

# Konepajayrityksen materiaalinohjauksen kehittäminen

Joonas Hakala

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2015

Logistiikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) Hakala, Joonas	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 13.04.2015
	Sivumäärä 57	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Konepajayrityksen materiaalinohjauksen kehittäminen</b>		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Henri Kervola		
Toimeksiantaja(t) Konepaja Kemell Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toimeenpanna muutokset Konepaja Kemell Oy:n tuotantoon materiaalinohjauksen kulujen pienentämiseksi. Tavoitteena oli myös analysoida tuotantotilojen materiaalivirrat ja kehittää layouteja analyysien perusteella tehokamman tuotantoprosessin saavuttamiseksi.</p> <p>Työ toteutettiin toimeksiantajan toimitiloissa perustuen havainnointiin ja historiatietoihin. Varastoinnin suurimmat ongelmat olivat varastopaikkojen nimikoinnin vanheneminen ja ylijäämän hallinnointi. Työn alkaessa toimeksiantajalla ei ollut käytössään järjestelmää, jonka avulla yritys olisi voinut seurata varaston arvoa. Ylijäämän kerääntymisen osasyynä on varaston arvon seurantajärjestelmän puuttuminen.</p> <p>Varastonhallinnan avuksi otettiin käyttöön toiminnanohjausjärjestelmän varastonhallintamoduuli ja siihen liitetty viivakoodijärjestelmä. Varastonimikkeet määritettiin ja sijoitettiin uudelleen. Tuotantojen materiaalivirrat analysoitiin ja layouteja järjeistettiin. Hankintoja yhdenmukaistettiin karsimalla päällekkäisiä toimittajia ja keskittämällä enemmän yhdelle toimittajalle.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena kohdeyrityksen operatiivisten materiaalinohjauksen kustannuksissa saadaan arvion perusteella noin 39 % säästö ja keskivaraston arvoon noin 14 % säästö. Näiden säästöjen lisäksi uusi toimintatapa helpottaa hallinnollisia töitä ja näin myös tehostaa toimihenkilöiden työaikaa.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) logistiikka, materiaalinohjaus, varastonohjaus, layout, toiminnanohjaus		
Muut tiedot 56 sivua, 1 liite		



Author(s) Hakala, Joonas	Type of publication Bachelor's thesis	Date 13.04.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 57	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Materials Management Development in a Machine Shop</b>		
Degree programme Logistics		
Tutor(s) Kervola Henri		
Assigned by Konepaja Kemell Ltd		
Abstract <p>The objective in this thesis was to plan and implement transitions to Konepaja Kemell Ltd's production in order to cut down materials management costs. Another objective was to analyze the material flow in production and develop layouts according to the analysis to achieve more efficient manufacturing.</p> <p>The project was executed at the assignor's premises based on observations and history files. The biggest problems in warehousing were outdated storage place labelling and managing the surplus material in production remainder. As the project started the assignor had no system to follow the stock value. One contributing factor in the accumulation of surplus material was the lack of inventory management system.</p> <p>An inventory management module in ERP and a related bar code system was put into operation to help the materials management in production. The stock items were redefined and relocated on the production site. The flow of material in production was analyzed and the layouts streamlined. The procurement was simplified by decreasing the amount of suppliers.</p> <p>As a result of the thesis it can be stated that the operative materials management costs will be cut by 39 % and the average stock value decreased by 14 %. On top of the mentioned savings the managerial work became more efficient.</p>		
Keywords/tags logistics, materials management, inventory management, layout, ERP		
Miscellaneous 56 pages, 1 appendix		

# Sisältö

<b>1 Johdanto .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Varastonhallinta.....</b>	<b>5</b>
2.1 Toiminnanohjaus.....	5
2.2 Varastointi.....	6
2.3 Nimikehallinta .....	10
2.4 Hankinta .....	12
2.5 Varastoinnin kustannukset.....	16
<b>3 Tuotannon suunnittelu.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tuotannon layoutit ja valmistusjärjestelmät .....	18
3.2 Materiaalivirrat .....	24
3.3 Layoutsuunnittelu .....	26
<b>4 Konepaja Kemell Oy:n nykytilan kuvaus .....</b>	<b>29</b>
4.1 Nimikkeistö ja toiminnanohjaus.....	29
4.2 Varastointi.....	30
4.3 Materiaalinhojaus ja hankinnat .....	35
4.4 Layout ja materiaalivirrat.....	37
<b>5 Kehitystoimenpiteet.....</b>	<b>41</b>
5.1 Varastonohjauksen toteutus.....	41
5.2 Materiaalivirtojen kehittäminen ja layout .....	46
5.3 Toimenpiteiden vaikutus.....	50
<b>6 Pohdinta .....</b>	<b>52</b>
<b>Lähteet.....</b>	<b>55</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>57</b>
Liite 1. Kehitystoimenpiteiden tulosolettamus.....	57

## Kuviot

Kuvio 1. Aktiivi-reservivarasto.....	10
Kuvio 2. Esimerkki nimikekoodin logiikasta.....	11
Kuvio 3. Tuoterakenne .....	12
Kuvio 4. Ostoprosessi .....	14
Kuvio 5. Varastotason kehitys tilauspistemallia käytettäessä .....	15
Kuvio 6. Funktionaalinen tuotanto.....	19
Kuvio 7. Solutuotanto.....	20
Kuvio 8. Linjatuotanto .....	21
Kuvio 9. Materiaalinohjausmallien käyttäytyminen menekin vaihdellessa .....	23
Kuvio 10. Läpivirtausmalli.....	24
Kuvio 11. U-virtausmalli .....	25
Kuvio 12. Kulmavirtausmalli .....	26
Kuvio 13. Esimerkki piha-alueen mitoituksesta.....	28
Kuvio 14. Alumiinituotannon pientavarahylly pahvilaatikoille.....	30
Kuvio 15. Alumiinituotannon pientavarahyllyt ottolaatikoille .....	31
Kuvio 16. Alumiinituotannon tiivistehylly .....	31
Kuvio 17. Alumiinituotannon ulokehylly .....	32
Kuvio 18. Ylijäämäprofiilien varastointi.....	32
Kuvio 19. Terästuotannon tarvikekaapit .....	33
Kuvio 20. Terästuotannon välivarasto.....	33
Kuvio 21. Terästuotannon ylijäämävarasto .....	34
Kuvio 22. Tuotantojen ylijäämäosien ja vanhojen välineiden varasto .....	34
Kuvio 23. Konepaja Kemell Oy:n materiaalinohjausprosessi.....	36
Kuvio 24. Alumiinituotannon layout.....	37
Kuvio 25. Alumiinituotannon materiaalivirrat.....	38
Kuvio 26. Terästuotannon layout .....	39
Kuvio 27. Terästuotannon materiaalivirta.....	40
Kuvio 28. Piha-alueen layout.....	40
Kuvio 29. Pientavarahyllyjen uusi järjestys .....	43

Kuvio 30. Ottolaatkikon merkinnät .....	43
Kuvio 31. Ylijäämäprofiilien järjestys.....	44
Kuvio 32. Alumiinituotannon uusi layout .....	48
Kuvio 33. Alumiinituotannon uusi materiaalivirta.....	49
Kuvio 34. Piha-alueen uusi layout .....	50
Kuvio 35. Yhteenveto tehdyistä muutoksista .....	51

## **Taulukot**

Taulukko 1. Keskitetyn ja hajautetun varaston hyvät puolet .....	9
--	---

# 1 Johdanto

Viime vuosina tiedonhallinta on siirtynyt yhä enemmän sähköiseen muotoon. Ylimääräisistä papereista pyritään pääsemään eroon ottamalla käyttöön erilaisia sähköisiä tietojärjestelmiä toiminnan tueksi. Tämä suuntaus näkyy myös varastohallinnassa. Kustannuksia leikataan investoimalla tietojärjestelmiin ja tehostamalla näin toimintoja.

Opinnäytetyö sai alkunsa toimeksiantajan tarpeesta ja halusta kehittää tuotantoon tehokkaammaksi. Yrityksen ongelmana oli varaston arvon reaaliaikaisen seuranta-mahdollisuuden puuttuminen ja suuri määrä työtä materiaalinohjaukseen liittyen. Kustannustehokkuutta haluttiin saada aikaiseksi pääasiassa hyödyntämällä toiminnanohjausjärjestelmää paremmin sekä kehittämällä tuotannon varastointia.

Toimeksiantaja Konepaja Kemell Oy on Jyväskylässä vuonna 1984 perustettu metallialan perheyritys, joka valmistaa ja asentaa teräs- ja alumiinirakenteita pääasiassa rakennusteollisuuden tarpeisiin (Laatua vuosikymmenten kokemuksella n.d.). Alumiinituotteet ovat valmiista alumiiniprofiilijärjestelmistä koostuvia ovia ja ikkunoita. Terästuotteet ovat monipuolisia rakenteita, jotka valmistetaan pääasiassa itse ilman valmiita osakokoonpanoja. (Metallirakenteet ammattitaidolla n.d.) Yrityksen asiakkaita ovat rakennusteollisuuden urakoitsijat, taloyhtiöt sekä yksityiset pienrakentajat. Konepaja Kemell Oy:llä on standardin EN 1090-1 mukaisten kantavien teräsrakenteiden CE-merkintäoikeus suoritusluokkaan EXC2 asti, mikä mahdollistaa kantavien rakenteiden valmistuksen.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen materiaalinohjausta. Tavoite voitiin jakaa seuraaviin alatavoitteisiin:

- varastointiin käytetyn työajan tehostaminen
- varaston arvon seurannan mahdollistaminen
- materiaalivirtojen ja layoutien järjeistäminen
- varastoon sitoutuneen pääoman kustannuksen pienentäminen.

Tutkimus toteutettiin toimeksiantajan toimitiloissa havainnoimalla toimintaa ja analysoimalla historiatietoja. Tarvittavat tiedot etsittiin arkistoiduista laskuista ja seuraamalla tuotannon toimintaa.

## **2 Varastonhallinta**

### **2.1 Toiminnanohjaus**

Toiminnanohjaus on käsite toimitusketjun osa-alueiden suunnitteluun ja hallintaan. Ennen käsitteenä on käytetty tuotannonohjausta mutta nykyisin suunnitteluun ja hallintaan panostetaan tuotannon lisäksi hyvin paljon myös muilla toimitusketjun osa-alueilla, joten termi toiminnanohjaus on loogisempi. (Haverila, Kouri, Miettinen & Uusi-Rauva 2009, 397.)

Toiminnanohjausjärjestelmä on yrityksen sisäinen tietojärjestelmä, joka sitoo samaan kokonaisuuteen niin suunnittelun, operatiivisen johtamisen kuin seurannankin työkaluja. Nykyaikainen toiminnanohjausjärjestelmä on tietokonepohjainen. Tämän saman järjestelmän avulla yritys voi hallita koko toimitusketjuaan aina asiakkaista toimittajiin ja jopa toimittajan toimittajiin. Tyypillisiä toiminnanohjausjärjestelmän osa-alueita ovat myynti, markkinointi, logistiikka ja tuotanto, hankinta, talous, tuotekehitys sekä henkilöstöhallinto. Kukin osa-alue sisältää joukon alakategorioita, jotka tarkentavat toimintoja. (Mishra 2007, 126.)

Parhaimmillaan toiminnanohjausjärjestelmällä voi hallita koko yrityksen kaikkia toimintoja. Toiminnanohjausjärjestelmä yhdistää eri toiminnot toisiinsa ja oikein hyödynnettynä jakaa tietoa eri osastojen välillä automaattisesti ja reaaliaikaisesti. Tyypillisesti organisaation sisäiseen päätöksentekoon vaaditaan aina useamman osaston yhteistyötä ja tiedonjakoa. Nykyaikainen palvelinteknologia mahdollistaa myös yritysten välisen reaaliaikaisen tiedonjaon, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi tarkemmassa kysyntään vastaamisessa. (Mishra 2007, 126-127.) Käytännössä järjestelmästä

saadaan tietoa eri toimintojen mittaamiseen, budjetoimiseen ja operatiiviseen suunnitteluun (Haverila ym. 2009, 402).

Toiminnanohjausjärjestelmä tuo yritykselle monia hyötyjä. Hyvin hyödynnettynä toiminnanohjausjärjestelmällä saavutetaan muun muassa tehokas informaation kulku organisaation sisäisesti ja organisaatioiden välillä, hyvä ennustettavuus toimitusketjun sisällä, hyvä palvelutaso sekä laadukas asiakaspalvelu. (Mishra 2007, 130-131.) Tavoitteena on minimoida vaihto-omaisuutta, lyhentää läpimenoaikoja saadun tiedon perusteella ja yleisesti hyödyntää paremmin yrityksen koko potentiaali (Haverila ym. 2009, 402).

## **2.2 Varastointi**

Varastoinnilla ymmärretään monia eri asioita. Aina varasto ei ole vain fyysisesti tuotannon läheisyydessä sijaitseva väliaikainen säilytystila materiaaleille. Varastona voidaan hyvin pitää myös kuljetusvälinettä, jolla materiaalit toimitetaan. Kysymys on fyysisen varastopaikan sijaan enemmänkin informaatio- ja rahavirran määrittämisestä materiaalin omistajuudesta. (Sakki 2014, 78.)

Tyypillisesti valmistavan teollisuuden varastot luokitellaan raaka-aine-, puolivalmistese sekä valmisvarastoihin. Raaka-ainevarastolla käsitetään kaikki materiaalit, joita valmiin tuotteen valmistukseen tarvitaan. Raaka-ainevarasto koostuu siis vielä käyttämättömistä materiaaleista, oli kyseessä sitten varsinainen raaka-aine tai tilattu osakokoonpano. Puolivalmistevarastoon sisältyy keskeneräinen tuotanto (KET). Valmisvarastossa on nimensä mukaisesti valmiit tuotteet, joita ei ole myyty. (Mts. 78.)

Materiaalin varastointi on usein välttämättömyys liiketoiminnan ylläpitämiselle. Varastoimiselle on perusteita aina toimitusaikojen pituudesta kysynnän epätasaisuuteen. Mikäli toimitukset suunnitellaan vain yhden yrityksen tarpeiden mukaisesti, eivät tiheät toimitukset ole kannattavia. Nykyaikaiset järjestelmät ja kuljetusverkot kuitenkin mahdollistavat joustavan ja tehokkaan hankintatoimen eikä varastoja

tarvitse pitää yli tarpeiden. Valmistavilla yrityksillä myös koneiden asetusajat ovat yksi syy tehdä suuria määriä ja näin varastoida enemmän. Tuotannon tarpeisiin varastuista materiaaleista käytetään nimitystä käyttövarasto. (Sakki 1999, 86.)

Kysynnän epätasaisuus pakottaa yrityksen varautumaan kysyntään tietämättä todellista tarvetta tuotteille. Tämänkaltaisesta toiminnasta syntyy niin kutsuttuja varmuusvarastoja eli varastoja, jotka ylittävät tuotannon tarpeen. Varmuusvarastot syntyvät huonosta tiedonkulusta, ja suuret varmuusvarastot ovat merkki kehitystarpeesta yrityksen varastoinnissa. Varmuusvarastot nostavat automaattisesti vaihtomaisuuden määrää. (Sakki 2014, 80.)

Varastoja voidaan hallita monella tavalla. Tyypillisesti materiaaleja käyttävä yritys hallitsee itse omaa varastoaan ja suunnittelee tilauksensa itse. Vaihtoehtona on kuitenkin toimittajan sitominen varastonhallintaan. (Piasecki 2009, 17.) Toimittaja voidaan ottaa mukaan prosessiin joko niin, että siirretään varasto jonkin nimikkeen tai nimikeryhmän kohdalla asiakkaan luo (kaupintavarasto), tai siten, että toimittaja myös hallinnoi asiakkaan varastoa ja täyttää tarpeen mukaan (VMI, Vendor Managed Inventory).

Kaupintavarasto toimii siten, että tavarantoimittaja siirtää varastonsa jonkin nimikkeen (tai nimikeryhmän) osalta asiakkaan luo ja antaa asiakkaan käyttää tarpeen mukaan varastosta materiaalia. Näin asiakas maksaa vain käytetystä materiaalista. Samaa periaatetta voidaan käyttää myös jälleen myyvässä yrityksessä. Jälleenmyyjä voi myydä tuotteita suoraan toimittajan kaupintavarastosta. Kaupintavarasto vähentää asiakasyritysten riskiä, mikäli tuotteiden kysyntä on vaihtelevaa tai tuotetta on hankala myydä. Kaupintavarasto toimii hyvin myös huonosti, tai pitkillä toimitusajoilla saatavien tuotteiden hankinnassa tai kriittisten osien, kuten varaosien, hankinnassa. Kustannusten kannalta asiakkaan etu on sitoutuneen pääoman pitäminen toimittajalla. Varaston ylläpito- ja hallinnoimiskustannukset ovat kuitenkin edelleen asiakkaalla. Toimittajan kannalta etu ei ole yhtä itsestään selvä. (Piasecki 2009, 287–288.)

VMI poistaa asiakkaalta varastohallintakustannukset ja siirtää vastuun varaston valvomisesta ja täydentämisestä toimittajalle. Asiakkaan kustannukset VMI-hallitusta varastosta koostuvat investoinnista fyysiseen varastoon lämmitys-ym. kustannuksiin sekä varastonohjauksesta sisällytettynä itse tuotteiden hankintahintaan. Periaatteena on, että toimittaja valvoo asiakkaan varastotasojä joko konkreettisesti käymällä varastossa tai sopimalla pääsystä asiakkaan tietojärjestelmiin. VMI hyödyttää myös toimittajaa tarjoamansa läpinäkyvyyden vuoksi. Toimittaja pystyy paremmin seuraamaan asiakkaan kulutusta ja arvioimaan näin myös omaa tuotantoaan tai varastoaan. (Mts. 285–286.)

Varastoja voidaan säilyttää ympäristöstä ja materiaaleista riippuen eri olosuhteissa. Varastojen järjestäminen ja suunnittelu sisätiloihin on huomattavasti helpompaa, sillä olosuhteita on mahdollista hallita. Ulkona varastoiminen on kuitenkin paljon edullisempaa, koska rakennukseen ei tarvitse investoida eikä ylläpidosta tarvitse näin maksaa. Ulkovarastoinnissa kustannukset muodostuvat materiaalien lisäksi vain maa-alueen pääomakustannuksista tai vuokrasta. Tarkastelu ulko- ja sisävaraston välisistä ratkaisuista tulee tehdä kunkin nimikkeen kohdalla erikseen niin, että materiaalit varastoidaan minimisäilyvyysolosuhteissa edullisimman ratkaisun saavuttamiseksi. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319–325.)

Varastopaikat voidaan määrittää joko kiinteiksi tai vaihtuviksi. Jos varastopaikka on kiinteä, on yksi nimike aina samalla paikalla varastossa. Kiinteän varastopaikan malli vähentää hallinnollisen työn määrää, koska jatkuvasti tiedetään, missä tuotteet sijaitsevat. Haittapuolena tässä mallissa on kuitenkin sen huono tilan hyödyntäminen, sillä malli ei ota huomioon varastoitavien yksiköiden kokoa. Muuttuvapaikkaisessa mallissa nimikkeet sijoitellaan kokonsa mukaan sopivimpaan paikkaan. Näin ollen samaa nimikettä voidaan varastoida eri paikoissa yhtäaikaisesti. Malli vaatii hyvän osoitteistojärjestelmän, jonka avulla nimikkeet löytyvät aina, kun niitä tarvitaan. Ohjaus tapahtuu tehokkaimmin tietokonejärjestelmäpohjaisesti, jolloin todennäköisyys inhimillisen virheen tapahtumiselle on mahdollisimman pieni. Muuttuvapaikkainen va-

rasto käyttää tilansa hyödyksi paremmin kuin kiinteäpaikkainen varasto. (Arnold, Chapman & Clive 2008, 340–341.)

Varastojen karkeaan sijoittamiseen on kaksi tapaa: keskitetty ja hajautettu varasto. Keskitetty varasto sisältää kaikki varastoitavat materiaalit yhdessä paikassa. Hajautettu varasto taas sijaitsee käyttöpaikan, esimerkiksi tuotannon, läheisyydessä. Molemmilla tavoilla on omat hyvät puolensa ja ne sopivat erilaisiin ympäristöihin (ks. taulukko 1). (Mts. 341.)

Taulukko 1. Keskitetyn ja hajautetun varaston hyvät puolet

<b>Keskitetty varasto</b>	<b>Hajautettu varasto</b>
Helppo hallita	Materiaalit lähellä käyttäjää
Varastotasot helppo ylläpitää	Vähän materiaalinkäsittelyä
Erityisvarastot mahdollisia	Kustannukset pienet
Vähemmän varmuusvarastoa toimitusketjussa	Materiaali aina helposti saatavilla

Nimikkeiden sijoittelu varastossa voidaan suunnitella monella tavalla sen jälkeen, kun on päätetty, onko varastopaikat vaihtuvia vai kiinteitä:

- Nimikkeet voidaan sijoitella käyttötarkoituksensa mukaan samaan paikkaan. Näin sijaintien oppiminen on helpompaa.
- Paikat voidaan määrittää materiaalien kiertonopeuksien mukaan. Nopeimmin ja hitaimmin kiertävät materiaalit sijoitetaan omille alueilleen niin kutsutun XYZ-analyysin perusteella. XYZ-analyysissä nimikkeet laitetaan järjestykseen ABC-analyysin tapaan mutta niiden keräilykertojen mukaan (ABC/XYZ Analysis n.d.).
- Nimikkeille voidaan määrittää sijainti fyysisten ominaisuuksien mukaisesti (koko tai olosuhteiden erityisvaatimukset).

- Tuotteet voidaan sijoitella myös niin, että keräily tapahtuu aktiivipaikoilta ja aktiivipaikat täytetään niiden tyhjentyessä reservipaikalta (ks. kuvio 1) (Arnold ym. 2008, 340).

Varastopaikat täytyy määrittää myös kunkin alueen sisällä hyllypaikkakohtaisesti. Myös tähän voidaan käyttää XYZ-analyysiä apuvälineenä. Periaatteet alueen sisäisessä varastopaikkojen sijoittelussa ovat kuitenkin samat kuin karkeamman tason sijoittelussa. Nopeimmin kiertävien tuotteiden tulee olla parhaalla paikalla, ergonomisesti hyvällä keräilykorkeudella. (Lehmuskoski 1982, 93.)

	Tuote A	Tuote B	Tuote C	Tuote D	Tuote E
Reservipaikat	Tuote A	Tuote B	Tuote C	Tuote D	Tuote E
Aktiivipaikat	Tuote A	Tuote B	Tuote C	Tuote D	Tuote E

Kuvio 1. Aktiivi-reservivarasto

## 2.3 Nimikehallinta

Jokainen tuote koostuu joistain osista tai raaka-aineista. Näin ollen tuotteilla on myös jonkinlainen tuoterakenne ja yrityksellä nimikerekisteri. Yrityksen käyttämät nimikkeet on nimikoitava jonkin periaatteen mukaisesti niin, että ne erottuvat toisistaan, sillä usein tuotekuvaukset eivät itsessään erottele samankaltaisia tuotteitaan tarpeeksi. Erottelevuutta saa aikaiseksi luomalla nimikkeille omat nimikekoodinsa. (Jesop & Morrison 1994, 24.)

Nimikekoodi muodostetaan jonkin yrityksen valitseman logiikan mukaisesti. Koodi voi muodostua numeroista, kirjaimista tai molemmista sekä erikoismerkeistä. Koodi voi olla esimerkiksi muotoa CB6657 tai 22376\_01. Koodin pituudessa on otettava huomioon nimikkeistön tulevaisuuden laajeneminen. (Mts. 24.)

Nimikekoodin logiikkaa suunniteltaessa on mietittävä sen muistettavuutta ja erottelevuutta. Logiikoita on niin monta erilaista kuin on yrityksiäkin. Esimerkin nimikekoodin logiikasta voi nähdä kuvista 2. Kuvion esimerkin tuote on ostettava alumiininen tuote järjestysnumerolla 52 ja tuotteesta on käytössä kolmas revisio. Esimerkiksi edellä kuvatulla logiikalla on helpompi hallita suurta määrää nimikkeitä, kun tuotteet voidaan jakaa raaka-aineen ja tuotetyypin mukaisesti kategorioihin ja hallita kategorioiden alla olevia alle sataa nimikettä. (Mts. 31.)

## 2252-03

### 2252-03

- 0 Raaka-aine
- 1 Varaosa
- 2 Ostettava kokoonpano
- 3 Osa-kokoonpano
- 4 Kiinnitystarvike
- 5 Valmistuote

### 2252-03

- 0 Puu
- 1 Teräs
- 2 Alumiini
- 3 Muovi
- 4 Kupari
- 5 Kemikaali

### 2252-03

0-99 Järjestysnumero

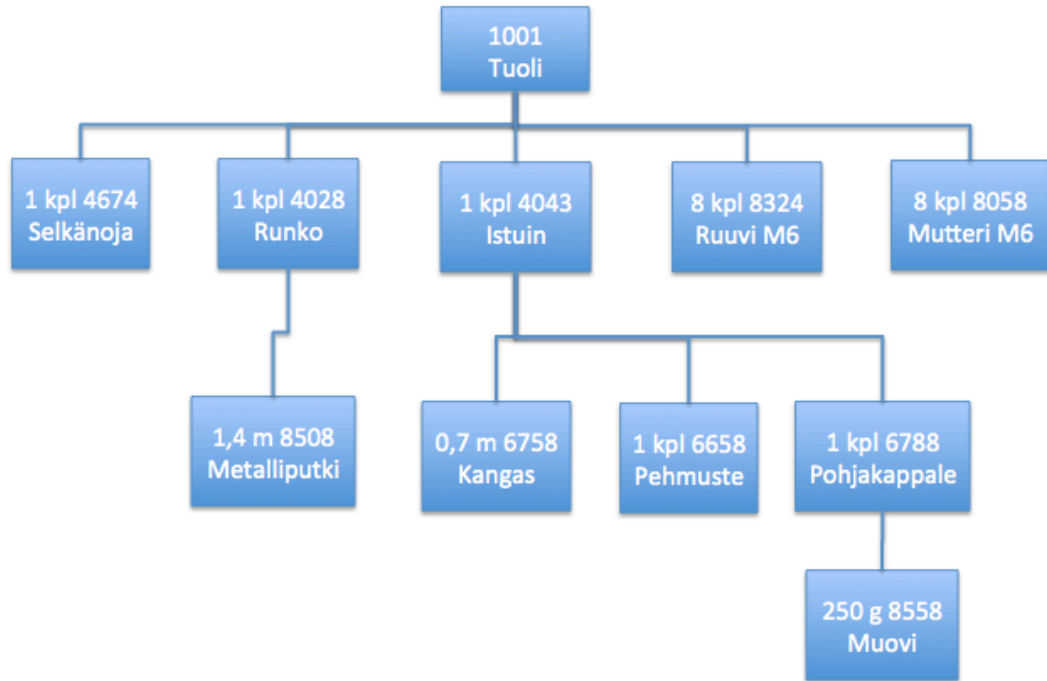
### 2252-03

-03 Kolmas revisio

Kuvio 2. Esimerkki nimikekoodin logiikasta

Nimikerekisteriin kuuluvat kaikki yrityksen käyttämät materiaalit. Rekisteriin merkitään jokaisen nimikkeen tiedot nimikekoodeineen. Koska valmistavassa yrityksessä tarvitaan paljon eri materiaaleja, on myös nimikerekisterin oltava helposti käytettävä ja vältettävä hitaita manuaalisia järjestelmiä. Nykyisin rekisterit ovat muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta sähköisessä muodossa. (Mts. 25.)

Tuoterakenne kertoo lukijalleen tuotteeseen tarvittavat komponentit ja raaka-aineet määrineen (ks. kuvio 3). Tuoterakennetta käytetään apuna esimerkiksi materiaalitarpeita laskettaessa. (Haverila ym. 2009, 433.)



Kuvio 3. Tuoterakenne (alkup. kuvio ks. Haverila ym. 2009, 433)

Tuoterakenteesta selviää myös, mistä osat liittyvät toisiinsa. Tuotteet voivat sisältää niin kutsuttuja moduulirakenteita. Modulaarisuus tarkoittaa tuotteen koostuvan valmiiksi kootuista pienemmistä osakokoonpanoista, jotka voidaan asentaa loppukokoonpanoon (Arnold ym. 397). Yllä olevan esimerkin (ks. kuvio 3) tapauksessa istuinkokoonpanoa voidaan pitää moduulina. Modulaarisuus mahdollistaa tuotteen variaation tuotannon loppuvaiheessa ja nopeuttaa loppukokoonpanoa huomattavasti. (Ming-Chuan & Okudan 2012, 130.)

## 2.4 Hankinta

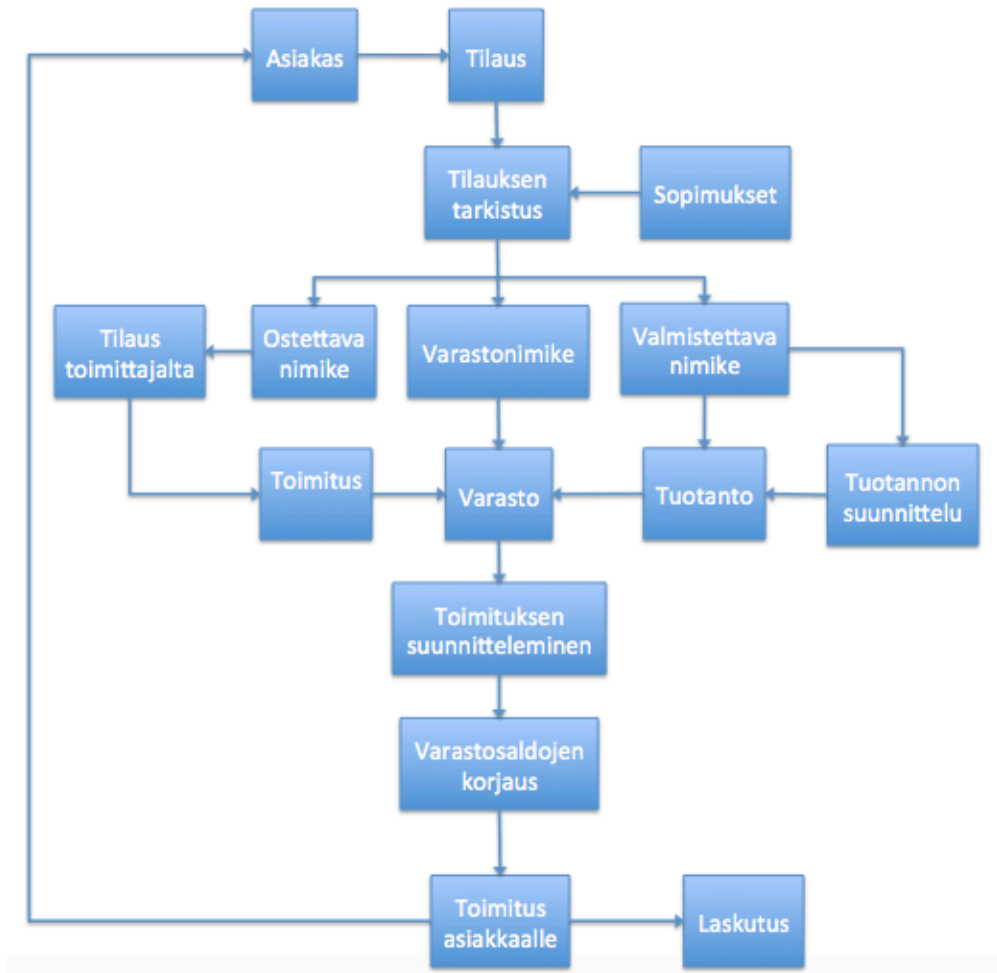
Hankintatoimella tarkoitetaan yrityksen ulkopuolisia hankintoja. Hankintoja voivat olla esimerkiksi erilaiset puolivalmisteet, raaka-aineet, komponentit, investoinnit, palvelut tai käyttötarvikkeet. Hankinnat vaativat aina jonkinasteista yhteistyötä toi-

mittajan kanssa ja yhteistyö voi perustua pitkään sopimukseen tai vaikka ainoastaan yhden oston pituiseen tapahtumaan. Yleisesti merkittävimpien toimittajien kanssa yhteistyö on pitkäaikaista samoin kuin alihankintayritystenkin kanssa. (Koivisto & Ritvanen 2007, 31.)

Hankintojen vaikutus yrityksen talouteen on merkittävä. Suomalaisen yrityksen liikevaihdosta jopa 70–75 % on peräisin hankintatoimesta. Hankintojen rooli on merkittävä myös tuloksen kannalta, sillä hankintojen osuus kokonaiskustannuksista on 40–80 % riippuen yrityksen toimialasta ja tehdyistä strategisista valinnoista. Hyvät neuvottelutaidot vähentävät kustannuksia ja siten parantavat tuotteiden katetta. (Mts. 120.)

Toimittajan valinta on osa hankintatoimea. Se on myös tärkeä osa onnistunutta yhteistyösuhdetta toimittajan kanssa. Oikea toimittaja toimittaa halutut tuotteet sopivalla hinnalla, oikean laatusena oikeaan aikaan ja on luotettava ja taloudellisesti vaka. Parhaimmassa tapauksessa ostava yritys saa valjastettua myös toimittajan tietoa ostettavan tuotteen suunnitteluun. (Mts. 151.)

Ostoprosessi on monivaiheinen prosessi, joka määräytyy monesta osatekijästä, kuten tuotteesta ja sopimuksista. Ostoprosessi vaihtelee suuresti myös sopimuksen laadun myötä, sillä sopimus usein poistaa tarjousten vaihdon kokonaan. Materiaalihankinnat ovat erittäin kriittisiä tapahtumia ja informaation kulku on suuri osa prosessia ja varmasti tärkeimpiä osaprosesseja hankintatoimessa. (Ostoprosessi n.d.) Esimerkkiprosessin tilausohjautuvan tuotannon ostosta voi nähdä kuviosta 4.



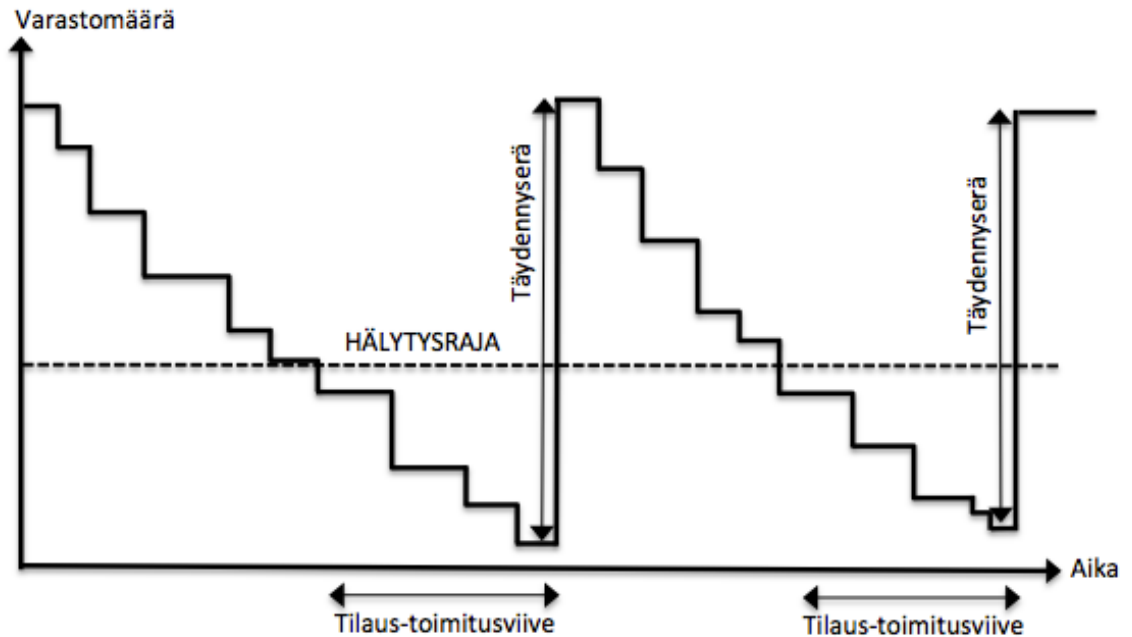
Kuvio 4. Ostoprosessi (alkup. kuvio ks. Waters 2009, 325)

### Tilaushetken määrittäminen

Tilauksen tekohetken määrittämiseen on monia keinoja. Kaikista yksinkertaisin tapa määrittää tarve tilauksen tekemiselle on fyysinen katsaus varastoon. Ennalta määrätty henkilö käy tietyin väliajoin tarkistamassa varastotason ja tekee tilauksen, mikäli materiaalia on alle tarpeen tai lähellä minimitarvetta. Tämä käytäntö on hyvä ainoastaan, jos varastonhallintaan ei ole käytössä lainkaan järjestelmää ja mikäli varasto on pieni ja järjestyksessä. Usein tämä toimintamalli sopii myös varastoihin, joihin saapuu paljon materiaalia samalta toimittajalta. (Piasecki 2009, 201.)

Mikäli yrityksellä on käytössään jokin järjestelmä varastonhallintaan, yksinkertaisin malli tilaushetken määrittämiseen on kiinteän tilauspisteen määrittäminen. Kun va-

rastotaso tietyn nimikkeen osalta laskee määritetyn kiinteän tilauspisteen kohdalle ja kohtaa hälytysrajan, tilaus tehdään (ks. kuvio 5). Tilaus voidaan tehdä manuaalisesti tai ohjelmoida toiminnanohjausjärjestelmään automaattisesti tehtäväksi. Kiinteä tilauspiste voidaan määrittää lähes jokaiseen moderniin toiminnanohjausjärjestelmään. Käytännössä kiinteä tilauspiste lasketaan toimitusajan kestävä tarpeen ja varmuusvaraston summana. (Mts. 201–203.)



Kuvio 5. Varastotason kehitys tilauspistemallia käytettäessä (alkup. kuvio ks. Karrus 2001, 45)

Min-Max –menetelmä on sovellus edellä kuvatusta metodista. Min-Max –menetelmässä määritetään varastotason alaraja (Min) sekä yläraja (Max). Kun Varastotaso kohtaa määritetyn min-tason, tehdään tilaus, minkä jälkeen varastotaso on yläraja max. Esimerkiksi, jos min-rajaksi määritetään 12 kappaletta ja max-rajaksi 35 kappaletta ja varastotaso laskee 12 kappaleeseen, tehdään tilaus 23 kappaleelle, jolloin varastotasoksi muodostuu ylärajaksi määritetty 35 kappaletta. (Piasecki 2009, 203–204.)

Tilauspiste voidaan määrittää myös havainnollistamalla tilauspistettä fyysisesti kahdella varastointiyksiköllä. Kyseessä olevaa tapaa kutsutaan kaksilaatikkojärjestelmäksi. Kaksilaatikkojärjestelmässä on nimensä mukaisesti kaksi laatikkoa, joissa on molemmissa yhtä monta kappaletta kyseessä olevaa nimikettä. Määrä lasketaan kuitenkin kiinteään tilauspisteen menetelmässä. Kun toinen laatikko tyhjenee, tilaus tehdään. (Mts. 204.)

Tilaus voidaan suunnitella myös MRP:n avulla. MRP (Material Requirements Planning) on laskennallinen tapa määrittää tilaushetki. MRP käyttää lähteenään tuoterakennetta, ja se perustuu ennusteeseen tai tunnettuun kysyntään (tilauskanta). Esimerkiksi mikäli ennusteena on sadan tuotteen myynti kahden viikon päästä hetkestä, jolloin MRP:tä sovelletaan, tehdään tilaus niin, että noihin sataan lopputuotteeseen on materiaalit saatavilla kahden viikon kuluttua. MRP:n tavoitteena on siis myös tilausten aikatauluttaminen niin, etteivät materiaalit ole liian aikaisin tai myöhään tuotannon käytettävissä. (Mts. 217.)

Tilaushetken määrittämiseen voidaan käyttää myös täysin ennustukseen perustuvia menetelmiä. Aikaperusteisessa menetelmässä ei hyödynnetä minkäänlaista tilauspistettä, vaan lasketaan oikea tilaushetki myynnin ennusteiden, tehtyjen tilausten toimitusaikojen ja varmuusvarastojen perusteella. Tavallisesti tämänkaltaista järjestelmää käytetään tietokoneella ja ohjelmoidaan päivittymään automaattisesti jonkin tekijän (toimitusaika, ennuste jne.) muuttuessa tai päivittäin. (Mts. 209.)

## **2.5 Varastoinnin kustannukset**

Varastoinnista aiheutuvat kustannukset ovat merkittävimpiä logistiikkakustannuksia yrityksissä. Varastoinnin kustannuksia ovat muun muassa varastotilan kustannukset, varastoinnista syntyvät työ- ja energiakustannukset, vakuutukset ja varastoon sitoutunut pääoma. (Koivisto & Ritvanen 2007, 40.) Varastoon sitoutuneen pääoman kustannus on yleisesti merkittävin yksittäinen varastointikustannus ja muut kustannukset ovat Koiviston ja Ritvasen mukaan noin 20–55 % tästä.

Sakki (1994, 41) jakaa varastoinnin kustannukset varastoinnin pääomakustannuksiin sekä varastoinnin toiminnasta aiheutuviin kustannuksiin. Varastoon sitoutunut pääoma on rahaa, joka on sitoutunut kulloinkin varastoitaviin materiaaleihin, itse varastoon. Kyseinen pääoma voitaisiin käyttää ilman varastoa esimerkiksi johonkin investointiin tai muuhun yrityksen kehittämiseen. Varastoon sitoutunut pääoma on yrityksen jo maksamia tuotteita, joita ei ole vielä myyty tai joista ei ole vielä saatu rahaa asiakkaalta. Tätä kustannusta voidaankin pienentää pidentämällä maksuaikoja toimittajille ja lyhentämällä asiakkaille. Yrityksen olisi pyrittävä lyhentämään varastointiaikaa ja nopeuttamaan myyntiä vähentääkseen varastointikustannuksia. (Mts. 41–42.)

Varaston toimintakustannukset syntyvät materiaalinkäsittelystä sekä fyysisestä varastosta. Fyysisen tavaran säilyttämisen kustannukset ovat vain noin kolmanneksen koko toimintakustannuksista. Näin ollen suurimmat säästöt saadaan kehittämällä operatiivista toimintaa tehokkaammaksi. (Hokkanen & Virtanen 2012, 162–165.)

Varasto on usein merkittävä tase-erä. Taseessa varastosta käytetään nimitystä vaihto-omaisuus. Tähän tase-erään sisältyvät kaikki keskeneräinen tuotanto, raaka-aineet, välivarastoidut valmiit tuotteet sekä esimerkiksi myytävät kiinteistöt tai tontit. Vaihto-omaisuus arvostetaan taseeseen usein hankintamenon suuruisena. (Lepiniemi 2014, 227–228.)

Varaston vakuutukset määritetään usein kattamaan varaston arvo tiettyinä ajanjaksona. Nimikkeiden lukumäärä ei suoraan vaikuta vakuutusmaksuihin. Vakuutukset kannattaa tarkastaa säännöllisin väliajoin varastoarvojen muutosten vuoksi, jotta vakuutukset kattavat koko varaston arvon. Vakuutukseen vaikuttaa myös panostus varkauden- ja palonestoon, rakennuksen ominaisuudet sekä rakennuksen ikä. (Koivisto & Ritvanen 2007, 43.)

Yksi tärkeä mutta usein unohdettu kustannus varastointiin liittyen on riskikustannus varastoitavan materiaalin vanhenemisesta, katoamisesta tai vahingoittumisesta. Suuri määrä varastoitavaa materiaalia lisää riskiä materiaalin katoamiselle tai vahingoittumiselle. Riskikustannus on yksilöllinen jokaiselle tuotteelle arvon vaihtelun vuoksi. Näin määritettyyn riskikustannukseen kuuluvat vain varastoinnin riskit. Kuljettuun liittyvät riskikustannukset eivät sisälly näihin. (Piasecki 2009, 169–170.)

### **3 Tuotannon suunnittelu**

Tuotannon suunnittelun lähtökohtana on se tuote, jota valmistetaan. Tuotteen erityispiirteet luovat ympäristön, jonka avulla tuotantoa tehostetaan. Tuotteesta riippuen voidaan keskittyä joko läpimenoajan kehittämiseen, tuotannon tasoittamiseen tai asiakastoiveiden parempaan täyttämiseen. Kilpailun kiihtyessä kehitystä on kuitenkin tavoiteltava. (Karrus 2001, 87.)

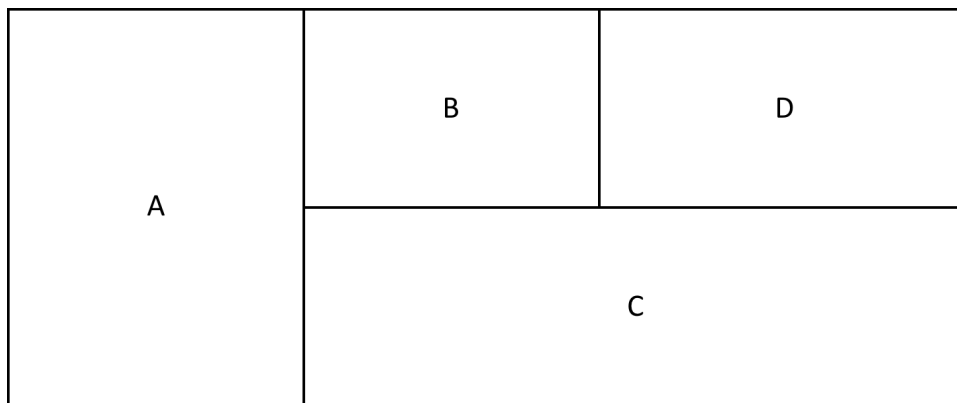
#### **3.1 Tuotannon layoutit ja valmistusjärjestelmät**

Valmistusjärjestelmän suurin tuotantomallia määrittävä strateginen päätös on eräkoon määrittäminen. Valmistettava tuote määrittää pitkälti tuotantotyyppin. Yksittäistuotantoon perustuva tuotanto valmistaa vain yhden kappaleen tuotetta kerrallaan. Malli sopii hyvin tuotteille, jotka eivät ole standardoituja eikä kysyntä säännönmukaista. Jatkuvaan, säännölliseen tuotantoon sopii erätuotanto. Erätuotannossa tuotteita on rajattu määrä ja ne ovat standardoituja. (Stevenson 2012, 249–251.)

Tuotantomallin valintaan vaikuttaa monet yrityksen tekemät valinnat. Tuotevalikoiman koko, tuotannon materiaalinohjaus, volyyymi sekä kysynnän vaihtelevuus ovat tärkeitä tekijöitä suunniteltaessa tuotannon toteutusmallia. Tuotantomallia valittaessa myös sen monipuolisuus ja muunneltavuus sekä tulevaisuudennäkymät on otettava investoinnissa huomioon. Tuotantoon voidaan tarvittaessa soveltaa automaatiota jopa automatisoimalla koko tuotanto. (Sule 1994, 145.)

Tuotantomalleja on pääasiassa kolmea erilaista, joita voidaan tarpeen mukaan myös yhdistellä eri kokonaisuuksiksi. Tuotantomalleja ovat funktionaalinen tuotanto (konepaja), solutuotanto sekä linjatuoanto. Kullakin tuotantomallilla on omat hyvät ja huonot ominaiset puolensa niiden soveltuvuuden lisäksi. (Mts. 145.)

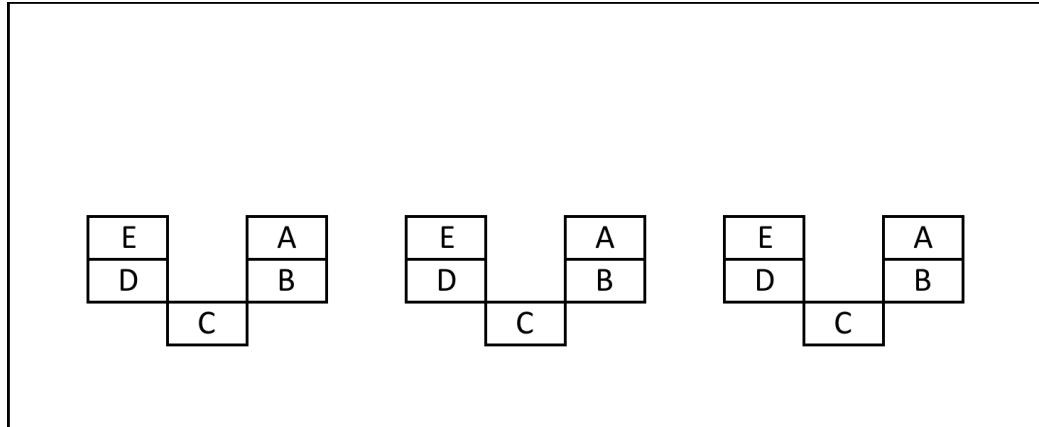
Funktionaalisisessa tuotantomallissa tuotteet valmistetaan viemällä tuote eri työhön erikoistuneiden työpisteiden läpi (Ks. Kuvio 6.). Kuviossa aakkoset A, B, C ja D merkitsevät eri työvaiheita (esimerkiksi poraus, hitsaus, hionta jne.). Funktionaalisen tuotannon layout muodostuu pääasiassa tiettyjä laitteita ja osaamista sisältävistä työpisteistä. Materiaalin virtaus ei ole merkityksellisintä funktionaalisisessa tuotannossa, vaan tuotannon käytännöllisyys. (Mts. 145.)



Kuvio 6. Funktionaalinen tuotanto

Funktionaalinen tuotanto sopii yrityksille, joilla tuotteet ovat asiakkaan toiveiden mukaan räätälöityjä ja tuotanto yksittäistuotantoa. Tuotanto ei ole tehokasta, mutta järkevää ja joustavaa edellä mainituissa tilanteissa. Tuotanto vaatii suuria investointeja erilaisiin koneisiin, jotta tuotteet voidaan valmistaa. Suuri määrä erilaisia koneita ja valmistustekniikoita vaatii myös paljon osaamista ja näin ollen panostusta rekrytointiin. Automaation soveltaminen funktionaaliseen tuotantoon on hankalaa sen säännöttömyyden vuoksi. (Mts. 145–146.)

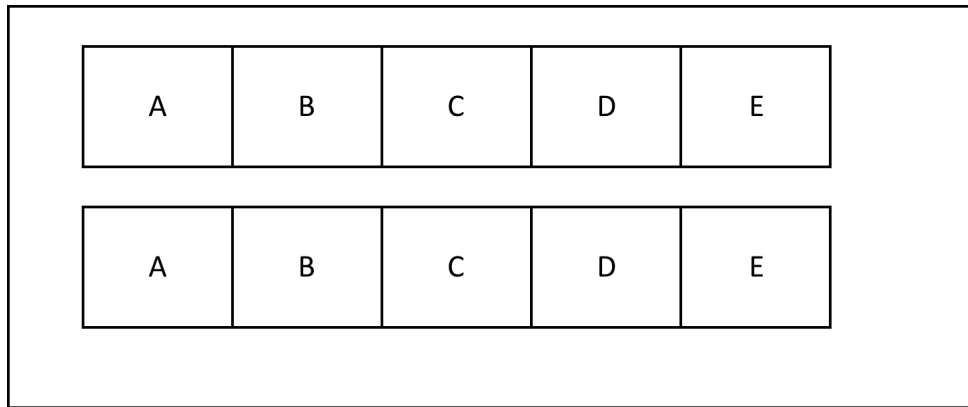
Solutuotannossa tuotteet valmistetaan yhdessä solussa, johon on koottu kaikki tarvittavat työvaiheet ja -välineet. Tuotantosolusta valmistuu lopulta valmis tuote. Kuviosta 7 voidaan nähdä esimerkki tuotantosolusta. Kuviossa aakkoset A-E merkitsevät eri työvaiheita tai -välineitä. Solu voi olla myös kuviosta poiketen malliltaan tai virtaukseltaan erilainen. (Mts. 148.)



Kuvio 7. Solutuotanto

Solutuotanto on joustava massatuotantomalli, joka voidaan tarvittaessa automatisoida täysin. Kaiken kaikkiaan solutuotanto sopii moneen tarkoitukseen ja soluja voidaan muokata jopa useamman erityyppisen tuotteen valmistukseen. Solussa työskentelee yleisesti vain yksi tai kaksi työntekijää, jotka tekevät koko tuotteen samassa solussa alusta loppuun. (Mts. 162.)

Tuotantolinja on sarja työvaiheita peräkkäin asetettuna (Ks. Kuvio 8). Tuotantolinjan työvaiheen voidaan ajatella koostuvan yksittäisestä työntekijästä tai koneesta tai vaihtoehtoisesti suuremmassa mittakaavassa jopa yhdestä tehtaasta tehtaiden linjassa. Tuotantolinja soveltuu suurille volyymeille ja on täysin automatisoitavissa. (Mts. 163.)



Kuvio 8. Linjatuotanto

Tuotantolinja sopii hyvin tuotantoon, jossa kysyntä on kohtuullisen tasainen eikä nopeita muutoksia tarvitse tehdä. Linjamuotoiseen tuotantoon syntyy helposti pullokauloja, mikäli vaiheajoja ei tasapainoteta huolellisesti tai jotain yllättävää tapahtuu. Linjamuotoinen tuotanto on tehokas valinta esimerkiksi kokoonpanoteollisuuden ja jatkuvaan erätuotantoon. (Mts. 163–164.)

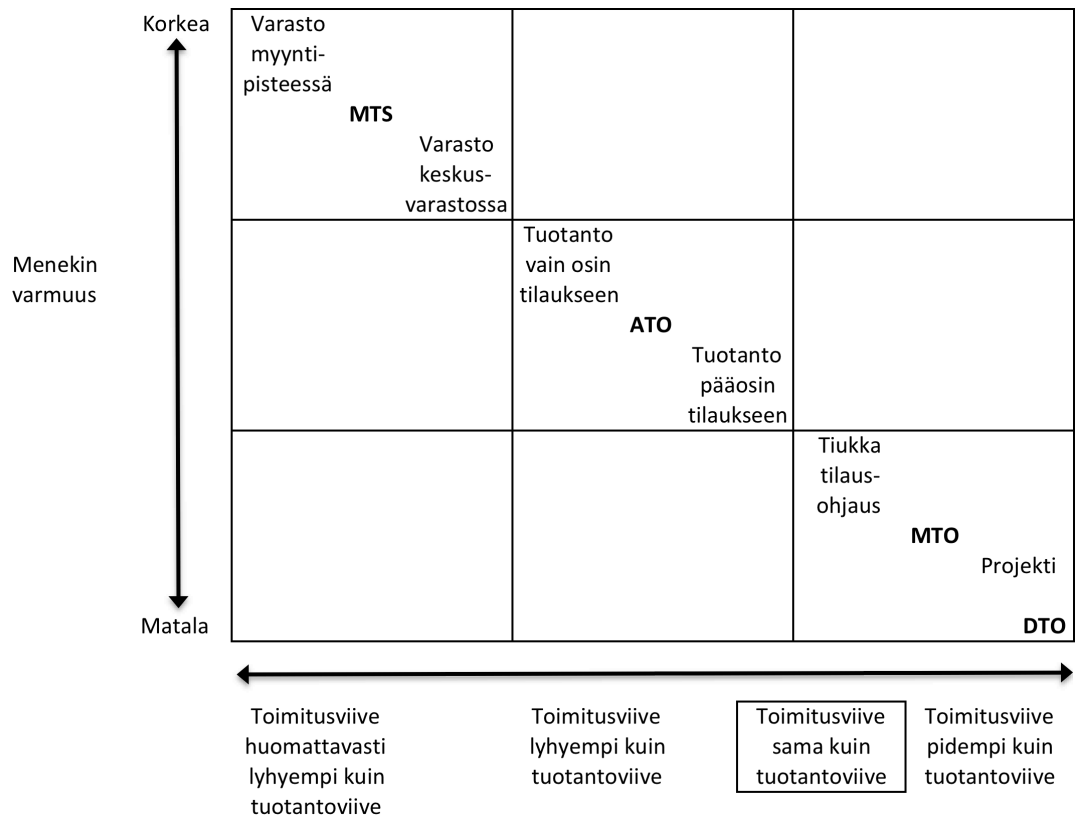
#### **Tuotannon materiaalinohjaus ja tuotantostrategiat**

Tuotannon materiaalinohjaus voidaan järjestää joko varasto-ohjautuvaksi tai tilausohjautuvaksi riippuen yrityksen toiminnasta. Usein näitä kahta tapaa myös yhdistellään juuri oikean ohjausmallin löytämiseksi. Kummankaan tavan ei voida todeta käyvän jokaiseen tuotantoon saumattomasti. (Piasecki 2009, 14.)

Varasto-ohjautuvalla tuotannolla tarkoitetaan tuotteiden valmistamista varastoon (MTS = Make To Stock) ja materiaalien tilaamista varastoon odottamaan tuotannon alkamista. Yleensä varasto-ohjauksen perusteena on kysynnän heikko ennakoitavuus. Varastoon valmistamalla voidaan varautua kysyntään ja varmistamaan näin myös tavoiteltu palvelutaso. Varasto-ohjaus ei ole kustannustehokas menetelmä mutta joissain tapauksissa välttämätön ja toisaalta menetelmä vähentää riskiä toimituskyvttömyyteen. Menetelmää voidaan käyttää kuitenkin myös vain tasoittamaan kysynnän vaihtelua ja toisen ohjausmenetelmän rinnalla. (Karrus 2001, 34–35.)

Tilausohjautuva tuotanto tuottaa valmiita tuotteita saatuaan tilauksen asiakkaalta. Tällaisessa tuotannossa myös tarvittavat materiaalit tilataan usein työkohtaisesti. Tilausohjautuvuus on valinta tai joissain tapauksissa välttämättömyys. Mikäli tuotetta on hankalaa tai kannattamatonta varastoida, on järkevintä ajoittaa valmistus niin, että tuote toimitetaan suoraan valmistumisen jälkeen. Tilausohjautuvuus on tyypillistä vakiotuotteita kokoaville yrityksille. (Mts. 53.)

Tilausohjautuvalla tuotannolla on erilaisia tapoja toteuttaa ohjaus. Tilaus voidaan tuottaa tilauksesta (MTO = Manufacture To Order), jolloin tarvittavat materiaalit hankitaan tilauksen tultua. Toinen tapa on tilauksen kokoonpaneminen (ATO = Assemble To Order), jolloin tilausta aletaan valmistaa osista, joita varastoidaan etukäteen. Joissain tapauksissa tilaus vaatii enemmän asiantuntijuutta ja tällöin ohjausta kutsutaan tilaukseen suunnitteluksi (ETO/DTO = Engineer/Design To Order). Viimeiseksi kuvatussa tavassa tilauksen jälkeen tuote suunnitellaan alusta lähtien ja tarvittavat materiaalit tilataan vasta sen jälkeen. Eri strategioiden suhtautuminen menekin vaihdellessa voidaan nähdä kuviosta 9. (Mts. 55.)



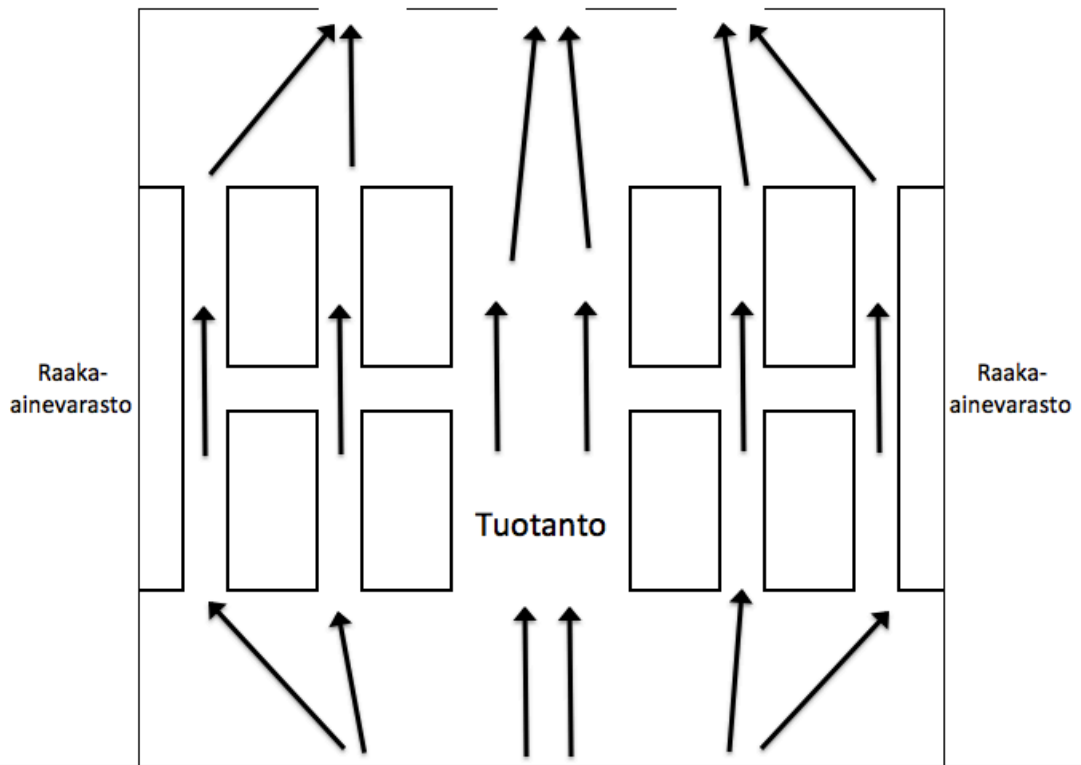
Kuvio 9. Materiaaliohjausmallien käyttäytyminen menekin vaihdellessa (alkup. kuvio ks. Karrus 2001, 56)

Tuotannon materiaaliohjauksen ongelma on tasapaino palvelutason ja kustannusten välillä. Varastoon valmistaminen mahdollistaa nopeat toimitukset ja siten hyvän palvelutason mutta toisaalta maksaa yritykselle enemmän. Yrityksen onkin pohdittava mikä on oikea tasapaino juuri kyseessä olevaan ympäristöön ja markkinatilanteeseen. (Arnold ym. 2008, 4.)

Tuotantoa ohjataan joko työntö- tai imuohjauksella. Edellä kuvatuista malleista MTS on selkeästi työntöohjausta. Työntöohjauksessa tuote valmistetaan odottamaan kysyntää ja ikään kuin työnnetään eteenpäin toimitusketjussa. Imuohjausta taas ovat muut materiaaliohjaustavat tuotannossa. Imuohjauksella toimivassa tuotannossa tuotteet imetään edellisestä toimitusketjun vaiheesta seuraavaan. (Piasecki 2009, 206.)

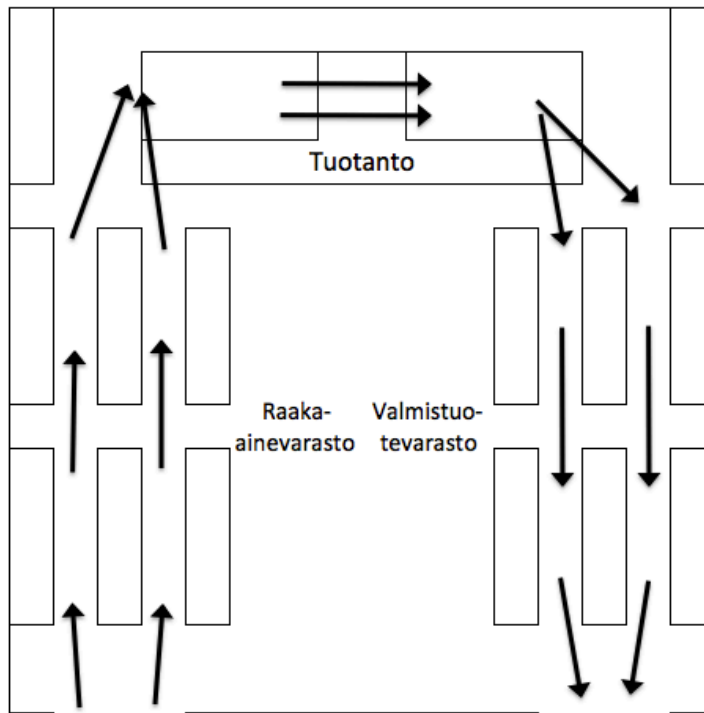
### 3.2 Materiaalivirrat

Ideaalitilanteessa materiaalit virtaavat suoraan toimintojen läpi, eikä materiaaleja virtaa missään kohtaa ristiin. Läpivirtaus on virtausmalli, joka toteuttaa hyvin edellä kuvatun ideaalitilanteen. Läpivirtauksessa niin vastaanotto, tuotanto/varasto, kuin lähettämökin ovat suorassa linjassa toisiinsa nähden. Kuviosta 10 voi nähdä esimerkin läpivirtauksesta tuotantolaitoksessa. (Jessop & Morrison 1994, 217–218.)



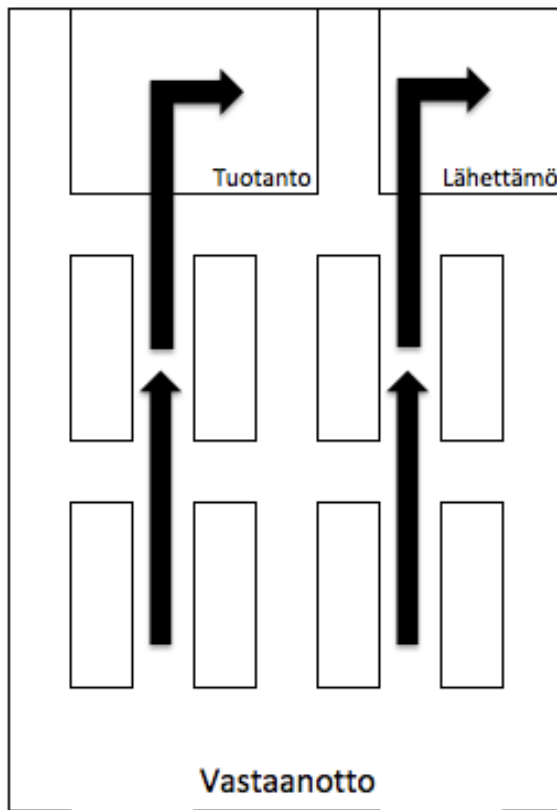
Kuvio 10. Läpivirtausmalli

Mikäli läpivirtaus ei ole mahdollinen, hyvänä kompromissina pidetään U-virtausta. U-virtausmallissa materiaali virtaa U-kirjaimen muotoisesti niin, että molemmat lähettämö ja vastaanotto ovat rakennuksen samalla sivulla. U-virtaus sopii hyvin tiloihin, joita ei ole suunniteltu alusta asti siihen käyttöön, johon se on otettu. Toisaalta U-virtausmalli myös säästää paljon tilaa piha-alueella. Kuviossa 11 nähdään esimerkki U-virtauksesta. (Mts. 218–219.)



Kuvio 11. U-virtausmalli

Kolmas erilainen tapa järjestää toiminnot rakennuksen sisällä on kulmavirtaus tai L-virtaus. Tässä virtausmallissa toiminnot järjestetään niin, että virtauksesta muodostuu L-kirjaimen muotoinen, kuten kuvioista 12 voidaan nähdä. Kulmavirtaus on usein seuraus joko rakennuksen mallista tai piha-alueen rajoitteista. (Karhunen ym. 2004, 370.)



Kuvio 12. Kulmavirtausmalli

### 3.3 Layoutsuunnittelu

Tehokkaan tuotannon suunnitteluun kuuluu olennaisena osana huolellinen layout-suunnittelu. Layoutilla käsitetään fyysinen järjestys, johon eri toiminnot ja esimerkiksi koneet ovat sijoiteltuina. Layoutin tulee palvella sitä tarkoitusta ja ympäristöä, johon se suunnitellaan. Layoutsuunnittelulla voidaan vaikuttaa materiaalinkäsittelystä johtuviin kustannuksiin merkittävästi. Huolellisuus suunnittelussa on tärkeää jo senkin takia, että usein uudelleenjärjestely on hankalaa ja kallista raskaiden koneiden tai muiden kiinteiden kalusteiden vuoksi (Sule 1994, 435). Layoutsuunnittelun päätökset ovat erityisen tärkeitä kolmesta eri syystä: usein layoutin muutokset vaativat investointeja niin rahallisesti kuin työn osalta, päätökset ovat pitkäaikaisia ja päätöksillä on suuri vaikutus tehokkuuteen ja kustannuksiin. (Waters 2009, 384.)

Layoutsuunnittelun lähtökohtana on kunkin yrityksen sisäisen toiminnon sijoittaminen karkealla tasolla. Mikäli tiedetään, että jokin yksittäinen toiminto tai sisäinen organisaatio vaatii tietyn osan rakennuksesta, se tulee asettaa lähtökohdaksi ja yrittää rakentaa muuta layouttia sen ympärille. (Sule 1994, 435–436.)

Mikäli mahdollista, layout kannattaa suunnitella niin, ettei toisiinsa liittyviä toimintoja sijoiteta kahteen kerrokseen. Kerrosten vaihtaminen vie aikaa eikä se ole virtauksen kannaltakaan järkevää. Kuitenkin koko rakennuksen korkeus tulee hyödyntää, mikäli se on mahdollista. Näin säästyy arvokasta lattiapinta-alaa ja tulevaisuudessa toimintoja voidaan jopa laajentaa. Lattiapinta-alan säästämiseksi käytävät ja välitilat tulee mitoittaa minimivaatimusten mukaisesti kuitenkin niin, että kulkeminen ja työ ei vaikeudu. (Waters 2009, 385.)

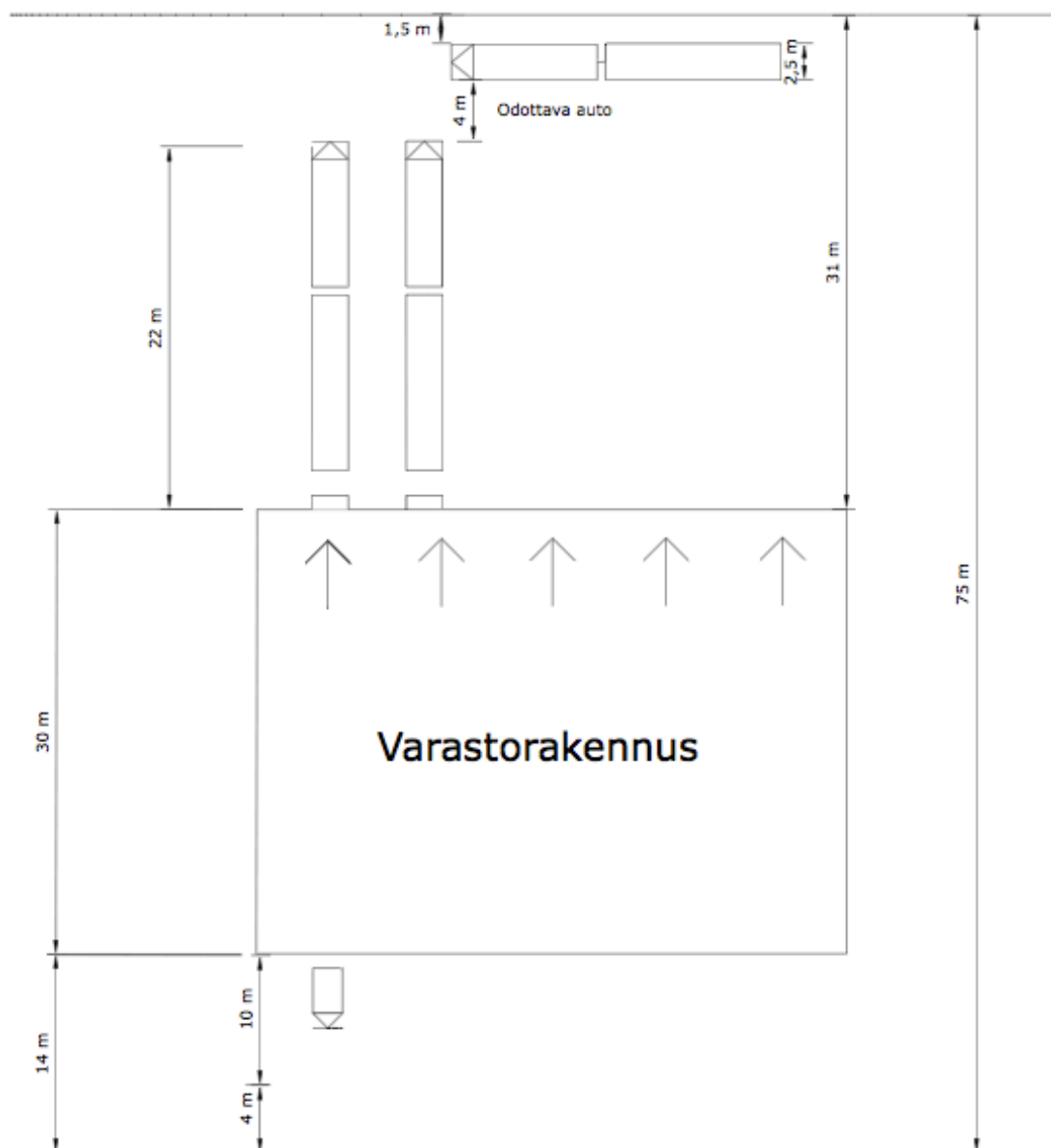
Layoutsuunnittelussa myös materiaalivirran merkitys on suuri. Layout tulee rakentaa halutun materiaalivirran mukaisesti niin, ettei se häiritse materiaalin virtausta ja tilassa liikkumista. Näin ollen jokaiselle toiminnolle tulisi mahdollisuuksien mukaan määrittää omat alueensa, jotta välttyttäisiin risteävältä liikenteeltä ja ruuhkautumisilta. Eri toiminnot kannattaa myös suunnata virtauksen mukaisesti, kuten esimerkkinä aiemmin esitetystä kuvio 11:sta voidaan nähdä. (Mts. 385.)

Materiaalivirrat vaikuttavat myös tontin kokovaatimukseen. Läpivirtaus tarvitsee pihalta eniten tilaa (Ks. Kuvio 13) ja U-virtaus vähiten. Näin ollen layoutmallia suunniteltaessa myös pihan koko on yksi huomioonotettava tekijä. (Karhunen ym. 2004, 370–371.)

Layoutin suunnittelun yhteydessä tulee suunnitella myös toiminnoissa käytettävät teknologiat, kuten hyllyteknologiat ja siirtovälineet. Näihin taas vaikuttavat rakennuksen koko ja muoto. Mikäli tuotteet ovat kevyitä ja pieniä, voidaan investoida esimerkiksi pientavarahyllyihin mutta on myös päätettävä mitä hyllyjen yläpuolelle jäävälle hukkatilalle tehdään. Jos taas materiaalit ovat raskaita, kannattaa ne sijoittaa

kuormalavahyllyihin, jolloin lavojen nostamiseen ja siirtämiseen tarvitaan trukkeja. (Waters 2009, 388.)

Piha-aluetta suunniteltaessa on otettava huomioon ajoneuvoyhdistelmien vaatima tila ja mahdollistettava niiden sujuva kääntyminen. Suunnitelma ei saa aiheuttaa riskejä piha-alueella liikkumiseen. Ajoneuvojen kulkusuunnat ja odotusalueet on myös merkittävä selvästi. (Karhunen ym. 2004, 371.)



Kuvio 13. Esimerkki piha-alueen mitoituksesta (alkup. kuvio ks. Karhunen ym. 2004, 371)

## 4 Konepaja Kemell Oy:n nykytilan kuvaus

### 4.1 Nimikkeistö ja toiminnanohjaus

Konepaja Kemell Oy:llä on käytössään jyvaskyläläisen Admicom Oy:n tuottama Adminet-toiminnanohjausjärjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmä on räätälöity rakennus- ja LVI-yritysten tarpeisiin. Järjestelmän kehitystyö on edelleen käynnissä. Admicom tarjoaa ohjelmistonsa ympärille erilaisia palveluita, kuten tuotetiedonhallintaa ja konsultointia. Konepaja Kemell Oy:llä on toiminnanohjausjärjestelmästä käytössä pääasiassa taloudenhallintaan liittyvät työkalut sekä projektikohtaiset työkalut. Varastoa ei ohjata toiminnanohjausjärjestelmällä.

Nimikkeitä, joista tuotteet voivat rakentua, on alumiinituotannossa noin 500 kpl. Terästuotannon vastaavaa nimikemäärää on hankala arvioida monien toimittajien ja täysin räätälöityjen lopputuotteiden vuoksi. Tuoterakenteet ovat yksinkertaisia mutta sisältävät moduuleja. Moduulit helpottavat suurien kokoonpanojen asennusta asennuskohteessa.

Nimikkeistöä hallinnoi toiminnanohjausjärjestelmän toimittaja Admicom. Admicomilla on sopimus lukuisien rakennusteollisuuden tavarantoimittajien kanssa, ja saa näin ajantasaiset nimikerekisterit hinnastoineen kultakin toimittajalta. Nimikekoodeina Konepaja Kemell Oy:ssä käytetään toimittajien koodeja. Kaikki käytettävät nimikkeet eivät sisälly Adminet-järjestelmään syötettyihin hinnastoihin, vaan puuttuvat nimikkeet lisätään järjestelmään käsin.

Nimikkeet ovat enimmäkseen metrihinnoiteltuja teräspalkkeja sekä alumiiniprofiileita. Muita nimikkeitä ovat erilaiset tiivisteet, ovien helat, teräs- ja alumiinilevyt sekä kiinnitystarvikkeet ja muut käyttötavarat. Nimikkeistöä on vaikea kartoittaa sen laajuuden vuoksi. Koska valmistettavat tuotteet eivät ole vakiokokoonpanoja, ei voida puhua kiinteästä tuoterakenteesta tai nimikerekisteristä, vaan nimikkeistö elää tila-

usten mukaisesti ja asiakkaan toiveiden tai vaatimusten mukaan. Myös toimittajien uudet tuotelanseeraukset ja revisiot muuttavat nimikkeistöä.

Toimittajia on sekä alumiini- että terästuotannolle vain muutama, mutta periaatepäättöstä ensisijaisen toimittajan käytöstä ei ole kaikkien nimikkeiden osalta tehty. Kaikilta toimittajilta ei saa laskua sähköisenä, mikä vaikeuttaa laskujen syöttämistä toiminnanohjausjärjestelmään.

## 4.2 Varastointi

Varastot sijaitsevat tuotantojen yhteydessä sekä piha-alueella. Varastoituna on eniten käytettyjä pientavaranimikkeitä ja tiivisteitä sekä tilauksista ylijääneitä alumiini-profiileja ja teräspalkkeja. Varastoitavat nimikkeet on valittu vuosia sitten, mikä on johtanut tarpeen muuttuessa tilanteeseen, jossa varastoon on kertynyt paljon materiaalia ja osa on näin vanhentunut.

Alumiinituotannon varastossa on kalusteina pientavarahyllyjä sekä tiivisteille tarkoitettu kelateline. Näiden lisäksi alumiiniprofiileille on ulokehylly (oksahylly). Käyttötarvikkeille on omat kaappinsa. Osa pientavarapaikoista on merkitty nimikekoodein mutta merkinnät ovat ajan saatossa vanhentuneet ja paikat sekoittuneet. Varastointitavan voi nähdä kuvioista 14–18.



Kuvio 14. Alumiinituotannon pientavarahylly pahvilaatikoille



Kuvio 15. Alumiinituotannon pientavarahyllyt ottolaatikoille



Kuvio 16. Alumiinituotannon tiivistehylly



Kuvio 17. Alumiinituotannon ulokehylly



Kuvio 18. Ylijäämäprofiilien varastointi

Terästuotannossa varastoidaan vain käyttötarvikkeita ja muut materiaalit tilataan työlle. Terästuotannossa ei ole varsinaisia varastopaikkoja, vaan materiaalit ovat väliaikaisesti joko jollain pöydällä tai seinän vierustassa. Käyttötarvikkeet ovat kuitenkin erillisissä kaapeissa, joissa on ottolaatikoita, mutta nämäkään eivät ole merkittäviä, mikä on johtanut tarvikkeiden sekoittumiseen ajan saatossa. Käyttötarvikkeet on

sijoitettu erilliseen tilaan hitsaustarvikkeiden olosuhdevaatimusten vuoksi. Terästuotannon varastointitavat voi nähdä kuvioista 19–22.



Kuvio 19. Terästuotannon tarvikekaapit

Pihavarastoalueella terästuotantoon tilatut palkit välivarastoidaan sahan edessä olevan oven edustalle pukkien päälle. Ylijäämäpalat varastoidaan ulokehyllyihin piha-alueen laidalla. Pihavarastossa ei ole merkittyjä paikkoja eri tuotteille, vaan materiaalit sijoitetaan vapaana olevaan tilaan.



Kuvio 20. Terästuotannon välivarasto



Kuvio 21. Terästuotannon ylijäämävarasto



Kuvio 22. Tuotantojen ylijäämäosien ja vanhojen välineiden varasto

Varastopaikkojen merkitsemättömyys aiheuttaa paljon ongelmia. Yhden nimikkeen etsimisessä saattaa mennä 15–45 minuuttia aikaa. Tämä aika on täysin tuottamaton. Koska paikkoja ei ole merkitty, myös tilaustarpeiden selvittäminen on hankalaa. Tuotantojen henkilöstöllä ei ole yhtenevää toimintatapaa varastointiin liittyen. Materiaaleja saatetaan varastoida hetken myös pelkillä kuormalavoilla lattialla ja toisaalta ei ole määritelty, mistä keräillään. Varastopaikkojen puute aiheuttaa myös paljon tilanhukkaa. Kun varastoa kertyy useaan paikkaan, on vaarana samojen tuotteiden tilaamiseen moneen kertaan ja siten ylimääräisen pääoman sitoutuminen.

Saapuvan materiaalin vastaanottaja voi olla kummasta tuotannosta tahansa. Tämä johtaa varastojen muodostumiseen määrittämättömiin paikkoihin, koska toimintata-

poja ei ole sovittu. Esimerkiksi terästuotannon työntekijän vastaanottaessa alumiinituotannossa käytettäviä materiaaleja ilman tietoa oikeasta varastopaikasta, tietämättömyys lisääntyy. Vastaanotto ristiin ei kuitenkaan olisi riski, mikäli varastopaikat olisi nimikoitu.

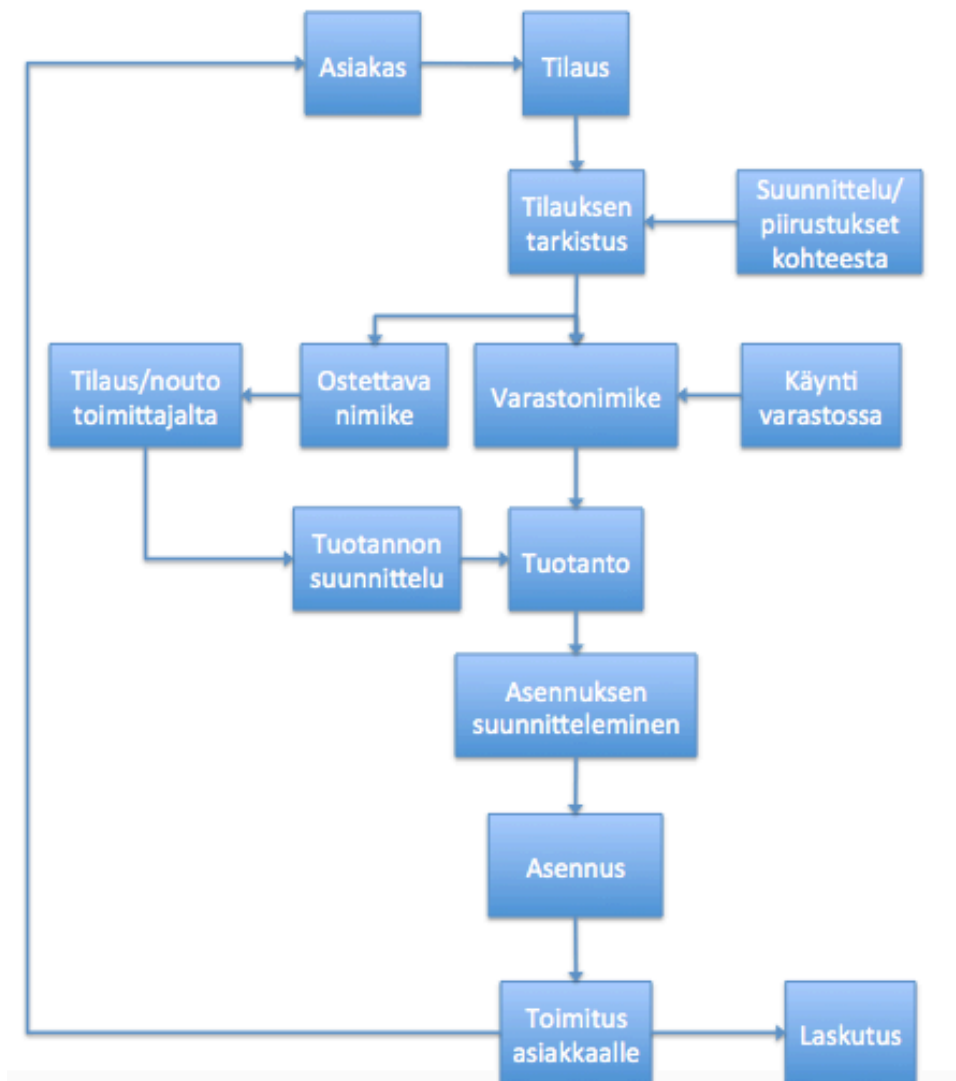
### **4.3 Materiaalinhjaus ja hankinnat**

Konepaja Kemell Oy:n tuotanto on tilausohjautuvaa. Tilausohjautuvuus on ETO-tyyppistä. Suuri osa yrityksen tuotteista suunnitellaan yhdessä asiakkaan kanssa eikä valmiita tuotteita ole, vaikka alumiinituotannossa tuotteet perustuvat valmiisiin alumiiniprofiilijärjestelmiin. Jokainen tuote suunnitellaan asennuskohteen mukaan ja materiaalit tilataan vasta suunnittelun valmistuttua.

Tilaus valmistetaan tuotepiirustusten perusteella. Piirustuksista selviää kokoonpanojen tekniset tiedot. Piirustuksiin on liitetty myös osaluettelo, jonka avulla keräillään tarvittavat osat. Piirustukset toimivat eräänlaisena saattokorttina työlle. Alumiinituotannossa piirustukset tehdään alumiiniprofiilitoimittajan tarjoamalla suunniteluohjelmistolla, joka antaa käyttäjälle suoraan materiaalarpeen tilauskohtaisesti. Tuotteet kokoonpannaan pääsääntöisesti alusta loppuun tuotantotiloissa, mutta mikäli kyseessä on suuri kokoonpano, voidaan loppukokoonpano suorittaa vasta asennuskohteessa.

Materiaalit tilataan työlle. Materiaalien varastotilanne selvitetään käymällä fyysisesti tuotannossa ja tarkistamalla riittävyys. Mikäli varastossa ei ole tilaukseen tarvittavaa määrää tiettyä materiaalia, tehdään tilaus. Koska kaikkia materiaaleja ei ole syötetty toiminnanohjausjärjestelmään, ei varastoarvoa voida lukea mistään. Varaston rahallinen arvo saadaan selville vuoden vaihteen inventoinnissa. Työlle tilattavien materiaalien lisäksi nopeimmin kiertäviä materiaaleja myös varastoidaan. Varastotasojen puuttuminen järjestelmistä ei mahdollista varaston rahallisen arvon seuranta ja samalla se aiheuttaa ylimääräisiä työkustannuksia, koska materiaalien riittävyys joudutaan selvittämään käymällä tuotannossa.

Alumiinituotteet toimitetaan 2–3 viikossa riippuen materiaalien käsittelyvaatimuksista (esim. maalaus) ja terästuotteet toimitetaan 2–5 arkipäivässä. Pääasiassa materiaalit tilataan toimittajalta ja materiaalit toimitetaan suoraan Konepaja Kemell Oy:n osoitteeseen mutta käyttö- ja kiinnitystarvikkeet haetaan itse paikallisesta rautakaupasta tarpeen mukaan. Materiaalinhjausprosessi on kuviossa 23.

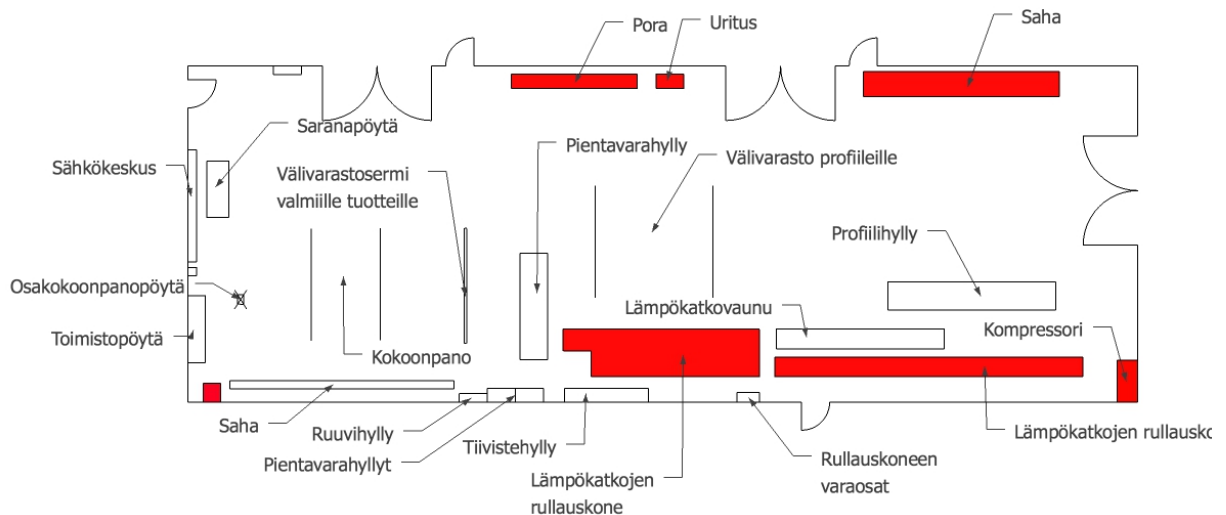


Kuvio 23. Konepaja Kemell Oy:n materiaalinohjausprosessi

## 4.4 Layout ja materiaalivirrat

### Alumiinituotanto

Alumiinituotanto on funktionaalista tuotantoa. Tuotannossa on kuitenkin myös linjatutannon piirteitä, sillä tuotannon materiaalivirta on lähes aina sama. Alumiinituotannon layoutin voi nähdä kuvioista 24. Kuvion punaisella merkityt koneet ja alueet ovat lattiaan kiinteästi pultattuja, joten ne määrittävät materiaalivirran ja mahdolliset kehityskohteet.



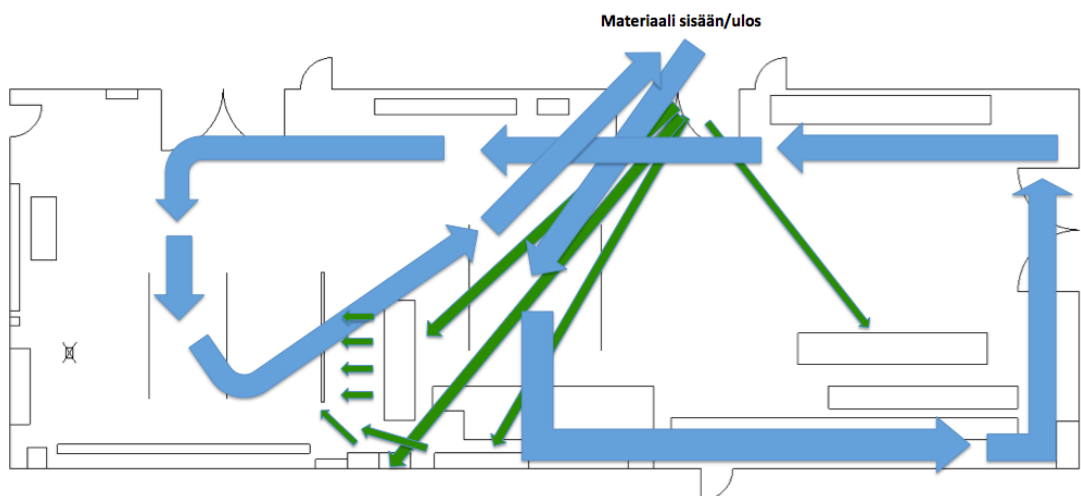
Kuvio 24. Alumiinituotannon layout

Alumiinituotannon materiaalivirran määrittelee tehty layoutratkaisut. Layoutin kiinteät koneet ja sovitut tai kehittyneet toimintatavat tuotannossa ohjaavat materiaalin tietyllä kaavalla tuotannon läpi.

Tuotanto alkaa profiilien työstöllä. Aluksi alumiiniprofiilit puretaan kuljetusyksiköistään välivarastopukeille odottamaan lämpökatkosten asennusta profiilin sisään. Lämpökatkot asennetaan profiilitoimittajan toimittamalla koneella, minkä jälkeen profiilit sahataan oikeaan mittaan. Oikean mittaiset profiilit siirretään kuljetuskärryyn, jolla

profiiliosat viedään rei'itettäväksi. Rei'ityksen jälkeen profiilit ladotaan kokoonpanopukeille, jossa suoritetaan loppukokoonpano. Loppukokoonpanoa helpottamaan on käytössä osakokoonpanopöytä ja saranapöytä. Näillä osakokoonpanopisteillä profiileihin asennetaan pienempiä heloja, jotta itse loppukokoonpano olisi mahdollisimman jouhevaa. Valmiit tuotteet nostetaan nojaamaan sermiä vasten ennen kuljetusta ja asennusta. Asennuksen tullessa ajankohtaiseksi tuotteet kannetaan autoon samasta ovesta, josta materiaalit tulevat tuotantoon sisään. Materiaalisiirrot tapahtuvat pääasiassa käsin kantamalla lukuun ottamatta edellä mainittua kuljetuskärryä.

Materiaalivirrasta ei muodostu selkeää virtausta koneiden asennussuunnan vuoksi. Muodostunut virtaus on teoreettisista virtauksista lähimpänä U-virtausta. Tuotannon ovista on käytössä vain yksi, mikä myös osaltaan vaikuttaa materiaalin virtaukseen ja virtojen risteämiseen. Materiaalivirran voi nähdä kuvioista 25. Kuvion sininen virtaus kuvaa materiaalin päävirtaa tuotannon läpi ja vihreä virtaus saapuvan pientavaran virtausta.

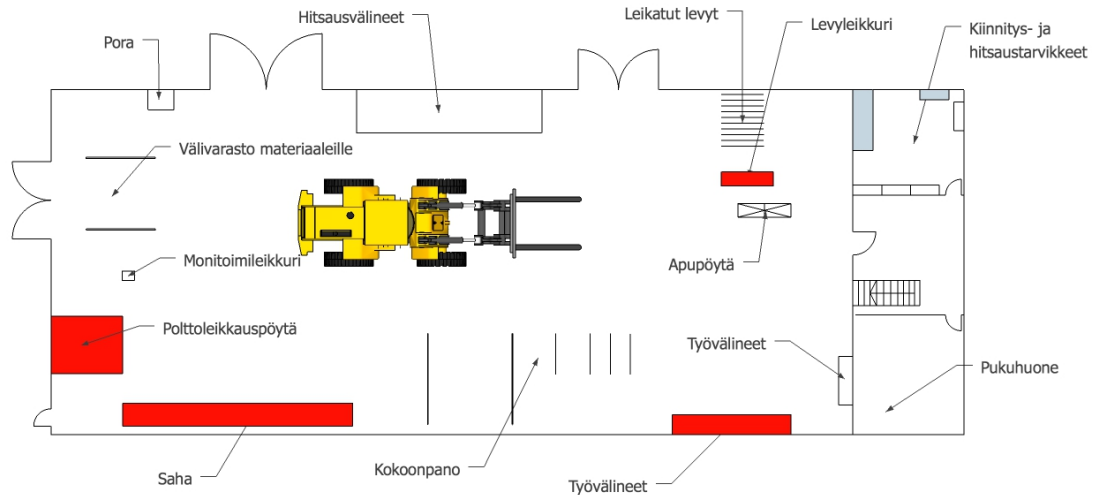


Kuvio 25. Alumiinituotannon materiaalivirrat

### Terästuotanto

Terästuotanto on funktionaalista konepajatuotantoa. Kullekin työvaiheelle on kokoonpanoa lukuun ottamatta omat alueensa koneiden sijainnin perusteella. Terästuotannossa on samoin kuin alumiinituotannossa raskaita, lattiaan pultattuja koneita,

jotka on merkitty kuvioon 26 punaisella värillä. Kyseisiä koneita ei kannata siirtää paikoiltaan.

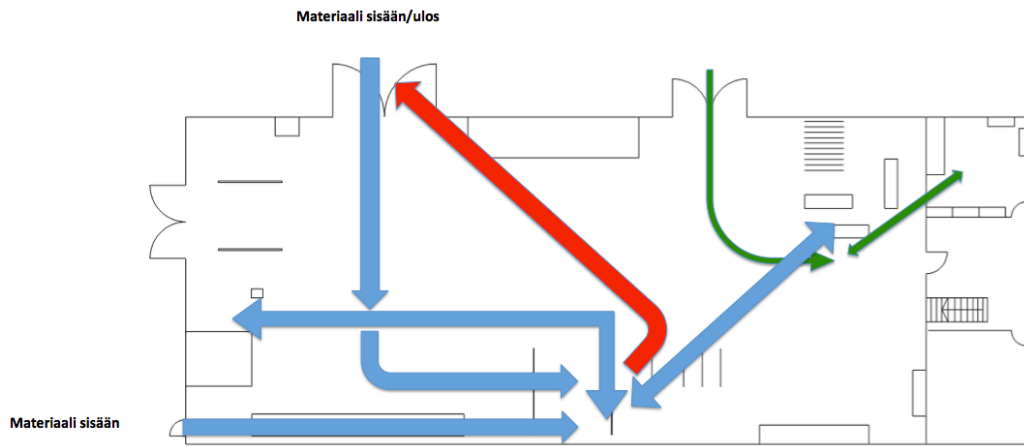


Kuvio 26. Terästuotannon layout

Terästuotanto alkaa päämateriaalien sahaamisella. Kaikki tarvittavat materiaalit sahataan oikeaan mittaansa, minkä jälkeen leikatut osat joko taivutetaan tai muuten muovataan oikeaan muotoonsa. Loppukokoonpano tapahtuu hitsaamalla pukkien päällä.

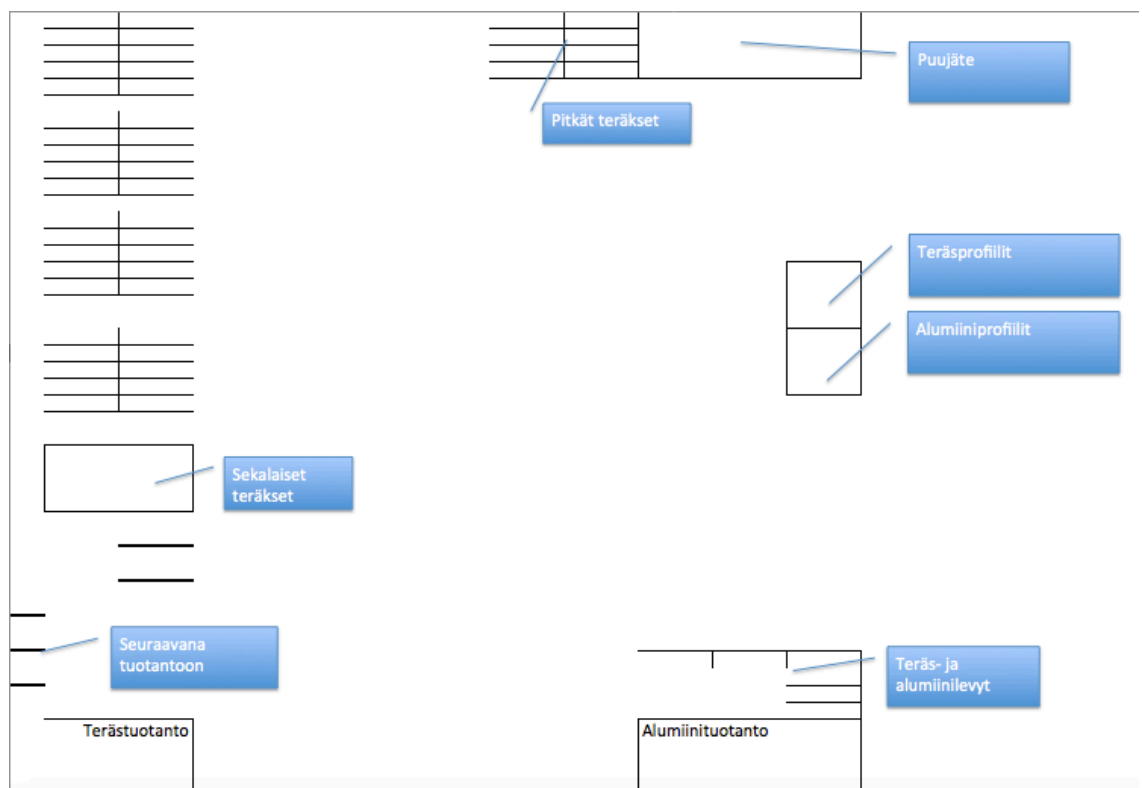
Koska materiaalit ovat pääasiassa raskaita palkkeja, niiden siirtäminen vaatii koneellista apua. Materiaalien siirrot suoritetaan pyöräkuormaajalla ja rullapöydällä. Rullapöytä keventää raskaita materiaaleja ja helpottaa niiden syöttämistä suoraan sahalle. Pyöräkuormaajaa voidaan käyttää myös loppukokoonpanojen siirtämiseen sekä kuormaamiseen ja kuormien purkuun.

Materiaalivirta on tyyppinen funktionaalisesti toimivalle konepajalle. Materiaalivirta ei ole selkeä, vaan käytännöllinen. Kuviossa 27 voidaan nähdä materiaalivirta kokonaisuudessaan. Siniset nuolet merkkäävät materiaalien virtausta tuotantoon ja tuotannossa, vihreät nuolet käyttötarvikkeiden virtausta ja punainen nuoli materiaalin virtauksen ulos tuotannosta.



Kuvio 27. Terästuotannon materiaalivirta

Piha-alue on selkeästi rakennettu. Materiaalit ovat varastoituina pihan reunoille pääasiassa oksahyllyihin. Pihan keskelle on jätetty tilaa saapuvaa materiaalia kuljettaville yhdistelmäajoneuvoille ja materiaalinkäsittelylle. Osittain varastoitu materiaali ja jätemateriaali ovat levinneet hallitsemattomasti omilta paikoiltaan ja muodostaneet uusia varastopaikkoja. Havainnekuvan piha-alueen layoutista voi nähdä kuviosta 28.



Kuvio 28. Piha-alueen layout

## 5 Kehitystoimenpiteet

Tuotantojen muutosten toivottiin olevan pieniä mahdollisimman nopean ja helpon omaksumisen vuoksi. Pienilläkin muutoksilla uskottiin olevan suuri merkitys kustannuksiin ja yleiseen tuotannon toimivuuteen. Varastointitavan muutokset sen sijaan suunniteltiin riittävän radikaaleiksi, jotta ajattelutapa varastointiin liittyen muuttuisi.

### 5.1 Varastonohjauksen toteutus

Varastonohjaus päivitettiin toimimaan toiminnanohjausjärjestelmän kautta. Konepa- ja Kemell Oy:n käyttämä Adminet-järjestelmä mahdollistaa varastonohjauksen suurimmalta osin ja käyttöön otettiin koko järjestelmän potentiaali.

#### Nimikkeet

Nimikerekisteriä päivitettiin uusilla hinnastoilla ja järjestelmään syötettiin kaikkien tarvittavien toimittajien rekisterit alennusprosentteineen. Tarvittavat poikkeukset lisättiin järjestelmään manuaalisesti. Nimikekoodeina operatiivisessa toiminnassa päätettiin käyttää jatkossakin toimittajien tuotenumeroita. Näin informaationkulku on selkeintä ja toiminnanohjausjärjestelmä voi pitää toimittajien hinnastoja lähteenä. Terästuotannon osalta nimikekoodeiksi sovittiin terästuotteiden jälleenmyyjän koodit. Kyseessä olevan jälleenmyyjän kooditus oli loogisempi kuin varsinaisen terästoimittajan, ja uuden järjestelmän luominen olisi vienyt paljon aikaa, eikä siksi ollut mahdollista tämän projektin puitteissa. Varastohallinnan tueksi otettiin käyttöön viivakoodikeräin, minkä vuoksi nimikehallinnan merkitys korostuu. Mikäli nimikkeistössä on virheitä, eivät varastosaldot pidä paikkansa.

Nimikkeiden koodeille täytyi määrittää oikeat yksiköt ja jokainen nimike tuli käydä läpi virheiden varalta. Mikäli jokin tieto nimikerekisterissä olisi väärin, aiheutuisi saldoihin vääristymiä ja pahimmassa tapauksessa jopa tuotannon läpimenoaika pidentyisi materiaalipuutteiden vuoksi.

## **Varastopaikat**

Varastopaikat olivat osittain merkittyjä. Kuitenkin nimikoidutkin paikat määritettiin uudelleen, sillä varastonimikkeet eivät enää olleet samoja kuin aikaisemmin. Osassa nimikkeistä nimikekoodi oli muuttunut uusien revisioiden tullessa markkinoille, mikä oli ajan saatossa johtanut varastopaikkojen vanhentumiseen ja sekoittumiseen.

Aluksi määritettiin tuotannossa varastoitavat nimikkeet. Koska tuotannon aloittamisen impulssina toimii asiakastilaus, ei varastoa kannattanut suunnitella suureksi. Tuotantoon määritettiin varastoitavaksi vain nopeasti kiertäviä nimikkeitä ja käyttötarvikkeita. Koska yritys otti vasta projektin alkuvaiheessa käyttöön toiminnanohjausjärjestelmän varastonohjaustoiminnot, ei nimikkeistä saanut tietoa muuta kuin ostolaskujen tai työntekijöiden tuntuman perusteella. Mikäli tietoa olisi ollut saatavilla suoraan järjestelmästä, varastoitavat materiaalit olisivat olleet helpommin analysoitavissa järjestelmän antamien kulutusmäärien perusteella esimerkiksi ABC-analyysin avulla.

Varastoitavat materiaalit päätettiin haastattelujen sekä ostolaskujen perusteella. Alumiinituotantoon määritettiin varastopaikat 124 nimikkeelle ja käyttötarvikkeista 58 nimikkeelle. Alumiinituotannon hyllypaikat määritettiin koon mukaan eri hyllyihin siten, että kussakin hyllyssä samaan profiilijärjestelmään käytettävät nimikkeet sijaitsevat lähellä toisiaan. Eniten tilattujen järjestelmien tuotteet sijoitettiin ergonomisesti parhaalle keräilykorkeudelle. Varastoyksiköt merkittiin viiva- ja värikoodein, jotta tulevaisuudessa on helppo huomata hyllypaikkojen sekoittuminen (ks. kuviot 29 ja 30). Nimikkeiden viivakoodit tulostettiin suoraan Adminet-toiminnanohjausjärjestelmästä.



Kuvio 29. Pientavarahyllyjen uusi järjestys



Kuvio 30. Ottolaatikon merkinnät

Tilauksista yli jääville materiaaleille luotiin järjestelmä, joka auttaa hallinnoimaan ylijäämävaraston arvoa. Järjestelmä aikatauluttaa ylijäämävaraston inventoinnin siten, että aina hyllyn alimman orren täytyessä ylijäämä käydään läpi ja tarpeeton materiaali siirretään pois. Näin hankintoihin muodostuu ajatusmalli, joka vähentää ylijäämää. Ylijääneet alumiiniprofiilit järjestettiin värikoodeittain tuotannon nurkkaan, jolloin oikean väriset profiilit ovat helpommin löydettävissä (ks. kuvio 31).



Kuvio 31. Ylijäämäprofiilien järjestys

Terästuotantoon ei suunniteltu varastopaikkoja ulkovaraston lisäksi. Ulos varastoidaan ylijäämämateriaalit edelleen samalla tavalla kuten ennen projektiakin mutta varastopaikat merkittiin ja järjestettiin materiaalin pinnoituksen mukaisesti. Esimerkiksi pohjamaalatut ja kuumasinkityt teräsnimikkeet sijoitettiin omiin hyllyihinsä. Koska Konepaja Kemell Oy valmistaa kantavia, CE-merkittyjä teräsrakenteita, tuli teräksien merkintään suunnitella yhtenäinen toimintatapa. Merkityt teräkset sijoitettiin hyllyihin ja merkitsemättömät eri puolille pihassa. Myös tuotantoon syötettävän materiaalin välivarastoa paranneltiin.

Käyttötarvikkeet siirrettiin alumiinituotannon puolelle samaan paikkaan, jotta varastoa on helpompi hallita ja tarpeet voi nähdä nopeasti. Hitsaustarvikkeet sijoitettiin kuitenkin edelleen terästuotannon puolelle niiden kosteus- ja lämpötilavaatimusten vuoksi. Käyttötarvikkeita ei syötetty varastosaldoihin, vaan niitä käsitellään tuotannon sivukuluina. Varastoinnin näkökulmasta näille nimikkeille määritettiin ainoastaan tilauspiste, jolloin materiaalia tilataan.

### **Toiminnanohjausjärjestelmän hyödyntäminen**

Adminet on vielä osittain kehitysvaiheessa, minkä vuoksi esimerkiksi kaikki varastonhallintatyökalut eivät ole käyttövalmiudessa. Varastonohjaus tuli siis järjestää osittain toiminnanohjausjärjestelmän kautta ja osittain manuaalisesti, sillä muun muassa tilauspisteitä ei Adminet-toiminnanohjausjärjestelmään vielä saa määritettyä.

Suurena ongelmana olleet saldivirheet ja varaston seuranta sekä raportointi vaativat jonkin järjestelmän saapuneiden materiaalien syöttämiseksi varastoon sekä varastottoihin. Järkevä ratkaisu näiden asioiden hoitamiseen oli Adminet-järjestelmän yhteyteen liitettävä Cipher LAB -viivakoodinlukija. Viivakoodinlukijoita kaavailtiin aluksi molempiin tuotantoihin erikseen mutta terästuotannon tarve ilmeni kuitenkin paljon pienemmäksi, joten terästuotteiden varastoon syöttämiseksi suunniteltiin manuaalinen järjestelmä. Viivakoodinlukijoita voi tarvittaessa lisätä, mikäli päätös viivakoodien käyttöönotosta terästuotannossa tulevaisuudessa tehdään.

Viivakoodinlukija on suunniteltu toimimaan yhdessä Adminet-ohjelmiston kanssa, ja näin lukijalla voitiin ohittaa monia vaiheita manuaalisesta työstä. Viivakoodinlukija on yksinkertainen käyttää, joten sen käytön kouluttaminen ei ollut vaikeaa, vaan suurin työ oli tottua käyttämään uutta järjestelmää. Käytännön työhön tarvittiin vain kolme toimintoa viivakoodikeräimestä: ostotarpeen määrittäminen, keräily sekä varastoon syöttö.

Ostotarve luo järjestelmään listan nimikkeistä, joita pitää tilata. Tilaus kuitenkin täytyy vahvistaa, ennen kuin materiaalityömuutokset muuttuvat ostotilaukseksi. Keräily pois-

taa luetun nimikkeen varastosaldosta. Varastoon syötöllä saadaan lisättyä saapuva tavara varastosaldoihin tai korjattua keräilyvirheitä. Lisäys tehdään ostolaskulta. Varastoon syötetään myös tilauksista ylijäänyt materiaali, joka normaalisti kohdennetaan projektille eikä pidetä varastosaldoissa. Viivakoodikeräin avustaa myös inventoinnissa ja poistaa paperien käytön inventaarioissa.

Terästuotantoon suunniteltiin lista, johon ylijäämämateriaalit kirjataan aina, kun materiaalia viedään varastoon tai haetaan varastosta tuotantoon. Terästuotannon työnjohtaja käy listan kerran viikossa läpi ja syöttää ylijäämämateriaalit varastosaldoihin toiminnanohjausjärjestelmässä.

### **Ostot**

Viivakoodien käyttöönoton yhteydessä tuli määrittää tapa kunkin nimikkeen tilaamisen ajankohdalle. Tilauspiste määritettiin siten, että varastossa pidetään maksimissaan viiden oven tai ikkunan perustarvikkeet ja tilaus tehdään, kun jäljellä on materiaalit kahteen oveen tai ikkunaan. Ostotarve todetaan tilausjaksomenetelmän mukaisesti kerran viikossa torstaisin, koska tilaukset tehdään perjantaisin toimittajan logistiikasta johtuen. Tällöin kaikki varastonimikkeet käydään läpi ja vähissä olevien materiaalien ostotarpeet listataan.

Kiinnitys- ja kulutustarvikkeiden hankintaa järjeistettiin valitsemalla yksi päätoimittaja, jolta materiaalit tilataan. Toimittaja tarjoaa VMI-varastohallintapalvelun asiakkuussopimuksen solmiville yrityksille. Ostot keskittämällä hinnat saatiin kohtuullisiksi ja VMI-palvelun myötä vastuu materiaalin riitosta siirrettyä osittain toimittajalle. Uusi varastohallintatapa poistaa myös suuren määrän työntekijöiden tekemiä noutoja, jotka eivät ole tehokasta työaikaa.

## **5.2 Materiaalivirtojen kehittäminen ja layout**

Layoutmuutoksia suunniteltaessa lähtökohtana olivat lattiaan kiinteästi asennetut raskaat koneet. Koneiden paikkoja ei haluttu muuttaa eikä muutoksista muutenkaan

haluttu tehdä liian suuria, jotta työntekijöiden olisi helpompi sisäistää useat samanaikaiset muutokset. Tavoitteena oli määrittää materiaalivirrat tuotantoihin ja siten pohtia mahdollisia ongelmakohtia, joita muuttamalla toiminta paranisi.

### **Alumiinituotanto**

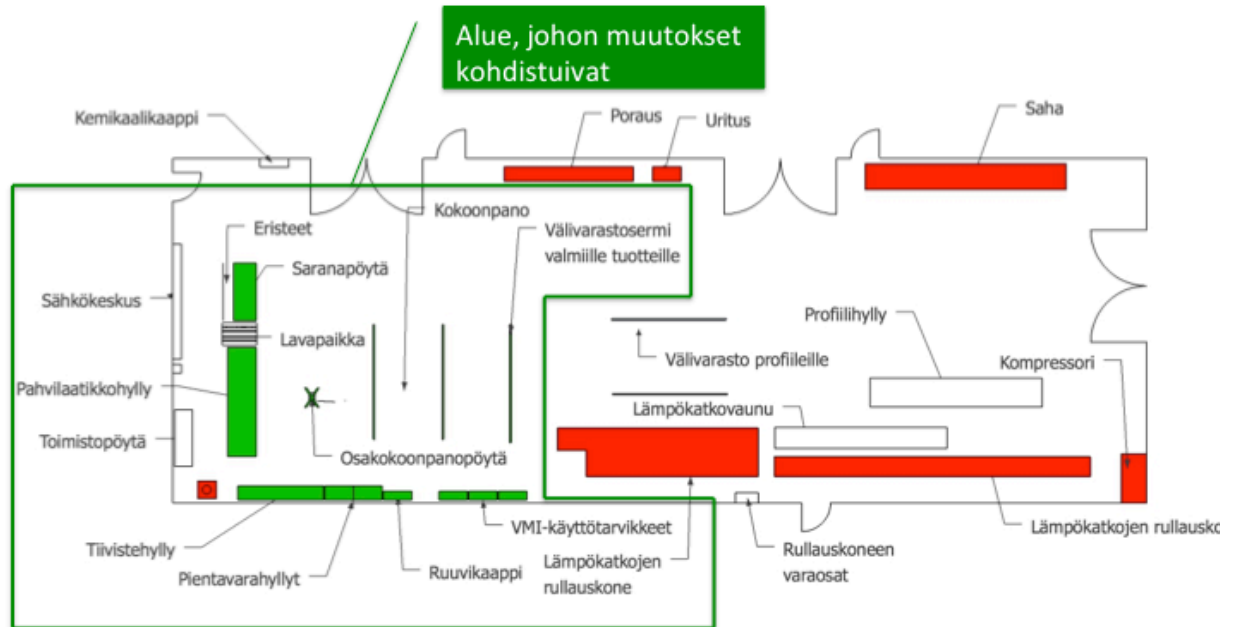
Alumiinituotannon Layoutia kehitettiin materiaalivirta-analyysin sekä havaittujen ongelmakohtien perusteella. Tuotannon alussa materiaalivirta muodostaa silmukan, joka olisi hyvä saada poistettua mutta tuotannon alussa myös käytetään raskaita koneita, joita on hankala siirtää. Näin layoutmuutokset keskittyivätkin tuotannon loppuun.

Aiemmasta layoutpiirroksesta voitiin havaita tilan jakavina elementteinä olevan väli-varastosermi sekä pientavarahylly, jotka olivat virtaukseen nähden poikittain. Kaikki varastohyllyt olivat väli-varastosermin toisella puolella kokoonpanopisteeseen nähden, mikä vaikeutti pääsyä varastohyllyille sekä pidensi keräilymatkoja. Nämä ongelmat olivat tärkeimmät uutta layoutsuunnitelmaa tehtäessä.

Uusi layout parantaa merkittävästi keräilyaikoja yhdessä toimivan hyllypaikkajärjestelmän kanssa. Materiaalivirtaan nähden poikittain ollut pientavarahylly siirrettiin sermin takaa kokoonpanopisteen toiselle puolelle niin, että hylly saatiin sen läheisyyteen. Koska hylly saatiin siirrettyä lähemmäs käyttöpaikkaa, jäivät muut hyllyt erilleen. Kokoonpanopisteen vieressä ollut saha todettiin ylimääräiseksi, mikä avasi lisää tilaa kokoonpanopisteen viereen ja näin loputkin hyllyt saatiin siirrettyä lähemmäs käyttöpaikkaa. Käytännössä muutos tapahtui väli-varastosermiä ja koko kokoonpano-alueetta siirtämällä, jolloin hyllyt saatiin siirrettyä kyseisen alueen toiselle puolelle. Muutokset toteutuivat ongelmitta, sillä mittasuhteet tuotannossa eivät muuttuneet.

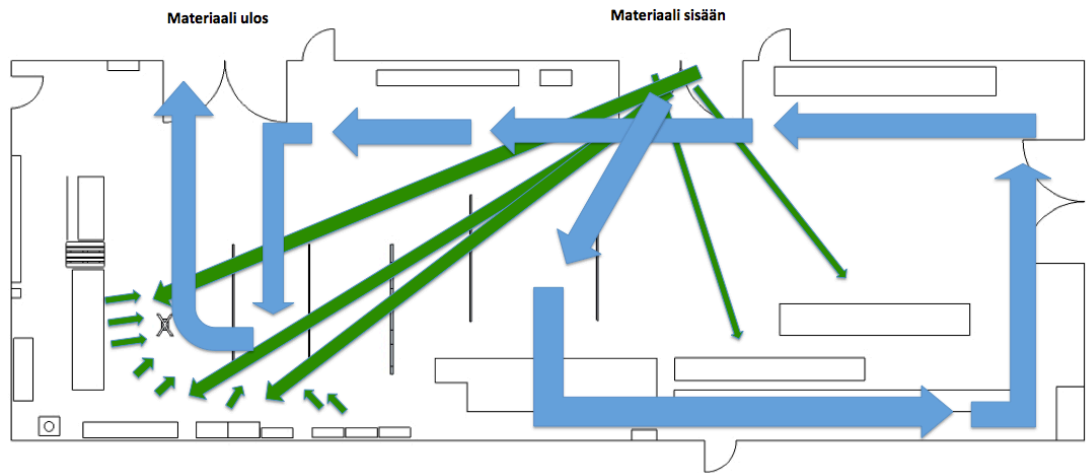
Saranapöytä siirrettiin samalle tasolle pientavarahyllyn kanssa, mikä mahdollisti varastotilan järjestämisen myös pöydän taakse. Saranapöydän taakse perustettiin aktiivivarastopaikka eristelevyille. Pientavarahyllyn ja saranapöydän väliin jätettiin tila kuormalavalle väli-varastointia varten. Näin saapuva materiaali, jota ei ehditä purka-

maan, saadaan jätettyä merkitylle paikalle. Paikkaa voidaan käyttää myös tietyille työlle tilattujen materiaalien välivarastointiin, mikä estää materiaalien sekaantumisen varastonimikkeiden kanssa. Kuvio 32 kuvaa uuden layoutin, jossa vihreällä merkityt objektit ovat uudessa paikassa vanhaan layoutiin nähden.



Kuvio 32. Alumiinituotannon uusi layout

Uuden layoutin materiaalivirta (ks. kuvio 33) selkeytyi hieman toisen oven avauduttua lähtevälle tavaralle. Näin virtauksesta saatiin linjakkaampi eikä risteyskohtia ole yhtä paljon kuin aikaisemmin. Materiaalivirta ei kuitenkaan parantunut merkittävästi, sillä tuotannon alussa koneet jäivät edelleen samoille paikoilleen eikä tuotantojärjestys muuttunut. Mikäli koneita olisi ollut mahdollisuus siirtää, materiaalivirrasta olisi saanut selkeän U-virtauksen ilman risteäviä virtoja.

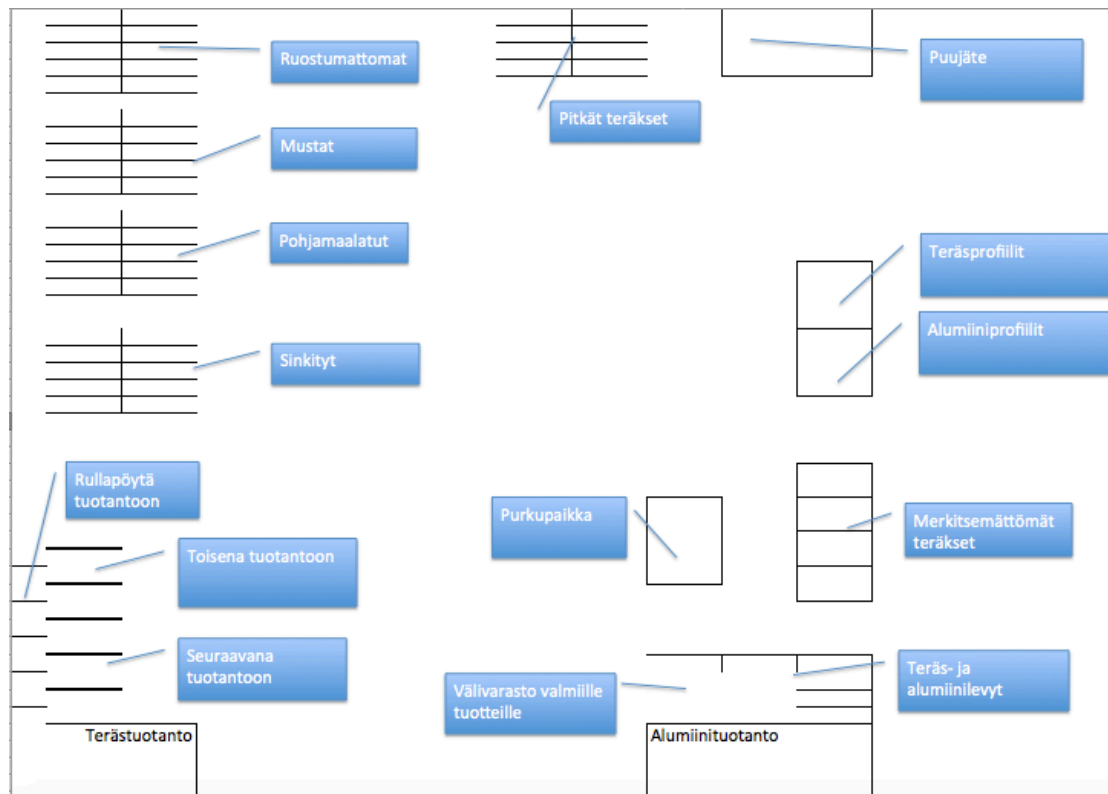


Kuvio 33. Alumiinituotannon uusi materiaalivirta

### Terästuotanto

Terästuotannon materiaalivirta määräytyi alumiinituotannon tapaan koneiden mukaisesti. Koska terästuotanto on hyvin vahvasti funktionaalista eikä tuotannossa ole selkeää materiaalivirtausta, ei layoutmuutoksia ollut järkevää tehdä. Tuotantoon saatiin kuitenkin lisää tilaa poistamalla ylimääräiseksi jääneitä koneita.

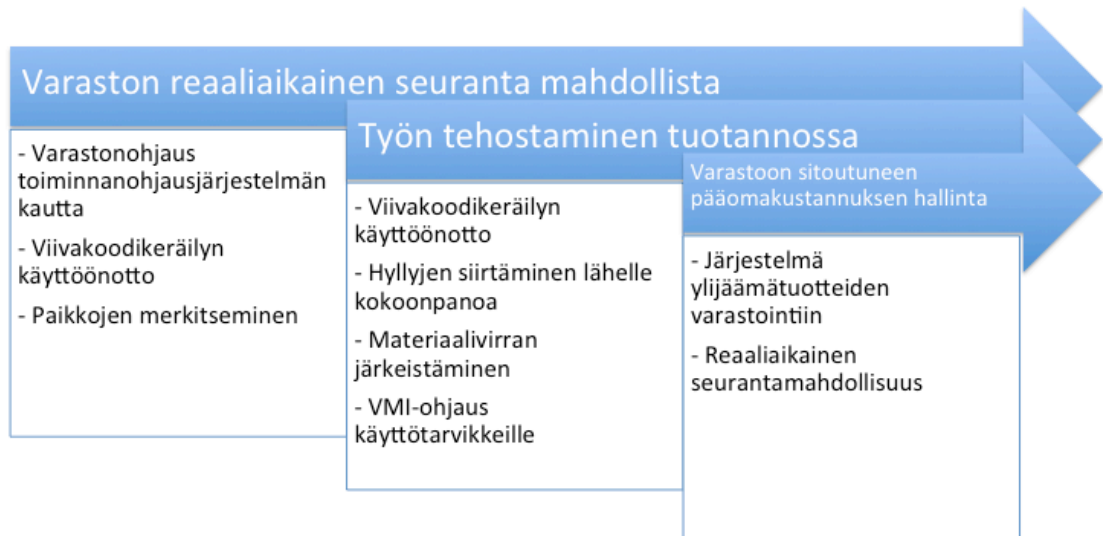
Piha-alueen layout ei muuttunut merkittävästi. Suurimmat muutokset olivat merkittämättömien teräspinojen siirtäminen pihan toiselle puolelle. Ennen siirtämistä teräspino olivat levinneet hallitsemattomasti ja veivät tilaa pihan materiaalinkäsittelyn kannalta tärkeimmältä alueelta. Terästuotantoon syötettävälle materiaalille suunniteltiin välivarasto ja saapuvalla tavaralla sovittiin purkupaikka, josta teräkset siirretään välivarastoon oikealle paikalle. Puujäte siivottiin ja näin tehtiin tilaa viereiselle hyllylle, jotta pyöräkuormaajalla pääsee käsittelemään teräksiä. Layoutin muutokset voi nähdä kuviosta 34.



Kuvio 34. Piha-alueen uusi layout

### 5.3 Toimenpiteiden vaikutus

Muutoksia tehtiin monella eri materiaalinohjauksen osa-alueella. Koska toimenpiteet vaikuttivat eri toimintoihin eri tavoin, vaikutuksia on hankala nähdä muuten kuin käytännössä. Kaikki tehdyt toimenpiteet kehittivät materiaalinohjausta. Tehdyt toimenpiteet voidaan nähdä kootusti kuviosta 35.



Kuvio 35. Yhteenveto tehdyistä muutoksista

Uuden järjestelmän käyttöönoton myötä varastoinnin työkustannusten oletetaan laskevan merkittävästi. Ennen muutoksia työaikaa materiaalin etsimiseen kului niin tuotannon kuin toimistotyöntekijöiltäkin kymmeniä minuutteja päivässä. Uusi järjestelmä sähköisen varastohallinnan myötä tulee laskemaan varastoinnin työkustannuksia arvion mukaan noin 58 %. Työkustannuksia saadaan vähennettyä osittain myös siirtämällä käyttötarvikkeiden varastohallintavastuu toimittajalle ja vähentämällä itse tehtyjä noutoja.

Uusi järjestelmä vähentää työntekijöiden noutoja enintään yhteen kertaan viikossa aikaisemman noin kolmen kerran sijaan. Näin myös noudoista johtuvia polttoainekustannuksia saadaan vähennettyä arvion mukaan noin 67 %. Koska noutoja ei tehdä enää yhtä paljon kuin ennen, nousevat toimituskulut noin 21 % aiempaan nähden. Toimituskulujen nousu on kuitenkin rahallisesti hyvin pieni verrattuna siihen, että toimintatapa olisi pidetty samana.

Varastoon sitoutuneen pääoman muutoksen näkee konkreettisesti parhaiten vasta, kun järjestelmä on ollut käytössä ensimmäisen vuosineljänneksen. Oletettujen varastomäärien avulla voidaan kuitenkin todeta varastoon sitoutuneen pääoman kustan-

nuksen laskevan noin 14 %. Todellinen muutos näkyy toiminta- ja ajattelutavan muutoksen myötä vasta kuukausien päästä muutoksesta. Kehitystoimenpiteiden tulosolettamuksen voi nähdä liitteestä 1.

Uusi varastonhallintajärjestelmä mahdollistaa myös projektien kustannusten seurannan ja analysoinnin. Näin projektien taloudelliseen onnistumiseen voidaan tarvittaessa myös puuttua ja toimintaa kehittää kannattavampaan suuntaan.

## 6 Pohdinta

Työn tavoitteena oli kehittää toimeksiantajan materiaalinohjausta ottamalla käyttöön sähköinen varastonhallintajärjestelmä ja järkeistämällä tuotantoprosessia. Työn tuloksena toimeksiantaja saa kustannussäästöjä monelta eri osa-alueelta. Varastonhallintaa voidaan jatkossa seurata reaaliaikaisesti ja materiaalit tarpeet nähdä käymättä fyysisesti varastossa. Kustannussäästöjen lisäksi tuotantoprosessi selkeytyi ja muovautui suoraviivaisemmaksi aiempaan nähden. Varaston seurantomahdollisuus mahdollistaa toiminnan mittaamisen ja kehittämisen myös jatkossa, mikä on suuri parannus aiempaan.

Työn edetessä suunnitelmia jouduttiin osittain muokkaamaan. Kaikki alun perin suunnitellut kehitystoimenpiteet eivät olleet käytännössä mahdollisia tai järkeviä tuotannon ominaispiirteiden vuoksi. Jokaiselle kehitettävälle kohteelle saatiin kuitenkin suunniteltua tarvittavat toimintamallit, jotta toiminta paranee.

Työn tuloksena saadut kustannussäästöt olivat ennakoitavissa lähtötilanne huomioon ottaen. Lähtötilanteessa aikaa ja rahaa sitoutui haluttua enemmän varastointiin liittyviin toimintoihin. Koska lähtötilanteessa tiedot olivat hankalasti saatavilla ja varastoitavat materiaalit sekoittuneet toisiinsa, pienilläkin muutoksilla saatiin aikaiseksi suuria säästöjä. Kokonaisuudessaan muutostöihin kului työn lisäksi vain kymmeniä

euroja merkintöjen tekemiseen. Tulos kertoo myös ajatustavan muutoksesta, joka on välttämätön tämän kaltaisissa projekteissa.

Työssä tehdyt muutostoimenpiteet ovat mahdollisia myös muissa vastaavissa yrityksissä. Muutostoimenpiteet eivät vaadi tietojärjestelmän lisäksi investointeja, vaan työkustannukset ovat suurin kustannus projektin aikana. Koska toiminnanohjausjärjestelmään ei ollut projektin alussa kerääntynyt tietoa varastoinnista, ei myöskään menetelmänä ollut historiatietojen analysointi ole tarpeeksi tarkka.

Kohdeyritykseen luotiin järjestelmä, joka toimii pohjana varastonhallinnalle ja koko materiaalinohjaukselle. Järjestelmä ei kuitenkaan pysy toiminnassa itsestään, vaan vaatii myös jatkossa seurantaa ja kehittämistä. Tulevaisuudessa, esimerkiksi kahden vuoden kuluttua projektin päättymisestä, olisi järkevä ajankohta jatkotutkimukselle. Jatkotutkimuksessa voitaisiin analysoida varastonohjauksen toimivuutta uudestaan esimerkiksi matemaattisin keinoin, sillä tieto olisi helpommin saatavilla suoraan toiminnanohjausjärjestelmästä.

Työ kaikkiaan oli erittäin mielenkiintoinen, mutta työläs. Ennen työn aloittamista työmäärää oli vaikea arvioida, sillä toiminnanohjausjärjestelmän käyttöastetta ei ollut tiedossa eikä tiedetty, kuinka paljon manuaalista työtä projektin läpi viemiseen tarvittaisiin. Lopulta työssä tulikin eteen muutamia yllättäviä haasteita, jotka vaativat ajatusta ja aikaa selvittääkseen.

Haasteena työssä oli myös aikataulujen yhteen sovittaminen. Opinnäytetyöprojekti vaati kohdeyritykseltä paljon paneutumista työhön, ja aina työvoiman löytäminen kuhunkin tehtävään ei ollut helppoa. Opinnäytetyöprojektiin liittyi myös ulkopuolisia yrityksiä, joiden omat aikataulut lisäsivät haasteita entisestään.

Pidän työtä onnistuneena ja molempia projektin osapuolia hyödyttävänä. Projektista oppi paljon, mutta ennen kaikkea oman työn konkreettiset ja taloudelliset hyödyt nähtyä voi todeta tehneensä oikeita asioita. Myös toiminnanohjausjärjestelmän toi-

mittaja sai ideoita oman tuotteen kehittämiseen, mikä hyödyttää kyseisen toimittajan lisäksi myös järjestelmän käyttäjiä.

## Lähteet

- ABC/XYZ Analysis. N.d. Toiminnanohjausjärjestelmätoimittaja SAP:n tietoa XYZ- ja ABC-analyyseista. Viitattu 16.3.2015.  
[http://help.sap.com/SAPHELP\\_SCM700\\_EHP02/helpdata/EN/4d/33d92edb9e00d3e10000000a42189b/content.htm](http://help.sap.com/SAPHELP_SCM700_EHP02/helpdata/EN/4d/33d92edb9e00d3e10000000a42189b/content.htm)
- Arnold, J.R., Chapman, S. & Clive, L. 2008. Introduction to Materials Management. 6th ed. New Jersey: Pearson Education.
- Haverila, M., Kouri, I., Miettinen, A. & Uusi-Rauva, E. 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Infacts.
- Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Jyväskylä: Sho Business Development.
- Jessop, D. & Morrison, A. 1994. Storage and supply of materials. 6th ed. London: Pitman Publishing.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Helsinki: WS Bookwell.
- Karrus, K. 2001. Logistiikka. 3. p., Uud. p. Juva: WS Bookwell.
- Koivisto, E. & Ritvanen, V. 2007. Logistiikka pk-yrityksissä. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.
- Laatua vuosikymmenten kokemuksella. N.d. Konepaja Kemell Oy:n internetsivujen yritysesittely. Viitattu 16.12.2014. <http://www.konepajakemell.fi/yritys>
- Lehmuskoski, M. 1982. Varastoinnin johtaminen. Helsinki: Rastor.
- Leppiniemi, J. 2014. Tilinpitäjän käsikirja. 2. Uud. p. Helsinki: Talentum Media.
- Metallirakenteet ammattitaidolla. N.d. Konepaja Kemell Oy:n internetsivujen esittely. Viitattu 16.12.2014. <http://www.konepajakemell.fi>
- Ming-Chuan, C. & Okudan, G. 20.7.2012. An investigation on the impact of product modularity level on supply chain performance metrics: an industrial case study. Journal of Intelligent Manufacturing 25, 129-145. Viitattu 27.3.2015.
- Mishra, R. 2007. Materials Management. 2nd ed. New Delhi: Excel Books.
- Ostoprosessi. N.d. Logistiikan Maailman opetusmateriaalia ostoprosessista. Viitattu 26.1.2015. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Ostoprosessi>

Piasecki, D. 2009. Inventory Management Explained. United States of America: Ops Publishing.

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

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. 4. p., Uud. p. Espoo: Jouni Sakki.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Digitalisoitumisen haasteet. 8. p., Uud. p. Espoo: Jouni Sakki.

Stevenson, W. 2012. Operations Management: Theory and Practice. 11th ed. New York: McGraw-Hill Companies.

Sule, D. 1994. Manufacturing facilities. 2nd ed. Boston: PWS Publishing Company.

Waters, D. 2009. Supply chain management. 2nd ed. London: Palgrave Macmillan.

## **Liitteet**

Liite 1. Kehitystoimenpiteiden tulosolettamus

# **SALAINEN**