

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2018

Jonna Munonen

RAAKA-AINEVARASTON LAYOUT-SUUNNITTELU JA MATERIAALIVIRTOJEN KEHITTÄMINEN

– Case Helkama Bica Oy

Jonna Munonen

RAAKA-AINEVARASTON LAYOUT-SUUNNITTELU JA MATERIAALIVIRTOJEN KEHITTÄMINEN

- Case Helkama Bica Oy

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Helkama Bica Oy:n raaka-ainevaraston layoutia ja sen myötä parantaa materiaalivirtoja. Tavoitteena on varastoida kaikki tuotannon käytössä olevat raaka-aineet tuotantotilojen yhteydessä olevaan materiaalivarastoon, sekä selkeyttää raaka-aineiden kulkusuuntia. Osa varastotoiminnoista on siirtynyt uusiin tiloihin, jonka johdosta materiaalivarastoa on mahdollista laajentaa.

Työ on toteutettu itsenäisesti työskennellen käyttäen tukena aiheeseen liittyvää kirjallisuutta, suunnitteluohjeita sekä kirjoittajan omaa kokemusta yrityksen varastointimenetelmistä. Työn ohjaajana on toiminut Helkama Bica Oy:n Kaarinan toimipisteen varaston työnjohtaja.

Työn toteutusvaiheessa on kerätty dataa yrityksen käytössä olevasta toiminnanohjausjärjestelmästä sekä mitattu työtehtäviin kuluva aikaa. Osa työssä esitetyistä tiedoista perustuu kirjoittajan henkilökohtaisiin havaintoihin ja työkokemukseen kohdeyrityksessä.

Työn lopputuloksena esitetään erilaisia raaka-ainevaraston layout-vaihtoehtoja, joilla saavutetaan selkeästi enemmän varastopaikkoja nykytilanteeseen nähden. Toimeksiantaja tulee myöhemmin päättämään, hyödynnetäänkö työssä suunniteltuja layouteja Helkama Bica Oy:n raaka-ainevarastossa.

ASIASANAT:

varastointi, logistiikka, layout, materiaalivirrat

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Technology

2018 | 39, 1

Jonna Munonen

RAW MATERIAL STORAGE LAYOUT PLANNING AND DEVELOPMENT OF MATERIAL FLOW

- Case Helkama Bica Oy

The objective of this thesis was to develop the layout of the Helkama Bica Oy's raw material storage and thus improve the material flow. The aim was to store all the materials used in production in the raw material storage adjacent to production, and to clarify the material flow. Some of the warehouse functions have been moved to the new premises, making it possible to expand the space used for raw material storage.

The thesis was carried out by working independently using related literature, planning instructions using the author's own experience in the target company as the source of the thesis. The work was supervised by the warehouse foreman of Helkama Bica Oy's Kaarina factory.

In the implementation phase of the work, the data was collected from the enterprise resource planning system used by Helkama Bica Oy and by measuring the time spent on various tasks. Part of the information presented in the thesis is based on author's personal observations and work experience in the target company.

As the result of this thesis varieties of raw material storage layout options are presented, each creating considerably more storage places compared to the current layout. The principal will decide later whether or not they will implement the layout options presented in the thesis at Helkama Bica Oy's raw material storage.

KEYWORDS:

warehousing, logistics, layout, material flows

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
1.1 Helkama Bica Oy	7
2 VARASTOINTI	8
2.1 Materiaalinhjaus	8
2.2 Varastoinnin kustannukset	9
2.3 Raaka-ainevaraston piirteitä	10
3 VARASTONOHJAUS JA SUUNNITTELU	11
3.1 Käyttövarasto ja varmuusvarasto	11
3.2 Imuohjaus ja visuaaliset materiaalinhjausmenetelmät	14
3.3 Varaston tilasuunnittelu	15
4 VARASTON MITOITUS JA TEKNOLOGIAT	17
4.1 Varastotekniikat	18
4.2 Varastopaikkajärjestelmät	20
5 RAAKA-AINEVARASTON KEHITTÄMINEN – CASE HELKAMA BICA OY	22
5.1 Nykytilan kuvaus	22
5.2 Materiaalinhjaus Helkama Bica Oy:ssä	24
5.3 Varastoitavat raaka-aineet	24
5.4 Tilantarve	28
5.5 Layout-vaihtoehdot	30
5.6 Raaka-aineiden sijoittelu	34
6 MUUT KEHITYSEHDOTUKSET	36
7 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39

LIITTEET

Liite 1. Kupariköysikelojen ostovastaanotot kuukausittain

KAAVAT

Kaava 1. Taloudellisen eräkoon laskentakaava	13
----------------------------------------------	----

KUVAT

Kuva 1. Materiaalinohjaus tavoittelee tasapainoa saatavuuden ja kustannusten välillä	9
Kuva 2. Imuohjauksen toteutuminen	14
Kuva 3. Suora materiaalivirtaus	16
Kuva 4. U-virtaus varastossa	16
Kuva 5. Trukinajoväylän mitoitus liikenteen luonteesta riippuen	17
Kuva 6. Työkäytävän leveyden mitoitus käsittelylaitteen perusteella	18
Kuva 7. Kuormalavahyllyn mitoitus	19
Kuva 8. Läpivirtaushyllyn toimintaperiaate	20
Kuva 9. Esimerkki varastopaikan osoitteesta	21
Kuva 10. Nykytilan layout	23
Kuva 11. Muovipallettien varastointi nykytilassa	25
Kuva 12. Kupariköysikelojen varastointi irrallaan lattialla	26
Kuva 13. Kelakisko lattialla säilytettävälle keloille	27
Kuva 14. Kelan hyllytykseen tarkoitettu lisäosa	28
Kuva 15. Osittain kulutettuja kupariköysikeloja	29
Kuva 16. Kaapelin katkontalinjan tila materiaalivarastoksi	30
Kuva 17. Varastokäytävä nykytilassa	32
Kuva 18. Varastokäytävän layoutvaihtoehto 1.	32
Kuva 19. Varastokäytävän layoutvaihtoehto 2.	33

KUVIOT

Kuvio 1. Varastotason vaihtelu	12
Kuvio 2. Tilauspistemenetelmä	12
Kuvio 3. Kustannusten muodostuminen taloudellisessa eräkoossa	13
Kuvio 4. Tilausvälimenetelmä	14

TAULUKOT

Taulukko 1. Kupariköysikelojen ostovastaanotot	28
Taulukko 2. Muovipallettien kulutus viikkotasolla	29
Taulukko 3. Eri raaka-aineiden keskimääräinen tilantarve pakkausmäärinä	30
Taulukko 4. Hyllypaikkojen määrä eri layouteissa	33
Taulukko 5. Esimerkki varastopaikkamerkinästä toiminnanohjausjärjestelmässä	36

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja kehittää Helkama Bica Oy:n raaka-ainevaraston layoutia sekä selkeyttää materiaalivirtoja. Sujuvat materiaalivirrat parantavat toiminnan tehokkuutta, sekä helpottavat työntekijöiden päivittäisiä toimia. Raaka-aineiden varastoinnin tilanne on ollut haastava jo pitkään, mutta tarve toimintamenetelmien kehittämiseksi on korostunut yhä enemmän tilauskannan jatkuvan kasvun yhteydessä. Tuotevariatioiden lisääntyminen on aiheuttanut varastoitavien raaka-ainenimikkeiden kasvua. Materiaalien ohjauksen tarve on lisääntynyt, jotta oikeat raaka-aineet olisivat tuotannon käytettävissä oikeaan aikaan. Materiaalivirtojen ja layoutin tutkimisessa käytetään hyödyksi opinnäytetyön kirjoittajan omakohtaista tietoa ja kokemusta Helkama Bica Oy:n varastotyöntekijänä, tuotantolinjan operaattorina, sekä tuotannosuunnittelijana.

Tutkimus aloitetaan ongelmakohtien kartoittamisesta nykytilanteessa. Lähettämötoiminta on siirtynyt uusiin tiloihin, joten raaka-ainevarastoa on mahdollisuus laajentaa lähettämön käytössä olleeseen tilaan. Layoutia ja materiaalivirtoja suunnitellaan siten, että etsimiseen ja siirtämiseen käytettävää aikaa pyritään vähentämään. Raaka-ainevarastoon varataan nykyiselle varastointitarpeelle riittävät tilat, ja valitaan varastoitaville raaka-aineille sopivat varastointikalusteet. Tavoite on pystyä varastoimaan kaikki tuotannon käytössä olevat raaka-aineet samaan rakennukseen tuotantotilojen kanssa. Tilantarvetta kartoitetaan keräämällä dataa yrityksen käytössä olevasta toiminnanohjausjärjestelmästä. Layoutia suunniteltaessa kiinnitetään myös huomiota trukin ajoväyliin, lisäksi tavoitteena on vähentää työturvallisuuden vuoksi muun muassa tuotantolinjojen läheisyydessä kulkemista trukilla.

Työn alkusa koostuu johdanto-osiosta sekä yritysesittelystä. Teoriaosuudessa käsitellään työn toteutuksen kannalta keskeistä kirjallisuusaineistoa sekä varaston mitoitus- ja suunnitteluohjeita. Tutkimusosissa kuvataan nykytilaa ongelmakohtineen, jonka jälkeen ongelmiin haetaan ratkaisua erilaisten layoutvaihtoehtojen avulla. Työ on toteutettu samanaikaisesti omien työtehtävien ohella Helkama Bica Oy:ssä.

1.1 Helkama Bica Oy

Helkama Bica Oy on suomalainen perheyritys, joka on erikoistunut yli 50 vuoden kokemuksella kaapelinvalmistukseen. Yrityksellä on kolme liiketoimintayksikköä: laivakaapelit, teollisuuskaapelit sekä tietoliikennekaapelit. Yrityksellä on Suomessa kaksi tehdasta, Kaarinassa ja Hangossa, sekä tytäryhtiö Kiinassa. Yritys työllistää Suomessa 140 henkilöä ja Kiinassa 64 henkilöä. Helkama Bica Oy kuuluu Helkama Emotor konserniin.

Helkama Bica Oy:n valmistamat tuotteet on testattu äärimmäisissä olosuhteissa, ja ne on suunniteltu täyttämään kaikki asianmukaiset standardit. Yritys on sitoutunut palvelemaan asiakkaitaan nopeasti, luotettavasti ja joustavasti. Helkama Bica Oy:llä on vientiä vuosittain yli 60 maahan, joista volyymeiltaan suurimpina Kiina, Saksa, Hollanti sekä Italia. Helkama Bica Oy:n yhtenä referenssinä toimii Viking Grace –risteilylaiva, johon toimitettiin yrityksen toimesta noin 1000 kilometriä kaapelia. Lisäksi Meyer Turku valitsi Helkama Bica Oy:n vuoden 2017 yhteistyökumppanikseen. Yrityksen liikevaihto oli noin 35 miljoonaa euroa vuonna 2017.

2 VARASTOINTI

Varastolla tarkoitetaan varastoksi määriteltyjen tilojen lisäksi säilytettävää tavaraa riippumatta sen fyysisestä sijainnista. Taloudellisessa kielenkäytössä yrityksen varastoilla tarkoitetaan koko vaihto-omaisuutta. Teollisessa ympäristössä esimerkiksi keskeneräinen tuotanto tai kuljetuksessa oleva raaka-aine katsotaan varastoksi. Tyypillisesti varastot luokitellaan kolmeen päätyyppiin: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmistuotevarastot. Raaka-ainevarasto koostuu varsinaisten raaka-aineiden lisäksi muista tarveaineista ja komponenteista, joita prosesseissa tarvitaan. Puolivalmistevarasto muodostuu kaikesta keskeneräisestä tuotannosta ja valmistuotevarastoon varastoidaan myytäväksi tarkoitetut lopputuotteet. (Sakki 2003, 73.)

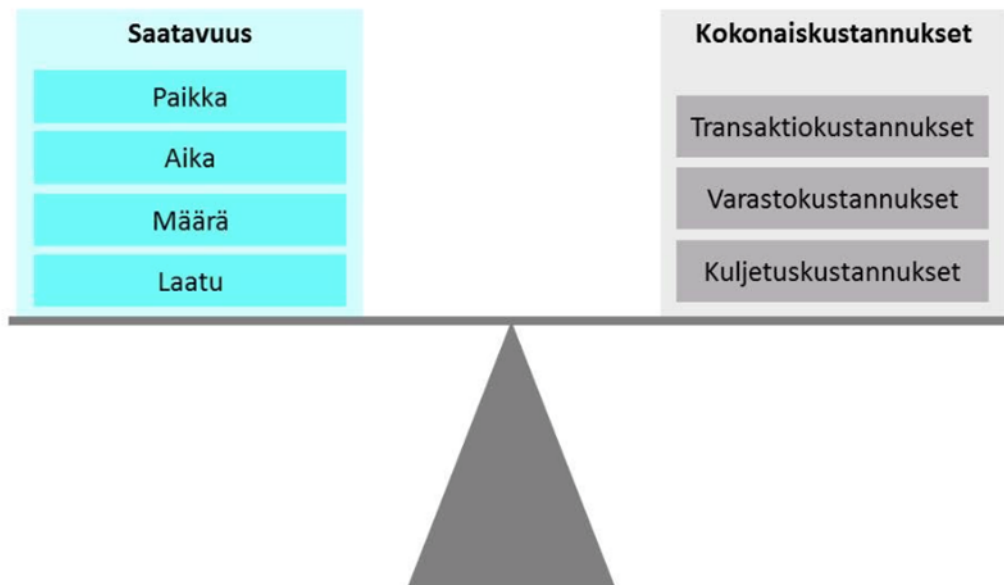
Varastoihin sitoutuu pääomaa, jonka vuoksi niitä pyritään pitämään mahdollisimman vähän toimitusketjun eri vaiheissa. Hyvin suunnitellun kysyntä-toimitusketjun avulla varastoinnin tarve vähenee ja pääomaa vapautuu muuhun käyttöön. Varastoja voidaan pitää saatavuuden varmistamiseksi, asiakastarpeita palvelevan varaston sisältö on syytä pohdita huolellisesti, jotta varastoinnista saadaan riittävä lisäarvo. Mitä jalostetumpana tuotteet varastoidaan, sitä enemmän varastoon sitoutuu pääomaa. Edullisinta on siis varastoida esimerkiksi raaka-aineita lopputuotteiden sijaan, mutta tällöin asiakas ei välttämättä saa haluamaansa lopputuotetta heti varastosta. (Logistiikan maailma 2018a.)

Varastointia voi aiheutua myös muista syistä, kuin saatavuuden ja asiakaspalvelun laadun varmistamisesta. Kokonaiskustannuksia laskettaessa pienet toimituserät voivat tulla kalliimmaksi kuin suuret, jolloin suuremman toimituserän edullisuus pakottaa varastointiin. Kustannuksiin tulee huomioida kaikki tilaus-, toimitus- ja varastointikustannukset. Toisaalta toimittaja on voinut määrittää tietyille tuotteille minimi tilausmäärän, jolloin tilauserä voi olla välitöntä tarvetta suurempi, tällöin välittömän tarpeen ylittävä määrä jää varastoon. Joidenkin raaka-aineiden saatavuus voi olla myös kausiluonteista, joka saattaa aiheuttaa suuria puskurivarastoja. (Logistiikan maailma 2018a.)

2.1 Materiaalinhjaus

Materiaalinhjauksen tavoitteena on varmistaa, että tuotannolla ja muilla toimitusketjun toimijoilla on oikeat materiaalit käytettävissään oikeaan aikaan, oikeassa paikassa, oikeissa määrissä, oikeassa laadussa sekä oikein kustannuksin. Materiaalinhjauksen

avulla tavoitellaan tasapainoa kustannusten ja saatavuuden välillä. Kustannuksia muodostuu transaktiokustannuksista, joilla tarkoitetaan täydennystapahtumaan liittyviä kustannuksia. Näitä ovat muun muassa ostotilauksen teko, saapuvan materiaalin laadunvalvonta sekä varastointi- ja kuljetuskustannukset. (Logistiikan maailma 2018b.)



Kuva 1. Materiaaliohjaus tavoittelee tasapainoa saatavuuden ja kustannusten välillä (Logistiikan maailma 2018b)

2.2 Varastoinnin kustannukset

Varastointi on organisaatiossa huomattava kustannustekijä, jonka vuoksi sen kehittämisen avulla voidaan parantaa kustannustehokkuutta. Varastoinnin kustannuksia aiheuttaa muun muassa työvoimakulut, tilojen kustannukset, kalusto, sisäiset kuljetukset, hävikki, vakuutukset ja puutteet. Varastonpitokustannus on 10-40% varaston vuosittaisesta arvosta. Varastonpitokustannuksiin luetaan pääomakustannus, varastotilan kustannus sekä riskikustannus, jolla tarkoitetaan menekki- ja hintariskiä. (Hokkanen & Virtanen 2016, 165–166; Logistiikan maailma 2018c.)

Täydennyseräkustannuksia aiheutuu tilaus-, asetus- ja lajinvaihtokustannuksista, sekä oston kertakustannuksista. Raaka-ainevarastoon kohdistuu kustannuksia tilauksen teosta, toimitusvalvonnasta, laskuntarkastuksesta sekä vastaanotosta. Pienerätoimituksia käytettäessä kuljetuskustannukset kasvavat. (Logistiikan maailma 2018c.)

Puutekustannuksia aiheutuu materiaalivarastoissa muun muassa erillistoimituksista, tuotantohäiriöistä, toimitusten kiirehtimisestä sekä oman toimituksen myöhästymisestä. Valmistuotevarastoissa puutekustannuksiin luetaan jälkitoimitukset, sekä puutetilanteiden aiheuttamien asiakkaiden- tai tilaustenmenettämisen kustannukset. Puutekustannuksia voidaan välttää määrittämällä riittävä palveluaste ja mahdolliset varmuusvarastointitarpeet. (Logistiikan maailma 2018c.)

2.3 Raaka-ainevaraston piirteitä

Raaka-ainevarasto on suunniteltu palvelemaan tuotannon tarpeita ja siellä säilytetään tuotannossa tarvittavia raaka-aineita sekä muita komponentteja. Varastoitavat tuotteet voivat olla nestemäisiä, kiinteitä tai jauheita, ja rakenteeltaan varasto voi koostua esimerkiksi hyllyistä, silloista ja säiliöistä. Materiaalivarastolle on tyypillistä, että nimikkeitä on suhteessa vähemmän lopputuotteisiin nähden, toisaalta täydennykset saapuvat yleisesti suuremmissa erissä. Suurilla täydennyserillä pyritään saamaan säästöjä hankintahinnoista sekä vähentyvistä kuljetuskustannuksista. Suuret täydennyserät sitovat varastointitilaa, sekä aikaa purku- ja hyllytystoiminnoissa. Tyypillisesti raaka-ainevarastosta toimitetaan tuotteita tuotannon tarpeiden mukaisesti, jolloin yksittäiset sisäiset toimituserät voivat olla pieniä. (Hokkanen & Virtanen 2016, 18.)

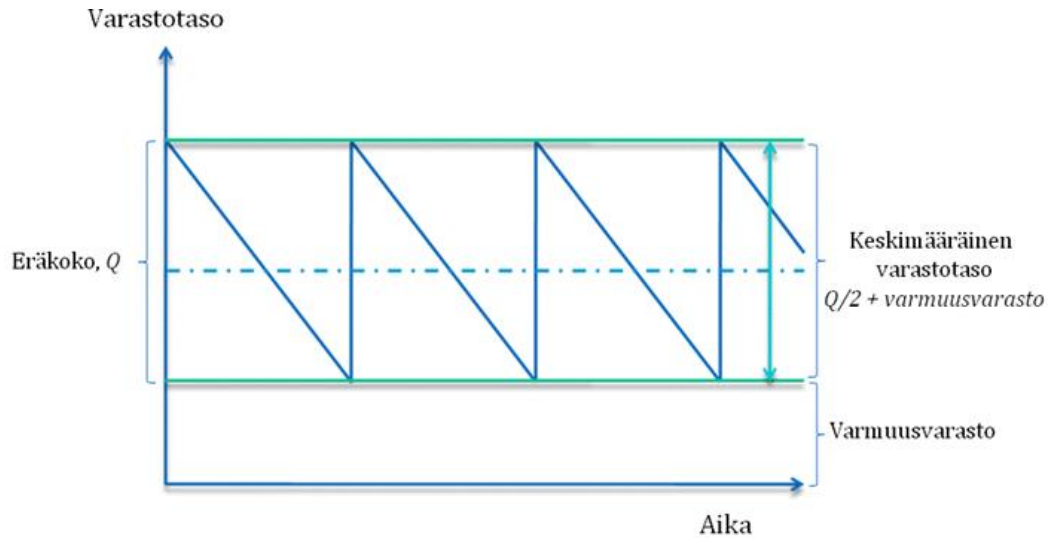
3 VARASTONOHJAUS JA SUUNNITTELU

Varastolähtöisessä materiaalinohjauksessa tieto tilaustarpeesta saadaan varastolta. Toimintamalli vaatii hyvää yhteistyötä alihankkijaverkoston kanssa, jotta oman loppuasiakkaan tarpeet voidaan tyydyttää toimitusajan puitteissa. Täydennystarpeen tullessa tulee tietää hankinta-aika sekä menekki hankinta-aikana. Varaston täydennysmenetelmiä on useita, yleisimpinä tilauspistemalli sekä taloudellisen eräkoon malli. (Hokkanen & Virtanen 2016, 73.)

3.1 Käyttövarasto ja varmuusvarasto

Käyttövaraston taso vaihtelee kulutuksen ja täydennysrytmin mukaisesti. Varastoon saapuvan täydennyserän ollessa suurempi kuin välitön tarve, jää loput täydennyserästä käyttövarastoon. Käyttövaraston tarkoituksena on täyttää tietyn ajanjakson kysyntä. (Sakki 2003, 73; Ritvanen ym. 2011, 80.)

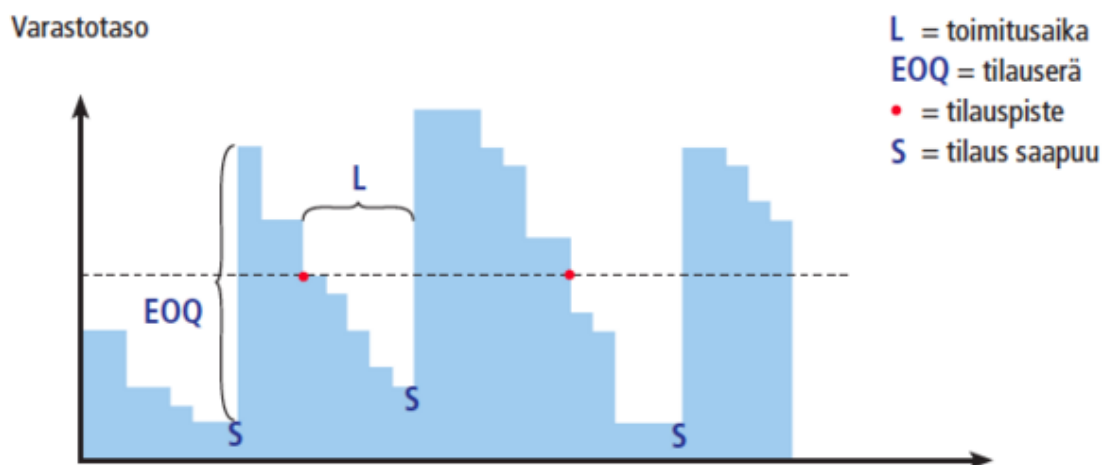
Varmuusvarastoksi kutsutaan varaston muuttumatonta osaa, jossa on ennalta määritelty tuotemäärä. Varmuusvarastolla turvataan puutetilanteita, joita voi aiheutua toimitusajan sekä -määrän, tai kulutuksen vaihtelusta. Lisäksi prosessin laatuongelmat voivat aiheuttaa ylimääräistä menekkiä. Varmuusvarastot syntyvät epävarmuudesta, jolloin ainoa tapa sen määrän ja varastoon sitoutuvan pääoman pienentämiseksi on vähentää epävarmuustekijöitä. Käytännössä siis menekkiennusteita parantamalla, vaihtelua vähentämällä sekä toimittajayhteistyötä kehittämällä varmuusvaraston tasoa voidaan alentaa. (Ritvanen ym. 2011, 80–81.)



Kuvio 1. Varastotason vaihtelu (Aalto University Wiki 2018)

Tilauksipistemenetelmä

Tilauksipistemenetelmässä on määritelty tietty varastotaso, jolloin tilaus lähetetään toimittajalle. Tilauksipiste määritellään käyttäen nimikkeen menekkiennustetta siten, että tilaushetkellä varastossa on täydennyserän toimitusajan ajaksi riittävä määrä varastosaldoa. Täydennys tapahtuu epäsäännöllisin väliajoin kulutuksen perusteella, ja tyypillisesti tilauserä pysyy muuttumattomana. Tilauksieräksi on määritelty laskennallisesti taloudellisin eräkoko EOQ. Määräperusteisen varaston täydennysmenetelmän haittapuolena on se, että menetelmä ei anna mahdollisuutta tilausten yhdistelyyn tai tilausmäärään perustuviin paljousalennuksiin. (Ritvanen ym. 2011, 89.)

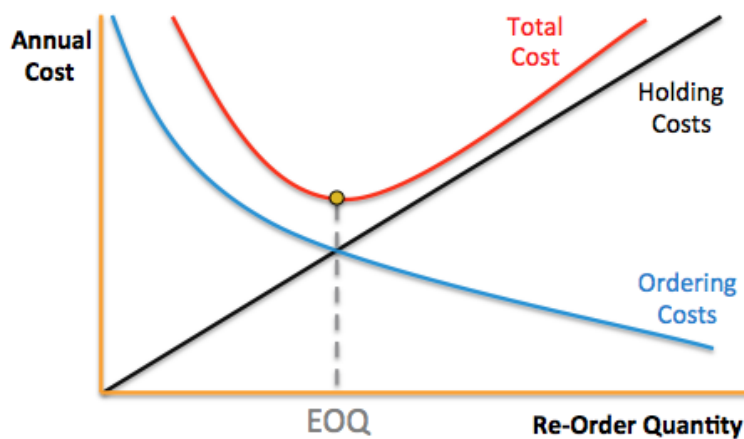


Kuvio 2. Tilauksipistemenetelmä (Ritvanen ym. 2011, 88)

Taloudellisen eräkoon EOQ laskennan lähtötietoina käytetään keskimääräistä kysyntää R , tilauskustannuksia C , sekä yhden tuotteen varastointikustannuksia H . Malli laskee eräkoon siten, että kuljetuskustannukset ja varastointikustannukset ovat mahdollisimman edulliset. Taloudellisen eräkoon laskentakaava olettaa, että tuotteen kysyntä on tasaista ja ennustettavissa, ja saatavuus on hyvä. (Ritvanen ym. 2011, 89.)

$$EOQ = \frac{\sqrt{2RC}}{\sqrt{H}}$$

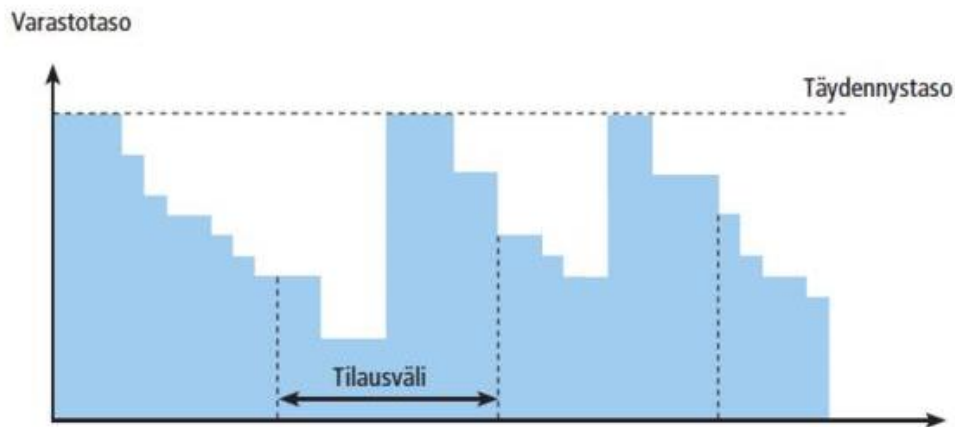
Kaava 1. Taloudellisen eräkoon laskentakaava (Ritvanen ym. 2011, 89)



Kuvio 3. Kustannusten muodostuminen taloudellisessa eräkoossa (Eazystock 2018)

Tilausvälimenetelmä

Tilausvälimenetelmä on aikaan perustuva varaston täydennysmenetelmä. Tuotteita tilataan ennalta määritellyin aikavälein, esimerkiksi kuukauden välein. Tässä menetelmässä tilattava määrä vaihtelee kulutuksen mukaan. Tilausvälimenetelmän etuna on tilausten ja kuljetusten yhdistely, sekä mahdolliset tilausmäärään perustuvat hinnanalennukset. Menetelmän haittapuolena on puolestaan varmuusvaraston tarve. (Ritvanen ym. 2011, 89.)



Kuvio 4. Tilausvälimenetelmä (Ritvanen ym. 2011, 89)

3.2 Imuohjaus ja visuaaliset materiaalinohjausmenetelmät

Imuohjauksen, eli Just-in-time –periaatteen mukaisesti raaka-aineita valmistetaan, siirretään tai kuljetetaan vain todellisen tarpeen tullessa. Todellinen tarve voi olla esimerkiksi asiakaskysyntä joka muodostaa tuotantotarpeen. Tuotanto puolestaan kuluttaa raaka-aineita varastosta imuohjautuvasti, ja uusi täydennyserä hankitaan vasta, kun varastotaso on riittävän matala täydennyksen hankkimiseen. Imuohjauksen keskeinen tavoite on vapauttaa varastoon sitoutunutta pääomaa. Imuohjausta voidaan toteuttaa visuaalisin menetelmin. (Hokkanen & Virtanen 2016, 80; Logistiikan maailma 2018d.)



Kuva 2. Imuohjauksen toteutuminen (Logistiikan maailma 2018d)

Visuaalisessa materiaalinohjauksessa täydennysimpulssin antaa visuaalinen, eli silmin havaittava puute tai tarve. Yleisimpiä visuaalisen ohjauksen menetelmiä ovat muun muassa kaksilaatikko, Kanban-kortti, sekä esimerkiksi tyhjät hyllypaikat. (Logistiikan maailma 2018e.)

Kaksilaatikkomenetelmässä tuotteita säilytetään kahdessa laatikossa, joista toisesta kulutetaan materiaalia ja toinen odottaa täytenä. Ensimmäisen laatikon tyhjentyessä tehdään täydennystilaus, ja siirrytään käyttämään materiaalia toisesta laatikosta. Laatikon materiaalmäärä on mitoitettu siten, että toisen laatikon määrä kattaa kulutuksen täydennystilauksen saapumiseen asti. (Logistiikan maailma 2018e.)

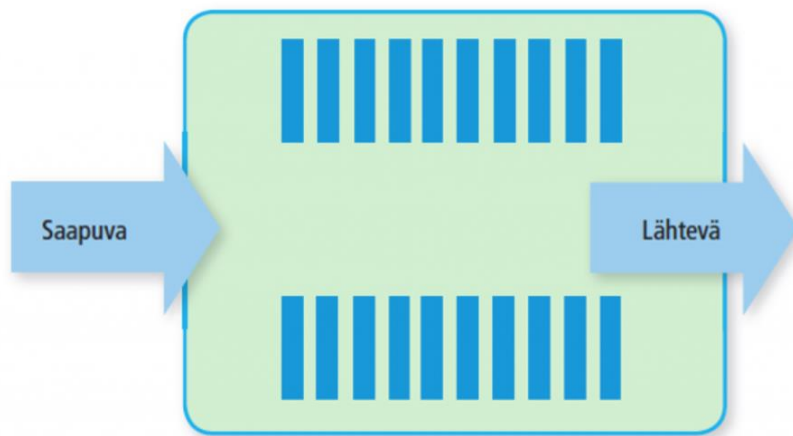
Kanban on tyypillinen imuohjauksen toteutustapa. Kanban viittaa fyysiseen materiaalinohjauskorttiin, johon on määritelty nimike, täydennyserän määrä ja täydennyksen sijainti. Kanban-kortti antaa luvan valmistaa tai siirtää nimikettä, jolloin puskurivaraston tai keskeneräisen tuotannon määrää pystytään tehokkaasti rajoittamaan, mutta samalla turvataan saatavuus. (Logistiikan maailma 2018e.)

3.3 Varaston tilasuunnittelu

Materiaalien sijoitteluun vaikuttaa sekä toimintaan että tekniikkaan liittyviä osa-alueita, kuten varastotyyppi, hyllystöt ja laitteet, sekä materiaalivirrat. Ahtaat ja liian pieneksi suunnitellut käsittely- tai säilytystilat aiheuttavat tarpeetonta siirtelyä, sekä lisäävät virheen tai hävikin riskiä. Toimitusajat vaikuttavat tarvittaviin puskurivarastoihin, varastoitavat tuotteet puolestaan voivat vaikuttaa mm. säilytysratkaisuihin, kalusteisiin, käytäväleveyksiin ja sijoittelukorkeuteen. Esimerkiksi elintarvikkeilla voi olla tarkasti määritellyt varastointiolosuhteet. Materiaalien sijoittelu vaikuttaa paljon toiminnan tehokkuuteen. Tuotteiden sijoittelu riippuu puolestaan materiaalivirtojen suunnasta. (Ritvanen ym. 2011, 84–85.)

Suora materiaalivirtaus

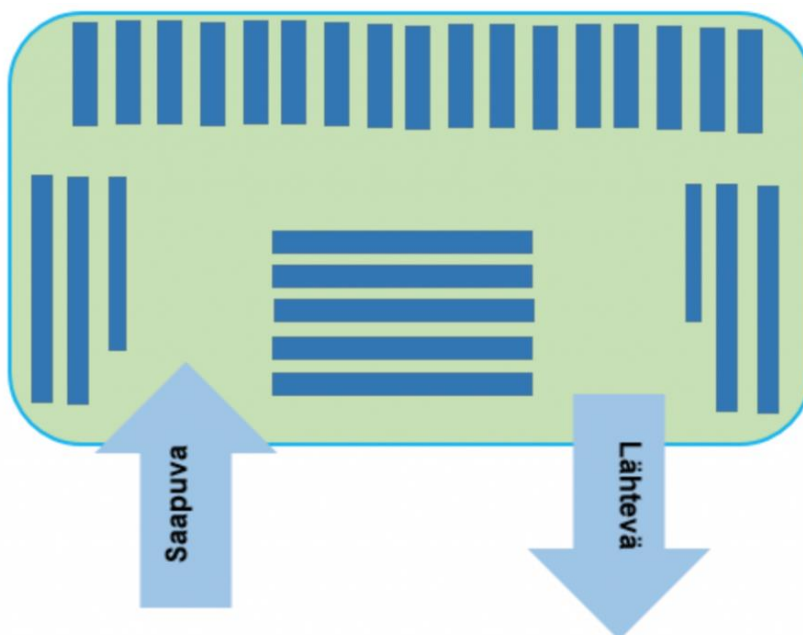
Suorassa virtauksessa tuotteet tulevat sisään varaston toisesta päästä, ja ohjautuvat ulos vastakkaiselta puolelta. Suoran virtauksen etuna on se, että varaston pituus ja leveys ovat melko vapaasti määriteltävissä. Suoravirtausvarastossa nimikkeiden sijoittelu on selkeää. Nopeasti kiertävät nimikkeet kannattaa sijoittaa lähelle keräilypäätä, jolloin ne sijaitsevat lähimpänä käyttökohteita. Toisaalta virtauksen loppupäähän on saapuvan tavaran luota pidempi matka, jolloin nopeasti kiertävien nimikkeiden hyllytys on hitaampaa. (Ritvanen ym. 2011, 85; Logistiikan maailma 2018f.)



Kuva 3. Suora materiaalivirtaus (Ritvanen ym. 2011, 85)

U-virtaus

U-virtaavassa varastossa saapuva ja lähtevä tavara kulkee rakennuksen samalta puolelta. U-virtaavassa varastossa tuotteita voidaan sijoitella lyhyiden keräilymatkojen päähän, sillä pääkäytäviä on useita ja hyllyjä voidaan sijoitella usein eri tavoin. Nopeasti kiertävät nimikkeet pystytään sijoittamaan lähelle sekä saapuvaa, että lähtevää materiaalivirtaa, joka nopeuttaa varastoitavien nimikkeiden käsittelyä. U-virtaava varasto vaatii enemmän käytävätilaa, kuin suoravirtaava varasto. (Ritvanen ym. 2011, 86.)



Kuva 4. U-virtaus varastossa (Ritvanen ym. 2011, 86)

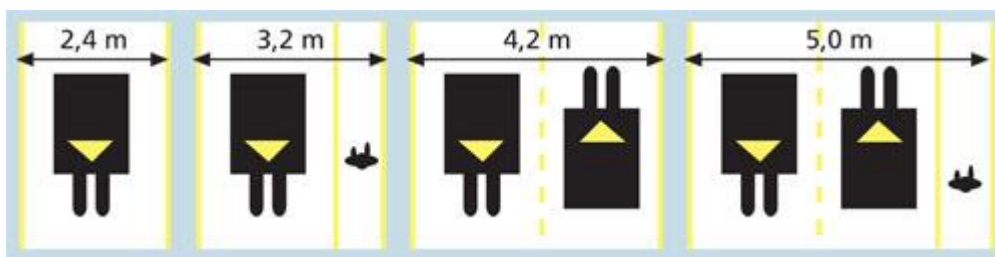
4 VARASTON MITOITUS JA TEKNOLOGIAT

Varaston layout tarkoittaa pohjapiirrosta, eli muun muassa hyllyjen ja käytävien sijoittamista varastotilaan. Layoutia suunniteltaessa huomioitavia asioita ovat tuotteiden läheisyys, tilan tarve ja turvallisuus, lisäksi käytettävän varastointiteknologian vaatimukset. Tilan tarve muodostuu varastoitavan tavaran kokonaismäärästä, kiertonopeudesta, nimikkeiden määrästä sekä käytettävästä varastopaikkajärjestelmästä. (Logistiikan maailma 2018g.)

Ajankäytön kannalta ylimääräisen liikkumisen ja tavaroiden siirtämisen välttämiseksi tietyt toiminnot ja kulkuyhteydet tulee suunnitella mahdollisimman sujuviksi. Lähtökohtaisesti olisi hyvä, että varastoitavaan tuotteeseen ei tarvitse koskea varastoinnin aikana. Toimitusketjun alkupäässä sijaitsevassa raaka-ainevarastossa nimikkeiden määrä on tyypillisesti matalampi, mutta pakkaukset voivat olla tilaa vieviä ja vaatia erityiskalustoa. Täydennyserien suuruus ja tiheys riippuvat materiaalivarastossa käytettävästä täydennysmenetelmästä. (Logistiikan maailma 2018g.)

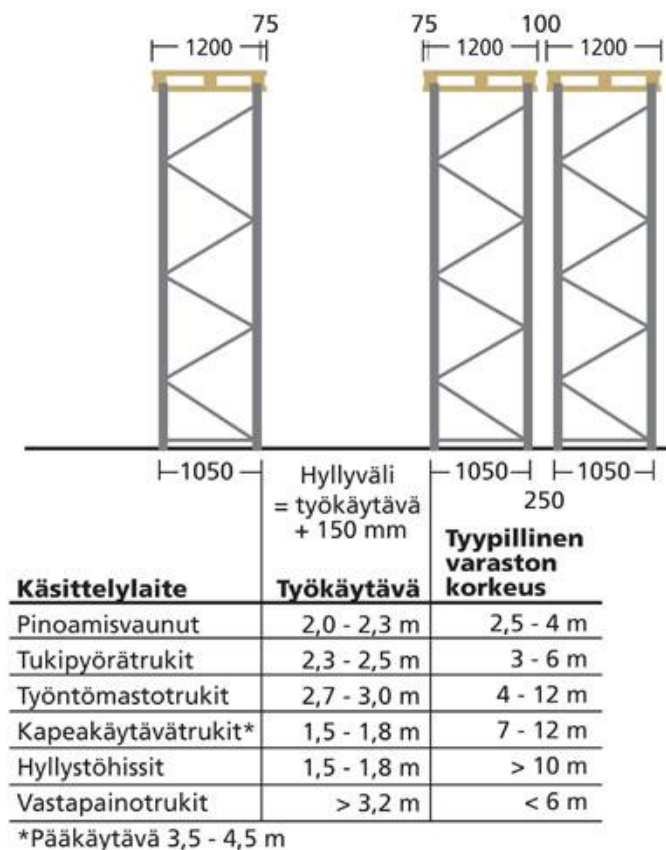
Käytävien mitoitus

Jalankulku ja trukki liikenne on erotettava toisistaan esimerkiksi viivoin tai kaitein. Väylien leveys riippuu siitä, onko käytävällä yksi- vai kaksisuuntaista trukki liikennettä sekä mahdollisesta jalkakäytävästä. (Intolog 2018a.)



Kuva 5. Trukinajoväylän mitoitus liikenteen luonteesta riippuen. (Intolog 2018a)

Työkäytävien leveyksiä mitoitettaessa on otettava huomioon varastossa käytettävät käsittelylaitteet. Vastapainotrukkia käytettäessä yhden hyllyvälin leveys on oltava vähintään 3,2m + 150mm. (Intolog 2018a.)



Kuva 6. Työkäytävän leveyden mitoitus käsittelylaitteen perusteella (Intolog 2018a)

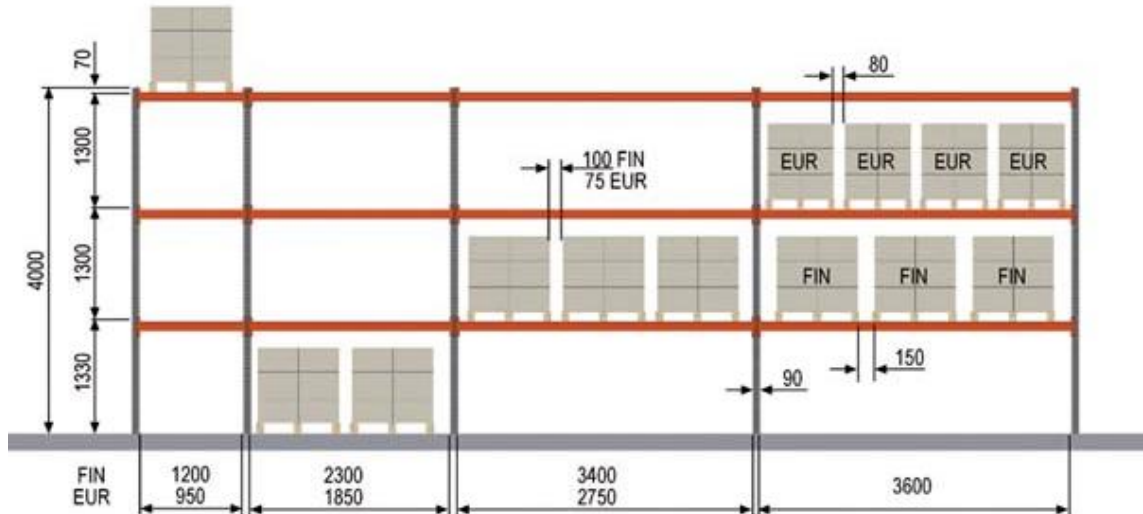
4.1 Varastotekniikat

Varastoitavat yksiköt määrittelevät tarvittavat varastotekniikat. Mikäli kaikki tavara liikkuu kuormalavoilla, voi varaston kalusteet koostua pelkistä kuormalavahyllyistä. Hyllystöjä valittaessa tulee mahdollisimman tarkkaan tietää varastoitavien yksiköiden ominaisuudet ja koot, jotta tarvittava hyllytyyppi voidaan valita riittävin kantavuuksin. Kuormituskestävyyden ylityttämisen sitoo ylimääräistä pääomaa varastokalusteisiin, sillä kevytrakenteisemmat ratkaisut ovat edullisempia. (Logistiikan maailma 2018h)

Kuormalavahylly

Kuormalavahylly on nimensä mukaisesti tarkoitettu kuormalavoille sijoitetun tavaran hyllytykseen. Hyllyt koostuvat moduuleista, jotka on mitoitettu standardilavakokojen mukaisesti. Tämän ansiosta tilankäyttö on optimaalista. Moduuleita on saatavilla eri kokoisina

ja useille eri kantavuuksille, lisäksi hyllyihin on saatavilla erilaisia lisä- ja turvallisuusosia käyttötarpeiden mukaan. Muunneltavuuskykynsä vuoksi kuormalavahylly on hyvin yleinen varastokaluste. (Logistiikan maailma 2018i.)



Kuva 7. Kuormalavahyllyn mitoitus (Intolog b)

Läpivirtaushylly

Läpivirtaushyllyn avulla varastoitavat tuotteet käsitellään first-in-first-out (FIFO) –periaatteella, jolloin hyllystön täyttö tapahtuu toiselta puolelta, ja keräily toiselta puolelta. Hyllystö toimii painovoimaperiaatteella, jossa hyllylle asetetut lavat siirtyvät kallistettuja rullaratoja pitkin poimintapäähän. Läpivirtausvarastointi sopii tuotteille, joiden varastointiaika on rajattu tai halutaan varmistaa käyttö vanhimmasta uusimpaan. Hyllystöratkaisu on tilaa säästävää, kun trukkipätkä ei tarvita hyllyjen välissä. (Logistiikan maailma 2018i; Logistiikan maailma 2018j.)



Kuva 8. Läpivirtaushyllyn toimintaperiaate (EAB 2018)

4.2 Varastopaikkajärjestelmät

Varastoitavien nimikkeiden sijoittelu perustuu johonkin varastopaikkajärjestelmään. Hyvin yleisesti käytössä on aktiivi- ja reservipaikat, jolloin keräily tapahtuu aktiivipaikoilta ja reservipaikat toimivat aktiivipaikkojen täydennysvarastona. Aktiivipaikat ovat tyypillisesti keräilijän helposti saavutettavissa, jolloin toiminta on mahdollisimman sujuvaa ja nopeaa. Reservipaikat ovat esimerkiksi lähyllillä tai kauempana varastossa. (Logistiikan maailma 2018k.)

Kiinteäpaikkajärjestelmässä varastoitavilla nimikkeillä on omat vakiopaikkansa. Varaston työntekijän on helppo löytää tarvitsemansa nimike, kun ne sijaitsevat aina samoilla paikoilla. Mikäli varastoitavia nimikkeitä on paljon, voi kiinteäpaikkaisessa varastossa olla tyhjää tilaa runsaasti, jolloin varastopaikkajärjestelmä ei ole kovin tehokas tilankäytön kannalta. (Logistiikan maailma 2018k.)

Monipaikkajärjestelmässä varastoitavat nimikkeet sijoitellaan vapaana oleville paikoille. Tilankäytön kannalta monipaikkajärjestelmä on tehokas, mutta samaa nimikettä saattaa olla varastoituna useissa eri paikoissa. Tämä saattaa puolestaan aiheuttaa toimintaan tehottomuutta. Useampaa varastopaikkajärjestelmää voidaan käyttää myös yhdessä, jolloin voidaan saavuttaa optimaalisempi tilankäyttö ja nopea keräily varastosta. (Logistiikan maailma 2018k.)

Varastopaikkojen osoitteet

Selkeät varastopaikkatunnukset hyllypaikoilla nopeuttavat nimikkeiden löytämistä ja keräilyä, sekä ovat apuna muun muassa inventoinnissa. Yleisesti käytävälle, hyllylle, hyllyvälille ja hyllytasolle annetaan numero- tai kirjainkoodi. (Logistiikan maailma 2018k.)



Kuva 9. Esimerkki varastopaikan osoitteesta (Intolog 2018c)

5 RAAKA-AINEVARASTON KEHITTÄMINEN – CASE HELKAMA BICA OY

5.1 Nykytilan kuvaus

Helkama Bica Oy:n materiaalivirrat ovat nykytilassaan hyvin epäjärjestelmälliset. Raaka-aineita varastoidaan tuotantotiloissa, sekä tuotannon läheisyydessä olevassa materiaalivarastossa. Lisäksi tilanpuutteen aikana raaka-aineita varastoidaan piha-alueella sijaitsevilla pressuhalleissa, jotka ovat lähtökohtaisesti tarkoitettu lopputuotteiden varastointiin. Samoja materiaaleja säilytetään pahimmassa tapauksessa siis useissa eri paikoissa. Tilanteen on aiheuttanut tilan puute, nykytilanteeseen alhaisesti mitoitettu hyllytila sekä kasvaneen tuotantovolyymin vaikutuksesta suurentunut raaka-aineiden tarve.

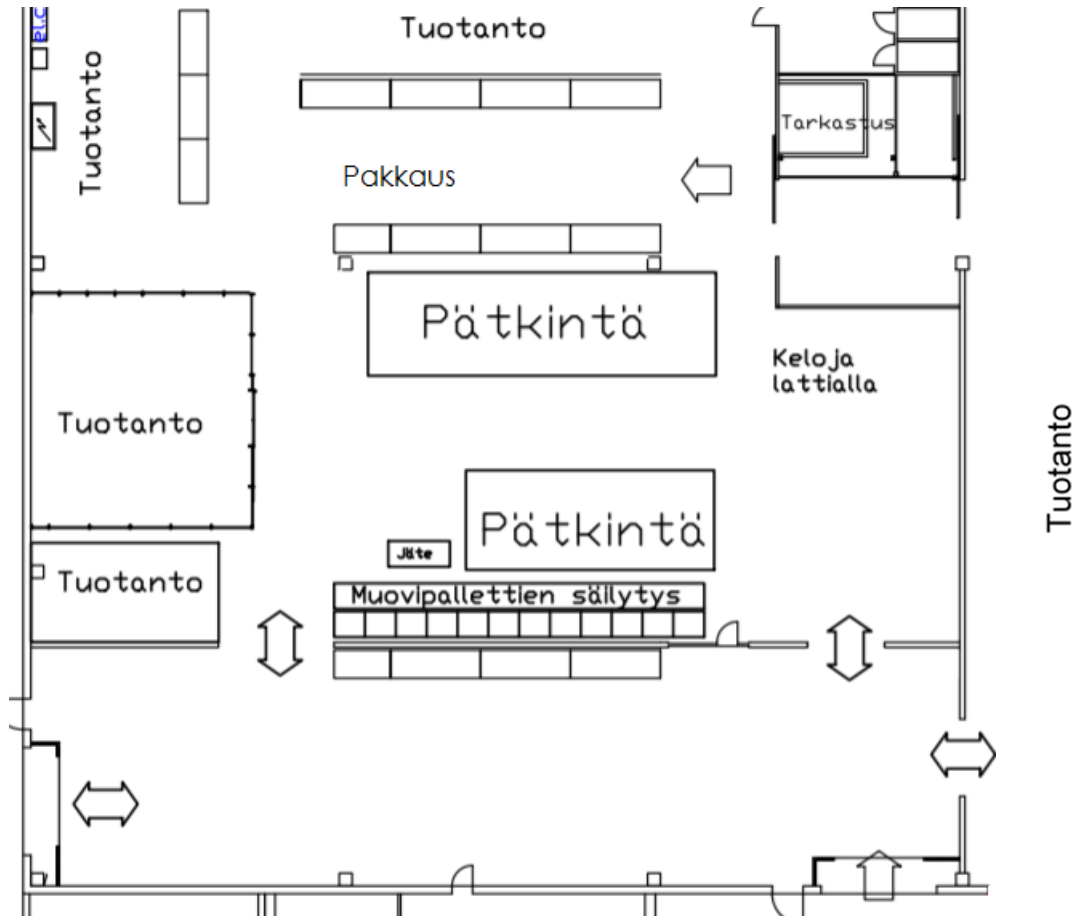
Nykytilassa materiaaleja kuljetetaan tarpeettoman paljon sekä varastojen sisällä, että materiaalivaraston ja tuotantotilojen välillä. Epäjärjestyksessä oleva materiaalivarasto aiheuttaa usein tilanteita, joissa yksittäisen nimikkeen etsimiseen käytetään aikaa. Toisinaan tuotantolinjoilla ei ajeta suunniteltuja töitä, sillä materiaalia ei löydy tai oletetaan sen loppuneen.

Materiaalivarastossa työskentelee tuotannon raaka-ainevastaava, jonka työtehtäviin kuuluu muun muassa saapuvien raaka-aineiden varastointi, tuotantotiloissa olevien raaka-ainehyllyjen täydennys, sekä tuotannosta saapuvien tilauksien toimitus. Raaka-ainevastaava palvelee tuotantoprosesseja jatkuviin materiaalitilauksiin vastaten sekä pakkaa ja kuljettaa lopputarkastuksesta saapuvat valmist tuotteet varastoon, jolloin toimenkuvan vastuualueena on tuotannon kaksisuuntaisen materiaalivirtauksen hallinta.

Nykyisen toimintamallin haasteena on ennakkoinnin mahdollisuuden puute sekä epäselvä tiedonkulku. Tietokanavina toimivat sähköposti, toiminnanohjausjärjestelmä ja suulliset tilaukset tuotannosta. Tyypillisesti tuotannosta saapuva materiaalitalaus tarvitaan käyttöön heti, jolloin tuotantoprosessin jatkuvuuden varmistamiseksi raaka-ainevastaava joutuu keskeyttämään toisen työtehtävänsä. Toiminta on tehotonta keskeytyksien, sekä raaka-aineiden etsimiseen ja kuljettamiseen kuluvan ajan vuoksi.

Tuotannon raaka-ainevastaava työskentelee vastapainotrukilla, sillä raaka-ainepakkaukset ovat suuria ja raskaita. Alueelle ei ole rajattu trukkiliikenteelle erillisiä väyliä, jol-

loin trukin liikkuminen ahtaissa ja meluisissa tuotantotiloissa on turvallisuusriski jalan kulkeville tuotantolinjojen operaattoreille. Vaurioherkkien materiaalien useat käsittelykerrat varastoinnin aikana lisäävät myös raaka-aineen käyttökelvottomuudesta aiheutuvan hävikin riskiä.



Kuva 10. Nykytilan layout

Kuva 1 esittää nykytilan layoutia. Raaka-aineiden kulkusuunnat on havainnollistettu nuolin kuvaan. Pakkauspuolella sijaitsevat raaka-aineiden varastointiin varatut kuormalavahyllyt. Pakatut valmist tuotteet sekä varaston täydennykset kuljetaan tuotantolinjan välittömässä läheisyydessä sijaitsevan käytävän kautta, jonka leveys on noin 3,3 metriä. Käytävän kautta kuljetaan jalan tuotantolinjan alkupäähän, eikä sille ole erikseen erotettu väylää trukkilienteelle ja jalankululle.

5.2 Materiaalinohjaus Helkama Bica Oy:ssä

Helkama Bica Oy:n tuotanto toteutuu osittain imuohjautuvasti. Myytävät lopputuotteet on luokiteltu ABC-nimikkeiksi, joista B- ja C-nimikkeitä valmistetaan tilausta vastaan. A-nimikkeet ovat varastoitavia nimikkeitä, jolle on määritetty minimivarastotasot. Asiakkaan tilaus muodostaa tuotantotarpeen, ja tuotantotarve muodostaa raaka-ainetarpeen.

Raaka-aineet toimitetaan pääsääntöisesti täysinä rekkakuormina, ja täydennysmenetelmänä käytetään tilauspistemallia, joka kuvattiin kappaleessa 3.1. Täydennyserät ovat suuruudeltaan noin 12-20 kollia riippuen nimikkeestä ja pakkauksien suuruudesta.

5.3 Varastoitavat raaka-aineet

Suurin volyymi varastoitavista raaka-aineista muodostuu ostettavista nimikkeistä, joita ovat muun muassa paksut kupariköydet sekä erilaiset muovit. Tuotantoprosesseissa käytettävät erilaiset nauhat sitovat myös paljon varastointitilaa. Raaka-aineiden pakkaukset poikkeavat toisistaan huomattavasti, jonka vuoksi varastointitarvetta on sekä suurille että pienille keloille ja eri kokoisille kuormalavapalleteille.

Osa lopputuotteiden raaka-aineista on määritetty puolivalmisteiksi, joita Helkama Bica Oy:ssä valmistetaan itse. Puolivalmisteet ovat sellaisia lopputuotteiden raaka-aineita, joita voidaan käyttää useissa eri tuotteissa, jolloin näiden valmistusta ei rajata tarpeeseen vaan optimaalisen tuotantoerän mukaan. Tästä syystä myös puolivalmisteita varastoidaan tuotannon raaka-aineina.

Suurin osa puolivalmisteista varastoidaan tuotantotiloissa niitä valmistavien ja käyttävien tuotantolinjojen läheisyydessä. Tällöin näitä varten ei tarvitse varata tilaa materiaalivarastosta. Palonkestäviä kaapeleita varten valmistettavan nauhoitetun johtimen valmistus on hidasta suhteutettuna seuraavan työvaiheen kulutuksen nopeuteen. Tuotantoprosessien laadunvaihtoon kuluvan ajan minimointi, nauhoitettujen johtimien kasvanut nimikemäärä sekä yleisesti kasvanut tuotantovolyymi ovat muodostaneet nauhoitetuille johtimille suuremman varastointitarpeen. Nauhoitustyöpiste sijaitsee materiaalivaraston läheisyydessä erillään muusta tuotannosta, jonka takia johtimet on hyvä varastoida raaka-ainevarastoon.

Muovipallettien varastointi

Muovit on säilytettävä valmistajien ohjeiden mukaan kosteudelta suojattuna sekä alle 30°C lämpötilassa. Raaka-aineet säilyvät käyttökelpoisina tuotteesta riippuen 3-12kk ajan, kun pakkaus on ehjä ja tiivis. Säilyvyysajan vuoksi muovit on ohjattava tuotantoon vanhimmasta erästä uusimpaan.

Nykytilassa muovipalletteja säilytetään lattialla riveissä. Vastaanottohetkellä palleteihin kirjataan saapumispäivämäärä, jotta voidaan varmistaa materiaalien käyttö oikeassa järjestyksessä. Varaston täydennyserän saapuessa palleteja joudutaan uudelleenjärjestelmään, jotta vanhemmat pakkaukset eivät jäisi uusien raaka-aineiden taakse.



Kuva 11. Muovipallettien varastointi nykytilassa

Muovipallettien varastointia tulisi tehostaa läpivirtaushyllyn avulla. Kahteen kerrokseen rakennettu hylly säästää 50% varastointiin tarvittavaa lattiapinta-alaa. Sen avulla voidaan myös varmistaa raaka-aineiden käyttö FIFO-periaatteen mukaisesti vanhimmasta uusimpaan, sillä täyttö tapahtuu hyllyn toiselta puolelta ja keräily tuotannon tarpeisiin toiselta. Tällöin muovipalletteja ei tarvitse järjestellä uudelleen saapumispäivämäärän mukaisesti varastoinnin aikana. FIFO-periaate on avattu luvussa 4.1.

Muovipallettien vähentyvät käsittelykerrat pienentävät pakkauksien rikkoontumisriskiä. Avattu pakkaus tulisi käyttää heti, sillä avatussa pakkauksessa varastoidun raaka-aineen

käyttökelpoisuudesta ei voida olla varmoja. Tällaisen materiaalin käyttäminen tuotannossa olisi automaattisesti riski valmistaa epäkuranttia tuotetta, jolloin sekä raaka-aineet että tuotantoon käytetty aika olisi hukkaa. Rikkoontunut pakkaus aiheuttaa kuluja tuotantomun muodossa.

Kelojen varastointi

Kupariköysikeloja säilytetään nykytilassa useissa eri paikoissa. Materiaalivarastossa on keloille varattuja hyllypaikkoja, mutta varaston tilat ovat nykyisille tuotantovolyymeille liian pienet. Kupariköysikeloja varastoidaan tilanpuutteen vuoksi myös tuotantorakennuksesta erillään olevassa lämmittämättömässä pressuhallissa, vapailla lattiapinta-aloilla sekä tuotantotilojen yhteydessä olevassa hyllyssä. Irrallaan säilytettävillä keloilla on riski törmätä toisiinsa käsittelyhetkellä, jolloin raaka-aine voi vaurioitua käyttökelvottomaksi. Kelojen kuljettamiseen käytettävän ajan lisäksi aikaa kuluu myös kuparin lämmittämiseen, mikäli kupariköydet eivät ole huoneenlämmössä tuotannon raaka-ainetarpeen tullessa.



Kuva 12. Kupariköysikelojen varastointi irrallaan lattialla

Kupariköysikeloja varastoidaan kuormalavahyllyjen alapuolella lattiatasossa. Lisäämällä kelakiskot lattiatasoihin oleviin varastopaikkoihin, estetään kupariköysikelojen mahdollinen vieriminen ja vahingoittuminen. Kelakiskot pitävät kelat paikallaan myös silloin, kun

keloja käsitellään käsin hyllyn luona. Tällöin estyy mahdollinen kelan vieriminen esimerkiksi jalan päälle.

Kelakiskot ovat jo käytössä keskeneräisten tuotteiden varastoinnissa tuotannon puolella. Osittain käytettyjä kupariköysikeloja varastoidaan pääasiassa tuotantotilassa olevassa hyllyssä, jossa säilytetään myös keskeneräistä tuotantoa ja raaka-aineeksi valmistettuja puolivalmisteita. Pienille keloille on valmistettu kiiloilla varustettuja kuormalavoja, jotta varastointi on mahdollista myös hyllytasoilla.



Kuva 13. Kelakisko lattialla säilytettäville keloille

Koska raaka-aineena käytettäviä kupariköysinimikkeitä on paljon, kuluu nykytilan epäjärjestelmällisissä säilytysolosuhteissa turhaa aikaa tiettyä nimikettä etsittäessä. Varastopaikkoja ei ole merkitty, joten tietyn jäljitystunnuksen omaava kupariköysikela voi olla missä tahansa. Tämä vaikeuttaa ja hidastaa päivittäistä toimintaa sekä inventaareja.



Kuva 14. Kelan hyllytykseen tarkoitettu lisäosa

5.4 Tilantarve

Kupariköysikeloja on säilytettävä lattiatasossa niiden suuren massan vuoksi, joten layoutin suunnittelun lähtökohdaksi valittiin näiden varastointiin riittävät tilat. Tilantarvetta kartoitettiin yrityksen käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän tietojen perusteella. Toiminnanohjausjärjestelmästä haettiin yleisimmin käytössä olevien kupariköysinimikkeiden ostovastaanotot viimeisen kahdentoista kuukauden ajalta. Saatu tulos muunnettiin kelojen kappalemääräksi, joista laskettiin keskiarvo sekä mediaani kuukautta kohden. Lopputuloksena Helkama Bica Oy:lle saapuu keskiarvona 70 kappaletta tai mediaaniarvona 61 kappaletta kupariköysikeloja kuukaudessa.

	16mm ²	25mm ²	35mm ²	50mm ²	70mm ²	95mm ²	120mm ²	150mm ²	185mm ²	240mm ²	Yhteensä
Keskiarvo vastaanottohistoriasta (kelaa / kk)	6	4	5	7	11	11	9	7	4	4	70
Mediaani vastaanottohistoriasta (kelaa / kk)	6	4	4	5	10	12	10	8	2	0	61

Taulukko 1. Kupariköysikelojen ostovastaanotot

Nykytilassa Helkama Bica Oy:n varastosaldoilla on 101 kela taulukossa olevia kupariköysinimikkeitä, sekä 11 kela muita nimikkeitä. Poikkeama tuloksissa johtuu siitä, että keloja ei kuluteta tuotannossa aina tyhjäksi, vaan kela palautuu varastoon vajaana. Vajaiden kupariköysikelojen lukumäärä on nykytilassa 41 kappaletta, jolloin täysien kelojen osuudeksi jää 71 kappaletta. Vajaat kelat tulisi ensisijaisesti ohjata tuotantoon ennen täysiä keloja, sillä tällä hetkellä vajaiden kelojen osuus on lähes 37% kelojen kokonaismäärästä. Osittain käytetty kela sitoo yhtä paljon varastotilaa kuin täysi kela.



Kuva 15. Osittain kulutettuja kupariköysikeloja

Tuotannon käytössä on nykytilassa viittä eri muovilaatua, joista kolme on jatkuvassa käytössä. Jatkuvassa käytössä olevien muovipallettien menekki on keskimäärin 44 pallettia viikossa. Läpivirtaushyllyyn sijoitetaan jatkuvassa käytössä olevat nimikkeet, ja harvemmin käytössä oleville varataan hyllytilaa raaka-ainevarastosta.

	XLPE	SHF1	SHF1 Soft
Pallettia/viikko	22	16	6

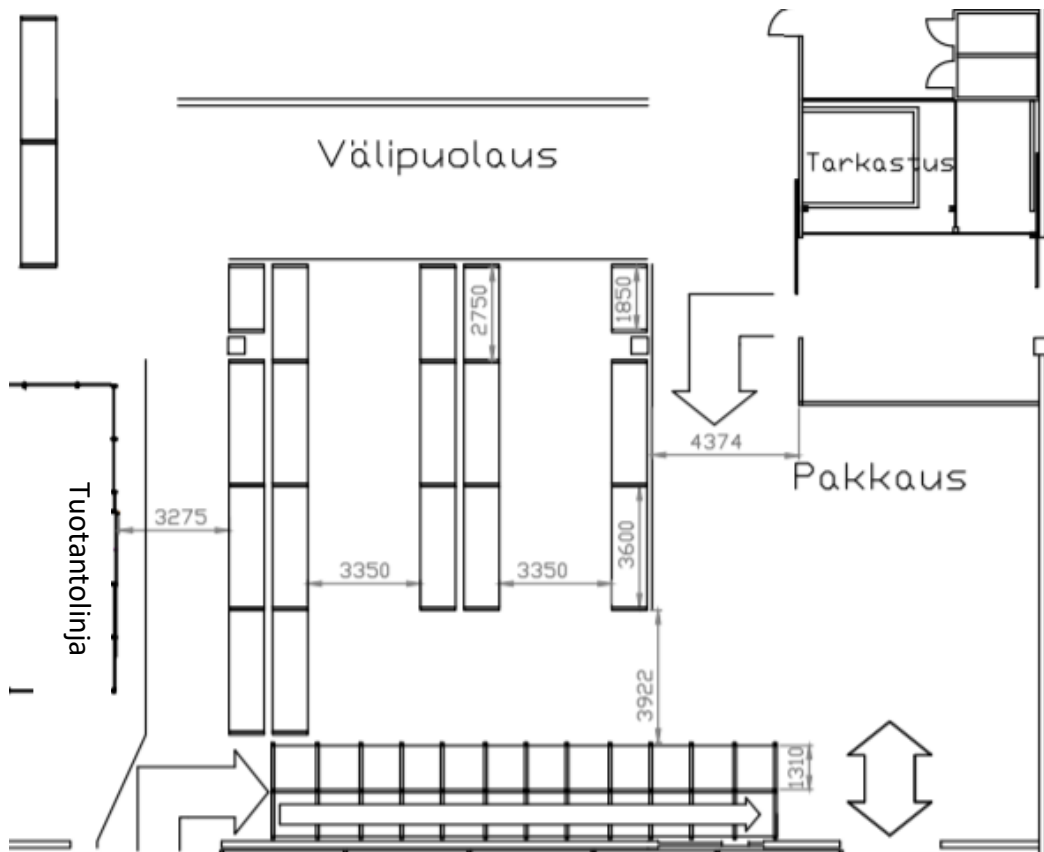
Taulukko 2. Muovipallettien kulutus viikottasolla

Tuotannon raaka-aineena käytettäviä nauhanimikkeitä on nykytilassa 94 kappaletta. Nauhat toimitetaan EUR- tai FIN-lavoilla, ja ne varastoidaan toimituspakkauksissaan. Nauhoja on pääsääntöisesti yksi avattu lava tuotannon käytössä, sekä toinen täysi lava raaka-ainevarastossa.

	XLPE	SHF1	SHF1 Soft	Kupariköysi 1	Kupariköysi 2	Nauhalavat
Tilantarve	22	16	6	48	22	94
Pakkauksen koko	1000x1200	1100x1100	1000x1200	900x1200	800x1000	800/1000 x1200
Korkeus	1100	1500	1600	1200	1000	-

Taulukko 3. Eri raaka-aineiden keskimääräinen tilantarve pakkausmäärinä

5.5 Layout-vaihtoehdot



Kuva 16. Kaapelin katkontalinjan tila materiaalivarastoksi

Kaapelin katkontalinjan siirtyessä uusiin tiloihin hyödynnetään vapautuva tila korkeilla kuormalavahyllyillä. Tuotantolinjan vieressä olevaan hyllyriviin varastoidaan linjan käyt-

tössä olevia puolivalmisteita ja raaka-aineita. Käytävä on mitoitettu siten, että yksisuuntainen trukki liikenne ja jalankulku ovat mahdollisia. Kuvan vasemmassa yläkulmassa oleva hylly pysyy samassa paikassa kuin nykytilassa. Tähän hyllyyn varastoitavat nimikkeet kartoitetaan uudelleen siten, että siinä sijaitsee vain viereisien tuotantolinjojen materiaalit tarpeita.

Varsinaiseen materiaalivarastoon kulku tapahtuu uuden pakkausalueen läheisyydestä. Työkäytävät on mitoitettu vastapainotrukilla työskentelyyn sopiviksi. Hyllyihin, joiden käsittelypuolen vastakkainen puoli sijaitsee käytävän vieressä, asennetaan turvaverkko. Raaka-ainevarastosta ei tehdä läpikuljettavaa, jotta trukki liikenne kohdistetaan pääasiassa yhdelle käytävälle.

Läpivirtaushylly sijoitetaan väliseinän viereen, jolloin sen täyttö- ja keräilypuolet ovat lähellä kulkuovia. Hylly on mitoitettu muovipalleteille sopiviksi, ja näissä on kaksi kerrosta. Yhteen hyllyväliin mahtuu 12 lavaa, jolloin läpivirtaushyllyn kokonaiskapasiteetti on 48 lavapaikkaa. Hyllyn alakerrokseen sijoitellaan raskaammat SHF1-muovipalletit (1250 kg/palletti), ja kahden eri valmistajan muovit voidaan erotella hyllyn eri puolille. Hyllyn yläkerrokseen varastoidaan XLPE-muovit, joiden paino on 500 kg/palletti. Varastointilämpötila pysyy tasaisempana hyllyn sijaitessa väliseinän vieressä. Toisella puolella oleva varastokäytävä on vetoisa ja viileä, sillä ulko-ovia pidetään paljon auki.

Tuotanto tarvitsee lopputarkastuksen yhteyteen puolauslinjan, jotta viallinen tuote voidaan käsitellä. Välipuolauspiste sijoitetaan vanhan pakkauspuoleen tilalle, jolloin linjalle on suora käynti lopputarkastuksen yhteydestä. Pakkausalue sijoitetaan kuvan 16. esittämällä tavalla, jonka vaikutuksesta valmistus tuotteiden kuljettaminen varastoon siirtyy pois tuotantolinjan vierestä. Tuotannosta valmistuu keskimäärin 250-300 kelaa viikossa. Valmistus tuotteiden odottaessa pakkausta ne eivät estä raaka-ainevaraston hyllyihin käsiksi pääsyä, kun pakkauspuole sijoitetaan hyllyn takapuolella

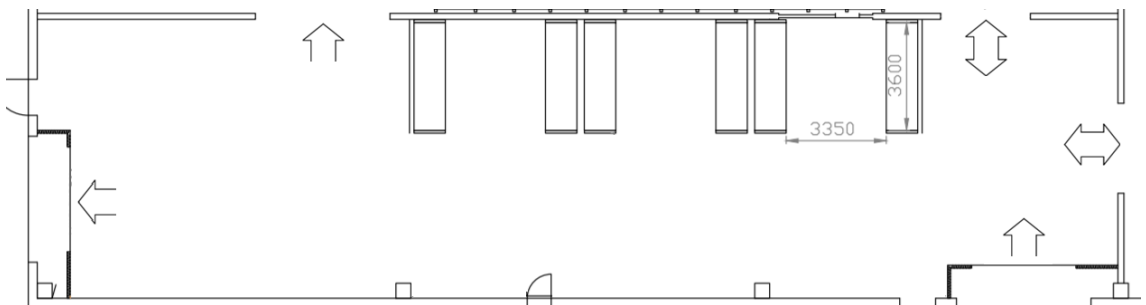
Varastokäytävän layoutvaihtoehdot

Varastokäytävälle suunniteltiin kaksi vaihtoehtoista layoutia. Tilaan puretaan saapuva tavara, sekä tilasta kuormataan osa lähtevistä lähetyksistä. Nykyhetkellä tilassa on myös trukkien latauspiste, vaaka, pakkauskone sekä muutama hylly. Tilasta saisi varastoinnin kannalta tehokkaamman hyllyjen määrää lisäämällä. Tilan rajoitteina on useat ovet ja kulkuaukot, sekä muutama seinien vierustoilla sijaitseva tolppa.



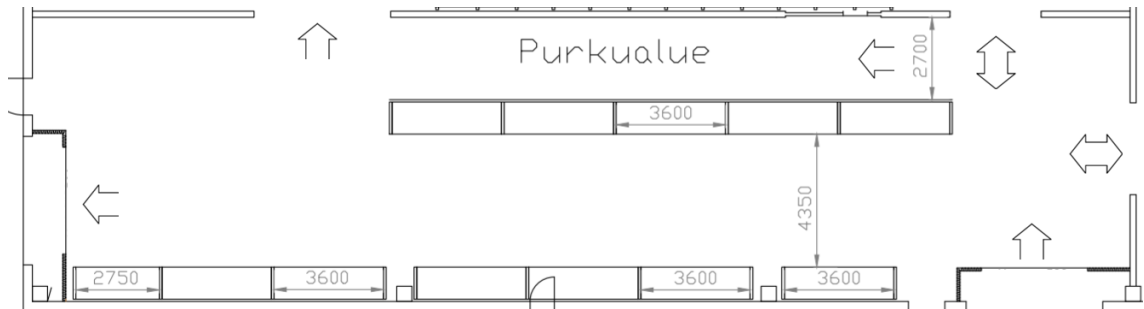
Kuva 17. Varastokäytävä nykytilassa

Helkama Bica Oy:llä on käytössään kaksi sähkötrukkia, joille latauspiste tarvitaan. Kaapelin katkontalinjan käytössä olevan sähkötrukin latauspiste olisi järkevää sijoittaa linjan läheisyyteen uusiin tiloihin, koska välimatka nykyiselle latauspisteelle on pitkä. Tuotannon raaka-ainevastaavan trukin latauspiste voidaan sijoittaa pakkausalueen yhteyteen, jonka läheisyydessä myös raaka-ainevastaavan työpiste sijaitsee.



Kuva 18. Varastokäytävän layoutvaihtoehto 1.

Layoutvaihtoehdossa 1. toinen pitkä seinä on jätetty vapaaksi saapuvan tavaran purkua, sekä pienten lähetysten keräilyä varten. Hyllyt on asetettu pitkittäin, jolloin tilan leveys on otettu hyötykäyttöön.



Kuva 19. Varastokäytävän layoutvaihtoehto 2.

Layoutvaihtoehdossa 2. hyllyjen määrä on maksimoitu. Pääkäytävä täyttää kaksisuuntaiselle trukki liikenteelle vaadittavan käytäväleveyden. Saapuvan tavaran purkuun on varattu alue, johon voidaan purkaa tavaraa kahteen riviin. Purkualueen toiselta puolelta voidaan aloittaa hyllytys. Purkualueen ollessa hyllyn käsittelypuolen takana, hyllyihin pääsee käsiksi myös tilanteissa, joissa kuorman purku, hyllytys tai tarkastaminen on kesken.

Layoutien hyödyt

Layoutit lisäävät huomattavasti varastopaikkojen lukumäärää. Taulukossa on esitetty uusien layoutien varastopaikat eri pakkauskoille. Vertailupohjana toimii nykytilan varastopaikkamäärä, johon on laskettu mukaan myös varastokäytävällä sijaitsevan hyllyn varastopaikat. Laskenta on toteutettu siten, että jokaisessa hyllyssä on kolme hyllytasoa, ja ensimmäisen hyllytason alapuolelle jäävä lattiatila varataan kupariköysille. Hyllyt, joiden paikkoja ei ole muutettu uusiin layoutsuunnitelmiin ovat laskennan ulkopuolella. Lisäksi täysin yhden tuotantolinjan raaka-ainetarpeisiin varattu hylly kuvasta 16 on laskennan ulkopuolella.

	Lavapaikat		Kelapaikat	
	EUR	FIN	Kupariköysi 1	Kupariköysi 2
Nykytila	130	95	30	40
Materiaalivarasto + Varastokäytävä 1	213	156	52	71
Materiaalivarasto + Varastokäytävä 2	282	207	69	94

Taulukko 4. Hyllypaikkojen määrä eri layouteissa

Taulukosta voidaan todeta, että käyttämällä materiaalivaraston sekä varastokäytävä 1. layoutsuunnitelmia yhdessä, varastopaikat eivät riitä kaikille kupariköysikeloille. Tällöin kupariköysikelojen varastointi ei poistu täysin muista tarpeeseen sopimattomista varastointitiloista. Varastokäytävä 2. layout yhdistettynä materiaalivaraston layoutiin sisältää varastopaikkoja riittävästi myös kupariköysikelojen varastointiin, jolloin kaikki raaka-aineet voidaan varastoida yhdessä rakennuksessa. Muut varastopaikat riittävät tämän hetkiseen tilantarpeeseen kummassakin varastokäytävä-versiossa. Kun varastopaikkojen lukumäärä on riittävä varastoitavien tuotteiden määrään nähden, tuotteita ei tarvitse siirtää varastoinnin aikana.

Tuotannon raaka-ainevastaavan käynti piha-alueella sijaitsevassa pressuhallissa kestää keskimäärin 2 minuuttia, kun hallista haetaan samalla jotain raaka-ainetta. Kaikkien raaka-aineiden sijaitessa tuotantorakennuksessa, aikaa säästyy noin minuutti jokaista yksittäistä raaka-ainekeräilyä kohden. Lisäksi aikaa säästyy saapuvan tavaran hyllytyksen aikana, kun raaka-aineita ei tarvitse ajaa pressuhalliin.

Tuotannolliset hyödyt tulevat huoneenlämpöisistä kupariköysistä, kun köysiä ei tarvitse lämmittää ennen prosessin aloittamista. Tällöin suljetaan pois myös mahdolliset laatuongelmat, jotka voivat aiheutua liian kylmän kupariköyden käytöstä prosessissa.

5.6 Raaka-aineiden sijoittelu

Kuormalavahyllyjen alatasoille varastoidaan kupariköysikelat, sillä suuren massansa vuoksi niitä ei ole järkevää sijoittaa hyllyyn. Tuotannon käytössä olevien nauhojen pakkaukset ovat pääsääntöisesti kevyitä, jonka vuoksi nauhat on hyvä varastoida hyllyjen kolmannelle tai ylimmälle tasolle. Täysi lava kestää tuotannon käytössä melko pitkään, jolloin yksittäiset nauhanimikkeet saattavat odottaa materiaalivarastossa pitkään. Palonkestäviä kaapeleita varten valmistettavat nauhoitetut johtimet varastoidaan pienemmillä keloilla, jolloin näiden varastointi voidaan toteuttaa hyllyjen toisella tasolla. Nauhoitetut johtimet kiertävät nopeammin kuin nauhanimikkeet.

Raaka-ainanimikkeiden luokittelu menekin mukaisesti esimerkiksi A-, B-, ja C-nimikkeiksi helpottaisi tuotteiden sijoittelua varastossa. Harvoin kiertävät B-nimikkeet voidaan sijoitella hankalasti käsiksi päästäviin varastopaikkoihin, kuten hyllyjen ylätasoille. Nopeasti kiertävät A-nimikkeet sijoiteltaisiin hyllyjen alemmille tasolle, jotta keräily ja täydennys veisi vähemmän aikaa. C-nimikkeiden varastointia tulisi välttää, sillä niiden kierto on

hidasta. Käytännössä siis C-nimikkeitä tulisi hankkia tai valmistaa vain tuotantotarpeeseen, jolloin niitä ei tarvitsisi varastoida ollenkaan raaka-ainevarastossa.

6 MUUT KEHITYSEHDOTUKSET

Varastopaikkojen osoitteet

Helkama Bica Oy:llä on käytössään toiminnanohjausjärjestelmä, jolla hallitaan myös varastotoimintoja. Varastopaikkojen osoitteiden vieni järjestelmään nopeuttaisi nimikkeiden löytämistä ja keräilyä tuotantoon, kun tiedetään etukäteen raaka-aineen sijainti materiaalivarastossa. Varastosaldolomakkeelta löytyy tieto yksittäisen nimikkeen varastopaikasta, määrästä sekä jäljitystunnuksesta. Varastopaikkaosoitteiden vieni toiminnanohjausjärjestelmään helpottaisi inventaaria ja toisi nopeammin mahdolliset saldivirheet esiin. Varastopaikkakohtainen varastointi on käytössä lopputuotteiden varastoinnissa. Varastopaikan tunnukseen on sisällytetty tieto hyllyn numerosta, hyllyvälistä sekä hyllyn tasokorkeudesta.

Varasto	Var.pka	Nim.tunnus	Nim.nimi	Jälj.tunnus	Laatu	ABC-luokka	Määrä	Yks.
2	23.13.02					A	1000 m	
2	17.04.03					A	1000 m	
2	14.07.02					A	1000 m	
2	09.03.03					A	1000 m	

Taulukko 5. Esimerkki varastopaikkamerkinnästä toiminnanohjausjärjestelmässä

Tällä hetkellä raaka-aineet kirjataan nimikekohtaisesti toiminnanohjausjärjestelmässä ainoastaan materiaalivarastoon, sillä minkäänlaista varastopaikkakohtaista varastointia ei ole otettu raaka-aineiden osalta käyttöön. Tällöin toiminnanohjausjärjestelmän antama varastosaldotieto sisältää kaiken nimikekohtaisen varastosaldon, eikä toiminnanohjausjärjestelmästä käy ilmi nimikkeen fyysistä sijaintia. Varastopaikkakohtainen materiaali-varastointi olisi mahdollista ottaa käyttöön vaiheittain esimerkiksi rajaamalla varastopaikat ensin alueen mukaan. Alueet voidaan jaotella karkeasti tuotantoon sekä materiaalivaraston. Tällaisessa karkeassa jaottelussa toiminnanohjausjärjestelmä kuluttaisi raaka-aineet tuotanto-varastopaikalta. Raaka-aineiden varastosaldoa siirretään tuotanto-varastopaikalle aina, kun niitä fyysisesti siirretään tuotantoon.

Varastopaikkojen käyttöönotto voisi olla nopeampaa ja yksinkertaisempaa karkeamman varastopaikkajaottelun ansiosta. Varastopaikat voidaan laajentaa myöhemmin hyllypaikkakohtaisesti, mikäli toimintamallista todetaan olevan hyötyä päivittäisen toiminnan kannalta.

Toiminnanohjausjärjestelmässä on olemassa ominaisuus, joka ehdottaa siirtoja varastojen välillä tarpeen mukaan. Mikäli varastosiiroehdotukset olisi mahdollista laajentaa yksittäisille varastopaikoille, ominaisuus olisi tuotannon raaka-ainevastaavan työtehtävän tueksi sopiva. Raaka-ainevastaava saisi tiedon esimerkiksi kuluvan viikon raaka-ainetarpeista, jotka eivät ole vielä tuotanto-varastopaikalla. Näitä nimikkeitä raaka-ainevastaava voisi ennakoivasti siirtää tuotantoon. Tämän ominaisuuden ansiosta raaka-ainevastaava pystyisi etukäteen suunnittelemaan kuluvan viikon tehtäviään, jolloin kiireelliset materiaalsiirrot vähenisivät huomattavasti.

Tietyille nimikkeille kohdistetut fyysiset varastopaikat voisivat olla myös toimiva ratkaisu, mutta Helkama Bica Oy:n yksittäisten nimikkeiden menekki ei ole tasaista. Yksittäisille nimikkeille ei kannata varata omia paikkoja, sillä kohdeyrityksen käytössä tämä varastopaikkamenetelmä sitoisi tilaa ja aiheuttaisi tyhjiä varastopaikkoja raaka-ainevarastossa.

Raaka-aineina käytettävien muovien varastointi

Tuotannon pääraaka-aineena käytetään kahta erilaista muovilaatua. Tällä hetkellä jokaisella tuotantolinjalla on oma pallettinsa, joista imetään muoviryynit linjan käyttöön. Muoveja käyttäviä tuotantolinjoja on kuusi. Palletteja vaihdetaan jokaiselle tuotantolinjalle 1-2kpl vuorokauden aikana. Muovien menekki on suurta ja yksittäisiä lavapakkauksia käsitellään usein. Jokainen palletti viedään varastoon vastaanoton jälkeen, kuljetetaan varastosta tuotannon käyttöön, sekä tyhjentyessään kuljetetaan pois ja lajitellaan pakkausjätteet.

Muovilaadut, joiden kulutus on suurta, voisi varastoida siloihin. Tämä vaatisi keskitetyn imurikanaviston, joka haarautuisi jokaiselle tuotantolinjalle. Siloihin varastointi poistaisi muovipallettien käsittelyyn ja kuljetukseen kuluvan ajan. Varastointimallin haasteena on sillojen suuri koko sekä niiden sijoittamispaikka, jotta muovien säilytysolosuhteet pysyisivät optimaalisina. Lisäksi pilaantunut erä silossa tekee koko silon sisällön käyttökelvottomaksi, josta voi seurata suuria tuotantokatkoksia.

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli kehittää Helkama Bica Oy:n materiaalivirtoja sekä raaka-ainevaraston layoutia. Työn painopisteenä oli suunnitella raaka-ainevarasto, joka palvelee nykyisiä tarpeita ja volyymeja. Raaka-aineiden keskitetty varastointi yhdellä alueella tehostaa toimintaa sekä edesauttaa materiaalivirtojen sujuvuutta. Varastointitarpeeseen riittäväksi mitoitettuna raaka-ainevarastossa voidaan säilyttää kaikkia tuotannon raaka-aineita, jolloin samoja nimikkeitä ei tarvitse varastoida useissa paikoissa. Tilapäisiin varastointitiloihin kuljettamiseen kuluva aika säästyy ja tuotannon raaka-ainevastaavalta vapautuu aikaa muihin tehtäviinsä. Varastoitavat raaka-aineet sijaitsevat tuotannon läheisyydessä, jolloin nimikkeiden toimittaminen tuotantoon on nopeaa. Layoutvaihtoehdoilla kasvatettiin varastopaikkojen lukumäärää pakkauskoosta riippuen 64%-77% yhdistämällä varastokäytävä 1. materiaalivaraston layoutiin. Varastokäytävä 2. layoutvaihtoehtoa käytettäessä materiaalivaraston layoutin kanssa varastopaikkojen lukumäärä kaksinkertaistuisi.

Layouteissa otettiin huomioon mitoitusohjeet sekä työ- ja pääkäytävien leveysvaatimukset. Tila on hyödynnetty myös korkeussuunnassa, jolloin raaka-ainevarasto on kompakti ja tehokas kokonaisuus, eikä sido ylimääräisiä neliöitä. Lisäksi tietyille raaka-aineille suunniteltiin FIFO-periaatteen toteuttava varastointimenetelmä sekä tälle sopiva hyllyratkaisu, sillä raaka-aineiden säilyvyysaika on rajallinen.

Työssä ehdotetuilla layouteilla saavutetaan selkeästi enemmän varastointitilaa nykytilaan verrattuna. Varastopaikkaosoitteiden avulla voidaan tehostaa toimintaa entisestään, ja saavuttaa hyötyjä etsimiseen kuluvan ajan vähentyessä sekä inventaarien helppoutuessa. Jatkotutkimuksena työlle on valita sopiva layout yrityksen käyttöön ja käyttöönottaa se, toinen mahdollinen jatkotutkimus on varastopaikkojen vienti toiminnanohjausjärjestelmään.

LÄHTEET

- Aalto University Wiki. 2018. Varastotason vaihtelu. Viitattu 24.4.2018. [https://wiki.aalto.fi /display/TU22/9.+Materiaalitoiminnot](https://wiki.aalto.fi/display/TU22/9.+Materiaalitoiminnot)
- EAB 2018. Läpivirtaushylly. Viitattu 31.5.2018. <http://www.eab.fi/varastokalusteet/lapivir-taus-hylly/>
- Eazystock 2018. Taloudellinen eräkoko. Viitattu 31.5.2018. <https://www.eazystock.com/blog /inventory-management/2014/12/01/how-to-find-the-right-economic-order-quantity/>
- Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2016. Varastonhoitajan käsikirja. Sho Business Development Oy
- Intolog 2018a. Trukkiväylän mitoitus. Viitattu 31.5.2018. <https://www.intolog.fi/fi/ohjeet/suunnitte-luohjeet/trukkikaytavan+mitoitus/>
- Intolog 2018b. Kuormalavahyllyn mitoitus. Viitattu 31.5.2018. <https://www.intolog.fi/fi/ohjeet /suunnitteluohjeet/lavojen+mitoitus/>
- Intolog 2018c. Varastopaikkaosioite. Viitattu 31.5.2018. <https://www.intolog.fi/fi/ohjeet/suunnit-te-luohjeet/merkinnan+suunnittelu/>
- Logistiikan maailma. 2018a. Varastointi. Viitattu 24.4.2018 <http://www.logistiikanmaailma.fi /huo-linta-terminaalit/varastointi/>
- Logistiikan maailma. 2018b. Materiaalinohjaus. Viitattu 27.5.2018. <http://www.logistiikanmaail-ma.fi/logistiikka/tuotanto/materiaalinohjaus/>
- Logistiikan maailma. 2018c. Varastointikustannukset. Viitattu 31.5.2018. <http://www.logistiikan-maailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastointikustannukset/>
- Logistiikan maailma 2018d. Imuohjaus. Viitattu 4.11.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi /logis-tiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>
- Logistiikan maailma 2018e. Visuaaliset ohjausmenetelmät. Viitattu 4.11.2018. <http://www.logis-tiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/materiaalinohjaus/visuaalinen-ohjaus/>
- Logistiikan maailma 2018f. Materiaalin virtaus. Viitattu 20.5.2017. <http://www.logistiikanmaail-ma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/materiaalin-virtaus-ja-sijoittelu/>
- Logistiikan maailma 2018h. Varastotekniikat. Viitattu 25.11.2018. <http://www.logistiikanmaail-ma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/hyllystot-trukit-kuljettimet-ja-ele-vaattorit/>
- Logistiikan maailma 2018i. Varastohyllyt. Viitattu 31.5.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi /huolinta-terminaalit/varastointi/varastohyllyt/>
- Logistiikan maailma 2018j. First-in-first-out –periaate. Viitattu 31.5.2018. <http://www.logistiikan-maailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/#FIFO-LIFO>
- Logistiikan maailma 2018k. Varastopaikkajärjestelmät. Viitattu 4.11.2018. <http://www.logistiikan-maailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varastopaikkajarjestelma/>
- Ritvanen, V.; Inkiläinen, A.; von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy
- Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Logistinen B-to-B –prosessi. Espoo: Jouni Sakki Oy

Liite 1. Kupariköysikelojen ostovastaanotot kuukausittain

	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
9/17	6	2	6	4	14	15	11	0	0	6
10/17	5	6	4	2	4	4	6	2	2	2
11/17	7	7	13	10	12	12	2	7	2	2
12/17	0	0	0	2	5	10	9	0	0	2
1/18	7	6	4	7	24	20	11	14	0	0
2/18	11	3	4	18	11	9	13	12	3	20
3/18	1	4	4	2	7	16	11	16	1	0
4/18	7	3	0	6	10	12	11	13	0	14
5/18	7	3	6	18	26	8	22	10	12	0
6/18	3	4	4	5	8	0	2	0	6	0
7/18	6	6	16	10	15	17	9	8	20	0
8/18	10	9	4	5	3	17	10	3	6	0
9/18	6	3	4	4	9	8	5	8	6	0
Keskiarvo	6	4	5	7	11	11	9	7	4	4
Mediaani	6	4	4	5	10	12	10	8	2	0