

Arto Kuusiniemi

TUOTANTOLAITOKSEN LAYOUT SUUNNITELMA

Logistiikan koulutusohjelma

2017

TUOTANTOLAITOKSEN LAYOUT SUUNNITELMA

Kuusiniemi, Arto
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Logistiikan koulutusohjelma
Joulukuu 2017
Sivumäärä: 44
Liitteitä: 1

Asiasanat: layout, materiaalivirta, logistiikka

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda layout-suunnitelma Sinituote Oy Kokemäen tuotantolaitoksen kokoonpano-osastolle. Uudella layoutilla pyrittiin järjestämään tila uudelleen ja sovittamaan osastolle sinne kuuluvat toimipisteet. Opinnäytetyön lähtökohtana oli vanhan layoutin päivittäminen nykypäivän tarpeiden mukaisiksi. Kokemällä Sinituote Oy valmistaa siivousväline-, vaatehuollon- ja autonhoitotarvikkealan tuotteita.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin layout-suunnittelua ja layout-suunnitteluun vaikuttaviin tekijöihin, kuten varastointi, pakkaaminen ja materiaalivirta. Teoriaosuudessa kuvattiin mitä vaiheita layout-suunnittelussa on ja millä menetelmillä layoutin voi muodostaa.

Työn empiirisessä osassa keskityttiin teoriaosuuden ohjeiden mukaiseen layout-suunnitelmien muodostamiseen. Ohjeita sovellettiin kokoonpano-osaston toimintojen ja rajoitusten mukaisesti, joista luotiin kolme layout-suunnitelmaa.

Työn tuloksista valittiin yksi layout-suunnitelma, jota ehdotetaan kohdeyritykselle. Valittu layout saatiin vertaamalla suunnitelmien hyötyjä ja haittoja sekä luomalla hyötyarvionatriisi. Valitusta layout-suunnitelmasta piirrettiin CAD-piirustus.

THE PRODUCTION FACILITY LAYOUT PLANNING

Kuusiniemi, Arto

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Logistics

December 2017

Number of pages: 44

Appendices: 1

Keywords: layout, material flow, logistics

The purpose of this thesis was to create layout plan to the Sinituote Oy Kokemäki production facility assembly department. New layout's purpose is to reorganize the premises and set the workstations which belong to the assembly department. Intention for new layout is to modernize the assembly departments premises to respond present day requirements. Sinituote Oy produces cleaning equipment, clothes and car care products in Kokemäki.

In the theory part of the thesis was dealt with the layout planning and influential factors of layout planning as storage management, packaging and material flow. In the theory part was described the phases of layout planning and which methods may form the layout.

In the research part was focused to follow instructions from the theory part of layout planning. The instructions were applied within assembly departments operations and parameters. Three layout plans were created.

As result of the thesis layout plan was chosen to be represented to target company. The chosen layout was obtained by comparing advantages and disadvantages and by forming a benefit analysis matrix. From chosen layout plan was made CAD-drawing.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
1.1 Toimeksiantajan esittely	5
1.2 Työn taustat.....	6
1.3 Työn tavoite	7
1.4 Rajaukset	7
1.5 Menetelmät	8
2 LAYOUT-SUUNNITTELU	9
2.1 Layout-tyypit	9
2.2 Layoutin tarkastelu	10
2.3 Layout-suunnittelun vaiheet	12
2.3.1 Objektiivit.....	13
2.3.2 Operatiiviset toiminnot.....	13
2.3.3 Geometria, tilojen mitat ja fyysiset ominaisuudet.....	14
2.4 Layout-suunnitteluun vaikuttavat asiat	14
2.4.1 Varastointi	14
2.4.2 Pakkaaminen	16
2.4.3 Valmistuksen materiaalivirrat, tuotteiden kuljetukset ja siirrot	17
2.4.4 Layout suunnittelussa sovellettavat menetelmät	20
3 LAYOUT SUUNNITTELUN TOTEUTUS	26
3.1 Tilojen määritykset	26
3.2 Palikkamalli	28
3.3 ABC-analyysi.....	29
3.4 Yhteisten toimintojen kaavio	30
3.5 Materiaalivirtaus	33
3.6 Muutokset ja rajaukset	34
3.7 Kokoonpano-osaston layout-suunnitelmat	36
3.8 Layout-suunnitelmien vertailu	38
3.9 Valittu layout-suunnitelma	40
4 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	44
LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantajan esittely

Sinituote Oy on toiminut nykyisessä muodossaan jo vuodesta 1988 asti, mutta siivousvälineitä Sinituote on valmistanut jo vuodesta 1944. Sinituote on noussut yleisön tietoisuuteen legendaarisen Sinipiikansa ansiosta. Yhä edelleen Sinituote valmistaa kyseistä tuotetta kysynnän jo hiivuttua, sillä suuren suosion saavuttanut piika yhdistetään automaattisesti koko yrityksen olemassaoloon. (Pruuki henkilökohtainen tiedonanto 2.9.2016.)

Sinituotteen toiminta on laajentunut vuosien myötä. 1980-luvulla Sinipiian rinnalla ryhdyttiin kehittämään siivousvälinesarjaa, jossa samaan varteen olisi mahdollista vaihtaa erilaisia siivousvälineitä. Tälle kehitystyölle lähtökohtana toimi tarve erilaisien pintaratkaisujen siivoamisen helpottamiseksi. Näin syntyi Sinipoika-sarja, jossa oli ainutlaatuinen pikakiinnitys. Tätä historiallisen ainutlaatuista, sekä patentilla suojattua pikakiinnitystä hyödynnetään yhä tänä päivänäkin Sinituotteen siivousvälinetuotteissa. (Sinituote Oy www-sivut 2017.)

Kokemäelle Sinituotteen tiloihin on siirretty myös perinteikkään Ruotsalainen Kungsharjatehtaan tuotteiden valmistus. Tämä on tuonut Sinituotteelle merkittävästi lisää volyyymiä, sekä myös vientiä muualle Eurooppaan. Kungs-tuotemerkin alla valmistettavat harjaustuotteet on tarkoitettu pääasiallisesti autonhoitoon, ja näin ollen ne tuovat Sinituotteelle nykyisten volyymituotteiden rinnalle kausiluontoisia tuotteita. (Pruuki henkilökohtainen tiedonanto 2.9.2016.)

Sinituotteen Kokemäen tehtaalle on tuotu myös Kaavilla toimineen Hope Smoke savustuspussitehtaan tuotanto. Myös tämä, kuten yllä mainittu Kungsharjatehtaan tuotteiden tuotanto on siirtynyt Sinituote Oy:lle tehtyjen yrityskauppojen myötä. (Sinituote Oy www-sivut 2017.)

1.2 Työn taustat

Opinnäytetyön tarkoitus on tehdä layout-malli Sinituote Oy:n tuotantotilojen kokoonpano-osastolle. Kokoonpano-osasto on vuosien mittaan rakentunut aina uusien koneiden mukaan niille sijoille kuin niitä on tullut. Tämän vuoksi koneiden sijoittelu on aikaisemmin perustunut ajatukseen: minne ikinä mahtuukaan. Nyt, kun tila alkaa olla loppumassa, layoutin uudelleen järjestäminen on kohdallaan. (Peltosaari henkilökohtainen tiedonanto 19.1.2016.)

Sinituotteella on monta osastoa, joista koko tehdas koostuu. Osastojen välistä toimintaa on paljon ja tehdas pystyy itse luomaan suurimman osan tuotannosta. Sinituotteen osastoja ovat muovi-, harja-, kokoonpano-, kungs-tuotteen kokoonpano- ja savustus-pussiosasto. Lisäksi on pienempiä osastoja, joissa muokataan puolivalmisteita siivousvälineisiin. Kokemäen tilat sisältää käyttöaine-, raaka-aine-, väli-, asiakaspalvelua turvaavat ja loppuvarastot. (Heiska henkilökohtainen tiedonanto 19.1.2016.)

Sinituotteen lähtökohtana varastoinnissa on ECR, eli asiakaslähtöinen tarjontaketjunhallinta, jolloin tavoitteena on saada lähetettyä tavara heti, kun tilaus on vastaanotettu. Sinituotteen pohjimmainen syy tähän on saada kilpailuetua aasialaisia halpatuotantoyrityksiä vastaan. (Pruuki henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2016.)

Valmistettavia tuotteita on yli 200 erilaista, joista muutamia valmistetaan ympäri vuoden. Näistä suurin osa on harvemmin valmistettavia tuotteita, joita valmistetaan varastoon jopa vuoden kestävään varastoerään. Monet tuotteista voidaan valmistaa samoilla tuotannon koneilla muottien vaihdoilla ja erilaisilla kokoonpanoilla. Nimikkeiden modulaarisuus on erittäin hyvä, joka on sekä tuotannon että kuluttajan kannalta hyvä asia. (Pruuki henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2016.)

Kokoonpano-osastolla on useita toimipisteitä, joissa valmistetaan yhtäaikaisesti useampaa tuotetta. Jotta voidaan samanaikaisesti hoitaa useaa toimintoa, pitää kokoonpano-osaston pystyä muuntumaan tuotteiden valmistuksen mukaisesti ja tuotteiden liikkuvuus pitää olla helppoa raaka-aineesta lopputuotteeseen asti työpisteiden välillä. (Pruuki henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2016.)

1.3 Työn tavoite

Työn tavoitteena on luoda layout-malli alkuperäisen kokoonpano-osaston vaihtoehdoksi. Vaihtoehdot esitetään palikkamalleina ja valitusta mallista luodaan CAD-piirustus, josta tulee ilmi työpisteiden ja käytävien mitat sekä kokoonpano-osaston koneiden ja lisälaitteiden sijainnit.

Valitun layout-mallin tulee olla joustava, joka mahdollistaa osastojen kausittaisen muuttuvan tilantarpeen. Myös tulevaisuuden hankinnoille pitää olla huomioituna tilaa, koska uutta layoutia ei luoda lähitulevaisuudessa. Lisäksi mallin pitää olla avoin uusille toimintatavoille esimerkiksi kuljettimien kannalta.

1.4 Rajaukset

Tutkimukseen valmistaudutaan tutustumalla yrityksen tuotannonvalmisteiden, -koneiden ja -tilojen mittoihin ja määriin. Tuotannonvalmisteista on käytössä yrityksen vuoden 2015 tuotantonimikkeiden määrien taulukko ja geometriset mitat mitataan kokoonpano-osastolta. Vanhan pohjapiirustuksen mukaan saadaan kokoonpano-osaston äärien mitat.

Tutkimuksen tueksi käytetään kirja- ja internet-lähteitä, joista saadaan tietoperusta layout-suunnitelmaan sekä tulevaisuuden toimintatapojen ennakointiin. Lisäksi haastatellaan tuotantopäälliköitä aikaisemmista toimintatavoista, mutta niitä tietoja ei käytetä uuden pohjaratkaisun luomiseen, vaan yritetään huomioida toimintoja hidastavia tekijöitä ja välttää toistamasta samoja virheitä.

Tutkimuksesta jätetään pois työpisteiden koneiden ja työtasojen sisäinen sijoittelu ja asetus, tuotannon ja varastonhallinnan ohjelmistot sekä layoutin asettamisen ohjeistus. Lisäksi kokoonpanolaitoksen virtausta tutkitaan vain, miten se kulkee. Tutkimuksessa keskitytään kokoonpano-osaston lisäksi layoutiin vaikuttaviin osastojen toimintoihin.

1.5 Menetelmät

Opinnäytetyön tutkimusote on konstruktiiivinen. Konstruktiiivinen menetelmä keskittyy tosielämän ongelmiin, jotka ratkaistaan käytännössä. Konstruktio on abstrakti käsite, jolla on ääretön määrä mahdollisia toteutumia. Tutkimus sisältää luodun konstruktion toteuttamisyrityksen ja tässä opinnäytetyössä se on layout suunnitelma. Konstruktiiivinen tutkimus on kokeellinen, jolla yritetään havainnollistaa, testata tai jalostaa aikaisempaa teoriaa, tai luoda kokonaan uusi teoria. (Metodix www-sivut 2017.)

Konstruktiiivinen tutkimus on tutkijan kannalta uusia mahdollisuuksia tarjoava tapapäästä käsiksi mielenkiintoisiin tutkimuskohteisiin. Mahdollisuus tuottaa selkeitä käytännön hyötyjä yrityksille ja organisaatioille. Kohdeorganisaation näkökulmasta mahdolliset hyödyt tulevat ulkopuolisen tutkijan kautta, joka ei omaa ongelmanratkaisuun kohdeyrityksen käytännönomaisia piirteitä, vaan tuo mahdollisesti olemassa olevaan aikaisempaan teoriaan liittyvää tietämystä. Akateemisilta tutkijoilta voidaan odottaa puolueettomampaa asennetta ja syvällisempää teoreettisen tietämyksen hallintaa kuin esimerkiksi konsulteilta. (Metodix www-sivut 2017.)

2 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout on suunnitelma, joka kertoo tietyn alueen tilat, missä on tarkoitus tehdä jotain tiettyä asiaa. Prosessin tai projektin layout muodostuu, kun kaikkien toimintojen sijainnit on määritelty ja toimintoihin tarvittavat objektit on määritelty ja kuinka eri toiminnot ovat kytköksissään toisiinsa tehtävien osalta. Yhdessä näistä muodostuu jonkin näköinen virran kuvio, jossa tarvittava toiminto suoritetaan. Layout suunnitelma on tärkeä päätös, joka vaikuttaa toimintojen sujuvuuteen. (Slack, Chambers & Johnston 2010, 179.)

Hyvä layout on turvallinen ja luontainen. Prosessit, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteita, eivät ole lähellä niitä henkilöitä, joille ne eivät kuulu. Henkilöstön ja materiaalin liikkuvuus ovat tarkoituksella sen pituisia kuin prosessit vaativat ja ne ovat selkeitä. Johdon sijainti on oikeassa paikassa, jolloin ei ole esteitä kommunikaatiossa sekä järjestelmien että henkilöstön kanssa. Työkoneet ja työtilat ovat sijainniltaan helposti huollettavissa ja työpisteille on helppo päästä. (Slack ym. 2010, 179.)

2.1 Layout-tyypit

Layoutit muodostuvat ja saavat lopullisen muotonsa siitä, kuinka prosessit hoidetaan. Neljä perus layout tyyppiä ovat virran ja materiaalien vaihtelevuuden eri kokonaisuutta. Näistä kolme tyyppiä ovat tuotantolaitokseen soveltuvia, joita ovat tuotantolinja-, funktionaalinen-, ja solulayout. Neljäs tyyppi on erityisimmille töille tarkoitettu kiinteä tuotantopaikka. (Slack ym. 2010, 180.)

Kiinteä tuotantopaikka

Kiinteä tuotantopaikka layout-tyypissä valmistettava tavara pysyy paikallaan ja henkilöstö, tarvittava materiaali ja työkoneet liikutetaan lähettyville. Esimerkiksi telakoiden laivarakennus aikoinaan oli hyvin pitkälle näin valmistettu, mutta jos tarkemmin asiaa tutkitaan, niin esimerkiksi risteilijöiden hytit valmistetaan eri tuotantolaitoksessa valmiina paketteina. (Slack ym. 2010, 183.)

Tuotantolinja

Tuotantolinja layout erottaa ja paikantaa jokaisen työtehtävän ja materiaalin. Jokainen tuote tai tieto kulkevat ennalta määrättyä polkua, joissa on tarkoitus tehdä jotain. Tuotteen muutos tapahtuu linjassa ja kulkee virtauksen mallisesti prosessin läpi, jonka vuoksi sitä kutsutaan joskus myös virtautettu layout -tyypiksi. Virtaus on ennustettavissa ja tämän vuoksi helppo hallita. Esimerkiksi autojen kokoonpanotehdas on tuotantolinja layoutin kuvaukseen sopiva. (Slack ym. 2010, 180.)

Funktionaalinen

Funktionaalisessa layoutissa samankaltaiset työpisteet ja koneet on ryhmitelty lähelle toisiaan. Näin toimitaan, jos tarvitaan mukavuutta tai käyttöaste parantuu. Operaation virtaus määräytyy tuotannon tarpeen mukaan ja eri tuotteet kulkevat näin ollen eri reittejä. Yleensä tämän seurauksena operaatiolle on monimutkainen virtaus. (Slack ym. 2010, 181.)

Solu

Solulayoutissa tuotanto koostuu eri soluista, joissa valmistetaan tuote tai puolivalmiste, ja jossa saadaan heti tarvittavat toiminnot suoritettua. Kun solussa on saatu tehtyä tarvittava työ, tuote liikkuu toiseen soluun, jossa sitä jatkojalostetaan. Solulayout on sekoitus tuotantolinja- ja funktionaalista layoutia. (Slack ym. 2010, 183.)

2.2 Layoutin tarkastelu

Hyvin suunniteltu layout luo tehokkaan ja toimivan työympäristön. Analysoimalla toimintoja ja työtiloja, on mahdollista parantaa layoutia ja sitä myöden prosessien, koneiden, materiaalin ja henkilökunnan tehokkuutta. Toimintojen ketjun pitää olla selkeä ja etäisyyksien mahdollisimman lyhyitä ja yksinkertaisia. Tilojen rajoituksia vähentämällä on mahdollista lisätä tuotannon kapasiteettia ja käyttöä. Materiaalien käsittely vähentyy ja hävikkiä syntyy vähemmän. Hyvä layout antaa mahdollisuuden tulevaisuuden kasvulle tai vakaantumiselle. (Greene 2013, 10.)

Universaalia layout-pohjaa ei ole olemassa, koska ei ole yhtä toimivaa ratkaisua, joka sopisi kaikille. Omat toimintatavat, -tilat, koneet ja prosessit vaihtelevat, joilla on

suurin vaikutus layoutiin. Uuden layoutin luonnissa hyödynnetään aiempia erilaisia käytäntöjä ja esimerkkejä. Uusi layout tulee olemaan uniikkiin tilanteeseen sopiva ratkaisu. Layout vaatii työpisteiden asettamista tai toimintojen sijaintien määrittämistä, mutta se on usein koko prosessin viimeinen vaihe. Ensin määritellään prosessin operatiiviset ominaisuudet, virta ja koko tuotoksen reititys. Samalla pitää ajatella koko kapasiteetin tuotevalikoimaa, henkilökunnan määrää, tuotekierron tavoitteita, materiaalin käsittelyä ja turvallisuutta. Lisäksi rakennuksen fyysiset mitat ja ominaisuudet pitää huomioida. (Greene 2013, 10.)

Uuden layoutin luominen voi, kuten muissakin projekteissa, olla tehokkaasti ja nopeasti luotu kokemuksen ja osaamisen avulla. Layout voi olla iso tai pieni suunnitelma, joka on räätälöity ennalta määrättyyn alueeseen siihen kuuluvilla objekteilla, aikataululla ja budjetilla. Suuret layout-muutokset hoidetaan usein vaiheittain. Pitää muistaa, että voi mennä vuosia ennen kuin layout päivitetään uudelleen. Suunnittelu ja täytäntöön panno hoidetaan joko omien resurssien avulla tai antamalla työ konsultille. Pääta-voitteita uuden layoutin luomiseen ovat paremman virtakaavion saavuttaminen materiaaleille ja työntekijöille olevalla työalueella, tai pystyttää uusi tai erilainen toimitila. (Greene 2013, 11.)

Layout yleensä asetetaan paikoilleen pysyäkseen pidemmän aikaa, koska uuden tekeminen voi tulla kalliiksi ja aiheuttaa häiriöitä, kun se on asennettu. Ja lisäksi layout saattaa vanhentua pian sen asettamisen jälkeen, johtuen uusista koneista tai tuotteista tai työvuoroista, joiden määrät vaihtuvat. Layoutia suunnitellessa on hyvä jättää tyhjille tiloille merkittviä paikkoja, joihin ei tule mitään fyysisesti asennettuja koneita, jotta tulevaisuudessa on varaa asentaa uusia koneita niille sijoille. Lisäksi alueet toimivat erinomaisesti sesonkiaikoina, jolloin tilat tulevat tarpeeseen. Näitä alueita voidaan käyttää myös väliaikaisina ratkaisuin, kun huoltotoimenpiteitä hoidetaan. Tarkkaan suunniteltuna tämä tuo joustavuutta, jota voidaan hyödyntää monin keinoin. (Greene 2013, 13.)

Tehtaan layoutin suunnittelu ei ole ensimmäinen askel koko projektissa, vaan myöhempi, jossa otetaan työkoneiden sijainnit huomioon. Ensin pitää luoda toimivan oloinen virtaus tehtaan toiminnoista, jonka jälkeen layoutin suunnittelu helposti seuraa. Virtaus koostuu objektiiveista, operatiivisista töistä ja työtilojen rajoista. Tämän

jälkeen tarkastellaan työmääriä ja suhteutetaan, miten kaikki toiminnot toimivat todellisuudessa, jotta voidaan luoda tehokas ja tuottava layout. (Greene 2013, 17.)

2.3 Layout-suunnittelun vaiheet

Layout suunnitelma aloitetaan määrittämällä alueen tilojen fyysiset ominaisuudet. Tilojen fyysisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan tilan mittojen lisäksi tärkeimpien pääpisteiden sijainteja, määrättyjä säännöksiä ja tilan ympärillä vaikuttavia muita tiloja, kuten taukotilat ja parkkipaikat. Näistä määritellään layoutin rakentavat ja muutettavat osat, jotka luovat ensimmäisen kosketuksen layoutin versioon. Kun on selvillä, mitä muutetaan, luodaan palikkamalli, joka pitää sisällään layoutin tärkeimmät piirteet. Palikkamalliin suunnitellaan niihin kuuluvat työkoneet ja sidonnaisuudet. (Greene 2013, 12.)

Layoutin suunnitteluvaiheen suurin vaikuttaja on tuotannon toimintatavat. Tuotannon vaatimaan tilaan on oltava tarvittavat tilat ja tarvittaessa joustoa on saatavilla muilta osastoilta. Tuotantolaitoksilla on erilaisia logistisia varastohallinta- ja tuotannonohjausstrategioita, jotka eroavat keskenään perinteisistä tekniikoista haastavampiin. (Greene 2013, 12.)

Materiaalinvirtauskaavion luominen antaa suuntaa mille tahansa layoutille. Tämän luomisella ei voida saavuttaa kaikkia hyötyjä, mutta tämän tarkoituksena on saada materiaalinvirtaus sujuvaksi ilman toistuvia toimintoja mahdollisimman hyväksi kokonaisuudeksi. Tätä seuraavat työn näkyvyys, turvalliset ja helpot kulkuyhteydet työpis-teille, materiaalin hallinta, siisteys ja huoltoyhteydet. (Greene 2013, 12.)

Uuden tilan luomiselle on tärkeää pitää varastot siistinä ja uutta tilaa voidaan saada pelkästään jo varastossa olevien tuotteiden uudelleensijoittelulla. Ennen uudelleensijoitusta on kuitenkin huomioitava varastoitava tuote ja tilojen rajoitukset. (Greene 2013, 12.)

2.3.1 Objektiivit

Objektiivit layout-suunnittelussa ovat isoja työkoneita tai työpisteitä. Yleensä ne pysyvät paikoillaan vuosia, jonka takia niiden sijoittaminen pitää suunnitella tarkasti. Layout suunnitelma luodaan tiettyihin oletuksiin ja oletukset pitäisi olla tarkasti huomioitu ja tarkastettu. Esimerkiksi tuotannon ennusteet ovat tärkeä tekijä, joka vaikuttaa tuotteisiin ja niiden eräkokoihin ja määriin. Lisäksi tulevaisuuden muutoksia, kuten uudet tuotteet, teknologiat ja jopa taloustilanne, pitäisi osata ennustaa, miten ne vaikuttavat objekteihin. Mahdollisille uusille objekteille pitäisi tunnistaa alue, jolle ne voisivat sijoittua. Se ei välttämättä ole tarkoin määritelty alue. Joustovaraa pitää olla, jotta tulevaisuuden muutoksia ei vaikeuteta tässä vaiheessa. (Greene 2013, 17.)

Taloudelliset rajoitteet ja aikataulut pitää huomioida layoutin muutoksen yhteydessä. Layoutin muutos hoidetaan usein osissa, joka on suunniteltu tiettyyn aikatauluun ja tavoitteeseen. Tällöin pitää huomioida, mitkä tuotannon osat keskeytyvät ja luoda järkevä ratkaisu, milloin tuotanto voidaan keskeyttää ilman suurempia ongelmia. (Greene 2013, 17.)

2.3.2 Operatiiviset toiminnot

Monet operatiiviset toiminnot vaikuttavat layoutin suunnitteluun. Varastonohjaus vaikuttaa suuresti, kuinka tavaraliikenne määräytyy tuotannossa ja samalla layoutin alueiden kokoihin. Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmän hyödyt voivat heijastua layoutin alueisiin, jolloin voidaan välttää ylimääräisiä toimintoja ja supistaa tilaa työpisteiltä. (Greene 2013, 18.)

Inventaariota voidaan myös tehdä layoutin muutoksen aikana ja layoutin muutos voi vaikuttaa myös inventaarion hoitamiseen jatkossa ja kuinka paljon sitä halutaan. Tietokonelaitteistot ja ohjelmistot ja automatiikka voivat aiheuttaa ongelmia layoutin muutokseen. Täytyy varmistaa, että näitä hoitava osasto otetaan mukaan projektiin tarpeeksi ajoissa. Samaan projektiin ei suositella ottamaan ohjelmistojen tai järjestelmien muutoksia. Riskit ovat liian suuret. (Greene 2013, 18.)

2.3.3 Geometria, tilojen mitat ja fyysiset ominaisuudet

Tilojen fyysiset ominaisuudet määrittävät lopullisen layoutin. Tontin koot, alueet, rasteet, liitokset, kuivatukset, pääsyt, parkkipaikat. Rakennuksen mitat; lastausalueet ja sen väliseinät; sisätilojen korkeudet; lattiatilat; putkistot; viemärit; kaikki muutkin tarvittavat, kuten lämmitys, ilmastointi ja niiden tarpeet; laiturit ja materiaalin liikkuvuus; portaat, hissit ja rampit; henkilöstön liikkuvuus; yhteiset tilat; konttorit. Näitä kaikkea voidaan pitää tarvittavina tekijöinä nykypäiväiselle tehtaalle, joka muotoutuu ja pitää rajoitteita näiden kanssa. (Greene 2013, 18.)

Työkoneet ja muut asiat vievät tietyn alueen aina lattiatilasta. Materiaalien käsittelyt ja henkilöstön liikkuvuus määrittävät työtilan itse työkoneen kanssa. Varastointi vie oleellisen osan tehtaan tiloja, eikä pelkästään tuotteiden säilyttämiselle vaan myös työkalujen ja kuljetusvälineiden pitämiseen. On olemassa erilaisia hyllystöjä ja kokonaisuksia varastoille, erikokoisia lattia-alaltaan ja korkeudeltaan. Käytäväleveys pitää ottaa myös huomioon hyllyköiden suunnitteluissa. Tehtaan ylläpidon osuudet, kuten lämmityslaitteet ja kaikki huollon työkalut tarvitsevat oman paikkansa. (Greene 2013, 18.)

Jotkut toiminnot ovat vaikea sijoittaa uudelleen. Näitä ovat tiettyjä ominaisuuksia omaavat jutut, kuten vaaralliset aineet tai eri lämpötiloja vaativat toiminnot. Jos on mahdollista, asetetaan ne toiminnot reunoille niin, ettei ne tuki tulevaisuuden laajenuksia ja tarpeita. (Greene 2013, 19.)

2.4 Layout-suunnitteluun vaikuttavat asiat

2.4.1 Varastointi

Varastolle on kaksi englannin kielistä termiä: storage ja warehouse. Nämä eroavat keskenään sillä, mitä varastoidaan. Storage varastoi raaka-aineita, osia, puolivalmisteita ja muita jokapäiväiseen tuotantoon tarvittavia asioita. Warehouse on taas enemmän lopputuotevarasto, joka ei vaikuta niinkään tuotannon virtaukseen ja muihin layoutin vaikuttaviin asioihin. (Stephens & Meyers 2013, 186-199.)

Kaikki varastoitavat asiat vaativat tilaa ja ne pitää ottaa huomioon, kun suunnitellaan layoutin koko tilan vaatimuksia. Yleensä raaka-aine- ja lopputuotevarastot ovat tuotantolaitoksen suurimmat tilanviejät varastoitavien asioiden välillä. Raaka-ainevarastot ovat layoutia suunniteltaessa tärkein tilan laskemisen kannalta. (Stephens & Meyers 2013, 186.)

Varastotilan suurin määrittäjä tuotantolaitokselle on sen varastonohjauksen hallinta. Tuotantolaitoksen tapana voi olla suoraviivaiset tarkoin väliajoin toimitettavat raaka-aine toimitukset, tai vaikka enemmän luova tapa hoitaa tuotetta A tietyn ajan, jonka jälkeen jatkaa tuotteella B tietyn ajan ja vielä tuotteella C jatkaa jonkin tietyn ajan. Kun tuotevalikoima on suuri, se todennäköisesti sisältää kausituotteita, joiden tuotantoaika ja määrä kannattaa hoitaa mahdollisimman tuotantotehokkaalla tavalla. (Stephens & Meyers 2013, 186.)

Just in time (JIT) – juuri oikealla ajallaan -varastonohjaus on tapa, jolloin tuotantoon tarvittavat tuotteet toimitetaan silloin, kun niitä tarvitaan. Tämä vapauttaa raaka-ainevarastojen tarpeen, tai ainakin pienentää sitä huomattavasti. Samalla se lisää materiaalin virtaa, jota varten pitää huomioida taas muita asioita. (Stephens & Meyers 2013, 188.)

Kaikkien varastojen tavoitteena pitäisi olla kuutiotilan maksimointi, esteettömät kuluyhteydet kaikkialle, turvallisuus ja varastonohjauksen hallinta, joka sisältää hävikin ja tuotannonohjausjärjestelmän hallitsemisen. Kuutiotilan maksimoimiseen tarvitaan hyllyjen ja muiden varastointivälineiden oikeinkäyttöä ja minimoimalla käytävän tilaa ja minimoimalla tyhjää tilaa. Varastovälineiden ja hyllyjen oikeinkäytöllä ja käytävän tilan minimoimisella voidaan maksimoida varaston kuutiotila. (Stephens & Meyers 2013, 188.)

Jokaisella tuotantolaitoksella on tapansa hoitaa varastonohjaus ja sen kautta määräytyvät tuotantoerät ja ajat. Työkoneiden tuotanto halutaan pitää mahdollisimman tehokkaana ja niiden yhtälönä saadaan tarvittava tila raaka-aineen varastoinnille turvavarastojen lisäksi. (Stephens & Meyers 2013, 186.)

Varaston tehtäviin kuuluvat monet muutkin asiat kuin pelkästään tuotteen varastointi. Varastoinnin toiminnot liittyvät tuotteen virtaukseen. Varastoinnin toiminnot kulkevat usein seuraavassa järjestyksessä. Näistä alustava pakkaaminen, pakkaaminen ja hinnoittelu, yhteen lastaus ja täydennys ovat vaihtoehtoisia toimintoja, joita ei tehdä kuin tarvittaessa.

1. vastaanottaminen
2. alustava pakkaaminen
3. siirtäminen
4. välivarastointi
5. kerääminen ja lavotus
6. pakkaaminen ja hinnoittelu
7. lajittelu
8. pakkaaminen ja lähetys
9. yhteen lastaus
10. täydennys (Tompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco & Trevino 1996, 392.)

2.4.2 Pakkaaminen

Alustavaa pakkaamista on, kun tuotantolaitokselle tuodaan raaka-aine materiaalit irtotavarana, materiaalien sijoittaminen omille alustoille, joita on parempi siirtää tuleviin toimintoihin. Tässä kohtaa alustoilla voi olla muitakin raaka-ainemateriaaleja, joita käytetään prosessissa. Alustoja voi olla erilaiset laatikot, säiliöt, säkit ja lavat. (Tompkins ym. 1996, 393.)

Kerääminen ja lavotus ovat tuotteen pakkaamisen alustava vaihe, jolloin lähetys valmistellaan. Keräämisen ja lavotuksen hoitamiseen käytetään erilaisia apuvälineitä, joilla saadaan tarvittava pakkaaminen hoidettua. Kerääminen on toiminto, joka yleensä määrittää varaston perusrakenteen. (Tompkins ym. 1996, 392.)

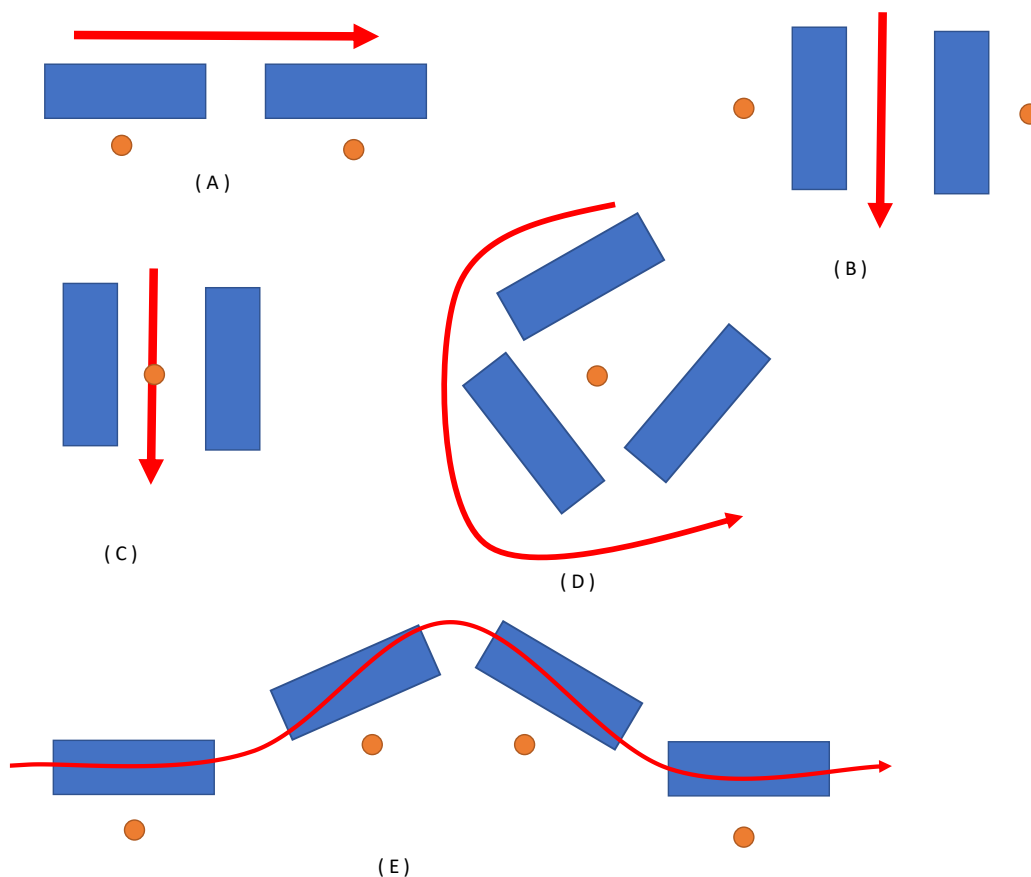
Pakkaaminen voidaan hoitaa askeleittain keräilyn jälkeen. Kuten alustavan pakkaamisen tavoin, tuotteita voidaan sijoitella vielä pienempiin eriin odottamaan seuraavaa vaihetta. Tässä vaiheessa on mahdollisuus asettaa tarkemmat tuotekohtaiset tunnistus- ja seurantakoodit. (Tompkins ym. 1996, 392.)

2.4.3 Valmistuksen materiaalivirrat, tuotteiden kuljetukset ja siirrot

Virran analyysi on layout suunnitelman pohja ja materiaalihallinnan alku. Kappaleen virtaus on polku, jonka kappale liikkuu tehtaassa. Virran analyysissa kartoitetaan jokaisen liikkuvan osan polku, jonka avulla on selvittää, miten vähentää kuljettua matkaa, toistuvia liikkeitä, ristiin menevää liikennettä ja tuotannon kustannuksia. Virran analyysi tukee layout-suunnitelmaa, kun toteutetaan kaikkein tehokkainta vaihtoehtoa koneiden, työpisteiden ja osastojen sijoittamisessa. Tuotteen virtauksen parantaminen vaikuttaa usein kannattavuuteen positiivisesti. (Stephens & Meyers, 115.)

Tehtaiden layoutit ovat erilaisia kahden perinteisen mallin välistä tuotteiden määrän ja prosessin laajuuden perusteella. Tehtaissa, joissa valmistetaan suuria määriä, on vähemmän koneita ja työpisteitä, kuin tehtaissa, joissa prosessit ovat laajoja. Kun tuotteen valmistuksen prosessi on laaja, layoutin virta voi osoittautua monimutkaiseksi. (Stephens & Meyers, 115.)

Suuren tuotannon tehtaissa virtaus perustuu tuotteiden virtaukseen. Kuviossa 1 esitetään toimipisteiden välillä tapahtuva tuotteiden virtaus. Tuotteiden virtaus työpisteiden välillä on erilainen työpisteiden ja niillä toimivien henkilöiden mukaisesti. A-, B- ja E-virtaukset kulkevat määrätysti työpisteeltä toiselle, joissa toimihenkilöt voivat tehdä tarvittavat toimenpiteet omilla työpisteillään. C-virtauksessa toimihenkilö työskentelee kahdella työpisteellä ja D-virtauksessa useammalla kuin kahdella työpisteellä. (Tompkins ym. 1996, 85.)

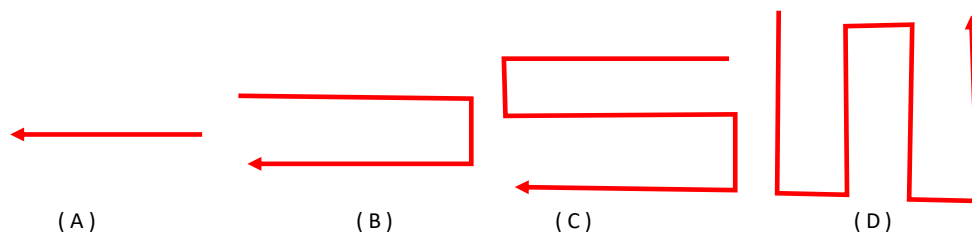


Kuvio 1. Toimipisteiden välinen virtaus. (A) suora edestä. (B) kahden toimipisteiden välistä takaa. (C) kahden toimipisteiden välistä edestä. (D) kiertävä. (E) mutkikas. (Tompkins ym. 1996, 86)

Osastoilla, joissa hoidetaan prosesseittain saman kaltaisia toimintoja, virtaus on usein työpisteiden ja käytävien välillä. Virtauksen suunta muodostuu työpisteiden ja käytävien suuntauksesta. Ne jakautuvat rinnakkaisiin, kohtisuoriin ja viistoihin suuntiin. Suuntaus määräytyy työpisteiden vuorovaikutuksista, työpisteen tilan suuruudesta ja käsiteltävän materiaalin koosta. Viistojen suuntien virtaus on usein yksisuuntaisten käytävien kanssa. Ne vaativat usein vähemmän tilaa kuin rinnakkaiset ja kohtisuorat järjestelyt. Viistoon menevä virtaus on kuitenkin joustamattomampi ratkaisu, jonka vuoksi sitä käytetään harvemmin. (Tompkins ym. 1996, 85.)

Osastojen välinen virtaus on usein koko tehtaan määrittävä virtaus. Kuviossa 2 esitetään neljä perusmallia osastojen väliseen virtaukseen, jotka ovat suora virtaus, U-, S- ja W-muotoiset virtaukset. Tehtaalla voi olla hyvinkin erikoisia linjojen yhdistelmiä,

joista huomioon otettavat kohdat ovat linjojen alku- ja loppupäät. Virtaus voi alkaa ja loppua samaan paikkaan tai vastaavasti toiselle puolelle tehdasta. Usein tehtaan tavaran vastaanotto ja lähetys määrittävät, miten virtauskuvion päät sijoittuvat. (Tompkins ym. 1996, 86.)



Kuvio 2. Yleiset virtauskuviot. (A) suora linja. (B) U-muotoinen. (C) S-muotoinen. (D) W-muotoinen. (Tompkins ym. 1996, 87)

Suora virtaus tarkoittaa, että tuotteet kulkevat sisään toiselta puolelta ja toiselta ulos. Tällöin molemmilla puolilla osastoja on oltava tuotteiden seuraavaa toimintoa varten olevat toiminnot. Suoran virtauksen alussa on tuotteiden vastaanotto ja lopussa lähetys. Useimmissa tilanteissa molemmissa päissä on oltava ajopihat ja myös lastaus- ja purkualueet. (Ritvanen, Inkiläinen, von Bell & Santala 2011, 85.)

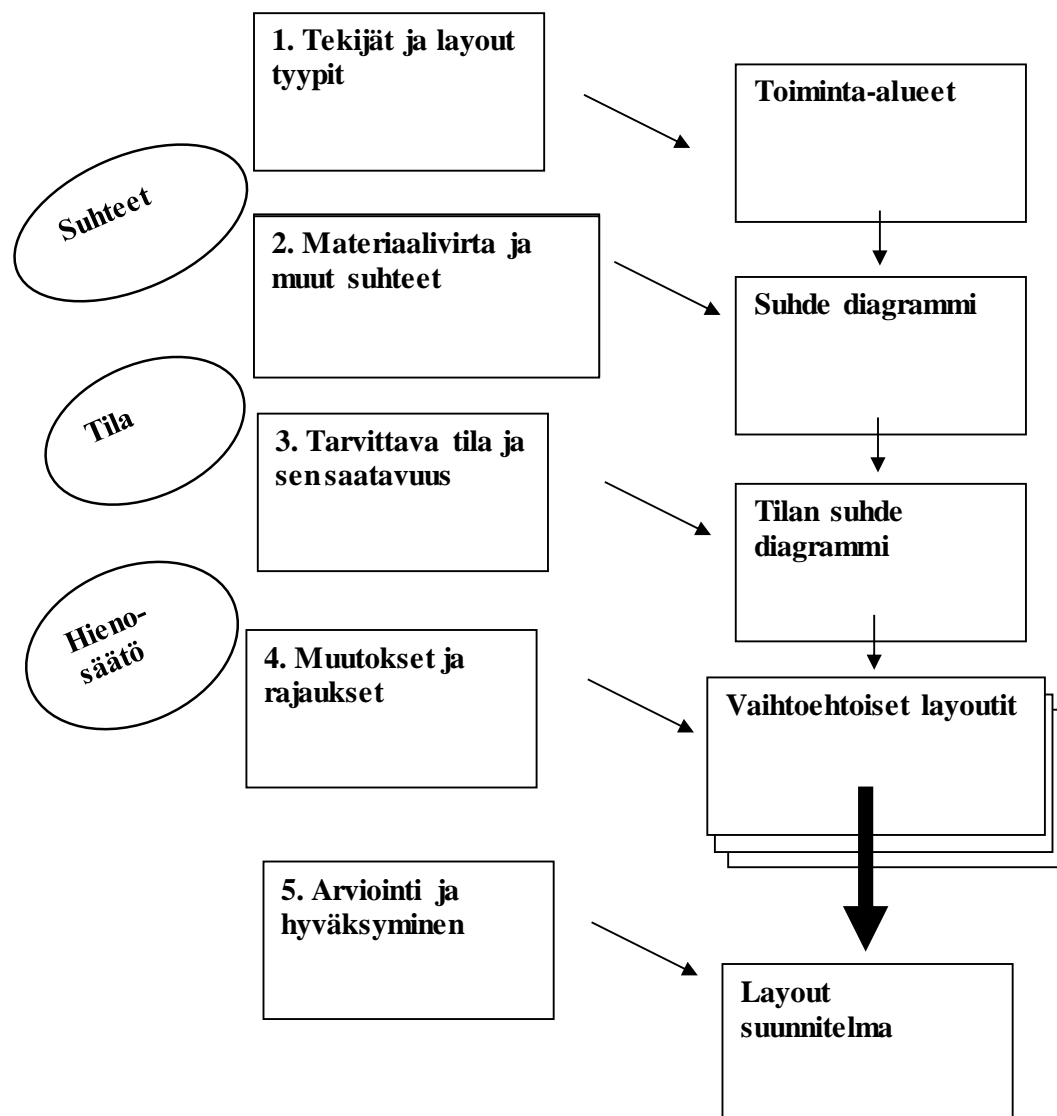
Myös S-virtauksen tuotteet kulkevat yhdestä päästä ja poistuvat toisesta. Kun tuotantolaitoksella on monia variaatioita tuotteiden valmistusvaiheissa, on mahdollista, että virtaus on monimutkaisempi. Tällä tavoin tuodaan yhteen paikkaan samaa toimintoa vaativat tuotteet, eikä samaa toimintoa tarvitse tehdä toisella paikalla. (Tompkins ym. 1996, 87.)

U-virtauksen avulla voidaan sijoittaa toiminnot pienempään tilaan. Käytävätilaa tarvitaan myös enemmän. Alku- ja loppupäähän voidaan yhdistää lastaus- ja purkutoiminnot. W-virtauksen malliin voidaan päätyä, jos täytyy hoitaa joku toiminto eristyksissä muista toiminnoista. (Tompkins ym. 1996, 87.)

2.4.4 Layout suunnittelussa sovellettavat menetelmät

Richard Mutherin kehittämä Systematic Layout Planning (SLP) on yksi selkeä menetelmä, jolla voidaan ratkaista layout suunnitteluun vaikuttavat tekijät ja kuinka toteuttaa layout. Layoutin toteutus on jaettu neljään osaan: ensimmäinen on alueen osoittaminen, jolle uusi layout tullaan asettamaan, toinen on alueen perusmallin suunnittelu, kolmas on tarkka suunnittelu ja neljäs on layoutin asennus. (Muther & Hales 2015, 22.)

Kuviossa 3 esitetään SLP-suunnittelumalli, joka muodostuu useammasta kaavioista ja diagrammeista, joilla edetään askel kerrallaan lopputulosta kohden.



Kuvio 3. Systematic layout planning -suunnittelumalli. (Muther & Hales 2015, 28)

Kuten kaikkien layout suunnitelmien, ensin pitää hahmottaa tekijät ja niiden ominaisuudet. Jokaiselle toiminta-alueelle tehdään selväksi, mitä tuotetaan, kuinka paljon, minkälainen prosessi, mitä tukitoimia tarvitaan ja kuinka paljon se vie aikaa. Näille viidelle asialle tehdään tarkistuslista, jossa on kyllä-ei sarakkeet kuvaamassa näitä asioita. Yleisesti näitä ovat tuotteen kohdalla paino, muoto, arvo, laatu ja pakkausmuoto. (Muther & Hales 2015, 27.)

Materiaalivirran tutkimiseen on eri keinoja. Suunnittelijan pitää havainnoida materiaalivirta, jotta layout voidaan suunnitella. Kuviossa 4 sopiva analyysi materiaalivirralle valitaan tuotettavien materiaalien määrän ja valikoiman suhteen. Esimerkiksi

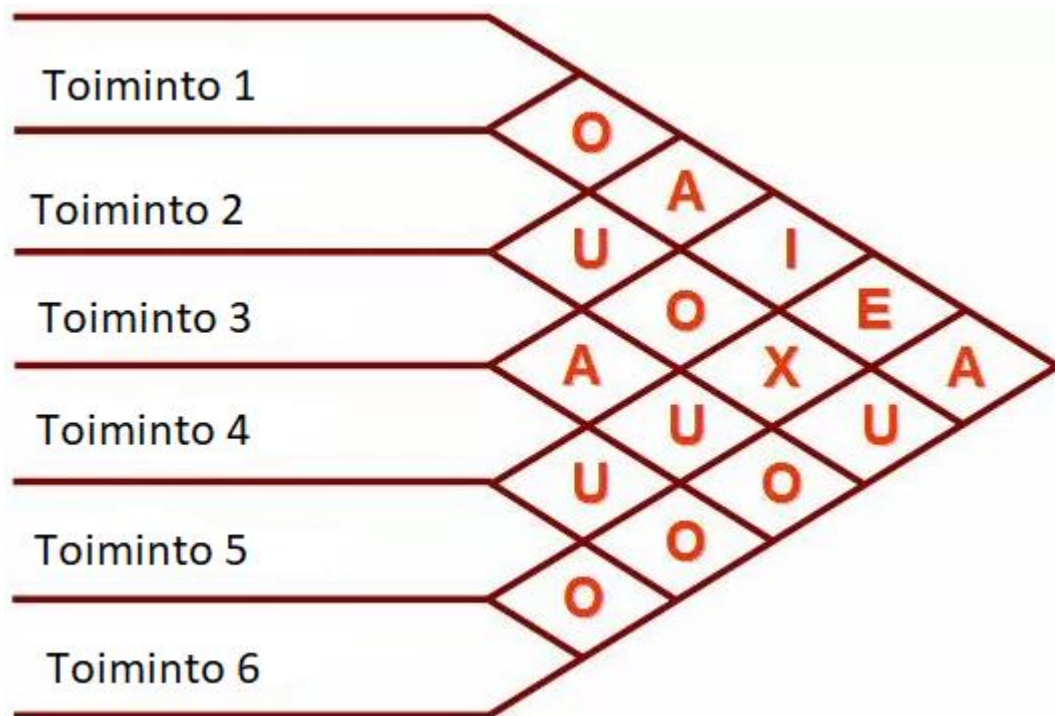
monen tuotteen prosessin kaaviolla voidaan luokitella toiminnon ja tuotteen mukaan, mitä tuotteita käytetään eri toiminnoilla. (Muther & Hales 2015, 57.)

Toiminto	osa/tuote A	B	C	D	E
Leikkaus	1	1	1		1
Poraus	2		3	1	3
Taivutus		2	2		2
Höyläys	3	3		2	4

Kuvio 4. Usean tuotteen prosessikaavio. (Muther & Hales 2015, 69)

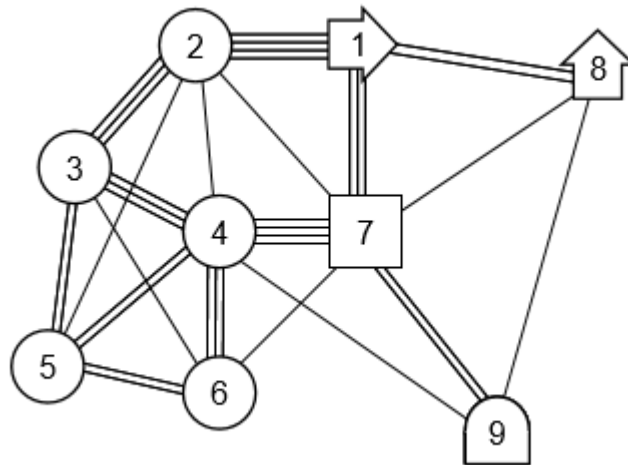
Materiaalivirran kaavion tueksi tehdään toimintojen välinen suhdekaavio, jolla kuvataan mitkä toiminnoista pitäisi saada lähelle toisiaan. Suhdekaavion malli esitetään kuviossa 5. Tällä tarkistetaan yhteisiä toimintoja ja tarvittavia sidonnaisuuksia ja tämä tuo selkeästi esille, mitkä toiminnoista kannattaa sijoittaa lähelle toisiaan. Kaaviossa listataan kaikkien toimintojen arvo toisten suhteen. Muther ehdottaa arvot ehdottoman tärkeän 16 pisteen arvoiseksi, erittäin tärkeän 8 pisteen, tärkeän 4 pisteen ja hyvän yhden pisteen arvoiseksi. Nolla pistettä annetaan mitättömälle vaihtoehdolle ja sietämättömälle miinus 80 pistettä.

- A - Ehdottoman tärkeä
- E - Erittäin tärkeä
- I - Tärkeä
- O - Hyvä
- U - Mitätön
- X - Sietämätön



Kuvio 5. Suhdekaavio. (resourcesystemsconsulting www-sivut 2017)

Suhdediagrammi luodaan suhdekaavion pohjalta. Kuviossa 6 esitetään suhdediagrammi. Diagrammiin valitaan toiminnot, jotka halutaan saada esille, ja määritetään niille tunnisteeet. Yleensä tunnisteeet ovat merkitty numerojärjestykseen, jolloin ykkönen on tavarän vastaanotto ja viimeinen luku on lähetys. Tämän jälkeen merkitään kuvioon toiminnot ja laitetaan toimintojen välille yhteysviivat. Ensin suositellaan laittamaan ehdottoman tärkeät kytkökset, joista saadaan 1. diagrammi. Tämän jälkeen lisätään kuvioon erittäin tärkeät ja sietämättömät. Tässä kohtaa on hyvä järjestää toiminnot niin, että etäisyydet ovat ehdottomilla lyhyemmät kuin erittäin tärkeillä. Lopuksi lisätään loputkin suhteista ja järjestetään diagrammi muutamaaan eri vaihtoehtoiseen sijalleen. (Muther & Hales 2015, 84.)



Kuvio 6. Suhdediagrammi. (Muther & Hales 2015, 106)

Neljännessä vaiheessa tutkitaan tarvittavan tilan määrää. Tilan tarpeen selvittämiseen suositellaan käyttämään samoja tunnisteita kuin suhdediagrammilla. Tätä varten luodaan tilan ja suhteen diagrammi, jossa tunnisteille määritetään niiden toiminnot ja toimintoille kaikki tilaan vaikuttavat tekijät. Kun ne tiedetään, luodaan palikkamalli, joka pohjautuu aiemmin luotujen diagrammien muotoon.

(Muther & Hales 2015, 117.)

Vaikka tilan ja suhteen diagrammi olisi teoreettisesti valmis layout suunnitelma, sitä tarvitsee muokata käytännön rajoitusten ja erilaisten muunnelmien mukaan. Tämä on usein luovin vaihe suunnittelussa, jossa voidaan ottaa huomioon tavarankäsittelymenetelmät, varastointi ja tarvikkeet, ympärillä olevat asiat, rakennuksen ominaisuudet, henkilöstön tarpeet, tuotannon toimintatavat ja yksittäisten toimipaikkojen sisäinen layout. (Muther & Hales 2015, 153.)

Viimeisessä vaiheessa valitaan yksi layout muutamasta vaihtoehdosta. Jokainen voisi olla sopiva layout, mutta jokaisella on omat erikoiset hyödyt ja haitat. Layoutin valinta voidaan ratkaista kolmella perinteisellä metodilla:

1. Verrataan hyötyjä ja haittoja keskenään
2. Faktorianalyysillä
3. Kustannusvertailu ja perustelut (Muther & Hales 2015, 175.)

Jotkut layout suunnitelmat ovat projekteina pienempiä ja niille ei suositella näin laajaa tutkimusta. Yksinkertaisempi malli, jota kutsutaan Simplified Systematic Layout Planning, toteutetaan kuuden askeleen ohjelmalla:

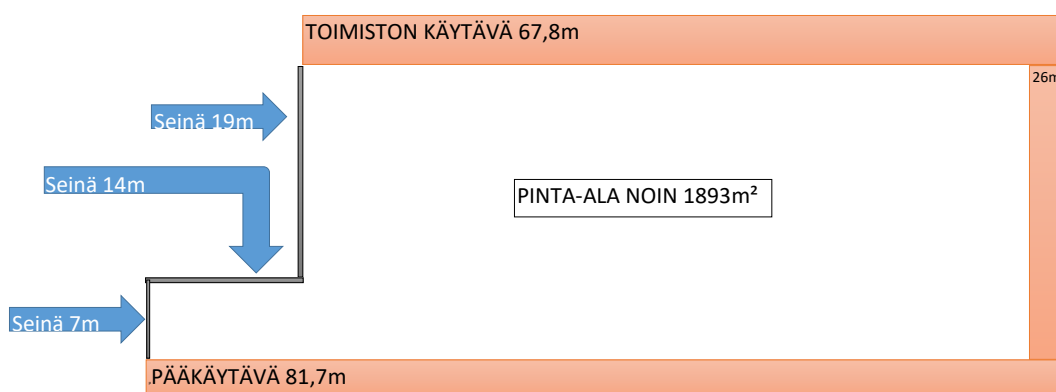
1. luodaan suhteille kaavio
2. määritetään tilan tarpeet
3. luodaan aktiivisten suhteiden diagrammi
4. piirretään tilan ja suhteiden layoutit
5. arvioidaan vaihtoehtoiset mallit
6. viimeistellään valittu layout (Muther & Hales 2015, 22.)

3 LAYOUT SUUNNITTELUN TOTEUTUS

Sinituotteen kokoonpanon uuden layout-mallin suunnittelu toteutettiin vaiheittain. Ensimmäisessä vaiheessa tutustuttiin kokoonpano-osaston geometrisiin mittoihin ja toimipisteiden mittoihin, joista luotiin alkuperäisen layoutin palikkamalli. Toisessa vaiheessa tutustuttiin aikaisempien vuosien tuotantomääriin ja -aikoihin. Annetuilla tiedoilla luotiin ABC-analyysi, jota käytetään suunnittelun apuna. Kolmannessa vaiheessa perehdyttiin tarkemmin toimintoihin ja materiaalin virtaukseen. Lopuksi tutustuttiin layoutin rajoituksiin, jonka jälkeen luotiin ensimmäiset layout-suunnitelmat.

3.1 Tilojen määritykset

Koko tilan pohjapiirustuksesta rajattiin kokoonpano-osaston alue, joka järjestetään uudelleen. Kuviossa 7 esitetään kokoonpano-osaston alue ja sen geometriset mitat. Osastolle kuuluvat toimipisteet, jotka koostuvat tuotteiden rakennusalueista. Toimipisteillä, joilla kootaan useampia tuotteita, työkoneet, pakkauspöydät ja materiaalit vaihtuvat. Toimipisteet, joilla tuotetaan yhtä tai muutamia tuotteita, ovat enimmäkseen kiinteitä ja pysyvät niillä sijoillaan layoutin asetuttua.



Kuvio 7. Kokoonpano-osaston pohjakuva ja geometriset mitat.

Layout-suunnitelmaan vaikuttavia toimipisteitä on yhteensä 18 kappaletta, jotka on määritelty toimintojen ja koneiden perusteella. Taulukossa 1 on esitetty toimipisteiden tarvittavat tilat. Tilat määräytyvät työkoneiden koosta, pakkauspöytien tarpeesta ja tarvittavalla työtilalla. Toimipisteiden tarvittavan tilan arviot ovat kokoonpanotilan

aikaisempien toimipisteiden mittaustuloksista ja niille toimipisteille, jotka muuttuvat, on saatu henkilökunnalta tarvittavan tilan arviot.

Taulukko 1. Toimipisteiden tarvittavat tilat.

Toimipiste	x	y	m ²
1	8	8	64
2	10	3	30
3	-	-	70
4	-	-	108
5	3,5	3,5	12,25
6	10	7	70
7	10	7	70
8	8	3,5	28
9	5,5	5	27,5
10	6	9,5	57
11	3,5	3,5	12,25
12	-	-	30
13	-	-	30
14	3,5	3	10,5
15	2	5	10
16	5	5	25
17	-	-	30
18	5,5	6,5	35,75

Kokoonpano-osastolla on käytäviä, hyllyjä ja kuljetin, jotka vievät oman tilansa. Käytävät suunnitellaan tavarankäsittelylaitteiden mukaisiksi, jolloin trukeilla on oma tarvittava tila käytävän leveyden suhteen. Muilla käytävillä käytetään käsittelylaitteita, jotka pärjäävät pienemmässä tilassa.

Hyllyjen käyttö luo tilaa kokoonpano-osastolle, kun lattioilta saadaan tarpeettomat raaka-ainelavat lähellä olevaan hyllyyn. Hyllyt sijoitetaan toimipisteiden lähelle ja usein isompien käytävien varrelle. Tarvittavien raaka-aineiden määrä on laaja ja väli-varastointi lähelle olevaan hyllyyn säästää aikaa lajittelusta ja tuotteiden siirroista. Hyllyjä voidaan käyttää myös liikuteltavien työkonien varastointiin ja muihin toimipisteiden tavaroihin.

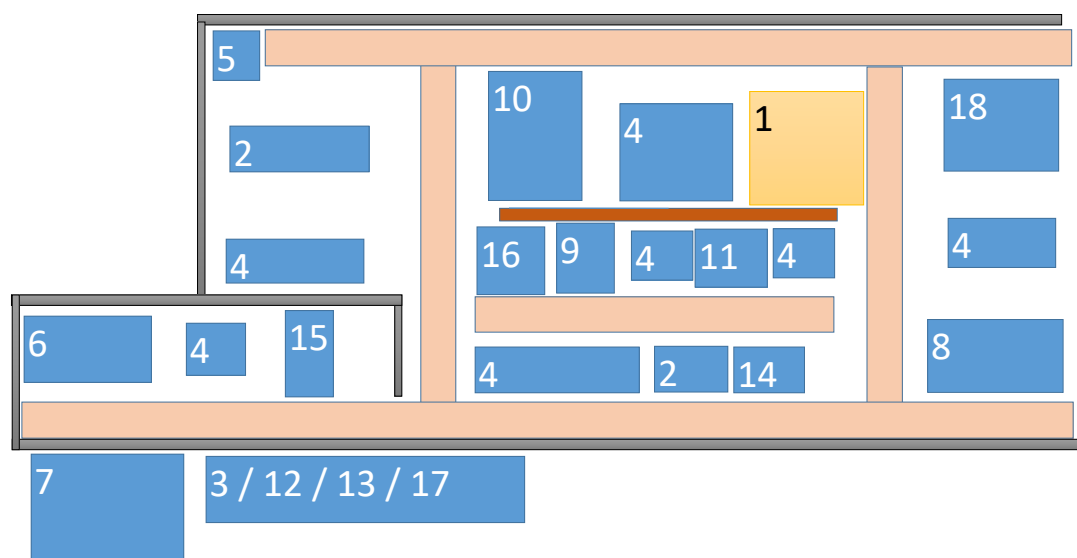
Kokoonpano-osaston kuljettimena toimiva hihna on vähän tilaa vievä. Hihnan tarkoitus on vähentää materiaalivirtausta käytäviltä. Hihna kuljettaa kokoonpanossa

valmistuvat tuotteet yhteiselle lavotusalueelle. Hihnaa suunniteltaessa on hyvä pitää mielessä uusien toimipisteiden asetus ja koko tilan joustavuus. Hihna voidaan suunnitella käytävien läpi kulkevaksi, jos se katsotaan aiheelliseksi. Monimutkaiset hihnaratkaisut voi selkeyttää virran kulkua.

3.2 Palikkamalli

Palikkamalli toteutettiin käyttämällä Excelin muodot työkalua, jolla luotiin kokoonpano-osaston pohjapiirustus. Ensimmäistä palikkamallia lähdettiin rakentamaan alkuperäisen layoutin päälle. Toimipisteiden lisäksi malliin piirrettiin käytävät ja hihna, jotta alueen virtaus voitiin havainnollistaa. Palikkamallin kaikki mitat ovat suuntaa antavia ja toimipisteiden palikoita voidaan hyödyntää jatkossa, jos suunniteltava toimipiste pysyy uudella layoutilla samojen toimintojen ja rajoitusten sisällä. Palikkamallit on tehty Exceliin 1:100 suhteella. Palikkamallit ovat kuvakaappauksia Excelistä, jotka ovat sovitettu raportin leveyteen.

Kuviossa 8 on alkuperäisen layoutin palikkamalli. Palikkamallin kappaleita ovat siniiset palikat, jotka kuvaavat toimipisteitä. 1-toimipiste on poikkeuksellisesti värjätty keltaiseksi, koska sen päätoiminto on lavotus. Käytävät on merkitty beigen värisillä palikoilla ja hihna on ruskea. Alue on rajattu harmailla palikoilla, jotka ovat seiniä ja muita osaston rajaavia osia.



Kuvio 8. Alkuperäisen layoutin palikkamalli.

3.3 ABC-analyysi

Varastonhallinnan yksi tärkeimmistä työkaluista on ABC-analyysi. ABC-analyysiin kerätään varastoitavien tuotteiden tiedot ja järjestetään ne tärkeysjärjestyksessä ABC-malliin. Yleensä ABC-analyysi tehdään tuotteiden käyttöasteen mukaan. Suuren käyttöasteen tuotteita seurataan tarkemmin kuin pienen käyttöasteen tuotteita. Yleensä suhteellisen pieni osuus koko tuotannon tuotteista sisältyi suuren käyttöasteen osaan. Tätä kutsutaan Pareton laiksi ja joskus myös 80/20 säännöksi, koska yleensä 80 prosenttia tuotettavan tavaran määrästä on 20 prosentin suhde kaikkiin tuotannon tuotteisiin. Tätä suhdetta voidaan käyttää tuotteiden ABC-lajitteluun. (Slack ym. 2010, 362.)

A-luokan tuotettavat tavarat ovat 20 prosentin luokassa, joilla on noin 80 prosentin käyttöaste. B-luokan tavaroita voidaan pitää keskikoikoisen käyttöasteen tavaroina, joista yleensä on 30 prosenttia koko tuotannosta ja 10 prosentin käyttöaste. C-luokan tavarat ovat pienen käyttöasteen tavaroita, joista koostuu noin 50 prosenttia koko tuotannon erilaisista tuotteista. Näiden käyttöaste on yleensä vain 10 prosentin kohdilla. (Slack ym. 2010, 363.)

Taulukon 2 ABC-analyysissä huomioidaan toimipisteillä valmistettavien nimikkeiden tuotantomäärät. A- ja B-luokkaan kuuluvat nimikkeet järjestetään järjestykseen suurimmasta pienimpään. Suurin osa C- ja D-luokkaan kuuluvista nimikkeistä käsitellään yhtenä toiminta-alueena analyysissä, sillä niiden työpisteet vaihtuvat usein eikä niiden yksittäisillä tuotantomäärillä ole suoraa vaikutusta kokonaiskuvaan. A- ja B-nimikkeiden ohessa samalla toiminta-alueella tuotettavat C- ja D-nimikkeet yhdistetään samalle työpisteelle ja huomioidaan tarvittaessa.

Taulukko 2. Toimipisteiden ABC-analyysi tuotantoajan mukaan.

Toimipiste	Tuotantoaika h/vuosi	Luokitus
1	-	-
2	-	-
3	3753	A
4	3203	A
5	1723	B
6	1538	B
7	1423	B
8	1397	B
9	1397	B
10	1318	B
11	899	C
12	596	C
13	518	C
14	510	C
15	476	C
16	435	C
17	366	C
18	70	D

3.4 Yhteisten toimintojen kaavio

Aktiivisten toimintojen suhteet määrittävät pohjaa monelle asialle layoutin suunnittelussa. Aktiivisia toimintoja, jotka luovat suhteen, ovat organisaation toiminnot, virran toiminnot, varastonhallinnan toiminnot, ympäristösäädökset ja muut prosessiin liittyvät toiminnot. Monet verrattavat suhteet voidaan ilmaista määrällisesti, mutta joitakin voidaan ilmaista vain laadun perusteella. Esimerkiksi virtaa voidaan tilastoida määrällisesti, kuinka usein ja kuinka pitkälle jokin liike tapahtuu. (Tompkins ym. 1996, 79.)

Layoutin toiminnoille yksinkertaisin tapa suhteelle on määrittää, kuinka tärkeää on saada tietyt toiminnot lähelle toisiaan. Usein on mahdollista sijoittaa yksi toiminto monille eri paikoille ja lopullinen valinta tulee joko kaikkein tehokkaimmasta vaihtoehdosta tai sen suhteesta toiseen toimintoon tai rajoituksiin. (Greene 2013, 65.)

Taulukossa 3 on esitetty toimipisteillä suoritettavat toiminnot. Näitä ovat materiaalien siirrot, välivarastointi, kokoonpano, pakkaus ja lavotus. Materiaalien siirrot ja välivarastointi koskevat jokaista toimipistettä jollakin tapaa. Lavotus voidaan järjestää

yhdelle toimipisteelle ja yhdistäväksi toiminnoksi. Lisäksi kokoonpano-osastolla rakennetaan myymälälavoja. Näitä varten kokoonpannut tuotteet pakataan suoraan myymälälavaan tai välivarastoidaan irtotavaraalaitoihin. Myymälälavojen rakentamiselle on omat toimipisteet tuoteryhmittäin.

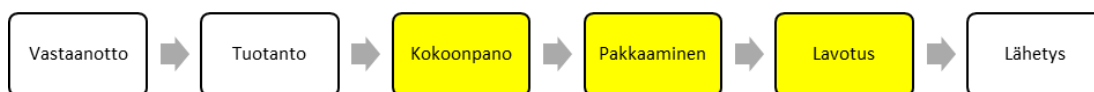
Taulukko 3. Toimipisteillä suoritettavat toiminnot.

Toimipiste	Toiminnot
1	Lavotus
2	Myymälälavojen rakennus
3	Myymälälavojen rakennus
4	Kokoonpano ja pakkaus
5	Kokoonpano ja pakkaus
6	Kokoonpano, pakkaus ja lavotus
7	Kokoonpano, pakkaus ja lavotus
8	Kokoonpano ja pakkaus
9	Kokoonpano ja pakkaus
10	Kokoonpano ja pakkaus
11	Kokoonpano ja pakkaus
12	Kokoonpano, pakkaus ja lavotus
13	Myymälälavojen rakennus
14	Kokoonpano ja pakkaus
15	Kokoonpano ja pakkaus
16	Kokoonpano ja pakkaus
17	Kokoonpano, pakkaus ja lavotus
18	Saha

Kuviossa 9 on listattu toimipisteiden suhteita yksinkertaisimmalla tavalla. Kaavio vastaa, että onko tiettyjen toimipaikkojen hyvä olla lähekkäin. Kaavion kyllä-sarakkeet kohdistuvat lavotusta vaativien toimipisteiden välille ja myymälälavojen rakennusalueille.

3.5 Materiaalivirtaus

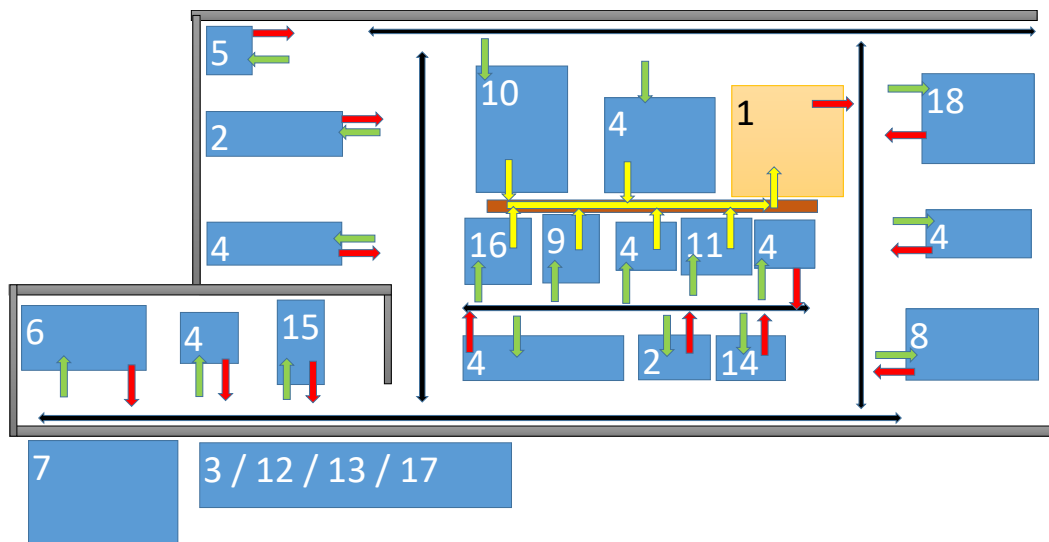
Virtauskuviointi luodaan palikkamalliin toimintojen mukaisesti. Materiaalivirtauksen ensimmäinen suuntaus syntyy raaka-aineiden liikkeistä. Raaka-aineita kuljetetaan trukeilla joko suoraan toimipisteiden välittömään läheisyyteen tai toimipisteen lähellä sijaitsevaan hyllyyn. Kun tarkastelee koko laitoksen toimintaketjun materiaalivirtausta, tuotannon raaka-aine-eristä vain murto-osa tuodaan välivaraston hyllyyn ja loput menevät odottamaan vuoroaan varastoon. Kuviossa 12 on esitetty oman tuotannon toimintaketju ja keltaisella on korostettu tutkimusta koskevat vaiheet. Jotta välivarastoinnista saataisiin tarkka käsitys, jokainen toimipiste pitäisi käsitellä tarkemmin kuin pelkkinä palikoina. Välivaraston hyllyistä raaka-aineet voidaan nostaa trukin lisäksi myös muilla tavoin, joten trukkiliikennettä ei synny automaattisesti lisää.



Kuvio 12. Oman tuotannon toimintaketju.

Kun kokoonpano-toiminto on suoritettu toimipisteellä, valmiit tuotteet pakataan ja lavotetaan. Lavotus suoritetaan joko toimipisteellä kokoonpanon yhteydessä tai omalla lavotusalueella, jolloin pakkaukset kulkevat hihnaa pitkin toimipisteiltä lavotukseen. Trukkiliikenne saadaan kohdistettua useammalta toimipisteeltä yhdelle materiaalien kulkiessa valmisvarastoon.

Kuviossa 13. Materiaalivirtausta kuvaavat eriväriset nuolet. Eriväriset nuolet selkeyttävät virrassa tehtävää toimintoa. Musta nuoli kuvaa virtaa kokoonpano-osaston ulkopuolelta tuleviin ja lähteviin materiaalsiirtoihin. Vihreä nuoli kuvaa toimipisteelle syötettäviä puolivalmisteita ja raaka-ainemateriaaleja. Punainen nuoli kuvaa toimipisteeltä lähteviä lavotettuja kuormalavoja ja myymälälavoja. Keltainen nuoli kuvaa hihnalle siirrettäviä pakkauksia.



Kuvio 13. Alkuperäisen kokoonpano-osaston virtauskuviot.

3.6 Muutokset ja rajaukset

Uusia palikkamalleja suunnitella annettiin lupa suunnitella uutta hihnakuuljetinta. Muutama väliseinä aiottiin myös kaataa, jotta potentiaalinen tila saataisiin maksimoitua. Kokoonpano-osaston hyllyt ja kuljettimena toimiva hihna ovat vapaasti suunniteltavissa. Näitä suunnitellessa pitää huomioida, miten ne sopivat toimipisteiden kanssa yhteen.

Layout-suunnitelmien muutoksista aiheutuvia kustannuksia ei tarvitse huomioida. Myös uusien hihnaratkaisujen tai hyllyjen määrän lisäämisestä aiheutuvia kustannuksia ei tarvitse huomioida.

Alkuperäisen layoutin ongelmia olivat useammat paikat, joissa valmistettiin C- ja D-tuotteita, ja kokoonpano-osaston ulkopuolelle jääneet toimipisteet. Lisäksi materiaali- virtaus oli hieman sekava eikä selkeää tulo- ja menosuuntaa ollut. Materiaalivirtaus haluttiin saada yksinkertaisemmaksi ja kuljettimien käyttö pyrittiin saamaan mahdollisimman tehokkaaksi.

Kokoonpano-osaston toimipisteistä A-luokkaan kuuluvat pyritään sijoittamaan selkeästi keskeisimmille sijoille, kuin pienempien tuotantomäärien toimipisteet. Muiden luokkien toimipisteet rakentuvat joustavasti kuljettimien läheisyyteen. Näille on

tärkeää, että toimipisteitä on mahdollisuus muokata tarvittaessa ja kuljettimien läheisyyteen on mahdollisuus tuoda uusia työkoneita ja toimipisteitä. Muista riippumattomat toimipisteet tulee sijoitetuksi niille sopiville paikoille. Kuitenkin on toivottu, että saha sijoitetaan syrjempään.

Kokoonpano-osastolle liitettävä Kungs-tuotesarja, joka koostuu 3-, 12-, 13- ja 17-toimipisteistä, on lähes täysin riippumaton alkuperäisen kokoonpano-osaston toimipisteistä. Tuotesarjan toimipisteet kuitenkin ovat keskenään hyvin riippuvaisia toisistaan, sillä rakennettavat myymälälavat koostuvat usein monesta sarjan tuotteesta.

Lavotusalueella on suuri materiaalivirta lopputuotevarastoon ja siksi se tulee sijoitettuksi lähimmäs lopputuotevarastoa kokoonpano-osastolta. Raaka-aineiden kulku suunta vaihtelee molemmin puolin kokoonpano-osastoa, sillä osa tuotteista tulevat tuotannosta ja osa raaka-ainevarastosta. Raaka-ainevaraston materiaalit kulkevat lännen puoleiselta pääkäytävältä ja tuotannosta idän puolelta. Raaka-ainevaraston liikenne on kuitenkin suurempi kuin tuotannosta suoraan tuleva, joten lännen puolta voidaan pitää kokoonpano-osastolla raaka-ainevirran alkupäänä.

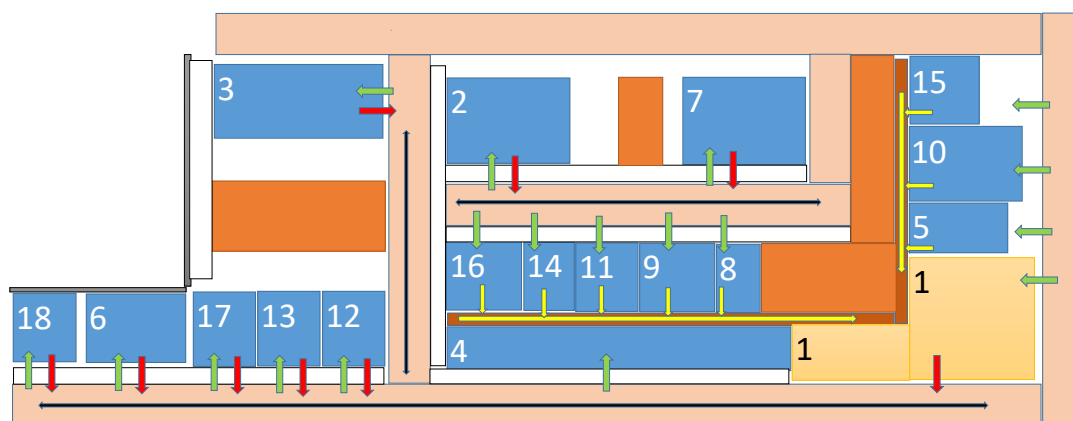
Käytäviä on vähintään kaksi, jotka ovat pääkäytävä ja toimiston edeltä kulkeva käytävä. Toimiston edeltä kulkeva käytävää pyritään pitämään trukkiliikenteeltä rauhoitettuna. Osaston halkaisevia käytäviä voi olla. Kokoonpano-osaston vieressä läntisellä puolella on tuotanto-osasto, jonka erottaa käytävä. Trukkiliikennettä vaativien käytävien leveytenä on 3,3 metriä. Idänpuoleinen tuotannon ja kokoonpano-osaston välinen käytävä on myös huomioitu.

Kokoonpano-osaston korkeutta ei tarvitse huomioida suunnitelmissa. Yksikään toimipiste ei ole lähelläkään katon rajaa, eikä hyllyjen suunnittelussa tarvitse huomioida kuin sijainnit.

3.7 Kokoonpano-osaston layout-suunnitelmat

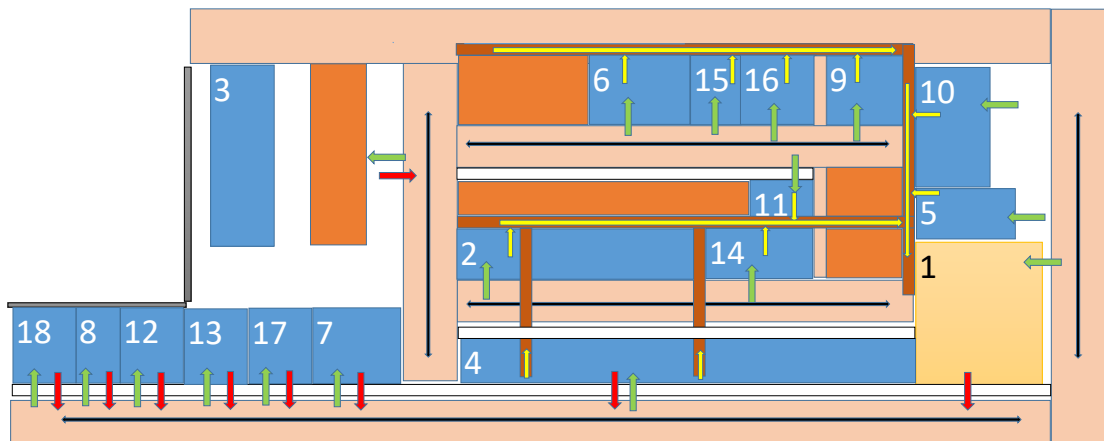
Layout-suunnitelmiin on lisätty virtauksen suuntaviivat ja oransseilla palikoilla on merkitty paikkoja, joihin voisi sijoittaa uusia toimipisteitä tai käyttää niitä harvemmin koottavien tuotteiden toimipisteinä.

Kuviossa 14 esitetään ensimmäinen layout-suunnitelma. Suunnitelmassa on muutettu alkuperäiseen layoutiin verrattaessa keskikäytävän sijaintia ja katkaistu toinen halkaiseva käytävä uuden hihnaratkaisun myötä. Materiaalien syötöissä on myös selkeämpi suuntaus. Hihnan varrelle on saatu kaikki toimipisteet, jotka voivat sitä hyödyntää.



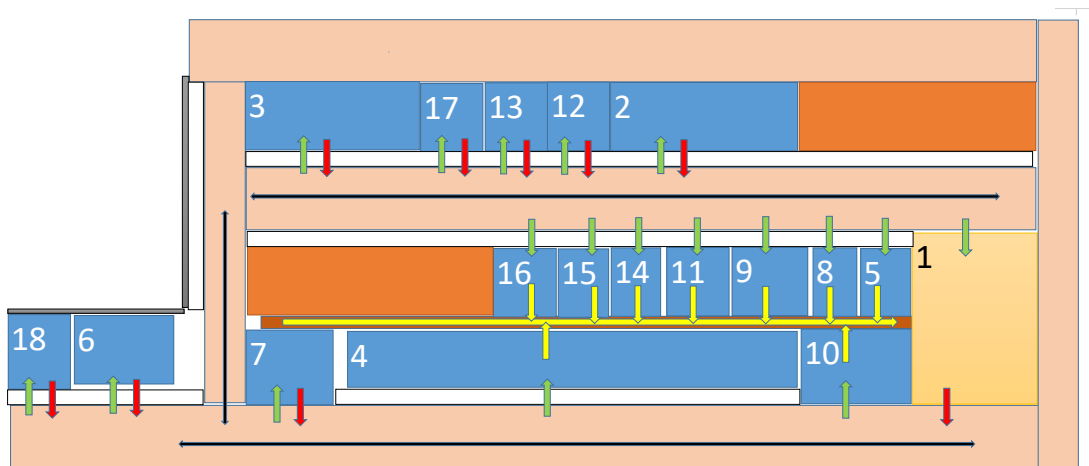
Kuvio 14. Kokoonpano-osaston ensimmäinen layout-suunnitelma.

Kuvion 15 Layout 2 -suunnitelmassa on suunniteltu monimutkainen hihna, jotta jokainen hihnaa kaipaava toimipiste saadaan sen varrelle. Toimipisteille ei ole jätetty juurikaan ylimääräistä tilaa, mutta hihnan varrelle on jätetty useampi vapaa paikka, joihin voidaan tulevaisuudessa pystyttää uusi toimipiste. 4-toimipisteeltä lähtevät hihnat läpäisevät käytävän, joka tarkoittaa, että hihna on joko alitettavissa tai muokattavissa. Toimiston käytävälle on asetettu hihna, joka erottaa osaston selkeästi toimistotiloista. Hihnan varrella olevien toimipisteiden materiaalien syötölle trukki liikenne pääsee vain yhdestä suunnasta liikkumaan. Sillä ei ole kuitenkaan suurta merkitystä kuljetun matkan kanssa. Tässä on myös sijoitettu toimipisteet 6, 15, 16 ja 9 hieman erilaiseen järjestykseen, koska ajatuksena on, että syötettävien tavaroiden määrä olisi suurempi alkupäässä hihnaa kuin käytävän perällä. Toimipiste 9 on silti sijoitettu käytävän viimeisimmäksi, koska sillä on ajatuksena, ettei hihnaan tulisi suurta materiaalmäärää hihnan päästä asti.



Kuvio 15. Kokoonpano-osaston toinen layout-suunnitelma.

Kuvion 16 Layout 3 -suunnitelmassa on jaettu koko osasto keskikäytävällä. Tämä on yksinkertainen vaihtoehto kolmesta suunnitelmasta. Ainakin 2- ja 3-toimipisteillä, joilla rakennetaan myymälälavoja, on suurempi trukkiliikenne, kun valmislavat jouduttaisiin noutamaan keskikäytävältä. 2-toimipiste on hieman ikävästi jäänyt käytävän toiselle puolelle muista sitä tarvitsevista toimipisteistä, mutta sitä ei kannata sijoittaa hihnallekaan, jolloin kaikki joustavuus hihnalta poistuisi. Näin kolme toimipistettä 7, 4 ja 10, jotka ovat pääkäytävän varrella, kulkevat pidemmän matkan, kun myymälälavoja rakennetaan. Keskikäytävän leveydeksi on suunniteltu 5m, jotta trukkiliikenne sujuisi varmasti. Vaikka osa toimipisteistä on sijoitettu toimistokäytävän varrelle, trukkiliikenne ohjattaisiin keskikäytävää pitkin.



Kuvio 16. Kokoonpano-osaston kolmas layout-suunnitelma.

3.8 Layout-suunnitelmien vertailu

Vertailu toteutetaan vertaamalla hyötyjä ja haittoja keskenään sekä luomalla hyötyarviomatriisi. Jokainen ehdotus täyttää vaaditut ehdot ja rajaukset. Suurimmat erot ehdotuksissa ovat käytävien ja materiaalivirran muodostumisessa. Toimipisteiden sijainnit poikkeavat myös hieman, mutta jokaisessa ehdotuksessa toimipisteet on saatu suhdediagrammin osoittamalla tavalla.

Taulukkoon 4 on korostettu punaisella huomattavasti pienemmät toimipisteet ja isommat vihreällä. Ensimmäisessä ehdotuksessa 4-toimipiste on huomattavasti pienempi kuin muissa ehdotuksissa. 4-toimipisteellä olisi on alkuperäisen tarpeen mukaan laskettu 108m². Toisessa ehdotuksessa on muutama toimipiste pienempi, koska ehdotuksen käyttämät toimipisteiden syvyydet ovat pienempiä. Kolmannessa ehdotuksessa 4-toimipiste on sijoitettu samalle sivulle, jossa on enemmän syvyys suunnan tilaa tarvitsevat 7- ja 10-toimipisteet, jonka vuoksi sen pinta-ala on huomattavasti suurempi.

Taulukko 4. Toimipisteiden pinta-alat layout-suunnitelmissa.

Toimipiste	Layout 1	Layout 2	Layout 3
1	140,5	120,0	140,0
2	70,0	72,0	82,5
3	84,0	70,0	77,0
4	98,0	122,5	162,0
5	20,0	20,0	22,0
6	51,0	44,0	54,0
7	70,0	42,0	42,0
8	19,3	21,0	19,3
9	33,0	33,0	33,0
10	54,0	54,0	54,0
11	27,5	15,0	27,5
12	30,0	30,0	27,5
13	30,0	30,0	27,5
14	22,0	34,0	22,0
15	27,5	22,0	22,0
16	33,0	33,0	33,0
17	30,0	30,0	27,5
18	35,8	30,0	35,8
	875,5	822,5	908,5

Taulukkoon 5 on kerätty layout-suunnitelmien mitat, jotka eroavat toisistaan, ja niistä voidaan päätellä jotain. Vapaata ja käyttämätöntä tilaa on jäänyt jokaiselle suunnitelmalle. Kaikkein tärkein vapaa tila on hihnan varrella oleva, jota on eniten Layout 2 -suunnitelmalla. Käytävötilöjen pinta-ala ei ollut mitenkään määrittävä tekijä, vaan käytävien sijoittelu ja miten käytäviltä pääsee toimipisteille. Hyllymetrejä on asetettu kaikkiin layoutiin riittävästi, mutta enempi on parempi.

Taulukko 5. Layout-suunnitelmien geometrisia mittoja.

Kokoonpano-osaston layout-ehdotukset	Layout 1	Layout 2	Layout 3
Käytävät	225m ²	320m ²	300m ²
Hyllyt	160m	150m	171m
Hihna	57m	117m	52m
toimipisteet	875,5m ²	822,5m ²	908,5m ²
käyttämätön tila	575,5m ²	483,5m ²	461,5m ²
vapaa hihnatila	25m	42m	20m

Tilan hyötykäyttö Layout 1 -suunnitelmalla on huonompi kuin kahdella muulla. Käyttämätöntä tilaa on enemmän kuin muilla ja tällä sijoittelulla sitä on paikoissa, joissa sitä ei oikein tarvita. Tarpeeton tila voi olla negatiivinen asia, jos siitä tulee tila, jossa materiaalit lojuvat. Layout 2 -suunnitelmassa ei kovinkaan käyttämätöntä tilaa ole, vaikka määrä antaisi sellaisen vaikutelman. Tarpeeton tila on jätetty 3 -toimipisteen ympärille. Hihnalla oleva käyttämätöntä tilaa ei pidetä tarpeettomana. Kolmannen suunnitelman tarpeeton tila on sulautettu keskikäytävään, jolla on muutenkin suuri trukkiliikenne.

Materiaalivirtojen tehokkuus paras on Layout 2 -suunnitelmalla hihnaratkaisun vuoksi. Vain yhdeltä toimipisteeltä tarvitsee poimia kuormalavat muualta kuin pääkäytävältä. Materiaalien syötöissä jokainen toimipiste käyttäytyy samalla tavalla. Trukkiliikenteen etäisyyksissä on hieman eroja, mutta trukki on joustava työkalu materiaalin syöttöihin.

Muunneltavuudessa Layout 2 -suunnitelma on paras, koska sillä on eniten vapaata tilaa hihnan varrella. Tämä layout on muutenkin joustava uusille toimipisteille ja ratkaisu toimii varmasti ilman muutoksia monta vuotta.

Toimipisteiden sijainneista kaikille on annettu yhtä hyvä arvo, vaikka poikkeavatkin ehdotuksissa. Sijainteja voisi arvostella siten, kuinka ne miellyttävät silmään. pitää pienistä yksityiskohdista, Layout 2 -suunnitelma on paras vaihtoehto. Yksinkertaisin vaihtoehto on Layout 3 -suunnitelma. Lisäksi toimistokäytävän varrella olevat toimipisteet ovat sopivasti valvovan silmän alla.

Taulukkoon 6 on esitetty hyötyarviomatriisi, jota sovelletaan Mutherin ehdottamaan vertailuun arvojen suhteen. Arvoista on jätetty pois ehdoton, mitätön ja sietämätön, koska vertailun kohteena olevien layouttien arvostelevia tekijöitä on vain neljä kappaletta.

Taulukko 6. Layout-suunnitelmien hyötyarviomatriisi.

Kokoonpano-osaston layout-ehdotukset	Layout 1	Layout 2	Layout 3
Tilan hyötykäyttö	O / 1	E / 8	E / 8
Materiaalivirtojen tehokkuus	O / 1	I / 4	O / 1
Muunneltavuus	I / 4	E / 8	I / 4
Toimipisteiden sijainnit	O / 1	O / 1	O / 1
	7	21	14

E = Erittäin hyvä (8)

I = Hyvä (4)

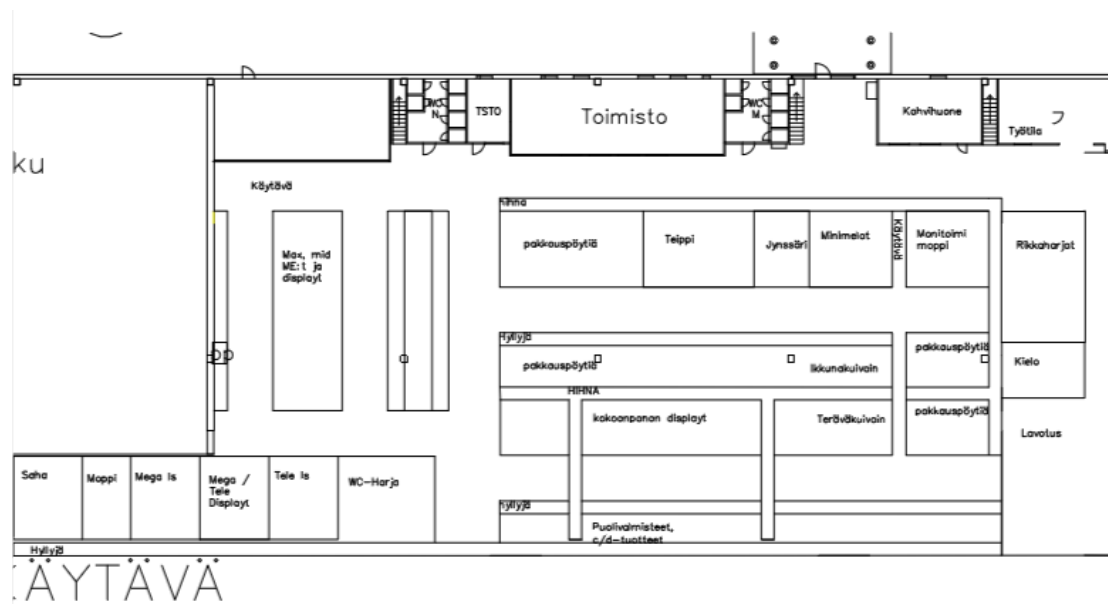
O = Tyydyttävä (1)

3.9 Valittu layout-suunnitelma

Vaihtoehtoista valituksi layout suunnitelmaksi tuli Layout 2. Suunnitelma on kokonaisuudessaan toimiva ratkaisu tämän hetkiseen tilanteeseen. Tila on käytetty erittäin hyvin palvelemaan useita toimipisteitä, joita voidaan pystyttää tarvittaessa vielä lisää. Tilannetta voisi kuvata uusien toimipisteiden suhteen puoliksi suunniteltuna.

Kuviossa 17 on CAD-piirustus Layout 2 -suunnitelmasta. Layoutin tarkoitus on pysyä monta vuotta saman kaltaisena. Tulevaisuudessa hihnaratkaisut saattavat muuttua yhä monimutkaisemmiksi, raaka-ainesyötöissä voidaan käyttää muitakin kuin trukkia ja

valmislavojen kuljettamiseen vihivaunu voisi soveltua paremmin, kuin aikaisemman layoutin kanssa.



Kuvio 17. CAD-piirustus valitusta layoutista.

4 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli luoda layout-suunnitelma Sinituotteen tehtaan kokoonpano-osastolle. Työssä pyrittiin luomaan layout-suunnitelma, joka vastaa nykypäivän nopeasti muuttuvien toimipisteiden pystyttämiseen ja materiaalivirtauksen selkeyttämällä kokoonpano-osaston toiminnan tehostamiseen.

Työ toteutettiin tutustumalla Sinituotteen kokoonpano-osaston toimintamalliin ja toimipisteiden fyysisiin ominaisuuksiin. Ensimmäiset layout-suunnitelmat luotiin Koke-mäellä Sinituotteen tehtaan toimistolla, jolloin tarvittaessa pääsi tutkimaan yhtäaikaista toimipisteiden toimintaa. Suunnitelma, josta uusi layout asetetaan, toteutettiin yhdessä Sinituotteen henkilökunnan kanssa.

Työn tuloksina saatiin kolme sopivaa layout-suunnitelmaa, jotka rakentuivat teorialatutkimuksen ja yrityksen asettamien rajoitusten ja ehtojen sisällä. Yritys voi halutessaan hyödyntää opinnäytetyön tuloksina saatuja ehdotelmia ja tietoja uuden layoutin asetuksen yhteydessä.

Tuotantolaitoksen layout suunnitelman luominen on projektina uniikki, eikä työn lopputulosta voi verrata muihin layout suunnitelmiin. Tämän projektin haasteellisin piirre oli keskittyminen vain kokoonpano-osaston muutoksiin. Teoria, jonka kautta tutkimukselle luodaan pohja, pitäisi saada kohdistumaan yhteen osastoon, kun usein layout suunnittelusta kirjoitettu teoria koskee tehtaiden kokonaisuutta materiaalien vastaanotosta lähetykseen saakka.

Tapaa, jolla pitäisi analysoida eri suunnitelmien tehokkuutta tai hyötyjen saavuttamista toimipisteiden sijoittelun avulla, ei teorian osalta suoraan löydy. Kaavoja kyllä löytyy, mutta tähän projektiin niiden soveltaminen oli hankalaa, koska toimipaikkoja oli monta, joissa suoritettava toiminto oli usein muista toimipisteistä riippumaton.

Jatkotutkimusten kannalta materiaalivirran toimintoihin voisi keskittyä tarkemmin. Miten puolivalmisteet välivarastoidaan toimipisteiden lähellä sijaitseviin hyllyihin ja voisiko sitä kehittää. Lisäksi valmiiden kuormalavojen siirtäminen valmisvarastoon

ennen lähetystä esimerkiksi vihivaunujen avulla. Koska suurin osa layoutin toimipisteiden kuormalavoista valmistuu lavotuksen kautta, pitäisikö myös muut lavat saada samalle sijainnille, jotta vihivaunun käyttöönotto onnistuu ja sillä saataisiin oikeasti käytännön hyötyä.

LÄHTEET

Greene, J. 2013. Plant layout and facility planning. 2. uud. p. CreateSpace Independent Publishing Platform

Heiska, J. 2016. Tuotantojohtaja, Sinituote Oy. Kokemäki. Henkilökohtainen tiedonanto 1.19.2016.

Loucka, L. Resourcesystemsconsulting www-sivut. 2006. Viitattu 20.11.2017. <https://www.resourcesystemsconsulting.com/2006/10/22/simplified-systematic-layout-planning/>

Methodix www-sivut. viitattu 20.11.2017. <https://methodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiivinen-tutkimusote/>

Muther, R. & Hales, L. Systematic layout planning. 2015. 4. uud. p. Marietta, Georgia, USA: Management & industrial research publications.

Peltosaari, R. Kehityspäällikkö, Sinituote Oy. Kokemäki. Henkilökohtainen tiedonanto 1.19.2016.

Pruuki, K. 2016. Työnjohtaja, Sinituote Oy. Kokemäki. Henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2016.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Reijo Rautauoman säätiö.

Sinituote Oy www-sivut. viitattu 20.11.2017. <http://www.sinituote.fi/>

Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. 2010. Operations management. 6. uud. p. Harlow: Prentice Hall

Stephens, M. & Meyers, F. 2013. Manufacturing facilities design and material handling. 5. uud. p. Indiana: Purdue university press.

Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., Frazelle, E., Tanchoco, J. & Trevino, J. 1996. Facilities planning. 2. uud. p. John Wiley & Sons, Inc.

LIITE 1

Kokoonpano-osaston alkuperäinen layout.

