu layout mahdollistaa lavahylllyjen laajentamisen tulevaisuudessa, kunhan vain tilaa on tarpeeksi. Kolmantena valintaan vaikuttavana tekijänä on tuotelavojen pinoamismahdollisuus, eli onko tuotteet pakattu lavoille niin, että ne kestävät toisen lavan painon. Tietenkin myös käytettävissä oleva budjetti, olemassa olevat trukit tai pinoamis- ja haarukkavaunut näyttelevät myös oman osansa hyllystön valinnassa.

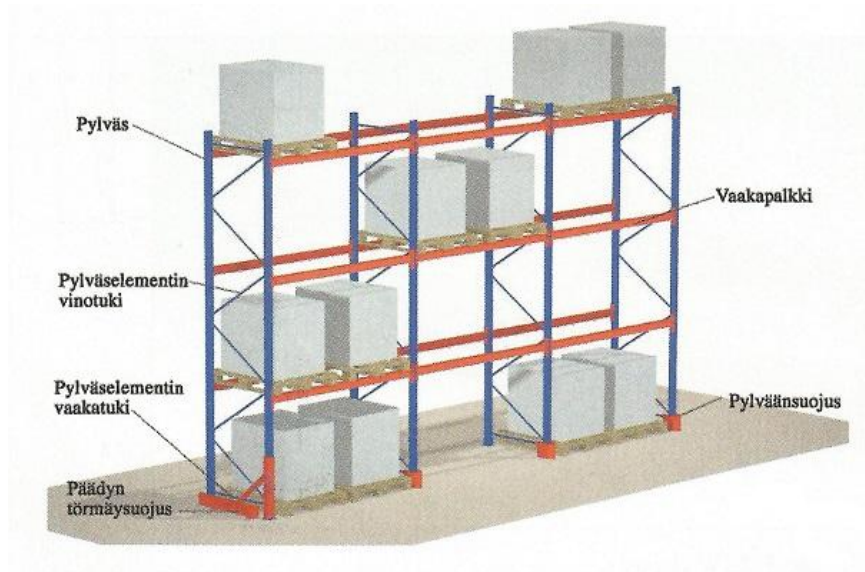
Kuormalavahyllystöissä käytettävät kuormalavat (KUVIO 5) ovat standardipakkauskoosten mukaan mitoitettuja EUR-lavoja, mitat 800 x 1200 mm, tai FIN-lavoja, joiden mitat ovat taas 1000 x 1200 mm. FIN-lavoja käytetään nimensä mukaisesti pääasiassa Suomessa, kun taas EUR-lavat ovat käytössä koko Euroopassa. Kuormalavojen rakenne on sellainen, että lavan pitkällä sivulla kulkee maata vasten lauta, kun taas lyhyellä sivulla lautaa ei ole. Lavan rakenne mahdollistaa sen, että maassa olevia lavoja voidaan käsitellä haarukka-vaunulla lavan lyhyeltä sivulta. Kun lavoja käsitellään varastossa lavan lyhyeltä sivulta, puhutaan lyhytsivukäsittelystä. Varastohyllykköjen rakenteet onkin suunniteltu lyhytsivukäsittelylle, eli lavat sijoitetaan hyllystöön pitkä sivu syvyys-suuntaan ja lyhyt sivu käytävälle päin. Kuormalavahyllyn vaakapalkkien, eli hyllyjen mitoitus on toteutettu EUR-lavojen lyhyemmän sivun mukaan. Esimerkiksi 2750 mm leveälle hyllylle mahtuu kolme EUR-lavaa, mutta vain kaksi FIN-lavaa.



KUVIO 5. FIN-lava (alempi) ja EUR-lava päällekkäin (Karhunen ym. 2004, 309.)

4.2.1 Perinteinen kuormalavahyllystö

Perinteinen kuormalavahyllystö on yleisin tapa varastoida lavakuormia. Se koostuu pylväselementeistä ja vaakapalkeista. Päätyelementit rakennetaan kuviossa 6 näkyvistä osista, eli pylväistä ja pylväselementin vaaka- ja vinotuista. Pylväselementin korkeus määrittelee hyllykön kokonaiskorkeuden. Elementtejä valmistetaan kahden metrin korkuisista puolen metrin välein aina kuuteen metriin saakka.



KUVIO 6. Perinteisen kuormalavahyllyn rakenne ja osien nimitykset (Karhunen ym. 2004, 310)

Pylväselementit tulisi aina suojata törmäyssuojin hyllykön täyttösuunnasta. Myös avoimena oleva pääty tulee suojata päädyn törmäyssuojalla. Törmäyssuojat suojaavat pylväitä ja vaakatukia kolhuilta. Pahasti vahingoittuneen pylvään kantavuus heikkenee huomattavasti ja aiheuttaa täten hyllykön kaatumisriskin. Suurimmalla osalla toimittajia EUR-lavoille mitoitettuja vaakapalkkeja on saatavana neljää eri pituutta (TAULUKKO 1), FIN-lavoille palkkivaihtoehtoja on vain kolme. Perinteisen kuormalavahyllyn vaakapalkit on mitoitettu aina lyhytsivukäsitellyn mukaan.

TAULUKKO 1. Vaakapalkkien leveydet ja EUR/FIN-lavojen määrät (Kasten)

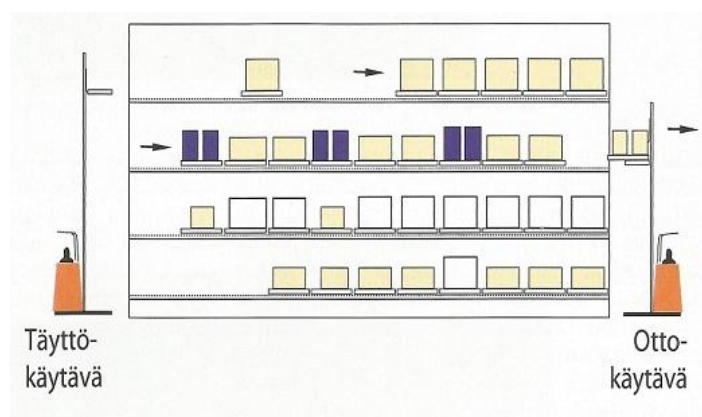
EUR-mitoitus	FIN-mitoitus	Lavojen määrä / hylly
950 mm	1 200 mm	1
1 850 mm	2 300 mm	2
2 750 mm	3 400 mm	3
3 600 mm		4

Palkkien kantavuudet ilmoitetaan aina hyllyn kantavuuden muodossa, eli palkkipareittain. Kantavuudet vaihtelevat eri hyllytoimittajien välillä. Esimerkiksi Kastenin valmistamaa 2 750 mm pitkää P90-vaakapalkkia on saatavana 1 710, 3 010 ja 3 560 kg:n kantavuuksilla (Kasten). Hyllykköön on saatavan erilaisia lisäosia esimerkiksi tynnyreiden säilyttämistä

varten. Käyttöä helpottamaan on saatavana myös mekanismi, jolla saadaan yksittäinen kuormalava vedettyä ulos hyllystä ilman apuvälineitä. Perinteisen kuormalavahyllykön kanssa voidaan käyttää joko pinoamisvaunua tai trukkia. Hyllyjen väliin jätettävän käytävän leveyden tulisi olla vähintään trukin leveys + 600 mm.

4.2.2 Läpivirtaushyllystö

Läpivirtaushyllystö soveltuu parhaiten yritykselle, jolla on vähän tuotenimikkeitä, mutta jokaisen nimikkeen volyyymi on suuri. Jos yritys valmistaa tuotteita, joilla on parasta ennen päiväys ja tuotantomäärät ovat suuret, on läpivirtaushyllystö paras ratkaisu, koska se toimii niin kutsutulla First in First out (FiFo) -periaatteella. Läpivirtaushyllykössä tuotteiden lasaus ja purku tapahtuvat eri puolilta hyllykköä (KUVIO 7), kuormalavoja käsitellään lyhytsivukäsittelyinä. (Karhunen ym. 2004, 358–359.) Kuormalavat nostetaan trukilla hyllystön läpivirtausradalle, jonka kaltevuus on 4–5 astetta, lavat liukuvat radalla painovoiman avulla hyllystön purkupäähän. Läpivirtausrata on rakennettu joko rullista tai kiekkoista. Radalle on asennettu myös säädettäviä jarrurullia/–kiekkoja, jotka hidastavat lavan kulkua ja varmistavat näin turvallisen käytön. Purkupäähän asennetut erilliset rampit pysäyttävät lavan ja asettavat sen helposti saatavaksi. Lavaerottimen avulla poistetaan jälkimmäisten lavojen aiheuttama paine, jotta ensimmäisen lavan käsittely olisi helppoa ja turvallista (Toyota 2014b). Läpivirtaushyllystöjä valmistetaan eri pituisina. Yhteen läpivirtausrataan mahtuu yleensä 3–15 kuormalavaa.



KUVIO 7. Läpivirtaushyllykön toimintaperiaate (Karhunen ym. 2004, 358)

4.2.3 Push Back–hyllystö

Push Back–hyllystö on periaatteeltaan samanlainen kuin läpivirtaushyllystö, mutta siinä kuormalavojen syöttö ja purku hoidetaan samalta puolelta hyllykköä. Lavapaikan rullarataa kutsutaan kanavaksi. Kanavia on saatavana aina kahden lavan järjestelmistä jopa 10 lavan järjestelmään asti. Kun trucki lisää uuden lavan hyllyyn, se työntää edellistä lavaa syvemmälle kanavaan. Push Back–hyllystö toimii siis Last in First out (LiFo) -periaatteella. (Toyota 2014b.) Push Back–hyllystö soveltuu hyvin yrityksille, joilla on vähän nimikkeitä mutta volyymit ovat suuria. LiFo periaatteen vuoksi Push Back–hyllystö soveltuu huonosti pilaantuvien tuotteiden säilytykseen. (Intolog Oy 2014.)

4.2.4 Syväkuormaushyllystö

Syväkuormaushyllystö soveltuu parhaiten tuotantolaitosten muutamien, volyymiltaan eniten kysytyjen tuotenimikkeiden, varastointiin. Syväkuormaushyllystössä ei ole vaakapalkkeja ollenkaan, vaan hyllypalkit kulkevat pylväselementtien suuntaisesti. Hyllystö suunnitellaan muista järjestelmistä poiketen kuormalavojen pitkäsivukäsittelylle, jotta trukit sopisivat hyllyseinämien väliin jäävään solaan.

Tyhjän solan täyttäminen aloitetaan lattiatasolta solan perältä. Seuraavat lavat sijoitetaan hyllyille ensimmäisen lavan päälle. Kun näin syntynyt pino täyttyy, aloitetaan seuraava pino ensimmäisen lavan edestä. Solan purkaminen tapahtuu käänteisessä järjestyksessä eli LiFo–periaatteen mukaan. Solien syvyys, eli lattiapaikkojen määrä, kannattaa suunnitella huolella, ettei hyllystössä olisi liikaa varastopaikkoja. Jos lavat joudutaan aina hakemaan solan perältä, se on huomattavasti hitaampaa kuin esimerkiksi perinteisestä kuormalavahyllystöstä. (Karhunen ym. 2004, 355–357.)

4.2.5 Siirtohyllijärjestelmät

Kun tavoitteena on tehdä tiivis, vähän tilaa vievä varasto, jossa silti on paljon lavapaikkoja, on yhtenä ratkaisuna siirtohyllijärjestelmä. Siinä kuormalavahyllyt on sijoitettu alustoille, jotka liikkuvat lattiaan upotetuilla kiskoilla. Siirtohyllijärjestelmässä hyllyt ovat tiiviisi kiinni toisissaan.

Kun hyllystä haetaan tavaraa, avataan haluttu hyllykäytävä nappia painamalla ja automaatio hoitaa hyllyjen siirron. Järjestelmässä voi olla vain yksi hyllykäytävä avoimena kerrallaan. Tämän ominaisuuden takia järjestelmä soveltuukin huonosti usein kysytyjen tuotemikkejien varastointiin. Jos hyllystössä osaa tuotteista tarvitaan harvoin, kannattaa ne sijoittaa viimeiseen hyllykäytävään ja säästää useammin tarvittaville tuotteille nopeammin saatavana olevia hyllypaikkoja, jotta välttyttäisiin turhalta odottelulta. (Toyota 2014 b; Karhunen ym. 2004, 360.)

4.3 Ulokehyllyt



KUVIO 8. Yksipuolinen ulokehylly, osien nimitykset 1) Runkopylvään tukijalka, 2) Runkopylväs, 3) Uloke (Hyllymix Oy)

Ulokehyllyt koostuvat runkopylväistä, niiden tukijaloista ja ulokkeiden muodostamista hyllyistä (KUVIO 8). Runkopylväitä on saatavilla kahden metrin korkuisista aina seitsemään metriin asti. Pylväiden kantavuudet vaihtelevat kokoonpanon mukaan, ulokehyllyt onkin usein luokiteltu kevyisiin, keskiraskaisiin ja raskaisiin ulokehyllyihin niiden kantavuuden mukaan. Myös ulokkeita on saatavana eripituuksilla ja kantavuuksilla, niiden pituudet alkavat yleensä 300 mm ja esimerkiksi Toyotan Storage Solutions mallistossa on tarjolla jopa 1500 mm pitkiä ulokkeita. Ulokkeiden määrä hyllystössä on vapaasti säädeltävissä, ainoana rajoitteena on runkopylväiden kantavuus. Hyllystön leveys voidaan raken-

taa halutun levyiseksi lisäämällä runkopylväiden määrää, runkopylväät kiinnitetään toisiinsa tukiraudoin. Runkopylväiden väli vaihtelee eri toimittajittain sen yleensä ollessa 1–1,5 m välillä. Ulokehyllyjä on saatavana joko yksi tai kaksi puoleisena. Ulokehyllykön muunneltavuuden takia olisikin syytä pohtia lähtöarvoja tarkkaan. Hyllyyntä varastoitavien tuotteiden pituus, paino ja kappalemäärä tulisi vähintään olla tiedossa ulokehyllyn valintaa suoritettaessa. (Toyota 2015; Intolog Oy 2014; Kasten 2014.)

4.4 Kuormalavahyllystöihin liittyvät SFS-standardit

Standardissa SFS-EN 15512 käsitellään perinteisen kuormalavahyllystön rakenteellisia ominaisuuksia ja määräyksiä. Standardi on tarkoitettu hyllyvalmistajien ohjeeksi rakenteiden lujuuslaskentaan ja kantavuus arvojen määrittämiseksi. Standardissa SFS-EN 15620 on kuormalavavaraston layout-suunniteluun ohjeistusta, mm. suositellut käytävälevyydet, kuormalavahyllystön poikkipalkkien sijainnin mitoitus sekä kuormalavojen sijoittamiseen hyllystössä. Asennuksessa tärkeitä tietoja on myös kirjattu standardiin, esimerkiksi lattian maksimiheitot ja -kallistukset sekä asennuksessa sallitut toleranssit voi tarkistaa kyseisestä standardista. (SFS-EN 15512; SFS-EN 15620.)

Standardissa SFS-EN 15629 on lisää tietoa hyllystön turvalliseen asentamiseen. Erilaisten lattiamateriaalien vaikutuksesta kuormalavahyllystön ominaisuuksiin kuormattuna, sekä lattian elämisen vaikutuksesta hyllykköön, ovat standardin aiheina. Kuormalavahyllystön turvavarusteista, turvallisesta kuormankantokyvystä ja tuotteiden sijoittelusta lavalle on standardissa kerrottu kattavasti. Standardissa SFS-EN 15635 käydään läpi erilaisten kuormalavahyllystöjärjestelmien turvallinen käyttö, kunnossapito ja vaurioiden arviointi sekä jatkotoimenpiteet. Käyttäjien vastuista ja ohjeistuksesta sekä erilaisten vaurioiden arvioinnista ja jatkotoimenpiteistä on kattavasti tietoa. Olisikin suositeltavaa, että varastotyöntekijät lukisivat tämän standardin, koska silloin he osaisivat tunnistaa mahdolliset puutteet ja vaaranpaikat varastossa. (SFS-EN 15629; SFS-EN 15635.)

5 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout-suunnitelmalla tarkoitetaan tilan pohjapiirroksen tehtävää koneiden ja kalusteiden sijoittelumallia. Toimivan layout-suunnitelman tekemiseen tarvitaan tietoa tilaan tulevista koneista ja kalusteista, niiden fyysiset mitat, vaaditut työskentelyalueet. Myös koneiden ympärille tarvittava turva-alue tulisi olla tiedossa. Käytävien suunnittelua varten tarvitaan myös tieto kuljetuskalustosta; mille alueille trukin pitää päästä, mikä on trukin leveys, onko kuljetettavat tuotteet leveämpiä kuin trukki? Jos tiloissa käsitellään pitkiä tuotteita, täytyy se ottaa huomioon layout-suunnitelmassa, koska niiden kuljettaminen vaatii paljon tilaa etenkin käänöksissä.

Tuotteiden kiertoon valmistuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta turhilta tuotteiden siirtelyiltä välttyttäisiin. Hyvällä layout-suunnittelulla voidaan vaikuttaa alentavasti tuotteen valmistusaikaan kun tuotteiden välisiirrot saadaan minimoitua tai jopa poistettua. Tiloissa työskentelevät työntekijät täytyy ottaa myös huomioon. Työolosuhteet ja työturvallisuus ovat molemmat erittäin tärkeitä asioita, joihin hyvällä layout-suunnittelulla voidaan vaikuttaa erittäin paljon. Esimerkiksi oikein sijoitetut väliseinät vähentävät melua ja parantavat täten työolosuhteita.

Layout-suunnittelu voidaan jakaa viiteen päävaiheeseen, esitutkimukseen, esisuunnitelmaan, ehdotusvaiheeseen, tarkennusvaiheeseen ja toteutusvaiheeseen. Kun suunnitellaan layoutia rakentamattomiin tiloihin, vaiheiden kulku on seuraava. Esitutkimusvaiheessa määritellään suunnitteluprojekti ja ehdotus jatkotyöstä. Erilaisia vaihtoehtoja tutkitaan suurpiirteisesti, jotta saataisiin käsitys tarvittavista taloudellisista ja henkilöresursseista. Esisuunnittelun tarkoituksena on selvittää tekniset ja taloudelliset edellytykset ja päämäärät sekä tutkia erilaisia ratkaisumalleja. Myös rakennustekniset kysymykset analysoidaan esisuunnittelun aikana, jotta saataisiin arvio kokonaiskustannuksista. (Metalliteollisuuden Kustannus 1986, 4–5.)

Esisuunnittelun tuloksena on arvio kustannuksista ja esitys mahdollisista rakennukseen tehtävistä muutoksista. Esisuunnitelmaa voidaan käyttää investointipäätöksen pohjana; osa yrityksistä tosin haluaa tehdä investointipäätökset vasta ehdotusvaiheen jälkeen. Ehdotusvaiheessa tehdään yksityiskohtainen layout-tiloista ja rakennuksista, siitä käy myös ilmi rakennukselle asetetut vaatimukset. Ehdotusmateriaalia käytetään rakennuslupanomuksen perustana. Tarkennusvaiheessa tehdään viimeiset yksityiskohtaiset suunnittelut

koskien koneiden ja kalusteiden sijoittelua. Toteutusvaiheessa toteutetaan suunnitelmat ja laaditaan työohjeet. (Metalliteollisuuden Kustannus 1986, 4–5.)

Edward Frazellen vuonna 2002 julkaistussa kirjassa, *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*, esitettiin varaston layout suunnitteluun viisivaiheinen lähestymistapa toivottujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Ensimmäisessä vaiheessa tehdään tilan tarvesuunnittelu, eli määritetään tarvittavien hyllyjen määrä ja niiden tarvitsema tila. Toisessa vaiheessa tutkitaan, mikä materiaalivirtamalli soveltuu parhaiten kyseiseen varastoon. Yleisiä malleja ovat U-malli, jossa hyllyt ovat varaston seinustalla ja keräilykäytävä on U:n muotoinen. Materiaalien lähetys ja vastaanotto hoidetaan samalta puolen varastoa. Läpivirtausmallissa hyllyt ovat riveissä ja tuotteiden lähetys ja vastaanotto hoidetaan eri-puolilta varastoa, eli tuotteet kulkevat koko varaston läpi. Kolmannessa vaiheessa suunnitellaan tuotteiden varastopaikat. (Chen, H. 2011, 19.)

Varastopaikkojen suunnitteluun on olemassa monta eri tapaa. Varastoon soveltuva suunnittelutapa valitaan aina tarpeiden mukaan. Tuotteiden varastopaikat voidaan määrittellä esimerkiksi tuoteryhmittäin tai ABC-analyysiä hyödyntäen tuotteiden menekin mukaan. Neljännessä vaiheessa määritellään työskentelytavat, eli ohjeistuksen teko varastohenkilökunnalle. Viimeisessä eli viidennessä vaiheessa suunnitellaan tulevaisuuden tarpeita, esimerkiksi laajennus/supistus mahdollisuudet. (Chen, H. 2011, 19.)

Layoutin piirtämisessä käytetään työkaluna erilaisia CAD-ohjelmistoja. Yleensä layoutit piirretään 2D-kuvina, mutta myös 3D-mallinnusta käytetään hyväksi. CAD-ohjelmistoihin on saatavilla lisäosia helpottamaan layout suunnittelua. Saatavana on esimerkiksi valmiita kirjastoja, joissa on yleisimpien kalusteiden ja koneiden kuvat valmiina. Esimerkiksi Autodesk myy Factory Design Suite pakettia jossa AutoCAD-ohjelmistolla piirretään ensin 2D-malli käyttämällä valmiita kuvia kirjastosta. Seuraavaksi luotu piirustus viedään Inventor-ohjelmistoon, joka luo siitä 3D-mallin. 3D-mallissa voi liikkua suunnitellun layoutin sisällä ja nähdä, miltä se tulisi näyttämään toteutettuna. 3D-mallista on eniten apua kun suunnitellaan tehdasympäristöä. Esittely tilanteessa siitä on helpompi hahmottaa, millaiseksi tuotantotilat muodostuisivat kuin 2D-kuvasta.

6 ABC- JA XYZ- ANALYYSIT

ABC-analyysillä tarkoitetaan yksittäisten tuotteiden tai myyntiyksiköiden, lajittelua muutamaaan ryhmään niiden myynnin tai kulutuksen perusteella. Luotettavien tulosten saamiseksi on tärkeää, että ABC-analyysissä luokitellaan yksittäisiä tuotteita eikä tuoteryhmiä. Analyysin tavoitteena on saada selkeä käsitys siitä, mitkä ovat yrityksen kysytyimmät tuotteet tai mitkä tuotteet tuottavat yritykselle eniten voittoa. Kun tuotteet ryhmitellään analyysin avulla muutamaaan ABC-luokkaan, niin voi satojen tuotteiden joukosta nopeasti erottaa haluttuja yksityiskohtia, kuten esimerkiksi kysytyimmät tuotteet. ABC-analyysi liitetään usein Pareto-periaateajatteluun, eli niin kutsuttuun 20/80 sääntöön, jonka mukaan kaikissa tapauksissa 80 % seurauksista johtuu 20 %:sta syistä. Tämä 20/80 sääntö pätee monissa liike-elämän tilanteissa. Esimerkiksi 80 % tuotteista tuo vain 20 % liikevaihdosta tai 20 % tuotteista tuo 80 % tuloksesta. (Sakki 2009, 91–92.)

TAULUKKO 2. ABC-luokittelu edellisen vuoden ostoista

Tuotekoodi	Ostot (kpl) vuodessa	Yksikkö hinta €	Ostot € vuodessa	Nimikkeen %-osuus	Kumulatiivinen osuus%	ABC luokka
12 345	5 000	30	150 000	49	49	A
12 355	200	450	90 000	29	78	A
12 365	2 000	10	20 000	7	85	B
12 375	800	20	16 000	5	90	B
12 385	1 000	10	10 000	3	93	B
12 395	1 200	5	6 000	2	95	C
12 405	1 300	4	5 200	2	97	C
12 415	2 500	2	5 000	2	99	C
12 425	3 500	1	3 500	1	100	C
12 435	500	2	1 000	0	100	C
			306 700	100		

Taulukossa 2 on havainnollistettu 20/80 sääntöä ja ABC-luokittelua. Taulukossa näkyviä kymmentä tuotenimikettä on ostettu edellisen vuoden aikana yhteensä 306 700 eurolla. Nimikkeen 1 ostoihin on käytetty 150 000 euroa, joka on kokonaismäärästä 49 prosenttia. 29 prosenttia vuosiostoista, eli 90 000 euroa, on käytetty tuotteen 2 ostamiseen, yhteensä näiden kahden tuotteen ostamiseen on siis käytetty 78 prosenttia koko ostobudjetista. Nämä kaksi tuotetta muodostavat kuitenkin vain 20 % nimikkeiden määrästä. 20/80 sääntö siis toteutui, 20 prosenttia nimikkeistä söi 80 prosenttia ostobudjetista. Taulukon tuotteiden

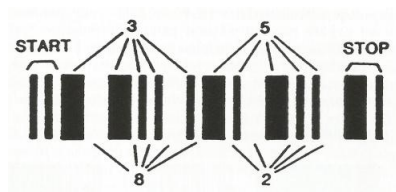
ABC-luokittelu tehdään niin, että listan kaksi ostetuinta nimikettä merkitään A-luokkaan, seuraavat kolme nimikettä ovat B-luokkaa ja loput ovat C-luokkaa. B- ja C-luokkien määrittely tehdään nimikkeen kumulatiivisen prosentti osuuden mukaan, B-luokka 80–94,99 % ja C-luokka 95–100 %. (Logistiikan Maaailma 2014.)

XYZ-analyysi on muunnos ABC-analyysistä. Siinä tuotteet luokitellaan myynnin tai kulutuksen tapahtumakertojen perusteella, molemmat analyysit täydentävät toisiaan. XYZ-analyysiä käytetään etenkin tuotteiden varastopaikkoja määriteltäessä. Tuotteet, joilla on eniten kysyntää, määritellään X-luokkaan. Nämä tuotteet sijoitetaan varastoon tuotteiden keräilyn kannalta suotuisimmille paikoille, jotta niiden keräily tapahtuisi mahdollisimman nopeasti. Y-luokkaan määritellään tuotteet, joiden kysyntä on kohtalaista, esimerkiksi kerran viikossa tapahtuvaa keräilyä. Z-luokkaan taas määritellään tuotteet, joiden kysyntä on satunnaista, esimerkiksi kerran kuussa tai harvemmin. (Sakki 2009, 96–97.)

Analyysiä tehtäessä kannattaa kiinnittää huomiota kausituotteisiin. Ne saattavat vääristää tuloksia, kun suunnitellaan varaston lavapaikkoja. Jos tuote on myynnissä koko vuoden, mutta myynnin huiput ovat kesällä, kannattaa tarkoin harkita tuotteen varastopaikkaa. Jos XYZ-analyysin mukaan tuote kuuluisi X-luokkaan, mutta tuotteen myyntihuippu on vain muutama kuukausi vuodesta, kannattaa harkita tuotteen pudottamista Y-luokkaan. Keräilyn kannalta parhaita varastopaikkoja on kuitenkin aina rajoitettu määrä, eli analyysin tuloksiin ei kannata luottaa sokeasti.

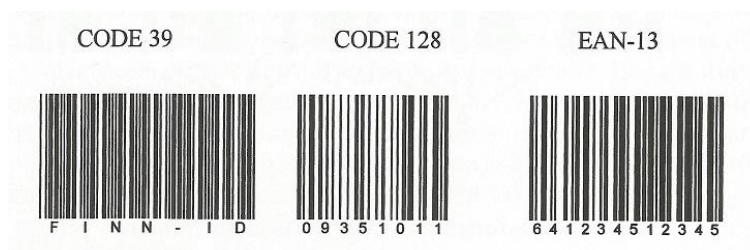
7 VIIVAKOODIT

Tuotteiden kulku valmistajalta asiakkaalle kulkee yleensä monen välikäden kautta. Maahantuoja, tukkumyynti ja jälleenmyyjä ovat yleisimpiä välikäsiä. Näiden kaikkien pisteiden välissä on tietenkin myös kuljetuspalvelut ja niiden varastot. Jotta tuotteiden kulkua voitaisiin seurata ja hallinnoida erilaisilla järjestelmillä, täytyy tuotteet kirjata tietokoneelle. Tätä toimintoa helpottamaan on kehitetty erilaisia automaattisia tunnistustekniikoita, esimerkiksi optisia tunnisteita eli viivakodeja. Viivakoodi on yleisin automaattisista tunnistustekniikoista. Se muodostuu joukosta erilevyisiä mustia ja vaaleita viivoja. Viivojen järjestyksellä määritetään haluttu numero, kirjain tai erikoismerkki, kuviossa 9 on esitetty viivakoodin muodostuminen numerolle 3852. (Karhunen ym. 2004, 388–389.)



KUVIO 9. Interleaved 2 of 5 viivakoodina numero 3852 (Karhunen ym. 2004, 389.)

Viivakoodityyppejä on maailmalla kehitetty erilaisia useita satoja, mutta laajemmassa käytössä niistä on vain alle 10. Suomessa eniten käytettävät viivakoodityypit ovat Code 39, Code 128 ja EAN–13. Kuviossa 10 on esitetty jokaisesta näistä viivakoodityypeistä esimerkki. Viivakoodin informaatio sisältyy siis pelkästään erilevyisiin mustiin ja vaaleisiin viivoihin. Koodin korkeus ei siis sisällä mitään informaatiota. Käytettävissä oleva tila, koodattavan tiedon sisältö ja käyttö olosuhteet määrittävät sen, mikä viivakoodityyppi valitaan. Suurimpana vaikuttavana tekijänä on kuitenkin koodin tietosisältö; riittääkö pelkät numerot vai tarvitaanko myös kirjaimia ja erikoismerkkejä. Esimerkiksi vähittäiskaupoissa paljon käytetty EAN–koodi pystyy esittämään vain numeroita. (Karhunen ym. 2004, 389.)



KUVIO 10. Suomessa eniten käytetyt viivakoodi tyypit, Code 39, Code 128 ja EAN–13 (Karhunen ym. 2004, 389)

Euroopassa kehitetty EAN-koodi on alunperin kehitetty vähittäiskaupan tarpeisiin. EAN-koodin kolme ensimmäistä numeroa kertovat maan, jossa tuote on valmistettu, ja seuraavat kolme numeroa kertovat tuotteen valmistajan tai valmistuttajan. Koodin loput numerot ovat tuotenumeroita, paitsi viimeinen merkki on niin kutsuttu tarkistusmerkki. Keskukskauppakamarin yhteydessä toimiva EAN-Finland Oy myöntää Suomessa toimiville yrityksille valmistaja- tai valmistuttajanumerot. Viivakoodi Code 39:llä voidaan koodata numerot, kirjaimet ja muutamat erikoismerkit. Koodissa jokainen esitettävä merkki koostuu yhdeksästä viivasta, viidestä mustasta ja neljästä vaaleasta, joista kolme on leveää ja kuusi kapeaa viivaa. Koodin pituus vaihtelee tarpeen mukaan. Hyvänä ominaisuutena on koodin sisäinen tarkastus, eli se havaitsee virheet automaattisesti. Code 128:n ovat standardisoineet EAN-järjestö, armeija ja pankit. Code 128:a on olemassa kolme eri versiota. Nämä versiot ovat 128A, B ja C. Koodityyppi 128A:lla voidaan koodata kaikki standardinmukaiset isot kirjaimet ja numerot sekä erikois- ja kontrollimerkit. Koodilla 128B voidaan näiden lisäksi koodata myös pienet kirjaimet, koodilla 128C pystytään koodaamaan ainoastaan numerot. Code 128 tyyppin viivakoodeihin pystytään pakkaamaan paljon tietoa lyhyeen jaksoon. Tämän ominaisuuden takia sitä käytetäänkin esimerkiksi pankkiviivakoodeina. (Karhunen ym. 2004, 389–390.)

Pitkien tuotekoodien syöttäminen tietokoneelle käsin on hidasta ja siinä syntyvien näppäilyvirheiden määrä vähentää tietojärjestelmien luotettavuutta. Kun käytössä on viivakoodit, toiminnot nopeutuvat, muuttuvat helpommiksi ja syöttövirheet vähentyvät radikaalisti. Viivakoodien sisältämä tieto saadaan siirrettyä tietokoneelle viivakoodilukijalla tai etenkin varastoissa käytetyillä tiedonkeruulaitteilla. Jos esimerkiksi toimitusmääräyksessä tilausnumero on viivakoodilla, kyseinen asiakirja saadaan näkyviin järjestelmästä lukemalla viivakoodi. Sitten keräys voidaan kuitata suoritetuksi ja tulostaa esimerkiksi osoitetarrat. Kun käytetään tiedonkeruulaitteita, voi toimitusmääräyksen jokaisella tuoterivillä olla viivakoodi. Kun viivakoodi luetaan, kysyy tiedonkeruulaite kerätyn kappalemäärän ja päivittää sen sitten järjestelmään. Jos tätä menetelmää vielä jalostetaan eteenpäin, viivakoodit sijoitetaan myös itse tuotteisiin tai hyllyyn tuotteen kohdalle. Tällaisessa järjestelmässä tiedonkeruulaitteella luetaan ensin toimitusmääräys ja sitten tuotteen viivakoodi. Jos tuote on väärä, laite hälyttää heti virheestä. Näin saadaan varmistettua, että kerättävät tuotteet ovat aina oikeita ja niitä on oikea määrä, eli toimitusvarmuutta saadaan parannettua huomattavasti. (Karhunen ym. 2004, 390.)

8 PROJEKTIN TOTEUTUS

Aikaisemmat toimeksiantajan varastotilojen hyllystöt olivat itse tehtyjä avohyllyratkaisuja, jotka olivat epäkäytännöllisiä. Periaatteena oli ollut rakentaa tiloihin (LIITE 1) niin paljon hyllyjä kuin sinne mahtuu. Erilaisia hyllyratkaisuja olikin ajansaatossa lisäilty sinne tänne tarpeen mukaan. Hyllyt olivat pääasiassa alle kaksi metriä korkeita, eli minkäänlaisia apuvälineitä tuotteiden keräilyyn ei tarvittu.

Yhden hyllykön päähän oli rakennettu kehikko, jossa säilytettiin erilaisille venttiileille tarkoitettuja karanjatkoja pystyasennossa. Niiden pituudet vaihtelivat 1,5–2 metrin välillä ja niiden halkaisija oli noin 10 cm. Karanjatkoja varten oli rakennettu nosto-oven viereen myös hyllykkö, jossa jatkoja säilytettiin vaakatasossa. Ainoana tuotteiden käsittelyyn tarkoitettuna apuvälineenä oli perinteinen haarukkavaunu, jolla siirrettiin kuormalavoilla yritykseen tulevat tuotteet sisälle. Ulkovarastossa oli ainoastaan kaksi isoa avohyllykköä (LIITE 2), joiden korkeus oli hieman yli kaksi metriä. Ulkovarastossa säilytettiin erilaisia putkikeloja ja kuusi metriä pitkiä jäykkiä putkia. Tilaa oli jätetty myös kahden peräkärryn säilyttämiseen ja kaikenlaisen satunnaisessa käytössä olevan tavaran varastointiin.

Projektia aloitettaessa pidettiin aloituspalaveri, jossa määriteltiin projektin vaiheet, tavoitteet, budjetti ja aikataulu. Ensimmäiseen vaiheeseen kuului sisävaraston layoutin suunnittelu ja toteutus. Sisävaraston yhteydessä oleva työpiste päätettiin myös uusiksi, sen uudelleen suunnittelu ja toteutus tehdään samalla kertaa kuin sisävaraston uudistaminen. Toisessa vaiheessa määritellään tuotteiden sijoittelu sisävarastossa, eli varastopaikkojen suunnittelu. Varastopaikkojen merkkäminen päätettiin siirtää toteutettavaksi myöhemmässä vaiheessa, koska varastonhallintaohjelmisto määrittää osittain sen minkä tyyppiset merkinnät täytyy tehdä. Projektin kolmannessa vaiheessa tehtävänä oli varastonhallintaohjelmiston ja tiedonkeruupäätteen valinta ja käyttöönotto, sekä niiden käyttöohjeiden laadinta jokapäiväisille perustoiminnoille. Tuotteiden varastopaikkojen merkkäminen sekä henkilökunnan kouluttaminen ohjelmiston ja varastotoimintojen osalta sisällytettiin myös kolmannen vaiheen tehtäviksi. Viimeisessä neljännessä vaiheessa suunniteltaisiin ulkovaraston layout. Sen toteutuksen ajankohta jätettiin avoimeksi.

Projektin tavoitteiksi määriteltiin varastopaikkojen määrän lisääminen, varastotoimintojen selkeyttäminen mahdollisimman yksinkertaisiksi ja logistisesti hyvin toimivan varastointiratkaisun toteuttaminen. Sisävaraston ja sen yhteydessä olevan työpisteen kalusteiden ja laitteiden hankinta budjetiksi sovittiin 10 000 euroa. Projektin aloitusajankohta oli loka-

kuun puolivälissä 2014, joten valmistumisaikatauluksi sisävaraston osalta päätettiin vuoden 2015 helmi–maaliskuun vaihde. Aikaa projektin suunnitteluun ja sen toteuttamiseen oli näin neljä ja puoli kuukautta. Ulkovaraston uuden layoutin valmistumisella ei ollut kiirettä, joten sen valmistumisaikatauluksi riitti määritelmä "kevään aikana".

8.1 Sisävaraston layoutin suunnittelu ja toteutus

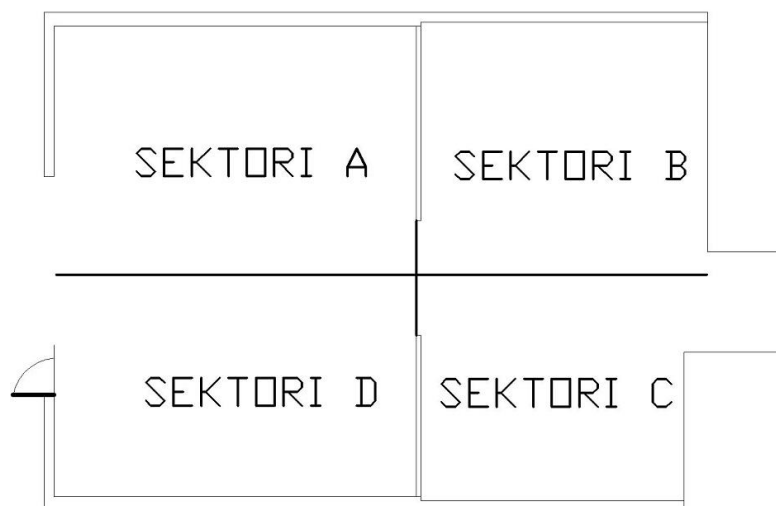
Layout-suunnittelun alussa kartoitettiin vanhojen varastohyllyjen mahdollinen uudelleenkäyttö. Vanhat varastohyllyt olivat pääosin itse tehtyjä ja ne olivat huonokuntoisia sekä epäkäytännöllisiä projektin tavoitteita, eli varastopaikkojen lisäämistä ja käytännöllisyyttä ajatellen, joten niistä kaikista päätettiin luopua. Työpisteen osalta päädyttiin samaan ratkaisuun, eli sisävaraston ja työpisteen kalusteet päätettiin kaikki uusiksi. Seuraavaksi kartoitettiin sisävarastossa säilytettävien erilaisten nimikkeiden määrä ja se, kuinka paljon kutakin nimikettä haluttaisiin varastoida, toisin sanoen varastopaikan koko. Eri nimikkeiden osalta varastopaikan koko vaihteli yksittäisistä kappaleista aina muutamaan kymmeneen kappaaleeseen.

Erilaisia nimikkeitä oli yhteensä 218. Näistä päätettiin sisävarastossa säilyttää 201 erilaista nimikettä. Loput osat olivat vanhanaikaisia, mutta silti toimivia joten ne päätettiin sijoittaa ulkovarastoon mahdolliseksi hätävarastoksi. Näiden 201 nimikkeen lisäksi sisävarastossa säilytetään myös yrityksessä tarvittavia pultteja, aluslevyjä, muttereita ja erilaisia pieniä messinkisiä putkiliitososia, joille täytyi myös suunnitella selkeä varastointiratkaisu.

Koska yrityksessä käytettävien tuotteiden koot vaihtelivat suuresti pienistä messinkiosista aina parikymmentä kiloa painaviin linjaventtiileihin, todettiin että yhdenlaisella hyllyratkaisulla ei voi kaikkia yrityksen tarpeita täyttää. Sisävarastoon päätettiin tehdä erillinen pientavaraosasto, johon sijoitettaisiin kaikki pienimmät tuotteet, joiden varastoiminen isoissa hyllyissä olisi epäkäytännöllistä. Koska varastopaikkojen määrää haluttiin kasvattaa päätettiin isompien tavaroiden varastoimiseen hankkia kuormalavahyllystö. Näin saataisiin hyödynnettyä varaston koko 3,7 metrin korkeus ja lavoille voitaisiin tarvittaessa laittaa useita saman tuoteryhmän tuotteita. Yhdelle kuormalavalle saataisiin sijoitettua yrityksen isoimpiakin tuotteita noin kymmenen kappaletta, ja pienempiä tuotteita mahtuisi yhdelle lavalle useita kymmeniä. Kuormalavoille sijoitetuilla tuotteilla olisi myös selkeät varastopaikat ja niiden merkitseminen olisi selkeää ja yksinkertaista.

Aloitin uuden layoutin suunnittelun piirtämällä sisävaraston pohjapiirustuksen, koska ajan tasalla olevaa pohjapiirustusta ei ollut saatavilla. Varaston sisätilojen mittaamiseen käytin lasermittalaitetta, koska mittaukset saataisi pidettyä silloin mahdollisimman pieninä. Sisävaraston lattiapinta-ala on noin 101 m², varaston kokonaistilavuus on 373,7 m³.

Pohjapiirustuksen piirtämiseen ja layoutien suunnitteluun käytin AutoCad 2013-ohjelmistoa. Koska varastossa olevia tuotteita tarvittiin kokoajan, niin niiden väliaikainen sijoittaminen ulkovarastoon tai ulos pressujen alle ei tullut kysymykseen. Varasto päätettiin jakaa neljään sektoriin, A,B,C ja D (KUVIO 11), jokainen sektori puretaan yksi kerrallaan ja siellä olevat tuotteet sijoitettaisiin väliaikaisesti kuormalavoille. Toteutus ja layout-suunnittelu rytmitettiin niin, että suunnittelu aloitettiin A-sektorilta, kun suunnitelma oli valmis tilattiin sektorille suunnitellut kalusteet ja sektorin purkamisen aloitettiin. Loput kolme sektoria suunniteltiin ja toteutettiin järjestyksessä B,C,D.



KUVIO 11. Sisävaraston pohjapiirustus jaettuna neljään sektoriin

Koska tuotenimikkeitä oli paljon, mutta niiden yksikkömäärät olivat pieniä voitiin kuormalavahyllystä valikoimasta valita perinteinen kuormalavahylly ja välittömästi hylätä kaikki muut vaihtoehdot. Päädyin sijoittamaan sektorin A pitemmälle seinustalle (LIITE 3) mahdollisimman pitkän kuormalavahyllyn, jotta lavapaikat saataisi maksimoitua. Hyllyksi valikoitui suomalaisen Kastenin valmistama P90-kuormalavahylly. Hyllykön korkeudeksi tuli kolme metriä ja vaakapalkkeiksi valitsin 2,75 m pitkät 3 000 kg/taso kantavuudeltaan olevat palkit. Hyllykkö koostui kolmesta 1,05 m leveästä päädystä ja 12 vaakapalkista, joilla saatiin siis rakennettua kaksiosainen kuormalavahyllykkö, jossa yhteensä oli kuusi hyllytasoa. EUR-lavoja käytettäessä valittuun kuormalavahyllykköön mahtuu 24 kuormalavaa.

Lattian ja ensimmäisen vaakapalkin alareunan väliin jätettiin 63 cm tilaa, seuraavan kahden välikön korkeudeksi asetettiin 68 cm. Hyllyvälikön korkeus mitoitettiin maksimissaan kahdella kauluksella varustetulle kuormalavalle. Tällaisen yhdistelmän korkeus on 55 cm. Standardissa SFS-EN 15620 määritellään kuormalavan ja seuraavan palkin alareunan väliksi tilaksi vähintään 7,5 cm. Tämä väli täytyy jättää sen takia, että kuormalavat olisi helposti ja turvallisesti käsiteltävissä myös ylimmillä hyllyväleillä. Hyllykkö pystytettiin itse valmistajan toimittamien ohjeiden mukaisesti, kaikkien päätyjen molemmat pylväät kiinnitettiin lattiaan kahdella M10:n koon kiila-ankkurilla. Betonilattian vahvuudeksi mitattiin kiinnitystä varten poratuista rei'istä noin 7 cm. Kaikkiin kolmeen etupylvääseen kiinnitettiin törmäyssuojat estämään pylväiden vahingoittuminen käytön aikana. Tämä kuormalavahyllykkö (KUVIO 12) nimettiin sektorin mukaan hylly A:ksi.



KUVIO 12. Vasemman puoleisessa kuvassa A- sektorin tila ennen uudistusta, oikeanpuoleisessa kuvassa uusi kuormalavahyllykkö ja jatkokarojen teline

Lavojen käsittelyä varten ostettiin käytetty Roclan HSE10-pinoamisvaunu (KUVIO 13) jossa on sähkökäyttöinen nostin. Sen maksimikuorman nostokyky on 1 000 kg, joka on juuri sama kuin kuormalavahyllykön yhden lavan maksimikuorma. Maksimi nostokorkeus on 3,2 m. A- sektorille sijoitettiin myös jatkokaroja varten listateline jossa karoja säilytetään pystyasennossa. Hyllykkö koostuu päädyissä olevista 2,5 metriä korkeista A:n mallisista päädyistä jotka on kiinnitetty toisiinsa kolmella poikkipalkilla ja jalkojen päällä olevasta 300x1 800 mm kokoisesta reunallisesta pohjalevystä. Erilaiset jatkokarat erotettiin toisistaan poikkipalkkeihin kiinnitettävillä 350 mm pitkillä ulokkeilla. Leveys suunnassa telineeseen mahtuu 18 jatkokaraa ja syvyys suunnassa 3 kappaletta, yhteensä telineeseen mahtuu siis 54 jatkokaraa.



KUVIO 13. Vasemman puoleisessa kuvassa sektori B ennen uudistusta, oikeanpuoleisessa kuvassa uusi kuormalavahyllykkö ja Roclan HSE10-pinoamisvaunu

B sektorille sijoitin koko seinän pituisen kuormalavahyllykön (LIITE 3), jotta varastopaikkoja saataisiin lisättyä mahdollisimman paljon. Kuormalavahyllyköksi valitsin ruotsalaisen Brännehylten valmistaman Elit-kuormalavahyllykön (KUVIO 13). Kuten A-hyllyssä päätyjen korkeus on kolme metriä, mutta vaakapalkkeina on kuusi kappaletta 2750 mm pitkiä palkkeja sekä kuusi kappaletta 1850 mm pitkiä palkkeja. Pitempien palkkien kantavuus on 3 000 kg/taso ja lyhyempien palkkien kantavuus on 2 000 kg/taso, eli molemmissa yhden lavan maksimi kuorma on 1 000 kg.

Hyllyvälien jako tehtiin samalla lailla kuin hyllyssä A. Hyllystä A poiketen päädyt toimitettiin osina, valmistajan tekemiä ohjeita noudattaen niiden kasaaminen ei tuottanut mitään ongelmia. Pystytys tehtiin taas itse valmistajan toimittamien ohjeiden mukaisesti. Hyllykkö nimettiin B-hyllyksi, lavapaikkoja hyllykössä on 20 kappaletta. Kun lasketaan yhteen hyllyjen A ja B lavapaikat, saadaan yhteensä 44 lavapaikkaa. B sektorin päätyseinälle sijoitettiin vielä kaksi metriä pitkä ja 60 senttimetriä korkea reikä levy, johon sijoitettiin mm. siivousvälineitä.

Sektoriin C päädyin sijoittamaan pientavaraosaston ja pienen toimistotilan, johon sijoitettiin toimistopöytä ja tietokone varastohallintaohjelmistoa varten. Toimistotiloihin sijoitettiin myös kaksiovinen peltikaappi, johon sijoitettiin henkilösuojaimet. Pulttien, muttereiden ja aluslevyjen säilytykseen valitsin kaksi metriä korkean ja puolitoista metriä leveän keräilyhyllyn neljällä tasolla. Tasot asennettiin vinoon niin, että takalaita oli hieman korkeammalla. Näin saatiin ottolaatikat suunnattua viistosti alaspäin ja niiden sisältämät tuotteet tulevat paremmin näkyviin. Hyllyyn laitettiin 24 kappaletta Kennosetin isoja ottolaatikoita, koko S400xL230xK150, eli kuusi kappaletta per taso. Osaan laatikoista laitettiin välilevyt

jotta niihin voitaisi laittaa kahden laisia nimikkeitä. Jokaisen laatikon päähän tehtiin lappu, jossa kerrottiin tuotteen nimi, koko ja ominaisuudet (esim. kierre, haponkestävyys).

Pientavaraosastolle sijoitettiin myös kaksi kappaletta ruotsalaisen EAB:n valmistamia 40 senttimetriä syviä, kaksi metriä korkeita ja reilut kaksi metriä leveitä pientavarahyllyjä (Kuvio 14). Hyllyn rakenne koostui kolmesta pädystä jotka yhdistettiin toisiinsa kymmellä metrin pituisella hyllytasolla, lisäksi kaksi päätyä sidottiin toisiinsa takaa kahdella metallisella ristikolla. Koska tuotteille haluttiin selkeät varastopaikat, päätettiin hyllyyn tilata kahden kokoisia muovilaatikoita. Laatikoiksi tilattiin muovisia tummanharmaita uusiolaatikoita, pienemmän laatikon koko oli P400xL300xK225 ja suuremman laatikon P600xL400xK225. Pienempiä laatikoita tilattiin 30 kappaletta ja suurempia 10 kappaletta, jokaiseen laatikkoon sijoitettiin vain yhdenlaista tuotetta ja laatikon päätyyn merkattiin selkeästi mikä tuote oli kyseessä. Toiseen hyllyyn tilattiin kuusi kappaletta vetolaatikoita, kooltaan P915xL400xK95, joihin sijoitettiin kaikki messinkiosat ja tiivisteet. Vetolaatikot täytettiin pienemmillä muovisilla laatikoilla joihin messinkiosat lajiteltiin, jokaiseen veto-
laatikkoon tehtiin erikseen lappu johon merkittiin mitä tuotteita se sisältää.



KUVIO 14. Vasemmassa kuvassa pientavarahyllykön vetolaatikot, oikeanpuoleisessa ke-
räilyhylly ja toinen pientavarahylly varustettuna muovilaatikoilla

Sektorilla D sijaitsee työpiste, joka päätettiin myös kalustaa täysin uudestaan. Kyselin henkilökunnalta heidän toiveitaan työpisteen suhteen, ja ainoana toivomuksena oli riittävä pöytätila, eli muiden kalusteiden valinnassa sain täysin vapaat kädet. Työpisteellä tarvittiin säilytystilaa työkalujen lisäksi myös voitelu- ja puhdistusaineille sekä erilaisille sähkötyökaluille. Työpöydäksi valitsin kaksi metriä pitkän ja 0,8 metriä leveän teräskantisen korkeussäädettävän työpöydän. Pöydän yläpuolelle kiinnitettiin samanpituisen reikälevy, jonka korkeus oli 60 senttimetriä. Reikälevyyn kiinnitettiin kaikki yleisimmät työpisteellä käytet-

tävät työkalut asianmukaisilla kiinnityskoukuilla. Työpöydän molemmin puolin sijoitettiin työkaluvaunut (KUVIO 15), joihin sijoitettiin harvemmin tarvittavat työkalut sekä kaikki yrityksen erikoistyökalut. Koska yrityksessä oli paljon akkukäyttöisiä työkaluja, tehtiin niiden akkujen lataamista varten erillinen latauspiste. Voitelu- ja puhdistusaineita varten työpisteelle sijoitettiin kaksiovinen teräskaappi jonka sisällä oli neljä säädettävää hyllyä. Kaapin leveys oli 850 mm, korkeus 1850 mm ja syvyys 400 mm. Toinen vastaavanlainen kaappi hankittiin sähkötyökaluille ja erilaisille pienemmille tarvikkeille (esim. poranterät, sahanterät).

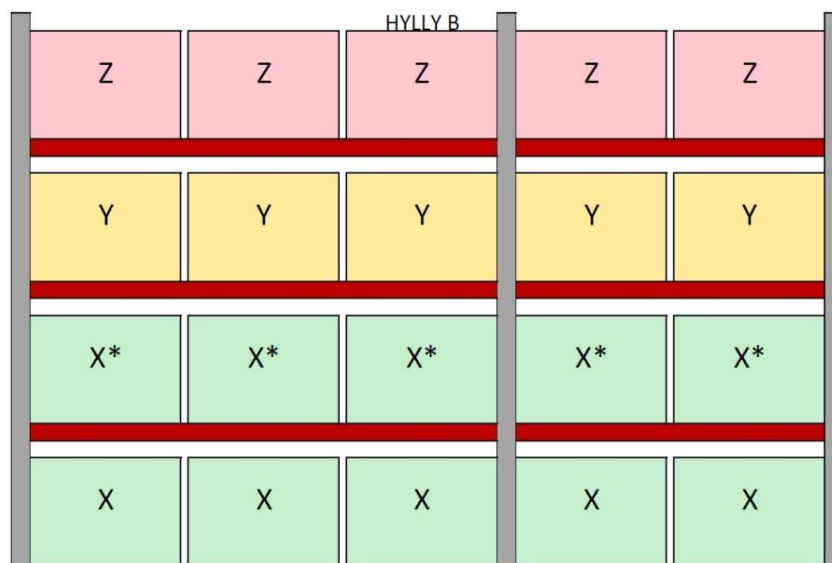


KUVIO 15. Vasemmalla vanha työpiste, oikealla uusittu työpiste

8.2 Varastopaikat

Kuormalavahyllystöjen varastopaikkojen suunnittelun apuvälineenä päätin kokeilla ABC-analyysiä. Pyysin viidestä eri tukusta vuonna 2014 yrityksen tekemiä tilauksia excel-muodossa. Kun sain kaksi ensimmäistä listaa käsiini, yhdistin ne ja tein sitten ABC-analyysin. Kun tarkastelimme analyysin tuloksia, huomasimme että tulokset eivät olleet sitä, mitä olimme toivoneet. Harvoin tarvittavat runkoverkon kalliit osat nousivat kaikki selvästi listalla A-luokkaan, ja suurin osa korjauksiin tarkoitetuista osista sijoittuivat C-luokkaan. Tämä oli huono asia, sillä juuri korjauksiin tarvittavat osat pitäisi saada nopeimmin hyllystä eikä harvoin tarvittuja osia. Kun arvioimme muista tukuista edellisenä vuonna ostettujen tuotteiden määrän ja lisäsimme ne analyysiin, tulokset olivat vastaavanlaisia. Päätimme hylätä ABC-analyysin käytön ja kokeilla XYZ-analyysin käyttöä, eli luokittelua kulutuksen mukaan.

XYZ-analyysin tuloksissa oli jo hieman enemmän potentiaalia, siinä uudisrakentamisen osat nousivat X-luokkaan, ja muihinkin luokkiin osuneet tuotteet olivat järkevänoloisilla paikoilla. Kun tutkin tarkemmin tuloksia huomasin, että saman tuoteperheen erikokoiset osat olivat monesti hajaantuneet kaikkiin kolmeen luokkaan. Koska vedenjakeluverkoston rakentamisessa käytetään erikokoisia putkia, samanlaista osaa on tietenkin montaa eri kokoa. Yleisimmät yrityksen käyttämät putkikoot olivat 32,40,50 ja 63 mm, joten esimerkiksi Plassonin 1001-mallista jatkoliitintä löytyi kaikkina neljänä kokona. Näistä liittimistä olisi XYZ-analyysin mukaan 32 ja 40 mm sijoittuneet X-luokkaan ja toiset Y-luokkaan.



KUVIO 16. Hylly B:n varastopaikkaluokittelu

Korjausosista tärkeimmät olisivat olleet joko Y- tai Z-luokassa, eli niiden saaminen hyllyköstä ei vielääkään olisi nopeinta mahdollista, jos XYZ-analyysiin luotettaisiin sokeasti. Varastopaikkojen määräytyminen päätettiin tehdä osittain XYZ-analyysiä mukailleen ja osittain tuotteiden tarpeellisuuden mukaan sijoiteltuna. Jos samantyyppistä tuotetta oli useita eri kokoja, päätettiin ne sijoittaa kaikki samalle lavalle. Erikokoiset tuotteet erotettiin toisistaan jakamalla lava neljään osaan kahdesta vanerista tehdyllä lavanjakajalla.

Näitä lavanjakajia on saatavana valmiinakin, mutta säästösyistä tein tarvittavan määrän jakajia itse. Kuormalavahyllyn neljä eri tasoa; lattiataso ja kolme hyllytasoa, luokiteltiin niin, että ensimmäinen hyllytaso sai parhaan luokituksen X*, lattiataso luokiteltiin X-luokkaan, toinen hyllytaso Y-luokkaan ja ylin hyllytaso Z-luokkaan (KUVIO 16). X*-luokkaan sijoitetut tuotteet saadaan keräiltyä ilman mitään apuvälineitä, X-luokan lavat täytyy vain vetää ulos käyttämällä joko pinoamisvaunua tai haarukkavaunua. Z- ja Y-

luokan lavoja voidaan käsitellä vain pinoamisvaunulla, koska nostokorkeus on vähintään 1,5 metriä, joten tuotteiden saanti hyllystä hidastuu huomattavasti verrattuna alempiin tasoihin.

Hyllyn A X*-tasolle sijoitettiin kaikki korjausosat; näin niiden keräily on erittäin nopeaa ja helppoa. Tärkeimmät korjausosat eli korjauspannat sijoitettiin kolmelle kuormalavalle joihin ne lajiteltiin niiden kokojen mukaan. Ensimmäiselle lavalle sijoitettiin 32–77 mm:n korjauspannat, toiselle 85–114 mm:stä ja kolmannelle 120 mm:stä ylöspäin olevat korjauspannat. Kun korjauspantojen sijoittelu tehtiin näin selkeästi, ei tarvitse tietää kuin vuotavan putken koko niin tietää miltä lavalta korjauspantaa etsiä. Lavojen reunaan merkittiin tietenkin myös lavakortilla mitä tuotteita kyseisellä lavalla on. X-hyllytasolle sijoitettiin uudisrakentamisessa tarvittavia osia jotka XYZ-luokittelussa olivat X-luokassa. Y- ja Z-hyllytasolle sijoitettiin harvoin tarvittavia runkolinjan rakentamiseen käytettäviä osia. Hyllyn B X*-tasolle sijoitettiin uudisrakentamisessa käytettäviä sähköhitsausosia. Osia oli määrällisesti niin paljon, että ne täyttivät koko X*-tason, X-tasolle sijoitettiin loput uudisrakentamisosat. Y- ja Z-tasoille ei sijoitettu mitään osia, vaan niille sijoitettiin erilaisia harvemmin tarvittavia tarvikkeita joita ei ulkovarastossa voi säilyttää.

Pientavaraosaston muovilaatikoilla varustettuun keräilyhylllyyn sijoitettiin kaikki niin kutsutut talosulkuventtiilit ja satulat. Talosulkuventtiilit sijoitettiin hyllykön vasempaan puoliskoon ja satulat oikeaan puoliskoon. Pientavaraosastolle sijoitetut tuotteet jätettiin XYZ-analyysin ulkopuolelle. Tuotteet järjestettiin hyllykköön pienimmästä suurimpaan niin, että pienimmät tuotteet sijoitettiin ylähyllylle. Tuotteiden luokittelu päätettiin tehdä tällä tavalla, jotta kevyimmät laatikot saataisi ylemmille hyllyille ja painavimmat laatikot alemmille. Poikkeuksena olivat yleisimmät 32 mm:n valurautaiset talosulkuventtiilit, joita oli määrällisesti niin paljon, että ne sijoitettiin lattialle isompaan laatikko kokoon. Vetolaatikoilla varustettuun pientavarahyllystään sijoitettiin messinkiosien lisäksi kaikki vesimittarit. Vesimittarit lajiteltiin laatikoihin niiden pituuden perusteella. 130 mm pitkät vesimittarit sijoitettiin kahteen pienempään laatikkokokoon ja 190 mm pitkät vesimittarit yhteen isoon laatikkoon.

8.3 Varastohallintaohjelmisto ja tiedonkeruupäätte

Varastohallintaohjelmistoa valittaessa vaatimuksina olivat helppokäyttöisyys, suomenkielinen, tiedonkeruupäätteen tuki ja tietenkin edullinen hinta. Ohjelmistosta täytyi löytyä varastohallinnan lisäksi laskutus ja mielellään myös jonkinlainen projektien kuluseuran osio. Varastohallintaominaisuuksiksi ohjelmistossa riittää saldojen seuranta, tuotteen osto- ja myyntihinta sekä inventaariolistan tulostaminen, Minkäänlaiselle varastokierron suunnittelulle tai seurannalle ei ollut siis tarvetta. Tutkin eri ohjelmistovaihtoehtoja verkosta, ja ensimmäiseksi vahvaksi ehdokkaaksi nousi Ecom–taloushallintaohjelmisto, koska se oli suunnattu LVI- ja sähköalan yrityksille. Ainoana miinuksena Ecomissa oli tuotteiden tarkkojen varastopaikkojen puuttuminen. Siinä pystyi ainoastaan merkitsemään, missä varastossa tuote sijaitsi. Toiseksi ehdokkaaksi nousi Lemonsoft–ohjelmisto, johon laajan räätälöitävyytensä ansiosta saisi kaikki tarvittavat ominaisuudet. Molemmissa ohjelmistoissa tukipalvelut olivat ilmaiset, mutta päivityksistä täytyi maksaa vuosittainen ylläpitokorvaus. Hankinta- ja käyttökustannuksiltaan molemmat ohjelmistot olivat kohtuullisen hintaisia ja lähellä toisiaan.

Varastohallintaohjelmistoksi valittiin Ecom–taloushallintaohjelmisto sen LVIS–tuen ja positiivisten käyttäjäpalautteiden takia. Ohjelmiston LVIS–tuen ansiosta saatiin mahdolliseksi kolmen (Onninen, LVI–Dahl, Ahlsell) yrityksen käyttämän tukun hinnastojen suora päivittäminen ohjelmistoon. Kun tukuilta pyydettiin vielä yrityksen OVT–alennustiedostot, niin tuotteiden ostohinnat saatiin ohjelmistoon kerralla oikeiksi. Muiden yrityksen käyttämien tukkujen hinnastot ja alennukset saadaan tuotua ohjelmistoon Excel–tiedostoina.

Ecomissa voidaan selata tukkujen kaikkien LVI–tuotteiden ostohintoja suoraan oikeilla alennusprosentteilla. Jos samaa tuotetta löytyy esimerkiksi Onniselta, LVI–Dahlilta ja Ahlselliltä, voidaan Ecomissa suoraan verrata tuotteen ostohintaa eritukkujen kesken. Ennen ohjelmiston valintapäätöstä kävin keskustelemassa Ylivieskan Vesiosuuskunnan toimitusjohtajan Toni Huuhan kanssa Ecomin soveltuvuudesta vesiosuuskunnan tarpeisiin. Heillä Ecom oli ollut käytössä jo muutaman vuoden ajan, ja käyttökokemukset olivat olleet erittäin positiiviset. Erityistä kiitosta sai hyvin toimiva puhelin- ja etätukipalvelu, josta apua sai aina tarvittaessa. Myös Ecomin koulutuspalvelut saivat kiitosta.

Ecomin asennus ja perusasetusten kohdalleen laittaminen sujuivat ongelmitta hyvien ohjeiden ansiosta. Ainoana suurempana hidasteena oli hinnastojen saanti Excel–muodossa tukuilta, joita ei ollut ohjelmistossa valmiiksi. Kahdesta tukusta sain hinnaston heti, kun

niitä pyysin, mutta kolmesta muusta tukusta hinnastoja ei saanut Excel-muodossa lainkaan, eli ne täytyi tehdä itse. Laadin hinnastot käyttämällä pohjana joko PDF-muotoista hinnastoa tai tukun kotisivulla olevaa hinnastoa. Hinnastoon tarvittavia tietoja olivat tuotteen LVI-koodi, tuotenimike, mahdolliset lisätiedot tuotteesta, ovh hinta, myyntiyksiköt ja yrityksen alennusprosentti. Eri tukkujen alennusprosentit saatiin vanhoista laskuista ja varmistamalla ne tukusta alueen edustajalta.

Ecomissa ei ollut yksittäisten varastopaikkojen tukea, vaan sinne pystyi ainoastaan määrittämään erillisiä varastoja, kuten esimerkiksi ulkovarasto, jakeluvarasto, sisävarasto. Halusin tuotteiden varastopaikoiksi kuitenkin jonkinlaisen tarkemman määrittelyn joten päädyin syöttämään ohjelmaan varastoiksi seuraavanlaiset valinnat: hylly A, hylly B, pientavaraosasto ja ulkovarasto. Kun tuotteille on näin määritelty oletus varastopaikka, voidaan Ecomista aina tarkistaa, mistä päin varastoa haluttu tuote löytyy. Tuotteiden syöttäminen järjestelmään tapahtui Tuotteet-toiminnon kautta, jolla pystytään selaamaan ohjelmistoon syötettyjen tukkujen hinnastoja.

Kun hinnastosta löydettiin haluttu tuote hakutoiminnon avulla, seuraavaksi vain määriteltiin montako kappaletta kyseistä tuotetta varastosta löytyy ja missä varastossa se on. Tuotteiden lisäämistä helpotti aikaisemmin tekemäni inventaariolista, johon olin päivittänyt kaikkien tuotteiden nimet vastaamaan tukkujen käyttämiä oikeita tuotenimiä ja merkinnyt, mihin tuote sijoitettiin varastossa.



KUVIO 17. Cipherlab-tiedonkeruupäätte telakassa

Tiedonkeruupäätteeksi valittiin Ecomin suosittama Cipherlabin 8000 sarjan laite (KUVIO 17). Kyseistä tiedonkeruupäätettä sai Ecomilta suoraan, ja se oli valmiiksi ohjelmoitu

ohjelmiston kanssa yhteensopivaksi sekä vaihdettu sen käyttöjärjestelmän kieleksi suomi. Pääteen avulla tuotteita pystytään lisäämään ja poistamaan varasto-ohjelmistosta lukemalla ensin tuotteen viivakoodi ja syöttämällä sitten kappalemäärä. Sen jälkeen valitaan tietojensiirtotoiminto pääteeltä ja asetetaan se tietokoneeseen kytkettyyn telakkaan. Tietojensiirto ohjelma tunnistaa pääte ja siirtää siellä olevan tiedon tietokoneelle tiedostoksi josta se sitten voidaan viedä Ecomiin. Kun tehdään esimerkiksi lähetettä voidaan sille tulevat tuotteet keräilyn yhteydessä lukea tiedonkeruupäätteelle ja sitten siirtää ne tietokoneelle. Lähetteen tuotteet kohdassa valitaan vain toiminto "Tuonti tiedostosta" painamalla F4, jolloin kaikki lähetteelle tulevat tuotteet siirtyvät kerralla lähetteelle ja ne vähennetään automaattisesti varastosta.

Vaikka Ecomiin oli saatavana hyvät käyttöohjeet heidän kotisivuillaan, päädyin tekemään jokapäiväisille perustoiminnoille selkeät ohjeet (LIITE 4). Tekemissäni ohjeissa käydään läpi kohta kohdalta jokainen napin painallus ja mitä tietoja täytyy syöttää auki olevaan kohtaan. Ohjeeni ovat polku, jota seuraamalla saa halutun toiminnon tehtyä. Tein ohjeet seuraaville toiminnoille:

- Uuden asiakkaan luonti
- Uuden tuotteen luonti
- Tietojen siirto tiedonkeruupäätteeltä tietokoneelle
- Tuotteiden lisääminen varastoon manuaalisesti
- Tuotteiden lisääminen varastoon tiedonkeruupäätteen avulla
- Lähetteen teko
- Tuote tietojen siirto lähetteelle tiedonkeruupäätteeltä.

Kun kaikki tuotteet oli syötetty Ecomiin ja tiedonkeruupäätte otettu käyttöön, pystyin aloittamaan varastopaikkojen merkkäamisen. Nyt minulla oli tiedossa kaikkien tuotteiden LVI-koodit ja toimiva tiedonkeruupäätte jolla pystyin testaamaan viivakoodien toimivuuden. Jokaisen lavan pätyyn tehtiin A4 koon laminoitu lavakortti johon merkattiin lavalta löytyvät tuotteet, niiden LVI-koodi Code 39 viivakoodina ja lisäksi vielä tuotteen kuva. Jos lava oli jaettu neljään osaan lavanjakajalla, jaoin lavakortin myös viivoilla neljään osaan ja merkkasin tuotteet vastaavaan neljännekseen kuin missä tuote sijaitti lavalla (KUVIO 18). Jos lavaa ei jaettu osiin lavanjakajalla, lavakorttiin merkattiin tuotteet allekkain ja viivakoodit tuotenimen perään.

Pientavaraosaston muovilaatikoiden päätyyn tehtiin laminoidut tuotekortit, joissa oli tuotteen kuva, tuotenimike ja LVI-koodi Code 39 viivakoodina. Jokaisessa muovilaatikossa oli siis vain yhdenlaista tuotetta, joten jokaisen laatikon päähän tuli erilainen tuotekortti, josta selkeästi jo kuvien perusteella pystyi katsomaan mitä tuotetta laatikossa oli. Messinkiosia sisältäviin vetolaatikoihin tehtiin jokaiseen lista, josta kävi ilmi mitä tuotteita vetolaatikko sisältää.

Laminoitu lista sijoitettiin vetolaatikon sisälle. Listaan merkattiin ainoastaan tuotenimet ja viivakoodit. Työpisteellä oleviin tarvikakaappeihin tehtiin myös listat kaappien sisältä löytyvistä tarvikkeista. Koska kaappien sisältämät tuotteet olivat huollon tarvikkeita, listan tiedoiksi riitti ainoastaan listaus siitä, minkätyyppisiä tuotteita kaapissa oli, eli jokaista kaapista löytyvää tuotetta ei eritelty erikseen, vaan kirjoitettiin esimerkiksi vain voiteluaineita, puhdistusaineita jne..



KUVIO 18. Lavanjakajalla varustettu kuormalava jossa asianmukainen lavakortti

8.4 Ulkovaraston layout

Viimeiseksi suunnittelin ulkovaraston uuden layoutin. Suunnittelu päätettiin jättää viimeiseksi tehtäväkseni, koska layoutin toteutusaikataulusta ei ole tietoa. Ulkovaraston pinta-ala on 102,5 m² ja sen tilavuus noin 358 m³. Varaston sisäkatto on kalteva, takaa 3,3 m ja edestä 4 m, joten sinne sijoitettavien kalusteiden korkeus täytyy mitoittaa sijoituspaikan mukaan. Varaston etuseinä on lähes koko pituudeltaan avonainen, ja se on jaettu noin 4,5 m leveisiin osioihin kahdella tukipylväällä, ovina toimii kolme sivuttain liukuvaa ovea jotka peittävät kukin reilun kolmanneksen oviaukosta. Vanhassa layoutissa ulkovarastoon oli sijoitettu kaksi avohyllykköä joiden korkeus oli kaksi metriä, hyllyt oli sijoitettu L muotoon keskelle varastoa (LIITE 2). Takaseinällä sijaitsevan avohyllykön päällä säilytettiin kuusi metriä pitkiä vedenjakeluverkoston rakentamiseen tarvittavia erikokoisia jäykkiä putkia. Varaston toisessa reunassa säilytettiin erikokoisia vesijohtokieppejä joiden halkaisijat olivat noin kaksi metriä. Keskilattialle oli jätetty tilaa yrityksen kahdelle peräkärlylle.

Uuden layoutin tavoitteena oli selkeiden varastointi paikkojen luominen eri tuotteille. Etenkin kuusi metriä pitkille putkille täytyi löytää selkeä varastointiratkaisu, josta eri putki koot olisi helppo ottaa. Myös vesijohtokiepeille toivottiin jonkinlaista säilytysratkaisua. Toimitusjohtajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella päädyin ratkaisuun jossa kolmasosa ulkovarastosta eristettäisiin väliseinällä. Ulkoseinään lisättäisiin myös eristettä, jotta saataisiin auton säilytykseen puolilämmintä tilaa. Väliseinä ratkaisuksi ehdotin Ruukin 100 mm vahvaa Sandwich paneelia jolla saataisiin valmis seinä pystytettyä erittäin nopeasti sen 1 200 mm hyötyleveyden ansiosta. Väliseinän suuntaisesti varaston puolelle suunnittelin kaksi metriä korkean pientarvikehyllyn, hylly mallina käytin samaa hyllyä kuin pientarvikeosastolla.

Pitkälle takaseinälle (LIITE 5) sijoitin 24-lavapaikkaisen kuormalavahyllykön jonka korkeus olisi kolme metriä. Hyllyksi valitsin Kastenin P90-sarjan hyllykön 2 750 mm pitkillä vaakapalkeilla, eli vastaavan kuin sisävaraston A-hylly. Kuormalavahyllykköä asennettaessa on otettava huomioon, että sitä ei voi asentaa suoraan asfaltin päälle. Pylväiden alle tulisi laittaa isot metallilevyt, jotta pylväistä maahan kohdistuva paine jakautuisi isommalle pinta-alalle. Metallilevyjen koon mitoittamiseen apua saa kuormalavahyllyjen myyjältä, metallilevyjen koot mitoitetaan tapauskohtaisesti. Toisena vaihtoehtona metallilevyjen sijaan on valaa betoni anturat päätyjen kohdalle ja pultata päädyt ankkuripulteilla niihin kiinni.

Vesijohtokieppien varastointiratkaisuksi ehdotin 2,2 m x 2,2 m:n kokoisia väliseiniä, joita asetettaisiin viisi kappaletta riviin puolen metrin välein kuormalavahyllykön rinnalle. Näin syntyviin neljään välikköön voitaisiin sijoittaa neljä vesijohtokieppiä. Väliseinien runkojen (LIITE 6) rakennusmateriaalina käytettäisiin kakkoskakkosta lankkua (50x50 mm), kyljet vaneroitaisiin 6,5 mm vahvalla maatilavanerilla. Väliseinät kiinnitetään kulmarauodoilla takaseinään ja maahan. Kuusimetristen putkien varastointiin paras ratkaisu on yksipuoleinen ulokehylly, siinä saataisiin jokainen putkikoko omalle hyllylle ja käyttömukavuudeltaan ulokehylly on ylivoimaisesti paras ratkaisu pitkän tavaran varastoimiseen. Ulokehyllyksi ehdotin Kastenin sinkityllä rungolla olevaa kevyttä ulokehyllyä kaksi metriä korkeana ja neljällä pylväällä varustettuna. 500 mm pitkillä ulokkeilla varustettuna yhden hyllytason kantavuudeksi saadaan 300 kg, hyllytasoja hyllykköön tulisi neljä kappaletta.

9 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella uudestaan toimeksiantajan sisä- ja ulkovarastojen layoutit, toteuttaa sisävaraston uusi layout sekä varastohallintaohjelmiston valinta ja käyttöönotto. Tavoitteiksi asetettiin varastopaikkojen lisääminen, varastointi toimintojen selkeyttäminen mahdollisimman yksinkertaisiksi ja logistisesti hyvin toimivan kokonaisuuden aikaansaaminen. Sisävaraston uusi layout saatiin toteutettua layout-suunnitelmien mukaan, eli mitään muutoksia alkuperäiseen layout-suunnitelmaan ei tarvinnut tehdä.

Alkuun sovitusta toteutus aikataulusta myöhästyttiin kaksi viikkoa, koska viimeisten kalusteiden toimitusajat venyivät sovitusta toimitusaikataulusta useita viikkoja. Sisävaraston toteutukseen sovittu 10 000 euron budjetti ylitettiin 502,71 eurolla, eli sisävaraston toteutuksen kokonaiskustannukset olivat 10 502,71 euroa (TAULUKKO 3).

TAULUKKO 3. Sisävaraston toteutuksen kokonaiskustannukset

Tuote	Hinta € alv 0%
Lavahylly A	495,00
Lavahylly B	661,59
Karahylly	420,36
Pientavarahyllyt	319,80
Vetolaatikot	550,00
Muovilaatikot	488,87
Keräilyhylly ruuveille	297,88
Rocla HSE10 pinoamisvaunu	1 500,00
Työpöytä ja 2kpl reikälevyjä	427,42
Työkaluvaunut, työkaluja ja 4 kaappia	1 652,82
Pylväsporakone ja työkaluja	378,94
Akkujen latauspisteen hylly, roskapönttö	71,91
Kuormalavan jakajat	89,52
Toimistopöytä, laatikosto	427,42
Tietokone, näyttö ja tulostin	741,90
Ecom ja Cipherlab tiedonkeruupäätte	1 581,00
Rahdit yhteensä	398,28
Kokonaiskustannukset yhteensä	10 502,71

Sisävaraston uuden layoutin myötä varastopaikkoja saatiin huomattavasti enemmän verrattuna vanhaan layoutiin. Koska uudistetun varaston varastointiratkaisut poikkeavat erittäin paljon vanhoista hyllyratkaisuista, selkeää varastopaikkojen lisäystä en voi kertoa. Vertailukohtana kuitenkin kerrottakoon, että kun kaikki vanhassa sisävarastossa sijainneet tuotteet sijoitettiin uudistettuun varastoon, tyhjiä lavapaikkoja jäi 5 kappaletta ja pientavaraosastolle tyhjää tilaa jäi yhteensä 8 hyllymetriä. Kun sisävarastoon väliaikaisesti sijoitetut kuormalavat siirretään ulko-varastoon, tyhjiä lavapaikkoja on yhteensä 15 kappaletta, eli voidaan sanoa että sisävaraston varastopaikkojen lisäämisessä onnistuttiin tavoitteiden mukaisesti.

Varastointitoimintojen, eli hyllytyksen ja keräilyn sekä varastohallinnan, selkeyttämisessä onnistuin mielestäni hyvin. Kun tiedustelin mielipidettä, yrityksen henkilökunta oli samaa mieltä kanssani. Tuotteet löytyvät varastosta helposti selkeiden tuote- ja lavakorttien ansiosta, ja yleisimmin tarvittavat tuotteet ovat helposti saatavilla. Varastohallintaohjelmistoksi valittu Ecom osoittautui yllättävän helpoksi käyttää, ja tekemieni ohjeiden sekä koulutukseni avulla jokapäiväiset perustoiminnot onnistuvat varmasti.

Koska uudet hyllyköt veivät vähemmän tilaa kuin vanhat, tyhjää lattiapintaa jäi varastoon enemmän kuin aikaisemmin. Tyhjän tilan ansiosta sisävarastoon saapuvien tuotteiden säilytykseen ennen hyllyttämistä on nyt enemmän tilaa. Koska sisävarastoon voidaan ajaa suoraan sisälle, pienempien tuote erien lastaaminen suoraan autoon onnistuu helposti. Jos lähteviä tuotteita on enemmän, ne voidaan lastata etukäteen lavalle ja sitten vain nostaa pinoamisvaunulla lava peräkärriin tai pakettiautoon.

Kun ulko-varaston layout toteutetaan, saapuvien tuotteiden osalta hyllyttäminen on erittäin helppoa. Vesijohtokiepit voi vierittää rekasta suoraan omille varastopaikoilleen ja pitkät putket voidaan hyllyttää ilman pitkiä kantomatkoja. Mielestäni sain siis toteutettua logistisesti hyvin toimivan varastokokonaisuuden.

10 POHDINTA

Opinnäytetyön aikana opin paljon layout-suunnittelusta ja erilaisista varastointiratkaisuista. Oppia sain myös standardien mukaisesta suunnittelusta. Yllätyin siitä, kuinka paljon erilaisilla standardeilla määritellään työturvallisuuteen ja erilaisiin rakenneratkaisuihin liittyviä asioita pienempiinkin varastoihin liittyen. Erityistä kiitosta täytyy antaa toimeksiantajalle siitä, että se antoi minulle vapaat kädet toimia parhaaksi katsomallani tavalla ja että sain hoitaa kaiken tarjousten pyytämisestä tuotteiden tilaukseen asti. Yrityksessä viettämäni viiden kuukauden aikana sain projektien aikatauluttamisesta ja tiukan budjetin ansiosta myös kulujen hallinnasta hyvät eväät tulevaisuuteen.

Kun olen nyt jälkeen päin pohtinut, mitä olisin tehnyt toisin tämän projektin aikana, olen päätenyt siihen tulokseen, että projektin aikatauluttamisessa minulla on vielä kehitettävää. Muutamien kalusteiden kohdalla luotin liikaa toimittajan antamaan arvioituun toimitusaikaan, koska luotin näihin arvioihin tilasin tuotteet JOT-ajatusmaailmaa mukailen ja tuotteiden myöhästyessä aikataulutus petti.

Kalusteiden valinnassa onnistuin mielestäni hyvin. Tuotteille saatiin selkeät varastointipaikat, joista ne on helppo keräillä. Vaikka lava- ja tuotekorttien teko kuvineen oli työläs urakka, niiden tuoman selkeän edun takia se kannatti. Nyt varastosta löytää haluamansa tuotteen helposti niin henkilökunta kuin satunnaiset varaosien hakijatkin.

Kokonaisuutta ajatellen onnistuin opinnäytetyössäni hyvin. Kehitettävää toki aina löytyy, ja rakentavasta palautteestahan otetaan opiksi.

LÄHTEET

- Chen, Han. 2011. Design and process optimization in warehousing logistics. Saarbrücken : VDM Verlag Dr. Müller
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. uudistettu painos. Jyväskylä: Sho Business Development Oy
- Hänninen, T. 2015. Alajärven Vesiosuuskunta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.avo.fi>. Luettu 11.11.2014
- Intolog Oy. 2014. Erilaisten varastointiratkaisujen suunnitteluohjeet. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.intolog.fi/fi/ratkaisut+ja+esimerkit/suunnitteluohjeet/>. Luettu 14.10.2014
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. 2., uudistettu painos. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys
- Kasten. 2014. Lavatavaran käsittely. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kasten.fi/Tuotteet/Lavatavaran-kasittely/Kasten-kuormalavahylly-P90/>. Luettu 16.10.2014
- Layoutsuunnittelun apuvälineet. 1986. Metalliteollisuuden Kustannuksen tekninen tiedotus 7/1986. Lahti: Metalliteollisuuden Kustannus Oy
- Logistiikan Maaailma. 2014. Paretoajattelu - ABC-luokittelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Paretoajattelu_%E2%80%93ABC-luokittelu. Luettu 15.12.2014
- Sakki, J. 2009. Tilaus-Toimitusketjun hallinta. 7., uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy
- Sillanpää, J. 2006. Alajärven Vesiosuuskunnan historia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.avo.fi/wp-content/uploads/2013/11/Alajarven-vesiosuuskunnan-historia.pdf>. Luettu 9.2.2015
- Toyota 2014a, Material Handling Finland. 2014. Toyota varastokalusteet, Pientavara- ja keräilyhyllyjen etuja. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.toyota->

forklifts.fi/fi/products/racking-solutions/non-palletized-racking/pages/default.aspx. Luettu 12.11.2014

Toyota 2014b, Material Handling Finland. 2014. Toyota varastokalusteet, Kuormalavavarastointi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.toyota-forklifts.fi/fi/products/racking-solutions/conventional-racking/pages/default.aspx>. Luettu 12.11.2014

Toyota 2015, Material Handling Finland. 2015. Toyota varastokalusteet, Muut varastohyllyt. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://www.toyota-forklifts.fi/fi/products/racking-solutions/high-density-pallet-racking/pages/default.aspx>. Luettu 20.1.2015

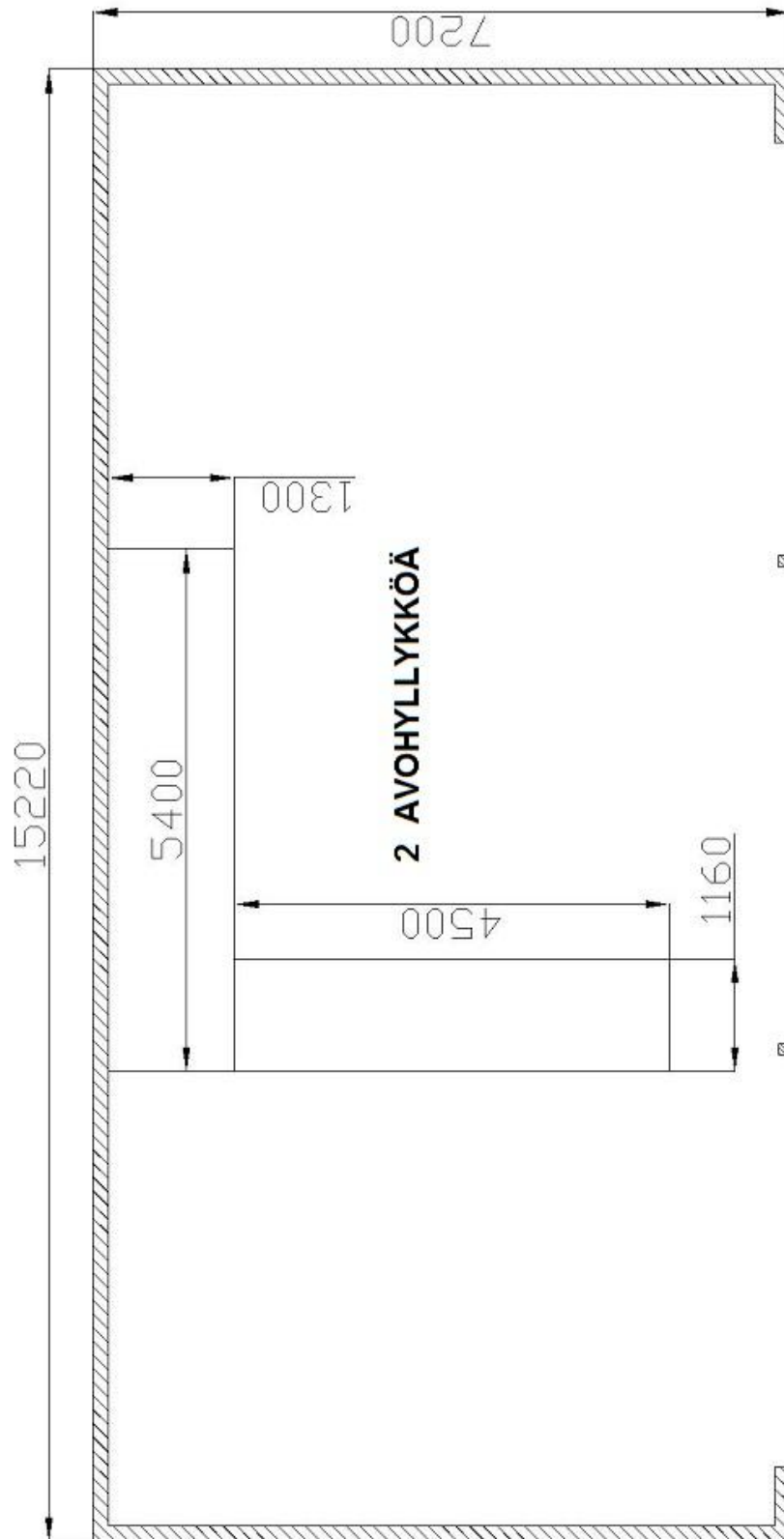
LIITE 1

Sisävaraston vanha layout.



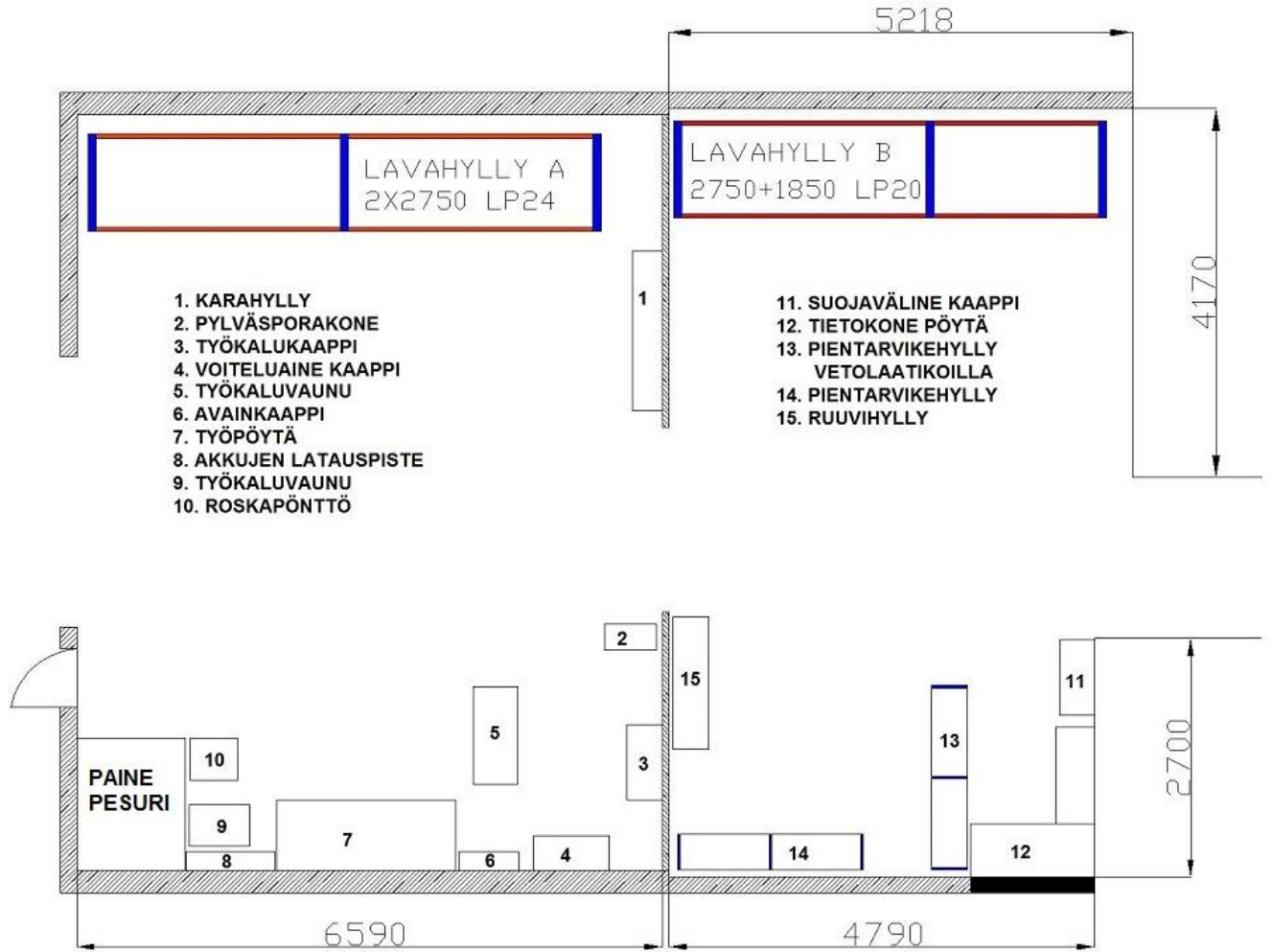
LIITE 2

Ulkovaraston vanha layout.





LIITE 3

Sisävaraston uusi layout.

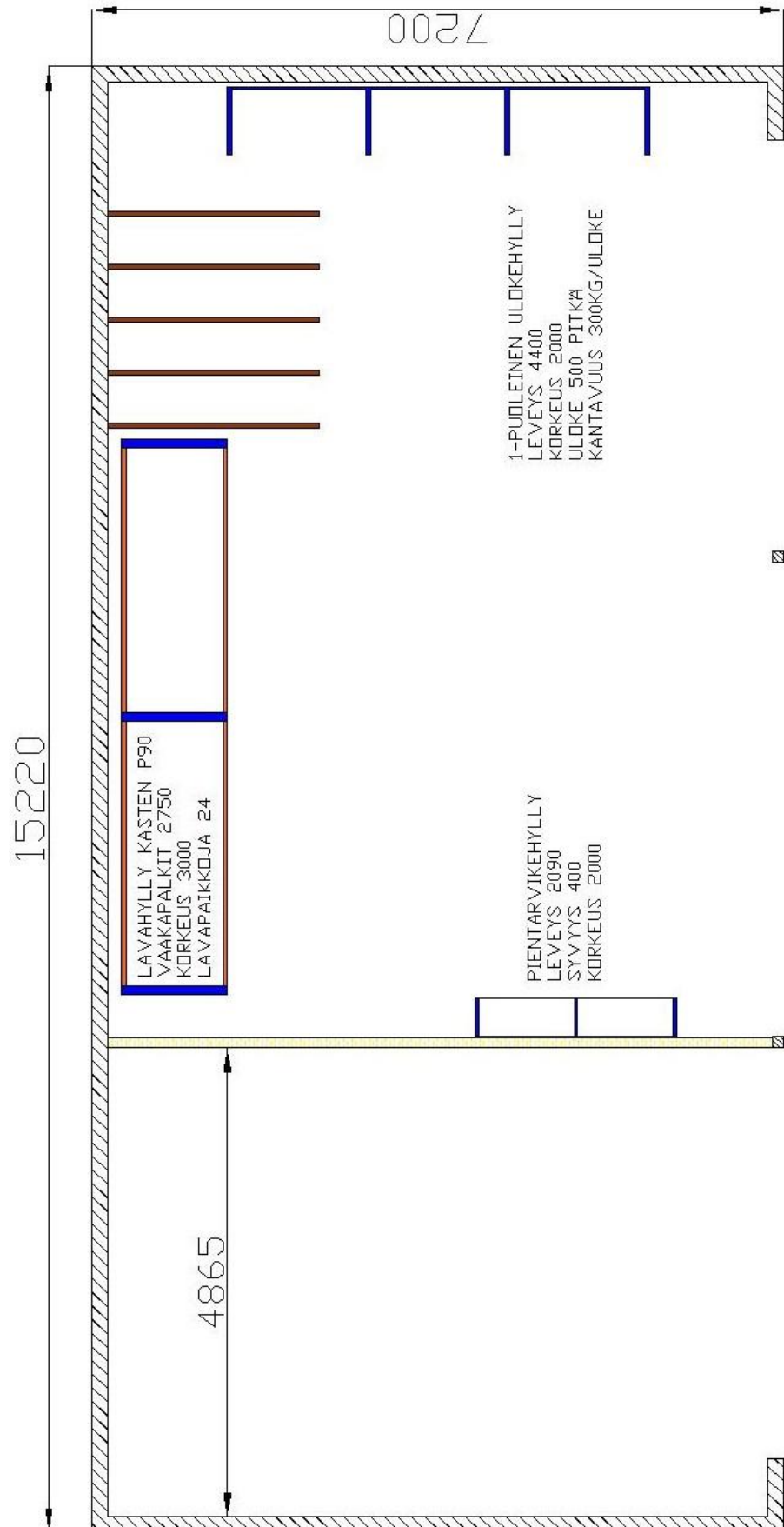


UUDEN TUOTTEEN LUONTI

1. VALITSE YLÄPALKISTA TUOTTEET
2. PAINA  JA ETSI HALUTTU TUOTE, VALITSE SE JA PAINA OK
3. VALITSE ALHAALTA VARASTO VÄLILEHTI
4. PAINA VARASTOPAIKAN TAPAHTUMAT IKKUNASTA +
5. VALITSE VARASTOPAIKKA
6. KIRJOITA SELITTEEKSI AVAUSSALDO JA SYÖTÄ MÄÄRÄ
7. PISTÄ RASTI KOHTAAN AKTIIVINEN
8. HALUATTAESSA SYÖTÄ VIELÄ HÄLYTYSRAJA
9. HYVÄKSY TUOTE VALITSEMALLA 

LIITE 5

Ulkovaraston uusi layout.



LIITE 6

Väliseinän rungon piirustukset

