

Tampereen ammattikorkeakoulu, AMK-tutkinto
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kone- ja laiteautomaatio

Opinnäytetyö

Mika Selin

Tuotantomäärän 30 %:n nosto Oy Tamware Ab Tampereen
tehtaan ovituotannossa

Työn ohjaaja
Työn tilaaja
Tampere

Lehtori Marko Mäkilouko
Oy Tamware Ab, tuotantopäällikkö Mika Järvinen
05/2010

Tampereen ammattikorkeakoulu, AMK-tutkinto
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, kone- ja laiteautomaatio
Selin Mika
Tuotantomäärän 30%:n nosto Oy Tamware Ab Tampereen tehtaan ovituotannossa
59 sivua, 4 liitesivua
Toukokuu 2010
Oy Tamware Ab, Tuotantopäällikkö Mika Järvinen

Tiivistelmä

Tässä opinnäytteen tarkoituksena on laatia suunnitelma Oy Tamware Ab Tampereen ovituotannon kehittämiseksi siten, että tehtaan tuotantomäärä nousisi 30 % vuoteen 2012 mennessä. Suunnitelmat yksittäisille työpisteille ovat kuitenkin melko suppeita ja tämän takia jokainen osa-alue vaatii vielä jatkosuunnitelmia. Tuotannon laaja kartoitus kuitenkin oli tärkeää tehdä, koska näin tiedetään kaikkien eri työpisteiden heikot ja vahvat puolet.

Tamwaren visiona on olla vuoteen 2012 mennessä Euroopan halutuin ovitoimittaja ja tämä vaatii merkittävää liikevaihdon kasvua.

Opinnäytteessä käytettävät lähdetiedot on pääsääntöisesti saatu yrityksen omasta tietokannasta sekä tuotannossa tehdyistä työntutkimuksista. Näiden tietojen pohjalta on lähdetty rakentamaan suunnitelmaa tuotannon kehittämiseksi.

Opinnäytteen tulokseksi on saatu erilaisia ratkaisuja, joiden avulla voidaan tuotantomääriä kasvattaa. Varsinaisia tuloksia ei voida kuitenkaan vielä tarkasti saada, koska opinnäytteen tuloksien on vasta tarkoitus toteutua vuoteen 2012 mennessä.

Koska tuotannon kehittäminen vie oman aikansa, olisi hyvä, jos tuotannon kehittämisen eri menetelmiä alettaisiin toteuttaa mahdollisimman pian.

Opinnäytteen sisältö on osaksi luottamuksellista tietoa, jonka takia osa opinnäytteestä ei ole julkisessa jaossa.

Avainsanat Tuotannon jatkuva parantaminen, työntutkimus, menetelmäkehitys, tuotannon ohjaus, materiaalivirrat

Abstract

The main purpose of this thesis is to be a development plan about Oy Tamware Ab Tampere door production, that the output will increase 30 % by year 2012. Plan of single workstations are little bit constricted, and every sector needs more planning in the future. Production widespeading mapping must has to be done, because that we know every different workstation development possibilities.

Tamware vision is to be a European most desired door supplier by year 2012 and that needs significant increase to turnover.

Bibliography in this thesis, are mainly acquired in the company own database and work analysis in the production. Plan was build with that information.

Results on this thesis, there are different methods to increase the output. However, real results cannot be told, because this thesis results are not going to be happened until by year 2012.

Because development of production needs time, it would be good if methods of development could be used quite soon.

Contents of this thesis are partly classified, so part of this thesis is not available for public sharing.

Alkusanat

Opinnäytetyöni on tehty Oy Tamware Ab:lle. Haluaisin kiittää kaikkia jotka olivat osallisina opinnäytetyöni tekemiseen ja mahdollistivat sen valmistumisen.

Erityisesti haluaisin kiittää Oy Tamware Ab:n tuotantopäällikköä Mika Järvistä sekä tuotannosuunnittelija Marko Leppästä, joiden ohjauksen avulla sain opinnäytetyöni tehtyä. Kiitän myös työnohjaajaani Marko Mäkiloukoa työni opastamisesta.

Tampereella 12. toukokuuta 2010

Mika Selin

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo	
Opinnäytteessä esiintyviä termejä	
1 Johdanto	8
2 Oy Tamware Ab.....	9
2.1 Tuotteita.....	10
2.1.1 Kaupunkilinja	10
2.1.2 Nopealinja.....	11
2.1.3 Junalinja.....	12
3 Nykytila.....	13
3.1 Toiminnanohjausjärjestelmä.....	13
3.2 Metron valmistusprosessi	14
3.2.1 Sahaus	15
3.2.2 Hitsaus	17
3.2.3 Karkeahionta.....	18
3.2.4 Eristys / pellitys	19
3.2.5 Hienohionta.....	21
3.2.6 Maalaus.....	22
3.2.7 Kumitus.....	23
3.2.8 Varustelu.....	24
3.2.9 Ylä- ja alakoneistot.....	25
3.2.10 Pakkaus	28
3.3 Tuotannon layout.....	30
3.4 Työnkulkukaaviot.....	34
3.5 Läpimenoaika	35
3.6 Kapasiteetti	35
3.7 Kuormitukset	36
3.8 Value Stream Map.....	37
3.9 Kyselytutkimus.....	38
4 Tavoite	39
5 Ratkaisu.....	41

5.1 Imuohjaus	42
5.1.1 Työpisteiden välinen kontrolli	44
5.1.2 Henkilöstö	45
5.1.3 Laatu	45
5.1.4 Materiaalivirtojen kartoitus	46
5.1.5 Alihankkijat	47
5.1.6 Eräkoot ja kuormitukset	47
5.1.7 Asetusajat	48
5.1.8 Layout	49
5.1.9 Huolto	50
5.1.10 Standardit	50
5.1.11 Tuotannon jatkuva parantaminen	50
5.1.12 Kanban	51
5.2 Työpisteiden menetelmäkehitys	53
5.2.1 Sahaus	53
5.2.2 Hitsaus	54
5.2.3 Hionta	54
5.2.4 Pellitys	55
5.2.5 Kuminen ja varustelu	55
5.2.6 Pakkaus	55
5.3 Sisäinen logistiikka	56
5.3.1 Välivarastot	56
5.3.2 2-laatikkomenetelmä	56
5.3.3 Kuljetukset	57
6 Johtopäätökset	58
Lähteet	59
Liitteet	
1. Layout 2009	
2. Materiaalivirrat	
3. Layout-suunnitelma	
4. Kanban-tauluesimerkki	

Opinnäytteessä esiintyviä lyhenteitä

VSM	Value Stream Map (arvovirtakuvauskartta)
TJP	tuottavuuden jatkuva parantaminen
VAT	Value Added Time (lisäarvoa tuottava aika)
JIT	Just - In - Time (juuri ajoissa)
FiFo	First in - First out (ensimmäinen sisään - ensimmäinen ulos)

1 Johdanto

Opinnäytteen tarkoituksena on kehittää suunnitelma, jonka avulla voidaan vähentää Tamwaren eri työpisteiden työ- ja puskuriaikoja, näin ollen kasvattaen tuotantomääriä ja saavuttaen yrityksen tulevaisuuden visiot vuoteen 2012 mennessä.

Työ pohjautuu pelkästään metron matkustajaovien tuotantoon, koska kyseiset ovijärjestelmät ovat merkittävin osa Tampereen tehtaan tuotantoa. Lisäksi kaikissa muissakin ovijärjestelmissä on sama toimintamalli valmistuksen osalta. Ovet rakennetaan alusta loppuun itse ja koneistot kootaan kokoonpanotöinä osista.

Mikäli halutaan kasvattaa tuotantomääriä ilman henkilöstön lisäämistä, on myös tuotannon menetelmiä kehitettävä. Työ koostuu Tamwaren nykyhetkestä, tavoitteista sekä menetelmistä saavuttaa kyseiset tavoitteet.

2 Oy Tamware Ab

Oy Tamware Ab valmistaa sekä toimittaa sähköisiä, pneumaattisia että manuaalisia ovijärjestelmiä busseihin, juniin ja metroihin. Tamware perustettiin vuonna 1975, ja se on osa Tamware-ryhmää. Tytäryhtiöinä toimivat Tammerneon Oy ja Celotron Oy. Toimipaikat sijaitsevat Tampereella (kuva 1) sekä Maalahdessa.

Toimitusjohtajana toimii Harri Salminen. Henkilökuntaa talossa on noin 100 henkilöä erilaisissa tehtävissä.

Asiakaskuntana Tamwarella ovat pääsääntöisesti linja-autojen, metrojen sekä junien valmistajat, joita löytyy useasta EU:n maasta sekä Venäjältä. Ulkomaiden osuus tuotannosta on yli 80 %. Vuonna 2008 Tamwaren liikevaihto oli 15,5 miljoonaa euroa.



Kuva 1. Oy Tamware Ab Tampereen toimipiste

2.1 Tuotteita

Tamwaren tuotteet voidaan jakaa kolmeen eri päähaaraan. Nämä ovat kaupunkilinja, nopealinja sekä junalinja. Jokainen tuoteryhmä on yksilöllinen ja suunniteltu erityisesti vastaamaan kyseistä haaraa.

2.1.1 Kaupunkilinja

”Kaupunkilinjan ovet ovat suunniteltu erityisesti paikallisliikenteeseen (kuva 2). Kevyt ovirakenne ja hyvä korroosionkesto mahdollistavat suurien ikkunoiden käytön ovissa. Turvallisuus, helppo asennettavuus ja minimaaliset huollot tekevät kaupunkilinjasta vahvan kokonaisuuden.” (www.tamware.fi 2010, 3)



Kuva 2. Paikallisliikenteen bussi

Kaupunkilinja jakautuu vielä kolmeen eri osa-alueeseen, joita ovat Polar, Pallas sekä Finslide.

”**Polar** on sisäänpäin liukuva ovi, jossa ovikoneisto on sijoitettu oviaukon yläpuolelle. Polar soveltuu matalalattiabusseihin rakenteensa ansiosta. Polar mahdollistaa matkustajien helpon kulun ovesta leveän oviaukkonsa ansiosta. Polar ovet ovat luotettavia sekä niissä on vähäinen huollon tarve.” /3/

”**Pallas** on uloskääntyvä ovi, jossa ovikoneisto on sijoitettu oviaukon päälle. Pallas myös soveltuu matalalattiabusseihin keski- ja takaoviksi. Tämä on yksinkertainen ovijärjestelmä.” /3/

”**Finslide** on sivulle liukuva ovi, joka vaatii minimaalisen tilan sisä- ja ulkopuolelta auetakseen. Tämä mahdollistaa käytön moderneissa matalalattiabusseissa.” /3/

2.1.2 Nopealinja

”Nopealinjan ovet ovat erityisesti suunniteltu pitkän matkan kuljetuksiin ja turistibusseihin (kuva 3). Ovet ovat ilmatiiviitä ja resonanssivapaita kaikilla nopeuksilla. Ovien suunnittelussa turvallisuus on tietysti aina yksi avaintekijöistä”. /3/



Kuva 3. Nopealinjan busseja

Nopealinja jakautuu vielä kolmeen eri osa-alueeseen, joita ovat Scandic, Nordic sekä Arctic.

”**Scandic** on sisäänpäin avautuva ovi, joka on erityisesti suunniteltu käytettäväksi etuovena. Hyvän ovirakenteen ansiosta ovi on ilmatiivis ja resonanssivapaa. Patentoitu ovikoneisto sijaitsee askelman alla oviaukossa.” /3/

”**Nordic** on ulospäin aukeava ovi, joka on erityisesti suunniteltu käytettäväksi keski- tai takaoveksi pitkän matkan busseissa. Sitä voi kuitenkin käyttää myös etuovena. Nordic on turvallinen ja ilmatiivis ovijärjestelmä. Ovikoneisto sijaitsee oviaukon yläpuolella.” /3/

”**Arctic** on ulospäin kääntyvä ovi, joka on suunniteltu käytettäväksi etu-, keski- tai takaovena pitkän matkan busseissa. Sen mekanismi perustuu vääntösynteriin, joka mahdollistaa tilan käytön oven ylä- ja alapuolella eri tarkoituksiin.” /3/

2.1.3 Junalinja

Junalinjan ovijärjestelmät ovat suunniteltuja juniin sekä metroihin.

”Pitkäaikainen yhteistyö Suomen valtionrautateiden kanssa on kehittänyt Tamwaren oviteknologian tasolle, joka täyttää erityisen korkeat kiskokaluston standardit. Tämän antama kokemus ja tietämys ovat kallisarvoisia, kun Tamware suunnittelee vieläkin vaativampia ja turvallisempia ovijärjestelmiä tulevaisuudessa.” /3/

Moskovan metron ovijärjestelmät ovat Tamwaren Tampereen tehtaan suurin ulkomaan vientituote (kuva 4).



Kuva 4. Moskovan metro

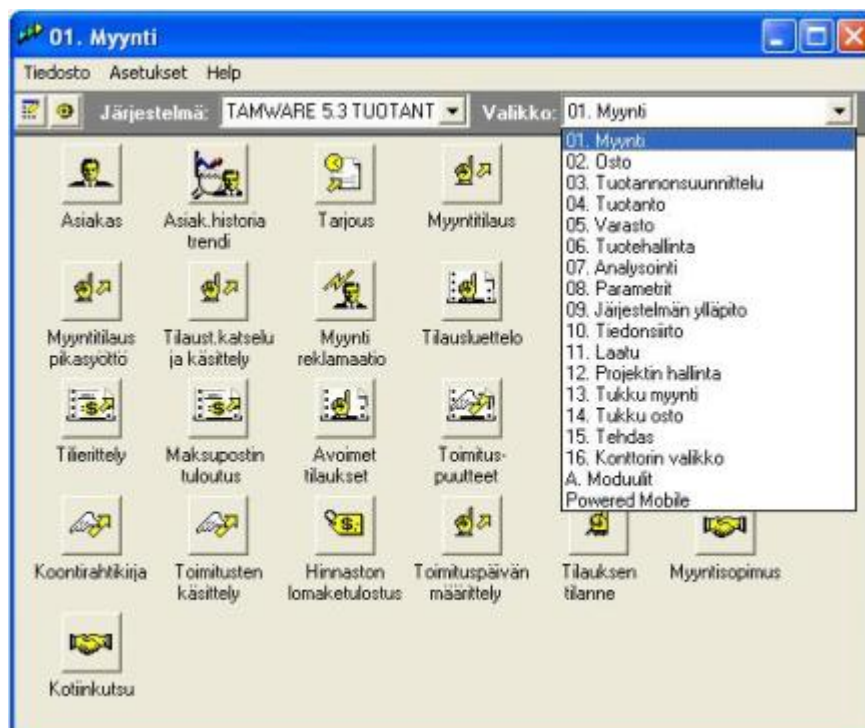
3 Nykytila

Tarkoituksena on kasvattaa tuotantomääriä, ja sen vuoksi on oleellisen tärkeää tietää nykyinen tuotannon nykytilanne. Nykytilanne selvitettiin erilaisien työn tutkimuksen menetelmien avulla, joista saatiin selville aika-, matka- ja määrätietoja. Lisäksi selvitettiin yrityksen tällä hetkellä käyttämiä työmenetelmiä.

3.1 Toiminnanohjausjärjestelmä

Tamwarella on käytössä Powered-toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla hallitaan yrityksen eri toimintoja (kuva 5). Toiminnanohjausjärjestelmä on melko laaja eikä kata pelkästään tuotantoa, vaan koko yrityksen toimintoja laidasta laitaan.

Järjestelmä ei kuitenkaan toimi tällä hetkellä erityisen hyvin hienokuormituksessa ja on erittäin altis virheille. Tällä hetkellä olevat aika- ja määräkirjaukset perustuvat vain työntekijöiden käsin koneelle kirjaamiin arvoihin. Näin ollen näppäilyvirhe tai muuten vain huolimaton syöttö järjestelmään aiheuttaa välittömän virheen. Aikatiedot ja määräkirjaukset ovat kuitenkin melko tarkkoja, mutta vain suuntaa antavia.

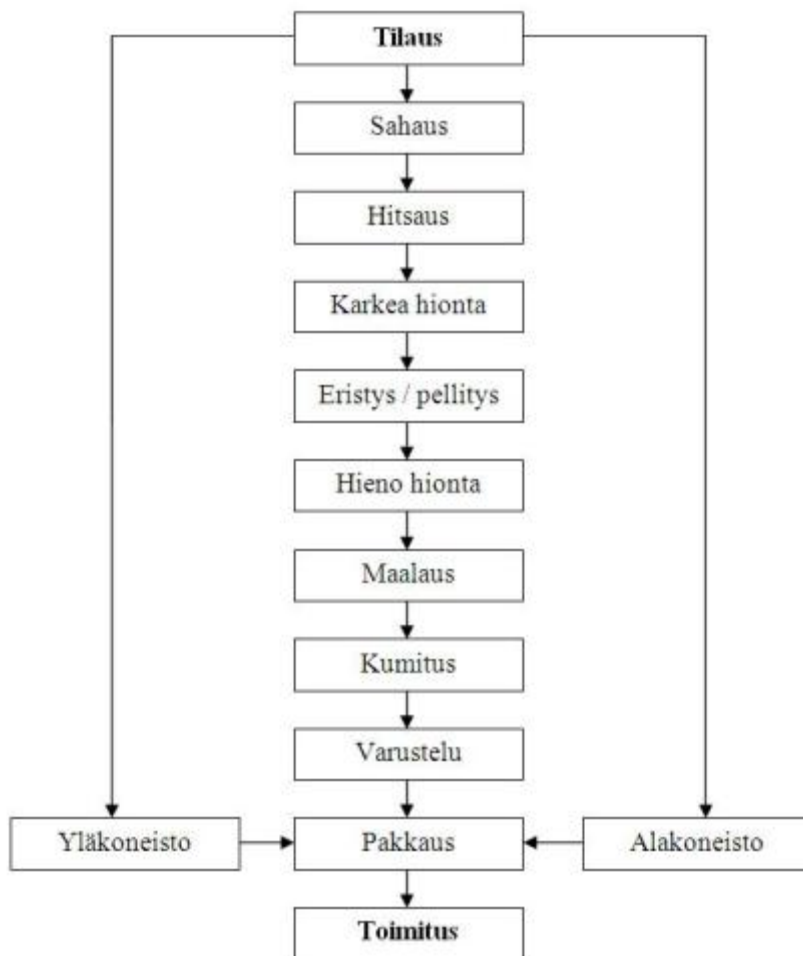


Kuva 5. Powered-toiminnanohjausjärjestelmä

3.2 Metron valmistusprosessi

Metron ovien valmistus koostuu useista työpisteistä ja näiden lukuisista eri työvaiheista. Kuvasta (kuva 6) voidaan nähdä metron valmistusprosessi tilauksesta toimitukseen.

Työpisteiden välillä olevat kuljetukset hoidetaan pääsääntöisesti pumppukärryillä sekä oville tarkoitetuilla telineillä.



Kuva 6. Metron valmistusprosessi

3.2.1 Sahaus

Sahaus on koko prosessin ensimmäinen työvaihe (kuva 7). Sahauksessa sahataan ja työstetään oven kaikki runkorakenteen eri profiilit piirustuksien mukaisesti.

Runkorakenteen profiilit ovat yläprofiili, kaksi erilaista sivuprofiilia, alaprofiili sekä kolme erilaista väliprofiilia. Jokaisen profiilin tekemisessä on myös useita eri työvaiheita.

Sahauksen työvaiheita ovat:

Yläprofiili

1. Alumiiniprofiilin sahaus
2. Tulppareikien poraus
3. Kulmatukien hitsaus yläprofiiliin
4. Koneistus (CNC)
5. Pesu

Sivuprofiili (taka)

1. Sahaus
2. Lukon reiän koneistus / tulppareivät (CNC)

Sivuprofiili

1. Alumiiniprofiilin sahaus
2. Moniterätyöstö
3. ”Lentokone” – työstö
4. Tulppareikien poraus
5. Alapään viisteen sahaus

Alaprofiili

1. Alumiiniprofiilin sahaus
2. Moniterätyöstö (1. vaihe)
3. Moniterätyöstö (2. vaihe)
4. Tulppareikien poraus

Väliprofiilit

1. Alumiiniprofiilin sahaus
2. Moniterätyöstö

Työvälineinä ovat käytössä CNC-kone, pylväspora, muotojyrsin, sirkkeli, puoliautomaattisaha, moniterä sekä akkuporakone.



Kuva 7. Sahaus

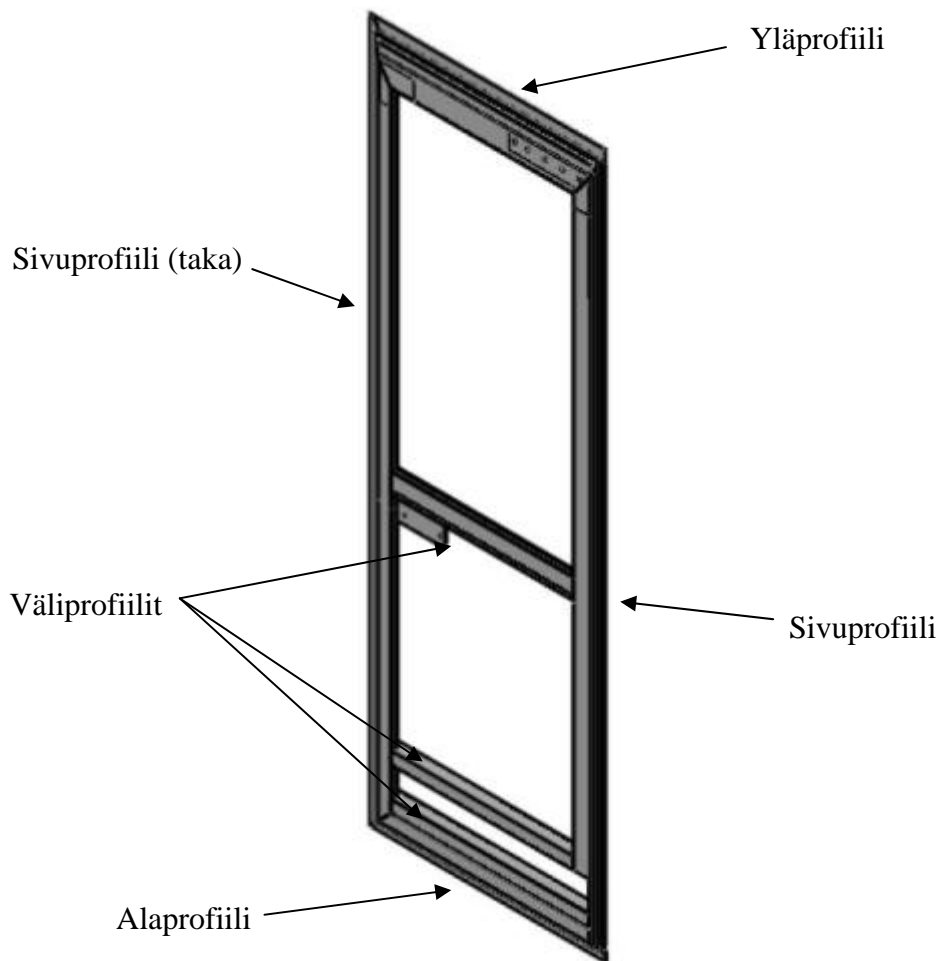
3.2.2 Hitsaus

Sahauksesta tultuaan kaikki erilaiset profiilit siirtyvät hitsaukseen (kuva 8). Kuljetus tapahtuu yleensä lavoilla, joille profiilit on kasattu.



Kuva 8. Hitsaus

Hitsauksessa profiilit asetellaan kiinni jigiin, minkä jälkeen profiilit hitsataan yhteen. Tämän jälkeen saadaan ovirunko valmiiksi (kuva 9). Hitsauksessa myös hitsataan runkorakenteeseen kiinni lukkolevy sekä yläprofiileihin tukikulmapalat.



Kuva 9. Metron matkustajaoven runkorakenne

Työvälineinä on käytössä Mig-hitsausvälineistö.

3.2.3 Karkehionta

Hitsauksesta tullessa ovien valmiit runkorakenteet kuljetetaan oville tarkoitetuilla lavoilla taikka telineillä hiomakopin läheisyyteen.

Karkehionnassa (kuva 10) ovirungon pinnat ja hitsausseamat hiotaan karkealla laikalla tasaisiksi ja karheiksi.



Kuva 10. Hionta

Työvälineenä käytetään käsihiomakonetta.

3.2.4 Eristys / pellitys

Karkean hionnan jälkeen runkorakenteet siirtyvät pellitykseen (kuva 11), pääsääntöisesti ovitelineillä.

Pellityksessä ovet pellitetään molemmin puolin sekä väliin laitetaan eristeeksi uretaanilevy. Lopuksi porataan reiät varustelua varten valmiiksi alaohjainkiskoa varten sekä reunat kantataan.

Eristys / pellitustyöpisteen työvaiheita ovat:

1. Ovien teippaus
2. Uretaanin leikkaus
3. Liiman teko
4. Pellitys
5. Ovien kanttaus sekä poraus



Kuva 11. Pellitys

Työvälineinä käytössä ovat uuni, kanttauskone, mankeli, vaakavannesaha sekä porakone.

3.2.5 Hienohionta

Pellityksen jälkeen ovet tulevat jälleen hiontaan, jossa hienohietaan ovirungon pinnat karheiksi maalausta varten (kuva 12).



Kuva 12. Hienohiontaan meneviä ovia

Työvälineenä on käytössä käsihiomakone.

3.2.6 Maalaus

Ovilehtien maalaus on järjestetty alihankintana maalausyrittäjältä, jonka tilat sijaitsevat samassa rakennuksessa (kuva 13). Oviin tulee vain pohjamaali. Maalaukset hoidetaan sopimuksien mukaisesti.



Kuva 13. Maalaus

3.2.7 Kunitus

Maalauksen tultua valmiiksi ovet haetaan kuivumisen jälkeen ovitelineillä maalaamosta (kuva 14). Tämän jälkeen ovien reunoihin asennetaan tiivistekumit sekä mahdolliset turvareunat. Turvareunat testataan mittaamalla vastus. Valmiit ovet kannetaan niille tarkoitetuille lavoille.

Työvälineinä käytetään nuijaa, vasaraa, puukkoa sekä jännitemittaria.



Kuva 14. Kunitukseen meneviä ovia

3.2.8 Varustelu

Varustelu sijaitsee aivan kumituksen vieressä (kuva 15). Ovi joko nostetaan kumituksen pöydältä suoraan tai haetaan lavalta.



Kuva 15. Kumitus ja varustelu

Ovivarustelussa oviin asennetaan lukko ja sen suojus, alatiivistelista sekä alaohjainkisko. Lukon toimivuus myös testataan. Tämän jälkeen ovi nostetaan ovitelineeseen ja saadaan valmis ovilehti (kuva 16).



Kuva 16. Valmiita ovilehtiä

Työvälineinä ovat käytössä porakone sekä ruuvinväännin.

3.2.9 Ylä- ja alakoneistot

Koneistoja tehdään useammalla eri työpisteellä (kuvat 17 ja 20). Koneistot kootaan useista eri komponenteista, ja niiden kasauksessa on lisäksi vielä useampia esikokoonpanovaiheita, varsinkin yläkoneikoissa. Koneistoissa käytettävät sylinterit myös säädetään ja testataan. Koneistot pakataan lopuksi vielä työpisteillä valmiiksi.



Kuva 17. Yläkoneistojen kokoonpano

Koneistojen työvaiheita ovat:

Yläkoneisto (kuva 18)

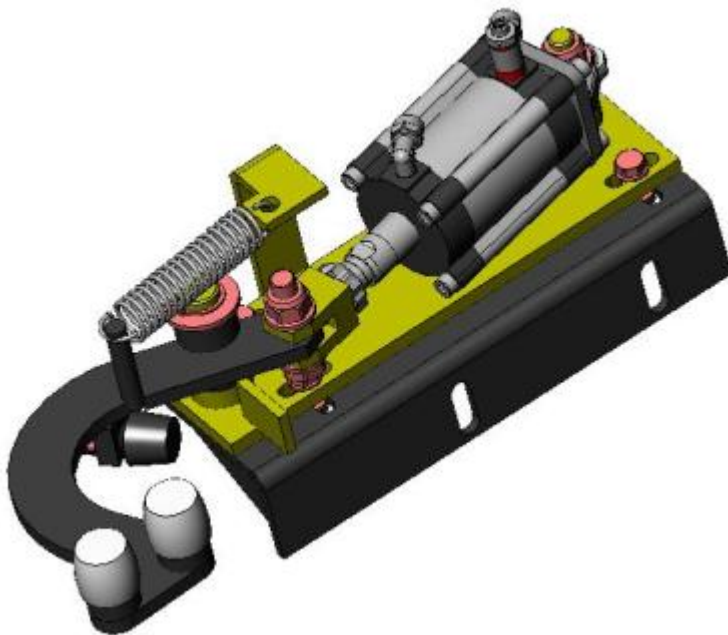
1. Sylinterin säätö ja testaus
2. Yläkoneiston esikokoonpanot
3. Yläkoneiston loppukokoonpano
4. Pakkaus



Kuva 18. Valmis yläkoneisto

Alakoneisto (kuva 19)

1. Sylinterin säätö ja testaus
2. Rungon ja vivun kokoonpano
3. Alakoneiston loppukokoonpano
4. Pakkaus



Kuva 19. Valmis alakoneisto



Kuva 20. Alakoneistojen kokoonpano

Työvälineinä koneikkojen kokoonpanoissa käytetään ruuvinväännintä sekä erilaisia pientyökaluja.

3.2.10 Pakkaus

Loppuvaiheessa ovilehdet, ylä- ja alakoneistot sekä mukaan pakattavat pientavarat pakataan kolleihin pakkauslistojen mukaan (kuva 21). Tämän jälkeen ne siirtyvät odottamaan pihavarastoon noutoa.



Kuva 21. Pakkaus

Työvälineinä käytössä ovat erilaiset pakkaustarvikkeet.

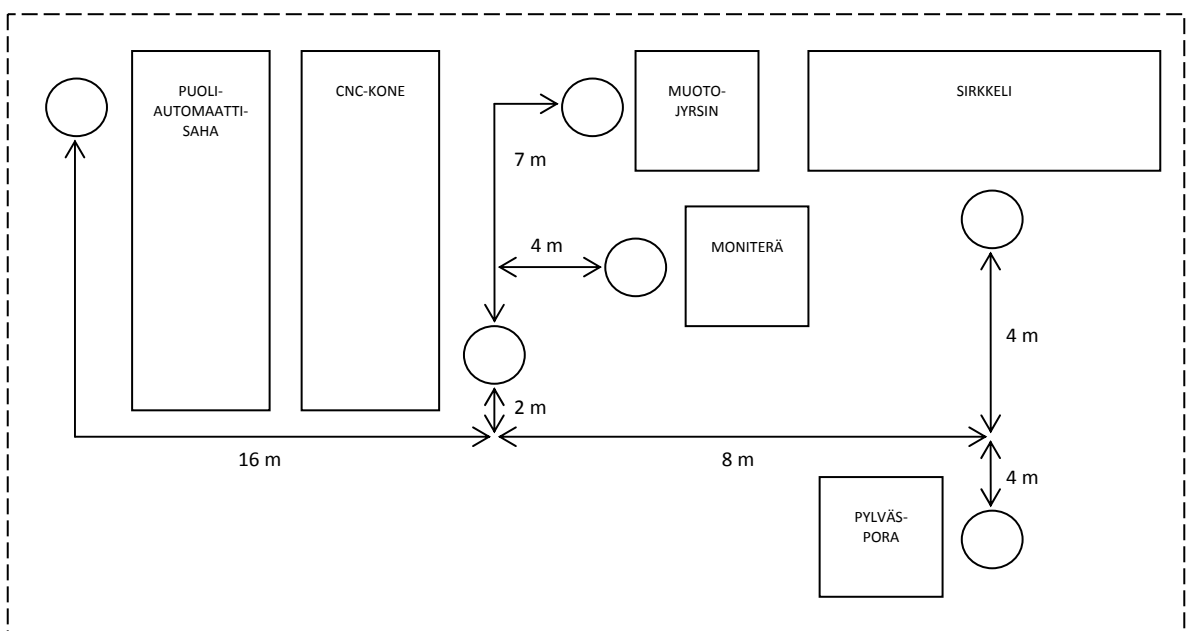
3.3 Tuotannon layout

Vuoden 2009 layoutista (liite 1) nähdään karkeasti eri työpisteiden ja varastojen sijainnit tuotantohallissa tällä hetkellä. (Tamwaren verkkolevy 2010, 1)

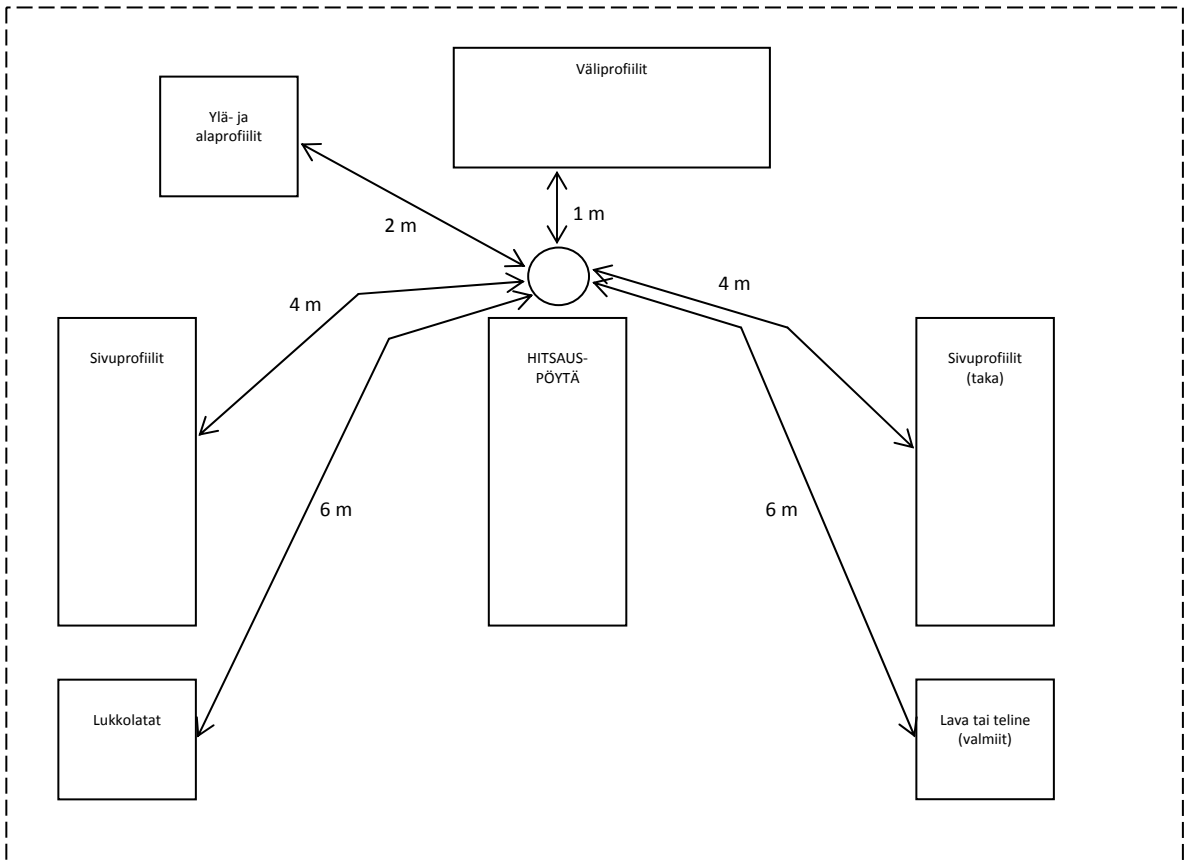
1. Sahaus (kuva 22)
2. Hitsaus (kuva 23)
3. Karkehionta (kuva 24)
4. Eristys / pellitys (kuva 25)
5. Hienohionta (kuva 24)
6. Maalaus
7. Kumitus (kuva 26)
8. Varustelu (kuva 26)
9. Pakkaus (kuva 27)
 - a. Yläkoneisto (kuva 28)
 - b. Alakoneisto (kuva 29)

Nuolet näyttävät materiaalivirtojen kulkusuunnat. /1/

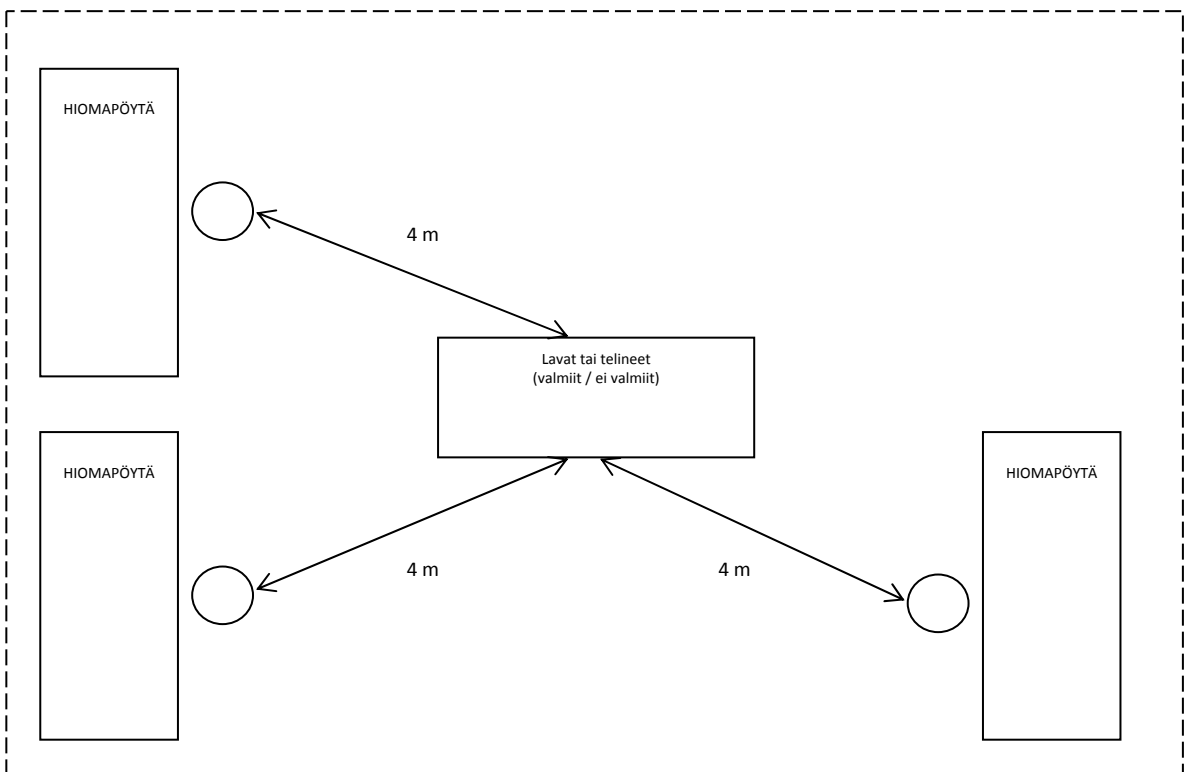
Seuraavista kuvista näkyvät eri työpisteiden layoutit.



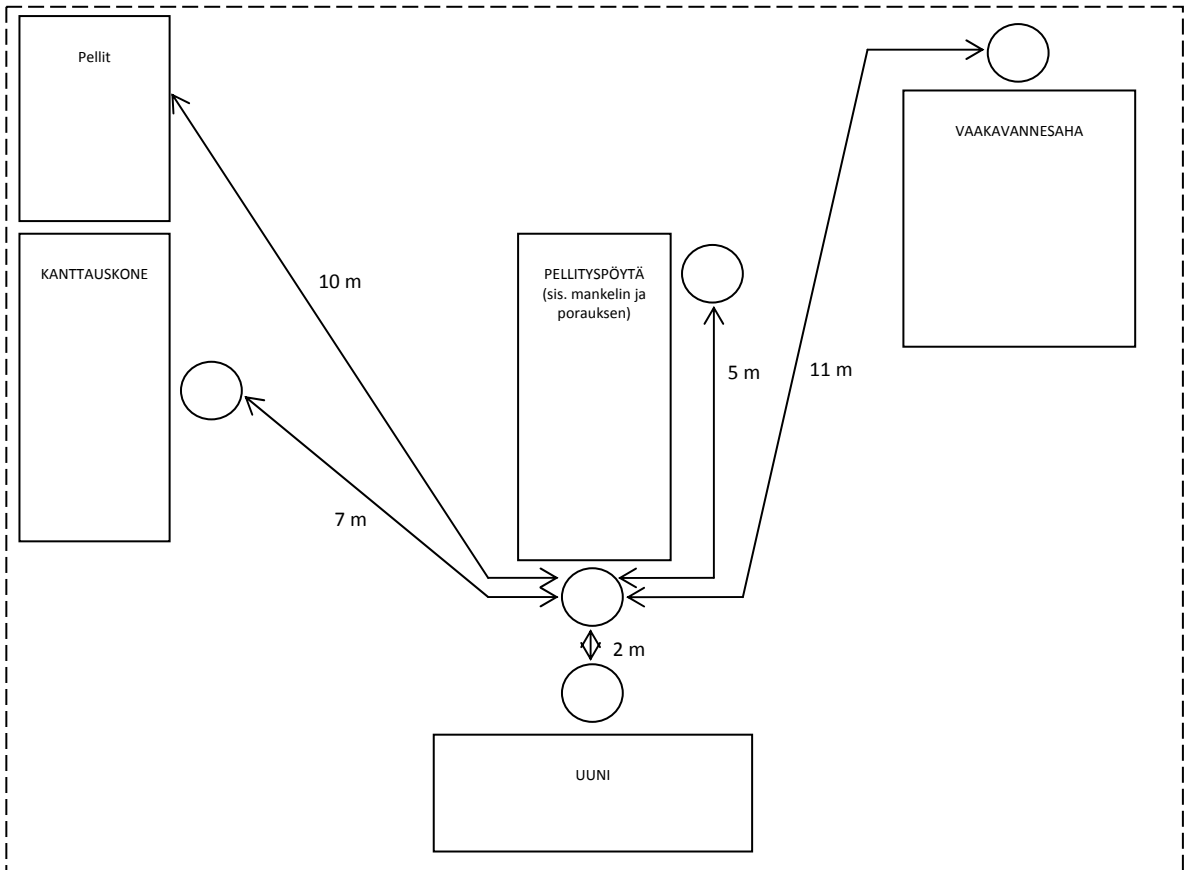
Kuva 22. Sahausten layout



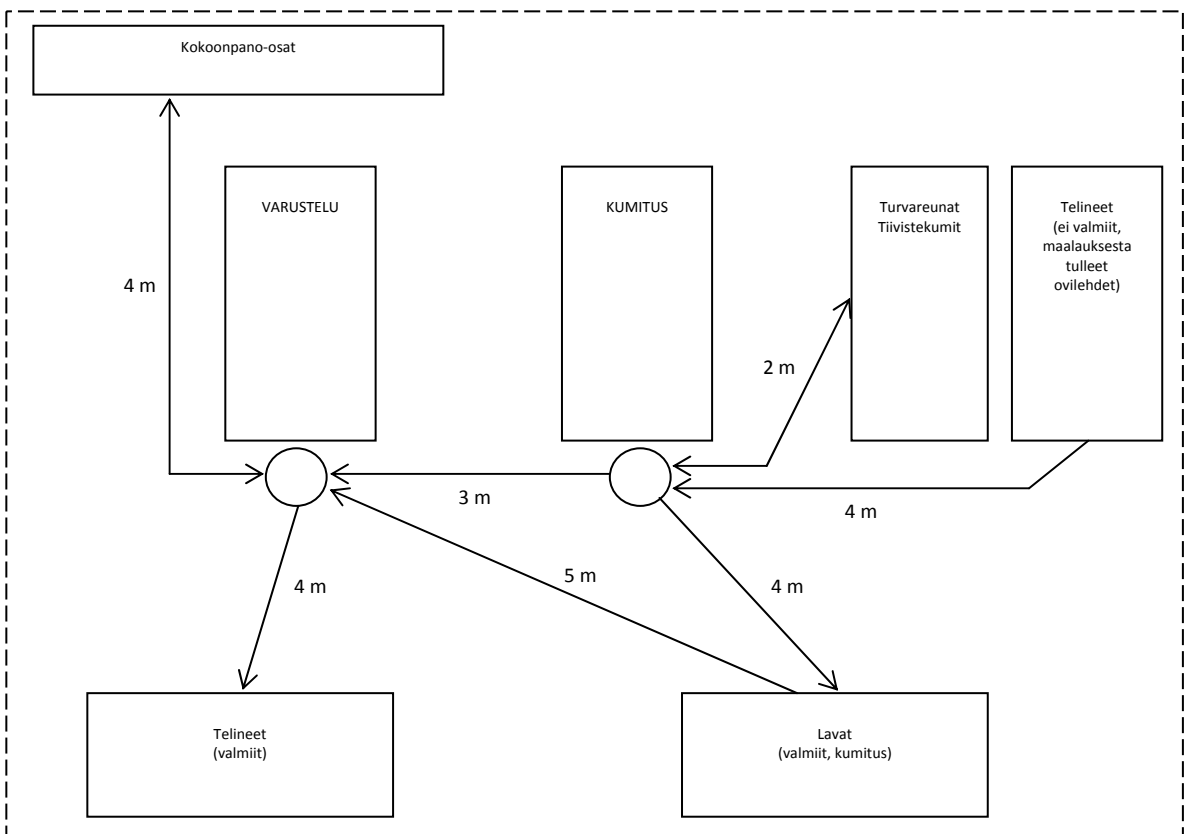
Kuva 23. Hitsauksen layout



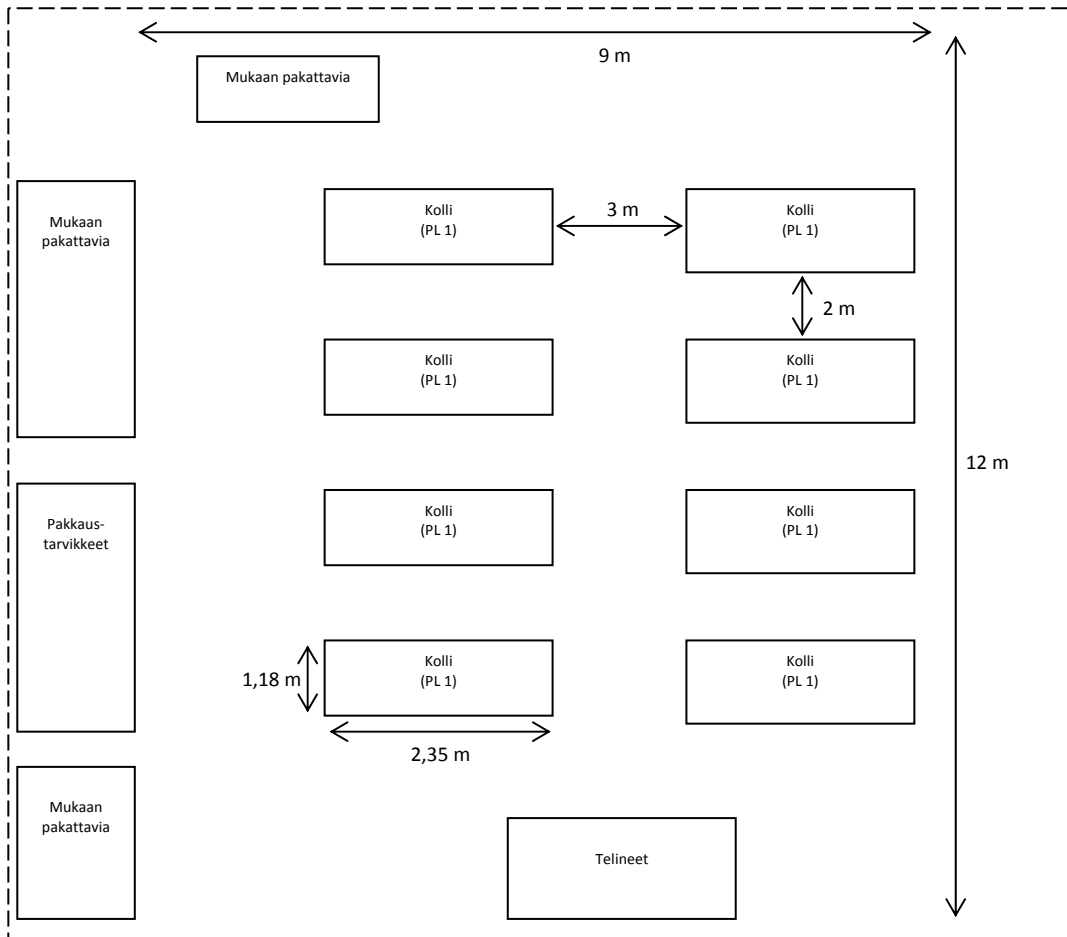
Kuva 24. Hionnan layout



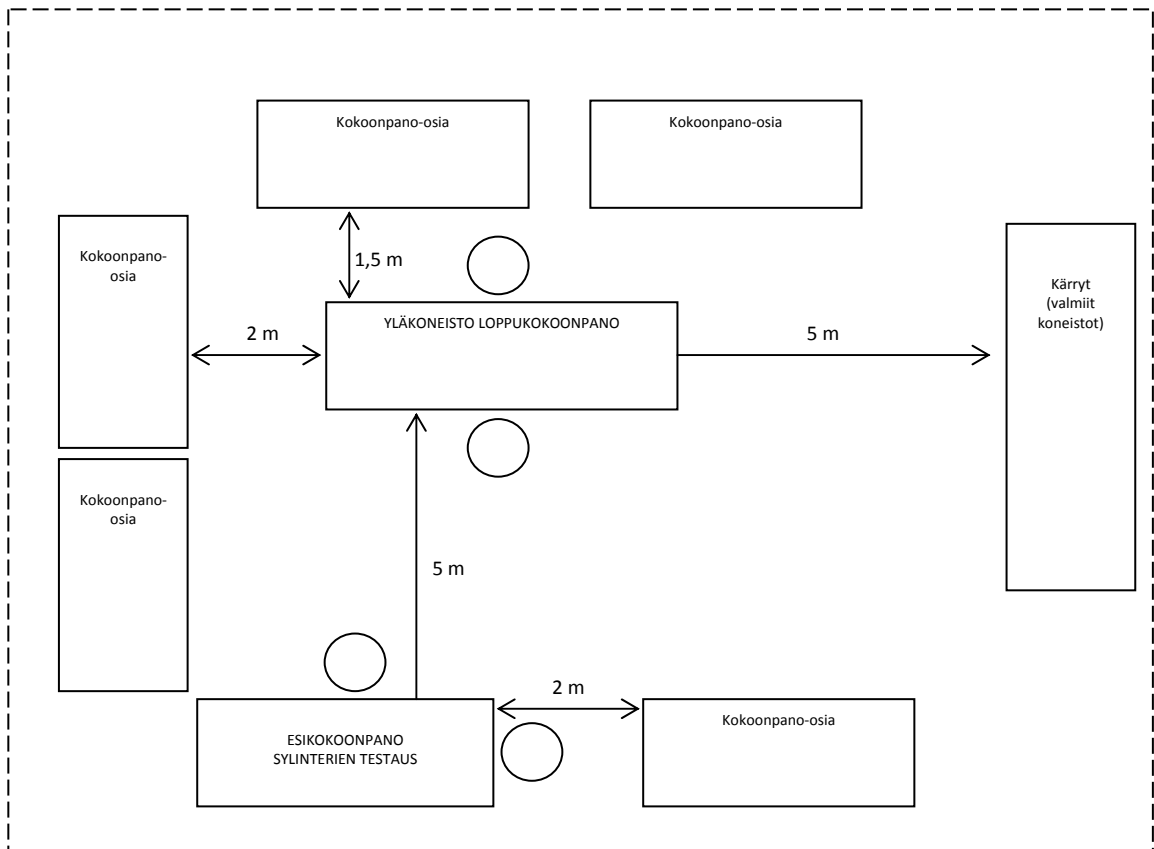
Kuva 25. Pellityksen layout



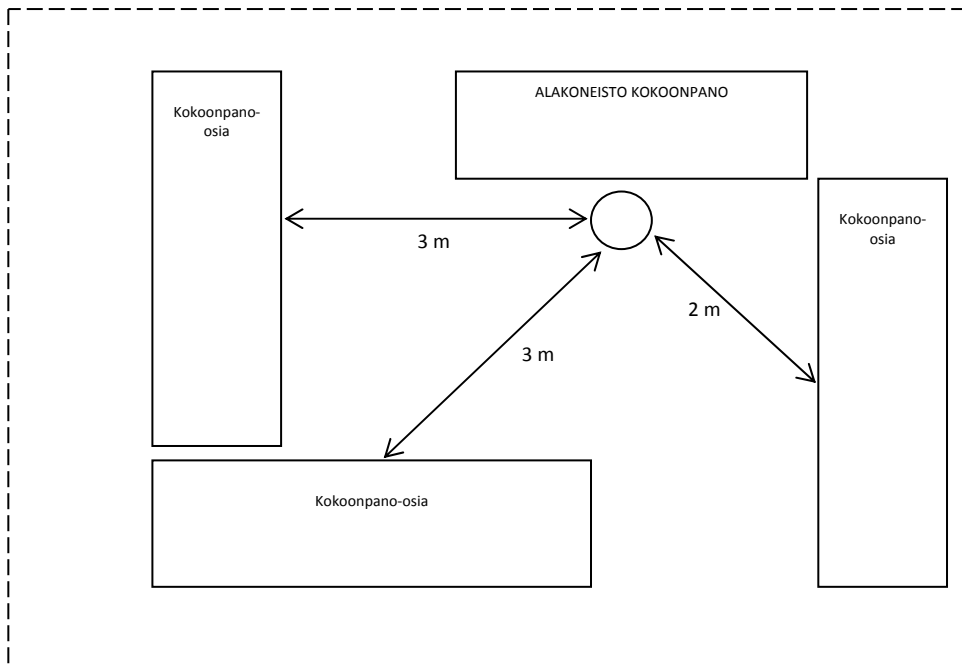
Kuva 26. Kumituksen ja varustelun layout



Kuva 27. Pakkauksen layout



Kuva 28. Yläkoneiston layout



Kuva 29. Alakoneiston layout

3.4 Työnkulkukaaviot

Työnkulkukaavioiden tarkoituksena on selvittää eri työvaiheisiin, käsittelyihin, kuljetuksiin, odottamiseen/varastointiin ja tarkastuksiin käytetty aika sekä matka. Työnkulkukaavioiden perusteella voidaan nähdä työpisteillä olevat mahdolliset turhat vaiheet sekä matkat. (Tuotannon jatkuva parantaminen 2007, 4)

Turhia vaiheita työpisteillä ovat ylituotanto ja varastointi, odottaminen ja etsiminen, kuljetukset, siirrot ja käsittelyt, turhat työt ja virheet, huono tai vaikea työmenetelmä, turhat liikkumiset ja pitkät etäisyydet, huono järjestys ja siisteys. /4/

Jokaisesta metron työvaiheesta tehtiin työnkulkukaavio, joiden tietojen perusteella pystyttiin tekemään taulukko käytetyn ajan jakautumista eri työvaiheissa. /4/

3.5 Läpimenoaika

Läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka alkaa siitä kun tilaus tehdään ja päättyy siihen kun tilaus on toimitettu asiakkaalle.

Melko todellinen läpimenoaika saadaan katsomalla viime vuoden eri työvaiheiden toteutumat Poweredistä ja laskemalla näiden keskiarvo. Läpäisy aikaan otetaan myös huomioon välivarastointiajat, jotka saadaan aloituskirjaamisten mukaan eri työvaiheilta. Näillä tiedoilla saadaan laskettua kulutettu aika jokaista työvaihetta kohden ja saamaan melko todellinen läpimenoaika koko sarjalle. (Powered-toiminnanohjausjärjestelmä 2010, 2)

3.6 Kapasiteetti

Kapasiteetti kertoo tuotannosta sen suurimman mahdollisen tuotantokyvyn ajan yksikkönä, tässä tapauksessa tunteina.

Metrolle kapasiteettia laskettaessa otetaan huomioon vuodessa olevat työpäivät, joita on noin 180, työpäivässä olevat työtunnit (8 tuntia) sekä työpisteillä olevien henkilöiden määrä.

Vuosikapasiteetti saatiin laskemalla seuraavalla kaavalla (1).

$$\text{vuosikapasiteetti} = \text{henk. lkm} \times 180 \times 8, \quad (1)$$

Kun jaetaan vuosikapasiteetti sarjojen määrällä, saadaan yhtä sarjaa kohti varattu kapasiteetti (sarjakapasiteetti).

Sarjakapasiteetti saadaan laskettua kaavasta (2).

$$\text{sarjakapasiteetti} = \frac{\text{vuosikapasiteetti}}{\text{sarjojen määrä}}, \quad (2)$$

Kun tiedetään sarjakapasiteetti, voidaan laskea enimmäistuotantomäärät. Kun sarjakapasiteetti jaetaan oveen kuluvalle työajalle, saadaan suurin mahdollinen ovimäärä sarjaa kohden. Kun tuotantoa kasvatetaan +30 %, sarjakohtainen tuotantomäärä kasvaa.

3.7 Kuormitukset

Toteutuneella kuormituksella tarkoitetaan sitä aikaa tunteina, joka menee kun saadaan koko sarja valmiiksi. Vuoden 2009 toteutuneet kuormitukset saatiin katsomalla järjestelmästä kaikkien sarjojen toteutuneet kuormitukset eri työpisteiltä ja laskemalla näiden keskiarvo. Näin saatiin koko vuodelle keskimääräinen toteutunut kuormitus sarjaa kohden.

Kuormitusasteesta voidaan nähdä tietyssä ajan hetkenä oleva kuormitus. Kuormitusaste, johon pyritään, on suunnilleen 80 %.

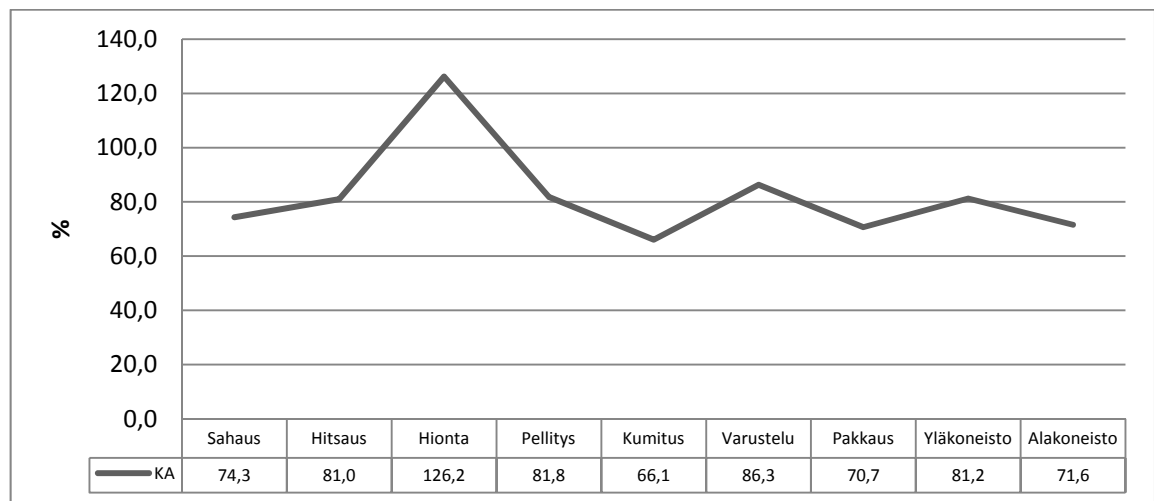
Tässä tapauksessa laskettiin vuoden aikana toteutunut kuormitusaste eri työpisteille.

Kuormitusaste saadaan laskettua kaavasta (3)

$$\text{kuormitusaste} = \frac{\text{toteutunut kuormitus} \times 100\%}{\text{kapasiteetti}}, \quad (3)$$

jossa kuormitusaste, toteutunut kuormitus sekä kapasiteetti ovat koko vuoden arvoja. Tästä voidaan nähdä eri työpisteiden kuormitus toisiinsa nähden sekä näiden kuormitukset tavoitteeseen nähden (kaavio 1).

Kaavio 1. Metro 2009 kuormitusasteet eri työvaiheissa



Kaaviosta voimme nähdä, että hionnalla on selvästi ylikuormitusta (126,2 %). Tästä voidaan päätellä, että hionnan työvaihe on valmistusprosessin pullonkaulana tällä hetkellä. Hionnan kuormituksen ollessa näin suuri se vaikuttaa muihin työvaiheisiin laskemalla näiden kuormitusta. Muut työvaiheet ovat melko tasaisella tasolla.

3.8 Value Stream Map

Value Stream Map (VSM) eli arvovirtakuvauskartta on työkalu koko prosessin seuraamiseen. Tämän avulla voidaan seurata toimintaa asiakkaan tilauksesta toimitukseen asti. Kuvauksesta nähdään kaikkien tilauksien taajuudet sekä ennusteet, logistiikkaan menevät ajat, itse tuotantoon kuluva aika eri työvaiheissa sekä eri materiaali- ja informaatiovirtauksien kulku.

Lisäarvoa tuottava aika saadaan laskettua kaavasta (4)

$$VAT = \frac{\text{Työn tekoaika}}{\text{Läpimenoaika}} \times 100 \%, \quad (4)$$

(Lean management 2010, 6)

3.9 Kyselytutkimus

Tuotannon jatkuvasta parantamisesta liittyen tehtiin kyselytutkimus (taulukko 1), johon vastasi kymmenen yrityksen työntekijää tuotannon työntekijöistä johtajiin. Asteikolla 1-5 tarkoitus oli antaa oma käsitys nykytilanteesta yrityksessä 12 eri kysymyksen avulla. Enimmäispistemäärä siis oli 50 pistettä.

Kysymykset ovat saatu kirjasta ”Tuotannon jatkuva parantaminen”. /1/

Taulukko 1. Kyselytutkimus

	1	2	3	4	5	Yht.		
1. Tuottavuuden kehittäminen yhdessä	1	8	1			20	40	%
2. Henkilöstön osallistuminen kehittämiseen		9	1			21	42	%
3. Luottamusmiehen rooli kehittämisessä	1	2	7			25	50	%
4. Kehittäjän rooli	8	2				12	24	%
5. Aika kehittämisen välineenä	1	6	2	1		23	46	%
6. Menetelmäkehitys tuottavuustyön perustajana	1	7	2			21	42	%
7. Tuottavuuden kehittäminen teknologian keinoin	1	6	3			22	44	%
8. Asiakastyytyväisyys	4	2	3	1		21	42	%
9. Luottamus ja vastavuoroisuus		4	3	2	1	30	60	%
10. Kehittämisen järjestelmällisyys	4	2	4			20	40	%
11. Kumppanuusyhteistyö kehittämisessä	2	2	5	1		25	50	%
12. Kehittämisen johtaminen	1	7	2			21	42	%

Kysymykset 1–4 ovat johtamiseen liittyviä.

Kysymykset 5–8 ovat tuottavuuteen liittyviä.

Kysymykset 9–12 ovat parantamiseen liittyviä.

Tutkimuksen perusteella voidaan havaita suoraan, että kehittäjän rooli on selvästi muita alhaisemmalla tasolla.

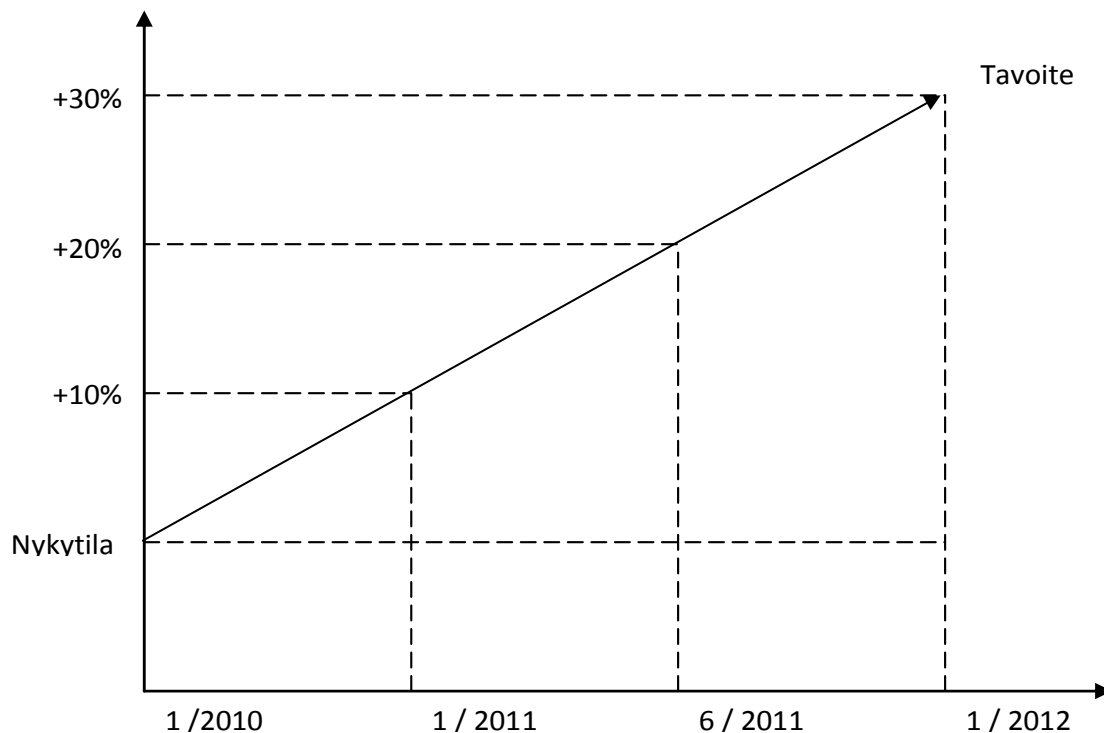
4 Tavoite

Kun nykytilan kartoitus on saatu tehtyä, voidaan alkaa miettiä tarkemmin tavoitetta ja keinoja päästä sinne. Tavoitteena on kasvattaa Tamwaren tuotantoa 30 % vuoteen 2012 mennessä ilman henkilöstön lisäämistä.

Tavoitteeseen pyrkiessä voidaan olettaa, että tuotannon kasvu on suoraan lineaarista ajan suhteen, joten suunnitelman voi jakaa samansuuruisiin ”sektoreihin” nykyhetkestä tavoitteeseen. Tässä tapauksessa tavoitteet on jaettu kolmeen eri ”sektoriin” (kaavio 2).

Jokaisen tavoitepisteen (1/2011, 6/2011, 1/2012) kohdalla olisi hyvä tehdä uusi nykytilan kartoitus (taulukko 2). Näin voidaan seurata tuotannon kasvun kehittymistä eri ajanjaksoina.

Kaavio 2. Tavoitepisteet



Kun halutaan nostaa tuotannon määrää, on oven valmistamiseen käytettävän ajan vähennyttävä.

Taulukko 2. Tavoitepisteissä tehtävät kartoitukset

1/ 2010	Metron valmistusprosessi
Nykytila	Tuotannon layout Läpimenoaika Kapasiteetti Kuormitukset Value Stream Map Kyselytutkimus
1/ 2011	Läpimenoaika Kuormitukset
6 / 2011	Läpimenoaika Kuormitukset
1 / 2012	Metron valmistusprosessi
Tavoite	Tuotannon layout Läpimenoaika Kapasiteetti Kuormitukset Value Stream Map Kyselytutkimus

Läpimenoaika ja kuormitukset ovat kartoittamisen ehdoton minimikohde, jota kannattaa tehdä tavoitepisteissä. Jos mahdollista, on hyvä tehdä kokovaltainen kartoitus joka osaluueesta myös vuoden 2011 aikana.

5 Ratkaisu

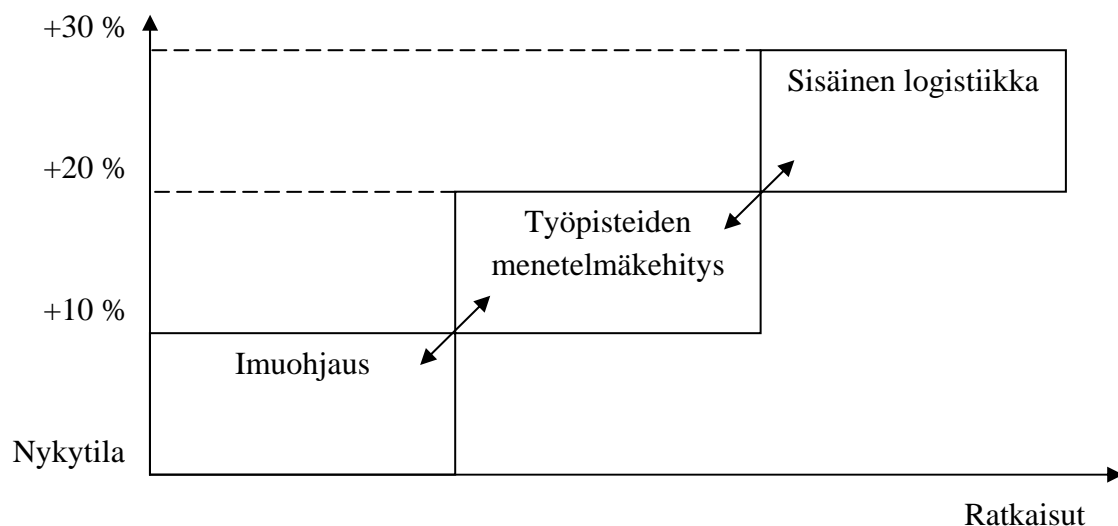
Kun lähdetään analysoimaan saatuja tietoja, voidaan tehdä karkea yleislistaus tuotannon heikkouksista:

- työpisteiden väliset etäisyydet, sijainnit
- työpisteiden turhat kuljetus- sekä käsittelyvaiheet
- työvaiheiden määrä
- kuormitukset ja eräkoot
- varastot
- työmenetelmät
- kehittäjän rooli, tuotannon jatkuva parantaminen
- tuotannon valvominen ja laatu.

Tuotannon kasvattamiseksi on ratkaisuksi päädytty vaihtamaan tämänhetkinen tuotannon virtaus työntöohjauksesta imuohjaukseksi, tekemään erilaisia menetelmäkehityksiä työpisteillä sekä parantamaan yrityksen sisäistä logistiikkaa (kaavio 3). Kaavio pyrkii antamaan karkean näkökulman, jossa jokainen ratkaisu on yhtä tehokas. Todellinen tilanne ei välttämättä näin ole.

Näillä ratkaisulla tullaan pääsemään mm. liikavarastoista pois, olemaan alihankinnan kanssa enemmän tekemisissä, kehittämään työpisteitä ja parantamaan näiden välisiä kuljetusyhteyksiä.

Kaavio 3. Ratkaisu tavoitteeseen pääsemiseksi



5.1 Imuohjaus

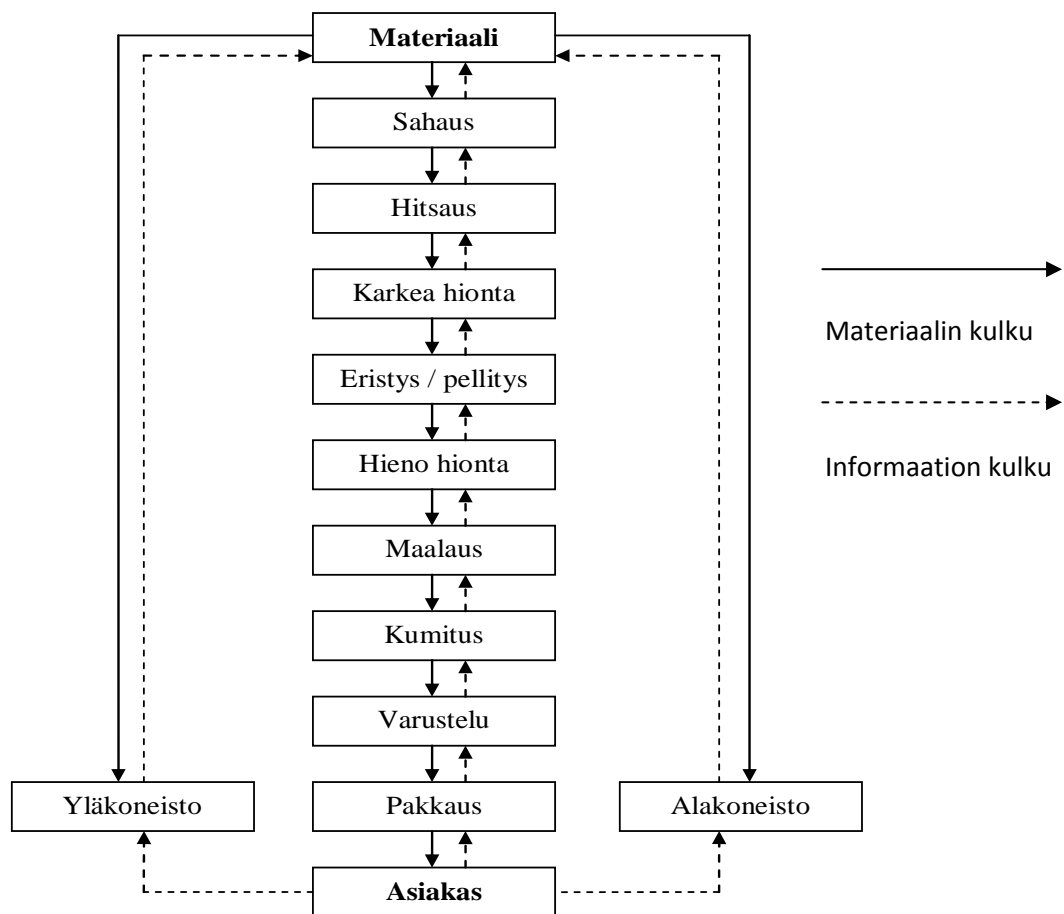
Imuohjaus on tuotannon virtauttamista. Imuohjauksessa koko tuotannon prosessi lähtee käyntiin vasta asiakkaan tilauksesta. Itse imuohjaus tarkoittaa kirjaimellisesti sitä, että asiakas on ketjun loppupäässä ja imee tuotannon materiaalivirtauksia itseään kohti. (Kuopion yliopiston koulutus- ja kehittämiskeskuksen avoin yliopisto 2010, 5)

Imuohjaus eroaa työntöohjauksesta siten, että informaation kulku on päinvastaista. Imuohjauksessa informaatio kulkee vastakkaiseen suuntaan kuin materiaalivirrat. Tällä tavalla aina jälkimmäinen työpiste on riippuvainen edellisestä ja edellinen on riippuvainen seuraavan työpisteen informaatiosta. Näin tuotetaan ja tilataan vain tarvittaessa. /5/

Siirtyminen imuohjaukseen kuitenkin vaatii erityisen paljon työtä, varsinkin alihankkijoiden osalta. Imuohjauksessa on välttämätöntä saada alihankinnasta päivän parin tilausajassa materiaali käyttöön. Tämä vaatii erityisen hyvää kontrollia alihankkijoiden suhteen. Tällä hetkellä tilauksiin menee useampia viikkoja.

Tapa toimia työpisteiden välillä muuttuisi myös merkittävästi. Tuotteet liikkuisivat työpisteiltä toiselle vasta tarvittaessa, jolloin tuotteita ei tehtäisi valmiiksi varastoon odottamaan, vaan ne tehdään vain tarvittaessa ja mahdollisimman pienellä puskurilla. Tämän tyyppisessä menetelmässä on myös omat riskinsä varmuustekijöissä, mutta tuotannosta tulee toimivassa imuohjausjärjestelmässä merkittävästi joustavampi ja hallittavampi. /6/

Kuvasta näkyy imuohjauksen kulku metron ovituotannossa (kuva 30). Materiaali pitää sisällään kaiken mahdollisen alihankinnannasta yrityksen sisällä oleviin materiaalin kulkuihin.



Kuva 30. Imuohjaus Metron tuotannossa

Tällä hetkellä työpisteiden välinen puskuriaika on keskiarvollisesti noin 1–7 päivää. Jos välivarastoajat saataisiin kaikkien työpisteiden välillä päivään, saataisiin kokonaisläpimenoaikaa supistettua melko paljon.

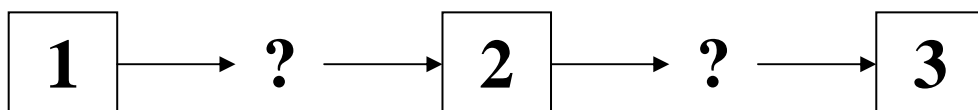
Imuohjauksista tunnetuimpia on JIT-menetelmä (Just-in-Time). JIT-menetelmää voitaisiin pitää pohjana koko imuohjaukseen siirtymiselle. /5/

JIT-menetelmän peruspilareina ovat /5/

- työpisteiden välinen kontrolli
- henkilöstö
- laatu
- materiaalivirtojen kartoitus
- alihankkijat
- pienet eräkoot
- kuormitus tasaiseksi
- asetajat minimiin
- layout
- huolto
- standardit
- tuotannon jatkuva parantaminen.

5.1.1 Työpisteiden välinen kontrolli

Työpisteiden välisellä kontrollilla tarkoitetaan yleisesti kaikkea työpisteiden välisiin liittyviä asioita. Imuohjauksessa on erittäin tärkeää, että tiedetään reaaliajassa varastojen tilanteet ja työpisteiden välillä olevat tuotannolliset tekijät (kuva 31). Tässä on myös erittäin tärkeää, että powered olisi mahdollisimman tarkasti ajan tasalla, eikä virheellistä tietoa juuri löytyisi.

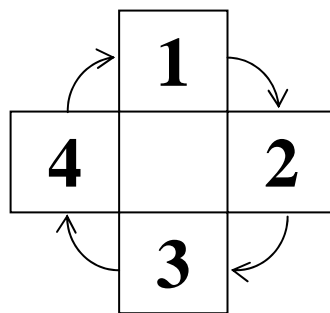


Kuva 31. Työpisteiden välinen kontrolli

5.1.2 Henkilöstö

Henkilöstön on oltava motivoituneena ja olemaan sitoutunut tekemään annetut tehtävät määräaikoihin mennessä, jotta tuotanto ei katkeaisi missään välissä.

Henkilöstö tekee tällä hetkellä pääsääntöisesti samoja työtehtäviä päivästä toiseen. Kierrättäminen eri työpisteiltä toiselle antaisi uusia vastuualueita työntekijöille, ja eri työpisteet eivät olisi riippuvaisia tekijästä (kuva 32). Motivaatio työhön myös kasvaisi.



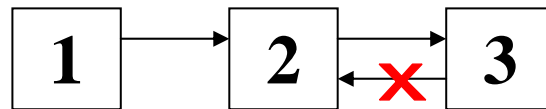
Kuva 32. Henkilöstön kierrättäminen työpisteeltä toiselle

5.1.3 Laatu

Imuohjauksessa laatu on merkittävä tekijä. Välivarastojen pienentyessä ei voida enää käyttää isoja varastoja ongelmien peittelemiseksi.

Tällä hetkellä laatua seurataan melko tehokkaasti Tamwaressa, mutta oman työn seuraaminen tarvitsisi lisää huomiota.

Laadullisesti puutteellinen tuote saattaa lähteä työpisteeltä ilman merkittävämpiä tarkasteluja, jolloin laadullinen puute huomataan vasta seuraavalla työpisteellä. Tämän jälkeen tuote lähtee takaisin edelliseen työpisteeseen, ja aikaa on tällöin käytetty aivan turhaan (kuva 33). Tällainen ei myös kuulu imuohjauksen periaatteisiin.



Kuva 33. Materiaalin turha kulkeminen

Joka työpisteellä on ohjeet laatuun liittyvistä asioista, ja näihin täytyisi kiinnittää enemmän huomiota.

5.1.4 Materiaalivirtojen kartoitus

Materiaalivirroista nähdään eri materiaalien kulku tilauksesta toimitukseen asti.

Materiaalivirtojen kartoituksesta nähdään materiaalien toimitusaika sekä aika jolloin kyseinen materiaali täytyisi tilata. Tämän avulla voidaan hallita helpommin alihankintaa sekä muiden toimittajien toimituksia.

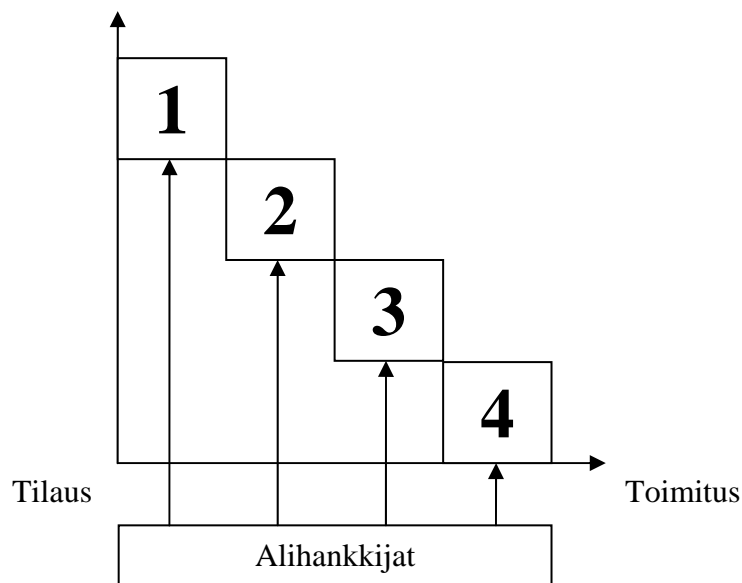
Materiaalivirtoja hyvin hallitsemalla voidaan ehkäistä tarpeettoman suuret materiaalivarastot ja pienentää näin ollen varaston arvoa. Liialliset varastot ovat myös yksi tuotannon hukatekijöitä.

Tein metron tuotannosta materiaalivirtojen kuvauksen, joka on liitteenä (liite 2). Siitä voidaan nähdä milloin tarvittava materiaali täytyy tilata, jotta se ehtisi aina oikeaan työvaiheeseen oikeaan aikaan. Kuitenkin tulee huomioida, että eri toimittajien varmuus täytyy olla melko suuri, jotta tuotanto ei pysähtyisi jonkun tietyn materiaalin puutteeseen. Tämä on käytännössä ulkoista imuohjausta.

5.1.5 Alihankkijat

Alihankkijoiden merkitys on aina suuri, mutta imuohjauksessa on välttämätöntä, että materiaalit saadaan aina haluttuun aikaan alihankkijoilta, ei liian aikaisin eikä liian myöhään (kuva 34). Epävarmuustekijöiden, tulisi olla niin alhaiset kuin mahdollista.

Imuohjaukseen siirryessä on melko välttämätöntä tehdä alihankinnan kanssa pitempiaikainen sopimus ja kouluttaa alihankkijat toimimaan oman tarpeen mukaisiksi.

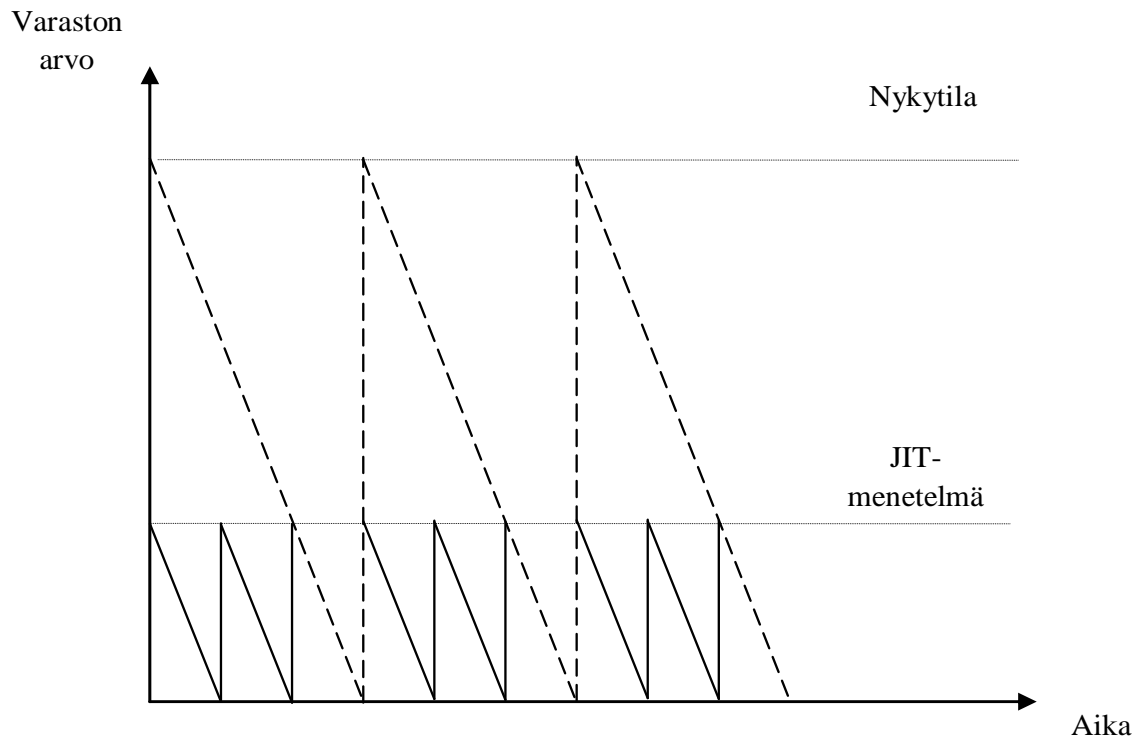


Kuva 34. Alihankkijoiden toiminta

5.1.6 Eräkoot ja kuormitukset

Tuotannossa olevan kuormituksen tulisi olla melko tasaista eri työpisteissä ja eräkokojen mahdollisimman pieniä. Nämä asiat kun ovat kunnossa, niin tuotanto on paljon joustavampi ja helpompi ohjata. Myös varaston arvo laskee (kaavio 4).

Kaavio 4. Varaston arvo



Tällä hetkellä ei ole mitään tiettyä eräkokoa päivää kohden, vaan erien koko määräytyy suoraan yksikköajan mukaan, ”tehdään mitä ehditään” -periaatteella. Eräkoosta tulisi tehdä päätös kuormituksen tasoittamisen jälkeen, ja tästä täytyisi pitää kiinni.

5.1.7 Asetusajat

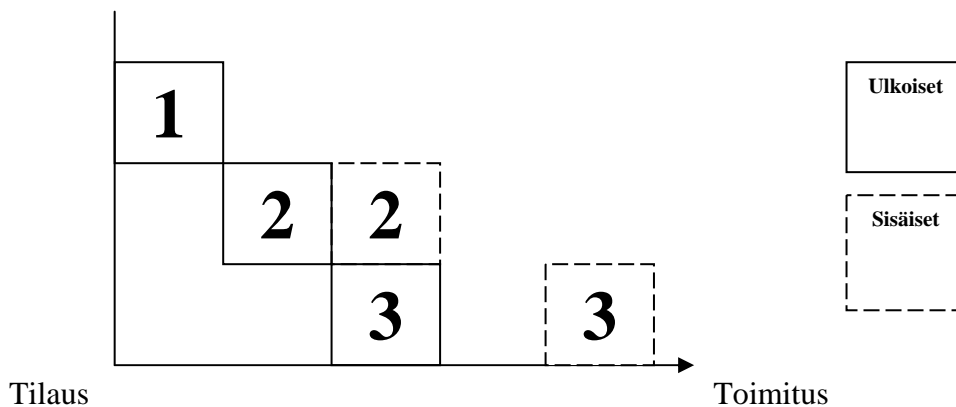
Asetusajalla (kuva 35) tarkoitetaan aikaa joka menee, kun tehdään jokin asetus työpisteelle, jotta voidaan alkaa valmistaa tuotetta. Asetusajat olisi hyvä saada mahdollisimman pieniksi, koska asetuksiin käytetty aika ei ole tuottavaa aikaa. Asetusajat voidaan vielä jakaa kahteen eri kategoriaan: sisäinen asetus aika ja ulkoinen asetus aika. Asetusajat koskevat yleensä koneita.

Sisäiset asetusajat käsittävät itse työpisteen sisällä tapahtuvat asetukset, jolloin kyseisellä työpisteellä ei voida toimia, esimerkiksi CNC-koneen ohjelman tekeminen.

Ulkoisilla asetusajoilla taas käsitetään työpisteiden asetuksia, jotka tehdään työpisteellä työn aikana. Jos mahdollista, pyritään pääsemään eroon sisäisistä asetusajoista ja siirtymään ulkoisiin.

Asetusaikojen vähentämisellä ja siirtymisillä ulkoisiin asetuksiin saadaan hyödyiksi

- ohjattavuutta tuotannossa
- joustavuutta
- kapasiteettia
- laatua
- läpäisyajojen sekä koneajojen vähentämistä.



Kuva 35. Ulkoiset ja sisäiset asetusajat

5.1.8 Layout

Vuoden 2009 layoutista voidaan huomata työpisteiden pitkät etäisyydet toisiinsa sekä niiden sijoittuminen siten, että eri työpisteiden väleillä olevia reittejä kuljetaan tarpeettomasti useita kertoja. Varastopaikat eivät myöskään ole täysin loogisissa paikoissa.

Tämä voidaan ehkäistä tekemällä täysin uusi layout (liite 3), jossa samoja reittejä ei tulla kulkemaan useampaan kertaan ja välimatkat lyhenevät. Työpisteiden sekä varastojen järkevämpi sijoittaminen tehostaa huomattavasti läpimenoa.

5.1.9 Huolto

Huollolla tarkoitetaan toimintavarmuuden nostamista tuotannossa. Huolto olisi hyvä tehdä tietyin väliajoin.

5.1.10 Standardit

Standardoiduilla työvaiheilla tarkoitetaan, että pyritään kaikki työvaiheet ja siinä olevat menetelmät pitämään vakioina.

5.1.11 Tuotannon jatkuva parantaminen

Tuotannon jatkuvalla parantamisella voidaan tarkoittaa tuotannon parantamista useilla eri menetelmillä. Nämä menetelmät olivat jo taulukossa aiemmin kohdassa ”kyselytutkimus”. Menetelmät ovat saatu kirjasta ”Tuotannon jatkuva parantaminen”.

- ”Tuottavuuden kehittäminen yhdessä”
- ”Henkilöstön osallistuminen kehittämiseen”
- ”Luottamusmiehen rooli kehittämisessä”
- ”Kehittäjän rooli”
- ”Aika kehittämisen välineenä”
- ”Menetelmäkehitys tuottavuustyön perustajana”
- ”Tuottavuuden kehittäminen teknologian keinoin”
- ”Asiakastyytyväisyys”
- ”Luottamus ja vastavuoroisuus”
- ”Kehittämisen järjestelmällisyys”
- ”Kumppanuusyhteistyö kehittämisessä”
- ”Kehittämisen johtaminen”

Kun katsotaan vielä nykytilan kyselytutkimusta, huomattiin että ”kehittäjän rooli” on melko alhaisella tasolla, ja tämän huomaa kyllä tuotannon puolella. Tuotannon kehittäminen tapahtuu pääsääntöisesti työntekijöiden toimesta, omista ideoista.

Tämän takia kuitenkin Tamwarella on kerätty erillinen TJP-ryhmä, jonka tarkoitus on kehittää yrityksen menetelmiä tuotannossa. Tämä ryhmä kokoontuu säännöllisin väliajoin keskustelemaan asioista.

5.1.12 Kanban

”Kanban” on alkuperäisesti Toyota Motor Companyn keksimä informaatiojärjestelmä. ”Kanban” tarkoittaa suomeksi korttia tai visuaalista tulostetta. Järjestelmässä on yhden tai kahden kortin menetelmä. Yhden kortin menetelmässä on vain kuljetuskortti, jolla tuotannon kulkua kontrolloidaan. Kahden kortin menetelmässä on kuljetuskortti sekä tuotantokortti. /5/

Järjestelmän tarkoitus on taululla liikuttaa kyseisiä kortteja ja näin ollen ohjata sekä seurata tuotannon etenemistä. Tamwaren tapauksessa on hyvä tehdä juuri yrityksen käyttöön räätälöity malli kyseisestä järjestelmästä, jonka pohjana käytetään ”kanban” – taulumenetelmää (liite 4).

Tauluun tulevista korteista nähdään erä- ja sarjakoko, tuote, mikä sarja on kyseessä, aikatietoja sekä mahdollisia muita tietoja (kuva 36). Viivakoodin lisääminen korttiin olisi myös hyvä lisä.



Kuva 36. Esimerkkikuva ”Kanban” – kortista

Kortteja voidaan käyttää useampaan kertaan, tai ne voivat olla kertakäyttöisiä tulosteita. Tällainen visuaalinen tapa näyttää tuotanto taululla on todella yksinkertainen, mutta tehokas.

Powered-toiminnanohjausjärjestelmä pysyy mukana kuitenkin samalla tavalla kuin ennenkin, määräkirjaukset jne. merkitään. Tuotannon seuraamisessa ja ohjauksessa kuitenkin Powered häviää näinkin yksinkertaiselle menetelmälle. Taulujärjestelmä on myös mahdollista toteuttaa sähköisesti.

Esimerkki ”Kanban” – taulun käyttöönotosta:

1. Työpisteet odottavat työtä, mitään ei tehdä valmiiksi. Taulussa lukee ”SEIS, Odottaa työtä”, kohdassa ”ODOTTAA”.
2. Tilauksen tullessa (valmistuksen alkaessa), työnjohto asettaa kortin ”Kanban” – tauluun, ensimmäisen työpisteen ”ODOTTAA” – kohtaan. Ensimmäinen työpiste on sahaus, jonka työntekijä näkee kortin ”ODOTTAA” – kohdassa. Työntekijä asettaa sen ”TYÖN ALLA” – kohtaan. Nyt sahaus aloittaa työt.
3. Kun sahaus on saanut 14 oven erän valmiiksi, työntekijä siirtää kortin kohtaan ”VALMIS”.
4. Työnjohto siirtää kortin seuraavan työpisteen ”ODOTTAA” – kohtaan, kun tarve vaatii (tuotannon kontrolli). Tässä tapauksessa hitsaus olisi seuraavana, ja työntekijä aloittaisi erän vasta kun kortti on ”ODOTTAA” – kohdassa.

Tällaisessa järjestelmässä olisi tietysti mahdollista, että kortit siirtyisivät suoraan kohdasta ”TYÖN ALLA” kohtaan ”ODOTTAA”. Tällöin tuotanto toimisi lähes automaattisesti, mutta kontrolli katoaisi tämän järjestelmän myötä. Se vain puski eteenpäin, kunnes ei olisi enää töitä. Työnjohdon määrätessä työt taulun avulla voidaan kontrolloida jatkuvasti tuotantoa sekä seurata suoraan taululta tuotannon etenemistä.

Sitä mukaa kuin kaikki erät tulevat valmiiksi, pakkauksen ”VALMIS” – kohtaan alkaa kerääntyä kortteja, työnjohto kerää nämä pois.

5.2 Työpisteiden menetelmäkehitys

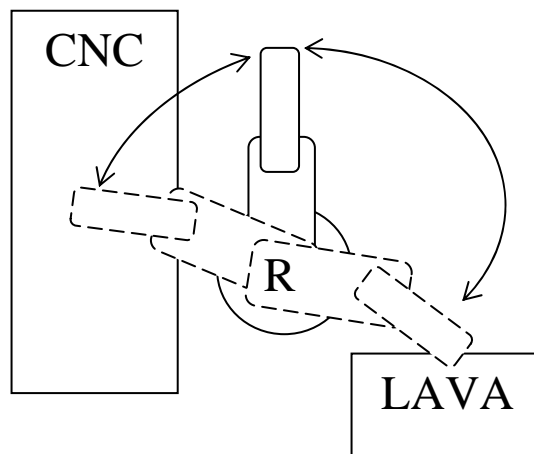
Seuraavaksi on listattuna mahdollisia kehitysehdotuksia eri työpisteiden läpimenon nostamiseksi.

5.2.1 Sahaus

Sahauksessa on useita eri profiileja, ja jokaisessa näissä on vielä usea työvaihe. Tämän takia CNC-koneen tehokkaampi hyödyntäminen vähentäisi eri työvaiheiden määrää sekä nopeuttaisi prosessia huomattavasti.

Robotisointi CNC-koneelle tekisi myös merkittävän kasvun profiilien läpimenoille. Esimerkkinä robotti voisi sijoitella kappaleita CNC-koneeseen ja kerätä valmiita kappaleita työstämisen jälkeen vaikka lavalle.

Seuraava layout kuva (kuva 37) on esimerkki robotin ja CNC-koneen toiminnasta.



Kuva 37. Robotti CNC-koneen apuna

Putkilaseria voisi myös harkita teetettäväksi alihankinnassa joidenkin profiilien valmistamiseen.

5.2.2 Hitsaus

Hitsauksessa yhden oven aikana kuljettu matka on melko suuri. Tästä saadaan karsittua helposti metrejä pois sijoittamalla profiilien hyllypaikat järkevämmin.

Hitsauksessa myös robotisoinnilla olisi tehokas vaikutus suuremman läpimenon sekä paremman laadun tuottamiseen.

5.2.3 Hionta

Hionnan kuormitus on huomattavan suuri verrattuna muihin työvaiheisiin. Tämän takia hionnan työmenetelmiä tulisi kehittää ensimmäisien joukossa.

Hionnassa työvaiheiden määrä on erityisen suuri, mikä johtuu suurimmaksi osaksi laikkojen useammasta vaihdosta yhden oven hiomisen aikana. Tämä vie ajan mittaan erityisen paljon aikaa.

Hiontaan olisi hyvä harkita esimerkiksi hiomapöytää, joka nostaisi läpimenoa sekä tuottaisi tasaista laatua. Tähän tarkoitukseen yksi mahdollinen esimerkki voisi olla Gecam G-11 – hiontapöytä (kuva 38), joka olisi kenties yksi ratkaisu läpimenon nopeuttamiseen.



Kuva 38. Gecam G-11 – hiontapöytä

5.2.4 Pellitys

Pellityksessä on havaittavissa erittäin suuret välimatkat eri työvaiheiden välillä. Tähän olisi hyvä kehittää jonkin tyylinen hylly- tai kuljetinratkaisu. Tämä vähentäisi kuljettavaa matkaa huomattavasti.

Oven pellityksen jälkeen ovi menee ”prässin” läpi ja tulee takaisin. Tässä olisi yksi tapa kehittää pellityksen pöytää siten, että ovi jatkaisi automaattisesti ”prässin” läpi pöydälle, ja kanttauksen hoitaisi kone. Ovi vain täytyisi nostaa pois.

5.2.5 Kunitus ja varustelu

Kunitus ja varustelu voitaisiin yhdistää, koska näin voitaisiin tehdä yhdellä pöydällä kahden eri työpisteen työt. Turhat nostelut ja matkat vähenisivät ja läpimenoaika saataisiin pienennettyä. Kunitukseen olisi hyvä saada parempi tapa tiivistekumin asentamiseen kuin nuija ja vasara. Asentaminen ajan mittaan rasittaa käsiä, eikä muutenkaan ole aivan laadukkaita tapoja toimia.

5.2.6 Pakkaus

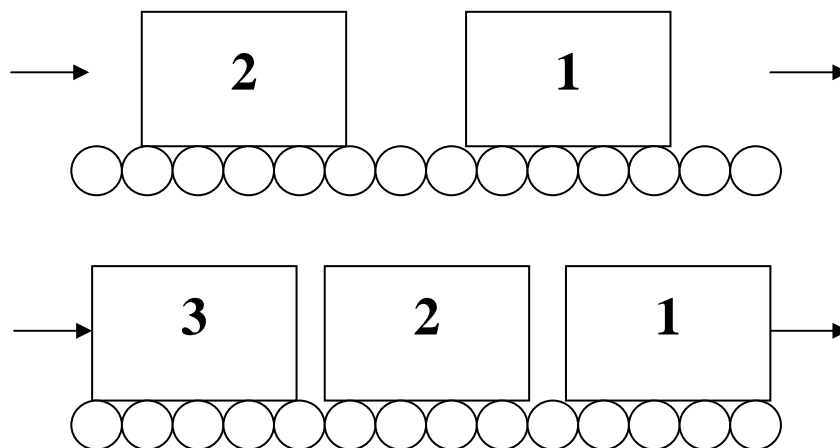
Pakkaus olisi hyvä siirtää lähelle kunitusta ja varustelua, koska näin voitaisiin valmis ovi nostaa suoraan kolliin. Tällöin välttyään turhilta nostoilta ja kuljetuksilta, ja läpimenoaika laskee. Tämä kannattaa ottaa huomioon uuden layoutin suunnittelun yhteydessä.

5.3 Sisäinen logistiikka

Sisäisellä logistiikalla tarkoitetaan talon sisällä olevia varastoiteja sekä kuljetuksia.

5.3.1 Välivarastot

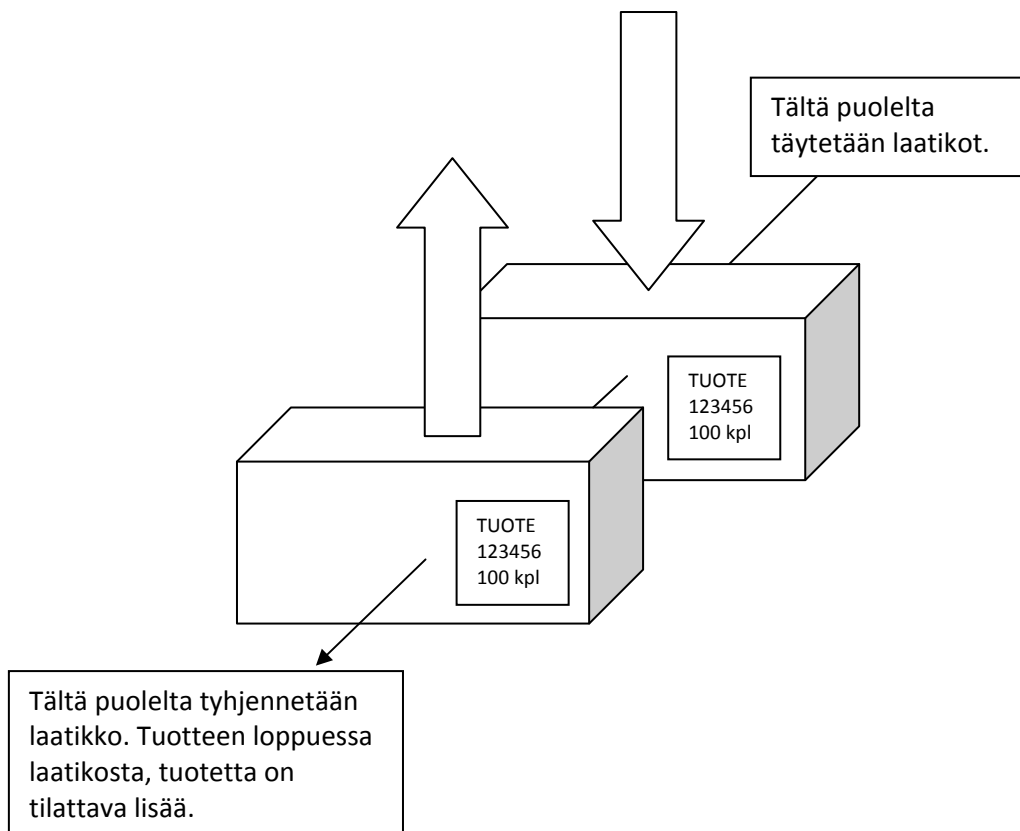
Välivarastot olisi hyvä miettiä toteutettavaksi läpivirtaushyllyillä (Kuva 39, FiFo-periaate). FiFo-periaatteessa (First in – First out), ensimmäiseksi varastoon tuleva tavara lähtee myös ensimmäisenä. Näin pystytään tarkemmin seuraamaan tietyn erän kulkua, ja vanhoja tuotteita ei jää varastoon. Myös tilankäyttö tehostuu. /5/



Kuva 39. FiFo-periaate

5.3.2 2-laatikkomenetelmä

2-laatikkomenetelmässä on kaksi laatikkoa, jotka ovat sijoitettuna peräkkäin (kuva 40). Etummaisena laatikon mennessä tyhjäksi tilalle vedetään takimmainen laatikko. Tyhjä laatikko antaa tiedon, että kyseistä tuotetta täytyy tilata lisää. Tilausmäärä ja tuote lukevat laatikossa. Tässä menetelmässä myös vanhat tuotteet lähtevät ensimmäisenä ja uudet viimeisenä (FiFo). /5/



Kuva 40. 2-laatikkomenetelmä

2-laatikkomenetelmä tultaisiin ottamaan käyttöön pääsääntöisesti ylä- ja alakoneikkojen työpisteillä, koska nämä työpisteet sisältävät paljon kokoonpanotöitä, jotka sisältävät runsaasti pieniä osia.

5.3.3 Kuljetukset

Uuden layoutin myötä olisi hyvä myös harkita jonkinlaista kuljetinjärjestelmää eri työpisteiden väleille.

6 Johtopäätökset

Opinnäytteen tarkoituksena oli laatia suunnitelma Oy Tamware Ab:n ovivalmistuksen tuotantomäärän kasvattamiseksi 30 % vuoteen 2012 mennessä. Suunnitelman kohteeksi otettiin metron matkustajaovet, koska nämä ovat päätuote Tampereen tehtaalla.

Opinnäyte koostui nykyhetken kartoituksesta, tavoitteista sekä ratkaisuksista. Nykyhetken kartoitus oli erittäin oleellista tehdä, jotta saatiin tieto tuotannon todellisesta tilanteesta. Nykyhetken kartoituksesta tulee olemaan lisäksi muutenkin hyötyä kuin vain tämän työn osalta.

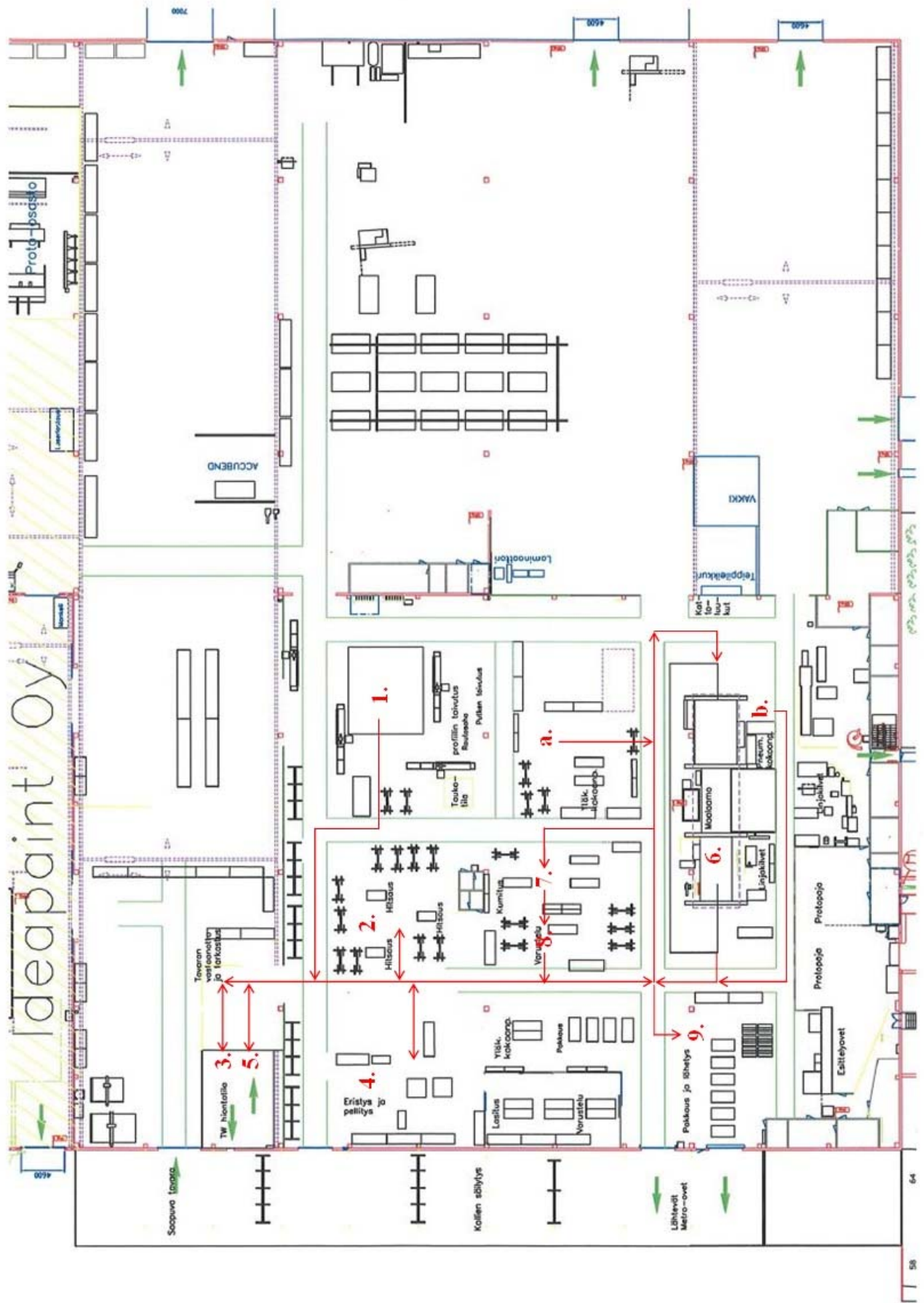
Ratkaisuiksi saatiin erilaisia tapoja kasvattaa tuotantoa, ja näistä ratkaisuksista moni vaatii vielä jatkosuunnitelmia. Kuitenkin jo saaduilla ratkaisuilla pystytään jo aloittamaan tuotannon puolella erilaisia kehitystoimenpiteitä. Merkittävämpänä tekijänä sekä pohjana tulisi lähteä ensimmäisenä toteuttamaan tuotannon imuohjausta ja ottamaan sen tuomat haasteet vastaan. Siirtyminen ilman minkäänlaisia ongelmia on melko epätodennäköistä, koska uusi tapa tuo radikaaleja muutoksia.

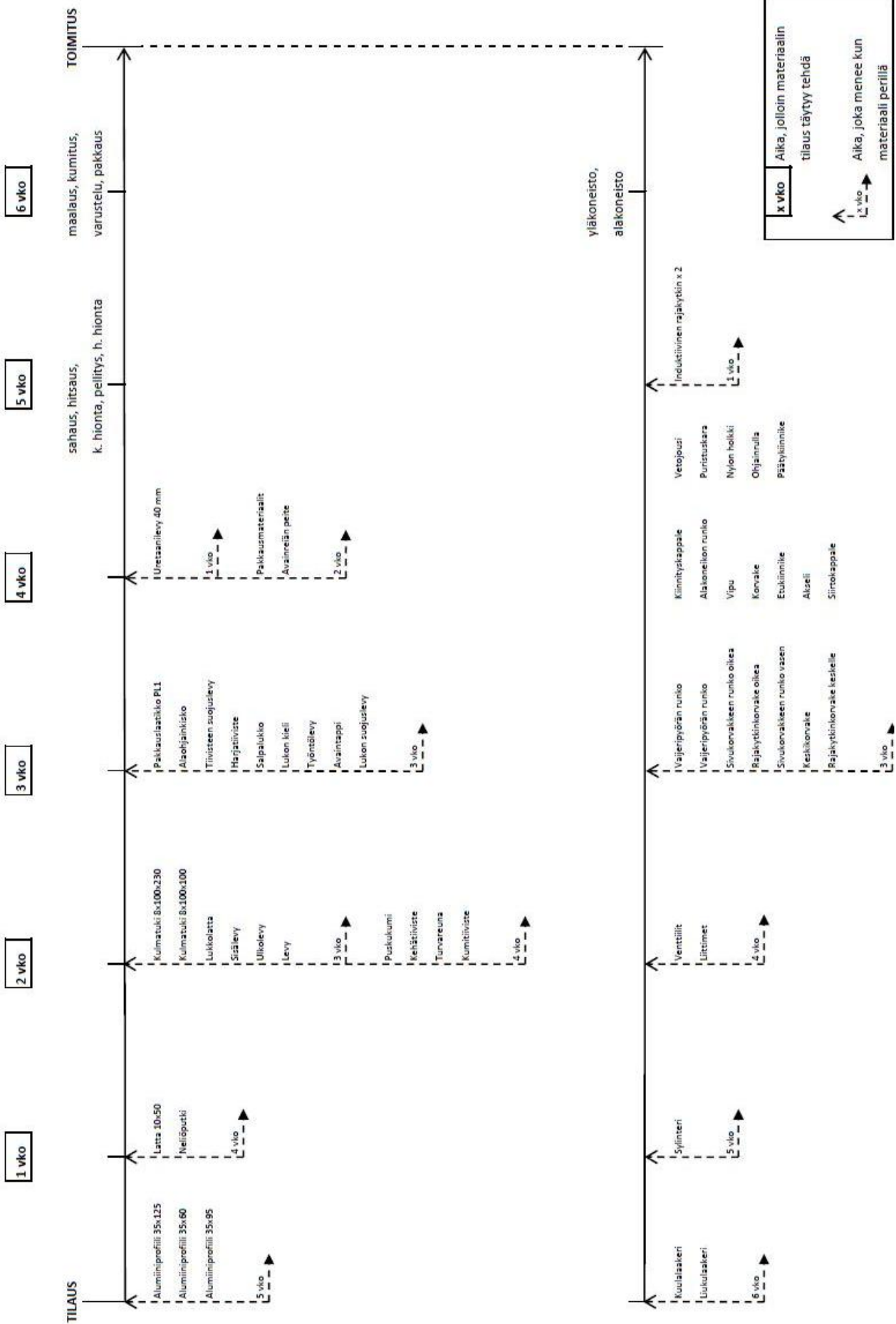
Imuohjaukseen siirryttäessä tulevat tukevinä tekijöinä olemaan eri menetelmäkehitykset työpisteillä sekä yleinen logistiikan parantaminen. Näitä tullaan kehittämään ja tuomaan tuotantoon portaittain sopivina ajanhetkinä tulevaisuudessa. Tuotannon jatkuva seuraaminen on välttämätöntä ja myös suotavaa.

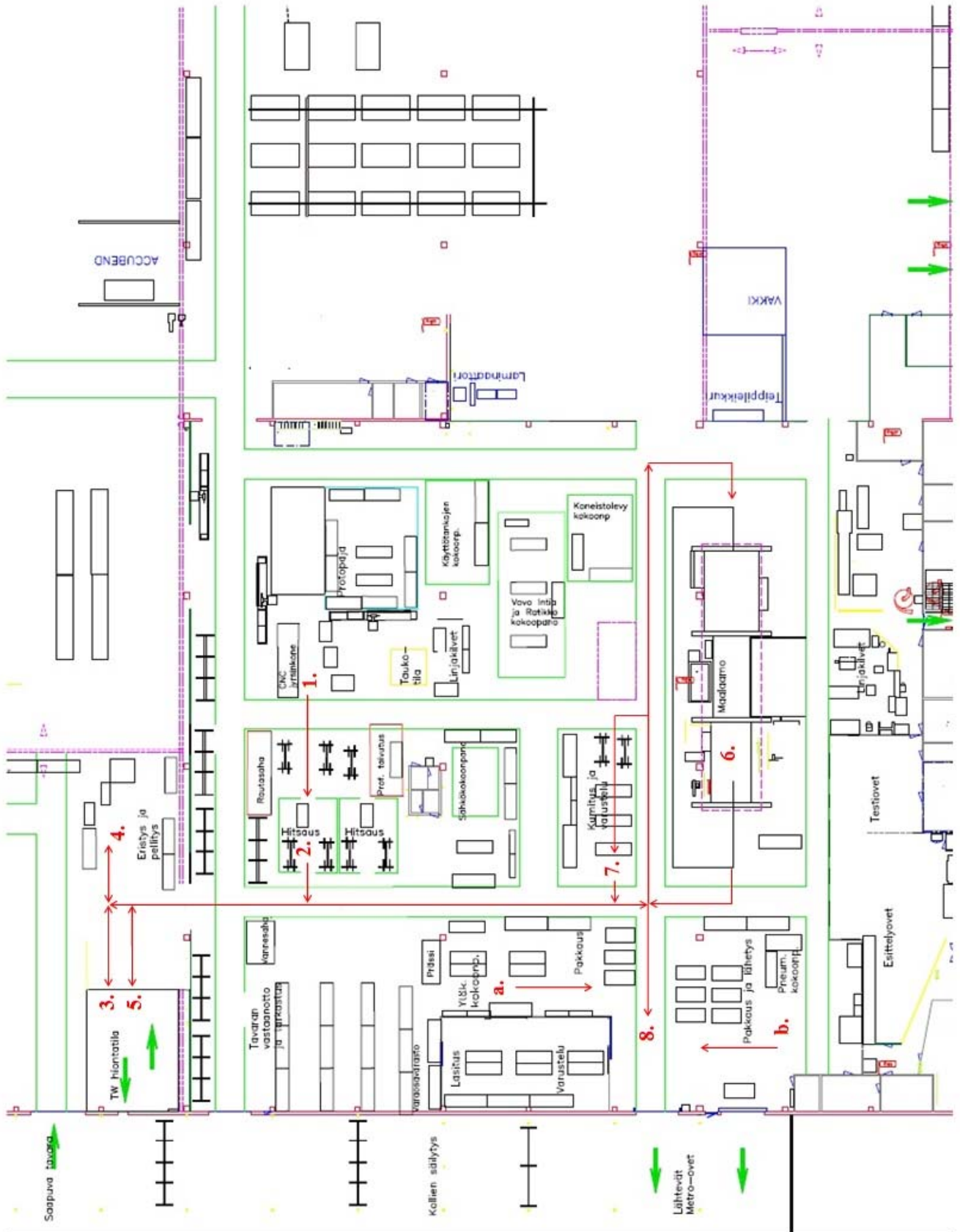
Jotta tavoitteeseen tullaan pääsemään, tulee kehitystoimenpiteet aloittaa mahdollisimman pian. Oikein toimittaessa tavoitteet ovat helposti saavutettavissa.

Lähteet

- 1 Oy Tamware Ab [sähköinen dokumentti] Tamwaren verkkolevy [viitattu 2010] Saatavissa \\Tammer08\tamware (vain sisäiseen käyttöön).
- 2 Oy Tamware Ab [sähköinen dokumentti] Powered toiminnanohjausjärjestelmä [viitattu 2010] (vain sisäiseen käyttöön).
- 3 Oy Tamware Ab [www-sivu]. [viitattu 2010]. Saatavissa <http://www.tamware.fi>.
- 4 Larikka, Heinilä, Selin & Tuominen 2007. Tuotannon jatkuva parantaminen: Uusi toimintamalli esimiehille, Uusia tuottavuusmenettelyjä tiimeille. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- 5 Kuopion yliopiston koulutus- ja kehittämiskeskuksen avoin yliopisto [www-sivu]. [viitattu 2010]. Saatavissa <http://www.uku.fi/avoin/tuta>.
- 6 Lean Management, The Toyota Way. Rate-koulutus [lehtiö].







	SAHAUS	HITSAUS	KARKEA HIONTA	PELLITYS	HIENO HIONTA	KUMITUS	VARUSTELU	PAKKAUS
ODOTTAA	<p>2 MIETRO 57-70 MATKUSTAJA</p> <p>2 MIETRO 71-84 MATKUSTAJA</p> <p>3 MIETRO 1-14 MATKUSTAJA</p>	<p>SEISI! ODOTTAA TYÖTÄ</p>	<p>SEISI! ODOTTAA TYÖTÄ</p>	<p>1 MIETRO 71-84 MATKUSTAJA</p> <p>1 MIETRO 85-98 MATKUSTAJA</p>	<p>SEISI! ODOTTAA TYÖTÄ</p>	<p>SEISI! ODOTTAA TYÖTÄ</p>	<p>SEISI! ODOTTAA TYÖTÄ</p>	<p>SEISI! ODOTTAA TYÖTÄ</p>
TYÖN ALLA	<p>2 MIETRO 43-56 MATKUSTAJA</p>	<p>2 MIETRO 15-28 MATKUSTAJA</p>	<p>2 MIETRO 1-14 MATKUSTAJA</p>	<p>1 MIETRO 57-70 MATKUSTAJA</p>			<p>1 MIETRO 29-42 MATKUSTAJA</p>	
VALMIS	<p>2 MIETRO 29-42 MATKUSTAJA</p>		<p>1 MIETRO 89-112 MATKUSTAJA</p>	<p>1 MIETRO 43-56 MATKUSTAJA</p>			<p>1 MIETRO 15-28 MATKUSTAJA</p>	<p>1 MIETRO 1-14 MATKUSTAJA</p>