

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Konetekniikka

2010

Toni Fagerström

Raaka-ainevaraston layout- suunnittelu ja kehittäminen

– Kohde: RR-Sorvaus



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | Konetekniikka

29.04.2010 | 60 sivua

Rabbe Storgård

Toni Fagerström

Raaka-ainevaraston layout-suunnittelu ja kehittäminen

Opinnäytetyön ensimmäisenä tavoitteena oli salolaisen RR-Sorvaus Oy:n varastointijärjestelmän kehittäminen. Työ aloitettiin varaston perustamisesta, koska yrityksellä ei ollut käytössään minkäänlaista varastojärjestelmää raaka-aineille. Toisena tavoitteena oli varastoon sitoutuneen pääoman pienentäminen ja siirtyminen tilausohjattuun toimintatapaan. Kolmantena tavoitteena oli löytää sopiva layout-ratkaisu varastoitaville raaka-aineille, sahalle ja yritykseen hankittavalle seinäkääntönosturille.

Työ aloitettiin valitsemalla kolmesta erilaisesta layout-vaihtoehdosta yritykselle sopivin vaihtoehto. Layoutin piirtämisessä oli tärkeää huomioida se, ettei yrityksessä ollut käytössä erillisiä varastotiloja, vaan varastoitavat raaka-aineet oli sijoitettava toimitilojen yhteyteen. Yritystä parhaiten palveleva vaihtoehto löydettiin yhteistyössä yrityksen toimitusjohtajan kanssa. Sopivan vaihtoehdon löydyttyä aloitettiin varaston selvittäminen tekemällä inventaario varastossa olevista raaka-aineista. Tämän jälkeen jokaiselle raaka-aineelle luotiin oma koodi, joka syötettiin varasto-ohjelmaan.

Layout-suunnitelman mukaan tuotantotiloihin tehtiin kolme erillistä hyllykköä. Ensimmäiseen hyllyyn päätettiin laittaa kaikki kevyet raaka-aineet. Sahan ja nosturin yhteydessä sijaitsevaan hyllyyn sijoitettiin sahatavarat, koska tavara on raskasta ja sen siirtämiseen tarvitaan usein nosturia. Kolmanteen hyllyyn sijoitettiin erikoisemmat ja vähemmän käytetyt raaka-aineet. Kun kaikki nimikkeet oli ladottu hyllyyn, lisättiin jokaisen määrä ja hyllypaikka varasto-ohjelmaan.

Tehdyillä parannuksilla saatiin yrityksen varastointi järjestykseen. Lattioilta hyllyille siirretyt tangot ja putket toivat huomattavasti lisää liikkumatilaa tuotantotilojen puolelle. Yritys saa nyt myös tarkkaa tietoa varastosaldoista, eikä näin ollen tehdä turhia tilauksia nimikkeistä, joita jo on varastossa. Tällä saadaan aikaan suuriakin säästöjä, kun varastoarvoja pystytään pienentämään ja saadaan liikkumattomat nimikkeet vähitellen poistettua kokonaan varastosta. Parhaimmassa tapauksessa pystytään varastosta luopumaan lähes kokonaan ja siirtymään tilausohjattuun toimintaan.

ASIASANAT: varastot, layout, tilaukset, varastojärjestelmä

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Mechanical Engineering

29.04.2010 | 60 pages

Rabbe Storgård

Toni Fagerström

Planning Layout and Developing Raw Material Stocks

The first priority of the thesis was to develop a stocks system for Rr-Sorvaus Oy in Salo. The work began by founding the stocks as the firm had no kind of storage system for raw materials. The second priority was to reduce the capital tied to the storage and to move into an order structured method. The third priority was to find a suitable layout solution for stocks materials, saw and wall reversal jack.

The project began by choosing the most suitable option from three different layout solutions. When drawing the layout, it was important to notice that the company had no separate warehouse so the warehouse materials had to be placed in working space. The option which served best company's needs was discovered with the chief executive officer. After finding suitable solution began a stroge clear up by making an inventory of the materials in the warehouse. Next step was to create an individual code for each material and feed the codes into a storage system database.

According to the layout plan, three separate racks were made in working space. All the light materials were placed in the first rack. Saw materials were placed in a rack which is situated by the saw and the jack because this material is heavy and jack is needed when moving it. Unusual and less used raw materials were placed in the third rack. After placing all the titles to the rack, each title's amount and rack place was fed into the stock system database.

After making these improvements the stocks became well organized. Poles and pipes that were moved from floor to racks brought remarkably more space into production. Now the company receives accurate information about the stocks balance which reduces unnecessary orders of titles that already exist. Remarkable savings are made when stocks values are reduced and the still titles are step by step eliminated from the stock. In the best scenario storage system can be cut out almost completely and the company can proceed into an order structured method.

KEYWORDS:

Reserves, layout, orders, stock control

SISÄLTÖ

JOHDANTO	5
1.1 Työn kuvaus	5
1.2 Yritysesittely	6
2 VARASTO	8
2.1 Määrittely	8
2.2 Varastoimisen syyt	8
2.2.1 Varaston palvelutaso	9
2.3 Varastotyypit	10
2.3.1 Käyttövarasto	11
2.3.2 Varmuusvarasto	12
2.4 Pitkän tavaran säilyttäminen	13
2.4.1 Ulokehyllyt	13
2.4.2 Pystyteline	13
2.4.3 Rollrack	14
2.5 Varastoinnin kustannuksia	15
2.5.1 Varastoihin sitoutuneen pääoman kustannukset	15
2.5.2 Varastoista aiheutuvat toimintakustannukset	16
2.5.3 Varastoinnin riskikustannukset	18
2.6 Varaston tunnusluvut	18
3 VARASTON HALLINTA	20
3.1 Varaston hallinnan ongelmia	20
3.2 Varaston hallinnan parantaminen	20
3.2.1 ABC-analyysi	22
3.2.2 Nelikenttäanalyysi	25
3.3 Tilaustavat	27
3.3.1 Tilauspistemenetelmä	27
3.3.2 Tilausvälin menetelmä	29
3.3.3 Imuohjaus	30
4 TYÖN TOTEUTUS	32
4.1 Layout-suunnittelu	32

4.1.1 Ensimmäinen layout-vaihtoehto	32
4.1.2 Toinen layout-vaihtoehto	33
4.1.3 Kolmas layout-vaihtoehto	34
4.1.4 Layoutin valinta	35
4.2 Koodit	35
4.2.1 Tangot	36
4.2.2 Putket	36
4.2.3 Erikoistapaukset	37
4.3 Hyllypaikat	37
4.4 Nimikkeiden hyllyttäminen	38
4.4.1 Kevyen tavaran hyllystö	40
4.4.2 Sahatavaran hyllystö	41
4.4.3 Erikoisten raaka-aineiden hyllystö	42
4.5 Määrien merkitseminen varastojärjestelmään	43
5 ARVIONTI	45
5.1 Alussa määriteltyjen tavoitteiden saavuttaminen	45
5.2 Parannusehdotuksia	45
LÄHTEET	47

LIITTEET

- Liite 1. Hyllystöjen ja sahan sijoittuminen tuotantotiloissa
 Liite 2. Käytettävät materiaalit

KUVAT

Kuva 1. RR-Sorvauksen hallin vanhempi osa	7
Kuva 2. Kaksipuolinen ulokehylly	13
Kuva 3. Pystyhylly	14
Kuva 4. Rollrack	15
Kuva 5. Vastavuoroinen vaikutussuhde	31
Kuva 6. Layout-vaihtoehto 1	33
Kuva 7. Layout-vaihtoehto 2	34
Kuva 8. Layout-vaihtoehto 3	35
Kuva 9. Hyllypaikkojen merkitseminen	38
Kuva 10. Saapuvan tavaran hyllystö	39
Kuva 11. Sahatavaran säilyttäminen	40
Kuva 12. Valmis kevyen tavaran hyllystö	41
Kuva 13. Valmis sahatavaranhyllystö	42
Kuva 14. Valmis erikoisten raaka-aineiden hyllystö	43
Kuva 15. Varastojärjestelmä	44

KUVIOT

Kuvio 1. Käyttö- ja varmuusvaraston erottaminen.....	11
Kuvio 2. ABC-analyysi	23
Kuvio 3. Nelikenttäanalyysi	25
Kuvio 4. Tankojen kooditus.....	36
Kuvio 5. Putkien kooditus.....	37

TAULUKOT

Taulukko 1. Vaihto-omaisuuden fyysinen sijainti ja olomuoto jakeluketjussa	21
Taulukko 2. Tilauspiste- ja periodijärjestelmän eroja	29

Johdanto

1.1 Työn kuvaus

Opinnäytetyön toimeksiantajana on perniöläinen RR-Sorvaus Oy. Yritys on erikoistunut erilaisten pyörähdyskappaleiden valmistukseen ja toimiikin useiden suomalaisten yritysten alihankkijana. Koska yrityksen koneistuspuoli on kasvanut nopeasti ja erilaisia valmistettavia nimikkeitä on paljon, varastohallinnassa on huomattavasti kehitettävää.

Tällä hetkellä yrityksessä ei ole varsinaista varastointijärjestelmää käytössä, vaan tavaroiden löytyminen on työntekijöiden muistin varassa. Oman haasteensa tuotteiden varastoinnille aiheuttaa tilanpuute, sillä yrityksellä ei ole varsinaista varastotilaa. Näin ollen varastoinnin on tapahduttava tuotantotilojen yhteydessä. Työssä keskitytään raaka-ainevarastojen kehittämiseen, ja suurin osa varastoitavista nimikkeistä on tankoja ja putkia. Näille nimikkeille valitaankin ensimmäiseksi sopivat hyllyt. Seuraavaksi nimikkeille on tarkoitus tehdä omat hyllypaikkansa layout-suunnittelun avulla.

Toisena kehityskohteenä on yrityksen käyttämä varastohallintajärjestelmä. Yrityksellä on valmiina access-pohjainen järjestelmä, joka ei kuitenkaan tällä hetkellä ole käytössä raaka-aineille. Jokaiselle nimikkeelle on luotava oma koodinsa ja lisättävä järjestelmään. Järjestelmään merkitään jokaiselle nimikkeelle hyllypaikka ja kuinka paljon kutakin nimikettä varastosta löytyy. Tämä tuo muutoksen tavaran vastaanottoon ja varastosta poistamiseen, sillä tällä hetkellä niitä ei merkitä mihinkään. Tällä tavalla pystytään seuraamaan tuotteiden määrää varastossa, mikä puolestaan helpottaa myös tilausten tekemistä.

Kolmantena vaiheena tuotantotiloihin tulee hankkia nosturi, joka sijoitetaan vannesahan yhteyteen. Tämä on tärkeä työturvallisuusasia, sillä sahattavat kappaleet ovat yleensä niin painavia, ettei niitä pysty yksin siirtämään ilman nosturia. Tähän pitää valita oikeantyyppinen nosturi, jonka nostoteho on

vähintään 250 kiloa. Sahan paikka määritellään myös layout-suunnittelun avulla.

1.2 Yritysesittely

RR-Sorvaus oy on vuonna 1989 perustettu perniöläinen perheyritys. Yritys on keskittynyt alihankintatöihin monille suomalaisille yrityksille. Pääraaka-aineina toimivat erilaiset pyörähdyskappaleet, mutta myös elektroniikan alihankintatöitä tehdään jonkin verran.

Yritys aloitti toimintansa vuonna 1989 autotallissa, jossa tehtiin erilaisia koneistustöitä. Vuonna 1993 yritys siirtyi suurempiin toimitiloihin, kun se aloitti alihankintatyöt Nokialle. Vuonna 1997 yrityksen edelleen laajentuessa se osti oman hallin, johon tehtiin vielä laajennus vuonna 1999. Tällöin yritys alkoi keskittyä enemmän koneistuspuoleen.

Nykyään yrityksessä työskentelee yhdeksän työntekijää. Yrityksellä on käytössään neljä Puma- ja kolme Miyano- automaattisorvia tangonsyöttölaitteilla, työkalujyrsin, kaksi yleisjyrsinkonetta ja kaksi karkisorvia. Pääasialliset työstettävät raaka-aineet ovat teräkset, ruostumattomat teräkset, automaattiteräkset, alumiinit ja muovit. Jonkin verran työstetään myös messinkiä, kuparia, hopeaterästä ja moccia. Suurimpia asiakkaita ovat Noreca, Wipro, L&L Megatronics, Saloteam ja Nokia. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2008 noin 1,5 miljoonaa euroa. Kuvassa 1 nähdään RR-Sorvaus oy:n tuotantotilojen vanhempi puoli. (Ruohoranta 2010)



Kuva 1. RR-Sorvauksen hallin vanhempi osa

2 Varasto

2.1 Määrittely

Varastolla tarkoitetaan säilytettäviä tavaroita. Tavaraa voidaan säilyttää varastoksi nimetyssä tilassa mutta myös muualla. Kauppaliikkeen myymälä on myyntitilan ohella myös varastotila. Samalla tavalla myös tehdashalli on varastotilaa. Varastolla tarkoitetaan siis yrityksen koko vaihto-omaisuutta riippumatta siitä, missä sitä fyysisesti säilytetään tai missä kohdassa arvoketjua se kulloinkin sattuu olemaan. Sanalla varasto on kuitenkin laajempikin merkitys. Taloudellisessa kielenkäytössä se tavallisesti rinnastetaan vaihto-omaisuuteen. (Sakki 1999, 86.)

Varastointi on logistinen ratkaisu tuotteille, joiden kysyntä on heikosti ennakoitavissa esimerkiksi kysynnän sesonkiluonteisuuden tai satunnaisuuden takia. Joissakin tapauksissa varastoja käytetään myös tarjonnan vaihtelua vastaan. Ensisijaisesti varastoidaan juuri saatavuudeltaan tai menekiltään epävarmoja tai hitaasti saatavia tuotteita ja raaka-aineita, jotka kuitenkin ovat joko välttämättömiä tai joiden kulutus on hyvin nopeatempoista. (Karrus 2001, 34.)

2.2 Varastoimisen syyt

Suhtautuminen varastoihin on hyvin tunneperäistä. Vanhastaan niiden pitäminen on koettu myönteiseksi asiaksi. Elintarvikkeita piti varastoida talveksi, ja muutenkin oli järkevää varautua pahan päivän varalle. Liiketoiminnassa taas varastojen uskottiin olevan asiakaspalvelun kannalta välttämättömiä. Uuden käsityksen mukaan varastoiminen on tavallisesti turhaa, koska tavaroiden arvo ei säilyttämällä parane. (Sakki 1994, 31.)

Yksi syy varastomyönteisyyteen voi olla myös siinä, että kun kaiken puute ja todellinen niukkuus ovat niin lähellä menneisyydessä, niin piilotajuisesti

varastojen kasvattamista pidetään edelleen hyvänä asiana. Tai sitten varastot ovat vain ilmentymä useille ihmisille lähes luontaisesta negatiivisesta ajattelusta. Uskotaan, että jokin menee kuitenkin pieleen ja siksi varastoidaan. (Sakki 1994, 37.)

Varastoiminen on kuitenkin yleensä merkki ongelmasta samassa arvoketjussa peräkkäin toimivan kahden yrityksen välillä. Osa ongelmista aiheutuu maantieteestä tai esimerkiksi satokausista, joille emme mitään voi. Valtaosaan varastoista ne eivät kuitenkaan ole syynä. Syy tavarán säilyttämiseen on yksinkertaisesti yhteistyön vähäisyys tai peräti sen puuttuminen kokonaan. Prosessimainen ajattelu perkaa tehokkaasti koskia ja poistaa suvantoja tavaravirroista. Varastoissa olevan vaihto-omaisuuden määrä ja kiertonopeus antavat hyvän käsityksen yrityksen yhteistyökyyvystä arvoketjussa. Kärjistäen voi väittää varastoimisen olevan turhaa siksi, ettei varastoiminen eli tavaroiden säilyttäminen tuo mitään lisäarvoa. Tavara ei varastoissa säilyttämällä parane eivätkä asiakkaat vaadi pitkiä varastoimisaikoja. Asiakkaat haluavat yritykseltä palvelukykyä ja luvattujen toimitusten pitävyyttä. (Sakki ym. 1996, 29.)

2.2.1 Varaston palvelutaso

Varaston kierron rinnalla on jatkuvasti seurattava myös toista tärkeää tunnuslukua, varaston palvelukykyä eli palvelutasoa, jolla asiakkaita pyritään palvelemaan. Kun varaston kierto paranee, se ei saa heikentää varaston palvelukykyä. Ongelmalliseksi palvelukyvyyn mittaamisen tekee se, että varaston puutteellista palvelua ei päästä mittaamaan, jos saatavuus tarkastetaan etukäteen. Palvelukyvyyn mittaamiseen olisi jokaisen yrityksen pyrittävä kehittämään oma mittaustapansa. On tärkeää muistaa, että palveluastetta mitataan koko ajan samanlaisella systemaattisella tavalla. Tällä tavalla saadaan selville palveluasteessa tapahtuneet muutokset, mikä on kaikkein tärkeintä. (Ritvanen & Koivisto 2007, 37.)

Palvelutason määrittämiseen vaikuttavat puutekustannukset, joita syntyy tuotteen loputtua varastosta, vaikka tuotteelle olisi edelleen kysyntää. Kun hankitaan asiakkaalle tuote pikatoimituksena, aiheutuu kustannuksia, mutta

asiakas saatetaan jopa menettää, jos tuotetta ei heti saada hänelle. Palvelutaso täytyy asettaa niin, että se ei nosta liikaa varastokustannuksia varmuusvaraston takia. Palveluaste on usein yrityksissä 90–98 prosenttia. (Ritvanen & Koivisto 2007, 35.)

Jos päivän aikana on varastosta tilattu viisikymmentä tavaranimikettä, mutta kolmea nimikettä ei ole riittävä määrä, saadaan tällä mittarilla palvelukyvyksi 94 %. Pulmalliseksi mittaamisen tekee se, että usein jo etukäteen tarkastetaan, onko varastossa asiakkaan tilaamaa tavaramäärä. Toisaalta se, että asiakkaalle voidaan tästä kertoa jo tilaushetkellä, on myös osa asiakaspalvelua. (Sakki 1994, 50.)

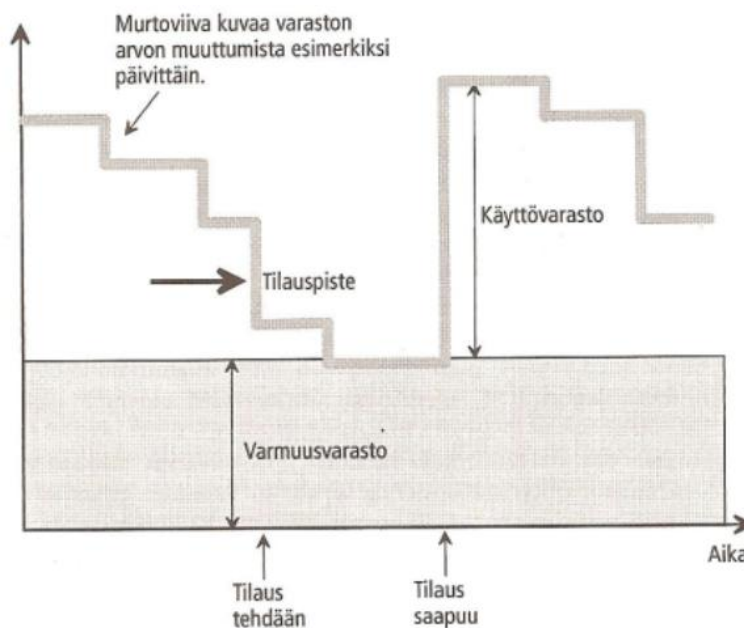
2.3 Varastotyypit

Teollisessa ympäristössä varastot luokitellaan tavallisesti kolmeen päätyyppiin: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisteverastoihin. Raaka-ainevarastoissa säilytetään varsinaisten raaka-aineiden ohella kaikkia materiaaleista, tarveaineista, osista ja komponenteista koostuvia varastoja. Puolivalmistevarasto muodostuu keskeneräisistä töistä ja valmisteverastomyyntiä odottavista valmiista tuotteista. (Sakki 1999, 86.)

Varastoihin turvautumisen lähtökohtana on usein välivarastoitavissa olevan tuotteen tuotanto eri tahdissa tai nopeudella kuin kulutus tapahtuu. Tämän kanssa hyvin samankaltaiseen ilmiöön voivat myös johtaa erisuuret täydennyksen ja kulutuksen eräkustannukset ja eräkoot. Mikäli tuotanto ja eräkoot etenevät eri rytmillä, ei ehkä jää muuta yksinkertaista vaihtoehtoa kuin käyttää jonkinlaista varastoivaa puskuria, josta tuotteet saadaan edelleen käyttöön kulutuksen vaatimassa tahdissa. Tämä tosin merkitsee samalla myös sitä, että tuotanto ja kulutus erotetaan toisistaan tämän varaston avulla. Näin muodostuu kaksi erilaista ja eri tavalla ohjautuvaa toimintoa, joista toinen on tuotanto varastoon ja toinen on kulutus varastosta. (Karrus 2001, 35.)

Ostotoiminnan perusteella syntyneitä varastoja kutsutaan yleisesti ostovarastoiksi. Niitä löytyy kaikista yrityksistä ja ne jaetaan tavallisesti käyttövarastoon ja varmuusvarastoon riippuen niiden syntytavasta. Käyttövaraston ja varmuusvaraston erottaminen toisistaan on syytä tehdä vain loogisella tasolla, sillä usein on tärkeää myös estää tuotteiden tai osien vanheneminen tai pilaantuminen varmuuspuskuriin. (Karrus 2001, 36.)

On syytä painottaa, että nimityksillä varmuus- ja käyttövarasto halutaan vain korostaa sitä, että varastot syntyvät kahdesta eri syystä. Itse varastossa tavara on yhdessä paikassa, eikä edellä mainittuja varastoja voida siellä erottaa toisistaan. Kaikkia tavaroita käytetään ”first in, first out”-periaatteella. (Sakki 1994, 35.)



Kuvio 1. Käyttö- ja varmuusvaraston erottaminen

2.3.1 Käyttövarasto

Käyttövarasto on se osuus varastoidusta määrästä, joka suurella varmuudella siirtyy ketjun seuraavalle jäsenelle poistuen omasta varastosta (Karrus 2001, 36). Kun tavaroiden kuljetus arvoketjun kahden yrityksen välillä on järjestetty niin, että myyjältä saapuva erä on kooltaan asiakkaan välitöntä tarvetta suurempi, jää osa tavarasta hetkeksi varastoon. Sitä kutsutaan tässä

käyttövarastoksi. Valmistus- tai kuljetustaloudellisista syistä muodostuvaa käyttövarastoa voidaan huomattavasti pienentää, kunhan asiaan vain paneudutaan. (Sakki 1994, 33.)

2.3.2 Varmuusvarasto

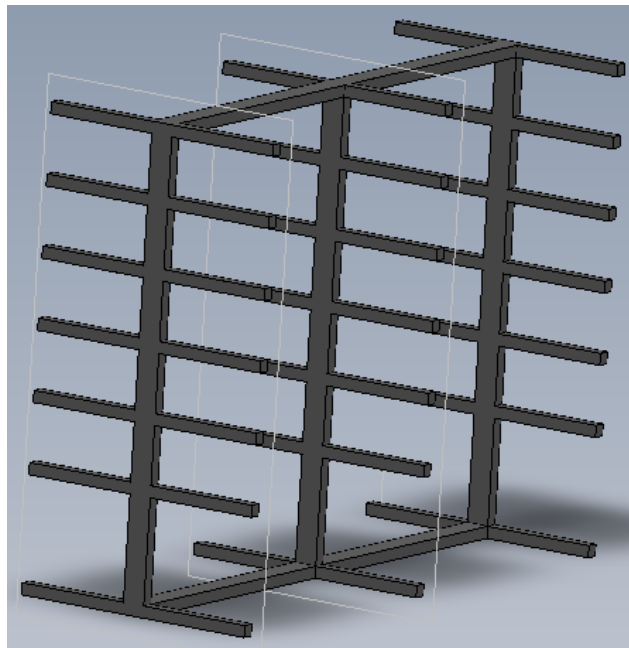
Toinen varastoimisen syy johtuu epävarmuudesta. Asiakkaat haluavat tuotteen heti tai hankinta-aikaa nopeammin. Etukäteen ei tiedetä tarkkaan, kuinka paljon kyseistä tavaraa tarvitaan ja mihin hetkeen lopullinen tarve sijoittuu. Siksi tavaraa tilataan varmuuden vuoksi vähän aikaisemmin tai vähän ennakoitua tarvetta enemmän. Tästä varaston osasta voidaan käyttää nimitystä varmuusvarasto. Koska varmuusvarasto syntyy epävarmuudesta, voi sitä tietenkin pienentää vain epävarmuutta vähentämällä. Jos tilaukset tulevat asiakkailta epäsäännöllisesti ja vaihtelevan suuruisissa erissä, ei asiantilaan pidä tyytyä. Asiakas on saatava ymmärtämään, että hänen kannattaa oman etunsa vuoksi kertoa menekistä tavarantoimittajalleen koko ajan kaiken, minkä siitä itse tietää. Kun yritykset kertovat avoimesti menekkiennusteet tavarantoimittajilleen ja aidosti sitoutuvat tekemiinsä ennusteisiin, parantaa suunnittelu saatavuutta ja toimitusnopeutta. Samalla varastot pienenevät koko ketjussa. (Sakki 1994, 33–35.)

Varmuusvarasto-osuus liikkuu hyvin pienellä todennäköisyydellä, mutta silloin nk. tosi tarpeeseen. Halutun palvelutason ylläpitämisessä joudutaan etsimään taloudellisesti mielekäs varmuusvaraston määrä. Pelkkä sokea päätös varaston palvelutasosta ilman palvelutason ylläpitämisen aiheuttamien kustannusten arviointia saattaa koitua yritykselle hyvin kalliiksi. Esimerkiksi varaosavarastot muistuttavat usein luonteeltaan enemmänkin varmuus- kuin käyttövarastoa. (Karrus 2001, 36.)

2.4 Pitkän tavarän säilyttäminen

2.4.1 Ulokehyllyt

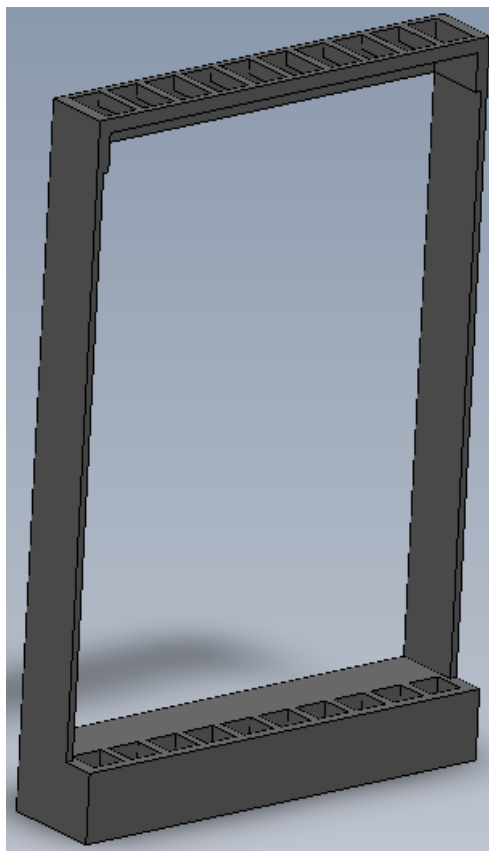
Ulokehylly on yleisin teline pitkän tavarän varastoinnissa. Niitä on saatavana yksi- ja kaksipuolisina ja markkinoilla on useita eri variaatioita hyllyistä. Ulokehyllyjä löytyy erikseen raskaalle ja kevyelle tavaralle. Ulokehyllyjen pylväskorkeudet vaihtelevat yleensä kahdesta metristä neljään metriin. Ulokkeen pituus taas vaihtelee 50 senttimetrillä 100 senttimetriin.



Kuva 2. Kaksipuolinen ulokehylly

2.4.2 Pystyteline

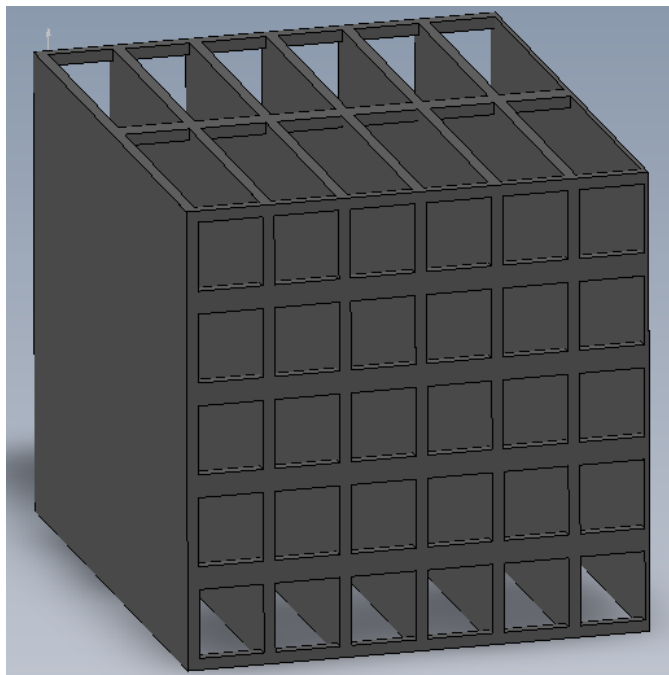
Pystyteline on toinen yleinen ratkaisu pitkän tavarän säilyttämiseen. Pystytelineitä on saatavana yksi- ja kaksipuolisena. Se on hyvä ratkaisu tilaa vievien tuotteiden säilytykseen. Yleisimmät markkinoilla olevat pystytelineet ovat 250 senttimetriä korkeita ja niiden leveys vaihtelee 1,5 metristä 1,8 metriin. Näihin on tosin saatavana myös jatko-osia, joilla leveyttä voidaan lisätä.



Kuva 3. Pystyhyllly

2.4.3 Rollrack

Rollrack on pitkän tavaran tiivis ja turvallinen varasto. Laitteistoon on saatavana useita lokerokokoja, joita voidaan yhdistää halutun levyisiksi kokonaisuuksiksi. Rollrack-järjestelmän täyttö tapahtuu nippuina ja purkaus yksittäiskappalein. Järjestelmä soveltuu hyvin esimerkiksi tuotannon raaka-ainevarastoksi. (Rollrack 2010.)



Kuva 4. Rollrack

2.5 Varastoinnin kustannuksia

Yrityksissä ei yleensä ole selvää kuvaa siitä, mitä varastojen pitäminen niille maksaa. Siksi materiaalin ohjausta kehittäessä on ensin syytä luoda katsaus varastoimisen kustannuksiin. Ne voidaan jakaa kahteen pääryhmään: varastoihin sitoutuvan pääoman kustannus ja varastoista aiheutuvat toimintakustannukset. (Sakki 1994, 41.)

2.5.1 Varastoihin sitoutuneen pääoman kustannukset

Juoksevaan liiketoimintaan tarvittavasta pääomasta käytetään nimitystä käyttöpääoma. Sen suuruuteen vaikuttavat ostovelat ja myyntisaatavat sekä koko vaihto-omaisuuden määrä. Laskukaava on

$$\text{varastojen arvo} - \text{ostovelat} + \text{myyntisaamiset} = \text{käyttöpääoma}$$

Käyttöpääoma muuttuu tietenkin jatkuvasti. Tilinpäätöshetken tilanne on luettavissa taseesta. Käyttöpääoman kustannus lasketaan sisäisen koron avulla. Yrityksestä riippuen koron suuruus on tavallisesti 10–20 %:n välillä. Pankkilainan korko ei välttämättä ole sisäisen koron oikea arvo. Se on vasta minimitaso, sillä lainaa ei ole rajattomasti saatavilla. Koska pääomasta on aina niukkuutta ja toisaalta yrityksen toimintaan liittyy aina riskejä, voidaan sisäisesti käytettävä korko valita varsinaista pankkikorkoa korkeammaksi. Esimerkki korko on yrityksen omistajien asettaman pääoman tuottovaatimuksen suuruinen. (Sakki 1994, 41.)

2.5.2 Varastoista aiheutuvat toimintakustannukset

Varaston toimintakustannus koostuu tavaroiden säilyttämisestä ja käsittelystä. Säilyttämisen kustannukset ovat yleensä pienemmät ja tavallisesti alle kolmanneksen koko toimintakustannuksista. Tavaroiden säilyttämiseen tarvitaan tila tai alue, jonka käytöstä syntyy kustannuksia. Niitä ovat säilytystilojen tai alueiden aiheuttamat pääomakustannukset tai ulkopuolisille maksetut tilavuokrat. Myös hyllyjen, säiliöiden, laatikoiden, kuormalavojen ym. kaluston kustannukset kuuluvat tähän ryhmään. Edelleen täytyy laskea mukaan tilojen puhtaanapidon, valaistuksen, lämmityksen, jäähdytyksen, vakuuttamisen ja muiden vastaavien toimenpiteiden kustannukset. Myös osa hävikistä aiheutuu säilyttämisestä ja tulee ottaa mukaan. (Sakki 1994, 41–42.)

Erillisistä varastotiloista on säilyttämisen kustannus helppo laskea. Se ei kuitenkaan vielä riitä. Lisäksi tulee ottaa huomioon myös valmistus- ja myyntitilojen kustannukset siellä säilytettävien tavaroiden osalta. Usein jopa puolet näiden tilojen pinta-alasta on tavaroiden peitossa. Monissa yrityksissä ei erillisiä varastotiloja ole edes olemassa, vaan koko varasto on tehtaalla tai myymälässä. Säilyttämisen kustannus ei muutu yhtä joustavasti vaihtomaisuuden pienentyessä kuin pääoman kustannus. Kuitenkin hiukan pidemmällä aikavälillä sekin on muuttuva kustannus. Liikevaihdon kasvaessa varastotilaa ei ehkä tarvita lisää. Kokonaan vapautuvia tiloja taas voidaan

käyttää muuhun liiketoimintaan tai ne voidaan vuokrata tai myydä pois. (Sakki 1994, 42.)

Yrityksen läpi kulkevasta tavaravirrasta voidaan erottaa kolme eri vaihetta: Ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu vastaanotto, tarkastus, lajittelu, merkkkaus ja tavaroiden siirto varastopaikalle. Toisen vaiheen muodostaa keräily ja kolmannen pakkaaminen, lähetyksen valmistelu ja lähetys. Eri vaiheiden kustannukset riippuvat hyvin paljon käsiteltävästä tavarasta ja toiminnan luonteesta. Kustannukset ovat suurimmaksi osaksi käsittelyhenkilöstön ja heidän esimiestensä palkkakustannuksia sivukuluineen. Koneistaminen ja automaatio ovat melko vähäistä, mutta sen merkitys on kasvamassa. Pienempi osa kustannuksista muodostuu käsittelylaitteiden koroista, poistoista, huollosta, pakkausmateriaalin käytöstä sekä käsittelytilan kustannuksista. Erillisen varaston aiheuttamat kustannukset on taas helppo selvittää. Kuten säilyttämisenkin osalta, se ei kuitenkaan riitä. Varastoimista ja käsittelyä tapahtuu myös valmistus- tai myyntitiloissa. Niinpä nekin tulee laskea mukaan. (Sakki 1994, 42.)

Vaihto-omaisuuden pienenemisen vaikutusta käsittelykustannuksiin ei ole helppo arvioida. Selvältä kuitenkin tuntuu, että mitä suppeammalla alueella tavarat käsitellään ja mitä vähemmän varastotiloja on, sitä pienemmällä henkilöstöllä selvitään. Varastomäärien pieneneminen nopeuttaa keräilyä ja hyllytystä, inventoiminen vie vähemmän aikaa jne. On tietysti mahdollista, että jos tavaratoimitukset tapahtuvat hyvin pienissä erissä, lisääntyy käsittelytyön määrä. Siksi juuri onkin tärkeää seurata käsittelyn kustannuksia koko ajan. Varaston toimintakustannus riippuu luonnollisesti yrityksestä. Usein se on kuitenkin pääomakustannusta suurempi. Sen tavanomainen haarukka on 10–30 % varaston arvosta. (Sakki 1994, 43.)

Vaihto-omaisuuden aiheuttamat kustannukset tulee selvittää aina yrityskohtaisesti. Kun kaikki lasketaan yhteen, saattaa lopputulos olla yllättävän suuri. Kun varastokustannusten haarukka on 20–50 % varaston arvosta, merkitsee tämä jokaista varastossa olevaa miljoonaa euroa kohden 200 000–500 000 euron vuosikustannusta. Se on melkoinen kulu. (Sakki 1994, 43.)

2.5.3 Varastoinnin riskikustannukset

Varastoinnin riskikustannukset vaihtelevat yrityksittäin, mutta ne sisältävät yleensä vanhenemisesta, vahingoista, hävikistä ja uudelleensijoittamisesta aiheutuvat kustannukset (Varastoinnista aiheutuvat kustannukset 2010).

Vanhenemiskustannus aiheutuu siitä, kun tuote joudutaan myymään tai hävittämään kannattamattomasti, koska sitä ei ole pystytty myymään normaalilla hinnalla. Vanhenemiskustannus on tuotteen hankintahinnan ja alennetun myyntihinnan välinen ero, jos hintaa on jouduttu laskemaan myynnin mahdollistamiseksi. (Ritvanen & Koivisto 2007, 43.)

Vahinkokustannuksissa tulisi sisällyttää varastoista aiheutuviin kustannuksiin ainoastaan se osa, joka vaihtelee varastotason muutosten myötä (Ritvanen & Koivisto 2007, 44). Näin ollen esimerkiksi kuljetusten aikana tapahtuneet vahingot tulee jättää tämän ulkopuolelle, koska ne perustuvat tuotteiden läpimenoon eivätkä varastotasoon. Vahinkokustannukset määritellään usein tuotevahingoista aiheutuviksi nettokustannuksiksi valitusten ja mahdollisten niitä koskevien korvausten jälkeen. (Varastoinnista aiheutuvat kustannukset 2010.)

Varastohävikki voi aiheutua esimerkiksi varkauksista, huonosta varastotietojen ylläpidosta sekä väärin tuotteiden toimittamisesta asiakkaille. Hävikin suuruus kasvaa tavallisesti varastoitavien tuotteiden lukumäärän mukaan, mutta monissa yrityksissä varastojen lukumäärä vaikuttaa niihin vielä enemmän. (Ritvanen & Koivisto 2007, 44.)

2.6 Varaston tunnusluvut

Tavallisin tunnusluku on varaston kiertonopeus. Se lasketaan suhteuttamalla varaston arvo tavaroiden käyttöön vuoden aikana. Usein keskivaraston seuraaminen ei ole mahdollista. Siksi mittaus tehdään tietyn hetken varaston perusteella. Teollisuusyrityksessä, jossa on raaka-aine-, puolivalmiste-, ja valmistevarastoja, pätee seuraava kaava vain raaka-aineisiin (Sakki 1994, 51.) :

$$\frac{\text{vuoden käyttö tai myynti (hankintahinnoin)}}{\text{varastojen (keski)arvo (hankintahinnoin)}}$$

Sana kiertonopeus on hiukan harhaanjohtava silloin, kun varasto todellisuudessa kiertää aivan liian hitaasti. Paremminkin tulisi puhua kiertohitaudesta. Kiertonopeus voidaan ilmaista myös kiertoaikana. Se kertoo, kuinka kauan varasto riittää keskimääräisen myynnin tai kulutuksen toteutuessa. Koska kiertoaika kuvaa sanana kuitenkin myönteistä suhdetta varastoimiseen, voi sen korvata varastojen todellisen luonteen paremmin ilmaisevalla termillä pysähdysaika. Seuraavassa nähdään pysähdysajan laskukaava. (Sakki 1994, 51.)

$$\text{varaston pysähdysaika (kiertoaika)} = 365 * \frac{\text{varaston arvo (hh)}}{\text{vuosikäyttö tai myynti (hh)}}$$

Kun varastojen kiertonopeutta halutaan verrata yritysten tai tavararyhmien välillä, on kiertonopeus huono mittari. Parempi tunnusluku on katekierto, joka saadaan kertomalla myyntikateprosentti kiertonopeudella. Sitä voidaan pitää yksinkertaisena pääoman tuottoasteen vastineena:

$$\text{Pääoman tuottavuus; katekierto} = \text{myyntikate (\%)} * \text{varastonkiertonopeus}$$

$$\text{Myyntikate} = \text{myynti} - \text{ostot} + (\text{loppuvarasto} - \text{alkuvarasto})$$

Kokoonpaneivassa teollisuudessa on tavoitearvo 250–350. Näillä tunnusluvuilla on paitsi yhteys pääoman tuottoon, myös varastoimisesta aiheutuviin kustannuksiin. Mainitulla tavoiteluvulla varastosta aiheutuva kustannus on tavallisesti samaa suuruusluokkaa kuin alan kannattavimmilla yrityksillä. (Sakki 1994, 52–53.)

3 Varaston hallinta

3.1 Varaston hallinnan ongelmia

Varaston ongelma-alueiden määrittäminen on ensimmäinen vaihe niiden ratkaisujen löytämiseksi, joiden avulla varastonhallintaa on mahdollista kehittää. Huono varastonhallinta voi aiheuttaa ongelmia, kuten jälkitoimitusten lukumäärän ja varastointikustannusten kasvamisen, asiakastyytyväisyyden laskemisen, varaston kiertonopeuden voimakkaan heilahtelun ja vanhaksi jääneiden tuotteiden suuren määrän. (Ritvanen & Koivisto 2007, 38.)

Mikä tahansa liikavarasto tai varaston virheellinen sijainti ovat mainittuja perisyntejä. Hajautettu moniportainen varastointijärjestelmä sortuu tähän perisyntiin helpommin kuin keskitetty järjestelmä, jossa on rajallinen määrä jakelukeskuksia. (Inkiläinen 2009, 99.)

Nimikkeen varastotilanne käyttäytyy satunnaisen kysynnän tapauksessa polveilevasti. Koska menekki on satunnaista, täydennysväli ja joskus myös täydennysmäärä muuttuvat vaihteleviksi. Nyt haasteeksi muodostuu palvelutaso- tai kustannustavoitteeseen nähden riittävän eräkoon ja tilauspisteen määrittely. Jos erä koko on liian suuri, nimikkeen keskisaldo on hyvin korkea aiheuttaen liiallista pääoman sitoutumista, ja jos erä koko taas on liian pieni, joudutaan tilaamaan tarpeettoman usein ja aiheutetaan suuret täydennyskustannukset tai puutetilanteita esiintyy tavoitteisiin nähden liian usein. (Karrus 2001, 44.)

3.2 Varaston hallinnan parantaminen

Toimialasta ja asiakaslupauksesta riippuen varastojen fyysinen sijainti on jakelun tärkeimpiä peruskysymyksiä. Yleisohjeena on liiallisten varastojen eliminointi niin käyttöomaisuuden kohdalla kuin fyysisten varastopaikkojenkin osalta. Hyvä peukalosääntö on joko lähempänä raaka-ainemarkkinoita tai

lähempänä kuluttajamarkkinoita. Varastojen sijainti ja sisältö tulee arvioida kolmen kriteerin avulla (Inkiläinen 2009, 32.):

- jakelun vaiheiden ja välikäsien tuoma lisäkustannus
- tuotteen monimutkaisuusindeksi
- kysynnän vaihteluindeksi.

Tuotteen jalostus tulee pysäyttää vaiheeseen, johon saakka kumulatiivinen kustannuslisäys on ollut vielä kohtuullinen ja jossa tuotteen monimutkaisuus ei vielä estä tuotteen sovittamista asiakaskohtaisesti kohtuullisella toimitusajalla. Kolmantena tekijänä on otettava huomioon tuotteen kysynnän vaihtelu. On vaikeampaa ennustaa lopputuotteen kysyntää kuin sen kokoonpanoon tarvittavien yleisten komponenttien ja moduulien kysyntää. Esimerkissämme tulisi varasto pitää mieluummin puolivalmisteina kuin pakattuina lopputuotteina. Monet toimialat noudattavat tätä periaatetta ja ottavat täyden hyödyn sen mahdollistamasta kokoonpanostrategiasta nimeltään tuotannollinen viivästyttäminen. (Inkiläinen 2009, 32–33.)

Taulukko 1. Vaihto-omaisuuden fyysinen sijainti ja olomuoto jakeluketjussa (Inkiläinen 2009, 32).

	Raaka- aine	Alku- varasto	Puolivalmiste- varasto	Pakkaamaton varasto	Pakattu varasto
Kumulatiivinen kustannus (%)	33	40	48	90	100
Monimutkaisuus- indeksi	1	2,4	3,6	10	30
Kysynnän vaihteluindeksi	1	1,6	1,9	3,1	5,6

Varastojen pienentäminen voi tapahtua myös niin, että osa tavarasta kulkee ohi yrityksen asiakkaille. Tässäkin materiaalin ohjauksen kehittäminen liittyy myyjän kannalta jakeluratkaisuun ja ostajan kannalta saapuvien tavaroiden kuljetusratkaisuun. Kyse on yhdestä ja samasta asiasta, vaikka tarkastelukulmat ovat erilaiset. (Sakki 1994, 26.)

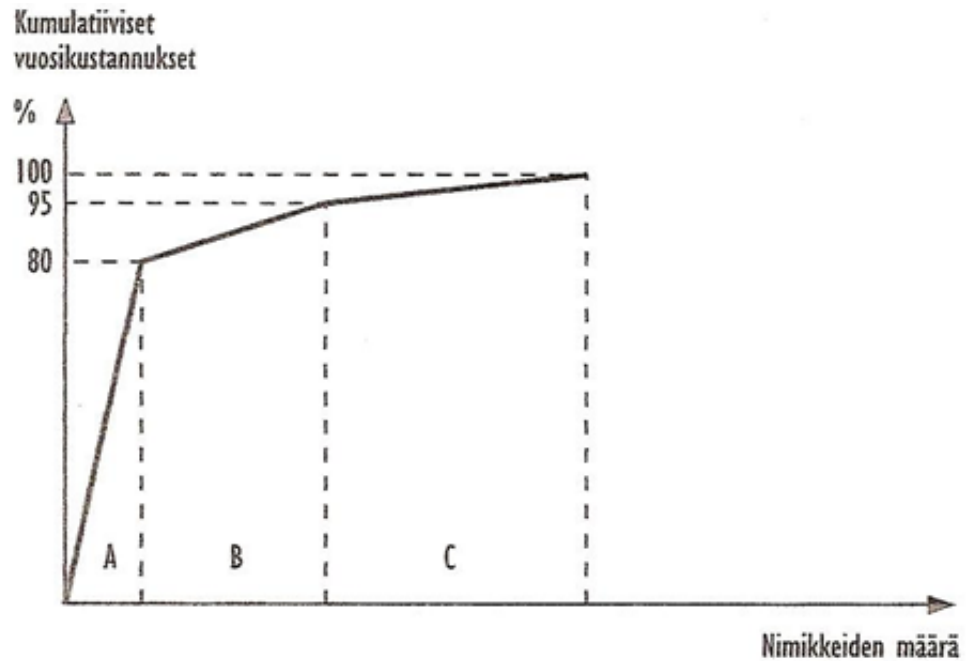
Varastoihin sitoutuu paljon pääomaa, joten varastojen pitäminen ei ole järkevää. Toisaalta, jos varastoja ei ole missään, saattaa toimitusaika jatkua ja kauppa

menetetään. Nykyinen suuntaus on, että varastoja pidetään siellä, missä se on järkevää ottaen samalla huomioon järkevän varastokoon. Varastoja ei koskaan pidä muodostaa turvallisuusmarginaaliksi. Tällöin ei huomioida sähläyksiä eikä muita epäkohtia, vaan toiminta jatkuu samalla epätaloudellisella tavalla kuten ennenkin. (Varastojen hallinta 2010.)

3.2.1 ABC-analyysi

ABC-analyysiä käytetään varastoinnin kehittämisen menetelmänä hyvin yleisesti kaikkialla maailmassa. Luokittelumenetelmä perustuu 80/20-sääntöön, jonka mukaan 20 prosenttia yrityksen asiakkaista tai tuotteista tuovat 80 prosenttia myynnistä. Luvut ovat keskimääräisiä arvoja, ja jakauma voi olla esimerkiksi 70/30. ABC-analyysin ensimmäisenä askeleena on lajitella tuotteet myynnin tai käytön mukaan tai vaihtoehtoisesti sen mukaan, kuinka paljon tietty tuote vaikuttaa yrityksen kannattavuuteen. (Ritvanen & Koivisto 2007, 38.)

Tuotteet siis jaotellaan eri luokkiin, esimerkiksi A-,B-,C- tai D-luokkaan. Seuraavaksi on tarkasteltava suuri- ja pienivolyymisten tuotteiden eroja. Sillä tavalla saadaan tietoa siitä, miten eri tuoteryhmiä pitää varastoinnissa käsitellä. ABC:tä voidaan hyödyntää myös tarkastelemalla esimerkiksi kokonaisvalmistusajan suhdetta valmistettaviin nimikkeisiin tai materiaalin määrää vuosikulutusarvioon. Jokaiselle ryhmälle tulisi luoda myös oma asiakaspalvelutasonsa. Palveluasteen taso on määriteltävä huolellisesti. (Ritvanen & Koivisto 2007, 38–40.)



Kuvio 2. ABC-analyysi

A-nimikkeet: A-luokkaan voi sijoittua esimerkiksi 60 prosenttia myynnistä. A-nimikkeet ovat arvokkaita ja tärkeitä, joten erityisesti niiden toimitusaika kannattaa pyrkiä saamaan mahdollisimman lyhyeksi. Näitä A-tuotteita on myös valvottava tehokkaasti. Niitä pitäisi seurata päivittäin. Palvelutason on oltava esim. 98 prosenttia, jolloin 98 prosenttia tilauksista pystytään toimittamaan suoraan varastosta.

B-nimikkeet: Kattavat noin 20 prosenttia myynnistä. Viikoittainen seuranta riittää. Palvelutaso voi olla esimerkiksi 90 prosenttia.

C-nimikkeet: Kattavat 15 prosenttia myynnistä. Palvelutaso esimerkiksi 85 prosenttia. Valvonta voidaan jättää vähemmälle huomiolle.

D-nimikkeet: Kattavat 5 prosenttia myynnistä. Vaikka tuote sijoittuisikin D-luokkaan ei se välttämättä tarkoita sitä, että tuotteen varastointi olisi lopetettava.

Tärkeää on nostaa varastossa olevien tuotteiden kiertonopeutta niin, että mikään tuote ei seiso varastossa odottamassa myyntiä tai käyttöä. Perussääntönä voidaan todeta, että jos suuri osuus varastosta on A- ja B-luokissa ja niiden kiertonopeus on pieni, on tuote-eriä pienennettävä. Jos puolestaan D-luokassa on paljon varastotuotteita, on selvitettävä, mitkä tuotteista ovat turhia. Keskittämällä päähuomion A-tuotteisiin yrityksen johto pystyy seuraamaan tarkemmin niitä tuotteita, jotka aiheuttavat suurimman osan myynnistä ja kannattavuudesta. (Ritvanen & Koivisto 2007, 39–40.)

Analyysissä yrityksen tuotteet luokitellaan muutamaaan ryhmään vain niiden myynnin tai kulutuksen arvon perusteella. On tärkeää oivaltaa, ettei tuo arvo ole aina sama kuin tuotteen tarpeellisuus. Myynnin arvo voi olla pieni, mutta tuote on silti asiakkaiden kannalta katsottuna tarpeellinen ja se halutaan pitää myyntiohjelmassa. Teollisuusyrityksessä taas kaikkia tuoterakenteeseen kuuluvia osia tarvitaan, vaikka monien osien käytön arvo voi olla vähäinen. (Sakki ym. 1996, 41.)

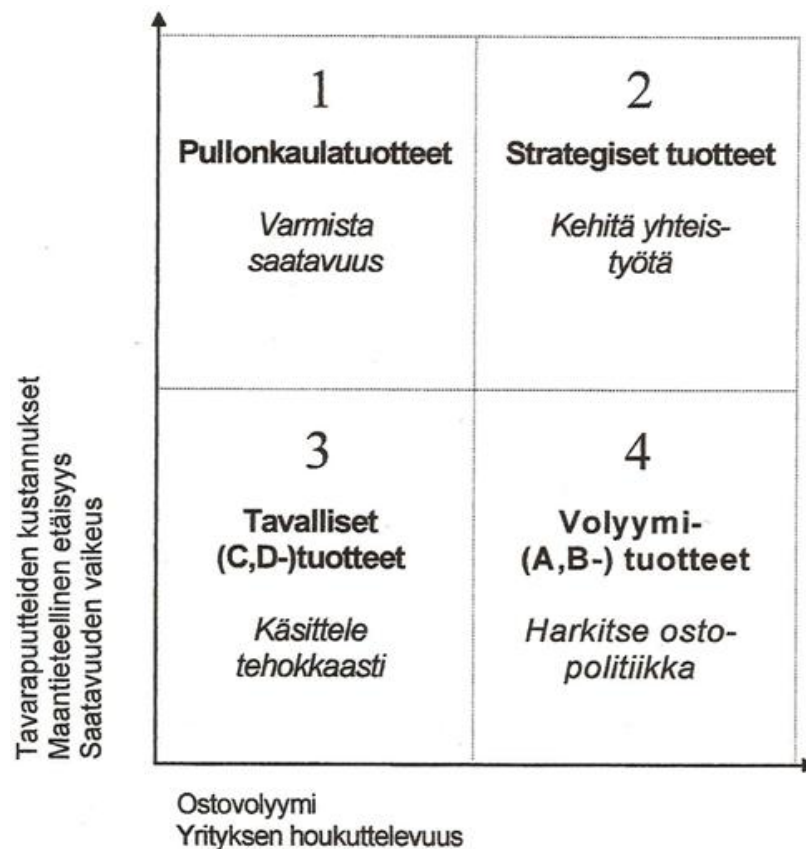
Varastojen pienentäminen ja koko materiaalin ohjaus perustuvat paljon ABC-luokittelun soveltamiseen. Pelkkä raportti ja sen yhteenveto eivät kuitenkaan vielä muuta mitään. Analyysistä pitää tehdä oikeat päätelmät. Seuraavassa lyhyt luettelo, joita ABC-analyysistä tulee tutkia:

- Paljonko varastoa on eri abcd-luokissa ja mitkä ovat niiden katekierrot?
- Mikä on toimituskyky eli varaston palvelukyky eri abcd-luokissa?
- Paljonko varastosta on viimeisessä 2 %:n D-luokassa?
- Miten hidaskiertoisten C- ja D-nimikkeiden varastojen syntymistä voidaan estää?
- Miten nimikkeet jakautuvat eri luokkiin? Onko D-luokassa poistettavaksi kelpaavia nimikkeitä?
- Poistetaanko D-nimikkeet aina varastosta?
- Kuinka usein analyysi tehdään?

- Otetaanko analyysiin mukaan yrityksen kaikki tuotteet vai tehdäänkö se tuoteryhmittäin? (Sakki 1994, 63–67.)

3.2.2 Nelikenttäanalyysi

Nelikenttäanalyysi täydentää ja syventää ABC-tarkastelua. Tuotteet luokitellaan neljään luokkaan toisaalta ostovolyymin ja toisaalta ostoriskin tai saatavuuden mukaan. Analyysin avulla voidaan täsmentää neljä kehittämisen painopistealuetta. Nelikenttäanalyysi soveltuu moneen tarkoitukseen. Hankintatoiminnassa sitä voidaan käyttää ostotoiminnan kehittämiseen. Myynti ja markkinointi voivat sen avulla tutkia omia asiakkaitaan kuvittelemalla, miten asiakkaat luokittelevat ostamiaan tuotteita ja mihin ryhmiin asiakkaat mahtavat ostamansa tuotteet asettaa, kun he pohtivat hankintatoimintansa kehittämistä. (Sakki ym. 1996, 45.)



Kuvio 3. Nelikenttäanalyysi

Kuviossa 3 havainnollistetaan nelikenttä, jonka mukaan tuotteet jaetaan seuraavanlaisesti (Sakki ym. 1996, 45):

Tavalliset tuotteet (3): Tähän lokeroon sijoittuvat kaikkein tavallisimmat tuotteet. Ne voivat edustaa esimerkiksi 20 % ostovolyymista, mutta ostettavista nimikkeistä voi tässä luokassa olla 80 % tai jopa enemmänkin. Tyypillistä tavallisille tuotteille on ostomäärien pienuus ja niiden hankkiminen paikallisilta (saman maan) valmistajilta tai maahantuojilta. Vaihtoehtoisia tavarantoimittajia on olemassa.

Pullonkaulatuotteet (1): Tämän ryhmän tuotteet ovat ominaisuuksiltaan paljon tavallisten C-D-tuotteiden kaltaisia. Erona on kuitenkin niiden vaikeampi saatavuus. Tämän ryhmän tuotteiden hankintavolyymi ei ole suuri, mutta korvattavuus on huono ja mahdollinen loppuminen voi aiheuttaa merkittävät kustannukset.

Volyymituotteet (4): Tämän ryhmän tuotteilla on suuri vaikutus kustannuksiin, mutta ostoriski on pieni. Valmistajat joutuvat kilpailemaan keskenään ja tämä vaikuttaa ostohintoihin. Ostajalla on vaikutusvaltaa, jota hän pyrkii mahdollisimman pitkälle myös hyödyntämään. Ostamisen tulee kuitenkin perustua harkittuun politiikkaan. Lyhytnäköistä voitonpyyntiä tulee välttää.

Strategiset tuotteet (2): Tähän ryhmään kuuluvissa tuotteissa ostajan ja myyjän vaikutusvallat tasoittuvat. Saattaapa se kallistua myyjän eduksikin, mutta siitä huolimatta ostava yritys on myyjälle merkittävä asiakas. Strategisia tuotteita saattaa olla ajoittain vaikea saada tai ainakin vaihtoehtoista on pulaa.

3.3 Tilaustavat

Varastojen hallinnassa tärkeä käsite on taloudellinen eräko, joka minimoi varastojen ja vaihto-omaisuuden varastointi- ja tilauskustannukset. Taloudellisesta eräkoosta käytetään lyhennettä EOQ (Economics Order Quantity). Taloudellinen eräko voidaan laskea Wilsonin kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{(2DS/H)}$$

, jossa

- D = vuotuinen kysyntä (kpl)
- S = yhden erän tilauskustannukset €/erä
- H = yhden yksikön vuotuiset varastointikustannukset (% arvosta).

Tulos ei kuitenkaan pidä aina paikkaansa, vaan sillä saadut arvot pitää parhaassa tapauksessa jakaa kolmella. Sen käyttö puolustaa paikkaansa silloin, kun ei ole muutenkaan järkevää määrittelyä käytettävissä, ja halutaan määrittellä taso, josta voi lähteä liikkeelle. Varastoon tilataan tavaraa yleisimmin kahdella järjestelmällä, tilauspistejärjestelmällä tai perioditilausjärjestelmällä. Just in Time eli JIT-tuotantoon taas liittyy tavaran liikkuminen oikeaan aikaan, oikean suuruisena eränä ja oikeaan paikkaan. Siinä tavaraa ei puhtaimmillaan tilata varastoon. (Varastojen hallinta 2010.)

3.3.1 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemallit, joissa täydennystilauksen laukaisee nimikkeelle ennalta määrätyn varastomäärän saavuttaminen tai sen alittuminen, mukautuvat EOQ-mallia paremmin käytännössä väistämättömään kysynnän epävarmuuteen. Tilauspistemenetelmän tehokkuus syntyy ensisijaisesti tilaushetken ja sen kautta täydennysketken ajantasaisesta määrittämisestä. Tilauspistemallien ytimen muodostaa hälytysraja eli tilauspiste. Hälytysraja on tuotteen eli nimikkeen sellainen määrä, joka aiheuttaa uuden erän tilaamisen kyseisen

määrän tullessa saavutetuksi tai ohitetuksi tavaraa varastosta otettaessa. (Karrus 2001, 43.)

Kun tuotteen varasto saavuttaa tilauspisteen, tulee varastossa olla kyseistä tavaraa jäljellä vielä niin paljon, että sitä normaalin toimitusajan puitteissa pystytään hankkimaan lisää. Jos kaikki menee suunnitelmien mukaan, on varastossa toimituksen saapumishetkelläkin tavaraa vielä varmuusvaraston verran. Jos taas kulutus toimitusaikana on ollut ennakoitua suurempi, voidaan toimituskyky turvata varmuusvaraston avulla. Tilauspisteen määrittämistä varten tulee tuntea kolme tekijää (Sakki 1994, 56.):

- hankinta-aika, joka on tilauksen tekemiseen ja tavaran toimitukseen kuluva kokonaisaika
- menekki hankinnan aikana, mikä on arvio keskimääräisestä menekistä
- varmuusvarasto, joka on arvioitu minimimäärä ja jonka alle varasto saisi laskea vain poikkeustapauksessa – arvioon vaikuttavat toimitusajan pituus, menekin vaihtelut, tuotteen loppumisen kriittisyys sekä käsitys tavarantoimittajan toimitustäsmällisyydestä.

TILAUSPISTE = VARMUUSVARASTO + KESKIMÄÄRÄINEN MENEKKI
HANKINTA-AIKANA.

Tilauspistemenetelmässä saman tavarantoimittajan tuotteiden tilauspisteet voivat alittua eri aikaan ja tilauksia joudutaan tekemään jatkuvasti. Kuljettamisesta ja tavaran käsittelystä voi tämän johdosta aiheutua ylimääräisiä kustannuksia. (Sakki 1994, 56.)

3.3.2 Tilausvälin menetelmä

Kiinteän tilausvälin menetelmää käyttämällä voidaan välttää edellä mainitut haitat. Kullekin tuotteelle nimetään säännöllisesti toistuvat tilausajankohdat. Lisäksi määritellään, paljonko kyseistä tuotetta tulee olla varmuusvarastossa ja paljonko tilataan kerralla. Nämä ilmaistaan viikkoina. Sillä tarkoitetaan kyseisen viikkomäärän keskimääräistä menekin arvoa. Koska varasto voi näillä ohjeilla nousta haluttua suuremmaksi, on määriteltävä myös poikkeussääntö, jolloin tilaus jätetään väliin. Kun varmuusvarasto ja tilausmäärä ilmaistaan keskimääräisenä menekkinä ja sitä arvioidaan koko ajan etukäteen, sopeutuu varasto kausivaihtelujen tahtiin. Tilausvälin menetelmä on erittäin käyttökelpoinen. Sitä käytettäessä voi etukäteen määritellä varastolle halutun tavoitekoon ja -kiertonopeuden. (Sakki 1994, 57–59.)

Taulukko 2. Tilauspiste- ja periodijärjestelmän eroja (Varastojen hallinta 2010).

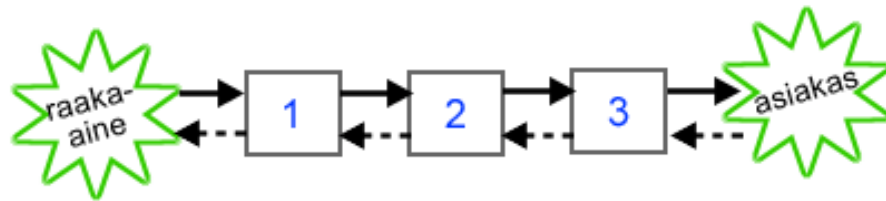
Tilauspistejärjestelmä	Periodijärjestelmä
<ul style="list-style-type: none"> • yksilölliset täydennysvälit <ul style="list-style-type: none"> - kustannustehokas - tilaus- ja varastointikustannusten optimointi • määräalennukset • kapasiteettikysymykset <ul style="list-style-type: none"> - kuljetukset - materiaalikäsittely • pienempi varmuusvarasto 	<ul style="list-style-type: none"> • kiinteät täydennysvälit <ul style="list-style-type: none"> - helpompi ("pakko") - helpompi toteuttaa aikataulutetuilla kuljetuksilla • tilausten yhdistely <ul style="list-style-type: none"> - vähemmän paperityötä - pienemmät tilauskustannukset - avoimia tilauksia helpompi seurata • jatkuva inventointi

3.3.3 Imuohjaus

Useilla toimialoilla on siirrytty yhä enemmän imuohjattuun tai joskus jopa tilausohjattuun toimintaan aiemmasta pelkästään varastoon tuottamisesta. Japanilaiset ovat haastaneet kehittämällään laatuajattelulla, imuohjauksella ja JIT-ajattelulla länsimaiset työntö- ja varasto-orientoituneet tuottajat ja aiheuttaneet maailmanlaajuisen muutoksen aallon viimeisen neljännesvuosisadan aikana. Näin on tapahtunut varsinkin autoteollisuudessa. JIT-ajattelutapa on vaikuttanut myös useisiin muihin teollisuudenhaaroihin. (Karrus 2001, 53–54.)

Aikaisemmin esiteltiin varastojen hallintaa tilauspiste- ja perioditilausjärjestelmien avulla. Kun kilpailu muuttui maailmanlaajuiseksi, se samalla kiristyi ja yritykset alkoivat kiinnittää huomiota niukkeneviin resursseihin. Yksi merkittävimmistä kehitysaskelista oli imuohjausperiaatteen kehittäminen. Niillä pyrittiin vapauttamaan varastoihin sitoutunutta pääomaa. Samalla yritysten oli pakko opetella uusi filosofia, koska aiemmin varastoilla pystyttiin näppärästi peittämään erilaiset epävarmuustekijät. Nykyisin asia on järkeistynyt ja varastojakin sallitaan, kunhan ne ovat oikeaa tavaraa varastojen ollessa oikeissa paikoissa oikean kokoisina. (Imuohjaus 2010.)

Imuohjaus käynnistyy asiakaskysynnästä ja se ikään kuin imee valmiita osakokonaisuuksia läpi koko tehtaan tuotantoprosessin. Ominaista imuohjaukselle on, että erityisesti tuotantotoimintojen välillä on riippuvuussuhde. Tuotannossa esiintyy lähinnä kahdenlaista riippuvuussuhdetta: peräkkäinen ja vastavuoroinen. Peräkkäisessä jälkimmäinen vaihe on edellisestä riippuvainen. Vastavuoroisessa jälkimmäinen vaihe riippuu edellisestä materiaalin suhteen ja edellinen jälkimmäisestä informaation suhteen. On tärkeää huomata, että informaatio kulkee vastavirtaan ja materiaali ja osat myötävirtaan. (Imuohjaus 2010.)



Kuva 5. Vastavuoroinen vaikutussuhde (Imuohjaus 2010).

JIT-filosofiaan kuuluu neljä perusväittämää (Imuohjaus 2010.):

- Turhan eliminointi. Ongelmia ei enää pyritä peittämään varastoilla.
- Työntekijät ovat sitoutuneet tehtäviinsä. Tämä tarkoittaa sitä, että työskentely tapahtuu tiimeinä. Lisäksi jokaisella on vastuu laadusta. Tällöin äärimmilleen vietyinä jokainen voi pysäyttää tuotannon, jos laatu ei ole tyydyttävää.
- Tavarain tai palvelujen toimittajat ovat yhteistyökumppaneita eli partnereita, joiden kanssa on luotu pohja pitkäaikaiselle yhteistyölle.
- Laatujohtamisella on keskeinen asema.

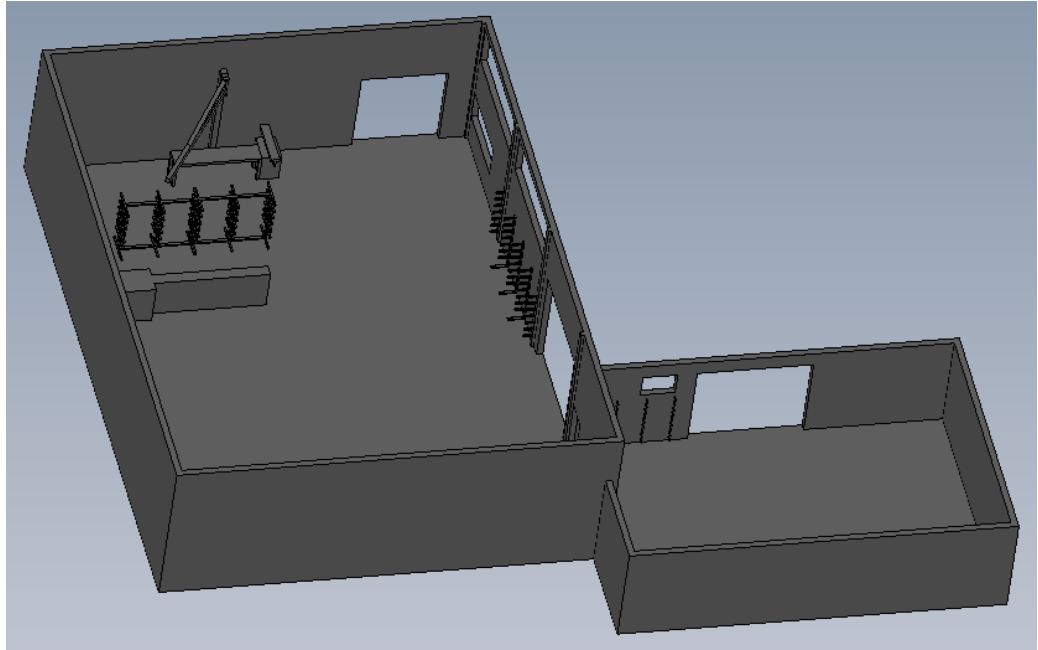
4 Työn toteutus

4.1 Layout-suunnittelu

Layout-suunnittelussa tarkoituksena oli määritellä paikat hyllyille, nosturille ja sahalle. Koska yrityksessä ei ole erillistä varastotilaa tulee hyllyt sijoituttaa tehdastilojen yhteyteen. Suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon sahan ja nosturin järkevä sijoittuminen hyllypaikkoihin nähden. Piirsin kolme erilaista layout-vaihtoehtoa, joista valitaan yritykselle parhaiten sopiva vaihtoehto. Kuvissa hallin vanha puoli sijaitsee vasemmalla ja uusi puoli oikealla.

4.1.1 Ensimmäinen layout-vaihtoehto

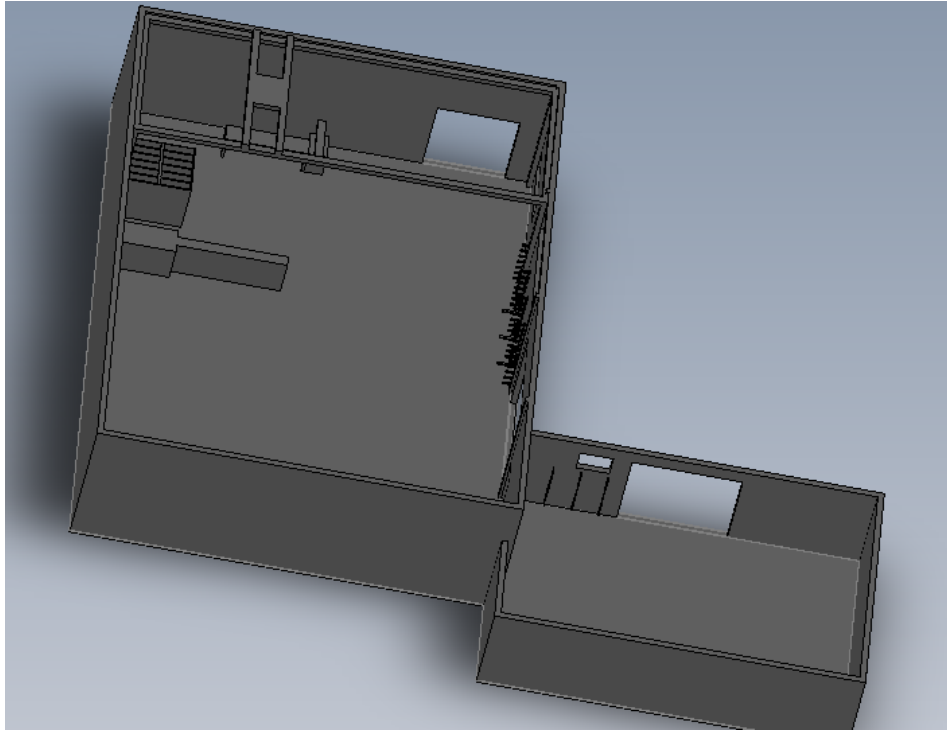
Ensimmäisessä vaihtoehdossa käytetään kahta yksipuolista ulokehyllyä, joista toinen on sijoitettu halliin uudelle puolelle ja toinen on sijoitettu hallin vanhalle puolelle. Molemmat hyllyt ovat nosto-ovien välittömässä läheisyydessä, joka helpottaa vastaanotetun tavarahan hyllyttämistä. Lisäksi hankittaisiin kaksipuolinen ulokehylly, joka sijoitettaisiin sahan välittömään läheisyyteen. Tässä vaihtoehdossa saha pidettäisiin alkuperäisellä paikallaan ja sahan taakse sijoitettaisiin satateräksen pylväskääntönosturi, jonka nostokapasiteetti olisi 500 kg. Tällä vaihtoehdolla saataisiin lisää hyllypaikkoja ja tavaroiden käsittely helpottuisi huomattavasti.



Kuva 6. Layout-vaihtoehto 1

4.1.2 Toinen layout-vaihtoehto

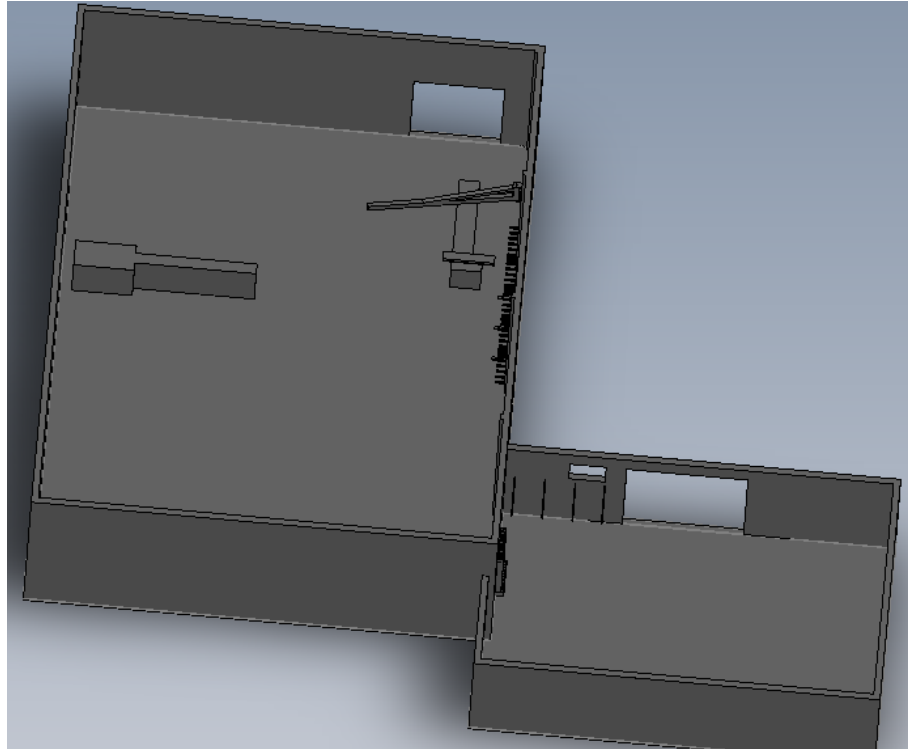
Toisessa vaihtoehdossa ulokehyllyt sijoitetaan samoihin paikkoihin kuin ensimmäisessä vaihtoehdossa. Säilytystilan lisäämiseksi hankitaan vielä Kastenin rollrack-hyllystö, joka tuo huomattavan määrän lisää varastointitilaa. Saha pysyy tässäkin vaihtoehdossa vanhalla paikallaan. Tähän vaihtoehtoon hankitaan nosturiksi Finoxin yksipuominen siltanosturi, jonka nostokapasiteetti on 250 kg. Siltanosturin hyvä puoli on sen toiminta-ala, joka on huomattavasti puominosturia suurempi. Huonona puolena on taas hinta, sillä siltanosturi on huomattavasti puominosturia kalliimpi vaihtoehto.



Kuva 7. Layout-vaihtoehto 2

4.1.3 Kolmas layout-vaihtoehto

Kolmannessa vaihtoehdossa ulokehyllyt pysyvät edelleen paikoillaan. Tässä vaihtoehdossa hallin uuden puolen päätyseinälle sijoitetaan pystyhyllä erikoisille raaka-aineille. Saha siirretään samalle seinustalle hallin vanhalla puolella, jossa sijaitsee toinen ulokehyllyistä. Sahan siirtäminen tälle paikalle auttaa huomattavasti saapuvan tavaran käsittelyä, sillä tavaran vastaanotto tapahtuu viereisestä nosto-ovesta. Nosturiksi tähän suunnitelmaan valitaan Demagin seinäkääntönosturi, joka kiinnitetään sahan yläpuolelle kantavaan pilariin. Nosturin nostokapasiteetti on 250 kg ja nosturin puomin pituus on viisi metriä.



Kuva 8. Layout-vaihtoehto 3

4.1.4 Layoutin valinta

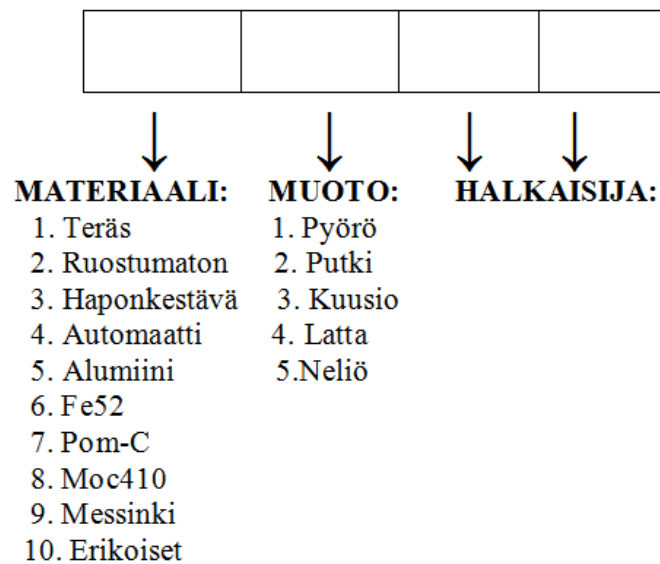
Valinnan suorittaminen tapahtui yhteistyössä yrityksen toimitusjohtajan kanssa. Yritystä parhaiten palveleva layout-malli oli kolmas vaihtoehto. Sen todettiin olevanärkevin ratkaisu niin käytettävissä olevien tilojen kannalta kuin myös kustannusten kannalta. Tällä vaihtoehdolla saatiin myös nimikkeiden varastopaikat määritettyäärkeviksi. Tässä vaihtoehdossa pystyttiin parhaiten myös käyttämään hyväksi yrityksen jo käytössä olevia hyllyjä.

4.2 Koodit

Koska yrityksellä ei ollut käytössä nimikkeille minkäänlaista varastojärjestelmää, oli kaikille nimikkeille ensimmäiseksi luotava koodit. Koodeista piti saada mahdollisimman helpot, jotta nimikkeiden lisääminen ja poistaminen varasto-ohjelmasta olisi mahdollisimman helppoa.

4.2.1 Tangot

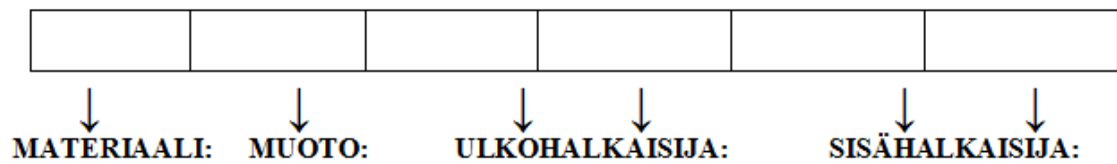
Tankojen osalta päädyttiin seuraavanlaiseen koodaustapaan. Koodeista päätettiin tehdä nelinumeroisia. Koodin ensimmäinen numero kertoo, mistä raaka-aineesta on kysymys, esim. teräs, ruostumaton teräs, haponkestävä teräs jne. Toinen numero taas kertoo raaka-aineen muodon (pyörö, putki, kuusio jne.). Koodin kaksi viimeistä numeroa taas tulee tangon halkaisijasta. Näin esimerkiksi teräksisen pyörötangon, jonka halkaisija on kahdeksan millimetriä, koodiksi tulee 1108.



Kuvio 4. Tankojen kooditus

4.2.2 Putket

Putkissa päädyttiin kuusinumerosiin koodeihin. Putkissa ei voitu käyttää pelkkää ulkohalkaisijaa, koska putkia oli varastossa samalla ulkohalkaisijalla mutta eri sisähalkaisijalla. Näin ollen putkien koodeissa kaksi ensimmäistä numeroa tuli samalla tavalla kuin tangoissa, mutta neljässä viimeisessä numerossa piti käyttää sekä ulko- että sisähalkaisijaa. Kuviossa 5 nähdään runko, jolla putkien koodi on muodostettu.



Kuvio 5. Putkien kooditus

4.2.3 Erikoistapaukset

Muoveissa jouduttiin käyttämään joitakin poikkeuksia koodien alussa. Pom-c-muoveissa oli käytettävissä valkoista ja mustaa raaka-ainetta. Koska nämä raaka-aineet ovat aina muodoltaan pyöröputkea, päätettiin mustan kahdeksi ensimmäiseksi numeroksi laittaa 71 ja valkoisen 72. Pom esd:n koodin aluksi laitettiin 73 ja nylonputken 74. Erikoisten raaka-aineiden osalta jouduttiin käyttämään viisinumeroisia koodeja, koska materiaalin numero oli 10.

4.3 Hyllypaikat

Seuraavaksi oli luotava hyllypaikat ja lisättävä ne varasto-ohjelmaan. Koska hyllyjä oli kolme kappaletta nimettiin ne F-, G- ja H-hyllyiksi. F-hylly sijaitsee tuotantohallin uudemmalla puolella, G-hylly nosto-oven vieressä vanhemmalla puolella ja H-hylly hallin uuden puolen päätyseinällä. F- ja G-hyllyjen numerointi aloitettiin ylhäältä alaspäin, eli F-hyllyn ylin paikka nimettiin F-1 paikaksi. Koska H-hylly on pystyhylly, aloitettiin sen numerointi oikealta vasemmalle. Kuvassa 9 näkyy F-hyllyn merkkäminen.



Kuva 9. Hyllypaikkojen merkitseminen

4.4 Nimikkeiden hyllyttäminen

Ensimmäinen vaihe nimikkeiden hyllyttämisessä oli inventaarion tekeminen yrityksen raaka-aineista. Inventaario jouduttiin tekemään, koska raaka-aineet olivat sijoitettuina ympäri hallia ja suurin osa tavaroista oli lattioilla. Saapuva tavara oli suurimmaksi osaksi sijoitettu lattialle, josta se sitten otettiin käyttöön tai siirrettiin sahattavaksi. Tämä vei huomattavasti lattiatilaa ja teki kulkuväylistä ahtaita.



Kuva 10. Saapuvan tavaran hyllystö

Sahatavaralla ei puolestaan ollut lainkaan hyllystöä, kuten kuvasta 11 havaitaan, vaan putket ja tangot olivat sijoitettuna kärryyn ja osaksi lattialle. Myös nosturin puuttuminen sahalta vaikeutti työskentelyä, sillä suurin osa sahatavarasta oli niin painavaa, että sen siirtämiseen tarvittiin kaksi henkilöä.



Kuva 11. Sahatavaran säilyttäminen

4.4.1 Kevyen tavaran hyllystö

Inventoimisen jälkeen alettiin raaka-aineita hyllyttää. Hyllypaikat määräytyivät menekin, materiaalin, painon ja sen mukaan, missä niitä tarvitaan.

Ensimmäisenä alettiin täyttää hallin uudelle puolelle sijoitettua ulokehyllyä.

Tästä hyllystä päätettiin tehdä niin sanottu kevyen tavaran hyllystö. Samalla kun raaka-aineet hyllytettiin, ne mitattiin ja määrät merkittiin ylös. Tilanpuutteen vuoksi eri nimikkeitä jouduttiin laittamaan samoille tasoille mutta kuitenkin niin, että hyllyillä oli aina samaa materiaalia olevia tuotteita ja eniten käytetyt raaka-aineet olivat helppoiten saatavilla. Ylimmille hyllyille sijoitettiin kevyimmät tuotteet eli pom-tangot ja nylonputket. Seuraaville hyllyille sijoitettiin eri alumiinit, koska nekin ovat kevyen rakenteensa vuoksi helposti siirrettäviä. Tähän hyllystöön sijoitettiin myös pienimmät teräs- ja ruostumattomat terästangot.



Kuva 12. Valmis kevyen tavarahan hyllystö

4.4.2 Sahatavaran hyllystö

Sahatavarahyllystö sijoitettiin hallin vanhalle puolelle nosto-oven viereen. Tämän hyllystön yhteyteen sijoitetaan myös nosturi ja saha, koska suurin osa tähän hyllyyn laitettavasta tavarasta on niin raskasta, ettei sitä pystytä siirtämään ilman nosturia. Tällaisia nimikkeitä ovat muun muassa ainesputket ja painavat tangot. Tässäkin hyllystössä ylimmille hyllyille sijoitettiin kevyimmät tavarat ja alimmille painavimmat. Sahan siirtäminen tähän paikkaan helpotti myös tavarahan vastaanottamista, sillä saapuvat putket ja tangot ovat yleensä kuusi metriä pitkiä, jolloin ne täytyy hyllyttämistä varten sahata kolmemetriseksi. Kuvassa 13 nähdään sahatavaran hyllystö valmiina ja sahan sijoittuminen hyllyn ja nosturin välittömään läheisyyteen.



Kuva 13. Valmis sahatavaranhyllystö

4.4.3 Erikoisten raaka-aineiden hyllystö

Erikoisten raaka-aineiden hyllystö sijoitettiin hallin uudelle puolella. Tähän hyllystöön sijoitettiin messingit, kuparit, pronssit ja hopeateräkset. Hyllymalliksi tähän valittiin pystyhyllä, joka nimettiin H-hyllyksi. Numerointi aloitettiin oikealta vasemmalle, jolloin oikealle tuli H-1 ja vasemmalle H-9. Kuvassa 14 nähdään pystyhyllyn merkinnät ja nimikkeiden järjestyminen pystyhyllissä.



Kuva 14. Valmis erikoisten raaka-aineiden hyllystö

4.5 Määrien merkitseminen varastojärjestelmään

Raaka-aineiden hyllyttämisen jälkeen oli kaikkien nimikkeiden määrät lisättävä varastojärjestelmään. Määrät oli mitattu hyllytettäessä kymmenen senttimetrin tarkkuudella. Access-pohjaiseen järjestelmään lisättiin hyllypaikka ja määrä kuvan 15 osoittamalla tavalla. Ohjelmalla pystytään lisäämään ja poistamaan nimikkeiden määriä järjestelmästä. Nimikkeitä voidaan etsiä joko koodien tai nimen perusteella. Kun nimike on haettu, näyttää järjestelmä nimikkeen materiaalin, muodon, halkaisijan, hyllypaikan ja määrän.

Microsoft Access - [VARASTO]

Ohjelma Varasto Osienhallinta Tilaukset Asiakastiedot Toimittamatta Toimitettu Lähetä Laskutus Kerätty

Koodi 5120 Poisto Lisäys Etsi Nimellä Klo: 11:32:11 Pvm: 22.4.2010 Sulje

5120 ALUMIINI PYÖRÖ 20mm 9

RR-Sorvaus Oy

Hylly	Määrä	
F-4	12,5	22.4.2010 8:50:29
F-9	2,1	22.4.2010 10:50:07
	0	

Varasto Määrä: 14,6

Lisäys

Hylly 0 Tallenna

Määrä 0 Peruuta

Hylly	Koodi	Määrä	Summa
0	5120	0	

Edelliset muutokset

Koodi	2115	Lisäys	6
Hylly	F11	Poisto	
Muutos	22.4.2010 10:42:08		
Tietue:	1	/ 102	

Lomaker Aloita valitsemalla tämä

Käynnistä RR10.00: Tietokant... RR-Sorvaus Oy Tilaukset Asiakaskoh... Kerätty VARASTO FI 11:32

Kuva 15. Varastojärjestelmä

5 Arvionti

5.1 Alussa määriteltyjen tavoitteiden saavuttaminen

Työn alkaessa ei itselläni ollut paljoakaan käsitystä varaston hallinnasta ja siihen liittyvistä ongelmista. Tietoa kuitenkin kartutettiin asiaan liittyvän kirjallisuuden avulla. Työn tekemisen aikana opittuja teoreettisia asioita käytettiin hyväksi työtä toteutettaessa ja sovellettiin käytännön asioiden kanssa.

Varastojärjestelmän tekeminen raaka-aineille onnistui mielestäni erinomaisesti. Jokaiselle nimikkeelle saatiin luotua helposti muistettavat koodit ja varastointijärjestelmästä saatiin tavoitteiden mukaan luotua mahdollisimman helppokäyttöinen. Työntekijät perehdytettiin ohjelman käyttöön, jotta jokainen osaa lisätä ja poistaa ohjelmasta nimikkeitä. Järjestelmän avulla yritys pystyy poistamaan nimikkeiden liiallista määrää varastossa seuraamalla nimikkeiden varastomääriä ja välttämällä turhia tilauksia.

Varaston layout-suunnittelulla saatiin valittua kolmesta erilaisesta vaihtoehdosta yritykselle sopivin vaihtoehto niin tilojen kuin kustannustenkin osalta. Koska erillistä varastorakennusta ei yrityksestä löytynyt, olivat seinään kiinnitettävät ulokehyllytärkein ratkaisu tilankäytön kannalta. Nimikkeet saatiin hyllytettyä omille paikoilleen niiden materiaalin ja käyttöasteen mukaan. Tämä helpotti tavoitetta saada vähennettyä nimikkeiden määrää varastossa ja näistä aiheutuvien kustannusten pienentämistä. Sahan siirtäminen layoutissa määritettyyn paikkaan helpotti painavan tavaran käsittelyä ja toi lisää tilaa tuotantotilojen puolelle.

5.2 Parannusehdotuksia

Yrityksen tavoitteena on siirtyä yhä enemmän tilausohjattuun toimintaan, joten yrityksen tulisikin ensisijaisesti kiinnittää huomiota turhien nimikkeiden poistamiseen varastosta. Tämä onnistuu helpoiten tekemällä raaka-aineista ABC-analyysi ja käyttämällä saatuja tuloksia kannattamattomien nimikkeiden poistamiseen. Tässä onkin tärkeää käyttää niin sanottua "First in, first out"-

tapaa, jolloin vältetään myös tuotteiden vanhenemisesta aiheutuvat kustannukset.

Yrityksellä on myös jonkin verran puolivalmisteverastoa, joka kannattaisi myös lisätä varastojärjestelmään. Tällä tavalla voitaisiin myös helpommin selvittää, pystyttäisiinkö kyseisiä tuotteita käyttämään johonkin muuhun valmisteeseen. Tämä vähentäisi myös siihen liittyviä kustannuksia. Jos kyseiset tuotteet eivät muuten enää liiku, kannattaisi niitä tarjota alennuksella yritykselle, joka on niitä käyttänyt.

Sahan ja rullaradan siirtämisellä säästettyyn tilaan saadaan myös kysynnän mahdollisesti kasvaessa mahdutettua vaikka uusi työstökone. Tämä on hyvä asia, koska yrityksen toimitilat alkavat olla melkoisen täynnä.

LÄHTEET

Imuohjaus. Kuopion yliopisto & Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 17.2.2010
www.uku.fi/avoin/tuta/j4_12imuohjaus.htm.

Inkiläinen, A. 2009. Logistinen päätöksenteko. Helsinki: Edita Publishing.

Karrus, K. 2001. Logistiikka. 3., Uudistettu painos. Juva: WS Bookwell Oy.

Ritvanen, V & Koivisto, E. 2007. Logistiikka Pk-yrityksissä: Hankinta kilpailutekijänä. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Rollrack.

(<http://www.kasten.fi/index.asp?Title=Pitk%C3%A4n%20tavaran%20varastointi/Rollrack&Lang=1&Paaluokka=1&Tuoteryhma=22&open=kasten&Taso=13&avaa=Tasot>).

Ruohoranta, J. 2010. Haastattelu 21.4.2010. Salo.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi: Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4., Uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Sakki, J.; Mattila, V.-P. & Makkonen, M. 1996. Logistiikka tuottamaan: Arvoketjuanalyysi avuksi. Vantaa: TT-Kustannustieto Oy.

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

Varastoinnista aiheutuvat kustannukset. Suomen kuljetusopas. Viitattu 10.2.2010
www.kuljetusopas.com/varastointi/kustannukset/.

Varastojen hallinta. Kuopion yliopisto & Savonia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 16.2.2010
www.uku.fi/avoin/tuta/j4_7varastojenhallinta.htm.

Von Bagh, A.; Günther, C. & Salmenkari, R. 2000. 2000- luvun logistiikan johtaminen. WS Bookwell Oy

KUVAT

Kuva 1. RR-Sorvaus hallin vanhempi osa. Kuvan ottanut Toni Fagerström

Kuva 2. Kaksipuolinen ulokehylly. Suunnitellut ja piirtänyt Toni Fagerström.

Kuva 3. Pystyhyilly. Suunnitellut ja piirtänyt Toni Fagerström.

Kuva 4. Rollrack. Suunnitellut ja piirtänyt Toni Fagerström.

Kuva 5. Vastavuoroinen vaikutussuhde. (Imuohjaus 2010).

Kuva 6. Layout- vaihtoehto 1. Suunnitellut ja piirtänyt Toni Fagerström.

Kuva 7. Layout- vaihtoehto 2. Suunnitellut ja piirtänyt Toni Fagerström.

Kuva 8. Layout- vaihtoehto 3. Suunnitellut ja piirtänyt Toni Fagerström.

Kuva 9. Hyllypaikkojen merkkäminen. Kuvan ottanut Toni Fagerström.

Kuva 10. Saapuvan tavaran hyllystö. Kuvan ottanut Toni Fagerström.

Kuva 11. Sahatavaran säilyttäminen. Kuvan ottanut Toni Fagerström.

Kuva 12. Valmis kevyen tavaran hyllystö. Kuvan ottanut Toni Fagerström.

Kuva 13. Valmis sahatavaran hyllystö. Kuvan ottanut Toni Fagerström.

Kuva 14. Valmis erikoisten raaka-aineiden hyllystö. Kuvan ottanut Toni Fagerström.

Kuva 15. Varastojärjestelmä. (RR-Sorvaus Oy 2010).

KUVIOT

Kuvio 1. Käyttö- ja varmuusvaraston erottaminen. (Sakki 1999, 88).

Kuvio 2. ABC-analyysi. (Ritvanen & Koivisto 2007, 39).

Kuvio 3. Nelikenttäanalyysi. (Sakki ym. 1996, 44).

Kuvio 4. Tankojen kooditus. Suunnitellut Toni Fagerström.

Kuvio 5. Putkien kooditus. Suunnitellut Toni Fagerström.

Liite 2. Käytettävät materiaalit (1/9).

TERÄS				
PAKSUUS	MUOTO	TYYPPI	KOODI	HYLLY
5	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1105	F-14
6	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1106	F-14
8	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1108	F-14
10	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1110	F-14
12	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1112	F-14
14	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1114	G-1
16	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1116	G-1
17	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1117	G-1
18	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1118	G-1
22	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1122	G-1
24	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1124	G-1
28	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1128	G-1
30	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1130	G-1
35	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1135	G-1
40	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1140	G-4
45	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1145	G-4
50	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1150	G-7
60	PYÖRÖ	S355J2G3 C+C	1160	G-7
14X8	PUTKI		121408	G-2
15X10	PUTKI		121510	G-2
19X16	PUTKI		121916	G-2
20X16	PUTKI		122016	G-2
30X24	PUTKI		123024	G-2
32X26	PUTKI	E235	123226	G-2
35X27	JOHDINPUTKI	E235	123527	G-2
36,5X22	AINESPUTKI	MECA + 470	123622	G-8
36,5x24	AINESPUTKI	MECA + 470	123624	G-2
38X28	AINESPUTKI		123828	G-8
42X36	PUTKI		124236	G-2
46,5X32,5	AINESPUTKI		124632	G-8
50X27	AINESPUTKI		125027	G-8
51X40	AINESPUTKI		125140	G-8
51X41	SAUMATON PUTKI	S355J2H	125141	G-8
57X30	AINESPUTKI		125730	G-8
61X36	AINESPUTKI		126136	G-8
63X45	AINESPUTKI		126345	G-8
63,5X44	AINESPUTKI		126344	G-8
66X46	AINESPUTKI		126646	G-8
72X56	AINESPUTKI		127256	G-8
76,1X70	PUTKI	RAAKAMUSTA	127670	G-8
77X70	PUTKI		127770	G-8
80X62	AINESPUTKI		128062	G-8
82X47	AINESPUTKI		128247	G-8

