

Mikko Koivumäki

Varaston layout-suunnittelu ja varastoinnin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

12.5.2015

Alkulause

Tämä insinööri työ tehtiin yhteistyössä yrityksen Oy Kontino Ab:n kanssa. Tahdon kiittää työni ohjaajaa kehityspäällikkö Magnus Ådahlia ja logistiikkapäällikkö Karl Peltosta sekä ostopäällikkö Antti Alasta tärkeistä neuvoista ja suuresta avun annosta. Olen kiitollinen myös työni valvojan lehtori Markku Saarnion tuesta ja neuvoista. Tuhannet kiitokset ansaitsevat kuitenkin vanhempani, jotka ovat tukeneet opiskeluni Metropolia Ammattikorkeakoulussa alusta alkaen.

Helsingissä 12.5.2015

Mikko Koivumäki

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Koivumäki Varaston layout-suunnittelu ja varastoinnin kehittäminen 40 sivua + 10 liitettä 12.5.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Markku Saarnio Kehityspäällikkö Magnus Ådahl
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee varaston layout-suunnittelua ja varastotoimintojen kehittämistä. Työn tavoitteena oli kehittää varastoinnin toimintaa ja suunnitella uusi layout Oy Kontino Ab:n toimitiloihin Vantaalle.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin yleisesti varastoinnin periaatteita ja syitä, sekä erilaisia varastomalleja ja -muotoja. Tämän lisäksi varaston toimintoja käsiteltiin materiaali- virtojen, varastohallinnan, toimituksien ja asiakaspalvelutason sekä tavaran kierron osalta. Teoriaosuudessa esiteltiin myös suunnittelun apuna käytettävää tuotenimikkeiden priorisoinnin ja tehokkaan varastoinnin työkalua, ABC-analyysiä sekä lean-ajattelutapaa. Lisäksi käsiteltiin tehokkaan layoutin suunnittelussa huomioitavat asiat.</p> <p>Vantaan päävaraston ja LLO-hallin varastotoimintoja sekä layouteja tarkasteltiin ongelmakohtien selvittämiseksi. Myös yrityksen ulko- ja sisäalueiden liikennevirtoja tarkasteltiin uudistusta vaativien kohtien osalta.</p> <p>Työn toteutusvaiheessa uudet liikennevirtamallit suunniteltiin ja LLO-hallia varten mallinnettiin kolme vaihtoehtoista layoutia sekä pohdittiin päävaraston kehityskohteiden parannuksia. Ainoastaan yhtä LLO-hallin layout-vaihtoehtoa lähdettiin jalostamaan pidemmälle, mitä varten myöhemmin laskettiin uudistuksesta aiheutuvat kustannukset.</p> <p>ABC-analyysi oli avainasemassa layoutia koskevien päätösten teossa. Varastopaikkojen luonti ja tuotenimikkeiden sijoittelu suoritettiin vain yhdelle valitulle layoutille. Layoutin suunnittelussa ja varastonimikkeiden paikkojen määrittämisessä otettiin huomioon niiden dimensiot sekä muut ominaisuudet. Suunnitteluvaiheen jälkeen, layout otettiin käyttöön välittömästi sellaisenaan.</p>	
Avainsanat	ABC-analyysi, lean, varastolayout, varastointi, liikennevirta

Author(s) Title	Mikko Koivumäki Layout Design and Development of Storage
Number of Pages Date	40 pages + 10 appendices 12 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy and Environmental Engineering
Instructor(s)	Markku Saarnio, Lecturer Magnus Ådahl, Development Manager
<p>This Bachelor's thesis was carried out for Oy Kontino Ab, a company specializing in the sales and processing of steel. The main goals of this project were to develop storage operations and design a new layout for the company's warehouse in Vantaa.</p> <p>In the theoretical part of this thesis, general principles of storage and warehousing operations are discussed. Additionally, the material flows and warehouse management systems are explained as well. An ABC analysis and lean manufacturing methods are extremely essential in layout design and increasing the performance of supplies.</p> <p>Firstly, the layout dimensions and warehousing demands of LLO warehouse building in Vantaa were defined. Secondly, improvement solutions were suggested for the company's warehouse in Vantaa. The area of the warehousing buildings was examined for drafting new models of traffic flows on the company's property.</p> <p>Secondly, the new designs for traffic flows were created and the layouts of LLO building were drafted. Furthermore, the most appropriate layout was chosen for further development. In the end, all products were placed in the layout and it was introduced. Thirdly, the objectives of development were agreed by the company.</p> <p>As a result, designing the new layout was successful. It was found out that the time spent for unnecessary motions and traffic in the warehouse has been reduced. The initialization of the new layout has been performed already. In the future the suggestions for improvements will be certainly taken into consideration.</p>	
Keywords	ABC Analysis, Lean, Warehousing, Layout of Warehouse, Traffic Flow

Sisällys

Lyhenteet

Alkulause

1	Johdanto	1
1.1	Työn taustaa	1
1.2	Työn tarkoitus	1
2	Oy Kontino Ab:n yritysesittely	2
2.1	Tuotteet	2
2.2	Tuotantopalvelut	3
3	Varastointi	4
3.1	Yleistä	4
3.2	Varastomuodot	4
3.2.1	Valmistukseen liittyvät varastot	4
3.2.2	Jakeluun liittyvät varastot	6
3.3	Varastomallit	7
3.4	Varastoinnin syitä	8
3.5	Varastoista aiheutuvat kustannukset	9
4	Varaston toiminta	12
4.1	Varaston toiminnot	12
4.2	Materiaalinkäsittely	14
4.3	Varastonhallintajärjestelmät	15
4.4	Toimintavarmuus ja toimituskyky	18
4.5	Kiertonopeus ja varaston riittävyys	21
4.6	ABC-analyysi	21
4.7	Lean	23
4.8	Inventointi	24
5	Varaston layout	25
5.1	Yleistä	25

5.2	Layout-suunnittelu	26
5.3	Tilankäytön tehokkuus	28
6	Kehityskohteet ja ongelmat yrityksessä	29
7	Työn toteutus	30
7.1	Yleistä	30
7.2	Liikennevirrat	30
7.3	Layout-suunnittelu	33
7.3.1	Layout 1	34
7.3.2	Layout 2	35
7.3.3	Layout 3	35
7.4	Kustannukset	37
7.5	Kehitysehdotukset	38
8	Yhteenveto	40
8.1	Yleistä	40
8.2	Liikennevirrat	40
8.3	Layout	40
	Lähteet	41
	Liitteet	
	Liite 1. Täyttöastelaskelmat	
	Liite 2. Ensimmäinen liikennevirtamalli (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 3. Toinen liikennevirtamalli (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 4. Tampereen levyjen ennusteet ja luokitukset layouteille 1 ja 3 (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 5. Tampereen levyjen ennusteet ja luokitukset layoutille 2 (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 6. Osaston 20 levyjen ennusteet ja tiedot (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 7. Sinkopuhdistettujen levyjen ennusteet ja tiedot (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 8. Ensimmäinen layout (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 9. Toinen layout (vain tilaajan käyttöön)	
	Liite 10. Kolmas layout (vain tilaajan käyttöön)	

Lyhenteet

Fifo	<i>"First in – first out"</i> , ensin tuotu tavara poistuu varastosta ensimmäisenä.
JIT	<i>Just-In-Time</i> , "Juuri-Oikeaan-Tarpeeseen"
LLO	Levynleikkausosasto
Lifo	<i>"Last in – first out"</i> , ensin tuotu tavara poistuu varastosta viimeisenä.
RFID	Radio Frequency Identification Data, eli saattomuisti. Tuotteen mukana kulkeva älytarra, johon voidaan tallettaa tietoa.
TPS	Toyota Production System
WMS	Warehouse Management Systems

1 Johdanto

1.1 Työn taustaa

Logistiikan toimintavarmuuden merkitys ja lean-ajattelutapaan perustuvien toimintamallien käyttö on kasvanut yrityksissä huomattavasti. Tämän insinööriyön aiheena oli tutkia ja kehittää varastointimenetelmiä sekä suunnitella uusi varaston layout Oy Kontino Ab:lle. Oy Kontino Ab on suomalainen teräksen myyntiin ja esikäsitteilyyn erikoistunut yritys, ja se on perustettu vuonna 1928. Yrityksellä on varastotilat sekä Vantaalla että Tampereella. Ajatuksena on siirtää osa Tampereen tuotteista Vantaalle pysyvästi lähituotetuissa.

1.2 Työn tarkoitus

Opinnäytetyön ensisijainen tarkoitus oli kehittää varastoinnin toimintaa yleisesti Vantaan varastolla. Varastoinnin kehittäminen kohdistui pääsääntöisesti levytuotteisiin, Tampereen varastossa sijaitsevat levytuotteet tulitisiin pysyvästi siirtämään Vantaan Hakkiilaan. Tarkoituksena oli lopettaa levytuotteiden ostotoimenpiteet Tampereella ja kohdistaa kaikki tulevat ostot Vantaalle.

Ensimmäisenä tehtävänä oli jaotella Tampereen levytuotteet ja Vantaan varaston levytuotteet käyttäen ABC-analyysiä. Varastoitavat nimikkeet laitettiin tärkeysjärjestykseen kuukausittaisten myyntiennusteiden perusteella.

Toisena tehtävänä oli suunnitella uudet liikennevirrat varastojen ulkoalueille sekä uusi layout vanhaan levynleikkuhalliin. Yritys aikoi lopettaa levynleikkausosaston toiminnan ja ottaa tyhjäksi jäävän hallin varastokäyttöön. Halliin tulitisiin sijoittamaan Tampereen ja Vantaan levytuotteiden lisäksi myös sinkopuhdistetut levytuotteet.

Kolmantena tehtävänä oli pohtia varastoinnin kehitysmahdollisuuksia kaikissa Vantaan varastotiloissa, sekä päävarastossa että LLO-hallissa.

2 Oy Kontino Ab:n yritysesittely

Oy Kontino Ab on vuonna 1928 perustettu teräksen myyntiin ja käsittelyyn erikoistunut perheyritys, joka harjoittaa ainoastaan yritysmyyntiä. Oy Kontino Ab työllistää tällä hetkellä noin 120 henkilöä ja yrityksen liikevaihto oli 74,5 miljoonaa euroa vuonna 2012. Yrityksen varastot sijoittuvat kahteen kaupunkiin, Vantaalle ja Tampereelle, joissa molemmissa on kattava valikoima eri terästehtaiden tuotteita. Oy Kontino Ab ostaa terästä niin kotimaasta kuin ulkomailtakin. Yritys markkinoi tuotteitaan koko Suomessa ja aluemyyntikonttoreita on Tampereen ja Vantaan lisäksi myös Oulussa, Seinäjoella, Jyväskylässä ja Turussa sekä Kouvolassa. Terästuotteiden myynnin lisäksi Oy Kontino Ab:n esikäsittelyosasto tarjoaa tuotantopalveluita. /4./

Yritys toimii neljällä eri toimialalla, jotka ovat

- lastuava kone- ja laiterakentaminen
- teollinen sarjatuotanto
- hitsaava kone- ja laiterakentaminen
- rakentaminen. /4./

2.1 Tuotteet

Oy Kontino Ab:n varastovalikoima on hyvin kattava, yrityksen valikoimasta löytyy yleisimmät teräslaadut. Myös erikoislaatuja on saatavilla, erikseen tilattuna. Yrityksen tuotteita ovat

- palkit
- pyöröteräkset
- kankiteräkset
- ponttiteräkset
- putket ja profiilit
- kuumavalssatut levyt
- ohutlevyt
- raudoitusteräkset. /4./

2.2 Tuotantopalvelut

Oy Kontino Ab tarjoaa suoran varastomyynnin lisäksi myös useita esikäsittelypalveluita. Terästen esikäsittelypalvelut ovat lisääntyneet viime vuosina huomattavasti ja ovat nyt iso osa yrityksen toimintaa. Laaja tuotantopalveluiden valikoima vähentää asiakkaiden tarpeita tehdä suuria investointeja omiin yrityksiinsä. Oy Kontino Ab toimittaa terästuotteet asiakkaalle mittatilaustyönä, jolloin asiakkaan ei enää tarvitse esikäsitellä tuotetta ennen sen käyttöä. Yrityksen tuotantopalveluita ovat

- poraus ja aukotus
- sahaus
- ohutlevyjen raina- ja arkkileikkaus
- sinkopuhdistus ja maalaus. /4./

Porauksessa ja aukotuksessa käytetään NC-ohjattua Voortman-konetta. Sillä tehdään porauksia, kierteityksiä ja aukotuksia palkkeihin, putkiin, kankiin sekä levyihin. Koneessa on porausyksikkö ja plasmaleikkausrobotti. Poraus on mahdollista kolmelta eri sivulta ja plasmalla pystytään aukotusten lisäksi myös halkaisemaan palkkeja ja putkia sekä tekemään merkkauksia ja hitsausviisteitä. /4./

Sahauspalvelut ovat mahdollista toteuttaa lähes kaikille varastotuotteille. Sahoja on monen tarkoitukseen, putkien ja palkkien sekä kankien sahaukseen. Tampereella on käytössä korkeavarastolla varustettu sahauskeskus, joka on integroitu toiminnanohjausjärjestelmään. Tuotteet voidaan sahata myös kulmaan, jopa 60 asteeseen saakka. Ohutlevyjen raina- ja arkkileikkauspalveluita on mahdollista saada Vantaan yksiköstä asiakastarpeen mukaisesti. /4./

Sinkopuhdistus- ja maalauspalveluita tarjotaan niin ikään Vantaan yksikössä, käytössä on kaksi sinkolinjaa, joista toinen on tarkoitettu levytuotteiden sinkopuhdistukseen. Toista linjaa taas puolestaan käytetään palkkien ja putkien sinkopuhdistukseen sekä maalaukseen.

Sinkopuhdistus ja suojamaalaus ovat asiakastarpeiden mukaista toimintaa, tarjolla on kolme suojamaalausvaihtoehtoa:

- vesipohjainen konepajapohjamaali
- epoksipohjainen konepajapohjamaali
- sinkkisilikaatti konepajapohjamaali. /4./

Yritykseltä on myös mahdollista saada muita tuotantopalveluita alihankkijoiden kautta, näitä ovat muun muassa kuumasinkitys, pintamaalaus, hitsaus, koneistus, mekaaninen leikkaus sekä laser- ja vesileikkaus. /4./

3 Varastointi

3.1 Yleistä

Varastoinnin merkitys logistiikassa oli ennen vähäinen, mutta sen arvo on vuosien kuluessa noussut ja nykyään varastointi on yksi logististen järjestelmien tärkeimmistä osista. Varastotoiminta on yhteys asiakkaan ja tuottajan välillä. Nykyään varastointi on osa yrityksen logistiikkajärjestelmää, joka säilyttää tuotantomateriaaleja, keskeneräisiä tuotteita ja lopputuotteita sekä niiden osia. Varastointijärjestelmän avulla yritysjohto saa tietoa tuotteiden saldomääristä, tilasta ja sijoittelusta. /7, s. 80./

Varasto terminä voi tarkoittaa eri asioita. Varastolla voidaan talousopillisesti tarkoittaa vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta, eli yrityksen omistamia jalostamattomia tuotantomateriaaleja. Teknisesti sanalla tarkoitetaan fyysistä tilaa ja kyseisen materiaalin säilöntäpaikkaa. /2, s. 143./

3.2 Varastomuodot

3.2.1 Valmistukseen liittyvät varastot

Fyysisesti varastot voidaan luokitella säilytettävän tuotteen tai käyttötarkoituksen perusteella. Varastot jaetaan kappale- ja joukkotavaravarastoihin materiaalin perusteella. Va-

rastot ryhmitellään käyttötarkoituksen mukaisesti valmistus- tai jakeluosaston varastoiksi. Teollisuuslaitosten yhteydessä sijaitsevat valmistukseen liittyvät varastot ovat välttämättömiä, sillä ne palvelevat tuotantoa jatkuvasti. Varastot eritellään lisäksi tuotantovaiheen sekä prosessin vuorovaikutuksen mukaan. Valmistukseen liittyvät varastot jaetaan teollisuudessa yleensä viiteen päätyyppiin; raaka-aine-, puolivalmiste-, valmiste-, työväline- ja tarvikevarasto. /2, s. 146./

Raaka-ainevarastot ovat tarkoitettu tuotannossa tarvittavien materiaalien säilytykseen. Materiaali ei aina välttämättä ole jalostamaton raaka-aine vaan se voi olla myös jonkin yrityksen lopputuote, joka uudelleen jalostetaan ja käytetään tuotannon raaka-aineena. Poikkeuksena alkutuottajayritysten toimittamat raaka-aineet, jotka eivät ole lopputuotteita. Raaka-ainevarastoissa säilytetään yleensä useita eri materiaalilajeja, jotka saapuvat suurissa erissä ja harvoin, kun taas varaston lähtöerät ovat pieniä ja niitä lähtee tiheään tahtiin. Tunnusomaisia piirteitä tällaiselle varastolle on, että siellä säilytettävät materiaalit yleensä kestävät karkeaa käsittelyä ja materiaalinimikkeiden yksikköhinnat ovat pieniä. /2, s. 146./

Puolivalmiste- eli välivarasto on tarkoitettu keskeneräisten tuotteiden varastointiin eri tuotantovaiheiden välillä ja se on olennainen osa tuotannon toimintaa. Välivaraston liikenne on vilkasta, sillä sinne saapuvien tuotteiden erät ovat yhtä suuria kuin lähtevien tuotteiden erät ja tahti on yhteneväinen. Erät sijaitsevat yleensä kaukana toisistaan. Välivaraston toiminnan yhteydessä voidaan tehdä myös välitarkastuksia, kuten esimerkiksi mittauksia. /2, s. 146./

Valmiste- eli tuotevarasto on tarkoitettu tuotannossa valmistuneiden lopputuotteiden varastointiin. Materiaalimäärät ovat pieniä suhteessa raaka-ainevarastoon, sillä osa tuotannossa käytettävästä raaka-aineesta menee hukkaan ja siitä tulee jätettä. Tuotevaraston materiaalit eivät yleensä kestä karkeaa käsittelyä, sillä useimmiten ne ovat jo viimeistelyjä tai matkalla viimeistelyyn olevia tuotteita. Valmistevaraston tuotteen yksikköhinta on suuri, johtuen tuotantovaiheiden tuomista kustannuksista. Tuotteita saapuu varastoon tiheään tahtiin ja pienissä erissä, mutta lähtevät erät ovat valtavia. /2, s. 146./

Työvälinevarastossa säilytetään tuotannossa tarvittavia työkaluja. Varastossa on useita nimikkeitä, mutta kutakin nimikettä on vain muutama kappale. Tarvittava työkalu on oltava helposti ja nopeasti saatavilla. Työkalujen kunnossapito on tärkeää niiden toimintavarmuuden kannalta. /2, s. 147./

Tarvikevaraston tarkoituksena on säilöä tuotantoprosessiin ja laitteiden kunnossapitoon tarvittavia aineita ja tarvikkeita, kuten pakkaustarvikkeita, varaosia sekä poltto- ja voiteluaineita. /2, s. 147./

3.2.2 Jakeluun liittyvät varastot

Tuotannosta valmistunut tuote jatkaa matkaansa kohti käyttökohdetta, matka etenee jakelureitin mukaisesti. Jakelureitin varrella sijaitsevat varastot palvelevat niin tuotanto- ja kuljetusyrityksiä kuin kauppiaitakin. Osa näistä varastoista tekee yhteistyötä myös viranomaisten kanssa. Jakeluun liittyvät varastot voidaan jakaa viiteen päätyyppiin, tukku-, myynti-, turva-, terminaali- ja tullivarastoon. /2, s. 147./

Tukkuvaraston tarkoituksena on toimia tuotannon ja myynnin väliportaana. Tukkuvaraston tuotevalikoima on laaja, sinne saapuvat erät ovat isoja ja hajanaisia, kun lähtevät erät ovat pieniä ja tiheitä. Lähtöerien toimitukset ovat lyhytaikaisia. Varaston tavaramäärä vaihtelee ja on riippuvainen kysynnästä sekä toimitusajasta. Varastotilat ovat monipuolisia, koska tuotteiden olosuhdevaatimukset, lämpötila ja kosteus, ovat erilaisia. /2, s. 147./

Myyntivarasto sijaitsee myyntipisteen yhteydessä, varasto täydentää myyntipisteen toimintaa. Saapuvien tuotteiden erät ovat kooltaan kohtalaisen suuria, mutta lähtöerät ovat puolestaan hyvin suppeita. Varastosta myytävät tuotteet eivät noudata ennakkotilausmenettelyä, vaan ne toimitetaan suoraan varastosta. /2, s. 147./

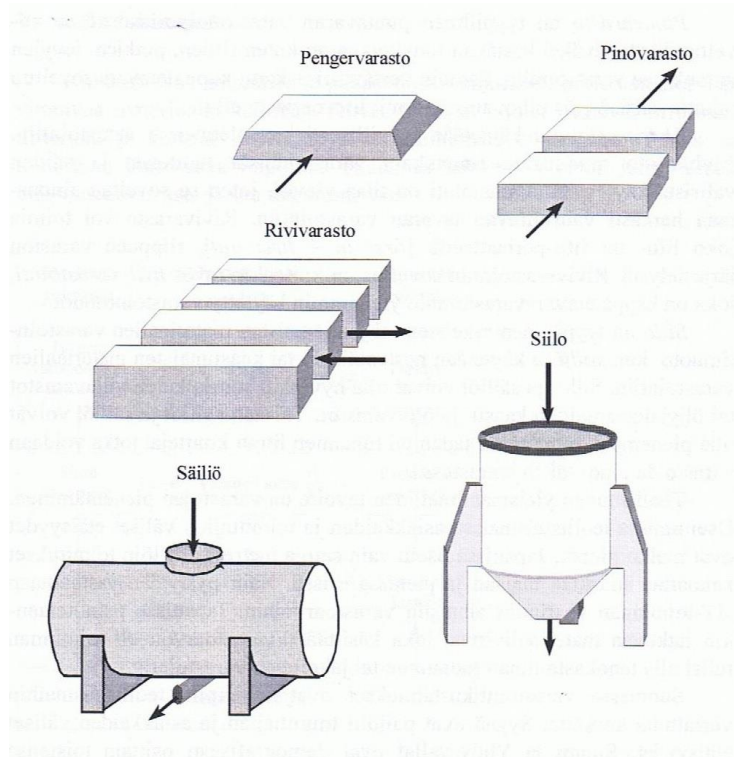
Turva- eli varmuusvaraston tarkoituksena on poistaa häiriötekijät tärkeiden materiaalien saatavuuden turvaamiseksi. Tuotenimikkeitä on vähän, mutta jokaista nimikettä on monta kappaletta. Varmuusvaraston tavaraliikenne on hidasta. /2, s. 147./

Terminaalivarasto toimii jakelun alussa, lopussa tai liittymäkohdissa. Varastoitavat tuotteet ovat moninaisia ja toisistaan hyvin poikkeavia. Tuotteiden varastointiaika on lyhyt ja tavarankäsittely on tehokasta. Vilkkaan liikenteen vuoksi, liikennevirtojen suunnittelun tärkeys ja liikennesääntöjen noudattaminen on suuressa roolissa terminaalivaraston ulkoalueella. /2, s. 147–148./

Tullivaraston ”toiminta perustuu voimassa oleviin tullisäädöksiin”. /2, s. 148./

3.3 Varastomallit

Teollisuudessa käytetään erilaisia varastomalleja, näistä tyypillisempiä ovat pengervarasto-, rivivarasto ja pinovarasto sekä silot ja säiliöt (kuva 1).



Kuva 1: Erilaisia varastomalleja. /2, s. 149./

Pengervarasto on joukkotavaravarasto, joka on kaivosteollisuudessa ja maansiirrossa yleisesti käytetty varastomalli. Varaston täyttäminen ja tyhjentäminen tapahtuu samasta suunnasta, joten varasto toimii niin sanotulla lifo-periaatteella. Varasto kootaan kauhakuormaajaa tai puskutraktoria apuna käyttäen. Tyhjentäminen voidaan suorittaa niin ikään kauhakuormaajalla tai sitten kaivinkoneella. /2, s. 149./

Pinovarasto on lifo-periaatteella toimiva joukkotavaravarasto ja sitä käytetään muun muassa puutavaran varastoinnissa. Se soveltuu hyvin sellaisille tuotteille, jotka ovat materiaalinsa ja kokonsa puolesta riittävän lujia kuten putket, levyt ja tangot. Mutta myös kapaletavaraa voidaan varastoida pinoon, kunhan se on kestävästi pakattu. Pinovaraston täydentäminen ja tyhjentäminen tapahtuu pääsääntöisesti nosturilla tai trukilla. /2, s. 150./

Rivivarasto on tyypillinen kappaletavaran varastointiperiaate. Rivivarastossa tuotteet varastoidaan rinnakkain omiin sarakkeisiinsa ja käyttävät erottavat sarakkeet toisistaan. Tällainen varastointi vie paljon tilaa, joten rivivarastointia käytetään vain äärimmäisissä tilanteissa, kuten helposti vaurioituvien tuotteiden varastoinnissa. Rivivarastointia joudutaan käyttämään myös siinä tapauksessa, kun pinovarastoinnissa pinojen massa kasvaa niin suureksi, etteivät pinon alimmat tuotteet enää kestä niihin kohdistuvaa painoa. Varaston järjestelystä riippuen, rivivarastoa voidaan ohjata sekä lifo- että fifo-periaatteella. Yleisimmin rivi- tai pinovarastointia tehokkaampi tapa on käyttää hyllyvarastointia, joka onkin tänä päivänä hyvin suosittua. /2, s. 150./

Siiloja ja säiliöitä käytetään kiinteiden, nestemäisten ja kaasumaisten aineiden varastointiin. Pääsääntöisesti siiloissa säilötään kiinteitä, rakeisia tai jauhemaisia, aineita ja säiliöissä nesteitä sekä kaasuja. Siilojen ja säiliöiden käyttötarkoitus ja koko voi vaihdella suuresta viljavarastosta pieneen, muutaman sadan litran, konttiin. Pienet siilot ja säiliöt voidaan edelleen varastoida pino- tai rivivarastoihin. /2, s. 150./

Nykyajan teollisuudessa pyritään pienentämään varastoja, koska asiakkaiden ja toimittajien välimatkat ovat lyhentyneet monissa maissa. Lean-ajattelutavan mukainen JIT-varastointijärjestelmä pyrkii jatkuvaan materiaalivirran kautta tehokkaaseen tuotantoon, jossa tuotannon ja jakelureitin varastointia ei tarvittaisi lainkaan. /2, s. 150./

3.4 Varastoinnin syitä

Yleisesti ottaen varastoa pidetään eräänlaisena puskurina, jotta yrityksen toimitusvarmuus säilyisi kysynnän heilahteluista ja kausivaihteluista sekä kilpailusta huolimatta. Varastointi nostaa ja ylläpitää asiakaspalvelutasoa sekä vähentää tuotantokustannuksia. Varastointi on tärkeää myös nykyaikaisten JIT-toimintatapojen tukemisen kannalta, jotta asiakkaiden ja toimittajien lean-ajattelutapaan perustuvat toiminnot eivät häiriintyisi. Varasto voi muodostua myös siksi, että tuotantolinjalla jonkin työpisteen vastaanottokyky on pienempi kuin edelliseltä pisteeltä saapuvan tavarán määrä. /7, s. 81; 2, s. 154./

Varastoinnin viisi pääasiallista syytä ovat

- taloudellisen edun saavuttaminen
- kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen
- tuotannon erilaistamisen mahdollistaminen
- epävarmuudelta suojautuminen
- jakelukanavan kriittisten rajapintojen puskurina toimiminen. /2, s. 223./

3.5 Varastoista aiheutuvat kustannukset

Varastoitavien tuotteiden määrästä riippuvat varastointikustannukset koostuvat useista osakustannuksista ja ovat yksi ratkaisevimmista logistiikkaan kuuluvista osatekijöistä. Nämä kustannukset sisältävät vain ne kustannustekijät, jotka ovat riippuvaisia varastotasosta. Kokonaiskustannukset koostuvat varastotoimintojen kustannuksista sekä pääoma- ja häviökustannuksista, kuvassa 2 on suuruusluokka-arvio näiden kustannusten muodostumisesta. /7, s. 111–112./

	Kustannuslaji	%
Varastotoimintojen kustannukset	Tilakustannukset	1 - 5
	Työkustannukset	1 - 5
	Varastotekniikan kustannukset	2 - 8
	Hallintokustannukset	1 - 2
Pääomakustannukset	Tuotteisiin sidotun pääoman kustannukset	12 - 25
Häviökustannukset	Hävikikustannukset	2 - 5
	Puutekustannukset	1 - 5
YHTEENSÄ		20 - 55

Kuva 2: Varastoinnin kustannusten prosentuaalinen osuus varastoon sidotusta pääomasta. /7, s. 112./

Varastoinnista aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa neljään pääryhmään:

- pääomakustannukset
- vakuutusmaksut
- varastotilasta aiheutuvat kustannukset
- riskikustannukset. /7, s. 112./

Huomattavin osa varaston kokonaiskustannuksista rakentuu pääomakustannuksista, koska rahat, jotka voitaisiin käyttää muihin investointeihin, ovat kiinni varaston ylläpidossa. Näitä pidetään vaihtoehtokustannuksina, mikä tarkoittaa, että yritys voisi saada tuottoa sijoittamalla rahat toisenlaiseen tarkoitukseen. Yrityksen tulot ja ulkopuolisista lähteistä saadut rahat, kuten pankkilaina tai osakkeiden myynnillä kerätyt varat, kerryttävät yrityksen pääomaa. Tuotantolaitoksen varaston arvoa laskiessa tulee ottaa huomioon sekä kiinteät että muuttuvat kustannukset. Tukku- ja vähittäismyyjien osalta varaston arvona pidetään sen nykyhankinta-arvon ja kuljetuskustannusten summaa. Varaston arvon laskenta on monimutkaista, sillä sen suorittamiseen löytyy useita eri vaihtoehtoja. Useimmat tuotantoyritykset käyttävät yhtä seuraavista kolmesta varaston arvon määrittämistavoista: lifo-, fifo-, tai keskimääräisten kustannusten menetelmää. /7, s. 112–113./

”Keskimääräiset kustannukset: Tämä menetelmä voi perustua liikkuvaan keskiarvoon, jolloin jokaisen uuden hankintaerän kustannukset lisätään jäljellä olevan varaston hankintakustannuksiin uuden keskihinnan saamiseksi.” /7, s. 113./

Vakuutusmaksut eivät ole suoraan verrannollisia varastoitavan tavaran määrään, sillä vakuutus määritellään varastotilassa säilytettävän tavaran arvon mukaan ja se otetaan aina eräälle ajanjaksolle. Sinä aikana säilytettävien tuotteiden lukumäärä voi muuttua, jonka seurauksena myös varaston arvo muuttuu. Vakuutusehtoja tarkastellaan kuitenkin useasti, jolloin mahdolliset vaihtelut vaikuttavat epäsuorasti myös vakuutusmaksuihin. Korvausarvon lisäksi vakuutusmaksujen suuruuteen vaikuttavat myös varastorakennuksen ominaisuudet, kuten rakentamisessa käytetyt materiaalit ja rakennuksen ikä sekä rakennuksen palontorjuntalaitteet. /7, s. 114./

Varastotilasta aiheutuvat kustannukset vaihtelevat sen tyyppin mukaan, nämä voidaan jakaa neljään perustyyppiin:

- tuotantolaitosten varastot
- yleiset varastot
- sopimusvarastot
- yksityiset varastot. /7, s. 114./

Tuotantolaitosten varastojen tilakustannukset ovat enimmäkseen muuttumattomia, mutta mikäli muuttuvia kustannuksia ilmenee, usein ne muodostuvat tuotannon läpimenevien tuotteiden aiheuttamista kustannuksista. Varastossa säilytettävien tuotteiden lukumäärien vaihtelut eivät vaikuta muuttuviin tilakustannuksiin. /7, s. 114./

Yleiset varastot laskuttavat palveluistaan käsittelykustannusten ja varastointikustannusten perusteella. Käsittelykustannukset pitävät sisällään saapuvien ja lähtevien tuotteiden käsittelystä aiheutuvat kulut, ja varastointikustannukset muodostuvat jaksottaisesti varastoivan tavaran määrän mukaan. Tuotevaraston muuttuviin kustannuksiin kuuluu vain ja ainoastaan varastointikustannukset, jotka ovat riippuvaisia varastotasoista. /7, s. 114./

Sopimusvarasto voi olla esimerkiksi pitkäaikaisvuokrattu eli liisattu, joka tulee englannin kielen sanasta *leasing*. Kun sopimusvarastoja käytetään, vuokrattavan tilan koko on määritelty maksimivarastotilan mukaan, joka on suurin varastointiin tarvittava tila sopimusajanjakson aikana. Vuokra on kiinteä varastotasoon nähden, mutta voi muuttua kuukausittain tai vuosittain, jos vuokrasopimusta uusitaan. Sopimus- ja yksityisvarastojen kustannukset tulee ottaa huomioon yritysten varastointikustannuksissa. Kustannuksia ei tule ottaa huomioon tuotevarastoista aiheutuviin kustannuksissa, koska jakeluvaroissa säilytettävän tavaran määrän vaikutus niihin on mitätön. /7, s. 114–115./

Varastoinnista aiheutuvat riskikustannukset vaihtelevat yrityksittäin, ne koostuvat useimmiten neljästä kustannuksien aiheuttajasta:

- vahingoista
- vanhentumisesta
- hävikistä
- uudelleensijoittamisesta /7, s. 115./

Varastoinnista aiheutuviin vahinkokustannuksiin kuuluvat ne kustannukset, jotka heilhtelevat varastotasojen muutosten perusteella. Kuljetuksen aikana sattuneet vahingot eivät kuulu vahinkokustannusten joukkoon, koska ne eivät liity varastotasoihin vaan tavaran läpimenoon. Tuotevahinkojen seurauksena ilmenevien valitusten ja mahdollisten niitä seuraavien korvausten jälkeiset nettokulut luokitellaan vahinkokustannuksiksi. /7, s. 115./

Tuotteiden vanhentuuessa, niiden hintaa täytyy alentaa myynnin mahdollistamiseksi tai ne täytyy hävittää kokonaan. Vanhentumisen vuoksi toiminnan kannattamattomuus kasvaa ja siitä aiheutuu kuluja. Näitä kutsutaan vanhentumiskustannuksiksi, jotka muodostuvat tuotteen alkuperäiskustannusten ja sen jäännösarvon erotuksesta. Vanhentumis-

kustannus voi olla myös tuotteen normaalihinnan ja alennetun myyntihinnan erotus. Yritykset ottavat nämä kustannukset huomioon tuotteet valmistumis- ja hankintakustannuksissa. /7, s. 115./

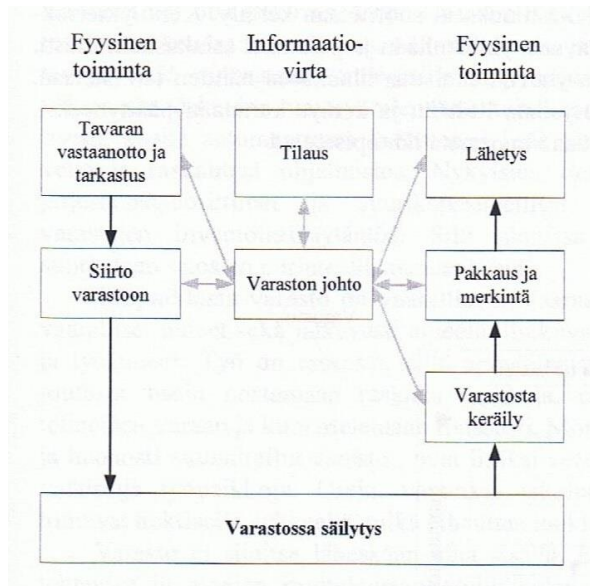
Varastohävikki johtuu yleensä inhimillisistä tekijöistä, kuten varkauksista ja varastotietojen kirjanpidon huolimattomuudesta sekä virheellisestä tuotteiden keräilystä. Virheellinen tuotteiden keräily tarkoittaa, että varastosta on poimittu tilauksesta poikkeavia tuotteita tai poimittujen tuotteiden lukumäärä tai massa ei vastaa tilauksessa osoitettua kappalemäärää taikka painoa. /7, s. 115./

Jotta vanhentumisilmiötä voitaisiin ehkäistä, täytyy tuotteita siirrellä varastojen välillä. Näitä kuluja kutsutaan uudelleensijoittelukustannuksiksi. Tuotteiden kysyntä on hyvin riippuvainen sen maantieteellisestä markkina-alueesta. Vaikka tavara pitäisi kuljettaa maailman ääriin, saattaa se silti olla tuottoisampaa kuin kyseisen tuotteen myyminen alueella, jossa sen myynti on heikkoa. Olettaen, että tuotteen kysyntä on riittävä uudella myyntialueella ja sen arvo on alentunut merkittävästi alkuperäisellä markkina-alueella. Uudelleensijoittelukustannukset on huomioitava varastoista aiheutuviissa kustannuksissa, sillä ne kertovat yleensä liian isokokoisesta tuotevarastosta. /7, s. 115./

4 Varaston toiminta

4.1 Varaston toiminnot

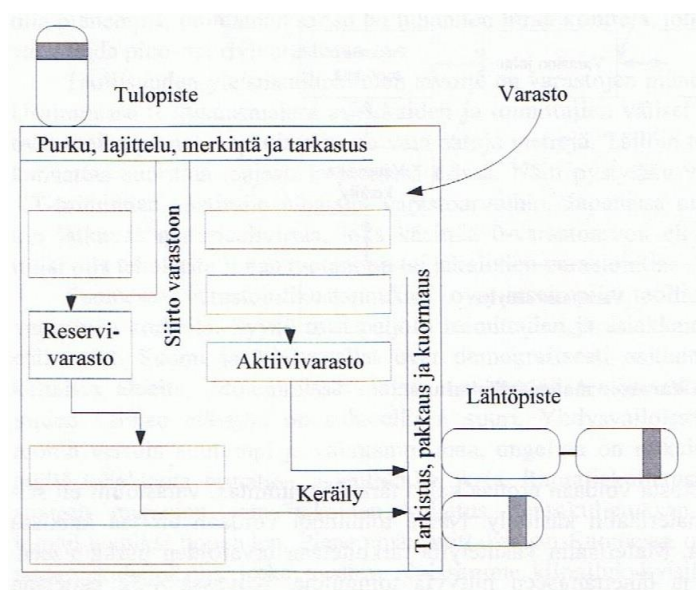
Varaston toiminnan tulee olla erittäin selkeää ja ennalta määrättyä, jotta materiaalivirrat saadaan kuljetettua hallitusti varaston läpi. Kuva 3 osoittaa hyvin selkeästi miten varasto pääpiirteittäin toimii. Tilaus on impulssi, jonka seurauksena toiminta alkaa. Varaston johto vastaa tilauksen toteutumisesta tiedottamalla siitä eteenpäin. Kuvan harmaat nuolet havainnollistavat informaatiovirtaa kun taas puolestaan mustat nuolet ovat merkkejä fyysisestä toiminnasta pisteiden välillä. /2, s. 151./



Kuva 3: Varaston materiaalitoiminnot. /2, s. 151./

Varaston toiminta voidaan jakaa kahteen tärkeään osaan, tavaran säilytykseen ja materiaalin käsittelyyn. Materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan tavaran siirtoa, kuten vastaanotettavan tavaran purkamista ja lähtevän tavaran lastaamista sekä tuotteiden poimintaa varastosta. Tuotteiden käsittely on nimetty fyysiseksi toiminnaksi kuvassa 3. /2, s. 151./

Yksinkertaistetun päivittäistavaravaraston materiaali virtaa kuvaava esimerkki löytyy kuvasta 4. Kyseisen mallin mukaiset toiminnot löytyvät jokaisesta varastosta, jotka liittyvät jakelutiehen ja teollisuuteen. /2, s. 151./



Kuva 4: Varaston materiaali virta /2, s. 152./

Kuvan 4 varaston tulopisteessä saapuva tavara vastaanotetaan ja puretaan sekä tuotteiden kunto tarkastetaan. Tulopisteessä on myös tärkeä varmistaa, että rahtikirjan ja saapuvan tavaran lukumäärä ja sisältö vastaavat niitä tietoja, jotka tilauksen yhteydessä on sovittu. Kun tavara on saatu purettua, tehdään saapumisilmoitus ja tuotteet kirjataan varastohallintajärjestelmään. Tuotteet siirretään niiden omille paikoille aktiivivarastoon ja varastopaikkojen täytyessä osa tavarasta siirretään reservivarastoon. Aktiivipaikkojen tyhjentyessä ne täydennetään reservipaikkojen tavaroilla, jos kyseistä nimikettä on saatavissa reservivarastosta. /2, s. 152./

Kun asiakas tekee tilauksen, se siirtyy varastohallintajärjestelmään poimittavaksi. Varastotyöntekijä suorittaa poimintaluettelon mukaisen keräilyn ja pakkaa tuotteet asiakas-kohtaisesti sekä tarkastaa tavaran kunnon. Konkreettisen keräilyn jälkeen, poimitut tuotteet kirjataan varastointijärjestelmään, jolloin keräys kuitataan valmiiksi. Tässä yhteydessä pakkaus osoitetaan ja lähetyslista lisätään, minkä jälkeen tavara on valmiina lastattavaksi lähtöpisteessä. /2, s. 152./

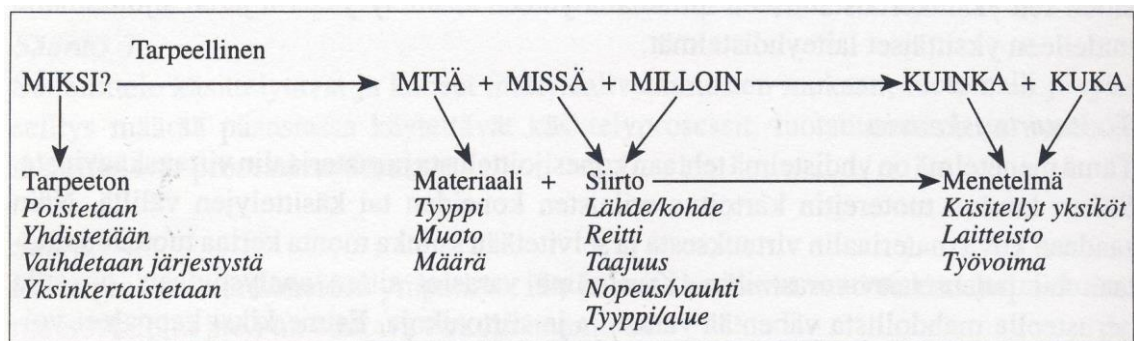
4.2 Materiaalinkäsittely

Materiaalinkäsittelyksi luokitellaan kaikki fyysiset toimenpiteet, kuten tuotantoon liittyvä muokkaus ja materiaalin siirtely. Varastoinnissa materiaalia ei varsinaisesti käsitellä, vaan sitä säilytetään varastotilassa. Materiaalien ja tuotteiden liikuttelu varastossa luokitellaan materiaalinkäsittelyksi, näitä kutsutaan sisäisiksi siirroiksi. Kaukokuljetuksia ei lasketa materiaalinkäsittelyksi, vaikka niissä materiaali pysyy koskemattomana kuten sisäisissä siirroissakin. Sana sisäinen siirto tai kuljetus ei aina tarkoita varaston sisällä tapahtuvaa toimintaa, vaan se voi ulottua myös varaston ulkopuolelle. Useilla yrityksillä on monia rakennuksia samalla tontilla, tuotanto- ja varastotilat saattavat siis olla jakautuneet useaan osaan. Tuotteita voidaan säilyttää myös ulkoalueilla, jos ne kestävät mahdolliset sääolosuhteet, ja tällöin sisäisiä siirtoja tapahtuu ulkoalueen ja sisävaraston välillä. Joka tapauksessa varastojen hallinta ja suunnittelu ovat merkittävä osa materiaalinkäsittelyä. /2, s. 163./

Materiaalinkäsittelyyn kuluvaan aikaan vaikuttaa vahvasti tavaroiden siirtotavat niin tehtailla kuin varastopaikoillakin, ja tämä näkyy myös valmistusajoissa. Kuljettimien käytössä on sekä hyvät että huonot puolensa. Niiden käyttö mahdollistaa vaivattoman tavaran siirron ja ne ovat tarpeellinen yhteys työpisteiden välillä. Huono puoli kuljettimissa on

niiden hitaus, tästä syystä kuljetin toimii eräänlaisena välivarastona. Välivarastointi kasvaa myös kuormalavoja käytettäessä, sillä yleensä työntekijä odottaa kunnes lava on täynnä. Valmistusaikoja voidaan lyhentää, kun lavakokoa tai työpisteiden välillä siirrettäviä eräkokoja pienennetään. /3, s. 128./

Siirto-ongelmien ehkäisyyn on olemassa kaksi menetelmää, joko tarkastellaan kahden työpisteen välistä liikehdintää tai seurataan sieltä lähtevää ja sinne tulevaa liikennettä. Kuvassa 5 nähdään koherentti ja systemaattinen ratkaisumalli, jonka avulla päätetään käytettävä menetelmä. /3, s. 128./



Kuva 5: Ratkaisumalli siirto-ongelmien ehkäisemiseksi. /3, s. 128./

4.3 Varastonhallintajärjestelmät

Varastonhallintajärjestelmien tehtävänä on kehittää henkilöstön työskentelyn tehokkuutta, koska henkilöstökustannukset ovat iso osa, jopa yli puolet, varastoinnin kokonaiskustannuksista. Varastonhallinnan päämääränä on varastotasojen kontrolloiminen, ja siinä on otettava huomioon varastoinnista ja sen ohjauksesta johtuvat kustannukset sekä palvelutasoa koskevat ehdot. Varaston täydennykset ja täydennyserien koko käsitellään varastonohjauksen puitteissa. Tinkimättömien toimitusehtojen saavuttamiseen ja mittavien määrien ohjaamiseen vaaditaan varasto-ohjattua logistiikkaa, kun tuotteita ei ole kannattavaa valmistaa pienissä erissä ja niiden menekki on ennalta arvattavan vaaka. /8, s. 61–62./

Varastonhallintajärjestelmiä (WMS) käytetään materiaalien ja tuotteiden liikuttamisen, vastaanoton, varastoinnin, poiminnan ja pakkauksen sekä toimituksen kontrollointiin ja ohjaukseen. Laadukkaan järjestelmän avulla kaikki nämä toiminnot saadaan kirjattua

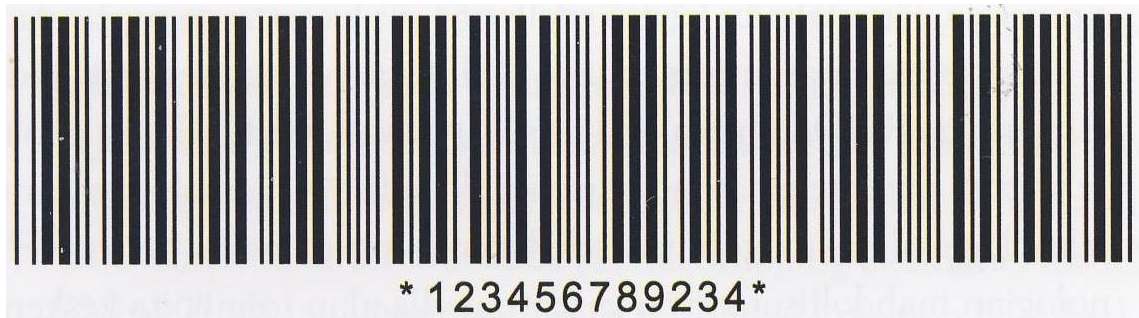
ylös ja pystytään laatimaan jokaiselle tuotteelle tarkka varastopaikka ja sijainti. Varastohallintajärjestelmä on usein osa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää ja sen avulla pystytään parantamaan keräilyn tehokkuutta, jäljittämään tuotteita ja tilauksia sekä reduceimaan mahdollisia virheitä. Tilaustenkäsittelyn tehostaminen ja tavarankäsittelyn minimointi ovat varastohallinnan pääasiallisia tavoitteita. Varastohallinnassa käytetään apuna viivakoodeja sekä RFID- ja puheohjaustekniikoita. Nämä menetelmät tehostavat pääoman, materiaalien ja henkilöstön käyttöä sekä nostavat palvelun ja laadun tasoa. /8, s. 62./

Viivakooditekniikka (kuva 6) on maailmanlaajuisesti standardoitu teknologia, jota käytetään apuna informaation tallentamisessa ja yksittäisten tuotteiden tunnistuksessa. Viivakoodin tunnistaa jonoon asetetuista merkkiviivoista, jotka luetaan optisesti tietokoneella. Viivakoodi välittää tietokoneelle tietoa kyseisestä tuotteesta. Viivakooditekniikan myötä tietojen oikeellisuus on varmistunut. Se on lisäksi edullista ja tiedon tallentaminen sekä lukeminen ovat helppoa ja nopeaa. Nykypäivänä käytössä olevat mukana kannettavat päätelaitteet ovat mullistaneet viivakooditekniikan, työntekijä saa päätelaitteeseen tilauksien tiedot sekä poimintaluettelot. Viivakoodilukijan avulla voidaan kuitata vastaanotettavia tai lähetettäviä tilauksia sekä suorittaa keräily, jolloin tieto poimintaluettelon mukaisesta valmiista keräilystä siirtyy suoraan varastohallintajärjestelmän kautta yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Viivakoodeja suositaan myös siksi, että inhimillisten virheiden määrä pysyisi alhaisena. /8, s. 62./



Kuva 6: GS1-128-viivakoodi on yleinen logistiikassa. /8, s. 63./

Rahtikirjanumeron avulla lähetys saadaan yksilöityä ja voidaan olla varmoja siitä, ettei kahta samanlaista numeroa tule vastaan Suomen kotimaan liikenteessä. Rahtikirjanumeroiden mukana tuleva Code39-viivakoodi (kuva 7) on ilmainen ja vapaasti käytettävissä, mutta rahtikirjoissa voidaan käyttää myös muita viivakooditulosteita. /8, s. 63./



Kuva 7: Code39-viivakoodi. /8, s. 63./

RFID-menetelmän ensimmäiset ohjelmistot kehitettiin vuosikymmeniä sitten, mutta silti se on viivakooditeknologiaan verrattuna melko uusi varastohallinnassa käytettävä väline. Tuotteisiin asennetaan RFID-siru, joka on luettavissa siihen tarkoitetulla päätelaitteella. Tieto välittyy lukijan kautta varastohallintajärjestelmään. RFID:n etuja ovat

- reaaliaikaisuus
- keräilytarkkuuden kehittyminen
- suurempi kapasiteetti tietojen tallennukseen kuin viivakoodia käytettäessä
- tuotteen elinkaaren seuraaminen (raaka-aineista tuotantoon ja kehitykseen asti)
- hyvä lukuvarmuus
- sirun tunnistettavuus ilman näköyhteyttä
- enemmän käyttömahdollisuuksia kuin viivakoodissa
- hyvä kulutuskestävyys pölyisissä olosuhteissa
- laadukas tietoturva. /8, s. 64./

RFID on nykypäivänä käytössä useissa teollisuuden suuryrityksissä. Sen avulla saadaan redusoitua henkilökuluja ja manuaalista työskentelyä varastossa, sekä helpotettua ostajan ja toimittajan välistä kommunikointia. RFID on alentanut virheiden lukumäärää ja on tehokas työkalu esimerkiksi lentoyhtiöiden matkatavaroiden ohjauksessa ja jäljityksessä. Tämän on arvioitu tuovan satojen miljoonien dollareiden säästöt lentoyhtiöille vuodessa. RFID-järjestelmä on suosittu myös lääketeollisuudessa hyvien tietoturvaominaisuuksiensa vuoksi ja esimerkiksi maataloudessa siru voidaan laittaa eläimeen, jonka avulla saadaan tietoa eläimestä. Järjestelmän huonoja puolia ovat korkeampi hinta viivakoodi järjestelmään nähden ja sen turvallisuus. Näistä syistä johtuen RFID:n leviäminen markkinoilla on ollut hidasta. Jotta mahdollinen kilpailevan yrityksen pääsy tietoihin käsiksi saataisiin estettyä, vaatii se luotettavaa suojausta. /8, s. 64./

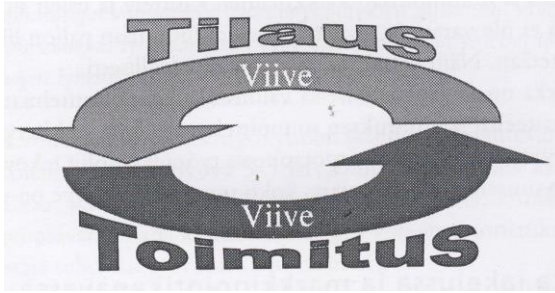
Puheohjaus on nykyään hyvin yleisesti käytetty menetelmä varastonohjauksessa, vielä viime vuosituhanalla kyseiselle idealle naurettiin ja sitä pidettiin mahdottomana toteuttaa. Tänä päivänä päivittäistavarakaupat poimivat tuotteensa varastosta yli 90-prosenttisesti puheohjauksella, ja tukku- ja käyttötavarakaupat käyttävät sitä yhä enemmän. Myös muiden toimielinten osuus puheohjauksen käyttäjistä on selvässä kasvussa, esimerkiksi voidaan mainita sähkötarvikkeita ja auton varaosia sekä lääkkeitä myyvät yritykset. Puheohjausjärjestelmä operoi varastopaikkojen- ja käytäviennumeroinnin perusteella. Puheohjauksella saavutettavia hyötyjä ovat

- tarkkuuden kehittyminen tuotteiden poiminnassa
- nopeampi keräilyprosessi
- työturvallisuuden ja ergonomian parantuminen käsillä tehtävän työn vähentymisen vuoksi
- parempi kilpailukyky. /8, s. 64./

Puheohjaus mahdollistaa useamman eri tilauksen käsittelyn samaan aikaan, tästä syystä keräilijän ei tarvitse käyttää aikaa siirtymiseen varastopaikkojen välillä. Puheohjaus antaa käsille ja silmille vapaudet tehdä muita keräilyyn liittyviä työtehtäviä sillä aikaa, kun kone poimii tuotteet. Työn laatu ja tehokkuus ovat paremmat sekä virheiden ja valitusten lukumäärä on pienempi. Puheohjaus soveltuu hyvin tehokkaaseen ja joustavaan työskentelyyn. /8, s. 64–65./

4.4 Toimintavarmuus ja toimituskyky

Toimituskyky on suoraan verrannollinen siihen, kuinka hyvin logistinen prosessi toimii, mikä taas on erittäin riippuvainen yritysten kyvystä tehdä yhteistyötä keskenään. Asiakkaan tarpeita koskevasta puutteellisesta informaatiosta johtuva lyhyt toimitusaika saattaa aiheuttaa tavarantoimittajalle suuret kustannukset turhan varastoinnin vuoksi. Asiakas saattaa tietämättään aiheuttaa tällaisen tilanteen kilpailuttaessa logistiikkayrityksiä ja saa sillä aikaan tuotteen hinnan nousun lisääntyneiden kustannusten vuoksi. Kun on riittävän ajoissa liikkeellä, eikä parin viikon toimitusaika aiheuta ongelmia, sekä yritys että asiakas säästävät selvää rahaa (kuva 8). Tuote ehditään mahdollisesti jopa hankkia suoraan valmistajalta, jolloin säästytään turhalta varastoimiselta. /9, s. 150./

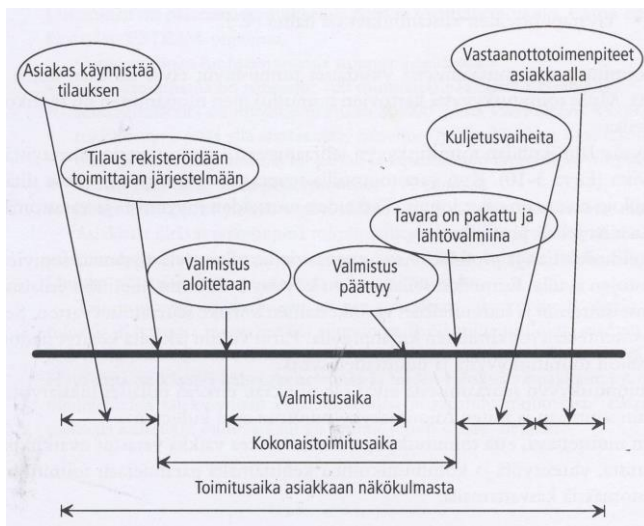


Kuva 8: Tilaus-toimitusprosessi. Tilaus-toimitusprosessissa on useita eri viiveitä, niitä pyritään vähentämään tavarantoimittajan ja asiakkaan yhteistyön avulla. /9, s. 150./

Toimitusaika alkaa asiakkaan tilauksesta ja päättyy siihen, kun asiakas vastaanottaa kuljetuksen. Toimitusaikaan vaikuttaa tilaus-toimitusprosessin eri vaiheet, joita ovat tilauksen käsittely, valmistus tai varastotyö, toimitus ja kuljetuksen vastaanotto sekä vaihtelevat odotusajat osaprosessien välissä. Jokaisella vaiheella on oma läpimenoaika, johon lasketaan mukaan myös varastoinnista aiheutuva lisäaika. Osaprosessien välisten odotusaikojen osuutta kokonaisläpimenoajasta voidaan kuvata ajankäytön tehokkuudella. /9, s. 150–151./

$$\text{Ajan käytön tehokkuus} = \frac{\text{Aktiivinen käsittelyaika}}{\text{Kokonaisläpimenoaika}} (\%) \quad (1)$$

Yrityksen toimintavarmuutta voidaan kuvata todellisen ja luvatus toimitusajan erotuksena (kuva 9). Tästä syystä on tärkeää seurata, että prosessi suoritetaan huolellisesti ja aikamääreistä pidetään kiinni. /9, s. 151./



Kuva 9: Toimitusajan osatekijöitä. /9, s. 151./

Toimitusajan lisäksi on tarkkailtava myös varaston toimituskykyä, jolla kuvataan tuotteet saatavuutta.

$$\text{Toimituskyky} = \frac{\text{Asiakastilausten mukaisesti toimitetut tilaukset}}{\text{Kaikki vastaanotetut tilaukset}} (\%) \quad (2)$$

/9, s. 152./

Jos varastosta on jollakin ajanjaksolla tilattu viisikymmentä tuotenimikettä, mutta kolmea nimikettä ei ole saatavilla tarvittavaa määrää, saadaan varaston toimituskyvyksi 94 %. Yleensä tilatut tuotteet tarkastetaan jo etukäteen, onko varastossa saatavilla asiakkaan tilauksen mukainen tavaramäärä. Tästä syystä toimituskyvyn mittaamisessa saattaa ilmetä ongelmia, mutta tosin mahdollisesta pulmasta kertominen asiakkaalle jo tilausvaiheessa on osa asiakaspalvelua. /9, s. 152./

Todellisen toimituskyvyn hahmottaminen lukujen perusteella on joskus hankalaa, tästä syystä onkin hyvä käyttää toimituskyvyn seuraamiseen tuotteiden omia profiilikuvia (kuva 10). Profiilikuvat ovat eräänlaisia tutkimuksia puutteellisen toimituskyvyn syistä ja ovat erittäin suuri apu todellisen toimituskyvyn parantamiseen. Toimituskykyä seurattaessa lukuarvot eivät ole kovinkaan tärkeitä, vaan merkittävintä on se miten ja mihin suuntaan toimituskyky muuttuu ajan myötä. Toimituskyky ei ole riippuvainen varaston koosta, vaan se voi olla hyvällä tasolla vaikka varasto olisikin pieni. Toimituskyvyn kehityksessä onkin siis tärkeämpi keskittyä tehokkaaseen ohjaukseen ja yhteistyöhön sekä parempaan kommunikaatioon kuin varastolaajennuksiin. /9, s. 152./

Syy puutteelliseen toimituskykyyn	Maaliskuu					Yht.
	3	4	5	6	7	
Ei tilattu	II			III	I	6
Tilattu, mutta toimitus on myöhässä	III	IIII	II	II	I	13
Väärä saldo varastokirjanpidossa	I	III	IIII	III	IIII II	19
Tavara ei kuulu valikoimaamme	IIII	IIII III	II	III	IIII	23
Hintamme on liian korkea	IIII	II	II	I		10
Tuote ei täytä asiakkaan vaatimuksia	III	I	III	IIII	IIII	16
Toimitusaikamme on liian pitkä	IIII	III	I	III	III	15
Yhteensä	24	22	15	20	21	102

Kuva 10: Tutkimus toimituskyvyn puutteista. /9, s. 153./

4.5 Kiertonopeus ja varaston riittävyys

Tavaran kiertonopeus perustuu varaston kiertoaikaan, joka tarkoittaa kahden tilaustäydennyksen välistä aikaa. Toimituksen läpimenoaika puolestaan on tuotteen valmistusaika tilauksesta toimitukseen. Suurella kiertonopeudella tuotteet ovat varastossa lyhemmän ajan, jonka vuoksi varastoon sijoitettavan pääoman tarve on pienempi kuin hitaammin kiertävässä varastossa. Myös tuotteiden pilaantumiseriski, eli viimeisen käyttöpäivän ylitys tai tavaran vanheneminen, pienenee varaston kierron tehostuessa. Varaston kiertonopeus lasketaan vuosittaisen käytön tai myynnin mukaan, parametrit ilmaistaan hankintahinnoin:

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Vuoden myynti tai käyttö}}{\text{Varastojen keskiarvo}} \quad (3)$$

Todellisuudessa keskiarvon laskeminen on vaikeaa, mutta riittävä likiarvo saadaan kun lasketaan tarkasteluhetken varasto keskiarvo. /2, s. 155–157./

Kiertonopeus on hyvin teoreettinen, eikä anna realistista sekä järkevää kuvaa varaston toiminnasta. Kiertoajan sijaan on parempi tutkiskella varaston riittävyyttä, se ilmaisee ajan kuinka kauan varastossa riittää tavaraa tilaustoimitusten välissä. Parametrit merkitään tässäkin tapauksessa hankintahinnoin:

$$\text{Varaston riittävyys} = \frac{\text{Varaston arvo}}{\text{Vuositarve}} \times 365 \quad (4)$$

Jos tiedetään kiertonopeus, voidaan varaston riittävyys laskea kaavalla:

$$\text{Varaston riittävyys} = \frac{365 d}{\text{Kiertonopeus}} \quad (5)$$

/2, s. 163./

4.6 ABC-analyysi

ABC-analyysi on analyttinen johtamisväline, jonka avulla tuotteet jaotellaan niiden tuotavuuden ja menekin perusteella. ABC-menetelmä perustuu Pareton sääntöön (80:20 periaate), jossa 80 % seurauksista johtuu 20 % syistä. Tämä tarkoittaa, että pieni osa

tuotteista aiheuttaa korkean tuottavuuden. Tuotteet jaetaan kolmeen ryhmään, joista kukin ryhmä on eriarvoinen. A-luokka on arvokkain ja tuottavin sekä sen tuotteilla on suurin kiertonopeus, kun taas C on vähiten tuottavin ja hitaimmin kiertävä tuoteluokka. Varastotuotteiden luokituksessa ABC-menetelmä ilmaisee tuotteiden varastonimikkeiden tarpeellisuudet, niiden myyntiennusteiden perusteella. /3, s. 117/.

ABC-menetelmän käyttö varten tulee tehdä ABC-analyysi, varastohallinnassa se tarkoittaa tuotteen vuosikulutusarvon (VKA) laskemista. Kulutusmäärä voi olla joko toteutunut tai ennakoitu. /3, s. 118/.

$$VKA = \text{Vuotuinen kulutusmäärä} \times \text{Tuotteen yksikköhinta}$$

ABC-analyysin tekemisessä listataan kaikki luokiteltavat tuotteet ja niiden VKA:t sekä lasketaan kumulatiivinen VKA. Tämän jälkeen lasketaan kumulatiivinen prosenttiosuus, jonka perusteella voidaan määrittää tuotteiden luokitukset (kuva 11). /3, s. 118/.

Osa nro	Vuosikulutusarvo (VKA)	Kumulatiivinen VKA (mk)	Kumulatiivinen prosentti	Luokka
CD-002	42000	42000	48,0	A
FD-039	22000	64000	73,1	A
C-729	9000	73000	83,4	B
BE-465	5500	78500	89,7	B
AB-112	4000	82500	94,2	B
FD-101	3000	85500	97,7	C
EE-556	800	86300	98,6	C
GD-533	750	87050	99,4	C
A-611	300	87350	99,8	C
FD-178	200	87550	100,0	C

Kuva 11: ABC-analyysi. /3, s. 119/

Jotta luokitukset voidaan tehdä, tulee ensin määrittää kunkin luokan prosenttiosuus kokonaiskulutuksesta. Valitaan kullekin ryhmälle oma arvonsa ja jaetaan tuotteet luokkiin sen mukaisesti, (kuva 12). Tässä tapauksessa tuotteet on jaettu 20/30/50-suhteella. /3, s. 119/

Luokka	Tuotteiden lukumäärä	%-osuus tuotteista	Arvo/ryhmä	%-osuus arvosta
A	2	20	64000	73,1
B	3	30	18500	21,1
C	5	50	5050	5,8

Kuva 12: Yhteenveto ABC-analyysistä. /3, s. 119./

Tässä helppo esimerkki, tuotteet jaetaan 40/30/30-suhteella. Tämä tarkoittaa, että 40 % kokonaiskulutuksen yläpäästä kuuluu A-luokkaan ja 30 % kokonaiskulutuksen alapäästä kuuluu C-luokkaan sekä B-luokkaan kuuluvat kaikki tuotteet siltä väliltä.

4.7 Lean

Lean-ajattelu on johtamisfilosofia, joka perustuu Toyotan tuotantojärjestelmään (TPS). Filosofian avulla pyritään ehkäisemään tuotannon hukkaa ja välttämään pullonkauloja. Tarkoituksena on käyttää, juuri oikealla hetkellä ja oikea määrä, vain niitä materiaaleja joita tarvitaan tuotteen valmistukseen. Tämän seurauksena tuotannon kustannukset pienenevät ja läpimenoajat lyhenevät sekä tuotteiden laatu paranee. Lean-ajattelussa pyritään täydellisyyteen ja tästä syystä jatkuvan kehityksen mahdollistaminen on yksi tavoitteista. Nämä kyseiset tuotannon hukat voidaan jakaa seitsemään osaan:

- yliprosessointi
- ylituotanto
- liike
- varastot
- odotusaika
- kuljetukset
- viallinen tuote. /6, s. 108–113/.

Lean-ajattelun keskeisin asia on JIT-järjestelmä (Just-In-Time), joka tarkoittaa suomeksi ”Juuri-Oikeaan-Tarpeeseen”. Sen toiminta perustuu imuohjaukseen, jossa tuotteen valmistus aloitetaan tarpeesta. Tämä toimii työntöohjaukseen nähden päin vastaisesti, sillä

työntöohjauksessa tarve lähtee tuotanto-ohjelmista. Työntöohjauksessa tuotteita valmistetaan varastoon, kun taas imuohjauksessa tuotteita valmistetaan tilauksesta. JIT:ssä pyritään pääsemään eroon turhista varastotiloista ja viallisista osista. Turhat varastotilat, kuten odotusvarastot, lisäävät turhia kustannuksia. Tehokkaasti käytössä olevat välivarastot ja jatkuva tuotanto lyhyine läpimenoaikoineen on JIT-järjestelmän tavoite. Näin päästään eroon seisovien varastojen aiheuttamista välillisistä kustannuksista ja pystytään tehostamaan tuotantoa. JIT on tunnettu niin tuotantolaitoksilla kuin ostovarastoissakin. Jotta raaka-ainevarastoja voitaisiin pienentää, täytyy asiakasyritysten tehdä toistuvia tilauksia säännöllisin väliajoin, jotta tuotteen valmistus ja toimitus imuohjauksella on kannattavaa. /6, s. 111; 3, s. 152–153/.

Imuohjausjärjestelmistä käytetään yleisimmin Kanban-järjestelmää, jossa Kanban-kortille kirjataan kokoonpanotyössä käytettävät lisäkomponentit. Kortti ilmaisee mahdollisen tarpeen lisäkomponenttien valmistamiseen ja toimittamiseen. Kokoonpanotyössä tarvittavat komponentit otetaan työpisteiden varastoista pienissä erissä, ja työpiste valmistaa uusia komponentteja poistuneiden tilalle tarvittavan määrän. Kanban-kortti antaa luvan vain siirtämään tai tuottamaan osia. Järjestelmän sääntöjen mukaan, osien valmistaminen ilman Kanban-lupaa on kielletty. Tarvittavat lisäkomponentit siirretään työpisteellä vakiolaatikoissa. Laatikon sisällä on aina oltava Kanban-kortti ja laatikon on oltava täynnä ennen siirtoa. Tällä tavoin voidaan kontrolloida valmistettavien osien lukumäärää. Järjestelmän avulla pienennetään todennäköisyyttä osien ja materiaalien puutteellisuudesta tuotannon eri vaiheissa. Varastojen hallinnassa Kanban-järjestelmä auttaa ehkäisemään ylisuurien varastojen tarvetta, sillä uusi valmistettu tuote-erä vain korvaa edellisen varastosta lähteneen erän. /3, s. 153/.

4.8 Inventointi

”Varaston konkreettinen inventointi käsittää kaikkien varastossa säilytettävien tuotteiden laskentaa, punnitsemista tai muuta mittaamista sekä tulosten kirjaamista.” /3, s. 121/.

Varaston inventointi on tärkeää monestakin syystä, on varmistettava, että varastonkirjanpito pitää paikkaansa ja varaston arvo täsmää taselaskelmassa. Inventoinnissa saadaan selville varaston mahdollinen hävikki ja sen heikkoudet niin ylläpidossa kuin valvonnassakin. Esiintyvien virheiden lukumäärä ja suuruus on hyvä mittari varaston valvonnan sekä varastoinnissa käytettävien menettelytapojen tehokkuudesta. /3, s. 121./

Inventointi voidaan suorittaa määräaikaisesti tai kiertävästi. Määräaikaisessa varastoinventaarissa koko varasto käydään läpi kerralla, esimerkiksi tilikauden päätyttyä. Toimenpide voidaan kuitenkin suorittaa useammin kuin kerran vuodessa, mutta se teettää valtavasti töitä ja on aikaa vievää toimintaa, joten tästä syystä inventaari suoritetaan yleensä tuotantoseisokin aikana. Määräaikainen varastoinventaari tulee valmistella huolella ja se tulee olla hyvin organisoitu. Kiertävällä inventoinnilla puolestaan tarkoitetaan jatkuvaa, tuotannon ohessa tapahtuvaa, inventointia. Varastontarkastuksista tehdään suunnitelma, jonka mukaan varastoja tarkistetaan säännöllisin väliajoin. Kaikki tuotteet käydään läpi vähintään kerran tai tarvittaessa useamminkin. Kiertävässä inventoinnissa käytetään ABC-luokituksia ja ohjelma määrittää kuinka paljon tuotteita lasketaan jokaisena työpäivänä. Tarkastelu keskittyy tärkeimpiin, A-luokan tuotteisiin ja laskenta voidaan täten suorittaa normaalina työaikana ilman valtavia valmisteluja. Fyysinen varaston läpikäynti suoritetaan kuitenkin samalla tavalla kuin määräaikaisessa inventoinnissa. /3, s. 121./

5 Varaston layout

5.1 Yleistä

Yksi tärkeimmistä asioista varaston suunnittelussa on saada aikaan tehokkaasti toimiva layout, jotta varaston tuottavuus saataisiin mahdollisimman korkeaksi ja ylimääräisiltä kustannuksilta vältyttäisiin. Toimivalla layoutilla on neljä tunnusmerkkiä:

- varaston läpimenon lisääntyminen
- tuotteiden virtauksen kehittyminen
- kustannusten redusointi
- parempi asiakaspalvelutaso
- ergonomisempi työympäristö. /7, s. 106./

Optimaaliseen varastolayoutiin vaikuttavat säilytettävien tuotteiden ominaisuudet, kilpailuympäristö ja asiakasvaatimukset sekä yrityksen taloudelliset voimavarat. Layoutia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös tiedonkulusta, varastotilasta, henkilökunnasta ja laitteista aiheutuvat kustannukset ja niiden väliset suhteet. /7, s. 106./

5.2 Layout-suunnittelu

Varastolayoutin suunnittelun tulee olla hyvin organisoitua toimintaa, joten paras menettelytapa on käyttää ennalta sovittuja toimintatapoja. Tässä on esimerkki seitsemänvaiheisesta suunnitteluohjeesta:

- Määritetään vähintään viiden vuoden kasvuennuste tuotelinjalle.
- Tutkitaan siirrettäviä tavaramääriä, materiaalien virtausta ja tuotelinjaa sekä näiden varastotilan koon tarpeellisuutta.
- Tarkastellaan materiaalinkäsittelylaitteille määrättyjä ehtoja.
- Muodostetaan varastotilalle määrätty vaatimukset viideksi tulevaksi vuodeksi.
- Kartoitetaan jokaisten varastotoimintojen väliset suhteet ja niiden riippuvaisuus toisistaan.
- Suunnitellaan monta erilaista layout-mallia.
- Valikoidaan paras layout-malli ja lähdetään kehittämään sitä perusteellisesti yksityiskohtia myöten. /7, s. 107./

Tuotteita voidaan säilöä varastossa joko satunnaisella tai osoitetulla varastopaikalla. Satunnaisella varastopaikalla tarkoitetaan lähintä tyhjää paikkaa, kuten laatikkoa, hyllyä tai avointa tilaa, jonne tuote voidaan sijoittaa. Näiden tuotteiden keräily suoritetaan fifo-säännön mukaisesti. Satunnaisten paikkojen käyttö hyödyntää varastotilan tehokkaasti, mutta työpisteiden väliset matkat, tavaran poimintavaiheessa, voivat kasvaa pitkiksi. Tämän tyyppiset varastot ovat yleensä lähes täysin automatisoituja, minkä vuoksi henkilö- ja käsittelykulut ovat vähäiset. Puolestaan osoitettuja varastopaikkoja käytettäessä kaikkia tuotteita säilytetään pysyvästi tuotteiden omilla varastopaikoilla. Tämä käytäntö on yleistä varastoissa, joissa tavaran käsittely hoidetaan manuaalisesti.

Varastoitava tavara voidaan luokitella sen yhteensopivuuden, täydennettävyyden tai kysynnän perusteella. Yhteensopivuus on merkki tuotteiden yhteisvarastointi mahdollisuuksista, esimerkiksi kemikaaleja ei voida varastoida yhdessä elintarvikkeiden kanssa. Täydennettävyys liittyy eri tuotteiden yhteistilauksiin ja yhteisvarastointiin, kuten siihen, että tietokoneiden komponentteja ja tarvikkeita varastoidaan toistensa läheisille varastopaikoille. Tavaran kiertonopeudet ja läpimenot riippuvat tuotteiden kysynnästä, ja tästä syystä suuren menekin omaavat tuotteet tulisi sijoittaa lähelle purku- ja lastausalueita.

Hitaasti kiertävät, heikon kysynnän omaavat, tuotteet taas tulisi varastoida kauemmaksi näiltä alueilta. /7, s. 107–108./

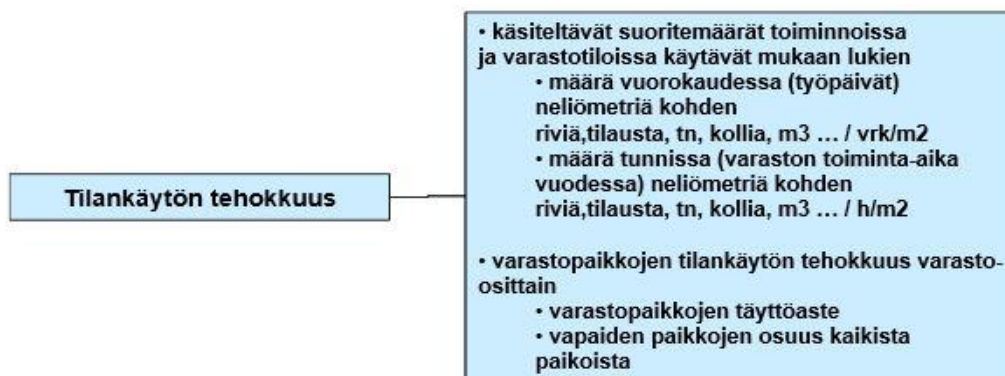
Tietokoneen avulla on mahdollista jakaa varaston tuotteet siten, että seuraavana listatut päämäärät ovat tavoiteltavissa:

- Tuotteet, joilla on suuri kysyntä, varastoidaan lastausalueiden läheisyyteen. Tämän avulla saadaan eliminoitua materiaalinkäsittelylaitteiden turhat liikkeet.
- Tuotteet, joiden kysyntä on vähäinen, säilötään kaikista kauimpana lastausalueista. Materiaalinkäsittelylaitteilla tehtävät pitkät siirrot saadaan näin ollen minimoitua.
- Varaston keskialueelle sijoitetaan yleensä sellaiset tuotteet, joiden kysyntä on keskivertotasoa ja vastaanotto on jaksoittaista. Ne ovat yhteensopivia suuren kysynnän omaavien tuotteiden kanssa ja tarvitsevat käsittelytoimenpiteitä keräilyn yhteydessä. Keskialuetta voidaan myös käyttää suurimenekkisten tuotteiden passiivivarastona, eli varapaikkana, jos niiden oman varastoalueen kapasiteetti ylittyy hetkellisesti.
- Käytävien suunnittelussa on tärkeää huomioida esteetön kulku purku-, varasto- ja lastausalueiden välillä.
- Varastoalueita suunniteltaessa on huomioitava päätuotteiden läpimeno ja mitat, jonka takia jokaiset hyllyt ja lattipaikat eivät voi olla samankokoisia. Tämä antaa mahdollisuuden käyttää varaston kuutiota tehokkaasti. /7, s. 108./

Toimivan sisäisen layoutin lisäksi on tärkeää huomioida myös varaston ulkoiset rakenteet, kuten vastaanotto- ja lähetyslaiturit. Purkuun ja lastaukseen tarvittavat tilat ovat samankaltaisia ja tästä syystä ne toimivatkin yleensä niin sulassa sovussa keskenään, ettei niiden välillä käytännössä ole eroa. Tällä tavoin vältetään ajoneuvojen turhalta siirtelyltä, kun voidaan purkaa ja lastata auto samalta laiturilta. Kun ajoneuvojen tiedot ja kuormien koot ovat tiedossa, voidaan jokaisen laituri paikan purkualueen koko määrittellä kokemuksen perusteella siten, että se olisi käytännöllinen asianomaiseen toimintatapaan nähden. Vaihtoehtoinen tapa määrittellä laiturialueet on hyväksikäyttää saapuvien ja lähtevien ajoneuvojen aikatauluja, määrättyjä maksimiodotusaikoja ja purkuun sekä lastaukseen käytettyjen aikojen keskiarvoja. Täytyy kuitenkin muistaa, että kaikki ajoneuvot eivät välttämättä kuljeta tavaraa molempiin suuntiin, tämä on tapauskohtaista ja yrityksestä riippuvaa. /7, s. 108–109./

5.3 Tilankäytön tehokkuus

Tilankäytön tehokkuuden osoituksessa käytetään erilaisia mittareita, jotka koskevat yleensä joko toimitiloja, käytäviä tai varastopaikkoja. Kuvassa 13 on esitelty tilankäytön tehokkuuden mittarit.



Kuva 13: Tilankäytön tehokkuuden mittarit. /1, s. 18./

Vuorokausiperusteisten tehokkuusarvojen käyttö hankaloituu sen myötä, mitä pidempiä toiminta-aikoja varasto on toiminnassa. Ainoastaan ne varaston toimintatunnit, kun työkennellään täysipainoisesti, tulisi ottaa huomioon tuntiperusteisia arvoja käsiteltäessä. Poikkeuksellisista tilanteista johtuvat ylimääräiset toimintatunnit täytyisi jättää pois laskuista. /1, s. 18./

Varastolayoutin tehokkuutta voi kuvata täyttöasteella, joka ilmaisee prosentuaalisesti kuinka paljon varastoitavat tuotteet vievät koko varastotilasta. Täyttöaste voidaan määrittää tuotenimikkeiden mittojen ja lukumäärän sekä varastopaikkojen kokojen avulla. Täyttöasteeseen tulee suhtautua tapauskohtaisesti, sillä monimuotoisilla tuotteilla ei saada yhtä suurta täyttöastetta, koska ne vievät paljon tilaa. Varastopaikkojen tyhjentymässä vajeat pinot tai rivit tulisi täyttää tai siirtää tuotteet sopivamman kokoiseen varastopaikkaan. Muussa tapauksessa vajeana oleva varastopaikka on käytännössä vain puoli-ikä käytössä. 100-prosenttinen täyttöaste ei käytännöllisesti katsoen ole mahdollista ja se ei saa olla päämääräinen tavoite, koska kausiluontoisten heilahteluiden vuoksi varastossa täytyy olla toleranssia. /1, s. 18./

$$Täyttöaste = \frac{\text{Varastoitavan tavaran tilavuus}}{\text{Varastotilan tilavuus}} \times 100(\%) \quad (6)$$

/9, s. 61./

6 Kehityskohteet ja ongelmat yrityksessä

Opinnäytetyön päämääränä oli tutkia Oy Kontino Ab:n Vantaa toimipisteen nykyistä tilannetta ja kehittää varaston toimintaa. Yrityksen tuotantopalveluiden toiminta on lähes täysin materiaalin kysyntään pohjautuvaa, eli imuohjaustyypistä toimintaa. Yritys pyrkii noudattamaan JIT-menetelmää kaikilla osa-alueillaan.

Pääasiallinen kehityskohde oli vanha LLO-halli, jossa ennen toimineet levynleikkauspalvelut oli lopetettu. Hallissa on hyvät olosuhteet, koska se on kuiva ja lämmin. Tehtävänä oli suunnitella kyseiseen tilaan täysin uusi layout. Levynleikkaus- ja muut levytyöstökoneet olivat osittain poistettu hallista jo valmiiksi, mutta osa niistä pysyi hallissa koko suunnittelutyön ajan ja kaksi levynleikkauskonetta tulevat pysymään jatkossakin, ainakin toistaiseksi. Leikkauskoneiden lopullista poistoa hankaloittaa niiden heikko kysyntä, joka tekee koneiden myynnistä vaikeaa.

Koko hallin pinta-ala on noin 3 225 m², mutta siinä tulee ottaa huomioon sinkopuhdistusradan kuljetin, halliin toistaiseksi jäävät levynleikkauskoneet ja käytävät sekä turvaetäisyydet. Hallin kaakkoispuolen päädyssä oli lisäksi 9 m pituinen kuollut alue, jota ei voitu käyttää varastotilana. Syy tälle oli se, että hallissa on kaksi siltanosturia, joista toisessa toimi vain yksi nostoyksikkö kahdesta. Joten tämä nosturi oli käytännössä käyttökelloton, koska taakka pitäisi aina tasapainottaa ja siihen kuluisi liikaa aikaa. Nosturi täytyi vain ajaa syrjään ja tästä syystä sen alla olevaa tilaa ei voitu käyttää varastointiin, koska varastoon laitettavia tuotteita tulitaisiin pääsääntöisesti käsittelemään siltanosturilla. Todellinen käytettävissä oleva kokonaispinta-ala oli noin 1 820 m². Hallissa on yksi pääväylä ja yksi sivuväylä, jotka kulkevat hallin poikki lounais-koillis-suunnassa.

Tavoitteena oli saada tehokasta varastointia tukeva layout, jossa otettaisiin huomioon varastonimikkeiden tarpeellisuudet ja käytettäisiin lean-ajattelutapaa apuna layoutin suunnittelussa. Layout-suunnittelun lisäksi tehtävänäni oli hahmotella varaston sisä- ja ulkoalueille uudet liikennevirrat.

Päävaraston kehittäminen oli toissijainen tehtävä tässä opinnäytetyössä. Yrityksen varaston uudistus -projektin edetessä, päävaraston layoutiin tulee varmasti muutoksia, mutta tässä opinnäytetyössä ei oteta kantaa uudistusten toteuttamiseen.

7 Työn toteutus

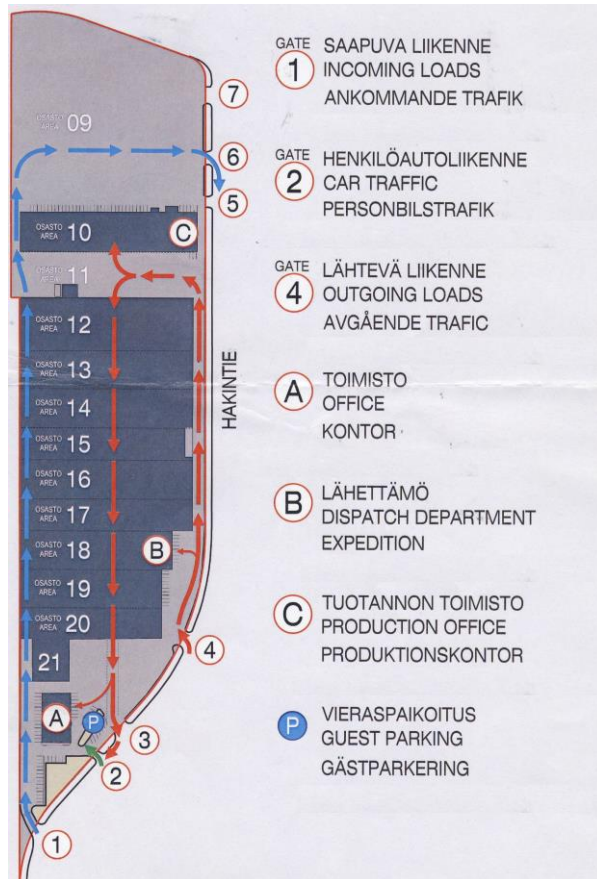
7.1 Yleistä

Opinnäytetyön tekemisessä käytettiin apuna kahta ohjelmistoa, Autocad 2014 ja Microsoft Excel 2013. Cad-ohjelmistolla tehtiin muutokset varaston pohjakuviin ja tontin kaavapiirrookseen Excel-ohjelmistoa käytettiin ABC-analyysin tekemiseen ja tuotteiden varastopaikkojen määrittämiseen sekä täyttöasteen ja kustannusten laskemiseen.

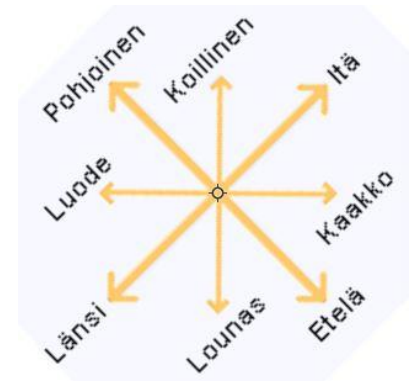
Kun virallinen päätös LLO-hallin ottamisesta varastokäyttöön tuli, alettiin suunnitella sinne uutta layoutia. Alkuperäisenä ajatuksena oli, että kaikki Tampereen varastossa olevat levytuotteet sijoitettaisiin lopullisesti kyseiseen halliin. Mikäli varastoon jäisi tilaa, loput neliöt käytettäisiin Vantaan päävaraston tuotteiden kuten harjateräskieppien, levyjen ja kelojen varastointiin. Kyseiseen halliin kaavailtiin myös sinkopuhdistettujen levyjen varastointia, koska suuret levyt ajetaan sinkoradan kuljettimella välipihan läpi LLO-halliin ja kuljetetaan sieltä lavetilla takaisin päävarastoon. Itse sinkopuhdistuslaitteisto on päävaraston sisällä, mutta suuria levyjä ei pystytä ajamaan takaisin peruuttamalla, sillä ne saattavat jäädä jumiin laitteen sisälle. Projekti alkoi varaston sisä- ja ulkoalueiden liikennevirtojen hahmottelulla.

7.2 Liikennevirrat

Alkuperäisessä liikennevirtamallissa (kuva 14) lähettämö sijaitsee päävaraston oikealla puolella ja lähtevän liikenteen reitti kulkee päävaraston seinustaa pitkin välipihalle, joka sijaitsee sen koillispuolella. Välipihalta on sisäänkäynti päävarastoon ja LLO-halliin, reitti kulkee päävaraston ensimmäiseltä osastolta (12) varaston läpi aina sen lounaispäätyyn, osastolle 20 saakka. Saapuva liikenne tulee puolestaan sisään varastoon sen lounaispuolen vasemmasta laidasta, liikennevirta kulkee koko matkan vasenta laitaa osastolta 20 osastolle 12 saakka. Tämän jälkeen reitti jatkuu välipihan (osasto 11) läpi ja menee LLO-hallin (osasto 10) vasenta puolta sen koillispuolen ulkoalueelle (osasto 9). Pihalta ajoneuvot ajavat ulos suoraan yleiselle tielle, portti on ulkoalueen oikeassa laidassa.



Kuva 14: Alkuperäiset liikennevirrat. /5./



Kuva 15: Ilmansuunnat suhteutettuna kuvaan. /10./

Liikennevirroista tehtiin kaksi mallinnusta, molemmissa malleissa LLO-halli on otettu varastokäyttöön ja kulkeminen hallin läpi on mahdollistettu hankkimalla uusi ovi pihan (osasto 9) puolelle. Kummassakin suunnitelmassa on huomioitu lähettämön uusi sijainti, joka tulisi olemaan LLO-hallin kaakkoispäädyssä, sen oikealla laidalla. Siinä tilassa on tällä hetkellä Oy Kontino Ab:n tuotantopalveluiden toimisto. Uusien liikennevirtojen vuoksi tontille pitäisi tehdä yksi uusi liittymä ja portti, joka yhdistäisi välipihan julkiseen tiehen. Muutoksia tuli edellä mainittujen lisäksi ainoastaan lähtevän liikenteen reitteihin varaston ulkoalueilla. Molemmissa mallinuksissa saapuvan liikenteen virrat ja lähtevän liikenteen virrat päävaraston sisällä pysyivät samoina.

Ensimmäisessä mallissa (liite 2) lähtevän liikenteen reitti muistuttaa hieman kahdeksikkoa, ajoneuvot ajavat reitin seuraavien ohjeiden mukaisessa järjestyksessä:

- Ajoneuvot tulevat sisään uudesta välipihan liittymästä ja kuljettajat asioivat LLO-hallin päädyssä sijaitsevassa lähettämössä.
- Jos ajoneuvoon lastattavat tuotteet sijaitsevat osastoilla 12–20, siirrytään välipihalta suoraan päävarastoon.
- Jos ajoneuvoon lastattavat tuotteet sijaitsevat osastoilla 9–10, siirrytään välipihalta suoraan LLO-halliin. Osastolta 10 poistutaan pihan (osasto 9) kautta suoraan julkiselle tielle.
- Jos ajoneuvoon lastattavia tuotteita sijaitsee molemmissa varastoissa, ajetaan ensin osaston 10 läpi pihalle (osasto 9), jonka jälkeen siirrytään julkisen tien kautta takaisin välipihalle ja siitä jatketaan matkaa päävaraston sisälle, osastolle 12.
- Päävarastosta poistutaan lounaispään ovesta, joka sijaitsee osasto 20 vieressä. Tästä matka jatkuu etupihan läpi suoraan julkiselle tielle.

Toisessa mallissa (liite 3) lähtevän liikenteen sisäänkäynti on riippuvainen lastattavista tuotteista. Ensimmäisessä mallissa kaikki lähtevä liikenne tuli sisään välipihan liittymästä, mutta toisessa mallissa osa tulee suoraan sisään pihapuolen (osasto 9) liittymästä ja osa siirtyy suoraan päävarastoon. Tässä mallissa pyritään siihen, että lähettämöön olisi kulkuyhteys molemmilta puolilta LLO-hallia. Reitti valitaan seuraavien ohjeiden mukaan:

- Jos ajoneuvoon lastattavia tuotteita sijaitsee osastolla 9–10, ajetaan suoraan sisään pihapuolen portista ja siirrytään osaston 9 kautta LLO-halliin.
- Lastauksen jälkeen ajoneuvo siirtyy joko päävarastoon tai välipihan kautta takaisin julkiselle tielle, riippuen siitä sijaitseeko lastattavia tuotteita päävarastossa vai ei.
- Jos ajoneuvoon lastattavia tuotteita sijaitsee osastolla 12–20, siirrytään suoraan välipihan kautta päävarastoon.

Siitä kumpaa liikennevirtamallia tullaan tulevaisuudessa käyttämään, ei tehty päätöstä vielä tässä vaiheessa. Molempien mallien hyvänä puolena voidaan pitää mahdollisuutta jakaa eri halleihin sisään menevä ja ulos tuleva liikenne, minkä avulla saadaan ehkäistyä turhia läpiajoja. Tällä tavoin myös liikenne on sulavaa ja ruuhkien määrä vähenee.

Ensimmäinen malli on siitä helppo toteuttaa, että kaikki lähtevä liikenne kulkee lähettämön kautta jo ennen lastausluettelon tulostamista. Tästä syystä kuljettajat ajaisivat aina

samaan paikkaan ja väärinkäsityksiltä välttyttäisiin. Huono puoli ensimmäisessä mallissa on mahdolliset ruuhkat välipihalla, koska kaikki lähtevä liikenne ajaa sitä kautta.

Toinen malli on hieman hankalampi toteuttaa, koska kuljettajien täytyy saada jo etukäteen tieto siitä, kummasta sisäänkäynnistä heidän on ajettava tontille, pihan vai välipihan puolelta. Tämä saattaisi aiheuttaa väärinkäsityksiä, mutta tällä tavoin ehkäistäisiin välipihan ruuhkia. Sillä ne ajoneuvot joihin lastataan tavaraa LLO-hallista tai molemmista varastoista, ohjattaisiin välipihan sijaan suoraan pihan puolelle (osastolle 9).

7.3 Layout-suunnittelu

Liikennevirtojen hahmottelun jälkeen alettiin suunnittelemaan uutta layoutia. LLO-hallista mallinnettiin kolme vaihtoehtoista layoutia, joihin sijoitettiin pelkästään levytuotteita. Tampereelta tulevat levyt ja sinkopuhdistetut levyt mallinnettiin jokaiseen layoutiin, mutta päävarastosta siirrettävät, osaston 20, levytuotteet mallinnettiin ainoastaan yhteen layouteista. Layouteja suunniteltaessa, huomioitiin sekä trukki- että nosturilastausmahdollisuudet. Hallin luoteispäässä sijaitsee kaksi leikkauskonetta ja sinkoradan kuljetin, joita ei tulla poistamaan ainakaan toistaiseksi. Pääväylän vieressä, kaakkoispuolella, sijaitseva polttokone tullaan poistamaan lähitulevaisuudessa, joten se on tässä vaiheessa mallinnettu lastausalueeksi. Layout-suunnittelussa otettiin myös huomioon hallin luoteispäädystä sen läpi kulkeva sivuväylä. Sitä ei haluttu tukkia sijoittamalla tuotteita väylälle, vaan se haluttiin pitää vapaana mahdollista läpikulkua varten. Sitä voitaisiin tulevaisuudessa käyttää purkukaistana ruuhka-aikoina, muulloin ajoneuvojen purkaminen tapahtuisi pääväylällä. Tuotteet kannattaa purkaa autosta pääväylällä, koska se on lähempänä niiden varastopaikkoja kuin sivuväylä. Täten vältetään turhaa liikettä ja säästetään aikaa. Sivuväylän käyttöönotto liikenteelle vaatisi kuitenkin nosto-ovien uusimista, ja sitä tässä vaiheessa otettu mukaan laskelmiin.

Hallin käytettävissä oleva leveys oli noin 25 m. Todellinen leveys oli noin 27 m, mutta laidoille piti jättää turvaväli seinän ja reunimmaisena varastopaikan väliin. Seinien vieruksilla on muun muassa sähkökaappeja, joiden takia turvaväliä täytyy noudattaa. Layouteissa sarakkeet ovat hallin leveyssuuntaisia ja rivit hallin pituussuuntaisia. Yhteen sarakkeeseen mahtui 7 kpl 1500x3000 (mm) levyjä tai yksi 1500x6000 (mm) levy ja 5 kpl 1500x3000 (mm) levyjä.

Tampereen levytuotteet tarvitsevat vievät kokonaisuudessaan noin 631 m² pinta-alan. Todellinen näiden levyjen kokonaispinta-ala, käytävät ja välit huomioiden, on noin 1 030 m². Sinkopuhdistetut levyt tarvitsevat arviolta noin 131 m² pinta-alan, mutta välit ja käytävät lukuun ottaen sen tulee olla noin 189 m².

Kaikkien layoutien suunnittelussa käytettiin ABC-analyysiä varastonimikkeisen tarpeellisuuden määrittämisessä (liitteet 4 ja 5), ja lean-ajattelutapaa ylimääräisen liikkeen ja ajankäytön sekä turhien kuljetusten ehkäisemiseksi. Liitteessä 1 on laskettu kullekin layoutille teoreettinen ja todellinen täyttöaste prosentteina. Tässä työssä täyttöastetta ei laskettu tilavuuksien vaan pinta-alojen perusteella. Varastopaikkojen lukumäärää määrittäessä on otettu huomioon tavarapinojen korkeus ja massa.

$$\text{Täyttöaste} = \frac{\text{Varastoitavan tavaran tarvitsema pinta-ala}}{\text{Varastotilan pinta-ala}} \times 100(\%) \quad (7)$$

/Kaava 6./

Koska koko LLO-hallia ei ole mahdollista käyttää varastotilana koneiden vuoksi, teoreettinen täyttöaste antaa todella epärealistisen kuvan varastotilan käytöstä. On parempi kiinnittää huomio todelliseen täyttöasteeseen, sillä se antaa paremman perspektiivin varastotilan hyödyntämisestä tässä suunnitteluprojektissa.

7.3.1 Layout 1

Ensimmäinen layout (liite 8) suunniteltiin pelkästään Tampereelta tuleville levytuotteille ja sinkopuhdistetuille levyille. Levyt aseteltiin hallin läpi kulkevan pääväylän suuntaisesti ja niiden käsittelytavaksi valittiin ainoastaan siltanosturi. Levyt sijoitettiin pääväylän kaakkoispuolelle ja singotut levyt luoteispuolelle levynleikkauskoneiden viereen. C-luokitukseen saaneet levytuotteet mallinnettiin lounaispuolen nosto-ovelta katsottuna oikeaan päätyn, kuolleen alueen viereen. Kun pääty oli täytetty, sijoitettiin B-luokan levyt C-luokan tuotteiden viereen niiden vasemmalle puolelle. A-luokan levyt asetettiin niin ikään B-luokan tuotteiden vasemmalle puolelle. Näin ollen A-luokan tuotteet ovat lähimpänä pääväylää, sen oikealla puolella, ja täten myös lastauspaikkaa.

Tämän layoutin teoreettinen täyttöaste on 23,6 % ja todellinen on 67 %. Todellinenkin täyttöaste on huomattavan matala, tämä siis tarkoittaa, että 33 % hallin käytettävissä olevasta tilasta olisi edelleen tyhjillään. Alhainen täyttöaste johtuu siitä, ettei tähän malliin

ole sijoitettu osaston 20 levytuotteita lainkaan, mutta on silti käytetty optimaalisia pinokorkeuksia ja siltanosturia lastausmenetelmänä. Täyttöastetta voitaisiin myös parantaa polttokoneen poistumisen myötä pienentämällä lastausaluetta pääväylän vieressä. ABC-luokitukset ovat samat kuin layout 3:ssa, mutta varastopaikkoja tälle layoutille ei ole määritelty (liite 4).

7.3.2 Layout 2

Toinen layout (liite 9) on suunniteltu niin ikään vain Tampereen levytuotteille ja sinkopuhdistetuille levyille. C-luokan levytuotteiden ja singottujen levyjen sijainti tässä mallissa on sama kuin edellisessäkin. B-luokituksen saaneita levytuotteita on C-luokan levyjen vasemmalla puolella, kuten layoutissa 1, mutta osa B-luokan tuotteista on sijoitettu pääväylän vasemmalle puolelle. Syy tähän on siinä, että A-luokan levytuotteet ovat muista layouteista poiketen mallinnettu hallin pituus-suuntaisesti riveittäin. A-luokan levyt eivät siis täytä omissa sarakkeissaan kaikkia rivejä, vaan alimman rivin ja hallin lounaispuolen seinän väliin jää noin 200 m² suuruinen alue. Tämä alue on tarkoitettu levytuotteiden trukikäsittelyä varten. Ideana on, että suurimennekkiset, eli A-luokan, tuotteet olisivat lastattavissa trukilla, koska trukilla levyjen käsittely sujuisi nopeammin. Huono puoli tässä on se, että tämä 200 m² kokoinen lastausalue on pois varastotilasta ja täten ei voida saavuttaa korkeaa täyttöastetta. Toisena negatiivisena asiana voidaan pitää sitä, ettei tätä mallia pystytä tällä hetkellä toteuttamaan, koska suunnitelma vaatii pääväylän viereisen polttokoneen poistamista. Tämä polttokone on muissa layouteissa mallinnettu lastausalueeksi.

Täyttöasteet ovat tällä layoutilla samat kuin edellisellä, vaikka trukikäsittelyn alue onkin poissa varastotilan pinta-alasta. Tämä johtuu lastausalueesta, joka on mallinnettu myös layoutiin 1, se kompensoi tuon 200 m² kokoisen alueen. ABC-luokitukset eroavat hieman ensimmäisen ja kolmannen layoutin mallista, A- ja B-luokitusten keskinäisen vaihtuvuuden vuoksi (liite 5.).

7.3.3 Layout 3

Kolmas layout (liite 10) on ensimmäisen kaltainen, eli tuotteet sijoitettiin hallin leveys-suunnassa niiden omiin sarakkeisiinsa. Tähän layoutiin mallinnettiin mukaan myös Vantaan varaston osasto 20:n levytuotteet. Nämä tuotteet tarvitsevat teoriassa 110 m² pinta-

alan, huomioonottamatta välejä ja käytäviä. Todellinen osaston 20 levyjen kokonaispinta-ala, käytävät ja välit huomioiden, on noin 240 m². Nämä levyt sijoitettiin C-luokan levyjen rinnalle hallin kaakkoispäättyyn. Kaikki osasto 20:n levytuotteet saivat C-luokituksen, niiden heikon kysynnän vuoksi. Näiden levyjen sijoittamisen takia kaikki Tampereen levytuotteet eivät enää mahdu pääväylän ja kuolleen alueen väliin, vaan osa A-luokan tuotteista jouduttiin sijoittamaan pääväylän vasemmalle puolelle. Alkuperäinen ajatus oli käyttää pelkästään siltanosturia lastausmenetelmänä, mutta sitten päätettiin muuttaa A- ja B-luokan varastopaikkoja hieman, jonka avulla saatiin mahdollisuus käyttää truckia A-luokan tuotteiden lastauksessa. Kullakin A-luokituksen saaneella tuotenimikkeellä on nyt oma rivinsä pääväylän oikealla tai vasemmalla puolella. Näin ollen levyt ovat käsiteltävissä sekä trukilla, että siltanosturilla.

Osaston 20 levyjen teoreettisen ja todellisen pinta-alan suuri ero johtuu layoutin kokonaisrakenteesta, mutta se päätettiin käyttää hyödyksi tekemällä ylimääräisestä tilasta sekä kuolleesta alueesta osaston 20 tuotteiden pakkaus- ja käsittelypaikka. Kuolleelle alueelle kulkeminen trukilla, suunniteltuja käytäviä käyttäen, on mahdotonta ja yhdellä nostoyksilöllä toimivalla siltanosturilla tuotteiden käsittely on jokseenkin hankalaa. Tästä syystä ajateltiin, että kuolleelle alueelle voitaisiin sijoittaa yksi pieni sähkökäyttöinen trukki, jota voitaisiin käyttää osastolta 20 tulleiden levyjen pakkauksessa ja käsittelyssä. Trukin saa halutessaan pois hallista siltanosturin avulla.

Kolmannen layoutin teoreettinen täyttöaste on 27 % ja todellinen on 80,3 %. Todellinkin täyttöaste on hyvällä tasolla, tämä siis tarkoittaa, että 19,7 % hallin käytettävissä olevasta tilasta olisi vielä tyhjä. Täyttöaste on selvästi korkeampi kuin muissa layouteissa, johtuen osaston 20 levyjen sijoittamisesta varastotilaan. Mutta uuden siltanosturin myötä, kuolleesta alueesta päästään eroon ja se voidaan käyttää varastointiin. Kyseinen alue hukkaa noin 225 m² varastointiin käytettävästä pinta-alasta. ABC-luokitukset löytyvät liitteistä 4, 6 ja 7.

Kolmas layout valittiin parhaaksi, ja sitä alettiin jatkojalostaa. Mallintamisen jälkeen aloitettiin tuotenimikkeiden yksityiskohtainen sijoittelu layoutiin ja samalla varastopaikat nimettiin. Kuvassa 16 näkyy, kuinka ensimmäiset tuotenimikkeet on sijoiteltu.



Kuva 16: Ensimmäiset LLO-halliin saapuneet levyt omilla varastopaikoillaan.

7.4 Kustannukset

Laskelmassa (taulukko 1) on esitetty kaikki ne kiinteät kustannukset, mitä LLO-hallin muuttaminen tehokkaaksi varastotilaksi vaatii. Suunnittelu- ja toteutusvaiheen henkilökuluja ei ole otettu huomioon.

Taulukko 1: Kustannuslaskelma

Kustannuslaskelma			
Tavara	Lukumäärä	Hinta (€)	
Siltanosturi, uusi	1	90000	
Nosto-ovi	1	18000	
Työkaluja	x	10000	
Yhteensä		118000	€

Uudistuksen myötä tehtävät hankinnat ovat kohtalaisen isoja, mutta niitä ei ole paljon. LLO-halli oli käytännössä lähes valmis varastotilaksi jo alkuvaiheessa. Ainoa asia mistä oli päästävää eroon, oli osa levyjen esikäsittelyyn käytetyistä koneista. Jotta uusi varasto saataisiin toimimaan tehokkaasti, on sinne hankittava yksi uusi siltanosturi. Silloin kuolleen alueen päälle ”pysäköity” siltanosturi voitaisiin hävittää tai myydä pois. Tämä mahdollistaisi kuolleen alueen ottamisen varastokäyttöön, sillä tämän hetkinen ratkaisu sen

käytöstä levyjen käsittelypaikkana ei käytä koko aluetta hyödyksi. Uuden nosto-oven osaminen on pakollista jo alkuvaiheessa, sillä tällä hetkellä pääväylän koillispäädyn nosto-ovi ei ole toimintakunnossa. Tämä estää läpiajon LLO-hallissa, joka on oltava mahdollista uusien liikennevirtamallien käyttöönoton vuoksi. Työkalujen hankintakulut ovat karkeasti arvioituja, niitä tarvitaan levyjen käsittelyssä ja pakkaamisessa.

7.5 Kehitysehdotukset

Varaston layout-suunnittelun lisäksi mietittiin kehityskohteita päävarastossa. Sen uudistus on osa Kontinon varastoinnin kehitysprojektia, mutta tässä työssä ei mennä layouttasolle kyseisen hallin suhteen, vaan ainoastaan ajatuksena oli löytää yhteisiä ideoita varastoinnin toiminnan parantamiseksi. Kehitysideat koskevat enimmäkseen alkupään osastoja 12–13 ja osastoa 20 sekä päävarastoa yleisesti.

Osastolla 12, hallin kaakkoisreunassa on Voortman-koneen poraus- ja aukotuslinja. Laitteen ympärillä vaaditaan tilaa alku- ja lopputuotteiden käsittelyyn. Toivomusten perusteella alkutuotteiden käsittelyä varten tulisi saada enemmän tilaa. Tämä edellyttää osaston 12 uudelleenjärjestelyä, jotta tilaa saataisiin vapautettua.

Osaston 13 kehitysajatus kohdistuu jäännöspalojen varastointiin. Putkien sahausessa valmistuu prosessin lopputuotteen lisäksi myös sivutuotteena jäännöspala. Nämä sahausesta yli jääneet putket varastoidaan osastolle 13 ja pyritään myymään tuleville asiakkaille.

Jäännöspalavaraston tuotteita sijaitsee osastolla 13 olevan sahan molemmilla puolilla. Sahan ja päävaraston sinkopuhdistusradan, joka sijaitsee hallin kaakkoislaidalla, välissä varastoidaan neliö- ja suorakaideputkien jäännöspaloja, joiden pituus on 3–6 m välissä. Tasan 3–6 -metriset palat ovat sijoitettuna osasto 13 varastonimikkeiden viereen. Ideana oli siirtää 3–6 -metriset palat sahan takaa sen toiselle puolelle pysyvästi. Näin ollen sahan takana oleva tilaa voitaisiin käyttää sinkopuhdistukseen menevien putkien säilömiseen ja käsittelyyn, jos sinkoradan kuljettimet ovat ruuhkan vuoksi täynnä. Nykyään sinkopuhdistukseen menevät tuotteet välivarastoidaan osaston 13 pääväylän varteen, jäännöspalavaraston viereen, sinkoradan ollessa ruuhkainen. Kyseisen järjestelyn seurauksena, tämä nykyinen välivarastotila vapautuisi 3–6 -metristen jäännöspalojen varastointiin. Jotta kaikki palat sahan takaa voitaisiin siirtää lopullisesti sen toiselle puolelle, vaatii

se varastoitavien jäännöspalojen uudelleen järjestelyä ja niille varatun varastotilan kehittämistä.

Osastoa 20 päätettiin myös uudelleen järjestellä, sillä kolmannen layoutin mukaan sieltä vapautuu noin 200 m² kokoinen alue levytuotteiden poistumisen seurauksena. Osastolle voitaisiin siirtää latta- ja kulmateräksiä Tampereen varastosta tai päävarastojen muita tuotteita. Latta- ja kulmateräksien varastointi vaatii vaa'an investoimisen, sillä ne punnitaan ja myydään kilohinnalla. Osastolla 20 ei ole vaakaa ennestään, lähin vaaka on osastolla 19, mutta tavaran liikuttelu hallin pääväylän suuntaisesti on aikaa vievää toimintaa. Molemmilla osastoilla käytetään tuotteiden käsittelyyn enimmäkseen siltanosturia, joten tuotteiden siirtäminen osastolta toisella vaatii lavetin käyttöä. Trukkikäsittely on kyllä nopeaa ja tehokasta, mutta pääväylällä liikkeessä täytyy ottaa huomioon lähtevän liikenteen ajoneuvot.

Jokaisella osastolla poimitut tuotteet pakataan ja välivarastoidaan, lähes poikkeuksetta, aina pääväylän viereen niin kutsutulle käytäväpaikalle. Pääväylällä on tänä päivänä vain kaksi ajokaistaa käytössä, mutta todellisuudessa pääväylällä on kolme ajokaistaa. Yksi ajokaista on käytännössä jokaisen osaston kohdalla käytetty pakettien välivarastointiin. Päävaraston kaikkia osastoja tulisi uudistaa siten, että välivarastointiin käytettävä tila saataisiin osastojen sisälle ja kolmas ajokaista saataisiin vapautettua liikenteelle. Tämä lyhentäisi lähtevän tavaran läpimenoaikaa ja parantaisi asiakaspalvelutasoa. Esimerkkinä ajoneuvo, johon lastataan tavaraa vain osastoilta 12 ja 20, joutuu ruuhkaisena aikana odottamaan pitkiäkin aikoja päästäkseen osastolle 20.

8 Yhteenveto

8.1 Yleistä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja kehittää varastointimenetelmiä Oy Kontino Ab:n varastotiloissa sekä suunnitella uusi varaston layout LLO-halliin Vantaalle. Kaikki työlle asetetut tavoitteet saavutettiin, ja LLO-hallin osalta menttiin jopa hieman pidemmälle kuin oli alun perin tarkoitus. Päävaraston puolella, kehitysideoita olisi voinut olla enemmän ja niitä olisi voinut jalostaa ajatustasoa syvemmälle. Kokonaisuudessaan työ oli onnistunut ja se saatiin valmiiksi aikataulussa.

8.2 Liikennevirrat

Liikennevirroista suunniteltiin kaksi mallia, mikä oli määrällisesti aivan riittävä. Molemmat suunnitelmat olivat vahvasti tehokasta logistista toimintaa tukevia ratkaisuja, mutta kuitenkin sopivasti erilaisia. Kumpikaan ei ollut selvästi toistaan parempi, vaan molemmissa oli sekä hyvät että huonot puolet.

8.3 Layout

Layout-suunnittelua voidaan pitää kaiken kaikkiaan onnistuneena. Optimaalisilla pinoko'illa Tampereen levytuotteet saatiin mahtumaan 1 030 m², joka on pienempi kuin Tampereella vastaavien tuotenimikkeiden tarvitsema pinta-ala, noin 1 300 m². Layouteista huomattavasti paras ja tehokkainten toimiva malli oli kolmas layout, koska se oli ainut versio mihin oli mallinnettu mukaan myös päävaraston tuotteita. Toinen layout kilpaili silti tiukasti paremmuudestaan kolmosen kanssa, mutta kun kolmatta mallia lähdettiin kehittämään ja siihen saatiin mukaan trukkilastausmahdollisuus A-luokan tuotteille, siitä tuli selvästi paras. Toisen layoutin mallista trukkilastausta voisi vakavasti harkita jossain osassa hallia, jos kaikki levynleikkauskoneet saataisiin hävitettyä tai myytyä. Pelkkä siltanosturilla lastaaminen on kuitenkin hieman epävarmaa ja osaksi myös hidaasta.

Lähteet

- [1] Aminoff, A – Kettunen, O – Hyppönen, R. 2004. Wadelma raportti. Varas-
totoiminnan benchmarking – yleiset tulokset. Verkkodokumentti. Liikenne-
ja viestintäministeriö. <www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2004/TUO64-044044.pdf>
- [2] Hokkanen, S – Karhunen, J – Luukkainen, M. Johdatus logistiseen ajatte-
luun, Kopijyvä Oy: Jyväskylä 2002
- [3] Hollier.R.H – Cooke,C. Stock reduction in manufacturing, IFS LTD: Bedford
1994
- [4] Oy Kontino Ab. Verkkodokumentti. Oy Kontino Ab. <www.kontino.fi/> Vii-
tattu 3.5.2015.
- [5] Ajo-ohje kuljettajille. Oy Kontino Ab. Vantaa 2014
- [6] Slater, P. Smart Inventory Solutions: Improving the Management of Engi-
neering Materials and Spare Parts, Industrial Press Inc. 2010
- [7] Reinikainen, P – Mäntynen, J – Rantala, J – Viitanen, S. Logistiikan pe-
rusteet, Tampereen teknillinen korkeakoulu: Tampere. 2000
- [8] Ritvanen, V – Inkiläinen, A – Anders von Bell – Santala, J. Logistiikan ja
toimitusketjun hallinnan perusteet, Saarijärven Offset Oy: Saarijärvi 2011
[7]
- [9] Sakki, J. Tilaus - toimitusketjun hallinta, Logistinen B-to-B-prosessi Haka-
paino Oy: Espoo 2003
- [10] Ilman suunnat. Verkkodokumentti. <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a3/Ilmansuunnat.gif>>

Täyttöastelaskelmat

Tässä liitteessä on laskettu jokaisen layoutin sekä teoreettinen että todellinen täyttöaste. Teoreettinen täyttöaste lasketaan hallin kokonaispinta-alan ja tavaran pinta-alan jakolaskuna ottamatta huomioon välttämätöntä tyhjää tilaa ja koneita varastossa.

$$\text{Teoreettinen täyttöaste} = \frac{\text{Varastoitavan tavaran pinta - ala}}{\text{Varastotilan kokonaispinta - ala}} \times 100(\%)$$

Todellinen täyttöaste lasketaan todellisen käytettävissä olevan pinta-alan ja tavaran pinta-alan jako-laskuna ottaen huomioon koneet ja varastoinnin kannalta välttämätön tyhjä tila käytäviä ja pääväyliä sekä muita välejä varten.

$$\text{Todellinen täyttöaste} = \frac{\text{Todellinen varastointiin tarvittava pinta - ala}}{\text{Todellinen käytettävissä oleva pinta - ala}} \times 100(\%)$$

Laskut on tehty Excel-taulukkoon ja käytetyt arvot löytyvät työn luvuista 6 ja 7.

Taulukko: Täyttöastelaskelmat

Layout	Kokonaisp-a.	Todellinen käytettävä p-a	Teor. tarvittava p-a	Tod. tarvittava p-a	Teor. täyttöaste	Tod. täyttöaste
Nro.	A (m ²)	Atod. (m ²)	Ateor. (m ²)	Atarv. (m ²)		
1.	3225	1820	762	1219	0,23627907	0,66978022
2.	3225	1820	762	1219	0,23627907	0,66978022
3.	3225	1820	872	1461	0,270387597	0,802747253
Kuolleen alueen p-a		225				
p-a = pinta-ala						
Layout	Teor. täyttöaste	Tod. täyttöaste				
Nro.	(%)	(%)				
1.	23,6	67,0				
2.	23,6	67,0				
3.	27,0	80,3				