



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

UUDEN TUOTANTOLAITOKSEN LAYOUTIN, SISÄLOGISTIIKAN JA TUOTANNON SIIRRON SUUNNITTELU

Ossi Väisänen

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantotekniikka

VÄISÄNEN, OSSI

Uuden tuotantolaitoksen layoutin, sisälogistiikan ja tuotannon siirron suunnittelu

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Maaliskuu 2017

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella konepajakonserni Tampereen konepajat Oy:öön kuuluville koneistukseen erikoistuneille Lehti Group Oy:lle sekä Ferlamec Oy:lle layout, sisälogistiikka sekä tuotannon siirto Ylöjärvellä sijaitsevaan konsernin uuteen toimipisteeseen. Molemmat yritykset sijaitsivat opinnäytetyön alkaessa Pirkkalassa samassa tuotantohallissa. Yrityksillä on kuitenkin erillinen tuotanto, ja se tuli ottaa työssä huomioon.

Suunnittelutyössä käytettiin fyysistä pienoismallia tuotantotiloista. Lisäksi tiloista tehtiin 3D-malli Solidworks-ohjelmalla. Fyysistä pienoismallia käytettiin sopivien tilojen etsimiseen rakennuksesta sekä karkean layout-suunnitelman luomiseen. Lopullinen tarkempi layout-suunnittelu tehtiin tiloista luotuun 3D-malliin. Tilan layoutin suunnittelussa on otettu huomioon tuotantolaitoksen sisäinen logistiikka, materiaalivirrat sekä trukki- ja henkilöliikenne.

Yritysten tuotannon siirto suunniteltiin siten, että siitä koituisi tuotannolle mahdollisimman vähän haittaa. Tuotanto ei saisi pysähtyä liian pitkäksi aikaa, sillä tästä koituisi suuri rahallinen haitta. Tuotannon siirrosta luotiin konekohtainen aikataulu, johon sisällytettiin tuotannon siirtoa edeltävät toimenpiteet uudessa sekä vanhassa tuotantolaitoksessa.

Työn lopputuloksena yrityksille luotiin toimiva layout-ratkaisu räätälöitynä yritysten tuotantoon. Lopullisessa layoutissa on otettu huomioon uusissa tuotantotiloissa olevat rajoitteet ja yritysten tuotannosta johtuvat rajoitteet.

Asiasanat: layout, layout-suunnittelu, tuotantolaitos, tuotannon siirto, sisälogistiikka, materiaalivirta

ABSTRACT

Tampereen Ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Production Engineering

VÄISÄNEN, OSSI:

Designing Layout, Internal Logistics And Relocation of Production for a New Production Plant

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 7 pages
March 2017

This thesis was made for Lehti Group Ltd. and Ferlamec Ltd. which are part of the Tampereen Konepajat Ltd. corporation. The purpose of this thesis was to design a layout, internal logistics and relocation of production to new facilities in Ylöjärvi. At the beginning of this thesis both Lehti Group Ltd. and Ferlamec Ltd. were located at the same facilities in Pirkkala. However both companies have separate production and that needs to be taken into account when designing new production facilities.

A physical scaled model facilities was used in the design process. A 3D model of the facilities was also made using the Solidworks CAD program. The physical scaled model was used to find suitable space within the new facilities and to design a rough layout. Finally the 3D model was modified to design a more detailed layout. Internal logistics, flow of materials and internal transports were taken into consideration in the designing process.

Relocation of production was planned in a way that the process would disturb the the companies' manufacturing processes as little as possible. Manufacturing processes cannot be stopped for too long a period of time because that would cause major financial losses.

The final result of this thesis was that both companies gained a customized layout for their production. All restrictive factors caused by the production and the building were taken into account in the layout design.

Key words: layout, layout design, internal logistics, relocation of production, material flow

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Työn lähtökohdat	8
1.1.1	Työn tavoite	9
2	Tampereen Konepajat Oy.....	10
2.1	Lehti Group Oy	10
2.1.1	Konekanta	11
2.2	Ferlamec Oy.....	12
2.2.1	Konekanta	12
3	LAYOUT-SUUNNITTELU.....	13
3.1	Layout-suunnittelun rajoitukset	14
3.2	Valmistusjärjestelmät.....	14
3.2.1	Tuotantolinja layout	14
3.2.2	Funktionaalinen Layout	15
3.2.3	Solu layout	17
3.2.4	Layout tyyppin valintaperusteet.....	18
4	SISÄLOGISTIIKKA.....	19
4.1	Materiaalivirta.....	19
4.2	Varastointi.....	19
4.3	Kulkitiet	21
5	UUDEN TUOTANTOTILAN LAYOUT-SUUNNITTELU.....	23
5.1	Valmistettavien tuotteiden asettamat rajoitukset layoutissa	23
5.1.1	Lehti Group Oy	23
5.1.2	Ferlamec	24
5.2	Fyysinen pienoismalli rakennuksesta	25
5.2.1	Tuotantotilojen sijainnin etsiminen rakennuksessa.....	26
5.3	Karkean layoutin suunnittelu	28
5.4	Tuotantotilan tarkempi layout-suunnittelu.....	30
5.4.1	Tilan mallinnus	30
5.4.2	Koneiden mallinnus	31
5.4.3	Varastojen mallinnus.....	31
5.4.4	Kääntöpuominosturien mallinnus	32
5.5	Koneiden sijoittelu malliin.....	33
5.6	Lopullinen layout.....	33
5.6.1	Linja 1 (Ferlamec Oy).....	34
5.6.2	Linjat 2 & 3 (Lehti Group Oy).....	34
5.6.3	Tankopuoli (Lehti Group Oy)	35

5.6.4	Porapuoli	36
5.7	Tavaran vastaanotto	37
5.8	Tavaran lähetys	38
5.9	Varastojen sijoittelu	39
5.9.1	Materiaalivarastot.....	40
5.9.2	Valmiit poratuotteet	40
5.9.3	Tankotuotteiden valmisvarastot	41
5.9.4	Takavarasto	41
5.9.5	Ei tuotannollisen tavaran varastointi	41
5.10	Vesipisteiden sijoittelu.....	41
6	SISÄLOGISTIIKAN SUUNNITTELU	42
6.1	Materiaalivirta.....	42
6.1.1	Tavaran vastaanotto	42
6.1.2	Poratuotteet	43
6.1.3	Sorvaus ja jyrshintä tuotteet	44
6.1.4	Tankotuotteet.....	46
6.1.5	Ferlamec	46
6.1.6	Tavaran lähetys	47
6.2	Lastujen kuljetus	47
6.3	Kulkutiet	48
7	TUOTANNON SIIRRON SUUNNITTELU	49
7.1	Tilaan tehtävät muutostyöt.....	49
7.1.1	Konepedit	49
7.1.2	Lamppuhuolto	50
7.1.3	Vesi- ja sähkötyöt.....	50
7.1.4	Olemassa olevien rakenteiden purkaminen.....	51
7.1.5	Tietoliikenne	51
7.2	Varoalueiden merkintä.....	51
7.3	Kulkuteiden merkintä	52
7.4	Koneiden siirtojärjestys	52
7.5	Koneiden siirto.....	52
7.5.1	Toimenpiteet vanhassa toimipisteessä	53
7.5.2	Toimenpiteet uudessa toimipisteessä	53
8	POHDINTA.....	54
	LÄHTEET.....	55
	LIITTEET	56
	Liite 1. Rakennuksen pohjapiirustus	56
	Liite 2. Paikan valinta rakennuksessa.....	57
	Liite 3. Lopullinen layout	58

Liite 4. Työmääräin	59
Liite 5. Konepedin valmistuskuvat.....	60
Liite 6. Remonttitoimien aikataulu.....	61
Liite 7. Tuotannon siirron aikataulu	62

LYHENTEET JA TERMIT

KET	Keskeneräinen tuotanto
CAD	Tietokoneavusteinen mallinnus
CAM	Tietokoneavusteinen valmistus

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella konepaja konserni Tampereen konepajat Oy:öön kuuluville koneistukseen erikoistuneille Lehti Group Oy:lle sekä Ferlamec Oy:lle layout, sisälogistiikka sekä tuotannon siirto Ylöjärvellä sijaitsevaan konsernin uuteen toimipisteeseen. Opinnäytetyön alkaessa molempien yritysten tuotanto sijaitsi samassa toimipisteessä Pirkkalassa. Yrityksillä on kuitenkin erillinen tuotanto ja se on otettu työssä huomioon. Työn tarkoituksena on luoda yrityksille niiden tuotantoon räätälöity layout konsernin uuteen toimipisteeseen.

Työn teoriaosuudessa perehdytään layout-suunnitteluun, erilaisiin layout-tyyppeihin, tuotantolaitosten sisälogistiikkaan, materiaalivirtoihin sekä varastointiin. Teoriaosuudessa käydään läpi myös layout-suunnittelua rajoittavia tekijöitä ja sopivan layout-tyypin valintaa.

Työn suunnitteluosuudessa käydään läpi uuden tuotantolaitoksen layoutin valintaa ja suunnittelua. Suunnitteluosuus sisältää mm. paikan valinnan rakennuksessa, valitun paikan suunnittelua rajoittavat tekijät, karkean layout-suunnittelun fyysisen pienoismallin avulla, sekä tarkemman layout-suunnittelun tiloista tehdyn 3D-mallin avulla. Layout-suunnittelu osuuden jälkeen keskitytään uuden tuotantolaitoksen sisälogistiikkaan, jossa käsitellään materiaalivirtoja, varastointia sekä kulkuteiden suunnittelua layouttiin. Osiossa perehdytään myös yritysten materiaalin vastaanotto- ja lähetysprosessiin.

Tilojen suunnittelun jälkeen tuotannon siirrosta luotiin aikataulu, joka sisällyttää uudessa tuotantolaitoksessa tehtävä muutostyöt tilan muuttamiseksi yritysten käyttöön sopivaksi sekä vanhassa toimipisteessä tehtävät toimenpiteet. Tuotannon siirrosta tehtiin Gant-kaavio, johon on aikataulutettu kaikki tuotannon siirtoa edeltävät toimenpiteet sekä tuotannon siirto prosessi kokonaisuudessaan

1.1 Työn lähtökohdat

Tampereen konepajat Oy konserni osti kesällä 2016 Ylöjärven Soppeenmäestä rakennuksen tontteineen tarkoituksenaan siirtää kolmen eri toimipisteen toiminnot saman katon

alle. Tätä päätöstä tuki toimintojen siirtyminen vuokralla olevista tuotantotiloista Tampereen Konepajat Oy:n omistamaan tuotantotilaan.

Konsernin uudeksi päätoimipisteeksi ostettiin Ylöjärven menotie 1:ssä sijaitsevat tuotantotilat (Kuva 1). Kaupantekohetkellä kiinteistössä oli jo ollut vuokralla Tampereen konepajat konserniin kuuluva Riikonen Group Oy, millä oli vuokrattuna rakennuksesta 5000 m²:n tuotantotilat. Tiloissa oli kokoonpanolinjoja, joissa kokoonpantiin yrityksen asiakkaille tehtäviä tuotteita.



KUVA 1. Ilmakuva uudesta tuotantotilasta

1.1.1 Työn tavoite

Tässä opinnäytetyössä käsitellään uusien tuotantotilojen suunnittelua Ylöjärvellä Menotie 1:ssä sijaitseviin tiloihin sekä tuotannon siirtämistä kyseisiin tiloihin. Tiloihin suunnitellaan yritysten toiminnan kannalta optimaalinen layout ja sisälogistiikka sekä tuotannon siirtäminen uusiin tiloihin suunnitellaan siten, että tuotanto jatkuu uusissa tiloissa mahdollisimman nopeasti.

2 Tampereen Konepajat Oy

Tampereen konepajat Oy on Pirkanmaalla 2011 perustettu konepajakonserni. Konserniin kuuluvat yritykset Lehti Group Oy, Riikonen Group Oy sekä Peatmax Oy. Tässä opinnäytetyössä käsitellään konserniin kuuluvia Lehti Group Oy:tä, Riikonen Group Oy:tä sekä Riikonen Group Oy:n tytäryhtiötä Ferlamec Oy:tä.

Tampereen Konepajat Oy on asiakaslähtöinen teknologiateollisuuden järjestelmä- ja komponenttitoimittaja, jonka palveluiden piiriin kuuluvat toimitukset aina yksittäiskappaleiden valmistuksesta kokonaisten koneiden kokoonpanoon. Konsernissa työskentelee n. 200 metalliteollisuuden ammattilaista.

2.1 Lehti Group Oy

Lehti Group Oy on pienien ja keskisuurien konepajateollisuuden kappaleiden osatoimittaja. Yrityksen avainosaamista on pyörähdyskappaleiden valmistaminen koneistamalla pienistä automaattisorvatuista osista aina kolmen metrin pituisiin akseleihin (Kuva 2). Yrityksen käytössä on myös koneistuskeskuksia ja uusimpana lisäyksenä opinnäytetyön teon aikana hankittu 5-akselinen koneistuskeskus. Tyypillisiä yrityksen valmistamia kappaleita ovat käyttöakselit kokoluokassa 500 – 3000 mm, sekä tankosorvatut kappaleet 65 mm halkaisijaan asti (Kuva 3). Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2015 5 100 000 € ja yrityksessä työskentelee 38 henkilöä.



KUVA 2. Esimerkki yrityksen valmistamasta pyörähdyskappaleesta



KUVA 3. Esimerkkejä yrityksen tankopuolella valmistettavista kappaleista

2.1.1 Konekanta

Yrityksellä on käytössään nykyaikainen konekanta, joka sisältää CNC-ohjattuja monitoimisorveja, tankosorveja, CNC-sorveja sekä koneistuskeskuksia. Työstökoneita ohjelmoidaan tietokoneavusteisesti MasterCAM ja WinCAM ohjelmistoilla. Lisäksi yrityksellä on käytössään hydrauliprässejä, sahoja, hitsauslaitteita sekä käsikäyttöisiä koneita. Alla olevassa taulukossa 1 on listattuna kaikki yrityksen käytössä olevat työstökoneet.

TAULUKKO 1 Lehti Group Oy konekanta

Konetyyppi	Kone
CNC-Monitoimisorvi	Doosan Puma 700LM
CNC-Monitoimisorvi	Doosan Puma 600LM
CNC-Monitoimisorvi	Doosan Puma 400 LM
CNC-Monitoimisorvi	Doosan Puma 240M
CNC-Monitoimisorvi	Doosan Puma 3100ULY
CNC-Monitoimisorvi	Hwacheon Hi-Tech 850L YMC
CNC-Monitoimisorvi	Doosan puma 400M
CNC-Monitoimisorvi	Doosan TT1800SY
CNC-Monitoimisorvi	Goodway GA-2600
Tankosorvi	Goodway GS-200 MSY
Tankosorvi	Goodway GS-200 M
Tankosorvi	Goodway GLC-2
Tankosorvi	Goodway GLC-2
Tankosorvi	Goodway GLC-2
Tankosorvi	Goodway TB-150
Tankosorvi	Goodway TA-32
CNC-sorvi	Yang ML-300
CNC-keskus	YAM

CNC-keskus	Doosan DNM 650
CNC-keskus	MCV-720
CNC-keskus	Hartford Pro-1000
CNC-keskus	Haas VF 3
5-akselinen työstökeskus	Doosan VCF 850 LSR

2.2 Ferlamec Oy

Ferlamec Oy on vuonna 1986 perustettu alihankintakonepaja, joka on myöskin erikoistunut pyörähdyskappaleiden valmistukseen koneistamalla. Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2015 1 042 000 €. Yrityksessä työskentelee 13 henkilöitä.

2.2.1 Konekanta

Ferlamec Oy:n konekanta koostuu pääosin CNC-ohjatuista sorveista ja koneistuskeskuksista. Yhtiöllä on käytössään myös robotisoitu tuotantosolu.

TAULUKKO 2. Ferlamec Oy:n konekanta

Konetyyppi	Kone	Robotti-solu
CNC-Monitoimisorvi	Doosan Puma 600M	
CNC-sorvi	Takisawa ex-110	
CNC-sorvi	Hwacheon HI-eco 45	
CNC-sorvi	Alex VT-22	
CNC-sorvi	Alex VT-36	
Pystysorvi	Hwacheon VT-450	
Pystysorvi	Hwacheon VT-550	x
CNC-Monitoimisorvi	Doosan TT250SY	x
Koneistuskeskus	MCV-2100	
Koneistuskeskus	Takumi	
Koneistuskeskus	MoriSeiki MV-55	

3 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout on termi, jolla käsitetään tuotantojärjestelmien fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaalla. (Haverila ym. 2005, 475.)

Layout-suunnittelussa keskeisenä tavoitteena on materiaalivirtojen mahdollisimman tehokas suunnittelu. Työpisteiden ja osastojen sijoitusta suunnitellessa pyritään minimoimaan materiaalien kuljetuskerrat ja -matkat. Toiminnan kehittämisen ja tuotannonohjauksen on järkevää pyrkiä selkeisiin materiaalivirtoihin. Työpisteet tulee sijoittaa alueelle niin, että materiaalien ylimääräinen siirtäminen minimoidaan ja siirtoetäisyydet pysyvät mahdollisimman pieninä. (Haverila ym. 2005, 482.)

Hyvän layoutin tunnusmerkkejä ovat seuraavat:

- Materiaalivirtojen on oltava selkeitä.
- Layoutin on oltava joustavasti ja helposti muunneltavissa.
- Materiaalien siirto on minimoitu.
- Kuljetusmatkat pysyvät lyhyenä.
- Erikoisosaamista vaativa valmistus on keskitettynä yhteen paikkaan.
- Tehtaan sisäiset palvelut on sijoitettu käyttöpaikan läheisyyteen.
- Materiaalien jakelu ja vastaanotto on selkeää ja tehokasta.
- Kommunikaatio on helppoa.
- Valmistustilanteiden erityistarpeet on otettu suunnittelussa huomioon.
- Alue on tehokkaasti käytetty.
- Työtyytyväisyys ja -turvallisuus on otettu suunnittelussa huomioon. (Haverila ym. 2005, 482.)

3.1 Layout-suunnittelun rajoitukset

Layouteja suunnitellaan niin uusiin kuin ostettuihin tai vuokrattuihin tiloihin. Jo olemassa olevissa tiloissa on enemmän rajoitteita kuin uusissa tiloissa, jotka voidaan suunnitella tulevaa käyttöä varten. Ihanteellisen layoutin suunnittelua haittaavia ja rajoittavia tekijöitä on olemassa paljon, muun muassa:

- tuotantotilan kantavat rakenteet, kuten seinät, palkit ja pilarit
- suuret koneet ja linjastot, kuten maalauslinjasto, kuljettimet, automaattiset varastointi- ja keräilyjärjestelmät
- tuotantotilan korkeus
- ovien ja kulkuväylien sekä lastauspaikkojen sijainnit ja niiden koko
- tuotantotilan monikerroksisuus
- tuotantotilassa olevat viemäroinnit ja vesipisteet
- kiinteiden nosturien ja nostimien sijainnit
- rakennuksen osastojen mitat
- lattian kantokyky. (Harmon & Peterson 1990, 41.)

Kun rajoittavat tekijät on saatu kartoitettua, voidaan saatujen tulosten perusteella päätellä, miten hankalat tuotantolinjat tai solut on viisainta sijoittaa (Harmon & Peterson 1990, 42).

3.2 Valmistusjärjestelmät

Layout on termi, jolla käsitetään tuotantojärjestelmien fyysisien osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaalla. Tuotantolaitteiden sijoittelun ja työnkulun perusteella layoutit voidaan jakaa kolmeen erilaiseen päätyyppiin: tuotantolinjalayoutiin, funktionaaliseen layoutiin ja solulayoutiin. (Haverila ym. 2005, 475.)

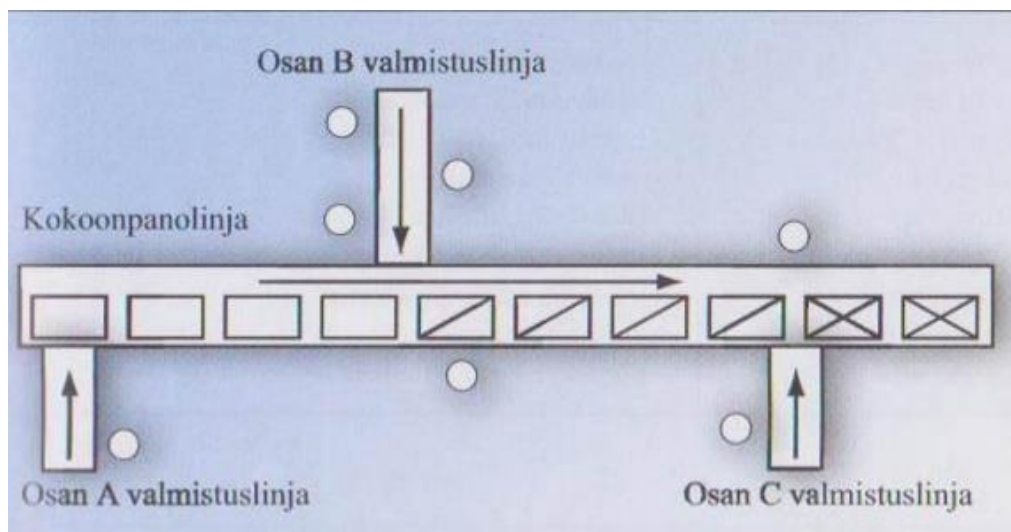
3.2.1 Tuotantolinja layout

Tuotantolinjassa koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinja on erikoistunut tietyn tuotteen valmistamiseen. Valmistus ja

kappaleenkäsittely on automatisoitua ja tehokasta. Työnkulku on suoraviivaista ja eri työvaiheiden välillä käytetään usein mekaanisia kuljettimia. (Uusi-Rauva, 1993, 47.)

Suuri volyyymi ja korkea kuormitusaste ovat keskeisiä edellytyksiä tuotantolinjan rakentamiselle. Suurien valmistusmäärien ansiosta tuotteen yksikköhinta muodostuu alhaiseksi, vaikka tuotantolinjan rakentamisen kustannukset ovat suuret. Tuotantolinja sieittää huonosti häiriöitä, koska pienikin häiriö vaikuttaa nopeasti koko linjan tuottavuuteen. (Uusi-Rauva, 1993, 47.)

Laadunvalvonta on tärkeää, koska häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat suuret ja linja kykenee tuottamaan tehokkaasti myös virheellisiä tuotteita. Kapasiteetin kasvattaminen on vaikeata linjan toteutuksen jälkeen. Tuotantosarjat ovat pitkiä, koska tuotteen vaihtaminen toiseen kestää usein kauan. Selkeä työnkulku tekee tuotannonohjauksen helpoksi. (Uusi-Rauva, 1993, 47.)

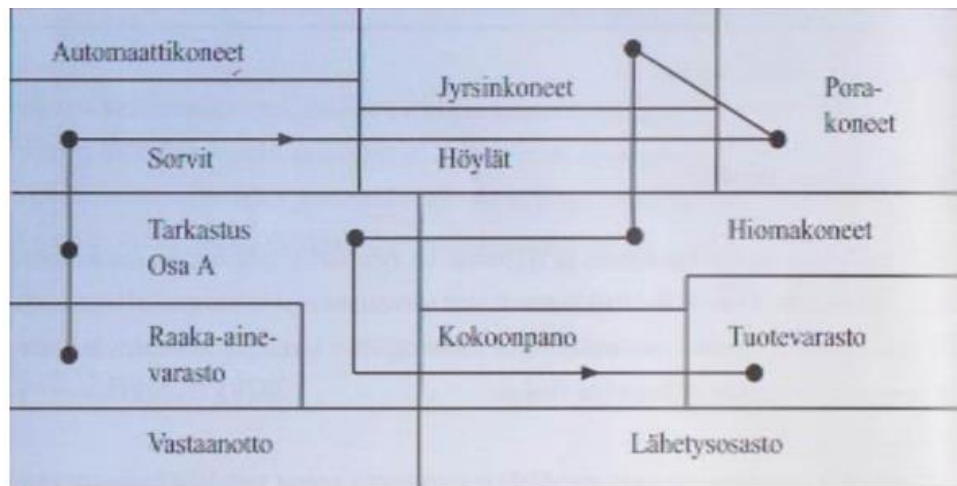


KUVA 4. Tuotantolinja Layout (Haverila ym. 2005, 476.)

3.2.2 Funktionaalinen Layout

Funktionaalisessa layoutissa koneet ja työpisteet on ryhmitelty työtehtävän samankaltaisuuden perusteella. Esimerkiksi kaikki sorvit ovat sorvaamossa ja hitsauspaikat hitsaamossa. Funktionaalista layoutia nimitetään myös 31 teknologiseksi layoutiksi koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi. (Uusi-Rauva, 1993, 48.)

Funktionaalissa layoutissa tuotantomääriä ja tuotetyyppejä voi joustavasti vaihdella. Kone- ja laitevalinnoilla pyritään siihen, että erityyppisten tehtävien suorittaminen olisi joustavaa. Tuotteet valmistetaan yksittäiskappaleina tai sarjoina. Toisistaan poikkeavien työkulkujen vuoksi materiaalin käsittelyyn voidaan soveltaa automaatiota hyvin rajoitusti. Tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelyyn. Töiden ohjaus oikea-aikaisesti työpisteestä toiseen on hankalaa. Työjonot kasvattavat keskeneräisen tuotannon määrää ja pidentävät tuotannon läpäisyäikää. Työpisteiden välisen suuren etäisyyden vuoksi materiaalien kuljetus- ja käsittelykustannukset muodostuvat suuriksi. Työvaiheiden välillä olevien välivarastojen ja työpisteiden etäisyyden vuoksi laadunohjaus on vaikeasti toteutettavissa. (Uusi-Rauva, 1993, 48.)



KUVA 5. Funktionaalinen Layout (Haverila ym. 2005, 477.)

Funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja halpa tuotantolinjaan verrattuna. Kapasiteetin kasvattaminen on joustavaa samoin kuin erilaisten tuotteiden valmistaminen, mutta funktionaalisen layoutin tuottavuus on tuotantolinjaan verrattuna heikompi ja kuormitusasteet jäävät keskimäärin matalaksi. (UusiRauva, 1993, 48.)

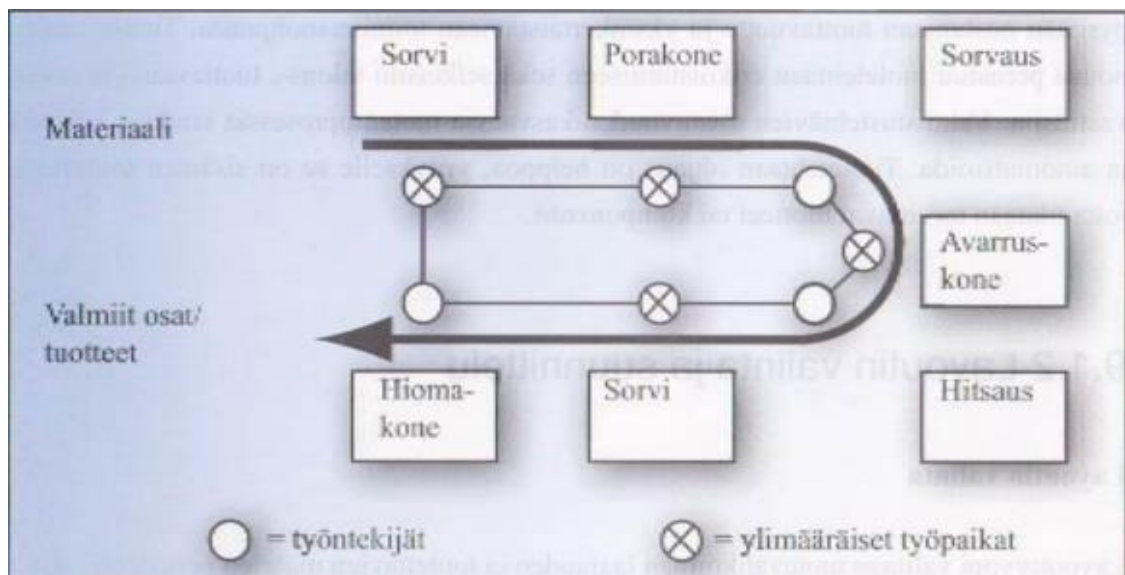
TAULUKKO 3. Layout-vaihtoehtojen vertailu. (Haverila ym. 2005, 477.)

Funktionaalinen layout	Tuotantolinjalayout
<ul style="list-style-type: none"> • suuret yksikkökustannukset • paljon keskeneräisiä töitä • joustava tuotepolitiikka • helppo rakentaa • pieni häiriöalttius • tuotannonohjaus vaikeaa • joustava kapasiteetin lisäämisessä • kuormitusaste 60–90 %. 	<ul style="list-style-type: none"> • pienet yksikkökustannukset • vähän keskeneräisiä töitä • jäykkä tuotepolitiikka • vaikea rakentaa • suuri häiriöalttius • tuotannonohjaus helppoa • joustamaton kapasiteetin lisäämisessä • kuormitusaste 80–100 %.

3.2.3 Solu layout

Solulayout muodostaa itsenäisen, eri koneista ja työpaikoista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden suorittamiseen. Solulayout on eräänlainen välimuoto funktionaalisesta ja tuotantolinjalayoutista. Materiaalivirta on selkeä, eikä siinä esiinny välivarastoja. Solujen läpäisyajat ovat huomattavan lyhyet funktionaaliseen layoutiin verrattuna. Solu pystyy valmistamaan joustavasti niitä tuotteita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Asetusajat siirryttäessä tuotteesta toiseen ovat lyhyet. Solu on joustavampi kuin tuotantolinja ja tehokkaampi kuin funktionaalinen järjestelmä omassa tuoteryhmässä. (Uusi-Rauva, 1993, 49.)

Eri tuotteiden tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella paljonkin. Valmistus tapahtuu yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska se muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Eri valmistusvaiheiden suorittaminen peräkkäin samalla alueella helpottaa laadunvalvontaa. Virheiden löytäminen ja korjaaminen on myös helppoa. Soluissa eri koneiden ja laitteiden kuormitusasteet voivat vaihdella huomattavasti, keskimäärin ne ovat alhaisemmat kuin tuotantolinjalla. Solu layout on funktionaalista layoutia herkempi kuormituksen vaihteluille ja tuotevalikoiman voimakkailla muutoksille. (Uusi-Rauva, 1993, 49.)

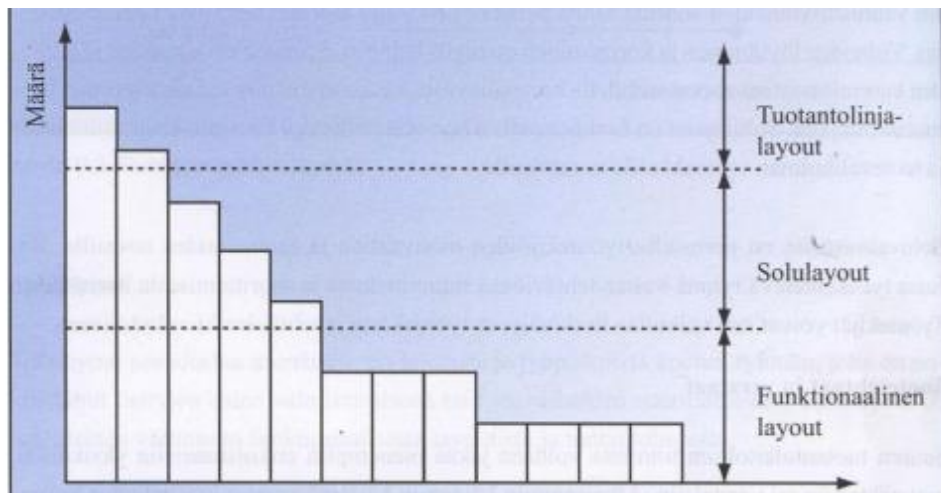


KUVA 6. Solulayout (Haverila ym. 2005, 478.)

3.2.4 Layout tyyppien valintaperusteet

Layoutin tyyppi valitaan tuotettavan määrän ja tuotevalikoiman laajuuden perusteella. Tuotettaessa suuria määriä saman tyyppisiä tuotteita sovelletaan tuotantolinjalayoutia. Funktionaalista layoutia käytetään, kun tuotantomäärä on pieni, mutta tuotetyyppien määrä on suuri. Solulayoutia käytetään, kun valmistetaan eri tuotteita toistuvasti, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että kannattaisi muodostaa sille oma tuotantolinja. Soluissa erityyppisten tuotteiden valmistus sujuu tuotantolinjaa joustavammin. (Haverila ym. 2005, 479.)

Kuvassa 7 näkyvässä Tuote-määrä analyysissä tarkastellaan valmistettavien tuotteiden määrän ja tuotenimikkeiden yhteyttä layout tyyppin valintaan. Pysty-akselilla on kuvattu tietyn tuotteen valmistusmäärää yrityksessä ja vaaka-akselilla kuvataan yrityksen valmistamien tuotteiden nimikkeiden määrää.



KUVA 7. Tuote-määrä analyysi (Haverila ym. 2005, 479.)

Tehtaan layoutin muodostumisessa käytetään erityyppisiä osalayoutteja. Layout vaihtelee eri tuotantoprosessien vaiheiden mukaan. Osat voidaan valmistaa funktionaalisessa- tai solulayoutissa, vaikka tuotteet kokoonpannaankin tuotantolinjassa. Konepajassa, joka on järjestetty funktionaalisesti, voidaan osa valmistuksesta organisoida soluiksi. Valmistuksen joustavuutta on lisännyt moderni tuotantoautomaatio. Vaihdettaessa tuotteesta toiseen asetajat ovat lyhyet, joka mahdollistaa erityyppisten tuotteiden valmistamisen joustavasti samassa tuotantoprosessissa. (Haverila ym. 2005, 480.)

4 SISÄLOGISTIikka

Laaja-alaisen määritelmän mukaan logistiikalla tarkoitetaan yrityksen kaikkien materiaa-
livoirtojen ja niihin liittyvien tietojen hallintaa. Sen keskeisenä tarkastelukohteena ovat
yrityksen ulkopuoliset materiaa-
livoirrat ja niihin liittyvä toiminnot. Logistiikan tavoitteena
on ohjata ja hallita koko arvoketjua aina raaka-
aineen valmistuksesta lopputuotteeseen
asti. (Haverila, ym. 2009, 460–462.)

Logistiikan keskeisiin tehtäviin kuuluu kuljetusten ja varastoinnin suunnittelu sekä val-
miiden tuotteiden varastointi. Logistiikka koskee myös yrityksen sisäistä materiaa-
livoirtaa ja toimitusten hallintaa. Tuotteiden eri valmistusyksiköissä valmistetaan paljon osia ja
logistiikan tehtävänä on huolehtia, että kaikki osat ovat asiakkaalla sovittuna aikana. Yri-
tyksen sisäistä materiaa-
livoirtojen suunnittelua ja ohjausta nimitetään sisäiseksi logisti-
ikaksi. Ulkoinen logistiikka pitää sisällään yrityksen ulkopuoliset materiaa-
livoirrat. (Have-
rila, ym. 2009, 460–462.)

4.1 Materiaa- livoirta

Toimivan konepajan edellytyksenä ovat selkeät materiaa-
livoirrat sekä hyvät layoutratkai-
sut. Materiaa-
linhallinnalla tarkoitetaan varastoinnin, raaka-
aineiden, puolivalmisteiden ja
lopputuotteiden hankinnan sekä jakelun hallintaa, joiden avulla ohjataan yrityksen kaik-
kia materiaa-
livoirtoja toimittajilta aina asiakkaalle asti. Toimitusaikojen lyhentäminen ja
varastojen pienentäminen vaativat yritykseltä hyvää materiaa-
lihallintaa. Materiaa-
lihallinnalla on nykyään yhä suurempi merkitys yrityksissä. Materiaa-
livoirtojen tehokas hal-
linta perustuu pääasiassa yritysten väliseen yhteistyöhön ja toiminnanohjaukseen. (Lapin-
leimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 51.)

4.2 Varastointi

Konepajan toiminnan ja kustannusrakenteen kannalta on hyvin tärkeää oikeanlainen ma-
teriaa-
lien varastointi ja käsittely. Varastointi jakautuu tavallisesti raaka-
aineiden varas-

tointiin ja tuotannon aikaiseen käsittelyyn sekä välivarastointiin. Varastomäärien on oltava optimoidut, mikä tarkoittaa hallittua varastoa ja sen nopeaa kiertoa sekä pientä kurranttiutta. Kuljetusten on sujuttava tuotantoon ja tuotannossa, sillä tehokas tuotanto ei salli materiaalipuutteita. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen, 1997, 12.)

Kaikki varastot merkitsevät aina pääomakuluja ja epäkuranttiusriskiä. Varastoja ei saisi olla teoriassa ollenkaan. Toisaalta täysin varastoton valmistus johtaa niukkatahtisuuteen. Tästä syntyvä jäykkyys voi vaikuttaa jopa kapasiteettiin, koneiden rajoittaessa toistensa käyntiä. Tullaan siis siihen johtopäätökseen, että välivarastot ovat välttämättömiä, mutta ne on pidettävä mahdollisemman pieninä. Välivarastoja on kolmea tyyppiä: vaiheiden väliset työnkulkumarastot, puolivalmistemarastot sekä prosessivarastot, esimerkiksi jäähtymis- ja kuivumisaikojen saamiseksi valmiusprosessiin. (Lapinleimu ym. 1997, 101.)

Tavaroiden siirtäminen ja kuljettaminen aiheuttaa tarvetta varastoinnille. Kuljetuserien muodostus, pakkaus, lastaus, kuljetus ja purku johtavat turhaan varastoimiseen ja pidentää läpäisyaikaa. Tilanne muodostuu erittäin hankalaksi varsinkin, jos tuote käy kesken valmistuksen alihankkijalla. Tuotteen siirtyminen yrityksestä toiseen aiheuttaa aina viivettä ja näin ollen pidentää läpäisyaikaa ja lisää varastoinnin tarvetta. Tuotteen ylimääräisiä kuljetuksia kesken valmistuksen tulisi välttää. (Haverila ym. 2005,447.)

Työnkulkumarastot toimivat suunnitellun valmistuksen osana, usein tavoitteena olevan asiakastilauksen perusteella. Näin ne eivät ole alttiita epäkuranttiusriskille. Niiden olemassaoloon voidaan suhtautua kevyemmin kuin puolivalmistemarastojen. Työnkulkumarastojen ainoa tavoite on tehdä virtaus joustavaksi poistamalla tiukka pakkotahtisuus. Tällöin solut, koneet tai työasemat pysyvät toimissaan omassa rytmisään. (Lapinleimu ym. 1997, 101.)

Selkeimmin työnkulkumarastot näkyvät linjoissa tai linjatyyppisessä valmistuksessa työasemien välisinä puskureina. Solujärjestelmässä solut tarvitsevat logistiikka-asemia siirtojen vapauttamiseksi solujen rytmistä. Funktionaalisessa järjestelmässä vastaavat odotusasemat koneilla saattavat jonomuodostuksen vuoksi kasvaa liian suuriksikin. (Lapinleimu ym. 1997, 101.)

Välivarastoja tarvitaan työvaiheiden kytkeytyessä toisiinsa. Eri vaiheilla on eri nopeudet, joten keskeneräisiä tuotteita on varastoitava toimintojen välillä. Tuotteita siirretään usein

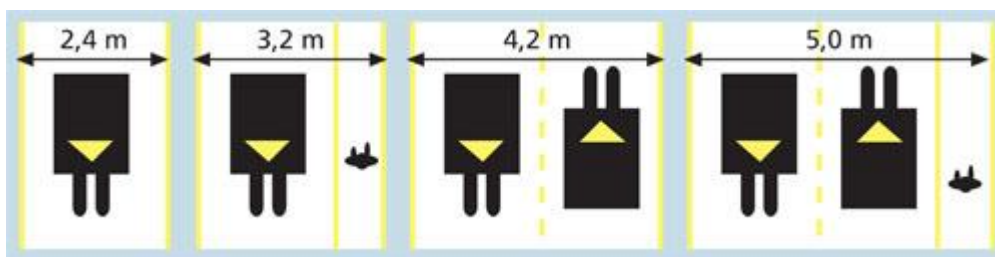
työpisteiden välillä ja näin ollen siirtoerät kasvattavat varastoja. Välivarastot kasvavat valmistuksen työvaiheiden lukumäärän mukaan. Välivarastoihin vaikuttavat myös etäisyydet ja eri tuotetyypit. Välivarastot hidastavat paljon tuotteen läpäisyä, sitovat resursseja ja kasvattavat laatuvirheiden määrää. Turhat välivarastot tulisi eliminoida. (Haverila ym. 2005,446–447.)

4.3 Kulkutiet

Sekavat ja suunnittelemattomat ajoreitit aiheuttavat tarpeettomia kustannuksia ja vaaratilanteita. Liikenteen ja liikennereittien suunnittelulla voidaan välttää vaarallisia risteyksiä sekä vähentää muitakin vaaroja. (työsuojeluhallinto, 2009)

Suunnittelun perusasioita:

- Ajoväylien suunnittelussa on vältettävä suurten liikennevirtojen kohtaamista ja erityisesti vaarallisten risteysten muodostumista.
- Tilaa on oltava riittävästi turvalliseen ja joustavaan trukilla työskentelyyn.
- Ajoväylät mitoitetaan käytössä olevan trukikaluston ja siirrettävän materiaalin määrän ja koon mukaan.
- Ajoväylät merkitään opastein ja liikennemerkkein.
- Risteykset, portit, oviaukot ym. ongelmakohdat suunnitellaan ja varustetaan siten, että niiden käyttö on turvallista.
- Kuormalavahyllyihin on kiinnitettävä selkeät kilvet sallituista lavakuormista.
- Kuormalavahyllyt on varustettava törmäyssuojalla.
- Valaistus. (Työsuojeluhallinto, 2009.)



KUVA 8. Trukkikäytävän mitoitus

Trukkiväylän mitoituksen ohjearvoja

- yksisuuntainen trukkiliikenne: 2,4 m
- yksisuuntainen trukkiliikenne + jalankulku: 3,2 m
- kaksisuuntainen trukkiliikenne: 4,2 m
- kaksisuuntainen trukkiliikenne + jalankulku: 5 m (Trukkiväylien suunnittelu, 2015)

5 UUDEN TUOTANTOTILAN LAYOUT-SUUNNITTELU

Tässä luvussa perehdytään uuden tuotantotilan layout-suunnitteluun. Luku aloitetaan käymällä läpi yritysten valmistusprosesseja ja niiden vaikutusta layout tyyppin valintaan. Luvussa käydään läpi karkean layoutin sekä tarkemman layoutin suunnittelua. Lisäksi luvussa käydään läpi suunnitteluprosessissa syntyneitä lopullista layouttia uuteen tuotantolaitokseen.

5.1 Valmistettavien tuotteiden asettamat rajoitukset layoutissa

Tässä kohdassa käsitellään yritysten valmistamien tuotteiden vaiheistusta ja, sitä kuinka se vaikuttaa layout-suunnitteluun. Molempien yritysten ensimmäinen työvaihe on aina tavaran vastaanotto ja viimeinen työvaihe on valmiin tavaran lähetys asiakkaalle. Tämän takia yrityksillä tulisi olla yhteiset tilat näihin toimintoihin. Näitä vaiheita lukuun ottamatta yrityksillä on erillinen tuotanto.

5.1.1 Lehti Group Oy

Yrityksen tuotanto voidaan jakaa karkeasti viiteen eri luokkaan, jotka ovat:

- Akselit
- poratuotteet
- sorvaus + jyrätyt tuotteet
- jyrätytuotteet
- tankotuotteet.

Valmistettavien tuotteiden työvaiheet on kuvattu taulukossa 4. Yrityksen liikevaihdosta n. 50 % koostuu poratuotteista ja loppu jakaantuu muille luokille. Yrityksessä tehtävät työvaiheet noudattavat pääsääntöisesti samoja kaavoja, koska yritys tekee alihankintana koneistustöitä joissain tapauksissa tämä ei pidä paikkaansa. Yrityksen tuotanto koostuu pääasiassa piensarjoista pois lukien tankotuotteet, joissa sarjat voivat olla suuria. Yrityksen valmistamalla poratuotteilla on suurin vaikutus layoutin suunnittelussa, sillä niiden

valmistukset työvaiheet poikkeavat muista tuotteista sekä ne ovat suurin yksittäinen tuoteryhmä. Poratuotteissa valmistettavat tuotteet käyvät kesken valmistusprosessin alihankinnassa, joka asettaa rajoitteita layoutin suunnittelussa.

TAULUKKO 4. Valmistettavien tuotteiden työn vaiheistus

Työ- vaihe	Poratuotteet	Työvaihe	sorvaus + jysintä	Työ- vaihe	Tankotuotteet
1	Tavarin vastaanotto	1	Tavarin vastaanotto	1	Tavarin vastaanotto
2	Sahaus *	2	Sahaus *	2	Sahaus/katkaisu
3	Sorvaus	3	Sorvaus/monitoimisorvaus	3	sorvaus/monitoimisorvaus
4	Jysintä	4	Jysintä	4	Varastointi/lähetys asiakkaalle
5	Lähetys alihankintaan	5	Varastointi/lähetys asiakkaalle		
6	Karkaisu (alihankinta)		Akselit		Jysintuotteet
7	Tavarin vastaanotto	1	Tavarin vastaanotto	1	Tavarin vastaanotto
8	Kovaporaus	2	Sahaus *	2	Sahaus *
9	Nastoitus	3	Sorvaus/monitoimisorvaus	3	Jysintä
10	Maalaus	4	Varastointi/lähetys asiakkaalle	4	Varastointi/lähetys asiakkaalle
11	Varastointi/lähetys asiakkaalle				

*= Tuotteille joille ei ole tilattu määrämittaista aihiota

5.1.2 Ferlamec

Ferlamec Oy:n tuotannon työvaiheet ovat pitkälti samat kuin Lehti Groupissa. Yritys ei valmista kuitenkaan poratuotteita eikä tankotuotteita. Ferlamecin tuotteiden valmistettavien tuotteiden vaiheistuksen näkee Taulukosta 5. Yrityksen tuotannossa työvaiheita on vähemmän kuin Lehti Group Oy:n tuotannossa ja näin ollen layout on helpompi suunnitella vastaamaan yrityksen tuotantoa

TAULUKKO 5. Ferlamec Oy:n valmistamien tuotteiden työn vaiheistus

Työ- vaihe	Sorvaus + jysintä	Työ- vaihe	Akselit	Työ- vaihe	Jysintuotteet
1	Tavaran vastaanotto	1	Tavaran vastaanotto	1	Tavaran vastaanotto
2	Sahaus *	2	Sahaus *	2	Sahaus *
3	Sorvaus/monitoimisorvaus	3	Sorvaus/monitoimisorvaus	3	Jysintä
4	Jysintä	4	Varastointi/lähetys asiakkaalle	4	Varastointi/lähetys asiakkaalle
5	Varastointi/lähetys asiakkaalle				

*= Tuotteille joille ei ole tilattu määrämittaista aihiota

5.2 Fyysinen pienoismalli rakennuksesta

Varsinainen suunnittelutyö aloitettiin rakentamalla fyysinen pienoismalli uusista tuotantotiloista. Pienoismallin alusta rakennettiin teräspelistä ja puusta. Alustaan tulostettiin 1:100 mittakaavassa oleva rakennuksen pohjapiirustus (Liite 1). Fyysisen pienoismallin käyttäminen layout suunnittelussa on hyödyllinen työkalu, koska sillä pystyy nopeasti kokeilemaan eri tilojen toimivuutta yrityksen tuotannolle. Fyysinen pienoismalli mahdollistaa monen ihmisen yhtäaikaisen suunnittelun samassa tilassa jolloin on helppo päättää, mitkä suunnitelmat on mahdollista ja järkevää ottaa tarkempaan tutkintaan.

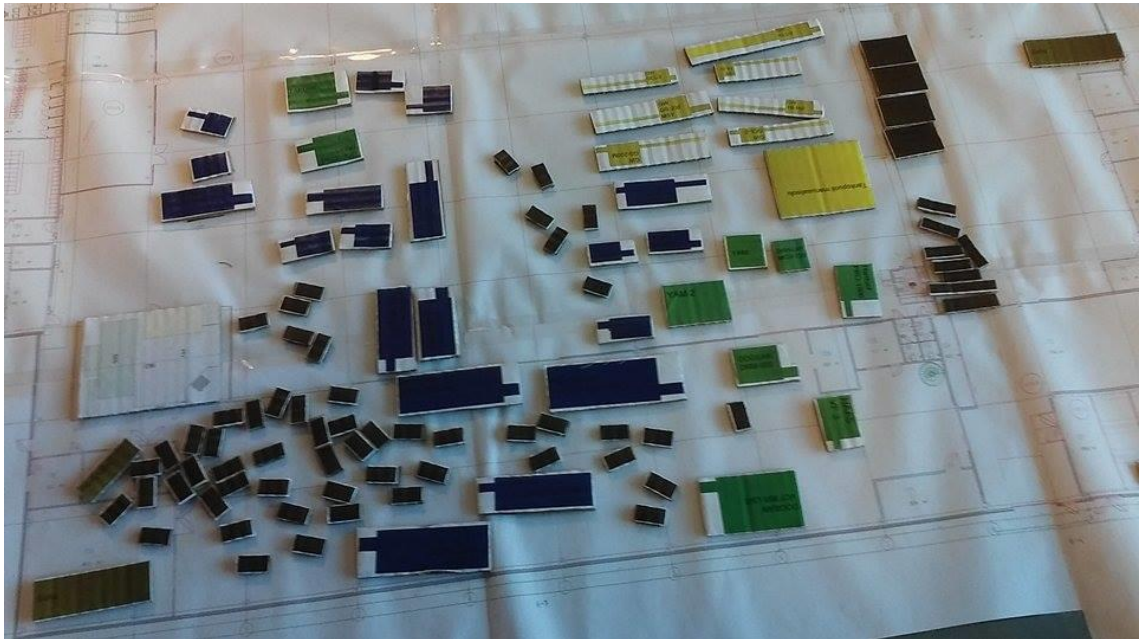
Pienoismallin pohjaksi valittiin teräksestä valmistettu 3 mm paksuinen ohutlevy sen magneettisten ominaisuuksien ja kohtuullisen hinnan vuoksi. Levyyn tehtiin puusta kehikko, joka estää peltiä taipumasta ja helpottaa pienoismallin siirtämistä paikasta toiseen tarpeen vaatiessa. Pienoismallia varten yrityksen käytössä olevista koneista ja varastoista laadittiin pienoismallit mittakaavassa 1:100, joten simulaattorissa käytössä olevat mallit sekä pohjapiirustuksen mittasuhteet ovat skaalautuneet samassa suhteessa. Tämän vuoksi koneita liikuttelemalla pienoismallissa näkee, kuinka kone sopisi kyseiseen paikkaan oikeassa tilanteessa.

Käytössä olevista koneista mitattiin niiden ulkomitat lastunkuljettimiseen, joistain koneista mitat olivat helposti löydettävissä valmistajan sivuilta ja näitä mittoja pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon. Tässä vaiheessa koneet päätettiin jakaa kolmeen eri ryhmään, joita merkataan eri väreillä (Taulukko 6).

TAULUKKO 6. Koneryhmien värit

Koneryhmä	Väri
Tankokoneet	Keltainen
Sorvit	Sininen
Työstökeskukset	Vihreä
Varastot	Ruskea

Kun kaikki koneet ja varastot oli mitattu, ne piirrettiin Draftsight ohjelmistossa 2D-malleiksi mittakaavassa 1:100. Tulostettaville papereille mahdollisimman monta konetta, niin kauan kunnes kaikkien koneiden pienoismallit olivat tulostettu. Tulosteet liimattiin pahvin päälle, joka sitten leikattiin mallin määräämään muotoon (Kuva 9). Tärkeä osa pienoismallia on sen liikuteltavuus ja käytön helppous, joten pahvisten mallien pohjaan laitettiin liimautuvaa magneettilistaa. Magneettilistan avulla pienoismallissa olevat koneet pysyvät kiinni teräksisessä pohjassa pienoismallia liikuteltaessa.



KUVA 9. Yritysten työstökoneet ja varastot fyysisessä mallissa

5.2.1 Tuotantotilojen sijainnin etsiminen rakennuksessa

Tuotantotilojen sijainnin kannalta oleellisia asioita ovat mm. Kulkuteiden sijainti, olemassa olevat huoneet, kopit ja rakennelmat, tilojen koko, tilojen korkeus jne. Tiloissa tulisi olla kolme erillistä kulkutietä ulos rakennuksesta. Kulkuteitä tarvitaan saapuvalle

tavaralle, lähtevälle tavaralle sekä tuotteiden valmistuksessa syntyville metalli- ja muovilastujen kuljettamiselle niiden keräys astioihin, joista ne voidaan helposti kuljettaa kiertäykseen. Lehti Group Oy:n ja Ferlmamec Oy:n Koneet tulisi olla tiloissa eroteltuina, koska yrityksillä on erillinen tuotanto. Yrityksien tulisi silti voida käyttää samoja tavaran vastaanoton ja lähtevän tavaran tiloja sekä lastunkuljetuksen reittejä. Tiloja valitessa tulee ottaa huomioon myös puku-, pesu- ja WC-tilojen sijainnit.

Tuotantotilojen sijaintiin rakennuksessa vaikuttavat asiat:

- nosto-ovi ja riittävät tilat saapuvalla tavaralle
- nosto-ovi ja riittävät tilat lähtevälle tavaralle
- kulkureitti ulkona sijaitseville lastunkeräys astioille
- Pukutilojen sijainti
- WC ja pesutilojen sijainti
- toimistotilat työnjohdolle
- riittävät tilat työstökoneille (pituus, leveys ja korkeus)
- riittävät tilat kulkuteiden turvalliseen toteuttamiseen
- riittävät tilat varastoille
- yritysten tuotantokoneiden erillinen sijainti
- tankopuolen tuotannon erillinen sijainti muusta tuotannosta
- vesipisteiden sijainti
- sähkökeskusten sijainti
- mahdollisuus rakentaa nosturilinjat
- pysyvän tulityöpaikan tekemisen mahdollisuus
- mahdollisuus laajentaa tuotantoa tulevaisuudessa.

Fyysisessä pienoismallissa päädyttiin nopeasti kahteen mahdolliseen vaihtoehtoon uusien tuotantotilojen sijainniksi (Liite 2.). Mahdollisia sijainteja rakennuksessa oli kaksi kappaletta. Rakennuksen molemmissa päädyissä olisi tilat, jotka täyttäisivät tuotantotilalle asetetut kriteerit.

Sijainnin vaihtoehto 1:n käyttäminen vaihtoehtona loppui lyhyeen, kun selvisi että suunnitelluissa tiloissa on tällä hetkellä vuokralla erään museon varasto ja sen siirtäminen pois rakennuksesta veisi liian kauan, joten tämä vaihtoehto jouduttiin hylkäämään.

Toinen vaihtoehto oli suunnitella uudet tilat siihen osaan rakennuksesta, jossa Riikonen Group Oy:llä on tuotantolinjat. Tämä tarkoittaisi sitä, että Riikonen Group Oy:n olemassa olevat tuotantotilat siirrettäisiin rakennuksen keskellä sijaitsevaan halliin, rakennuksen pohjapiirustuksessa tämä halli on merkitty H1. Yritysten johto kävi aiheesta neuvotteluja ja tämä vaihtoehto sopi kaikille osapuolille. Tämän päätöksen myötä tiloihin alettiin suunnittelemaan karkeaa layouttia fyysisen pienoismallin avulla.

Valittuihin tiloihin jätettiin Riikonen Group Oy:n nosturilinjat ja Riikonen Group Oy:lle rakennettiin uudet nosturilinjat, jotka mahdollistavat entistä raskaampien kappaleiden nostojen toteuttamisen. Tiloissa sijaitsee valmiiksi kaksi nosto-ovea, joista toinen mahdollistavat kuorma-autojen ja rekkojen rahdin purkamisen myös sisätiloissa nosturilla. Tilassa on myös kaksi ovea, jotka yhdistävät kaikkien kolmen yrityksen tilat toisiinsa. Tämä mahdollistaa sujuvan sisälogistiikan suunnittelun.

5.3 Karkean layoutin suunnittelu

Karkea layout suunniteltiin aikaisemmin esitetyn fyysisen pienoismallin avulla. Suunnittelu alkoi sillä, että tiloihin käytiin tutustumassa ja tilassa kaikki mahdolliset suunnittelua rajoittavat tekijät pyrittiin kartoittamaan. Kaikkia rajoittavia tekijöitä ei ollut merkittynä rakennuksen pohjapiirustukseen, mutta ne on otettava tilan layout-suunnittelussa huomioon. Pohjapiirustuksesta puuttuvat rajoittavat tekijät kartoitettiin tilasta ja niiden paikat hallissa mitattiin rullamitalla sekä laseretäisyysmittarilla ja ne lisättiin pienoismallin pohjapiirustukseen.

Tuotantotilan asettamat suunnittelua rajoittavat tekijät:

- Tilassa valmiina olevat nosturilinjat
- kattoa kannattelevat palkit
- ilmanvaihdon tulo- ja menoputket
- palopostit
- hätäpoistumistiet
- paineilman tuloletkujen sijainti
- vesipisteiden sijainti
- sähkökaappien sijainti
- lattialaatat.

Layout-tyypin valintaa miettiessä käytiin läpi yrityksen valmistamien tuotteiden työvaiheita ja niiden järjestystä. Koska yritys on pääosin alihankintakonepaja, yrityksellä on paljon eri tuotenimikkeitä valmistuksessa. Valmistettavien tuotteiden sarjakoko vaihtelee paljon, joten päädyttiin pääosin noudattamaan funktionaalista layouttia. Osassa tuotteista on mahdollista hyödyntää myös solu layouttia.

Fyysiseen pienoismalliin lisättiin myös tilavaraukset valmistukset tukitoiminnoille, kuten tavaran vastaanotolle sekä valmiin tavaran pakkaukselle ja lähetykselle. Lisäksi malliin lisättiin tilavaraukset yhteisessä käytössä oleville työkaluille ja mittavälineille. Pienois-mallilla kokeiltiin useita eri vaihtoehtoja uuden tuotantolaitoksen layoutiksi ja aiheesta pidettiin monta palaveria, joissa yhdessä yritysten johdon sekä työnjohdon kanssa mietittiin optimaalista layouttia yrityksille. Kuvassa 10 on karkean layout-suunnittelun loppu-tulos



KUVA 10. Fyysisellä pienoismallilla saavutettu karkea layout suunnitelma

Tämä layout-vaihtoehto päätettiin toteuttaa. Tästä vaihtoehdosta alettiin suunnittelemaan tarkempaa layout suunnitelmaa tiloihin. Valitussa layoutissa tiloissa jo valmiina olevat nosturilinjat määrittelevät pitkälti koneiden sijoitusta. Koneet on sijoitettu siten, että olemassa olevilla nostureilla voidaan nostaa raskaimpia kappaleita koneisiin. Nosturilinjojen

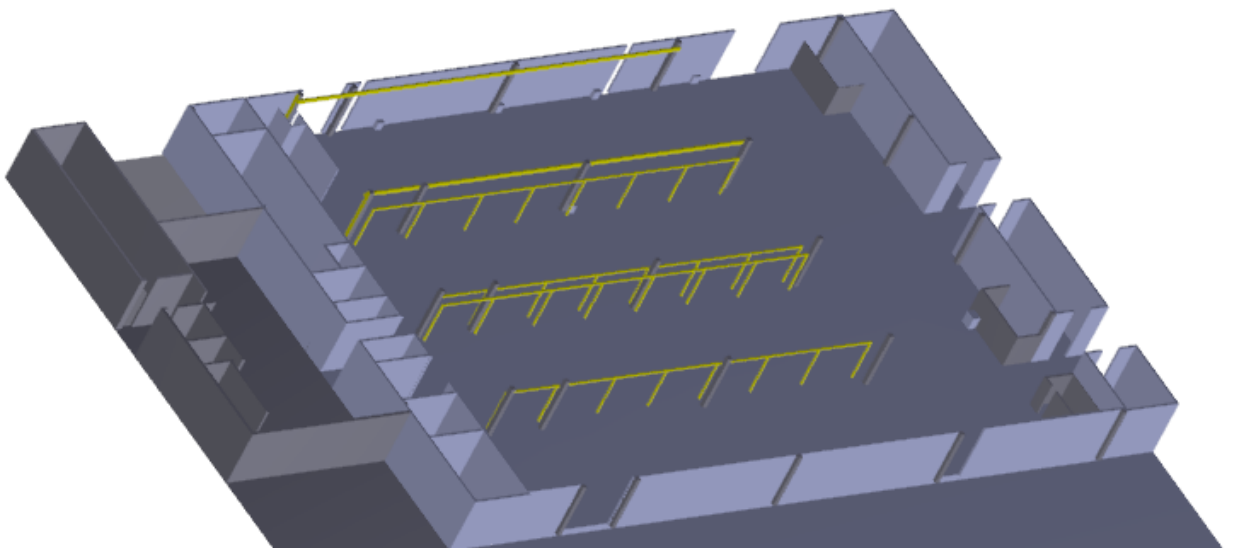
lisäksi nostot voidaan suorittaa konekohtaisilla kääntöpuominostureilla. Valittu layout-tyyppi on pääasiassa funktionaalinen layout, lisäksi pienemmistä koneista on muodostettu solulayout, joka palvelee hyvin pienempiä tuotteita tehtäessä.

5.4 Tuotantotilan tarkempi layout-suunnittelu

Tilan tarkempi suunnittelu tehtiin Solidworks CAD-ohjelmalla. CAD-ohjelmalla tiloista luotiin 3D-malli, johon suunniteltiin tarkemmin koneiden paikkoja valitussa tuotantotilassa. Tuotantotilat pyrittiin mallintamaan mahdollisimman tarkasti ottaen huomioon kaikki tilassa olevat rajoitteet. Mallinnettuihin tiloihin sijoiteltiin koneet, varastot, tuotannon tukitoimien tarvitsemat tilat. Tässä vaiheessa työpisteiden tarvitsemat tilat käytiin läpi tarkemmin, jotta uudesta tuotantotilasta saataisiin mahdollisimman toimiva.

5.4.1 Tilan mallinnus

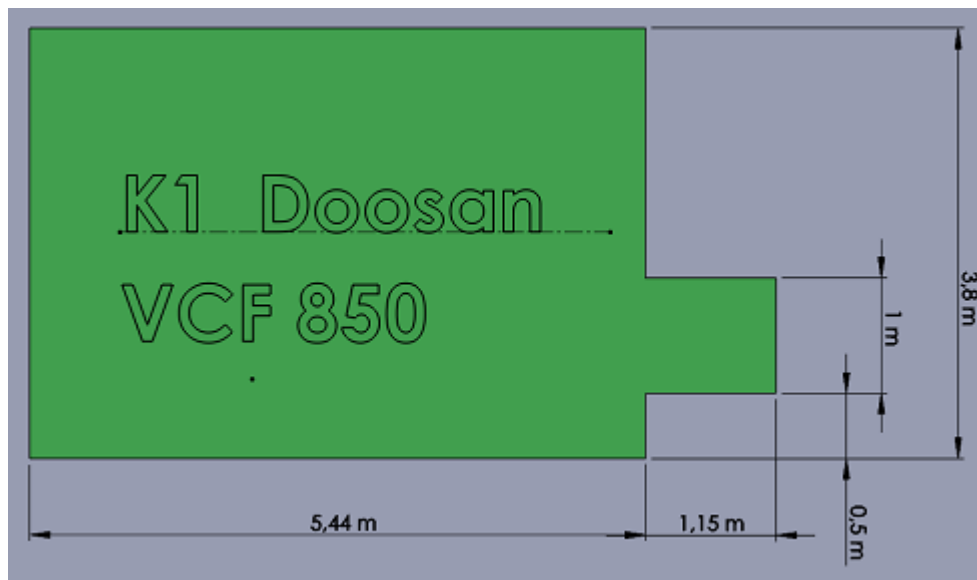
Valitusta tuotantotilasta tehtiin mahdollisimman tarkka 3D-malli Solidworks CAD-ohjelmalla. Malliin sisällytettiin kaikki tulevassa tuotantotilassa olevat suunnittelua rajoittavat asiat. Kuvassa 11 keltaisella näkyvät linjastot ovat tiloissa valmiiksi olevat nosturilinjat, työn seuraavissa osiossa nämä linjat on nimetty linja 1, linja 2 ja linja 3. Linja 1 on kuvassa ylimpänä näkyvä linjasto, linja 2 on keskellä oleva linja ja linja 3 on kuvassa alimpana näkyvä linja.



KUVA 11. Tiloista tehty 3D-malli

5.4.2 Koneiden mallinnus

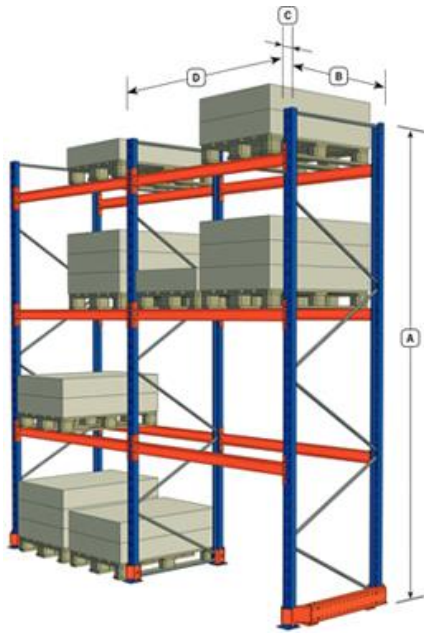
Koneita mallinnettaessa hyödynnettiin koneiden valmistajien tarjoamia esitteitä, joista saatiin selville koneiden sekä lastunkuljettimien mitat. Kaikista työstökoneista ei ollut saatavilla esitteitä, joten ne jouduttiin käsin mittaamaan. 3D-malleja tehtäessä tärkeimmät mitat koneessa olivat koneen pituus ja leveys sekä koneessa kiinni olevan lastunkuljettimen pituus ja leveys. Lastunkuljettimen päähän laitettava lastukaukalo on otettava myös huomioon. Koneiden korkeudella ei ollut suurta merkitystä malleja piirtäessä, sillä kaikki yritysten koneet mahtuivat nosturilinjojen alle hyvin. Kuvassa 12 on yhden merkittynä koneen mallintamisessa käytetyt mitat.



KUVA 12. Koneiden mallinnus

5.4.3 Varastojen mallinnus

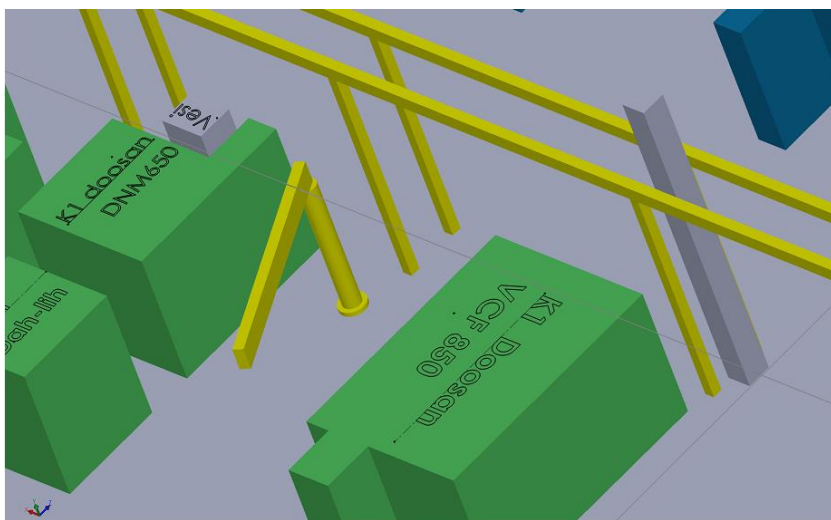
Varastoja mallinnettaessa on otettu huomioon minkälaisia varastohyllyjä tiloihin ollaan sijoittamassa. Tässä tapauksessa käytettyjä varastohyllyjä ovat eurolavoille suunnitellut varastohyllyt. Tiloihin tulee 3- sekä 5-kerroksisia varastohyllyjä joiden jänneväli on suunniteltu 2-3:lle eurolavalle. Kuormalavahyllyjä mallinnettaessa on otettu huomioon hyllyjen tärkeimmät mitat (Kuva 13).



KUVA 13. Kuormalavahyllyn tärkeimmät mitat

5.4.4 Kääntöpuominosturien mallinnus

Osa koneista tarvitsee kääntöpuominosturin, jolla nostetaan valmistettavia kappaleita koneeseen. Kääntöpuominosturin käyttäminen kappaleiden nostamisessa on huomattavasti helpompaa ja nopeampaa kuin siltanosturin käyttäminen. Kääntöpuominostureiden rajoitteena on kuitenkin niiden suhteellisen pienet maksimi nostokuormat, joten suurimpien kappaleiden nostot joudutaan suorittamaan siltanosturilla. Kääntöpuominosturit mallinnettiin siten, että niiden kääntyvää puomia liikuttamalla 3d-mallissa voidaan nähdä nosturin liikealue (Kuva 14).

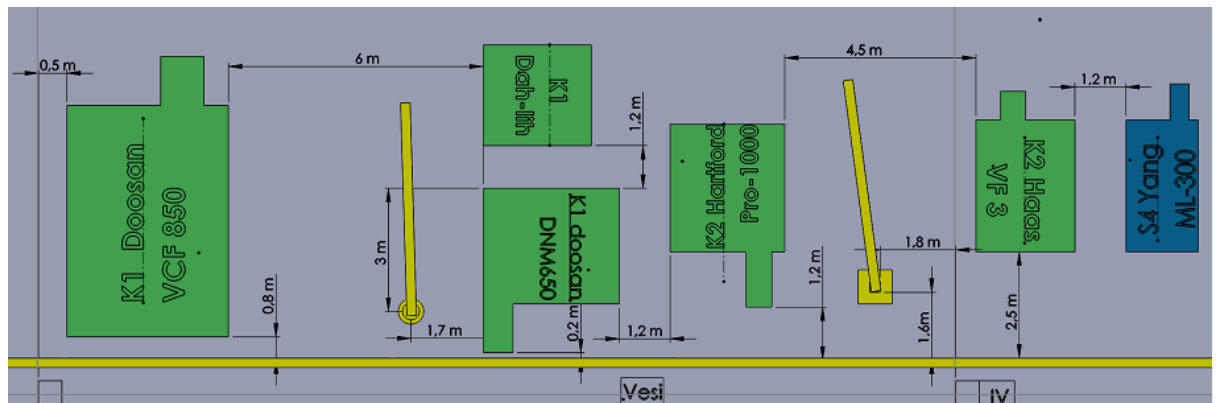


KUVA 14. Kääntöpuominosturi mallinnettuna

5.5 Koneiden sijoittelu malliin

Koneiden sijoittelussa tulee ottaa huomioon kunkin koneen työpisteen sisältö. Työpisteisiin kuuluvat työstökoneen lisäksi tietokone, työpöydät, konekohtaiset työkalut, nostovälineet, kiinnitysvälineet ja koneella käytettävät terät. Koneiden sijoittelussa on otettu huomioon myös työskentelyyn tarvittavat tilat, sekä säilytystilat sillä hetkellä työssä olevalle työlle.

Koneiden sijoittelu tehtiin tiiviissä yhteistyössä koneita käyttävien työntekijöiden sekä koneista vastaavan työnjohdon kanssa. Kunkin työstökoneen kohdalla käytiin läpi koneen ympärilleen tarvitsevat turvaetäisyydet, työskentelytilan tarve, säilytystilan tarve sekä kulkuteille vaadittavat tilat (Kuva 15).



KUVA 15. Koneiden sijoittelu malliin

Koneiden sijoittelussa layouttiin on otettu huomioon myös koneiden väliin jätettävät turvaetäisyydet. Koneiden huoltaminen on mahdollistettava koneiden ollessa paikallaan, joten koneiden väliin on jätetty 1.2 m leveät turvavälit. Tämä mahdollistaa koneiden sähkökaappien avaamisen ja niiden mahdollisen korjaamisen vikaantumisen ilmettyä.

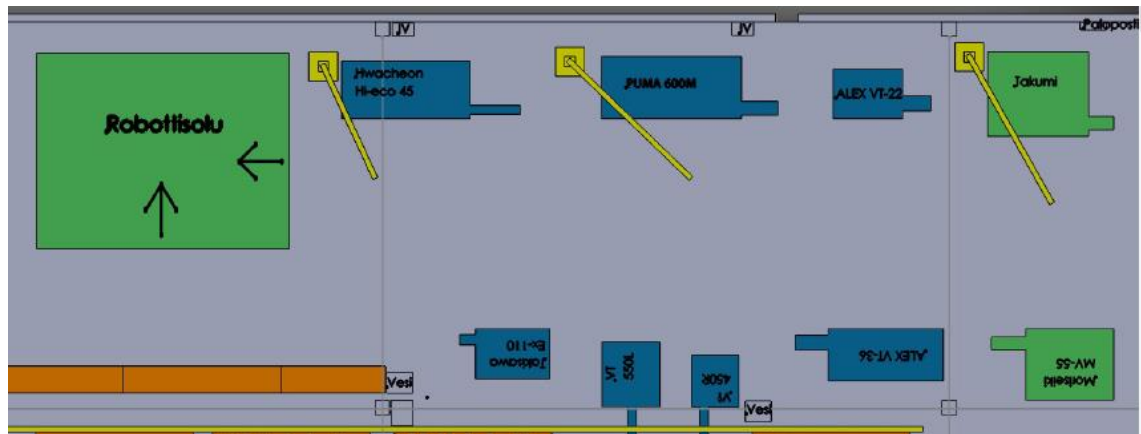
5.6 Lopullinen layout

Tässä kohdassa käydään läpi suunnittelutyössä syntyneitä lopullista tuotantolaitoksen layouttia (Liite 3). Layout on jaettu osiin, koska kokonaisuus on niin laaja, että sen avaaminen kerralla olisi hyvin vaikeaa.

5.6.1 Linja 1 (Ferlamec Oy)

Ferlamec Oy:n työstökoneet on sijoitettuna layouttiin yrityksen valmistamien tuotteiden työvaiheiden suorittamisjärjestyksen mukaisesti (kuva 16). Koneilla käytettävät kääntöpuominosturit on sijoitettu työpisteille siten, että niiden käyttäminen on työntekijälle mahdollisimman helppoa ja vaivatonta. Koneet on sijoitettu siten, että koneiden väliin jäävälle alueelle on mahdollista tehdä kulkulinjat. Koneiden sijoittelussa on otettu huomioon, että osalla työpisteistä yksi työntekijä käyttää useampaa työstökonetta samanaikaisesti.

Ferlamec Oy:n materiaalivarastot ovat sijoitettuna linjan alkuun, koska yrityksen tuotannossa ei ole tarvetta erillisille välivarastoille. Tarvittavat työkalut ja mittavälineet ovat sijoitettuna työpisteille.

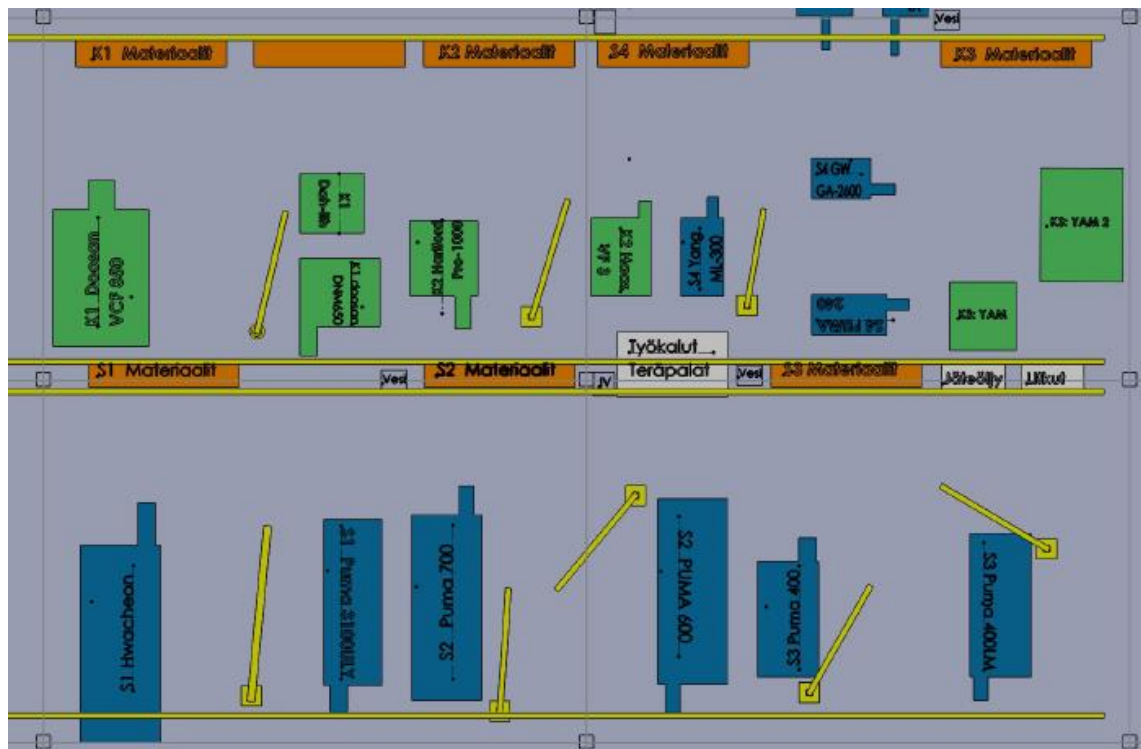


KUVA 16. Ferlamec Oy:n koneet layoutissa.

5.6.2 Linjat 2 & 3 (Lehti Group Oy)

Linjojen 2 ja 3 layout (kuva 17) perustuu kahdesta tai useammasta koneesta muodostettuihin koneryhmiin, joilla jokaisella on omat materiaalivarastot. Koneryhmiä miettiessä kiinnitettiin huomiota koneilla valmistettavien tuotteiden samankaltaisuuteen ja koneilla tarvittavien työkalujen samankaltaisuuteen. Lisäksi työviihtyvyys ja työturvallisuus paranevat kahden työpisteen ollessa vastakkain tapaturman sattuessa on aina joku lähettyvillä, joka huomaa tapaturman ja ryhtyy tarvittaviin toimenpiteisiin tämän jälkeen.

Koneet on sijoitettu siten, että olemassa olevilla siltanostureilla päästään tarpeen mukaan nostamaan painavat kappaleet koneisiin, jos työpisteillä olevien kääntöpuominosturien nostokyky ei siihen riitä. Materiaalivarastot on sijoitettu nosturilinjoja kannattelevien palkkien väliin, tällä on pyritty optimoimaan lattiapinta-alan käyttöä layoutissa.



KUVA 17. Linjojen 2 & 3 Layout

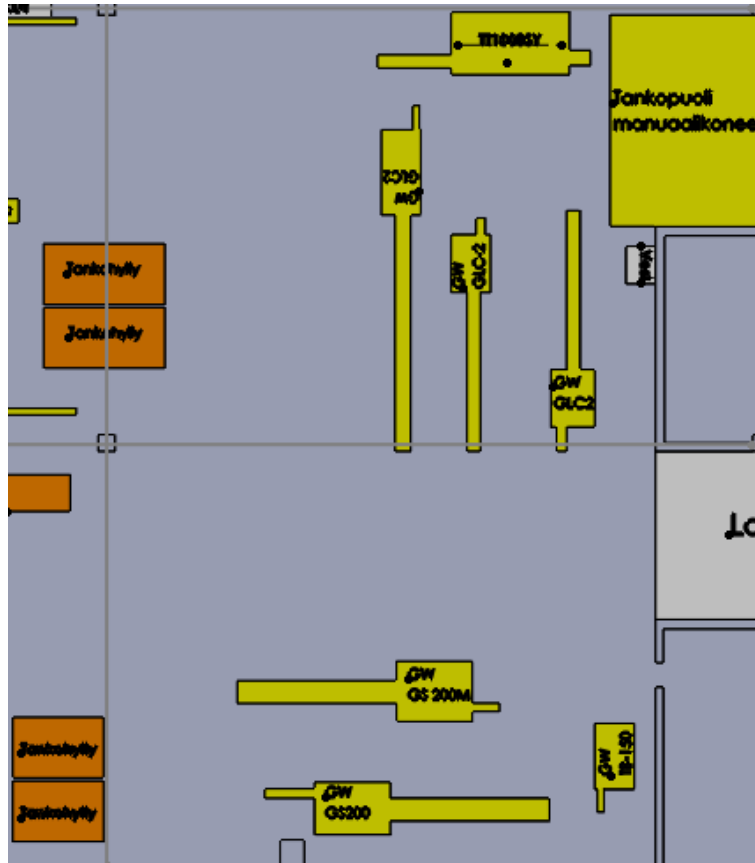
Yhteiset työkalut ja teräpalat sijoitettiin mahdollisimman keskeiselle paikalle tuotantotiloissa. Tällä pyritään välttämään turhan pitkiä kävelymatkoja, kun työpisteellä tarvitaan uusia teräpaloja tai jotain harvemmin käytössä olevaa työkalua. Tilantarve tälle alueelle selvitettiin käymällä läpi yrityksen teräpalat sekä yhteisessä käytössä olevat työkalut.

5.6.3 Tankopuoli (Lehti Group Oy)

Tankopuolen layout perustuu kolmeen erilliseen työpisteeseen. Kuvassa 18 näkyvät koneet on sijoitettu siten, että niistä syntyy yksi neljän tankosorvin työpiste, yksi kolmen tankosorvin työpiste, sekä viimeistelyssä käytettävät manuaalikoneet ovat sijoiteltuna yhteen työpisteeseen.

Layoutissa huomioituja asioita:

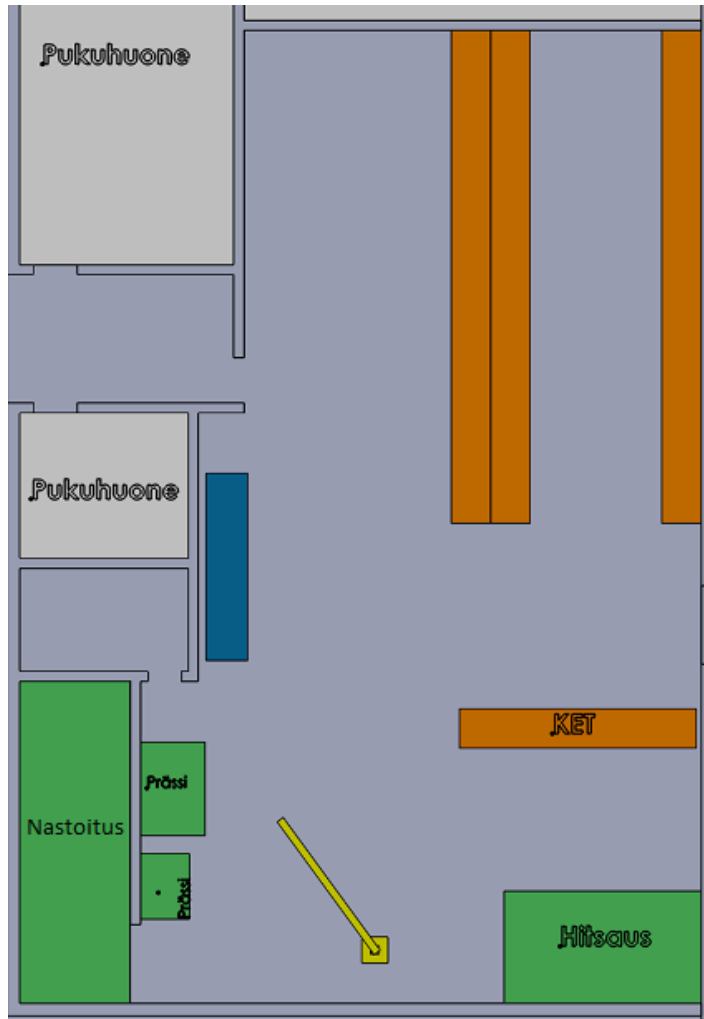
- Tangonsyöttölaitteiden täyttöpuoli
- koneiden väliin jäävät riittävät kulkureitit
- työkalujen & mittalaitteiden sijoittelu
- materiaalivarastojen sijainti
- lastukaukaloiden tyhjennys



KUVA 18. Tankopuolen layout

5.6.4 Porapuoli

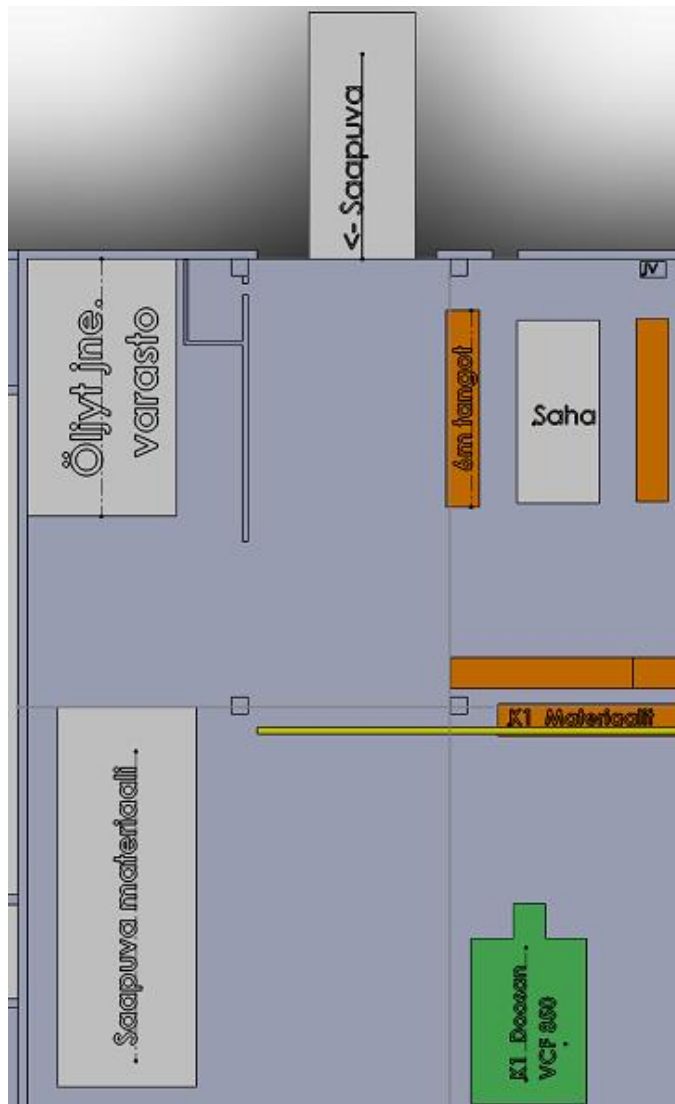
Porapuolella tehtäviin työvaiheisiin kuuluvat prässäys, hitsaus, nastoitus ja maalaus. Layout (kuva 19) suunniteltiin näiden työvaiheiden mukaisesti niin, että työskentely tiloissa tapahtuisi mahdollisimman jouhevasti. Tilassa on riittävästi tilaa kappaleiden käsittelyyn, sekä nastoitukselle tarkoitettu erillinen huone vaimentaa nastoituksesta syntyvää ääntä. Tiloihin on sijoitettu myös poratuotteiden valmisvarasto, johon varastoon tehtävät kappaleet varastoidaan odottamaan lähetystä asiakkaille. Tiloihin on sijoitettuna myös manuaalisorvi, jota voidaan käyttää mm. työkalujen ja kiinnikkeiden tekemiseen.



KUVA 19. Porapuolen layout

5.7 Tavarán vastaanotto

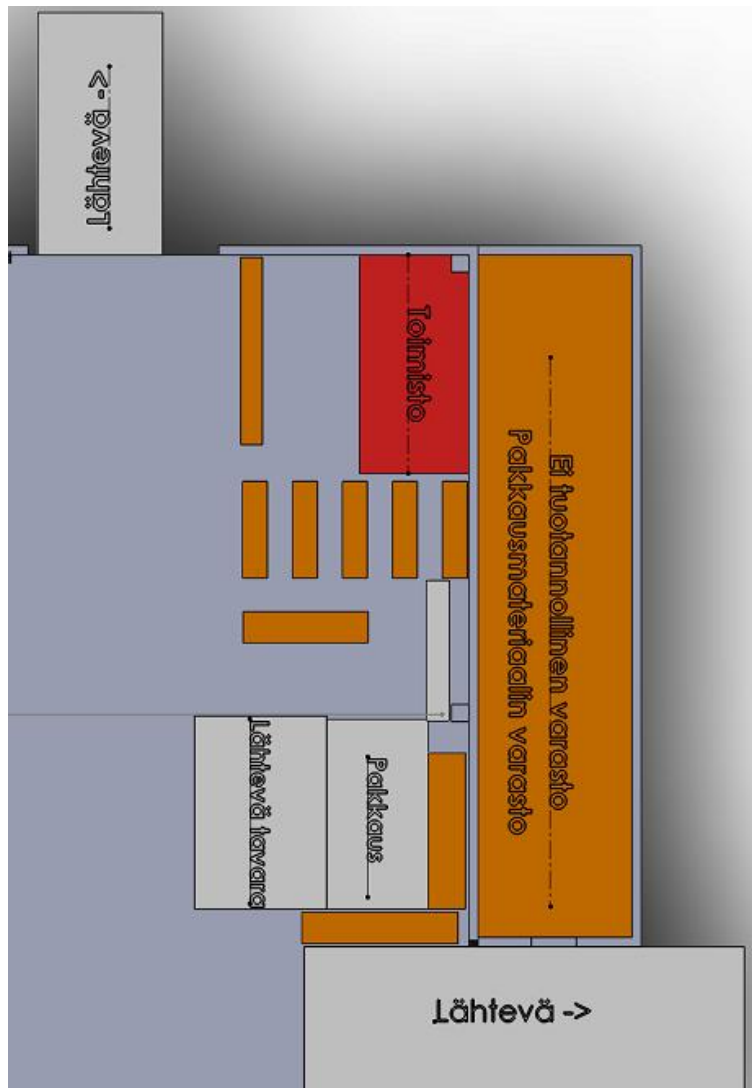
Saapuvan tavarán vastaanotto on sijoitettu layoutissa isomman nosto-oven läheisyyteen (kuva 20). Tavara tuodaan nosto-ovesta sisään trukilla tai materiaalia kuljettava ajoneuvo voidaan ajaa rakennukseen sisälle ja tavara purkaa kyydistä siltanosturilla tai trukilla. Saapuvalla materiaalille on merkitty layouttiin paikka, johon kyydistä purettu tavara nostetaan siksi aikaa kunnes se kirjataan järjestelmään. Saha on sijoitettu tavarán vastaanotopisteen läheisyyteen, koska osa saapuvista materiaaleista täytyy sahata määrämittäisiksi aihioiksi ennen kuin ne voidaan viedä koneiden materiaalivarastoihin.



KUVA 20. Tavarán vastaanoton layout

5.8 Tavarán lähetyks

Lähetämön paikka layoutissa on suunniteltu pienemmän nosto-oven läheisyyteen (Kuva 21). Tämän paikan valinta perustuu siihen, että lähettämöstä on mahdollista siirtää lähtevä tavara kuljetusajoneuvoon nosto-ovesta tai lastauslaiturilta. Lähettämössä on varattu omat paikkansa tuotannosta tulevalle valmiille tavaralle, joka pakataan ennen kuin se siirretään odottamaan lähetystä lähtevälle tavaralle varattuun paikkaan. Lähettämöön on sijoitettu myös tankopuolella tehtävien piensarjojen valmisvarasto, josta lähettämön henkilökunta keräilee tuotteet tilauksen tultua. Kuvassa näkyvä toimisto on tarkoitettu lähettämön henkilökunnan sekä tankopuolen työnjohdon toimistoksi.



KUVA 21. Tavarán lähetyksen layout

5.9 Varastojen sijoittelu

Varastojen sijoittelun näkee liitteestä 3, jossa ne ovat värjättyinä ruskealla. Varastojen sijoittelussa on otettu huomioon yritysten tarve varastoille, sekä kuinka paljon varastotilaa tarvitaan. Yrityksen varastotilaa päätettiin kasvattaa muuton yhteydessä siten, että vanhan tuotantolaitoksen valmisvarastojen kokonaismäärä vastaisi uudessa tuotantolaitoksessa 70 %:n täyttöastetta. Näin ollen varastoille on varattava enemmän tilaa uuteen tuotantolaitokseen. Taulukossa 5 on kuvattu, kuinka hyllypaikkojen määrä on laskettu uuteen tuotantolaitokseen.

TAULUKKO 5. Varastojen koon määrittäminen

Takavarasto					
Tankopuolen varastointi Täyttöaste 70%		Akseleiden varastointi Täyttöaste 70%		Muu tavara Täyttöaste 70%	
Asiakas	Lavapaikat	Asiakas	Lavapaikat	Asiakas	Lavapaikat
Asiakas 1	5	Asiakas 1	1	Asiakas 1	7
Asiakas 2	3	Asiakas 2	3	Asiakas 2	8
Asiakas 3	2	Asiakas 3	19	Asiakas 3	19
Asiakas 4	2	Yht. (70%)	23	Yht. (70%)	34
Asiakas 5	15	Yht. (100%)	30	Yht. (100%)	44
Asiakas 6	1				
Asiakas 7	1				
Yhteensä	29				
Varatut tyhjät paikat	9				
Varatut paikat yhteensä	38				

5.9.1 Materiaalivarastot

Materiaalivarastot on sijoitettu tiloissa olevien nosturilinjoja kannattelevien tolppien väliin. Varastojen sijoittamisella tolppien väliin on pyritty optimoimaan lattiapinta-alan käyttöä ja sinne sijoitettuna varastot jättävät enemmän tilaa kulkureiteille. Keskenäisen tuotannon materiaalivarastoihin on päästävää kulkemaan helposti ja sieltä on pystyttävä ottamaan tavaraa trukilla sekä pinontatrukilla.

5.9.2 Valmiit poratuotteet

Valmiiden poratuotteiden varasto on sijoitettu yhteen poratuotteiden loppukokoonpanon ja viimeistelyn kanssa. Poratuotteiden varastot ovat suuret, joten ne vievät paljon tilaa. Sijoittamalla varastot tänne ne eivät ole viemässä tilaa tuotantotiloista, sekä ne voidaan tilauksen tullessa helposti kuljettaa lähettämöön odottamaan kuljetusta.

5.9.3 Tankotuotteiden valmisvarastot

Tankotuotteiden valmisvarasto on sijoitettu yhteen lähettämön kanssa, tähän varastoon varastoidaan tankopuolella tehtäviä piensarjoja ja pieniä tuotteita. Valmiit tankotuotteet tuodaan lähettämöön, josta lähettämön henkilökunta siirtää ne valmisvarastossa niille varatuille paikoille. Tilauksen tullessa lähettämön henkilökunta käy keräämässä tilaukseen sisältyvät tavarat valmisvarastosta ja tilaavat niille kuljetuksen. Tankopuolella tehdyt isommat sarjat varastoidaan takavarastoon.

5.9.4 Takavarasto

Takavarasto on sijoitettu nimensä mukaisesti tuotantotilan takaosaan. Tämä varasto on tarkoitettu kaikkien muiden kuin aikaisemmin mainittujen tuotteiden varastointiin. Takavarastoon on merkittynä osiot eri asiakkaille sekä tuoteryhmille, tämä helpottaa tuotteiden varastointia ja pitää yllä järjestystä varastossa.

5.9.5 Ei tuotannollisen tavarantoimituksen varastointi

Ei tuotannollisen tavarantoimituksen varastot ovat layoutissa sijoitettuna lastauslaiturien viereen. Näissä tiloissa säilytetään sellaista tavaraa, jota ei tarvita tuotannossa. Tähän tilaan varastoidaan mm. koneiden varaosia ja pakkausmateriaaleja.

5.10 Vesipisteiden sijoittelu

Tiloissa valmiiksi olevat vesipisteet osoittautuivat riittämättömiksi, joten tiloihin täytyi suunnitella uusia vesipisteitä. Vesipisteitä käytetään työstökoneiden leikkuunestesäiliöiden täyttämiseksi. Vesipisteet pitävät sisällään vesihanauksen, pumpun, leikkuunesteannostelijan, leikkuunestetyynyä sekä letkun, jolla neste siirretään työstökoneen säiliöön. Yrityksen käytössä olevat pumput ja letkut rajoittavat vesipisteiden sijoittelua siten, että vesipisteen pitää sijaita enimmillään 15 m päässä täytettävästä leikkuunestesäiliöstä. Tiloihin suunniteltiin viisi uutta vesipistettä, jotta leikkuunesteen täyttäminen on mahdollista jokaiselle työstökoneelle.

6 SISÄLOGISTIIKAN SUUNNITTELU

Tässä luvussa käydään läpi uuden tuotantolaitoksen sisälogistiikkaa ja sen suunnittelua. Sisälogistiikan suunnittelussa on otettu huomioon tuotantolaitoksen sisällä tapahtuvat prosessit ja sitä, kuinka tavara liikkuu laitoksen sisällä alkaen tavaran vastaanotosta ja päättyen valmiin tuotteet lähettämiseen asiakkaalle. Sisälogistiikan suunnittelussa on myös otettu huomioon, kuinka henkilöliikenne saadaan toteutettua turvallisesti, siten että se ei häiritse laitoksessa tapahtuvaa trukkiliikennettä.

6.1 Materiaalivirta

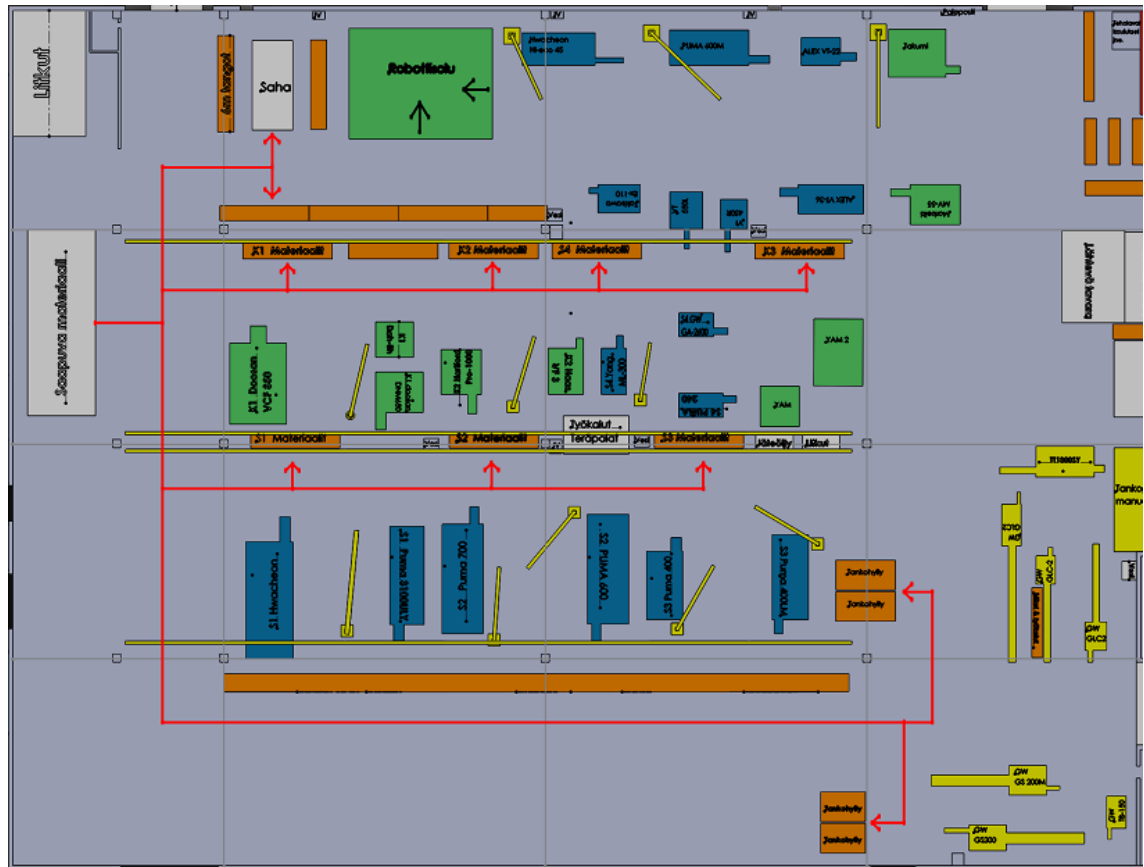
Uuden tuotantolaitoksen materiaalivirtoja tutkimalla saadaan selville materiaalin liike tuotantolaitoksen sisällä, siitä nähdään suoritettavat työvaiheet ja missä kohtaa materiaaleja tarvitsee siirtää paikasta toiseen.

6.1.1 Tavarantoimitus

Tavara vastaanotetaan isommasta nosto-ovesta sisään ja sille suoritetaan vastaanottotarkastus. Vastaanotettava tavara on hyvin vaihtelevaa, se voi olla 6 m pituisia metallitankkoja tai sitten valmiiksi määrämittaan sahattuja tai työstettyjä aihioita. Iso nosto-ovi mahdollistaa rekkojen ja kuorma-autojen ajamisen tiloihin sisälle, josta ne voidaan nostaa joko trukilla tai siltanosturilla pois ajoneuvosta. Tämän jälkeen saapuva tavara viedään sille markatulle paikalle. Saapunut tavara kirjataan toiminnanohjausjärjestelmään, josta saadaan selville mille tuotteelle kyseinen materiaali on tilattu. Saapuneeseen tavaraan tuostetaan toiminnanohjausjärjestelmästä työmääräin (Liite 4), josta selviää kaikki tuotteelle suoritettavat työvaiheet järjestyksessä ja millä koneilla kyseiset työvaiheet tullaan tekemään. Kyseinen materiaali siirretään tavaran vastaanotosta sen koneen varastoon, jossa ensimmäinen työvaihe suoritetaan. Saapuvan tavaran virtaus materiaalivarastoihin on esitetty kuvassa 22.

Tavaran vastaanottoprosessi:

- Saapuvan tavaran purkaminen ajoneuvosta
- tarkistetaan, vastaako toimitus lähetykslistaa
- Saapuneen tavaran kirjaaminen toiminnanohjausjärjestelmään
- työmääräimen tulostaminen toiminnanohjausjärjestelmästä
- materiaalin vienti työmääräimen osoittaman koneen materiaalivarastoon.



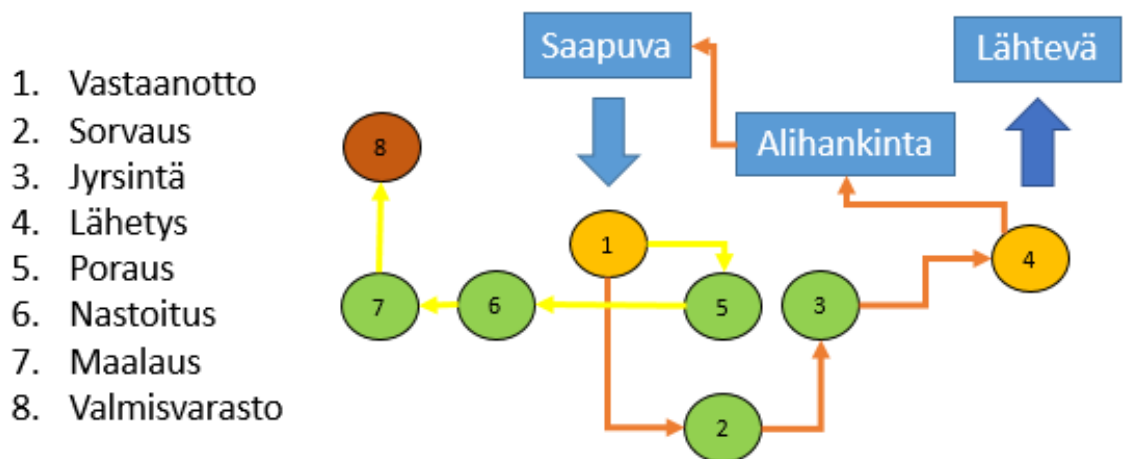
KUVA 22. Saapuvan tavaran vienti materiaalivarastoihin

6.1.2 Poratuotteet

Poratuotteiden materiaalivirta voidaan jakaa kahteen osaan. Kuvassa ruskealla merkityt nuolet ovat materiaalin siirtoja ennen karkaisua ja keltaisella olevat nuolet ovat materiaalin siirtoja karkaisun jälkeen. Materiaalit saapuvat tavaran vastaanottoon taottuina aihioina, määrämittäisiksi sahattuina aihioina tai sahaamattomina aihioina. Tavaran vastaanotossa katsotaan mille tuotteelle materiaali on tilattu ja sen tuotteen työkortista katsotaan työn vaiheistus. Taotut aihiot ja valmiiksi määrämittään sahatut aihiot viedään sen koneen

materiaalivarastoon, jolle työ on työkortissa osoitettu. Sahaamattomat aihiot viedään sahalle, jossa ne sahataan määrämittäisiksi aihioiksi ja sen jälkeen sahatut aihiot kuljetetaan työkortin osoittaman koneen materiaalivarastoon.

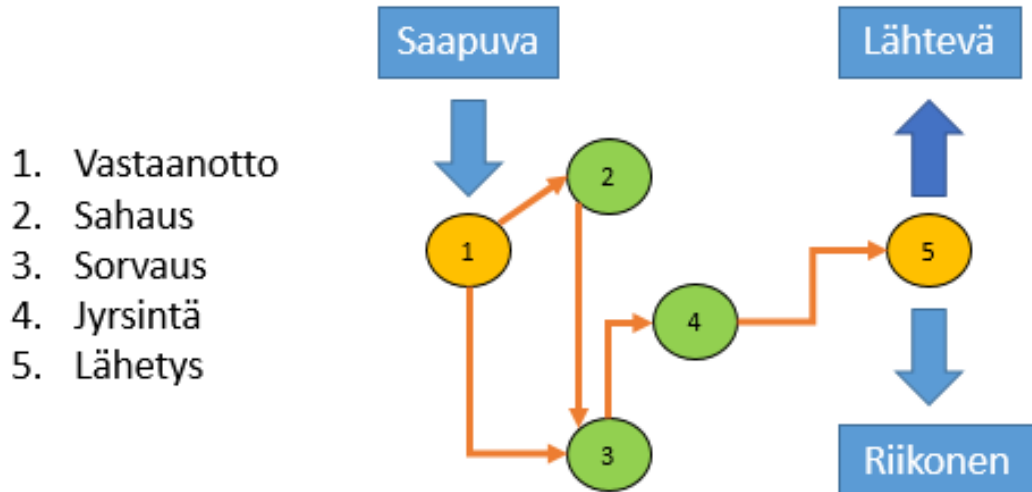
Materiaalivirta poratuotteissa etenee kuvion 1 osoittamalla tavalla. Aina kun työvaihe koneella on lopetettu työkortista katsotaan materiaalin seuraava työvaihe, sekä kone jolla työvaihe suoritetaan ja materiaali viedään sen koneen materiaalivarastoon. Sorvauksen ja jyrsinnän jälkeen materiaali viedään lähettämöön, josta niille tilataan kuljetus alihankintana suoritettavaan karkaisuun. Karkaisun jälkeen materiaalit saapuvat taas tavaran lähetukseen, josta ne ohjataan porattavaksi. Porauksesta materiaali kuljetetaan erillisessä hallissa sijaitsevalle porapuolelle, jossa tapahtuu tuotteiden nastoitus, maalaus sekä valmisvarastointi.



KUVIO 1. Poratuotteiden materiaalivirta

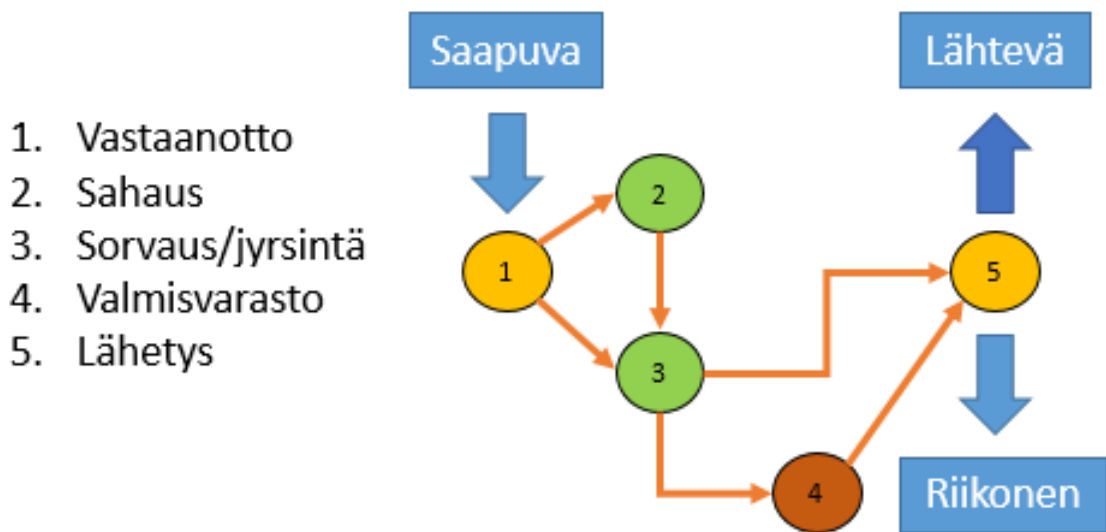
6.1.3 Sorvaus ja jyrsintä tuotteet

Yrityksessä valmistettavat tuotteet joiden työvaiheet ovat sorvaus ja jyrsintä noudattavat kuvion 2 mukaista materiaalivirtaa tuotantolaitoksessa. Saapuva tavara tuodaan koneiden materiaalivarastoihin, jonka jälkeen niille tehdään työmääräimen osoittama työvaihe. Kun työvaihe on saatu suoritettua, materiaalit viedään seuraavan koneen materiaalivarastoon, josta se otetaan työlle CNC-työstökeskukselle. Jyrsintävaiheen jälkeen kappale viedään lähettämöön tai varastoon, riippuen siitä mitä työmääräimessä on määrätty.



KUVIO 2. Tuotteet joiden työvaiheet ovat sorvaus ja jyrsintä

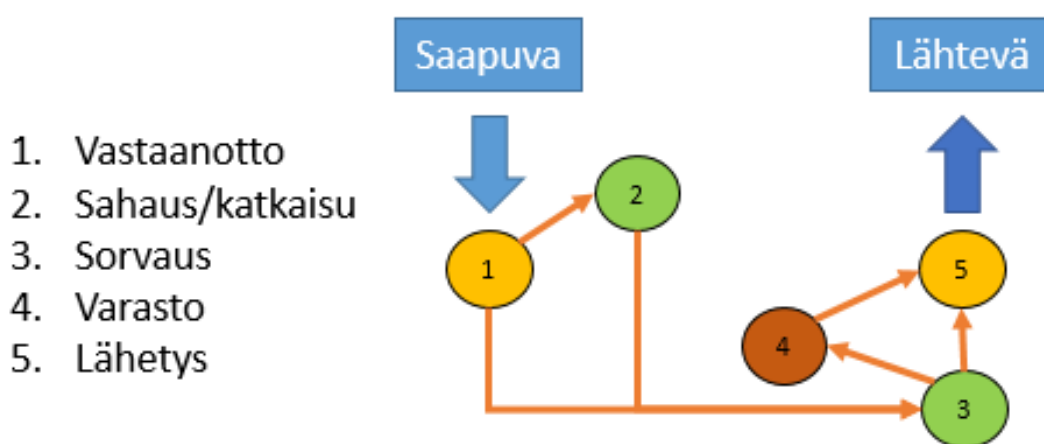
Kappaleet joiden työvaiheet ovat vain sorvaus tai vain jyrsintä noudattavat kuvion 3 mukaista materiaalivirtaa tuotantolaitoksessa. Näissäkin tuotteissa noudatetaan työmääräimen määritelty työnkulkua.



KUVIO 3. Tuotteet jossa työvaiheena vain sorvaus tai jyrsintä.

6.1.4 Tankotuotteet

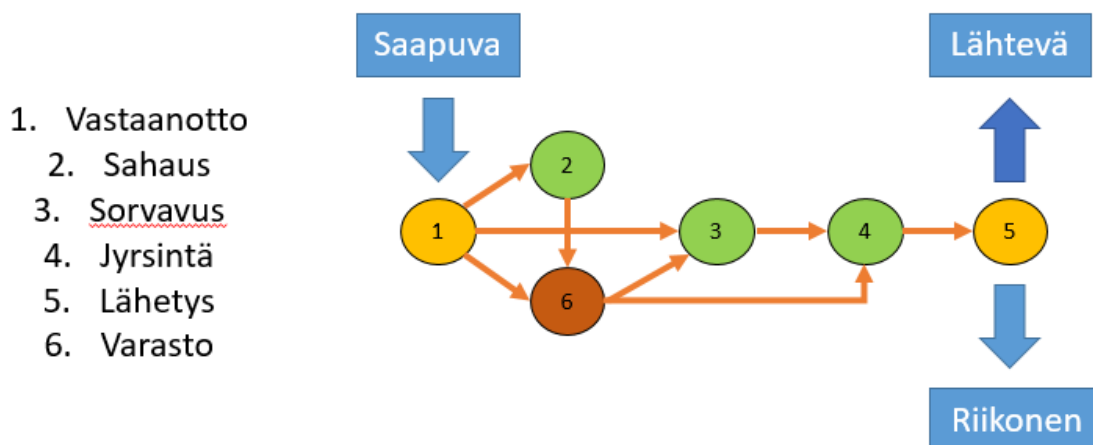
Tankotuotteiden materiaalivirta noudattaa kuvion 4 mukaista materiaalivirtaa. Tankotuotteissa on yleensä vain yksi työvaihe, tämän lisäksi tuotteita voidaan viimeistellä manuaali koneilla. Tuotteen tuodaan tavarantoimittajasta vastaanotosta materiaalivarastoon, josta ne siirretään tankosorvien tangonsyöttölaitteisiin. Kun tuotteita on koneistettu työmääräimen mukainen määrä, ne viedään lähettämöön tai tuotteet varastoidaan niille osoitetuille paikoille. Pienemmät sarjat varastoidaan lähettämön vieressä sijaitsevaan valmistusvarastoon ja suuremmat sarjat varastoidaan takavarastoon.



KUVIO 4. Tankotuotteiden materiaalivirta

6.1.5 Ferlamec

Ferlamec Oy:n materiaalivirta (kuvio 5) on nopeampaa kuin Lehti Groupin, sillä Ferlamecin tuotannossa ei käytetä välivarastoja. Tavara voi saapua vastaanottoon valmiiksi määrämittäisinä aihiona, jolloin ne viedään suoraan materiaalivarastoon. Tai sitten tavara saapuu vastaanottoon pitkänä tankona, jolloin saapuva materiaali sahataan siitä valmistettavan tuotteen määrämittäisiksi aihioiksi. Aihiot viedään tämän jälkeen materiaalivarastoon. Varastosta aihiot otetaan työlle työjonon mukaan koneelle, jolle ne on työjonossa varattu. Työvaiheita voi olla useampia ja ne suoritetaan työjonon mukaisessa järjestyksessä. Kun valmistettavan tuotteen kaikki työvaiheet on suoritettu, valmis tuote viedään lähettämöön. Lähettämöstä se lähetetään loppuasiakkaalle tai vieressä hallissa sijaitsevaan Riikonen Group Oy:lle.



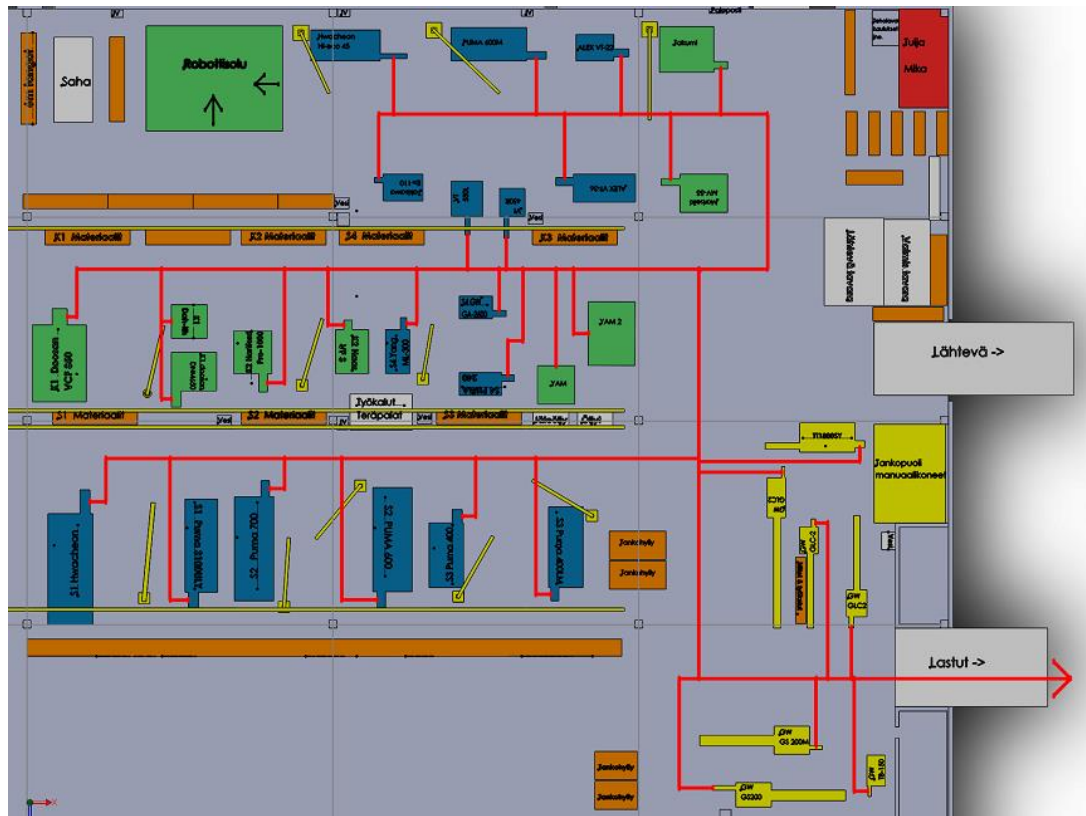
KUVIO 5. Ferlamec Oy:n materiaalivirta

6.1.6 Tavarán lähetyks

Lähtetämmöön tuodaan tuotannosta valmistuneita tuotteita tai tuotteita, joiden työheisiin kuuluu alihankintaa. Lähtetämmössä katsotaan työkortista ja toiminnanohjausjärjestelmästä onko tavara menossa asiakkaalle vai onko tavara lähtemässä alihankintaan, esimerkiksi lämpökäsittelyyn tai hiontaan. Tavarán lähetyksessä tuotannosta tulevat tuotteet tuodaan tavarán pakkauspiesteeseen. Siellä tavara pakataan sekä sille tulostetaan tarvittavat dokumentit toiminnanohjausjärjestelmästä ja sille tilataan kuljetus, jonka jälkeen se siirretään odottamaan kuljetusta lähtevälle tavaralle varattuun paikkaan. Lähtevä tavara voidaan siirtää kuljetusautoon nosto-oven kautta tai tavara voidaan siirtää ajoneuvoon laslauslaiturin kautta. Tämä riippuu pitkälti siitä, minkä tyyppisellä ajoneuvolla tavara kuljetetaan asiakkaalle tai alihankintaan.

6.2 Lastujen kuljetus

Yrityksen tuotannossa syntyy suuri määrä lastuja, joten lastut on pystyttävä helposti vieämään niille tarkoitettuun keräysastiaan. Lastujen keräysastia on sijoitettuna siten että lastut pysytään kuljettamaan mahdollisimman helposti layoutissa alempana näkyvästä laslauslaiturista. Koneiden päädyssä olevat lastukaukalot on pystyttävä ottamaan helposti trukilla ja kuljettamaan ne niille tarkoitettuun paikkaan (kuva 23). Tämä on otettu huomioon, kun koneiden paikkoja suunniteltiin, lisäksi kulkureittien suunnittelussa tulee ottaa tämä huomioon.



KUVA 23. Lastujen kuljetus koneilta lastujen keräysastiaan

6.3 Kulkutiet

Kulkutiet tuotantolaitoksessa on suunniteltu työsuojeluhallinnon ohjeiden mukaisesti. Kulkutiet näkyvät lopullisessa layoutissa (Liite 3). Liitteessä trukkiliikenteelle tarkoitetut kulkuväylät on merkattu. Tuotantolaitoksen sisäisessä liikenteessä trukkiliikenteellä on etuajo-oikeus, tämä johtuu pitkälti siitä, että jalan liikkuesssa tuotantolaitoksen sisällä kävelijällä on parempi näkyvyys ympäristöön kuin trukkia ajavalla henkilöllä. Risteyspaikat merkitään hyvin ja näkyvyys risteysalueella tulee olla hyvä niin jalankulkijalle kuin trukkia ajavalle henkilölle

Kulkuteitä suunnitellessa on otettu huomioon:

- koneiden paikkojen sijainnit
- varastojen sijainti
- materiaalivirta tehtaan sisällä
- lastujen kuljetukset keräysastiaan
- henkilöliikenne tehtaan sisällä
- työsuojeluviranomaisten määräykset ja ohjeistukset.

7 TUOTANNON SIIRRON SUUNNITTELU

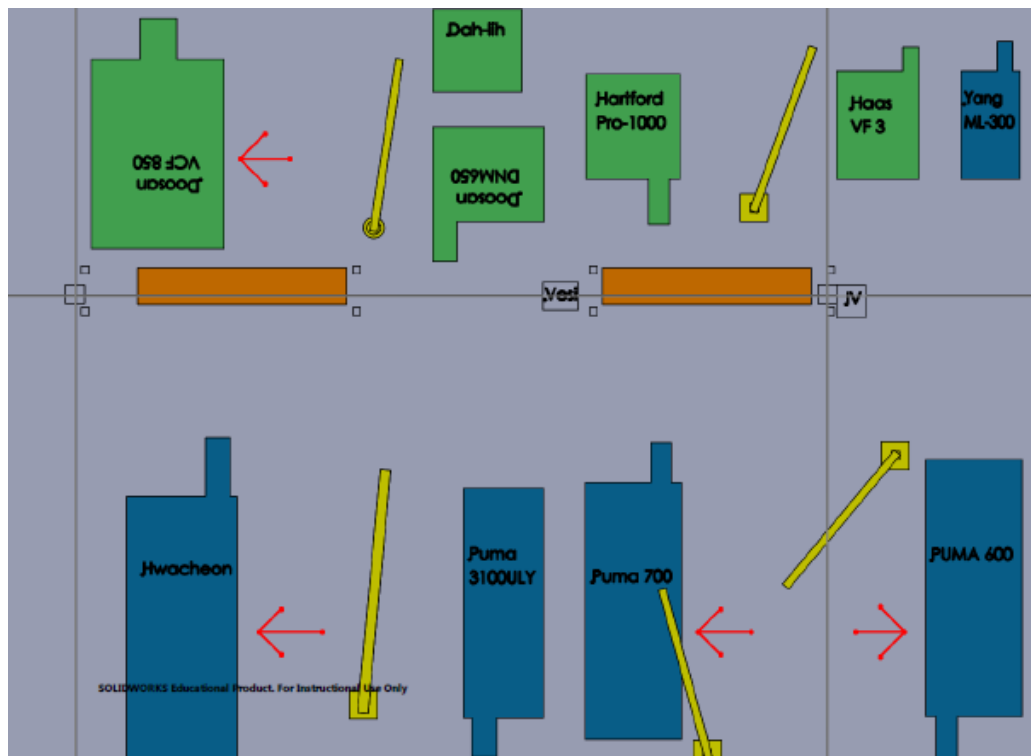
Tuotannon siirto toteutettiin siten, että yritysten tuotanto kärsii siitä mahdollisimman vähän. Koneiden siirtoa valmisteltiin sekä uudessa, että vanhassa tuotantolaitoksessa. Koneiden työpisteet siistittiin ja käytiin läpi kaikki työpisteeltä löytyvät tavarat. Tuotannon siirrosta luotiin aikataulu, johon pyrittiin merkitsemään kaikki tuotannon siirron aikana tapahtuvat toimenpiteet. Tarvittavat toimenpiteiden kesto pyrittiin määrittelemään suunnitteluvaiheessa mahdollisimman tarkasti, jotta tuotannon siirron kokonaiskestosta saataisiin mahdollisimman hyvä käsitys.

7.1 Tilaan tehtävät muutostyöt

Ennen tuotannon siirtoa tiloihin jouduttiin tekemään muutostöitä, jotka toteutettiin osaksi yrityksen omalla henkilökunnalla. Osa muutostöistä vaati erityistaitoja, joita yrityksellä ei ollut käytettävissä. Nämä muutostyöt toteutettiin käyttämällä aiheeseen erikoistuneita yrityksiä.

7.1.1 Konepedit

Osa yritysten koneista on niin raskaita, että niitä ei sellaisenaan voi asentaa suoraan tuotantotilan lattialle. Näille koneille täytyi rakentaa konepedit, jotta tuotantotilan lattia kestäisi koneiden painon. Eli hallin lattiaan puhkaistiin reikä ja sinne valetaan teräspalkeilla vahvistettu betonilaatta, joka kestää koneiden painon. Konepedit tehtiin jo hyvässä vaiheessa ennen tuotannon siirtoa, koska petien kuivuminen vie jopa 4 viikkoa. Konepetien valmistus ostettiin alihankintana siihen erikoistuneelta yritykseltä. Konepetien paikat merkittiin lattiaan, niihin merkittiin koneiden käyttösuunta ja alihankintayritykselle annettiin kuvat konevalmistajilta saaduista konepetien valmistuskuvista (Liite 5) sekä kuvassa 24 esitetyt koneiden käyttösuunnat.



KUVA 24. Konepetien valmistuksessa huomioon otettavat koneiden käyttösuunnat

7.1.2 Lamppuhuolto

Tuotantotilaan tehtiin lamppuhuolto, jossa uusittiin tilassa olevat loisteputket sekä pestiin lamppujen heijastimet. Tämä toimenpide oli järkevintä tehdä ennen tuotannon siirron alkamista, koska lamput sijaitsevat tilassa korkealla ja koneiden ollessa paikallaan kaikkiin lampuihin käsiksi pääseminen olisi ollut hyvin vaikeaa.

7.1.3 Vesi- ja sähkötyöt

Tilaan jouduttiin tekemään sähkö- sekä vesitöitä. Tilassa ei ollut kuin yksi erillinen vesipiste, josta ei olisi millään ollut mahdollista saada leikkuunestettä kaikille työstökoneille, joten tilaan jouduttiin tekemään viisi uutta vesipistettä. Vesipisteiden rakentaminen tilattiin alihankatyönä LVI-alan yritykseltä, jonka kanssa käytiin läpi suunnitellut vesipisteet ja runkolinjojen sijainnit.

Tuotantotiloihin jouduttiin tekemään paljon sähkötöitä johtuen työskoneiden suuresta sähköntarpeesta. Suurimpien työskoneiden sähköt otetaan suoraan sähkönjakokeskuksesta ja pienempiä koneita varten tiloihin asennettiin virtakiskot, joista myös saadaan työpisteillä tarvittaviin sähkökäyttöisiin työkaluihin sähköt. Sähkötyöt tilattiin myös sähkörakennukseen erikoistuneelta yritykseltä.

7.1.4 Olemassa olevien rakenteiden purkaminen

Porapuolen ja muun tuotantotilan väliseen seinään tehtiin aukko, joka mahdollistaa truk-kiliikenteen tilojen välillä. Lisäksi porapuolella olevat kevytseinät ja muut rakenteet purettiin, jotta tilasta saataisiin yhtenäinen tila. Henkilökunnan kahvi- ja taukotiloiksi tarkoitettu alue remontoitiin tähän käyttöön sopivaksi.

7.1.5 Tietoliikenne

Tuotantotiloissa on oltava toimivat tietoliikenneyhteyden, jotta yritysten käyttämät järjestelmät toimisivat suunnitellusti. Tiloihin asennettiin kaksi Wifi-lähetintä, näillä lähetimillä saatiin katettua koko tuotantotilat. Lisäksi tuotannon siirron yhteydessä käytiin läpi yritysten tietokoneiden päivitystarpeet sekä uusien tietokoneiden hankintatarpeet. Tilloissa tarvitaan myös tulostimia, joista voidaan tulostaa työkuvat toiminnanohjausjärjestelmästä.

7.2 Varoalueiden merkintä

Tiloihin käytiin merkitsemässä jo suunnitteluvaiheessa huomioon otetut varoalueet paloposteille, sähkökaapeille ja muille alueille, missä tavaraa ei saa missään tapauksessa säilyttää. Varoalueet merkittiin lattiaan kelta-mustalla huomioteipillä.

7.3 Kulkuteiden merkintä

Kulkutiet päädyttiin merkitsemään lattiaan epoksimaalilla sen kulutuskestävyyden vuoksi. Muita vaihtoehtoja kulkuteiden merkitsemiseen oli teippi ja spraymaali suihkuttuna lattiaan merkkaukoneesta. Nämä vaihtoehdot olisivat olleet rahallisesti ja toteutuksen nopeudellisesti katsottuna parempia vaihtoehtoja merkkaukseen, mutta kulutuksen kestoja tarkastellessa kävi nopeasti ilmi, että nämä vaihtoehdot voidaan sulkea pois. Toisin kuin nämä, epoksimaali on erittäin kulutuksen kestävä ja tästä oli yrityksen sisällä hyviä kokemuksia.

7.4 Koneiden siirtojärjestys

Tuotannon siirrosta luotiin aikataulu (Liite 7), jossa on määritetty koneiden siirtojärjestys. Tuotannon siirto aloitetaan siirtämällä Lehti Group Oy:n tankosorvit, suunnitellun sijainnin takia. Yrityksen tankosorvit ovat pääsääntöisesti pieniä ja niitä voi siirtää useamman (2-3) koneen kerrallaan vanhasta toimipisteestä uuteen.

Seuraavaksi siirretään linjan kaksi työstökoneet ja varastohyllyt lukuun ottamatta jo aikaisemmin paikalle tuotua uutta 5-akselista Doosan VCF 850 LSR keskusta. Kun kaikki linjan kaksi koneet on saatu siirrettyä, aletaan siirtämään linjan 3 koneita. Linjan kolme koneet ovat isoja sorveja, joten näiden siirtäminen vaatii enemmän aikaa kuin pienempien koneiden siirto. Viimeisenä Lehti Groupin tuotannosta siirretään porapuolen koneet ja varastot. Kun Lehti Groupin tuotanto on kokonaisuudessaan saatu siirrettyä uuteen tuotantolaitokseen, Ferlamec Oy:n koneita aletaan siirtämään linjalle yksi.

7.5 Koneiden siirto

Koneiden siirtoa valmisteltiin sekä uudessa, että vanhassa toimipisteessä, jotta tuotannon siirto saatiin toteutettua mahdollisimman jouhevasti. Koneiden siirrolla tarkoitetaan tässä työstökoneen sekä sen työympäristön siirtämistä uuteen toimipisteeseen. Jokainen työpiste sisältää työstökoneen lisäksi tietokoneen, työpöydän, konekohtaiset työkalut, nostovälineet sekä koneella käytettävät terät sekä mittavälineet.

Koneiden siirtoa suunniteltaessa käytiin läpi kaikki työvaiheet, jotka koneen ja sen työpisteen siirtämiseen sisältyy. Kuviossa 6 on esitetty yksittäisen koneen ja sen työpisteen siirtämiseen sisältyvät työvaiheet. Nuolet aikataulussa kuvaavat riippuvuussuhteita ja niistä pystyy katsomaan, missä järjestyksessä työvaiheet tulee suorittaa. Jokaiselle työstökoneelle lisättiin aikatauluun kuvan mukainen vaiheistus ja kullekin vaiheelle arvioitiin sen viemä aika, näin saatiin käsitys siitä kuinka kauan tuotannon siirto tulee kokonaisuudessaan kestämään.



KUVIO 6. Yksittäisen koneen ja sen työpisteen siirron vaiheistus

7.5.1 Toimenpiteet vanhassa toimipisteessä

Ennen koneiden siirtoa koneet pestiin, sekä niiden lastuamisnestesäiliöt tyhjennettiin ja pestiin. Koneiden työpisteet myös siivottiin ja työpisteellä olevat tavarat, työkalut jne. pakattiin ja niihin merkattiin selkeästi mille työpisteelle kyseiset tavarat kuuluvat. Samalla käydään läpi kaikki työpisteeltä löytyvät tavarat ja käydään läpi ovatko kaikki löytyvät työkalut tarpeellisia työpisteellä vai voidaanko ne siirtää säilytettäväksi yhteisiin säilytystiloihin. Koneella työskentelevät ihmiset olivat vastuussa oman koneensa pesemisestä ja työpisteiden tavaroiden pakkaamisesta.

7.5.2 Toimenpiteet uudessa toimipisteessä

Uudessa toimipisteessä koneiden paikat merkattiin lattiaan siten, että koneet saadaan siirrettyä heti oikealle paikalle. Lattiaan merkattiin koneen etukulman paikka, sekä suunta josta konetta käytetään. Koneiden saapuessa uuteen toimipisteeseen kone voidaan nostaa suoraan oikealle paikalleen ja konetta voidaan alkaa valmistelemaan käyttöönottoa varten.

8 POHDINTA

Työn tavoitteina oli luoda Lehti Group Oy:lle ja Ferlamec Oy:lle optimaalinen layout sekä suunnitella tuotannon siirtäminen uusiin tuotantotiloihin. Työhön kuului myös uuden tuotantolaitoksen sisälogistiikan suunnittelu. Omasta mielestäni opinnäytetyölle asetetut tavoitteet onnistuttiin täyttämään hyvin. Opinnäytetyön tuloksena molemmat yritykset saivat yritysten tuotannolle räätälöidyt uudet tuotantotilat.

Layout suunnittelu toteutettiin kahdessa osassa, jotka olivat karkea layout-suunnittelu fyysisellä pienoismallilla ja tarkempi layout-suunnittelu Solidworks CAD-ohjelmalla. Karkeassa suunnittelussa fyysinen pienoismalli tiloista osoittautui todella hyväksi työkaluksi tehdä suunnittelutyötä. Se mahdollisti monen osapuolen yhtäaikaisen suunnittelun ja erilaisten vaihtoehtojen kokeilun nopeasti. Tarkemmassa layout-suunnittelussa tiloista piirretty 3D-malli osoittautui myös hyväksi vaihtoehdoksi tehdä suunnittelutyötä. Se mahdollisti tarkan layout-suunnitelman tiloihin. 3D-mallissa oli mahdollista suunnitella tarkasti koneiden paikat tuotantotilaan. Suurimpana haasteena layout suunnittelussa oli ottaa huomioon kaikki tiloista ja yritysten tuotannosta johtuvat suunnittelua rajoittavat tekijät sekä kaikkien osapuolten toiveiden yhdistäminen layouttiin.

3D-mallia käytettiin myös yrityksen sisälogistiikan suunnittelussa, siitä oli helppo nähdä kuinka materiaalit ja henkilöt tulevat liikkuvaan tuotantolaitoksen sisällä. Kulkulinjojen suunnittelussa käytettiin apuna työsuojeluhallinnon asettamia määräyksiä ja ohjeita, joka teki kulkuväylien suunnittelusta helpompaa.

Tuotannon siirron suunnittelussa käytettiin GANT kaaviota apuna, johon oli helppo asettaa tarvittavat ajat kaikille siirtoon liittyviin toimintoihin. Aikataulua tehdessä käytiin läpi kunkin vaiheen arvioitu ajallinen kesto. Tuotannon siirron suunnittelu oli haastavaa, sillä kokonaisuutena se oli hyvin laaja prosessi. Kaikkien tarvittavien toimenpiteiden aikatauluttamiseen kului paljon aikaa, mutta tässä onnistuttiin mielestäni hyvin.

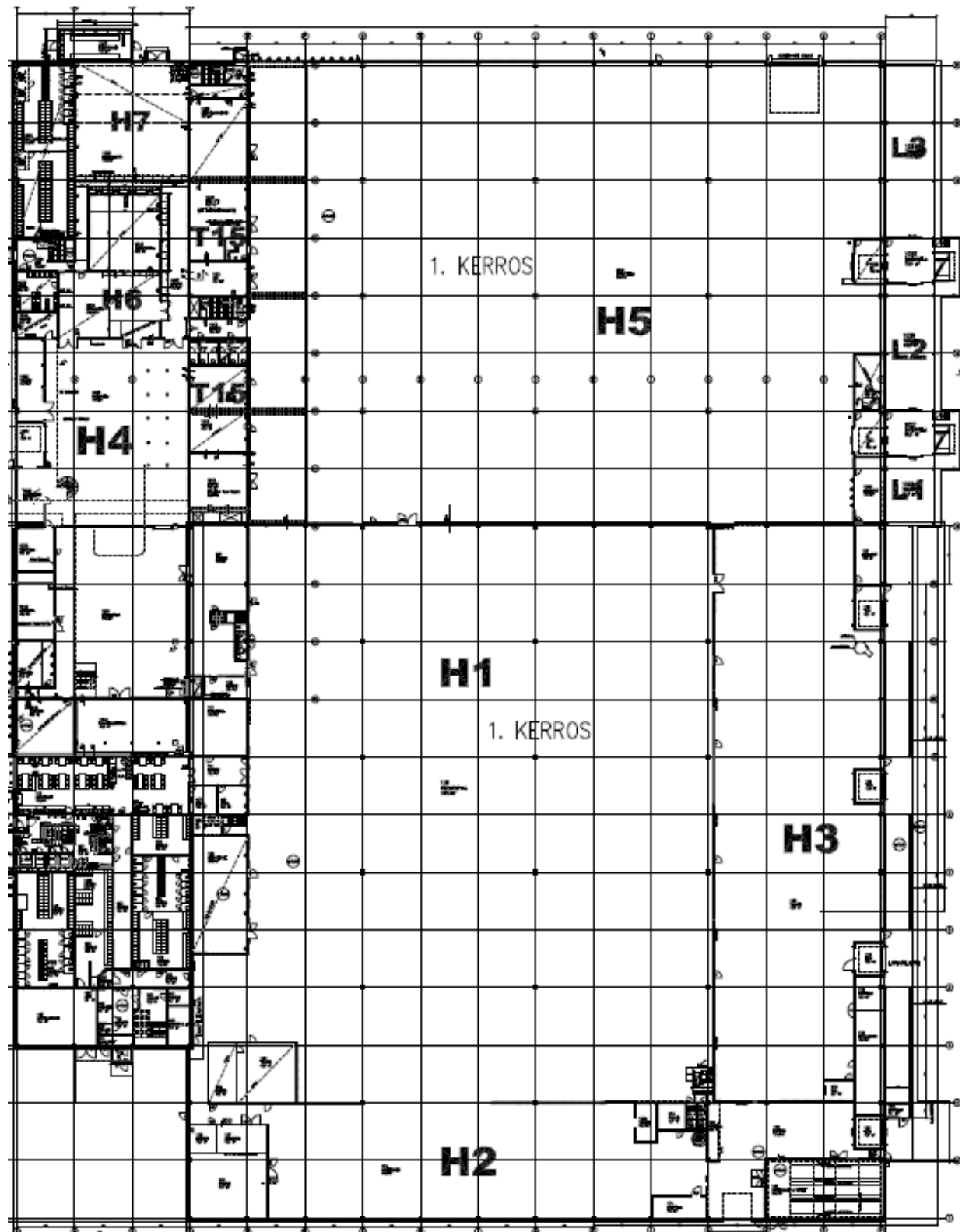
Työ oli kokonaisuudessaan hyvin laaja ja vaativa, joka teki työstä myös mielenkiintoisen. Pääsin työssä hyödyntämään hyvin aikaisemmin oppimiani asioita ja opin työtä tehdessä paljon uutta.

LÄHTEET.

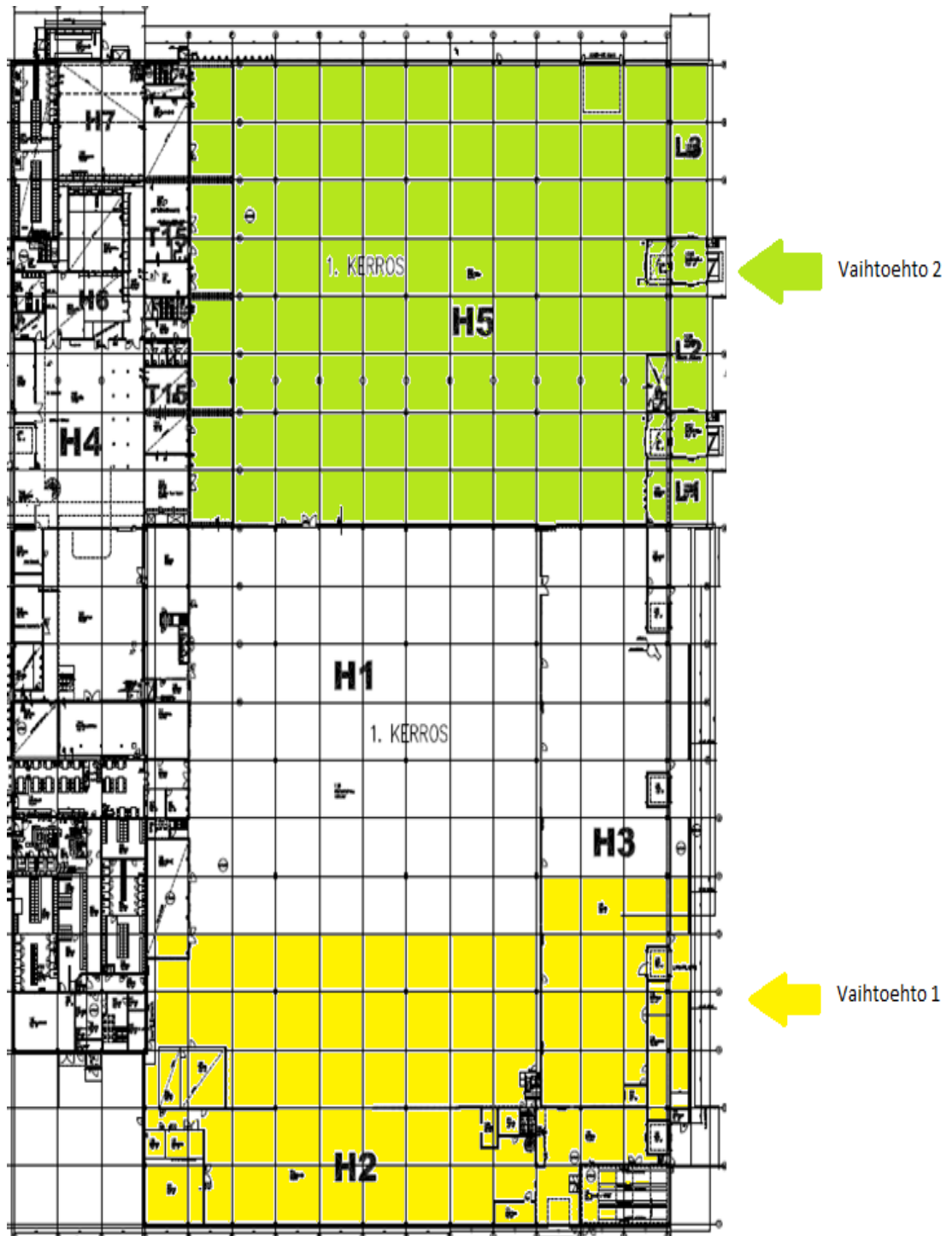
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kourin, I. & Miettinen, A. 2005. 5. Painos. Tampere. In-facts Oy
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S. & Söderholm, W. 1997 Kone ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Konepajan tuotantotekniikka, Porvoo: WSOY
- Harmon, R.L. & Peterson, L.D. 1990. Reinventing the Factory - Productivity Breakthroughs in Manufacturing Today. New York: The Free Press, A Division of Macmillan, Inc.
- Koponen, H., 1988. Tehdassuunnittelu, Hämeenlinna: Otakustantamo
- Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997 Levytyö- ja työvälinetekniikat, Porvoo: WSOY
- Sjölander, S. 1981. Tuotannonjohdon käsikirja. Suomentaja: Matti Ruotsalainen. Helsinki: Oy Rastor Ab
- Lapinleimu, I. 2000. Ideaalitehdas, Tehtaan suunnittelun teorian kehitys. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Tuotantotekniikan laitos. Laitosraportti nro. 50 Tampere: Tekes.
- Trukkiturvallisuus. 2009. Työsuojeluhallinto. Luettu 10.12.2016 http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2009/03/TSO_21.pdf
- Trukkikäytävän mitoitus. 2015. Intolog. Luettu 10.12.2016 <http://www.intolog.fi/fi/ohjeet/suunnitteluohjeet/trukkikaytavan+mitoitus/>

LIITTEET

Liite 1. Rakennuksen pohjapiirustus



Liite 2. Paikan valinta rakennuksessa



Liite 4. Työmääräin

TyömääräinWorkmanager®
19.1.2017 13:38:34

Työ	10935	Määrä	1,00	kpl
Pos.	0	Tarvepv	28.2.2017	
Nimike	LG-21365	Tilaja	Lehti Group Oy	
Nimitys	Pilot bit 610 Integrated & Solitary	Vastaanottaja	Lehti Group Oy	
Tuoteryhmä	DTH	Tilausnumero	Varasto	
Varastopaikka		Merkki		
Proj. Koodi	DTH	Tunnisteno	ISP610-16-502-N180-C	
Projekti				

Vaihe	Kone	Asetusaika	Kappaleaika	Yhteensä	Aloituspv
200	200	00.00.00	00.00.00	00.00.00	28.2.2017
Sorvaus	Sorvaus				
300	300	00.00.00	00.00.00	00.00.00	28.2.2017
Jyrsintä/poraus	Jyrsintä/poraus				
1100	1100	00.00.00	00.00.00	00.00.00	28.2.2017
ISP610-16-502-N180 Lämpökäsittely	Lämpökäsittely				
300	300	00.00.00	00.00.00	00.00.00	28.2.2017
ISP610-16-502-N180 Jyrsintä/poraus	Jyrsintä/poraus				
nastareikien poraus					
500	500	00.00.00	00.00.00	00.00.00	28.2.2017
Nastotus	Nastotus				
1200	1200	00.00.00	00.00.00	00.00.00	28.2.2017
Maalaus	Maalaus				
Materiaali	Mitat	Tilattu	Saapunut	Määrä	
ISP610-16-502- Pilotti aihio		5.1.2017	13.1.2017	1,00	kpl
N180-A-aihiot					
LG-21793 Foot valve N180				2,00	kpl
HT14-4828 16mm x 28mm Domed TC Inset				21,00	
HT14-4834 18mm x 28mm Domed TC Inset				63,00	

Piirustukset
ISP610-16-502-N180-C-jyrsintä.PDF
ISP610-16-502-N180-C-karkaisu.PDF
ISP610-16-502-N180-C-sorvaus.PDF

Liite 7. Tuotannon siirron aikataulu

