

Opinnäytetyö (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Logistiikka

2017

Tomi Mäkilä

# VARASTON SUUNNITTELU

– Hankkija Oy:n Turun toimipiste

Tomi Mäkilä

# VARASTON SUUNNITTELU

– Hankkija Oy:n Turun toimipiste

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella uudelleen Hankkija Oy:n Turun toimipisteen varasto. Työn tarkoituksena on selvittää myymälän tuotteiden varastointiin tarvittava tila, koska varastohallin ylimääräistä tilaa halutaan hyödyntää muuhun varastointiin.

Varaston nykytilaa tarkastelemalla saadaan selville uudelleen suunnittelua rajoittavat tekijät. Tuoteorganisaatiota tarkastelemalla saadaan selville tilan tarve, jonka avulla voidaan suunnitella uusi varastolayout.

Opinnäytetyössä tehdään ensin karkea varastolayout, josta tehdään kolme tarkennettua versiota ja lopulta toimeksiantajan palautteen perusteella hienosäädetty varastolayout. Ulkovarastoon tehdään vain yksi layoutversio.

Opinnäytetyön varastolayoutversioista toimeksiantaja saa pohjan varaston tilankäytön tehostamiselle.

## ASIASANAT:

varasto, varastointi, varastolayout, varastonohjaus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

2017 | 47+3 pages

Tomi Mäkilä

# WAREHOUSE PLANNING

– Hankkija Oy, Turku office

The objective of the thesis was to redesign the client's warehouse. The purpose of this thesis was to determine how much storage area is needed for the products in the store. The leftover storage capacity is planned to be used in other storing.

The limiting factors of redesign were defined by taking a look at the current state of the warehouse. The storage capacity needed for the redesigned warehouse was calculated from the product organization.

First, a rough warehouse layout was made. The rough layout was detailed in three different layout versions. The last layout version was made by the client's feedback on the detailed layouts. Only one warehouse layout was made for the outdoor storage.

The client received a good basis for improving the warehouse space utilization from the warehouse layouts of the thesis.

## KEYWORDS:

warehouse, warehousing, warehouse layout, inventory management

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 HANKKIJA OY</b>	<b>8</b>
<b>3 VARASTOINTI</b>	<b>10</b>
3.1 Varastoinnin tarve	10
3.2 Varastoteknologia	11
3.2.1 Varastokalusteet	12
3.2.2 Yleisimmät trukkityytit	13
3.3 Varaston suunnittelu	14
3.3.1 Varaston suunnittelun vaiheet	15
3.3.2 Varastolayout	15
3.3.3 Varaston sijainti	16
<b>4 VARASTONOHJAUS</b>	<b>17</b>
4.1 Tuotteiden sijoittelu varastossa ja tuotteiden luokittelu	17
4.1.1 ABC-analyysi	18
4.1.2 XYZ-analyysi ja ABC-analyysin variaatiot	19
4.1.3 Muita luokitteluja	20
4.2 Materiaalin virtaus varastossa	20
4.3 Materiaalinohjaus	21
4.3.1 Optimiostokerä	22
4.3.2 Varmuusvarasto	23
4.3.3 Tilauspiste	23
4.4 Varaston tunnuslukuja	24
4.4.1 Lämpimenoaika	24
4.4.2 Varaston kierto ja kate-kierto	25
4.4.3 Toimituskyky ja -varmuus	25
<b>5 VARASTON NYKYTILA JA TAVOITTEET</b>	<b>26</b>
5.1 Varaston nykytila	26
5.2 Ulkovaraston nykytila	28
5.3 Tavoitteet, rajoitukset ja vaatimukset	29
5.3.1 Varastohallin rajoitukset	29

5.3.2 Piha-alueen rajoitukset	30
5.4 Tilantarve	32
<b>6 TULOKSET JA SOVELTAMINEN</b>	<b>34</b>
6.1 Varastolayout	34
6.1.1 Ensimmäinen varastolayoutversio	35
6.1.2 Toinen varastolayoutversio	37
6.1.3 Kolmas varastolayoutversio	38
6.1.4 Palautteen mukainen varastolayout	39
6.1.5 Tuoteorganisaation sijoittelu varastohallissa	40
6.1.6 Varastohallin paikkajärjestelmä	41
6.2 Ulkovaraston layout	42
6.3 Muutostarve tavarankäsittelylaitteisiin	44
6.4 Soveltaminen	44
<b>7 YHTEENVETO</b>	<b>45</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>47</b>

## LIITTEET

Liite 1. Tilantarve varastossa

## KAAVAT

Kaava 1. Wilsonin kaava	22
Kaava 2. Varmuusvaraston koko	23
Kaava 3. Varaston kierto	25

## KUVAT

Kuva 1. Hankkija Oy, Turun myymälä	9
Kuva 2. Ulkovaraston nykytila	28

## KUVIOT

Kuvio 1. Kuormalavahyllyn rakenne	12
Kuvio 2. Paretokuvaaja	18
Kuvio 3. Materiaalin virtaus	21
Kuvio 4. Nykyinen varastolayout	26
Kuvio 5. Varastolayoutpiirrosten selitteet	27
Kuvio 6. Varastohallin rakenteet	29
Kuvio 7. Piha-alueen muutossuunnitelma	31
Kuvio 8. Karkea varastolayout	34
Kuvio 9. Ensimmäinen varastolayoutversio	36
Kuvio 10. Toinen varastolayoutversio	37
Kuvio 11. Kolmas varastolayoutversio	38
Kuvio 12. Neljäs varastolayoutversio	39
Kuvio 13. Osastojen sijoittelu	40
Kuvio 14. Tuotteiden sijoittelu hyllyssä	41
Kuvio 15. Varastopaikkajärjestelmä	42
Kuvio 16. Ulkovaraston layout	43

## TAULUKOT

Taulukko 1. Palvelutasoa vastaava varmuuskerroin	23
Taulukko 2. Tilantarve	33

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on toimeksiantajayrityksen varaston uudelleensuunnittelu. Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimii Hankkija Oy:n Turun toimipiste. Työn tarkoituksena on selvittää myymälän tuotteiden varastointiin tarvittava tila varastohallissa, koska varastohallin ylimääräistä tilaa halutaan hyödyntää muuhun varastointiin. Varastohallin lisäksi tehdään piha-alueelle oma varastolayout.

Opinnäytetyössä tarkastellaan ensimmäisenä varastotoimintaa ja varastonohjausta teoriassa. Varastotoiminta-osuudessa käsitellään varastoinnin syitä, varaston fyysisiä rakenteita ja niiden suunnittelua. Varastonohjaus-osuudessa keskitytään materiaalin liikumiseen ja sen suunnitteluun.

Teoriaosuuden jälkeen tarkastellaan toimeksiantajayrityksen varaston nykytilaa ja aloitetaan tutkimaan tuoteorganisaatiota, sekä tuotteiden tilan tarvetta varastossa. Tilan tarpeen kartoittamiseksi luodaan taulukko, josta selviää tuoteorganisaation pienempien osatekijöiden tilan tarpeet.

Tilan tarpeen kartoittamisen jälkeen tehdään karkea varastolayout, jonka perusteella saadaan selvitettyä, kuinka paljon varastohallin alasta tarvitaan myymälän tuotteiden varastointiin. Karkeasta varastolayoutista tehdään kolme hienosäädettyä varastolayoutversiota. Hienosäädetyistä varastolayoutversioista toimeksiantajan antaman palautteen perusteella muokataan viimeinen tarkennettu varastolayoutversio. Piha-alueen muutossuunnitelman avulla luodaan ulkovarastolle oma varastolayout.

## 2 HANKKIJA OY

Keskusosuusliike Hankkija perustettiin vuonna 1905 maanviljelijöiden osuuskuntien hankintayhtiöksi. Vuonna 1988 Hankkija yhdistyi SOK:n maatalouskauppojen kanssa. Vuonna 1992 SOK osti omistuksen 100-prosenttisesti muuttaen markkinointibrändin Agrimarketiksi. Vuonna 1994 Hankkijan puutarhamyymälän brändiksi tuli Multasormi. SOK myi osake-enemmistön Hankkija-Maatalous Oy:stä tanskalaiselle Danish Agro -ryhmälle vuonna 2013. Vuonna 2016 Multasormi ja Agrimarket yhdistyivät jälleen palaten tuttuun Hankkija-markkinointibrändiin. (Hankkija Oy 2017a.)

Hankkija on Suomen johtava maatalouskauppaketju, johon kuuluu 52 myymälän lisäksi verkkokauppa. Hankkija Oy työllistää noin 800 työntekijää, ja vuonna 2014 liikevaihto oli 845,8 miljoonaa euroa. Hankkija Oy:n lisäksi Hankkija-konserniin kuuluu logistiikkayhtiö Movere Oy, josta Hankkija omistaa 66 prosenttia ja lannoitevalmistaja Yara Suomi Oy omistaa kolmasosan. Moveren palveluksessa on noin 80 logistiikan ammattilaista ja 500 kuljetusyrittäjää. (Hankkija Oy 2017b.)

Hankkija on Suomen suurin viljan ostaja ja myyjä, joka ostaa suomalaisilta viljelijöiltä vuosittain noin 900 miljoonaa kiloa viljaa. Kolmasosa ostetusta viljasta käytetään omassa rehuteollisuudessa, toinen kolmasosa myydään suomalaiseen teollisuuteen ja viimeinen kolmasosa viedään ulkomaille. (Hankkija Oy 2017b.)

Hankkija Oy:n tuotemerkki Suomen Rehu valmistaa tuotantoeläinten, hevosten ja lemmikkien ruokintaan tarkoitettuja valmisteita. Kotkan, Turun, Seinäjoen ja Säkylän rehu-tehtailla valmistetaan vuosittain noin 650 miljoonaa kiloa täysrehuja, puolitiivistä, tiivistä, erikoisrehuja ja premixejä. Suomen Rehun tuotteet tunnetaan myös kansainvälisesti ja niitä viedään yli 30 maahan. (Hankkija Oy 2017b.)

Toimeksiantajana toimiva Hankkija Oy:n Turun myymälä sijaitsee Ohikulkutien varrella osoitteessa Jonkankatu 3. Kuvassa 1 esitetään satelliittikuva toimipaikasta.





Kuva 1. Hankkija Oy:n Turun myymälä (Google 2017).

Kuvassa myymälä ja sen varastohalli sijaitsevat kokonaan näkyvässä rakennuksessa, ja viereisessä rakennuksessa sijaitsee Hankkijan konekeskus.

### 3 VARASTOINTI

Varastolla voidaan tarkoittaa varastossa olevaa tavaraa tai tavarän säilyttämiseen tarkoitettuja rakennuksia ja tiloja. Varastoa ovat myös myymälän hyllyillä asiakasta odottavat tuotteet. Tuotteen elinkaaren aikana tarvitaan varastointia monessa toimitusketjun vaiheessa, mutta turhaa varastointia pyritään välttämään varastoitaviin tuotteisiin sitoutuvan pääoman vähentämiseksi. Varastointi on tärkeä osa logistista ketjua, koska sen avulla pyritään tasoittamaan tuotteiden saatavuuden muutoksia (Kuljetusopas 2017a).

Aikaisemmin oli tapana varastoida tuotteita toimitusketjun jokaisessa vaiheessa saatavuuden varmistamiseksi. Edelleen kuitenkin tarvitaan jonkin verran varastointia, vaikka hyvin suunnitellulla kysyntä-toimitusketjulla saadaan taattua saatavuus pienilläkin varastomäärillä. (Logistiikan Maailma 2017a.)

#### 3.1 Varastoinnin tarve

Varastoinnin tarve voi syntyä monesta syystä, ja se vaihtelee toimitusketjun eri vaiheissa. Varastotoiminta voidaan myös ulkoistaa varastopalveluita tarjoavalle yritykselle. Ulkoistamalla varastotoiminnot saadaan yrityksen työmäärää vähennettyä, sillä ulkopuolinen yritys hoitaa tavaroiden säilytyksen ja mahdollisesti toimituksen paikkaan, jossa tavaraa tarvitaan.

Luotettavat toimittajat voivat pienentää varastoinnin tarvetta, koska ei tarvitse varautua epäluotettavan toimittajan aiheuttamiin viivästyksiin. Epäluotettavan toimittajan kanssa yhteistyö on kyseenalaista, mutta joissakin tilanteissa tuotteelle ei välttämättä ole vaihtoehtoja toimittajaa (Logistiikan Maailma 2017a).

Asiakaspalvelun tarpeiden täyttämiseksi on varastoitava erityisesti tuotteita, jotka asiakas haluaa tai tarvitsee välittömästi. B2B-markkinoilla tuotannon materiaalien ja kuluttajamarkkinoilla valmiiden tuotteiden saatavuudelle on erilaiset vaatimukset (Logistiikan Maailma 2017a). Päivittäistavaraa myyvissä kaupoissa myymälän hyllyillä pitää olla tuotteita, jotta asiakas saa haluamansa ja palaa kauppaan uudelleen. Varaosien varastointi on myös tärkeää erityisesti jatkuvassa käytössä tarvittavien tuotteiden huoltoon erikoistuneilla yrityksillä.

Tuotteet, joiden kysyntä vaihtelee vaativat varastointia, koska olosuhteiden muuttuessa tuotteita ei aina pystytä tuottamaan tai kuljettamaan kohteeseen. Silloin on varmistettava tuotteiden saatavuus varastoimalla riittävän suuria määriä. Kysynnän epävarmuus liittyy myös kausivaihteluihin erityisesti uusilla tuotteilla, joiden kysynnästä ei ole ennusteita. Kysynnän epävarmuuden taustalla voi olla myös vuodenajan vaihtelut. (Hokkanen & Virtanen 2012, 10.)

Kuljetuskustannuksissa säästäminen on tärkeää, ja varastoimalla tuotteita ennen kuljetusta saadaan kerralla kuljetettua suurempi määrä tuotteita. Suuremmissa kuljetuksissa kuljetuskustannukset yksikköä kohti saadaan huomattavasti pienemmiksi kuin kuljetamalla jokainen tuote erikseen. Vaikka suuret kertakuljetukset tuovat säästöä, ei niitä aina voida toteuttaa. Pienempiä kuljetuksia kuitenkin joudutaan käyttämään erityisesti loppuasiakkaalle toimitettaessa ja nopeaa toimitusta vaativissa puutetilanteissa.

Tuotannossa varastointia tarvitaan varsinkin välivarastoissa, kun tuotanto ei ole imuohjautuvaa. Tuotteen valmistamisessa syntyy silloin puolivalmisteita, joita joudutaan säilyttämään ennen kuin ne saadaan käytettyä seuraavassa tuotantovaiheessa. Välivarastoja ei aina tarvita, jos kaikki työvaiheet tehdään erillisillä laitteilla, joita voidaan käyttää samaan aikaan. Tuotantoerän lopputuotteista osa on varastoitava, jos kysyntä ei ole yhtä suuri kuin tuotantoerän koko. (Logistiikan Maailma 2017a.)

Raaka-ainemarkkinoilla hinnat vaihtelevat jatkuvasti, ja odotettavissa olevan hinnan korotuksen myötä on harkittava suuremman varastotason käyttöä. Ennen suurempia ostokeriä on kuitenkin laskettava, onko kannattavampaa pitää vanhat varastomäärät vai säästetäänkö kokonaiskustannuksissa, jos ostetaan enemmän raaka-ainetta vanhalla hinnalla. (Logistiikan Maailma 2017a.)

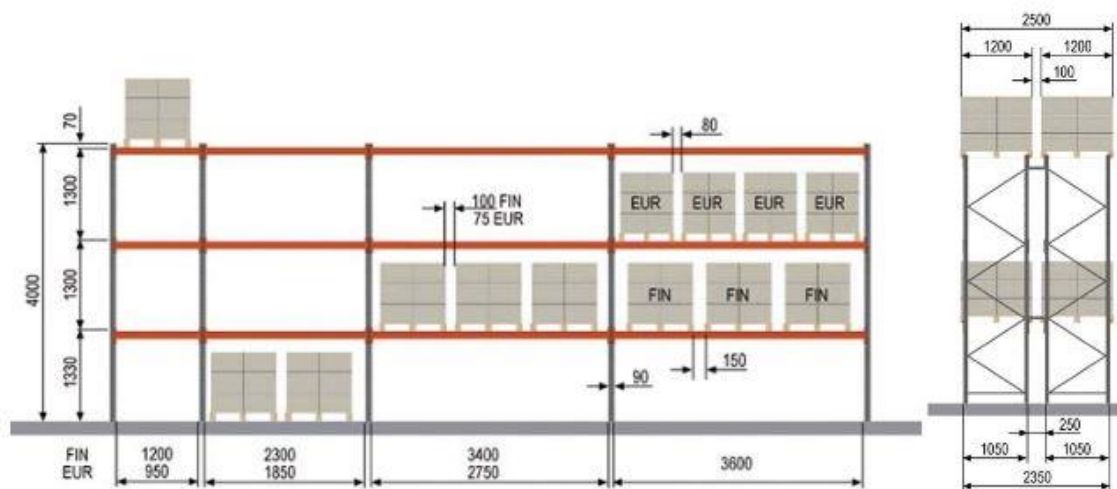
### 3.2 Varastoteknologia

Varastoteknologialla tarkoitetaan erilaisia hyllyjä ja tavaran siirtämiseen käytettäviä laitteita. Varastoteknologian valintaan vaikuttaa todella monta asiaa. Käytettävissä olevan tilan koosta riippuu, joudutaanko käyttämään tilaa säästäviä ratkaisuja vai saadaanko kaikki tarvittava tila toteutettua perinteisemmillä ratkaisuilla. Varastossa käsiteltävien tuotteiden ominaisuudet ja määrä vaikuttavat paljon, millaisia ratkaisuja voidaan tehdä, koska kaikilla teknologioilla on omat vahvuudet ja heikkoudet.

### 3.2.1 Varastokalusteet

Yksinkertaisin varastoinnin muoto on hyllytön varastointi, jossa varastoitava tavara säilytetään kasoissa suoraan maatasossa. Se on tehokas varastointitapa tavaralle, joka kestää päällekkäin varastointia. Hyllytöntä varastointia ei kannata käyttää nopeasti vanhenevilla tuotteilla, koska suuresta massasta on vaikea saada uudempien kuormien alta tavaraa ilman kohtuutonta työmäärää.

Hyllyratkaisuihin yleisin on kuormalavahylly. Kuormalavahyllyt ovat moduuleista rakennettuja kokonaisuuksia, joissa pylväselementtien väliin laitetaan vaakapalkkeja sopiville korkeuksille varastoitavan tavaran pakkauskoon mukaan. Kuormalavahyllyjä voidaan koota yksittäin tai pareittain. Yksittäin koottuna kuormalavahylly on usein seinää vasten, mutta on myös mahdollista käyttää hyllyä molemmilta puolilta tai asentaa takasuojaverkot. Pareittain koottuna kuormalavahyllyt ovat takaosat vastakkain, jolloin molempiin hyllyihin pääsee vain toiselta puolelta. Tilankäytön tehostamiseksi on usein käytännöllisempää asentaa hyllyt pareittain. Kuviossa 1 esitetään kuormalavahyllyn rakenne.



Kuvio 1. Kuormalavahyllyn rakenne (Intolog Oy 2017).

Yleensä pylväselementtien syvyys on 1 050 millimetriä, joten kuormalavahyllyillä voidaan säilyttää sekä EUR- että FIN-lavoja. EUR-lavan mitat ovat 800 x 1 200 millimetriä, ja FIN-lavan mitat ovat 1 000 x 1 200 millimetriä, joten perinteiselle kuormalavahyllylle ne on laskettava lavan pituussuunnassa. Vaakapalkin pituuksista yleisin on kolmelle EUR-lavalle mitoitettu palkki, mutta asennustilan koko vaikuttaa palkin valintaan. (Intolog Oy 2017.)

Pienissä määrissä varastoitavalle pienikokoiselle tavaralle voidaan käyttää pientavarahyllyjä. Pientavarahyllyt muistuttavat kuormalavahyllyjä, mutta ne ovat huomattavasti pienikokoisempia ja vaakapalkkien tilalla on hyllylevyt. Pientavaralle voidaan käyttää myös varastoautomaatteja. Varastoautomaatteja on pystykarusellilla, hissiperiaatteella ja vaakakarusellilla toimivana. Pystysuuntaiset varastoautomaatit voivat olla jopa 15 metriä korkeita, ja niihin voidaan tehdä käyttöluukkuja useampaan kerrokseen. Vaakakarusellilla toimiva automaatti voi olla jopa 50 metriä pitkä. Varastoautomaatteja käytettäessä yrityksellä pitää olla edistynyt tietojärjestelmä.

Ulokehyllyjä käytetään, kun varastoidaan pitkää tavaraa, joka on riittävän jäykkää pysyäkseen suorana tai ainakin lähes suorana hyllyn oksilla. Ulokehyllyt voidaan mitoittaa tarpeen mukaan. Oksien pituutta ja kuormankantokykyä muuttamalla ulokehyllystä saadaan monipuolisia ratkaisuja hyvinkin eri kokoisille ja painoisille tuotteille.

Tilaa säästäviä varastointiratkaisuja ovat syväkuormaushyllyt, läpivirtaushyllyt, push back -hyllyt ja siirtohyllyt. Syväkuormaushyllyissä kuormalavat kuormataan peräkkäin ja päällekkäin kannatinkiskoille. Syväkuormaushyllyjä käytettäessä on oltava riittävän kapearakenteinen trukki, jotta sillä mahdollistaan hyllyväliin. Läpivirtaushyllyissä yhteen hyllypaikkaan mahtuu peräkkäin monta kuormalavaa. Läpivirtauksen mukaan kuormalavat lastataan toiselta reunalta ja kerätään toiselta. Hyllyt ovat hieman kaltevia, ja kuormalavat kulkeutuvat rullien varassa lastausreunalta keräilyreunalle. Push back -hyllyt ovat samanlaisia kuin läpivirtaushyllyt, mutta lastaus ja keräily tapahtuvat samalta reunalta. Siirtohyllyt ovat nimensä mukaan hyllyjä, joita voidaan siirtää. Ne ovat niin lähekkäin, että keräilykäytävä saadaan työntämällä hyllyjä riittävästi keräilijän mahdollistamiseksi hyllyjen väliin.

### 3.2.2 Yleisimmät trukkityytit

Lavansiirtovaunu on haarukkavaunua eli pumppukärryä muistuttava trukki, joka nostaa kuormalavaa vain hieman. Lavansiirtovaunulla saadaan siirrettyä kuormalavoja nopeasti paikasta toiseen sähkömoottorin tehdessä sen siirtotyön, jonka haarukkavaunulla työkennellessä ihminen joutuisi itse tekemään. Lavansiirtovaunu voi olla kävellen ohjattava tai ajettava.

Tukipyörätrukki on samankaltainen kuin lavansiirtovaunu, mutta siinä on nostopuomi, jolla saadaan kuormalavoja nostettua kuormalavahyllyihin tai toisten kuormalavojen

päälle. Tukipyörätrukki sopii melko kevyiden kuormien nostamiseen ja kapeisiin käytäviin. Tukipyörätrukit ovat sähkökäyttöisiä. Tukipyörätrukeista voidaan käyttää myös nimeä *pinontatrukki*.

Työntömastotrucki on tukipyörällinen trucki, jossa mastoa saadaan työnnettyä eteenpäin. Työntömastotruckissa tukipyörät ovat riittävän kaukana toisistaan, jotta kuormalava mahtuu kuljetettaessa tukipyörien väliin. Suurempaa kuormaa kuljetettaessa on huomioitava tukipyörät ja nostettava kuorma niiden yläpuolelle, kun masto ei ole eteen työnnettynä. Työntömastotruckilla pystytään toimimaan suhteellisen kapeissa käytävissä ja myös nostamaan melko korkealle.

Vastapainotrucki on monipuolinen trucki, joka voidaan mitoittaa tarpeen mukaan nostamaan suuriakin kuormia. Vastapainotruckissa on nostokyvystä riippuen suurimassainen paino takaosassa kompensoimassa nostolaitteen kuormitusta, jotta truckin ja kuorman painopiste pysyy tukipinnan yläpuolella. Vastapainotrukkeja voidaan käyttää sisätiloissa, mutta ne soveltuvat erityisen hyvin ulkokäyttöön muihin trukkityyppeihin verrattuna. Vastapainotrukkit soveltuvat monipuolisina koneina hyvin tavarantoimitukseen, autojen lastaukseen ja tavarantoimituksen hyllytykseenkin.

Muita tyypillisiä trukkeja ovat esimerkiksi nelitietrukkit ja kurottajat. Nelitietrukkeja on monen kokoisia käyttötarkoituksen mukaan, mutta kaikissa pääperiaate on sama. Nelitietrukissa on kääntyvät pyörät, joiden ansiosta trucki voi ajaa tarpeen mukaan eteen ja taakse tai vasemmalle ja oikealle. Kurottajat ovat suuria kuormia varten tehtyjä koneita, joilla on hyvä ulottuma teleskooppivarren ansiosta.

### 3.3 Varaston suunnittelu

Varaston suunnittelussa selvitetään toiminnan asettamat vaatimukset varastolle. Varaston prosessit pyritään optimoimaan ja järjestämään mahdollisimman tehokkaaksi kokonaisuudeksi. Järjestelmällinen eteneminen on kannattavaa varastoa suunnitellessa (Logistiikan Maailma 2017b).

### 3.3.1 Varaston suunnittelun vaiheet

Varaston suunnitteluprosessin kannalta tärkeitä asioita on paljon. Uutta varastoa suunniteltaessa paikanvalinta on tärkeä kuljetusyhteyksien ja kustannusten takia. Varastoitavien tuotteiden ominaisuudet ja volyymit vaikuttavat tarvittaviin tiloihin ja teknologioihin. Varaston mitoitus ja varastolayoutin laatiminen edellyttävät, että tunnetaan varaston prosessit ja niiden yhteydet. (Logistiikan Maailma 2017b.)

Seitsemänvaiheinen toimintaohje on hyvä lähtökohta varastolayoutin suunnitteluun. Siinä aloitetaan laatimalla kasvuennuste ainakin seuraavalle viidelle vuodelle. Sitten analysoidaan tuotelinjaa, materiaalin määrää ja virtausta sekä varastotilaa. Sitten asetetaan vaatimukset materiaalinkäsittelylaitteille ja varastotilalle viiden seuraavan vuoden ajalle. Seuraavaksi selvitetään varaston prosessienväliset suhteet ja luodaan niiden pohjalta monta vaihtoehtoista layoutversiota. Lopuksi valitaan paras versio ja viimeistellään se yksityiskohtaiseksi. (Kuljetusopas 2017b.)

Ulkoisten rakenteiden suunnitteluun on kiinnitettävä myös huomiota. Varastolayout on sidottava vastaanottoon ja lähettämiseen vaadittaviin tiloihin. (Kuljetusopas 2017b.)

### 3.3.2 Varastolayout

Varastolayoutilla tarkoitetaan varaston järjestystä, säilytysratkaisujen, työpisteiden ja laitteiston sijoittelua. Varaston toimivuuden kannalta layout on todella merkittävä, koska sen avulla kaikki toiminnot saadaan järjestettyä mahdollisimman tehokkaaksi kokonaisuudeksi.

Hyvä varastolayout lisää varaston läpimenoa, parantaa tuotteiden virtausta, vähentää kustannuksia, kasvattaa asiakaspalvelutasoa ja parantaa työolosuhteita. Varastoitavien tuotteiden ominaisuudet vaikuttavat optimaalisen varastolayoutin vaatimuksiin. (Kuljetusopas 2017b.)

Varastolayoutin suunnitteluun vaikuttaa myös tilat, joihin toiminta sijoittuu. Uusia tiloja suunniteltaessa layout saadaan optimoitua parhaiten, koska olemassa olevat rakenteet eivät vaikuta mahdollisuuksiin. Vanhoja tiloja uudistaessa rakennuksen ominaisuudet voivat vaatia kompromissiratkaisuja, koska prosessit joudutaan mukauttamaan olemassa olevien rakenteiden ympärille.

### 3.3.3 Varaston sijainti

Toiminnan laajuus vaikuttaa varastojen määrään. Yksittäisen varaston sijaintia päätettäessä valitaan ensin toiminnan kannalta sopiva alue. Varaston sijaintia päätettäessä on tarkasteltava, millä alueella varasto parantaa materiaalin hankinta- ja asiakaspalvelumahdollisuuksia (Kuljetusopas 2017b).

Alueen valinnassa voidaan käyttää kolmea eri strategiaa, jotka ovat markkinasuuntautunut strategia, tuotantosuuntautunut strategia ja keskipistestrategia. Markkinasuuntautunut strategia pyrkii esimerkiksi kuljetuskustannusten, toimitusten nopeuden, paikallisten kuljetuspalveluiden saatavuuden ja korkean palvelutason takia sijoittamaan varastot mahdollisimman lähelle asiakasta. Tuotantosuuntautunut strategia sijoittaa varastot lähelle tehtaita ja muita tavarantoimittajia. Keskipistestrategiassa varastot sijoitetaan tuotannon ja asiakkaiden väliin. (Kuljetusopas 2017b.)



## 4 VARASTONOHJAUS

Varastonohjauksella kustannukset, toimituskyky ja laatu tasapainotetaan suurimman mahdollisen lisäarvon tuottamiseksi sekä asiakkaille että yrityksille (Hokkanen & Virtanen 2012, 72). Varastonohjaus on materiaali-, raha- ja informaatiovirtojen hallintaa, jolla kontrolloidaan työmäärää, saatavuutta ja varastotasoa. Varastonohjauksella pyritään vähentämään kokonaiskustannuksia ja varmistamaan riittävä palvelutaso. Varastoitavan tuotteen valmistusvaihe on huomioitava varastonohjauksessa, koska tuotteen jokaisessa jalostusvaiheessa siihen sitoutuu lisää pääomaa.

Varastonohjauksen peruseriaatteita ovat FIFO- ja LIFO-periaatteet. FIFO-periaatteessa tuotteet lähtevät varastosta saapumisajan mukaisessa järjestyksessä. Silloin tuotteet poistuvat varastosta mahdollisimman nopeasti, eikä varastoon jää tuotteita pilaantumaan. LIFO-periaatteessa varastossa olevat tuotteet kuormataan siten, että viimeisenä paikalleen tuotu tuote lähtee ensimmäisenä. LIFO-periaatteen mukaista varastointia ovat suuret massavarastot ja syväkuormaushyllystöt. Tätä periaatetta käytettäessä on kuitenkin huomioitava tuotteen pilaantumisriski. (Logistiikan Maailma 2017c.)

### 4.1 Tuotteiden sijoittelu varastossa ja tuotteiden luokittelu

Tuotteiden sijoittelun tarkastelu on varaston tehokkuuden kannalta erittäin tärkeää. Sijoittelemalla tuotteet oikein saadaan varastosta selkeä ja keräilyyn kuluva työmäärä saadaan vähennettyä, koska keräilyreiteistä saadaan mahdollisimman suoraviivaiset. Varastoitavien tuotteiden luokittelu on tärkeä osa tuotteiden sijoittelun optimointia. Kaikkiin tuotteisiin ei kannata keskittyä yhtä paljon, vaan tuotteiden luokittelulla selvitetään, mihin tuotteisiin kannattaa käyttää enemmän resursseja. Toiminnan kannattavuuden kannalta tärkeiden tuotteiden keräämiseen kuluva työmäärä saadaan mahdollisimman pieneksi oikealla sijoittelulla.

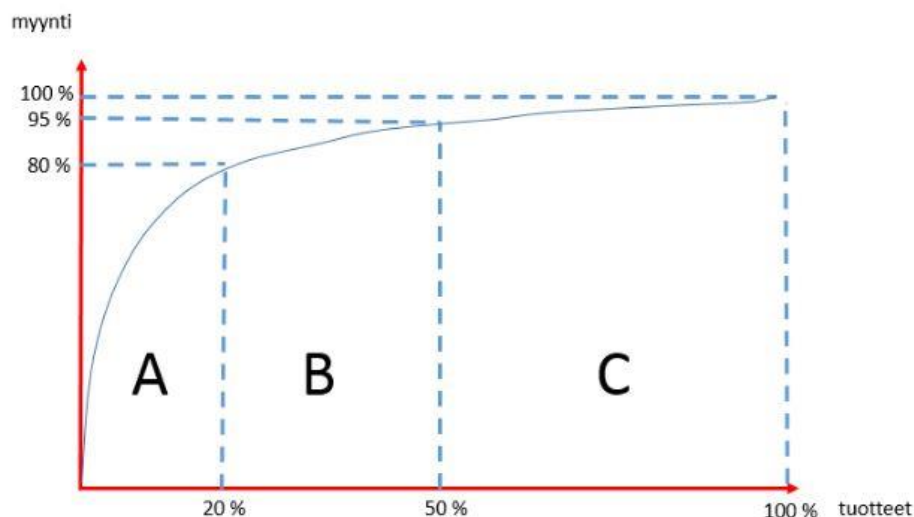
Tuotteiden luokittelemiseksi on tarkasteltava varastoitavia tuotteita. Tuotteiden luokittelu perustuu yleensä aikaisempaan kulutukseen, mutta uusien tuotteiden kohdalla kulutus täytyy arvioida. Tuotteiden luokittelussa on huomioitava, että tarkastellaan yksittäisiä nimikkeitä eikä useammasta tuotteesta koostuvia tuoteryhmiä. Uusia tuotteita ei saada heti luokiteltua luotettavasti, joten ne voidaan pitää myös omana luokkana. Tuotteiden luokittelua ja sijoittelua varastossa täytyy välillä päivittää, koska tulevaa kulutusta ei

voida täysin ennustaa aikaisemman perusteella. Tuotteen elinkaari vaikuttaa myös paljon luokitteluun, ja se on huomioitava luokitusta tehdessä. Uusien tuotteiden kysyntä voi kasvaa nopeasti, ja niiden hyvä saatavuus on varmistettava oikealla luokittelulla. Laskevan kysynnän tuotteissa luokitusta kannattaa myös laskea ajoissa, koska elinkaarensa loppua lähestyviä tuotteita ei kannata jättää varastoon liian suuria määriä.

#### 4.1.1 ABC-analyysi

ABC-analyysillä tuotteet luokitellaan ryhmiin esimerkiksi myyntivolyymin mukaan. ABC-analyysiä käytettäessä on huomioitava, että jotkut tuotteista voivat olla toiminnan kannalta tärkeitä, vaikka ne sijoittuisivat myyntivolyymissä matalampaan luokkaan. Tuotteet jaetaan yleisesti neljään luokkaan: Tärkeimmät tuotteet sijoittuvat A-luokkaan, joka sisältää ensimmäiset 50 prosenttia kokonaismyynnistä. Toiseen B-luokkaan sijoittuvat tuotteet, jotka muodostavat seuraavan 30 prosenttia. C-luokkaan jää 18 prosenttia, ja viimeisenä D-luokkaan jää kaksi prosenttia kokonaismyynnistä. (Sakki 2009, 91.)

ABC-analyysissä voidaan käyttää myös suurempaa tai pienempää määrää luokkia tilanteen mukaan. Toinen yleinen jako on Pareto-ajattelun mukainen 80/20-sääntö. Tämä tarkoittaa, että 20 prosenttia tuotteista muodostaa 80 prosenttia kokonaismyynnistä. Pareto-ajattelua havainnollistetaan kuvion 2 mukaisella Pareto-kuvaajalla.



Kuvio 2. Pareto-kuvaaja (Logistiikan Maailma 2017c).

Kuvion 2 Pareto-kuvaaja esittää 80/20-sääntöä, jota noudatettaessa A-luokka muodostaa 80 prosenttia, B-luokka 15 prosenttia ja C-luokka viisi prosenttia myyntivolyymistä. Tuotteiden määrästä on silloin A-luokassa 20 prosenttia, B-luokassa 30 prosenttia ja C-luokassa 50 prosenttia. (Logistiikan Maailma 2017c.)

ABC-analyysin tehdään kokoamalla kaikki tuotteet yhteen listaan ja järjestämällä ne suuruusjärjestykseen myyntivolyymien tai jonkun muun valitun kriteerin mukaan. Seuraavaksi lasketaan kokonaismyyntivolyymit, josta lasketaan yksittäisten tuotteiden prosenttiosuus. Seuraavaksi lähdetään laskemaan kumulatiivista prosenttiosuutta kokonaissummasta listan yläosasta alkaen ja jaetaan tuotteet luokkiin siten, että prosenttiosuudet ovat mahdollisimman lähellä kuhunkin luokkaan haluttuja arvoja.

#### 4.1.2 XYZ-analyysi ja ABC-analyysin variaatiot

XYZ-analyysi muistuttaa paljon ABC-analyysiä, mutta oleellisimpana erona siinä on luokitteluperuste. Myyntivolyymien sijaan siinä tarkastellaan tapahtumamäärien tai logistiikkakustannuksien jakautumista tuotteittain. XYZ-analyysi on varaston tuotteiden sijoittelun kannalta hyvä menetelmä, koska sen avulla saadaan työmäärää vähennettyä sijoittamalla nopeasti kiertävät tuotteet lähelle lähettämöä.

ABC- ja XYZ-analyysit voidaan myös yhdistää, koska yksittäin molemmat analyysit voivat jättää pienelle huomiolle merkittäviä tuotteita. Esimerkiksi kallis hitaammin kiertävä tuote voi sijoittua toisessa analyysissä kärkeen, mutta toisessa häntäpäähän. Tämän vuoksi joissakin tilanteissa on hyvä yhdistellä analyysijä. Yhdistämällä analyysit siis saadaan suurempi määrä luokkia ja tarkempi luokittelu. Kun käytetään molemmissa analyysissä kolmea tuoteluokkaa, saadaan yhdistettyyn analyysiin yhdeksän tuoteluokkaa (AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY ja CZ).

Kahdella eri kriteerillä tehty analyysit voidaan yhdistää ruudukkoon, jotta saadaan havainnollistettua tuoteluokat selkeästi. Ruudukko muodostetaan siten, että ensimmäisen analyysin mukaan tuote sijoittuu luokkansa mukaan vaakasuuntaiselle akselille ja toisen analyysin mukaan pystysuuntaiselle akselille.

#### 4.1.3 Muita luokitteluja

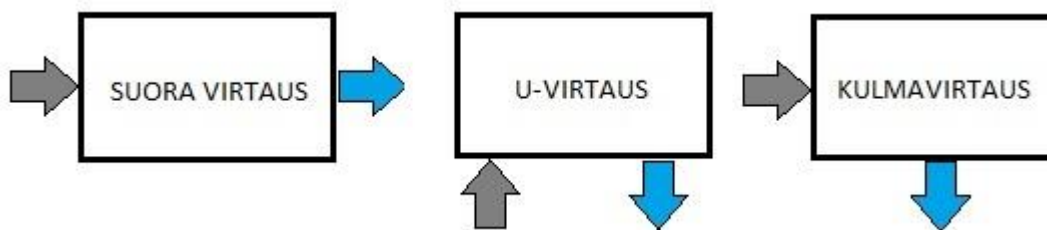
Tuotekohtaisen liiketuloksen perusteella luokiteltaessa tuotteet jaetaan luokkiin sen mukaan, kuinka paljon liiketulosta kyseinen tuote tuottaa. Tuotekohtainen liike-tulos saadaan kohdentamalla jokaisen tuotteen aiheuttamat kulut ja vertaamalla kuluja tuottoon. Super-luokkaan kuuluvat tuotteet, joiden liike-tulos on yli 20 prosenttia. *Good*-luokassa tulos on 10–20 prosenttia, *weak*-luokassa 5–10 prosenttia, *poor*-luokassa -5–5 prosenttia ja *loss*-luokassa tulos on yli viisi prosenttia negatiivisen puolella. (Sakki 2009, 97.)

Luokittelu voidaan tehdä myös asiakasmäärän perusteella. *Many*-luokka tarkoittaa, että tuotetta on myyty suurelle määrälle asiakkaita. *Plenty*-luokkaan kuuluu tuotteet, joilla on useita asiakkaita, mutta kuitenkin huomattavasti vähemmän kuin *many*-luokan tuotteilla. *Couple*-luokan tuotteilla on vain muutama asiakas, *single*-luokan tuotteilla yksittäinen asiakas ja *none*-luokan tuotteilla ei ole asiakkaita ollenkaan. (Sakki 2009, 98.)

Viimeisenä luokitteluperusteena on tuotteiden myyntitapahtumien koon mukainen luokittelu. Myyntitapahtumat voidaan luokitella tilauksen hinnan tai tilauksen tapahtumarivien määrän mukaan. (Sakki 2009, 99.)

#### 4.2 Materiaalin virtaus varastossa

Tuotteiden virtaus varastossa voidaan toteuttaa käytettävistä tiloista riippuen suorana virtauksena, U-virtauksena tai kulmavirtauksena. Erilaisia virtauksia esitetään kuviossa 3. Materiaalin virtauksen suunnittelussa pyritään sijoittamaan toiminnalle tärkeäksi luokitellut tuotteet mahdollisimman lähelle lähettämää keräilyä nopeuttamiseksi. Ahtaissa ja ruuhkaisissa varastoissa on oltava määrätty keräilyreitit, jotta saadaan taattua tehokas työskentely ja vähennettyä törmäysriskiä. Tuotteiden luokittelun perusteella sijoittelussa on myös huomioitava tuotteiden ominaisuudet, jotta raskaat ja suuret tuotteet ovat keräilyreitien alussa. Kuorman päälle lastattaessa suuremmat ja painavammat tuotteet aiheuttaisivat epävakaan pakkauksen. (Logistiikan Maailma 2017d.)



Kuvio 3. Materiaalin virtaus.

Kuvio 3 havainnollistaa erilaisia materiaalivirtauksen mahdollisuuksia. Harmaa nuoli kuvaa varastoon saapuvaa tavaraa, ja turkoosi nuoli kuvaa varastosta lähtevää tavaraa.

Suorassa virtauksessa tuotteet kulkevat varaston läpi. Tavarán vastaanottoalue ja tavarán lähetyalue sijaitsevat varastohallin vastakkaisissa päädyissä. Tuotteen saapuessa se kuljetetaan omalle paikalleen luokittelun mukaisesti. Tärkeimmät tuotteet sijoitetaan lähelle lähetyaluetta ja matalimman tärkeysluokan tuotteet varastoidaan vastaanottoalueen lähellä. (Logistiikan Maailma 2017d.)

U-virtauksessa tavarán vastaanotto- ja lähetyalue ovat varaston samalla sivulla. Silloin saadaan tärkeät tuotteet sijoiteltua lähelle sekä vastaanottoa että lähettämöä. U-virtauksessa käytävässä varastossa on enemmän vaihtoehtoja tuotteiden sijoittelulle. Tuotteet voidaan sijoittaa esimerkiksi siten, että tärkeät tuotteet ovat vastaanoton ja lähettämön välissä ja muut tuotteet taka-alalla laskevassa tärkeysjärjestyksessä lähettämön päädyssä vastaanoton pätyyn. (Logistiikan Maailma 2017d.)

Kulmavirtausta, toiselta nimeltään *L-virtausta*, käytettäessä tavara vastaanotetaan ja lähetetään saman kulman viereisiltä sivuilta. Kulmavirtauksessa vastaanotetut tuotteet sijoitetaan siten, että tärkeimmät ovat lähettämön puoleisella sivulla ja muut tuotteet ovat laskevassa tärkeysjärjestyksessä taka-alalla lähettämön päädyssä alkaen. (Logistiikan Maailma 2017d.)

#### 4.3 Materiaalinohjaus

Materiaalinohjaus voi olla varastolähtöistä tai materiaalin tarpeeseen perustuvaa. Varastolähtöisessä materiaalinohjauksessa seurataan varastosaldot ja tehdään tilaukset sen perusteella. Materiaalin tarpeeseen perustuvassa materiaalinohjauksessa lasketaan ennakoon, kuinka paljon materiaalia tarvitaan. Imuohjaus on materiaalinohjausta, jossa

teollisuuden kokoonpanon työvaiheissa tilataan edellisestä vaiheesta juuri tarvittava määrä materiaalia. (Sakki 2009, 129.)

Materiaalin tarpeeseen perustuva materiaalinohjaus on käytössä erityisesti teollisuudessa, jossa materiaalin tarve tuotannon toteuttamiseksi voidaan ennakoida hyvin. Materiaalintarvelaskennassa lasketaan ennakoituun lopputuotteen menekkiin tarvittavat materiaalmäärät jokaiselle työvaiheelle. Materiaalintarvelaskennan pohjalle tehtyä materiaalinohjausta kutsutaan *työntöohjaukseksi*, koska ennakkoon lasketut materiaalmäärät ajetaan tuotannon läpi. (Sakki 2009, 128.)

#### 4.3.1 Optimiostokerä

Varastoon sitoutuva pääoma ja varaston vaihtuvuus riippuvat paljon tilauserien koosta. Optimaalista tilauserän kokoa laskettaessa on huomioitava kaikki kustannukset, jotka tuote aiheuttaa kulkiessaan yrityksen kautta. Optimointi perustuu tilauskustannusten ja varastointikustannusten tasapainottamiseen. Eräkokoa kasvatettaessa tilauksen yksittäiseen tuotteeseen kohdistuvat kustannukset laskevat, mutta samalla koko erän varastointikustannukset kasvavat. Optimiostokerä eli EOQ voidaan laskea kaavalla 1 eli Wilsonin kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times C_o \times D}{C_i \times U}}$$

Kaava 1. Wilsonin kaava (Hokkanen & Virtanen 2012, 77).

Wilsonin kaavassa EOQ tarkoittaa taloudellista ostoerää,  $C_o$  toimituserän tilauskustannusta euroissa,  $D$  kappalemääräistä kulutusta vuodessa,  $U$  tuotteen yksikköhintaa ja  $C_i$  varastointikustannuksia. Varastointikustannus  $C_i$  on yksikkökohtaisen hankintakustannuksen ja ylläpitokustannusten tekijä prosenttien tulo. Ylläpitokustannusten tekijä prosentti on yleensä 10–15 prosenttia hankintakustannuksista. (Hokkanen & Virtanen 2012, 77.)

#### 4.3.2 Varmuusvarasto

Varmuusvarastoilla pyritään varautumaan kysynnän nopeisiin muutoksiin ja toimitusten viivästymisiin. Tarvittavaa varmuusvaraston kokoa voidaan arvioida aikaisemmasta kulutuksesta lasketulla keskihajonnalla. Varmuusvaraston kokoon vaikuttaa, kuinka korkea palvelutaso halutaan pitää. Varmuusvaraston koko voidaan laskea kaavalla 2:

$$B = k * s * \sqrt{L}$$

Kaava 2. Varmuusvaraston koko (Sakki 2009, 122).

Kaavassa B tarkoittaa varmuusvaraston kappalemääräistä kokoa. Koko saadaan laskettua varmuuskertoimen  $k$ , standardipoikkeaman  $s$  ja hankinta-ajan  $L$  neliöjuuren tulona. Hankinta-aika kaavassa ilmoitetaan viikoissa. Varmuuskerroin  $k$  saadaan taulukosta 1. (Sakki 2009, 122.)

Taulukko 1. Palvelutasoa vastaava varmuuskerroin (Sakki 2009, 122).

Palvelutaso, %	50	75	90	95	97	98	99	99,5	99,9	99,99
Varmuuskerroin, k	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33	2,57	3,09	3,72

Taulukossa 1 on esitetty jokaiselle palvelutasolle sitä vastaava varmuuskerroin. Palvelutasolla tarkoitetaan todennäköisyyttä siihen, että varastossa on heti saatavilla tuotetta. Jos valitaan 99 prosentin palvelutaso, jää vain yhden prosentin mahdollisuus, että tuote on ehtinyt loppumaan varastosta ennen kuin uusi kuorma on saapunut varastoon.

#### 4.3.3 Tilauspiste

Tilauspiste on ennalta määrätty varastotaso. Tilaus, joka tehdään varastosaldon kohdassa tilauspisteen, saapuu varastoon, kun varastosaldo on varmuusvaraston suuruinen. Toimitusajan tai kysynnän vaihdellessa voidaan joutua käyttämään varmuusvarastoa. Tilauspiste voidaan laskea varmuusvaraston ja hankinta-ajan kulutuksen summana. Tilaamisen tapahtuessa tasaisin väliajoin lisätään summaan vielä puolen tarkastelujakson

aikana tapahtuva kulutus. Tasaisin väliajoin tilatessa voidaan saada säästöä kuljetuskustannuksissa, jos useampia saman toimittajan tuotteita ehtii alittamaan tilauspisteen mukaisen varastosaldon. (Sakki 2009, 123.)

Tilauspistettä voidaan seurata eri tavoin. *Kahden laatikon menetelmäksi* kutsutaan tapaa, jossa tilauspistettä vastaava määrä sijoitetaan erilleen ja tilaus tapahtuu, kun joudutaan käyttämään erillään varastoituja tuotteita. Kahden laatikon menetelmä on yksinkertainen seurantatapa, mutta sen mukauttaminen muutoksiin aiheuttaa suuren työn. (Sakki 2009, 124.)

Tilauspistettä voidaan seurata myös asettamalla varastosaldolle ääriarajat. Tällä menetelmällä tilaus tehdään, kun varastosaldo laskee alle asetetun minimirajan. Tilausmäärä on tilaushetken varastosaldon ja maksimivaraston erotus. Jos aikaisempi tilaus on tilaushetkellä matkalla, myös se vähennetään maksimivarastosta. Tarkasteluväli saadaan määritettyä vuosikulutuksen ja taloudellisen ostoerän avulla lasketusta vuoden tilauskertojen määrästä. Tarkasteluväli viikoissa tai päivissä saadaan laskettua vuodessa olevien viikkojen tai päivien ja tilauskertojen osamääränä. (Sakki 2009, 124–125.)

VMI-menetelmällä varastoa täydennettäessä varastotasojen seuraamisesta vastaa tavaran toimittaja. Vendorisoinnissa asiakas antaa toimittajalle suoran yhteyden varastojärjestelmään, jonka perusteella toimittaja huolehtii itsenäisesti tuotteidensa varastosaldoista. Tällä menetelmällä varastot pysyvät toimittajan omistuksessa siihen asti, että varastoitava tuote otetaan käyttöön. (Hokkanen & Virtanen 2012, 79.)

#### 4.4 Varaston tunnuslukuja

Varaston tehokkuutta voidaan tarkastella erilaisten tunnuslukujen avulla. Tunnusluvuilla selvitetään varaston tapahtumien kestoa ja varmuutta.

##### 4.4.1 Läpimenoaika

Käsittelyaikojen pituus kertoo varaston toimintojen tehokkuudesta. Käsittelyaikojen pituus saadaan laskettua jakamalla työhön kulunut kokonaistyöaika tapahtumien määrällä. Kokonaistyöajassa ei huomioida loma-aikoja ja poissaoloja. Yhteen tapahtumaan kuluu reilusti aikaa, joten yksi työntekijä ei pysty päivän aikana toteuttamaan montaa osto- tai asiakastilausta tai näistä aiheutuvia tapahtumia ja laskuja. (Sakki 2009, 72.)



Suuri osa kokonaistyöajasta kuluu tavaroiden tunnistamiseen. Kaikissa varastotoiminnoissa on varmistettava, että tavara on juuri tilausta vastaavaa. Käsittelytyötä voidaan tehostaa helpottamalla tuotteiden tunnistamista. Hyvällä ajanhallinnalla ja työvaiheiden tehostamisella saadaan kasvatettua kilpailukykyä. (Sakki 2009, 73.)

#### 4.4.2 Varaston kierto ja kate-kierto

Materiaalin ohjauksella vaikutetaan vaihto-omaisuuteen. Varaston kierto on tunnusluku, jolla tarkastellaan vaihto-omaisuuden käytön tehokkuutta. Varaston kierto saadaan laskettua kaavalla 3. (Sakki 2009, 76.)

$$\text{varaston kierto} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen (keski)arvo}}$$

Kaava 3. Varaston kierto (Sakki 2009, 76).

Kaavassa 3 lasketaan varaston kierto jakamalla tuotteen vuoden kulutuksen arvo varaston keskiarvolla. Varaston kiertoa voidaan laskea myös aika-lukuna, jolloin puhutaan kiertonopeudesta tai pysähdysajasta. Yksittäisen tuotteen varastokierto voidaan laskea kappalemääräisen kulutuksen ja varaston avulla. Keskivaraston vaihtelun takia usein käytetään laskentahetken varastoa. (Sakki 2009, 76.)

Vähittäis- ja tukkumyynnissä käyttökelpoinen tunnusluku on katekierto. Katekierto saadaan laskemalla ensin varaston kierto ja kertomalla se myyntikateprosentilla. Myyntikate on yksittäisen tuotteen myyntihinnan ja tuotteen käsittelystä aiheutuvien muuttuvien kustannusten erotus. (Sakki 2009, 77.)

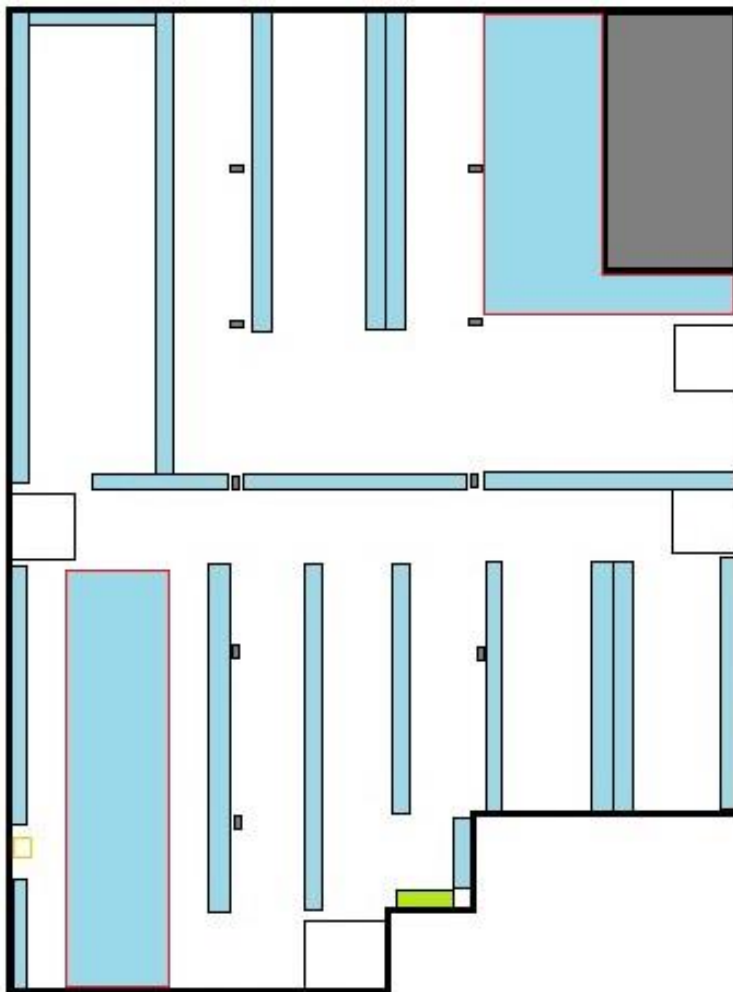
#### 4.4.3 Toimituskyky ja -varmuus

Toimituskyky on tunnusluku, jolla kuvataan toimitusten luotettavuutta. Toimituskyky lasketaan toimitettujen ja kaikkien tilausten suhteena. Tilauksia ei aina tehdä, jos havaitaan tuotteen olevan loppu, ja usein toimituskykyä hyödyllisempää on seurata toimitusvarmuutta. Toimitusvarmuus lasketaan luvattujen ja toteutuneiden toimitusten erotuksena. (Sakki 2009, 77.)

## 5 VARASTON NYKYTILA JA TAVOITTEET

### 5.1 Varaston nykytila

Lähtötilanteessa varastossa on olemassa vanha kuormalavahyllystö, mutta varaston toimivuutta ei ole koskaan optimoitu. Varastossa ei ole erillistä paikkajärjestelmää, mutta jokaiselle tuotteelle on vakiintunut paikka. Lähtötilanteessa olevan varastolayoutin havainnollistamiseksi piirretään kuvio 4.



Kuvio 4. Nykyinen varastolayout.

Osa vanhoista kuormalavahyllyistä on hallin pituussuuntaan ja osa leveyssuuntaan, joten paikkajärjestelmää ei olisi helppo toteuttaa. Suurin osa hyllyistä on koottu yksittäin, joten hyllypaikkoja on huomattavasti vähemmän kuin tilaan mahtuisi. Lisäksi varastotilaa

rajoittaa paljon takakulmassa oleva noin 140 neliömetrin käyttämätön vanerista rakennettu toimistotila. Varastolayoutpiirroksen merkintöjen selventämiseksi kuviossa 5 esitetään selitteet kaikille piirroksen väriyhdistelmille.

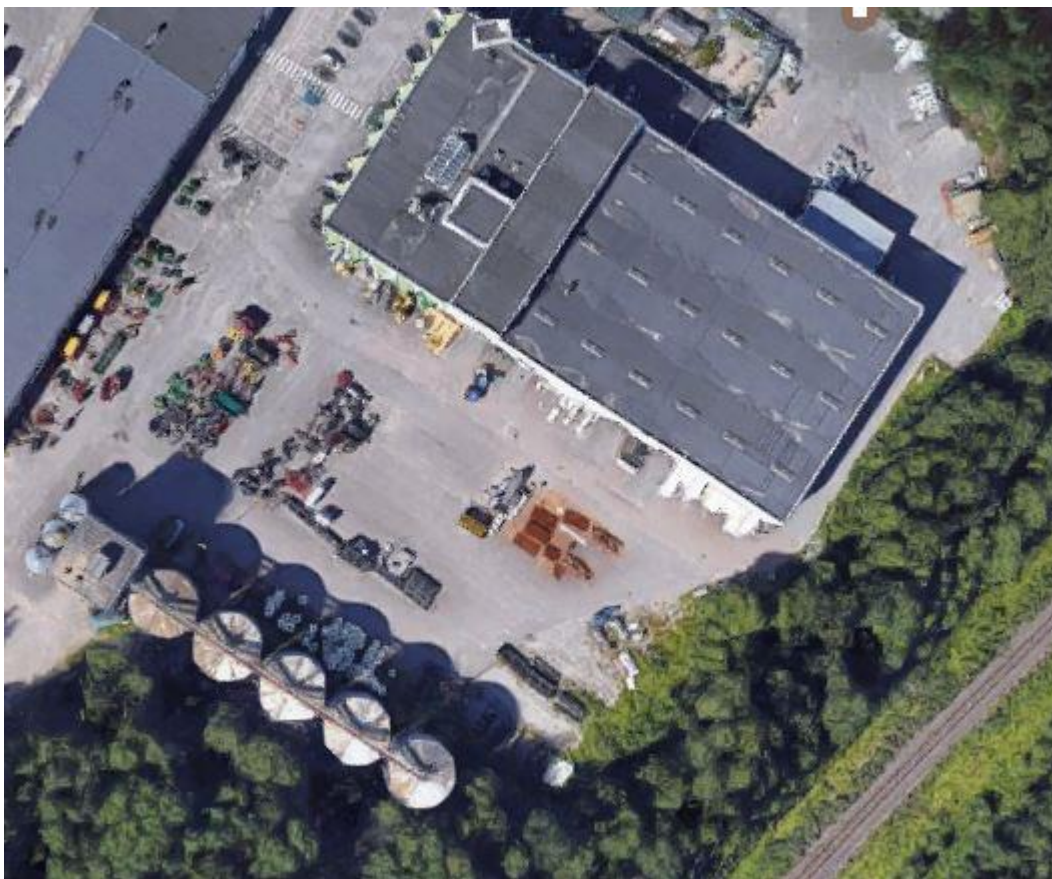


Kuvio 5. Varastolayoutpiirrosten selitteet.

Varastolayoutpiirrosten selitteissä esitetyt väriyhdistelmät pysyvät samoina kaikissa työn piirroksissa. Kuormalavahyllyllä tarkoitetaan perinteistä kuormalavahyllyä. Tunneli kuormalavahyllyssä on kohta, jossa alin vaakapalkki puuttuu läpikulun mahdollistamiseksi. Varastointiin tarkoitettu lattiatila on alue, jolla varastoidaan tavaraa, joka ei tarvitse hyllystää. Pientavarahylly on tarkoitettu pienikokoisille tuotteille, jotka säilytetään kappaleittain. Pitkän tavarán teline on tuotteille, jotka asetetaan pystyasentoon nojaamaan seinään. Sähkökaapin edusta on tyhjänä pidettävä alue sähkökaapin huoltotöitä ja sähköturvallisuutta varten. Oviaukon edusta on liikkumisen helpottamiseksi ovien edessä pidettävä tyhjä tila. Tukirakenne tai este on kiinteä rakenne, jonka takia siihen ei voida tehdä varastotilaa tai kulkureittiä.

## 5.2 Ulkovaraston nykytila

Lähtötilanteessa ulkovarastossa ei ole ollenkaan hyllyratkaisuja. Kaikki tuotteet varastoidaan asfaltoidulla piha-alueella. Kuva 2 on satelliittikuva myymälä- ja varastorakennuksen takana sijaitsevasta varastoalueesta.



Kuva 2. Ulkovaraston nykytila (Google 2017).

Kuvasta 2 nähdään, että rakennuksen takana oleva piha-alue rajoittuu viiteen siloon. Rakennuksen ja siilojen väli on noin 65 metriä. Piha-alueen pituus on noin 100 metriä. Varastohalli tässä kuvassa sijaitsee rakennuksen oikealla olevassa päädyssä. Kahden nosto-oven puoleinen reuna on ilmakuvassa rakennuksen alempaa pitkää sivua vasten, ja varastolayoutpiirrosten alareuna on kuvassa rakennuksen puolivälin kohdalla olevan korkeamman vyöhykkeen oikeaa reunaa vasten. Raskaan kaluston portti sijaitsee kuvan oikeassa yläkulmassa, josta kuljetaan lastaus- ja purkualueelle rakennuksen oikealta puolelta.

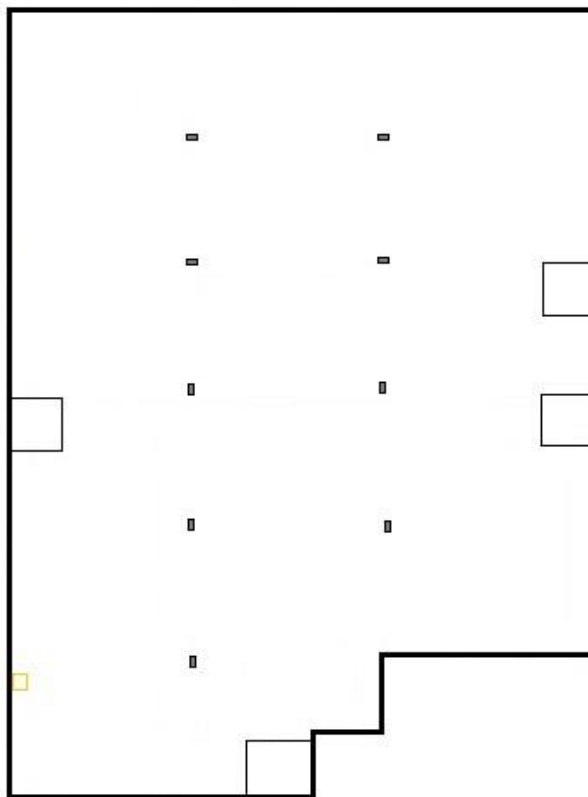
### 5.3 Tavoitteet, rajoitukset ja vaatimukset

Työn tavoitteena on suunnitella mahdollisimman pieneen tilaan nykyisessä varastossa olevat tuotteet, jotta saadaan selville, kuinka paljon varastotiloista voidaan käyttää muuhun varastointiin.

Varastosuunnitelmalle ei ole muita rajoituksia kuin käytettävissä olevan varastohallin ja piha-alueen mitat. Varaston laitteistot voidaan uusida tarpeen mukaan.

#### 5.3.1 Varastohallin rajoitukset

Suurin rajoittava tekijä on varastohallin tukirakenteet. Tukitolppia hallissa on yhdeksän, ja ne sijaitsevat melko tasaisin välein hallin pituus- ja leveyssuunnassa. Kuormalavahyllyt voidaan sijoittaa tukitolppien väleihin niin, että trukkikalusto mahtuu kiertämään työikäväälle jäävät tolpat. Lisäksi on huomioitava ovien sijainti ja tilojen muoto. Kuviossa 6 havainnollistetaan varastohallin kiinteitä rakenteita.



Kuvio 6. Varastohallin rakenteet.

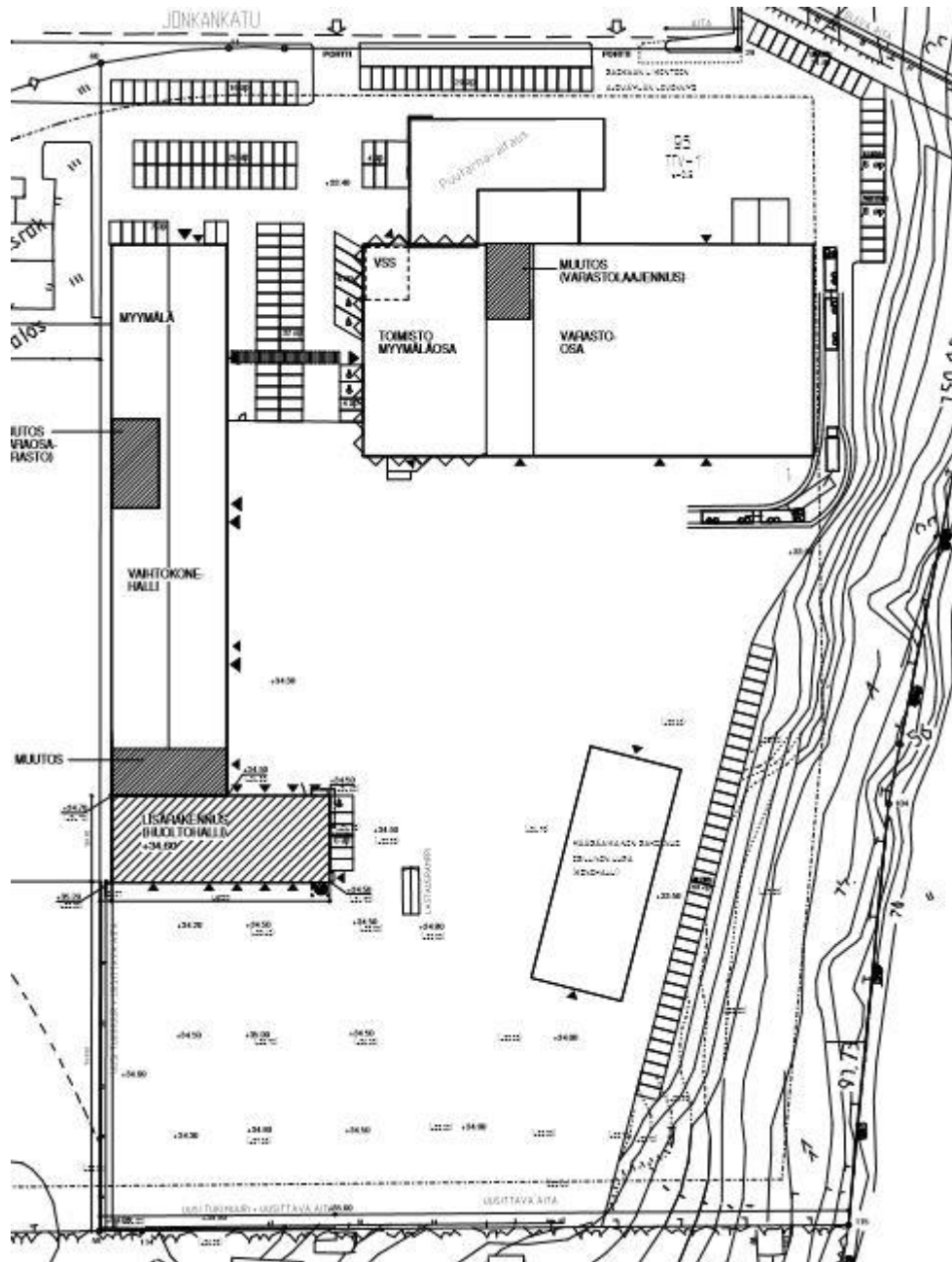
Hallin kokonaisleveys on noin 45 metriä ja kokonaispituus noin 60 metriä. Varastohallin korkeus on 8,7 metriä, ja tukitolppien kohdalla vaakasuunnassa on tukirakenteet, joiden alla korkeutta on 6,7 metriä. Ovia varastohallissa on neljä, joista kolme on neljä metriä leveitä nosto-ovia, ja kuvion 6 alareunassa oleva ovi on pariovi. Hallin vastakkaisilla sivuilla kohdakkain olevat ovet sijaitsevat 30 metrin etäisyydellä hallin takareunasta, ja oikealla reunalla olevien ovien etäisyys toisistaan on kuusi metriä. Vasemmalla alareunassa sijaitsee sähkökaappi, jonka edusta on pidettävä vapaana. Sähkökaappi on kahdeksan metrin päässä alareunasta. Tukitolppien etäisyys hallin pituussuunnassa toisistaan ja seinistä vaihtelee yhdeksän ja kymmenen metrin välillä. Leveyssuunnassa tukitopat ovat 14,3 metrin etäisyydellä vasemmasta seinästä, 14,4 metrin etäisyydellä toisistaan ja 15 metrin etäisyydellä oikeasta seinästä.

Vaatimuksena varastosuunnitelmalle on, että tila saadaan mahdollisimman tehokkaasti käytettyä. Tilan käyttöä on siis suunniteltava korkeus-, leveys- ja pituussuunnassa. Tuotteiden erilaisten pakkauskokojen huomioiminen on tärkeää, koska kaikkien hyllyjen kerronkorkeutta ei voida pitää samana. Lisäksi ammattipuutarhan tuotteet halutaan sijoittaa varaston kulmaan, jonka vieressä ammattipuutarhan myyntipiste sijaitsee. Muiden tuoteryhmien sijoittelulle ei ole vaatimuksia.

Raskaan kaluston purku ja lastaus tapahtuvat pääasiassa kahden nosto-oven puoleisella piha-alueella. Yksittäistä nosto-ovea käytetään pienten asiakasnoutojen luovuttamiseen.

### 5.3.2 Piha-alueen rajoitukset

Piha-alue on myymälän ja konekeskuksen yhteisessä käytössä. Piha-alueen laajentamiseksi on tehty muutossuunnitelma, jolla saadaan koko tontti käyttöön. Kuvio 7 esittää piha-alueen muutossuunnitelmaa.



Kuvio 7. Piha-alueen muutossuunnitelma.

Kuviosta 7 nähdään, että muutossuunnitelman mukaan piha-alueen siilot puretaan ja metsä niiden takana muutetaan piha-alueeksi. Piha-alueen oikeassa reunassa on erillisluvallinen määräaikaan rakennus, joka on tehty konehalliksi. Myymälän ulkovarastointialueena toimii määräaikaisen rakennuksen ja myymälärakennuksen välinen piha-alue. Varastointitilan lisäksi on huomioitava tavarantoistaukseen ja purkamiseen tarvittava tila. Muutossuunnitelmassa raskaanliikenteen kulku kumpaankin suuntaan on tontin oikealla reunalla myymälärakennuksen takapuolelta raskaan liikenteen portille.

## 5.4 Tilantarve

Tilantarpeen kartoittamiseksi käydään läpi yrityksen tuoteorganisaatio ja lasketaan tarvittavat tilat. Tuoteorganisaatio jaetaan osiin siten, että suurin ryhmä on osasto, toinen ryhmä on suunnitteluryhmä, kolmas ryhmä on tuoteryhmä ja pienin yksittäistä tuotetta suurempi ryhmä on myyntiryhmä. Varastolayoutin suunnittelua varten käsitellään myyntiryhmien vaatimaa tilaa, eikä jokaisen tuotteen vaatimaa tilaa erikseen.

Myyntiryhmille tarvittavat tilat määritetään neljään kategoriaan. Ensimmäisen kategorian muodostavat tuotteet, joille halutaan hyllypaikka varastossa. Toinen kategoria on tuotteet, jotka varastoidaan sisätiloissa lattialla. Kolmas kategoria on tuotteet, jotka voidaan varastoida ulkotiloissa. Viimeinen kategoria on tuotteet, joita voidaan varastoida ulkona mutta jotka tarvitsevat katoksen.

Tilantarpeen hahmottamiseksi luodaan taulukko 2, josta selviää kokonaistilantarve, jokaiselle osastolle tarvittava tila ja jokaiselle suunnitteluryhmälle tarvittava tila. Taulukkoa 2 tarkemmin tilantarvetta kuvaa liite 1, jossa on esitetty myös tuoteryhmät ja myyntiryhmät. Taulukossa laskettujen tilantarpeiden lisäksi tarvitaan kymmenen paikkaa puutarhakoneille, jotka ovat kaksi kertaa FIN-lavan kokoisissa laatikoissa. Puutarhan pienokoneiden kohdalla on huomiotava, että seitsemän lavapaikkaa on oltava 2,5 metriä korkeita. Seitsemälle pitkälle tuotteelle tarvitaan teline seinustalle, ja pienissä määrissä oleville tarvikkeille tarvitaan 40-paikkainen hyllyratkaisu. 500 neliömetriä tilan vaativa ammattipuutarhan valtakunnallinen varasto halutaan myös samaan varastohalliin.



Taulukko 2. Tilantarve.

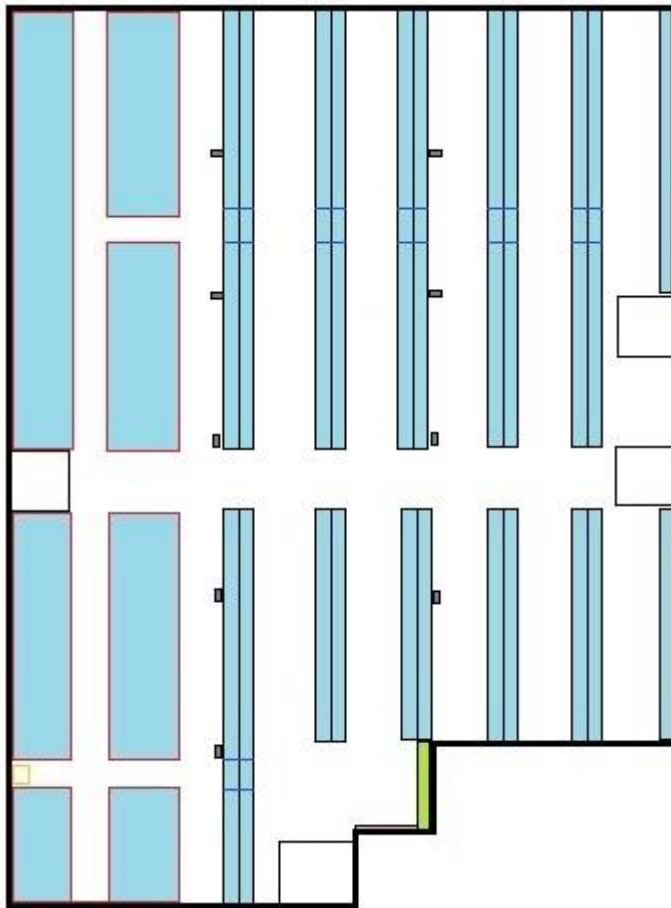
Tuoteryhmät	Summa / Hyllypaikat, lavaa	Summa / Lattiatila, m <sup>2</sup>	Summa / Ulkotila, m <sup>2</sup>	Summa / Katos, lavaa
210 KASVIRAVINTEET	20	50,0	525,6	
+ 10 LANNOITTEET			500,0	
+ 11 KALKKI			8,0	
+ 25 AMMATTIPUUTARHATARVIKKEET	20	50,0	17,6	
213 SIEMENET	89			
+ 13 VILJASIEMENET	23			
+ 14 PIENSIEMENET	66			
217 REHUT				13
+ 15 SÄILÖNTÄÄINEET				13
255 PUUTARHA	165		4,0	
+ 55 PUUTARHA	165		4,0	
257 HARRASTE-ELÄIMET	70		331,2	
+ 57 HARRASTE-ELÄINTUOTTEET	14		300,0	
+ 58 MAATILATARVIKKEET	56		31,2	
260 RAUTATUOTTEET	86	81,6	1332,7	
+ 60 RAUTATUOTTEET	86	81,6	1332,7	
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>430</b>	<b>131,6</b>	<b>2193,5</b>	<b>13</b>

Taulukossa 2 tilantarve esitetään osastoittain. Osastot ovat kasviravinteet, siemenet, rehut, puutarha, harraste-eläimet ja rautatuotteet. Taulukosta selviää jokaisen osaston tarvitsemat tilat. Osastot on jaettu suunnitteluryhmiin, jotta tilantarvetta on saatu tarkennettua. Lisäksi taulukon alareunassa on kokonaistilantarve.

## 6 TULOKSET JA SOVELTAMINEN

### 6.1 Varastolayout

Aluksi yhdenmukaistetaan kaikkien kuormalavahyllyjen suuntaus, jotta varastosta saadaan selkeä. Tilankäytön parantamiseksi kaikki paitsi seinää vasten tulevat hyllyt asennetaan parihihlylinä. Varastohallin koko korkeuden hyödyntämiseksi kuormalavahyllyihin lasketaan viisi kerrosta. Kuviossa 8 esitetään ensimmäinen karkea varastolayout, jota lähdetään muokkaamaan yksityiskohtaisemmaksi.



Kuvio 8. Karkea varastolayout.

Tukitolppien sijainnin takia käännetään kaikki kuormalavahyllyt hallin pituussuuntaan. Näin saadaan hyllyjen väliin riittävän kokoiset työikätyvät. Kuormalavahyllyjen kääntämisestä hallin pituussuuntaan tukee myös tuotteiden sijoittelu tuoteryhmittäin, koska pituussuuntaan asetelluissa hyllyissä saadaan jokaisen osaston tärkeät tuotteet lähelle

pääkäytävää. Pientavarahylly ja pitkän tavarateline sijoitetaan kulmaukseen lähelle myymälään johtavaa ovea. Karkealla layoutilla varastoon saadaan noin 410 neliömetriä lattiatilaa varastointiin ja noin 2 400 lavapaikkaa viidessä kerroksessa. Nosto-ovien välinen pääkäytävä on viisi metriä leveä, ja työkäytävät hyllyjen välissä ovat kapeimmillaan noin kolme metriä. Varastohallin kokonaiskorkeus on 8,7 metriä, ja tukitolppien kohdalla hallin leveyssuuntaan on tukirakenteet, joiden alareunat ovat 6,7 metrin korkeudella. Viisikerroksisen kuormalavahyllyn vaakapalkkien väli voidaan laskea olevan 1,5 metriä. Viides kerros on tällöin kuuden metrin korkeudella. Kuormalavahyllyihin tehtyjen tunnelien kohdalla jätetään alin vaakapalkki pois, joten tunnelin kohdalla on kaksi kerrosta vähemmän käytettävissä.

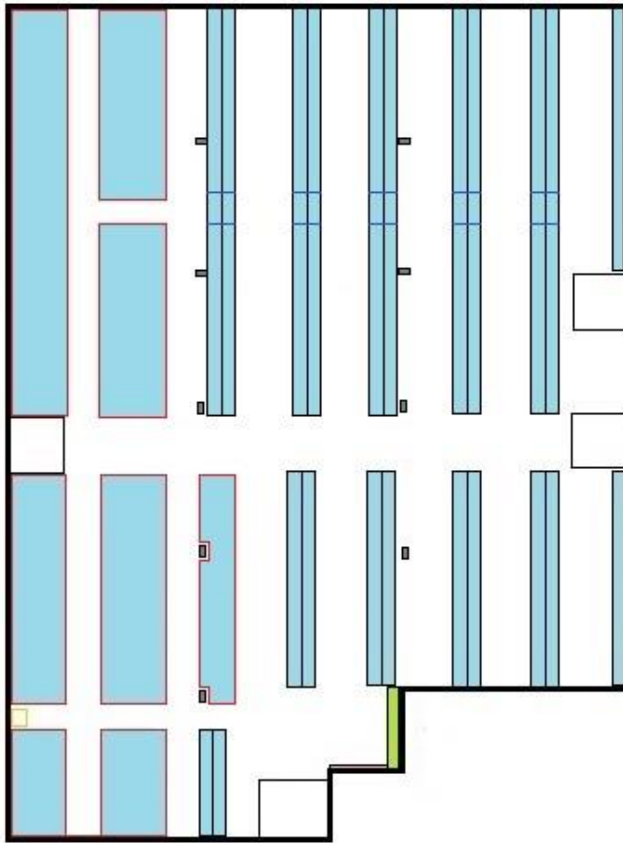
Kuormalavahyllyjen lavapaikat lasketaan kaikki siten, että jokaisen pylväselementtien väliin asennetun vaakapalkin päälle mahtuu kolme EUR-lavaa. Kolmelle EUR-lavalle soveltuva vaakapalkki on pituudeltaan 2 750 millimetriä. Pylväselementtien leveytenä laskeissa käytetään 90 millimetriä. Näillä mitoilla varastohallin pääkäytävän yläpuolisen osan parihyllyihin mahtuu kymmenen vaakapalkkia ja seinän viereen asennettuun hyllyyn mahtuu seitsemän vaakapalkkia hallin pituussuuntaan.

Varastohallin alaosan yhdeksän yhtä pitkää kuormalavahyllyä mitoitetetaan viiden vaakapalkin mittaisiksi ja pidempi parihylly mitoitetetaan yhdeksän vaakapalkin mittaiseksi. Parihyllyyn jätetään sen pituuden takia myös tunneli.

Karkeasta varastolayoutista huomataan, että laskettu tilantarve saadaan toteutettua pääkäytävän alapuolelle. Tämän takia yksityiskohtaisempia varastolayoutteja suunniteltaessa keskitytään pääasiassa varastohallin alaosaan. Karkean varastolayoutin lavapaikoista 920 sijaitsee pääkäytävän alapuolella ja lattiatilasta pääkäytävän alapuolella sijaitsee 190 neliömetriä.

#### 6.1.1 Ensimmäinen varastolayoutversio

Kuvion 9 piirros on ensimmäinen versio tarkennetulle varastolayoutille. Karkeasta varastolayoutista vähennetään lavapaikkoja hieman, jotta saadaan lisää lattiatilaa.



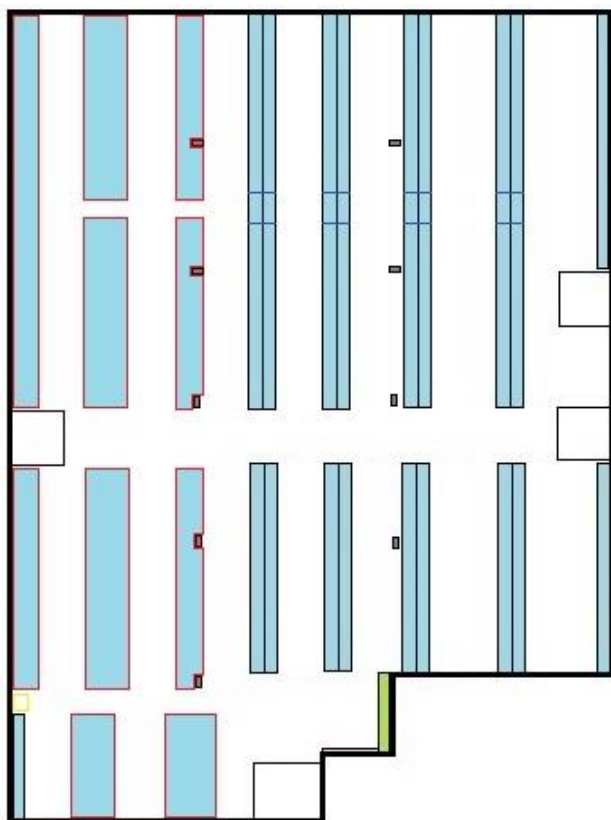
Kuvio 9. Ensimmäinen varastolayoutversio.

Kuvion 9 ensimmäisessä versiossa pitkä kuormalavahylly muutetaan osittain lattiatilaksi. Muutoksella saadaan lattiatilaa 40 neliömetriä lisää, eli nyt lattiatilaa pääkäytävän alapuolella on 230 neliömetriä. Lavapaikkoja muutoksen jälkeen pääkäytävän alapuolella on 750. Työkäytävien leveys pysyy noin kolmessa metrissä.

Muiden kuormalavahyllyjen pystyelementit pysyvät paikallaan, mutta lyhennetty parihylly sovitetaan omaan paikkaansa sopivaksi. Kaksi elementtiä ovat 2 750 millimetrin etäisyydellä ja yksi elementti 1 850 millimetrin etäisyydellä. Näin saadaan hyllyn molemmille puolille kahdeksan lavapaikkaa jokaiseen kerrokseen.

### 6.1.2 Toinen varastolayoutversio

Kuvion 10 piirros on toinen versio tarkennetulle varastolayoutille. Toisessa varastolayoutversiossa kasvatetaan hieman työkäytävien leveyttä työskentelyn helpottamiseksi, koska tilaa on silti reilusti.



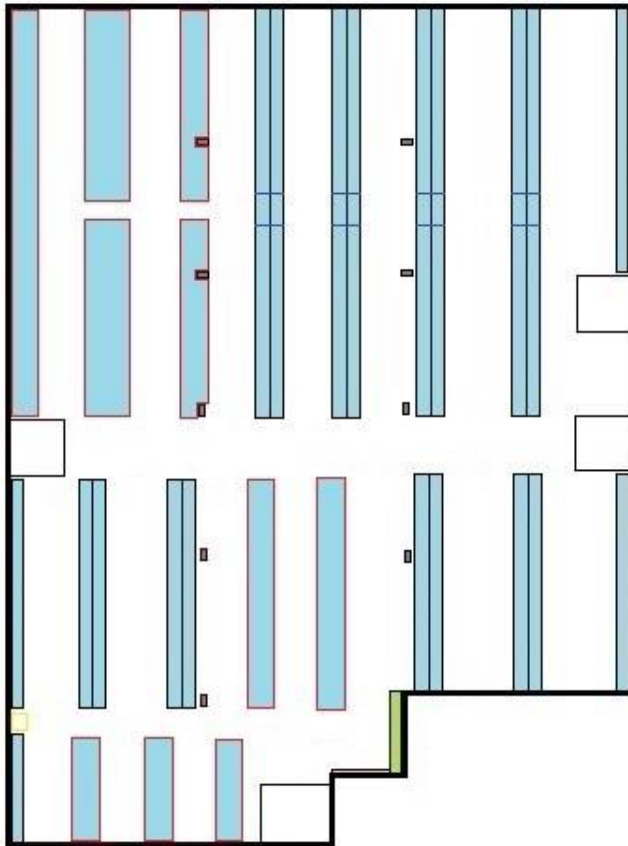
Kuvio 10. Toinen varastolayoutversio.

Toisessa versiossa pääkäytävän alapuolelta poistetaan kokonaan pitkä hylly ja kasvatetaan työkäytävien leveyttä noin neljään metriin. Vasemman alakulman lattiatila korvataan seinän vieressä yksittäisellä kuormalavahyllyllä, johon mahtuu ammattipuutarhan lavapaikan vaativat tuotteet. Muutoksilla saadaan lisätilaa työnteolle, mutta lattiatila vähentyy 190 neliömetriin ja lavapaikkoja jää jäljelle 710.

Toisen varastolayoutversion vasemmassa alakulmassa oleva yksittäinen kuormalavahylly on vaakapalkkien mitoiltaan samanlainen kuin ensimmäisen varastolayoutversion lyhyt parihylly.

### 6.1.3 Kolmas varastolayoutversio

Kolmannessa varastolayout versiossa haetaan ratkaisua, jolla saadaan sijoitettua kaikki tuoteorganisaation osastot kokonaan omiin hyllyihin. Kuviossa 11 esitetään kolmas varastolayoutversio.



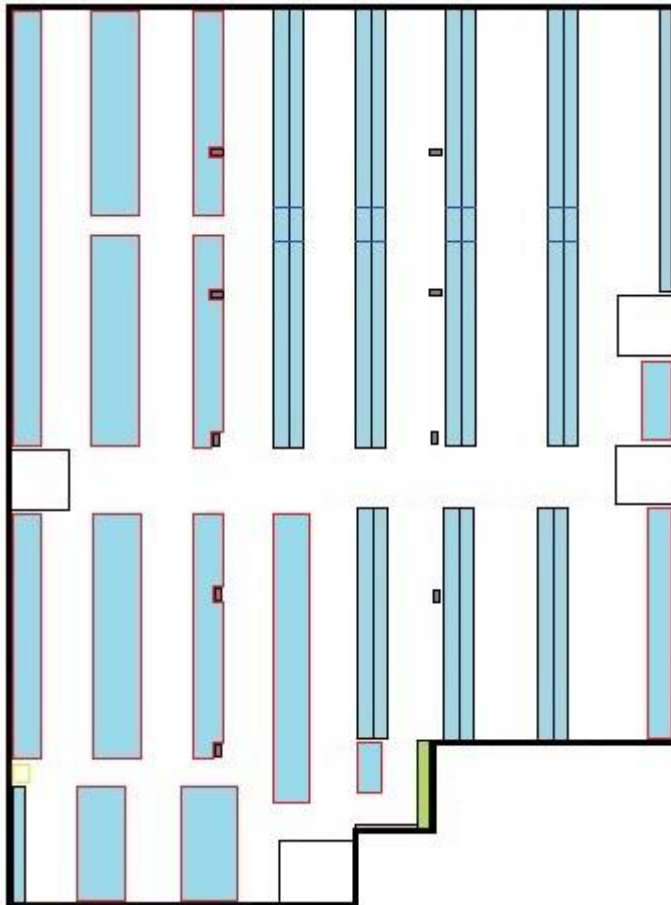
Kuvio 11. Kolmas varastolayoutversio.

Kuvion 11 kolmannessa varastolayoutversiossa siirretään osa hyllyistä varastohallin vasempaan reunaan, koska silloin niitä saadaan pidennettyä. Pidempiin hyllyihin saadaan yksittäiseen hyllyyn jokaiselle osastolle riittävä määrä lavapaikkoja. Kolmannessa versiossa pääkäytävän alapuolelle saadaan lattiatilaa noin 170 neliometriä ja lavapaikkoja 860. Työkäytävän leveydeksi saadaan kuormalavahyllyjen väliin neljä metriä ja lattiatilojen väliin 3,2 metriä.

Vasemmalle reunalle siirrettäviin kuormalavahyllyihin saadaan yksi 2 750 millimetriä pitkä vaakapalkki enemmän kuin varastohallin oikeassa reunassa oleviin. Samoilla paikoilla pysyvien kuormalavahyllyjen rakenne säilytetään muuttumattomana.

#### 6.1.4 Palautteen mukainen varastolayout

Varastolayoutversioista tehdään toimeksiantajan palautteen perusteella neljäs varastolayoutversio. Alkuperäiseen tavoitteeseen perustuvia muutoksia tehdään toisen varastolayoutversion pohjalle. Kuvio 12 esittää palautteeseen perustuvaa neljättä varastolayout-versiota.

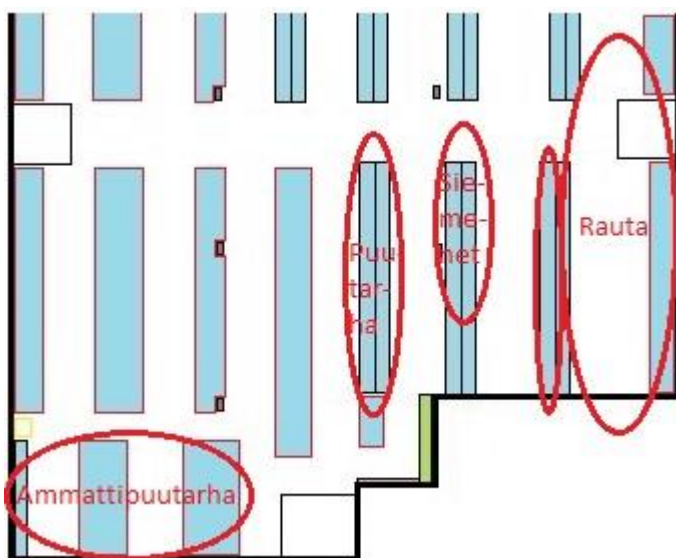


Kuvio 12. Neljäs varastolayoutversio.

Neljännessä varastolayoutversiossa tehdään lisää lattiailaa, koska ammattipuutarhan valtakunnallinen varasto halutaan vierekkäin muiden ammattipuutarhatarvikkeiden kanssa. Kuormalavahyllyihin saadaan neljännessä versiossa vain muutama ylimääräinen lavapaikka. Rautatuotteille tehdään lattiailaa oikealle seinustalle. Kaikki kuormalavahyllyt pysyvät samoissa mitoissa kuin aikaisemmissa varastolayoutversioissa.

### 6.1.5 Tuoteorganisaation sijoittelu varastohallissa

Tuoteorganisaatio sijoitellaan varastohalliin osastoittain. Jokaiselle osastolle määrätään oma alue, jossa tuotteet sijoitellaan XYZ-analyysin mukaisesti luokittain. Ehdotus osastojen sijoittamiselle esitetään kuviossa 13.



Kuvio 13. Osastojen sijoittelu.

Kuviosta 13 nähdään, että ammattipuutarhatarvikkeet sijoitetaan vasempaan alakulmaan. Alueen kuormalavahyllyyn jää ylimpiin kerroksiin tyhjiä lavapaikkoja. Ammattipuutarhan valtakunnallinen varasto saadaan ammattipuutarhatarvikkeille varatun alueen yläpuolelle.

Ensimmäiseen parihyllään vasemmalta tulee puutarhatarvikkeet. Toisen parihyllään yläosa varataan siemenille. Kolmannen parihyllään vasempaan reunaan tulee harraste-eläinosasto ja oikeaan reunaan rautatuotteet. Rautatuotteille tarvittava lattiatila on varastohallin oikeassa reunassa, mutta osa tuotteista joudutaan sijoittamaan puutarhahyllyn alapuolelle. Keskimmäiseen parihyllään alaosaan sijoitetaan puutarha- ja rautatuotteet, jotka eivät mahdu oman osaston hyllyyn.

Osastojen tuotteiden sijoitteluun tarvitaan XYZ-analyysin mukaiset luokittelut. Työmäärän vähentämiseksi voidaan vaihtoehtoisesti käyttää ABC-luokittelua, joka saadaan suoraan yrityksen varastojärjestelmästä. Kuvio 14 esittää tuotteiden sijoittelua hyllyyn analyysillä saadun luokittelun mukaisesti.



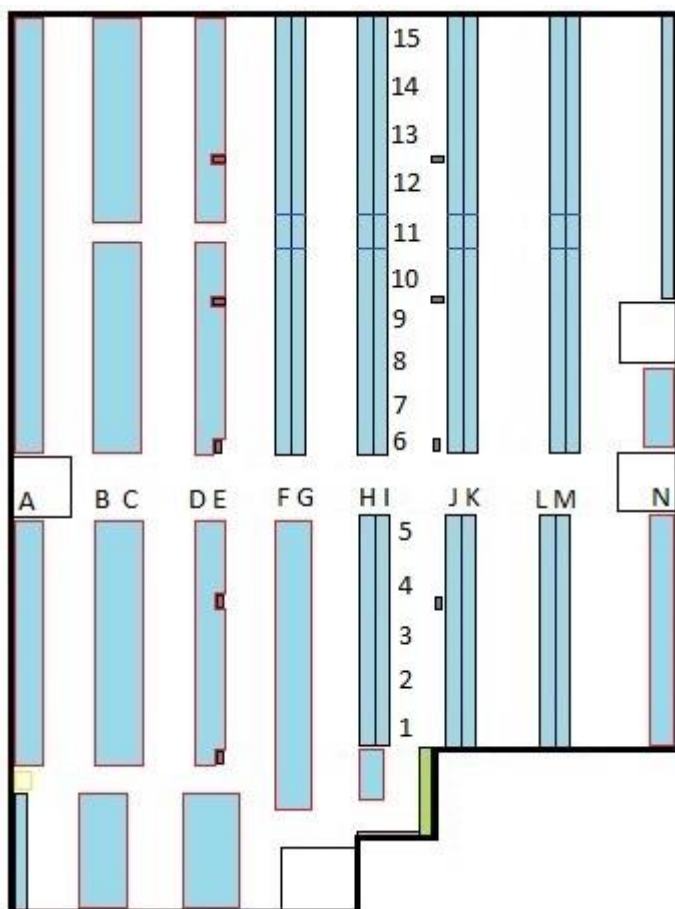
	Z/D			
		Y/B		
				X/A

Kuvio 14. Tuotteiden sijoittelu hyllyssä.

Tärkeimmät X- tai A-ryhmän tuotteet pyritään sijoittamaan pääkäytävän viereen ja mahdollisimman lähelle lattiatasoa. Näin saadaan tärkeimmät tuotteet mahdollisimman pienen työmäärän taakse. Seuraavaksi sijoitetaan Y- tai B-ryhmän tuotteet X-ryhmän perään ja päälle. Muut ryhmät sijoitetaan aina tärkeysjärjestyksessä siten, että vähiten tärkeät tuotteet ovat suurimman työn takana.

#### 6.1.6 Varastohallin paikkajärjestelmä

Varastolayoutissa kuormalavahyllyt ja lattiatilat ovat yhdensuuntaisia, joten voidaan luoda yksinkertainen koordinaatistopohjainen varastopaikkajärjestelmä. Lattiatilat ja kuormalavahyllyt merkitään varastohallin leveyssuuntaan aakkosjärjestykseen ja hyllypaikat varastohallin pituussuuntaan numerojärjestykseen. Kuvio 15 havainnollistaa mahdollista varastopaikkajärjestelmää.

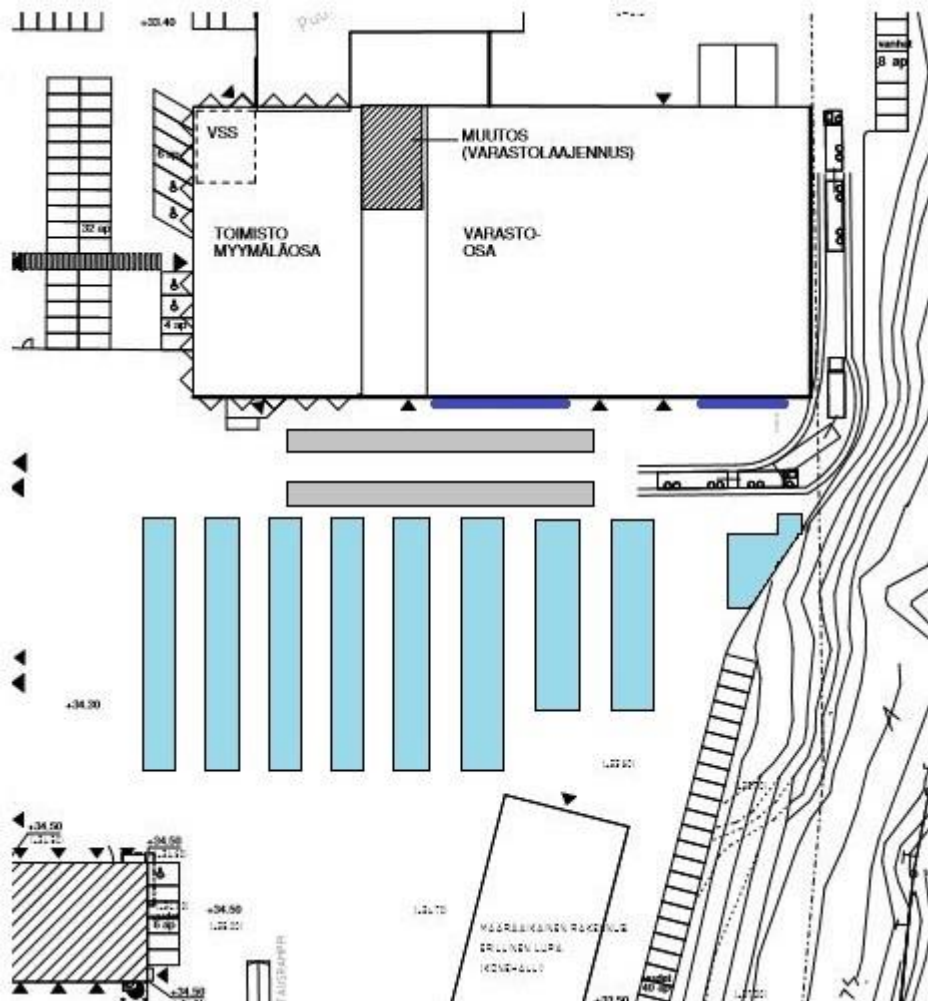


Kuvio 15. Varastopaikkajärjestelmä.

Varastopaikkajärjestelmässä luodaan koordinaatisto, jonka perusteella löydetään oikealle hyllypaikalle. Kuvion varastopaikkajärjestelmään valitaan varastohallin leveyssuuntaan aakkosjärjestys, joka kertoo hyllyn tai lattiatilan sijainnin. Hyllypaikan kertoo kasvava numerojärjestys varastohallin alareunasta ylöspäin.

## 6.2 Ulkovaraston layout

Ulkovaraston tilantarvetta saadaan hieman pienennettyä lisäämällä hyllyratkaisu tuotteille, jotka sopivat säilytettäväksi hyllyssä. Ulkotiloihin sopivana vaihtoehtona käytetään ulokehyllyä, johon saadaan tavaran ominaisuuksien vaatimat oksat. Ulkovaraston suunnitelmaa esittää kuvio 16.



Kuvio 16. Ulkovaraston layout.

Varastorakennuksen seinustalle rakennetaan kaksi ulokehyllyä, joiden oksien pituudet ja etäisyydet sovitetaan niihin tuleville tuotteille. Ulokehyllyjä kuviossa 16 esittää siniset viivat.

Varastohallin seinustan viereen tulee saapuvan ja lähtevän tavarankäytön purku- ja lastausalue raskaalle liikenteelle. Tavarankäsittelyalueita on kaksi 2,5 metrin levyistä ajokaistaa. Ajokaistat ovat esitetty mustalla viivalla rajattuina vaaleanharmaana alueina. Ajokaistojen väli on kuusi metriä, jotta vastapainotrukit mahtuvat työskentelemään tehokkaasti. Seinän puoleinen ajokaista sijoitetaan viiden metrin päähän ulokehyllyn uloimmasta oksasta.

Tavaran varastointiin varatut alueet on piirroksessa merkitty mustalla viivalla rajatuilla vaaleansinisillä alueilla. Varastopaikat jaetaan riittävän moneen osaan, jotta väliin saadaan työikävät ja kaikille tuotteille saadaan paikat, joihin päästään suoraan käsiksi. Lisäksi huomioidaan, että kaikki liikenneväylät jäävät vapaiksi.

Rakennuksen toisella puolella sijaitsee olemassa oleva katos. Katoksen tarvitsevat tuotteet varastoidaan siellä.

### 6.3 Muutostarve tavarankäsittelylaitteisiin

Varastohallissa tapahtuvien muutosten takia on vuokrattava tai ostettava trukkeja. Työikävien leveys varastolayoutissa vaihtelee kolmesta neljään metriin, joten tilaa ei ole paljon. Korkeiden hyllyjen takia parhaiten tehtävään soveltuu joko työntömastotrukki tai pienikokoinen sähkökäyttöinen nelitietrukki. Ulkovaraston työikävät tehdään riittävän isoiksi olemassa oleville vastapainotrukeille.

### 6.4 Soveltaminen

Työn tuloksiin saataisiin lisää tarkkuutta soveltamalla varastonohjausmenetelmiä yrityksen toimintaan. Lisäämällä paikkatiedot toiminnanohjausjärjestelmään ja tietopäätteet keräilyyn voitaisiin tehostaa tärkeiden tuotteiden sijoittelua, koska tuotteet voitaisiin sijoitella satunnaisesti eikä osastoittain.

Tilantarve on laskettu yrityksen antamilla arvoilla, joten varaston tehostamiseksi on mahdollista tarkastella, kuinka hyvin tilauserien koko on optimoitu. Jokaiselle tuotteelle voidaan laskea taloudellinen tilauserä Wilsonin kaavalla. Tilauserän koon laskemiseksi on selvitettävä varastointikustannukset ja valittava haluttu palvelutaso.

Varastolayoutversioista toimeksiantaja saa pohjan tilankäytön tehostamiselle. Varastolayouttien toteuttaminen on suuri projekti, mutta tilankäyttö muuttuu huomattavasti tehokkaammaksi. Varastohallin ylläpitokustannukset tulevat näin ollen edullisemmaksi yksittäistä tuotetta kohti.

## 7 YHTEENVETO

Lähtötilanteessa varastossa on olemassa vanha kuormalavahyllystö, mutta varaston toimivuutta ei ole koskaan mietitty. Varastossa ei ole erillistä paikkajärjestelmää, mutta jokaiselle tuotteelle on vakiintunut paikka. Lähtötilanteen selventämiseksi piirretään kuvio nykyisestä varastolayoutista. Ulkovarastossa ei ole ollenkaan hyllyratkaisuja, vaan kaikki tuotteet varastoidaan asvaltoidulla piha-alueella.

Työn tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman pieneen tilaan nykyisessä varastossa olevat tuotteet, jotta saadaan selville, kuinka paljon varastotiloista voidaan käyttää muuhun varastointiin. Suurin rajoittava tekijä on varastohallin tukirakenteet. Tilan käyttöä on suunniteltava korkeus-, leveys- ja pituussuunnassa. Piha-alueen muutossuunnitelman mukaan piha-alueen siilot puretaan ja metsä niiden takana muutetaan piha-alueeksi.

Tilantarpeen kartoittamiseksi käydään läpi yrityksen tuoteorganisaatio ja lasketaan tarvittavat tilat. Myyntiryhmille tarvittavat tilat määritetään neljään kategoriaan.

Aluksi yhdenmukaistetaan kaikkien kuormalavahyllyjen suuntaus, jotta varastosta saadaan selkeä. Tilankäytön parantamiseksi kaikki paitsi seinää vasten tulevat hyllyt asennetaan parihyllyinä. Varastohallin koko korkeuden hyödyntämiseksi kuormalavahyllyihin tulee viisi kerrosta. Tukitolppien sijainnin takia käännetään kaikki kuormalavahyllyt hallin pituussuuntaan. Näin saadaan hyllyjen väliin riittävän kokoiset työkäytävät. Pituussuuntaan asetelluissa hyllyissä saadaan jokaisen osaston tärkeät tuotteet lähelle pääkäytävää.

Karkealla layoutilla varastoon saadaan noin 410 neliometriä lattiatilaa varastointiin ja noin 2 400 lavapaikkaa viidessä kerroksessa. Karkeasta varastolayoutista huomataan, että laskettu tilantarve saadaan toteutettua pääkäytävän alapuolelle. Tämän takia yksityiskohtaisempia varastolayouteja suunniteltaessa keskitytään pääasiassa varastohallin alaosaan.

Karkeasta varastolayoutista muokataan kolme yksityiskohtaisempaa varastolayoutia, joiden pohjalta ja toimeksiantajan palautteen mukaan tehdään neljäs hienosäädetty varastolayoutversio. Neljännessä varastolayoutversiossa tehdään lisää lattiatilaa, koska ammattipuutarhan valtakunnallinen varasto halutaan vierekkäin muiden ammattipuutarhatarvikkeiden kanssa. Neljännen varastolayoutin parihyllyt koostuvat viidestä elementistä, joihin jokaiseen mahtuu kolme EUR-lavaa.

Tuoteorganisaatio sijoitellaan varastohalliin osastoittain. Jokaiselle osastolle määrätään oma alue, jossa tuotteet sijoitellaan XYZ-analyysin mukaisesti luokittain. Varastolayoutissa kuormalavahyllyt ja lattiatilat ovat yhdensuuntaisia, joten voidaan luoda yksinkertainen koordinaatistopohjainen varastopaikkajärjestelmä, jonka perusteella löydetään oikealle hyllypaikalle. Varastohallin leveyssuunnan mukainen aakkosjärjestys kertoo hyllyn tai lattiatilan sijainnin. Hyllypaikan kertoo kasvava numerojärjestys varastohallin alareunasta ylöspäin.

Ulkovaraston tilantarvetta saadaan hieman pienennettyä lisäämällä varastorakennuksen seinustalle hyllyratkaisu tuotteille, jotka sopivat säilytettäväksi hyllyssä. Raskaankaluston portilta kuljetaan purku- ja lastausalueelle rakennuksen takapuolelta. Varastopaikat jaetaan riittävän moneen osaan, jotta väliin saadaan työikävät ja kaikille tuotteille paikat, joihin päästään suoraan käsiksi.

Varastohallissa tapahtuvien muutosten johdosta on vuokrattava tai ostettava trukkeja. Työikävien leveys varastolayoutissa vaihtelee kolmesta neljään metriin, joten tilaa ei ole paljon. Korkeiden hyllyjen takia parhaiten tehtävään soveltuu joko työntömastotrukki tai pienikokoinen sähkökäyttöinen nelitietrukki. Ulkovaraston työikävät tehdään riittävän isoiksi olemassa oleville vastapainotrukeille.

## LÄHTEET

Google 2017. Google Maps. Viitattu 21.3.2017 <https://www.google.fi/maps>.

Hankkija Oy 2017a. Hankkija. Hankkijan historia. Viitattu 6.2.2017 <https://www.hankkija.fi/Hankkija/hankkijan-historia/hankkijan-historian-merkkipaaluja>.

Hankkija Oy 2017b. Hankkija. Yritystieto. Viitattu 6.2.2017 <https://www.hankkija.fi/Hankkija/Yritystieto>.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Tallinna: Tallinna Raamatutrükikoda.

Intolog Oy 2017. Intolog: Suomalaista sisälogistiikkaa. Ohjeet. Suunnitteluohjeet. Lajien ja kuormavahylyjen mitoitus. Viitattu 21.3.2017 <http://www.intolog.fi/fi/ohjeet/suunnitteluohjeet/lajien+mitoitus>.

Kuljetusopas 2017a. Varastointi. Varastointi ja terminaalipalvelut. Viitattu 21.2.2017 <http://www.kuljetusopas.com/varastointi>.

Kuljetusopas 2017b. Varastointi. Varastoverkon suunnittelu. Viitattu 28.4.2017 <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/suunnittelu>.

Logistiikan Maailma 2017a. Huolinta ja terminaalit. Varastointi. Viitattu 21.4.2017 <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi>.

Logistiikan Maailma 2017b. Huolinta ja terminaalit. Varastointi. Varastotilojen suunnittelu. Viitattu 28.4.2017 <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu>.

Logistiikan Maailma 2017c. Huolinta ja terminaalit. Varastointi. Varastonohjaus. Viitattu 21.4.2017 <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus>.

Logistiikan Maailma 2017d. Huolinta ja terminaalit. Varastointi. Varastotilojen suunnittelu. Materiaalin virtaus ja sijoittelu. Viitattu 21.4.2017 <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/materiaalin-virtaus-ja-sijoittelu>.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän. 7., uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

## Tilantarve varastossa

Tuoteryhmät	Summa / Hyllypaikat, lavaa	Summa / Lattiatila, m2	Summa / Ulkotila, m2	Summa / Katos, lavaa
<b>210 KASVIRAVINTEET</b>	<b>20</b>	<b>50,0</b>	<b>525,6</b>	
<b>10 LANNOITTEET</b>			<b>500,0</b>	
010 LANNOITTEET			500,0	
110, 115, 120, 130, 150			500,0	
<b>11 KALKKI</b>			<b>8,0</b>	
010 KALKKI			8,0	
240 KALKKI - JUUAN DOLOMIITTI			8,0	
<b>25 AMMATTIPUUTARHATARVIKKEET</b>	<b>20</b>	<b>50,0</b>	<b>17,6</b>	
010 TAIMET JA TARVIKKEET			14,4	
120 MULTA- JA TURVETUOTTEET			14,4	
020 KONEET JA TARVIKKEET			3,2	
205 KASVIHUONETARVIKKEET			3,2	
030 KALVOT JA PAKKAUKSET	20	50,0		
300 HARSOT		50,0		
305 VERKOT	1			
310 KATEMUOVIT	15			
320 SÄKIT, PUSSIT	4			
<b>213 SIEMENET</b>	<b>89</b>			
<b>13 VILJASIEMENET</b>	<b>23</b>			
020 ERIKOISKASVIEN SIEMENET	16			
160 ÖLJYKASVIEN SIEMENET	14			
170 HERNEKASVIEN SIEMENET	2			
097 MUU MYYNTI	7			
990 MUU MYYNTI (AGRO TUONTI)	7			
<b>14 PIENSIEMENET</b>	<b>66</b>			
010 NURMISIEMENET	41			
150 PELTONURMISEOKSET	27			
155 PUHTAAT PELTONURMET	14			
020 MUUT SIEMENET	25			
175 REHUKASVIEN SIEMENET	4			
180 RIISTASIEMENET	1			
572 NURMIKKOSIEMENET	20			



<b>217 REHUT</b>			<b>13</b>
<b>15 SÄILÖNTÄAINEET</b>			<b>13</b>
010 SÄILÖNTÄAINEET			13
410 EASTMAN HAPPOSÄILÖNTÄAINEET			13
<b>255 PUUTARHA</b>	<b>165</b>	<b>4,0</b>	
<b>55 PUUTARHA</b>	<b>165</b>	<b>4,0</b>	
055 TAIMET, MULLAT, LANN, TORJ.	90		
594 MULTA- JA TURVETUOTTEET	45		
595 PUUTARHALANNOITTEET	45		
056 TYÖKALUT JA TARVIKKEET	42	4,0	
496 PEHMOPAPERIT	5		
556 KOMPOSTORIT JA KÄYMÄLÄT	5	4,0	
557 PUUTARHATARVIKKEET	15		
760 LUMITYÖKALUT	6		
928 PEITTEET	7		
931 KOTTIKÄRRYT	4		
059 PIHAN SISUSTUS	3		
460 GRILLAUS	3		
060 PUUTARHAKONEET	30		
100 JD-KULUTTAJATUOTTEET	19		
606 PUUTARHAN PIENKONEET	11		
<b>257 HARRASTE-ELÄIMET</b>	<b>70</b>	<b>331,2</b>	
<b>57 HARRASTE-ELÄINTUOTTEET</b>	<b>14</b>	<b>300,0</b>	
020 HARRASTE-ELÄINTARVIKKEET	14	300,0	
280 KUIVIKEKUTTERI		200,0	
500 KUIVIKETURVE		100,0	
502 KUIVIKEPELLETIT	14		
<b>58 MAATILATARVIKKEET</b>	<b>56</b>	<b>31,2</b>	
030 MAATILATARVIKKEET	56	31,2	
230 DELAVAL AITAUSTARVIKKEET	4		
232 CORRAL AITAUSTARVIKKEET	4		
272 KERBL KARJATALOUSTARVIKKEET		3,2	
450 KÄÄRINTÄKALVOT	20		
452 AUMAKALVOT		8,0	
460 PAALAUSVERKOT	3		
462 PAALAUSNARUT	5		
792 PAKATUT SUOLAT JA KALKIT	20	20,0	
<b>260 RAUTATUOTTEET</b>	<b>86</b>	<b>81,6</b>	<b>1332,7</b>
<b>60 RAUTATUOTTEET</b>	<b>86</b>	<b>81,6</b>	<b>1332,7</b>
062 PUUPOHJ. RAK. MATERIAALIT		28,8	
643 KIPSI- JA SEMENTTILEVYT		28,8	
063 LAASTIT, ERISTEET, HARKOT	37	28,8	232,7
648 LÄMPÖERISTEET		8,4	13,5
650 SEMENTIT, KALKIT		3,6	

651 LAASTIT, TASOITTEET, MURSKEET	37	16,8		
652 TIILET, 653 HARKOT			200,0	
657 PIHAKIVET			19,2	
071 R-LVI, TERÄS, KATE, RAK.PAP	29	24,0	1100,0	
646 RAK.PAPERIT, MUOVIT, SUOD.KANKAAT		24,0		
649 SOKKELILEVYT, KOSTEUSERISTEET	7			
656 SADEVESI-, SALAOJA-, VIEMÄRIPUTKET	2		700,0	
665 RAKENNUSTERÄKSET	20		400,0	
077 SÄHKÖTYÖKONEET, LAITTEET	20			
KOKO RYHMÄ	20			
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>430</b>	<b>131,6</b>	<b>2193,5</b>	<b>13</b>