

Uuden varaston layoutin suunnittelu ja visualisointi

Sami Mäkelä

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019
Tekniikan ala
Insinööri (AMK), Logistiikka

Tekijä(t) Mäkelä, Sami	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 05.2019
	Sivumäärä 40	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Uuden varaston layoutin suunnittelu ja visualisointi		
Tutkinto-ohjelma Logistiikka		
Työn ohjaaja(t) Lanu, Jukka & Karjalainen, Ville		
Toimeksiantaja(t) Tuomi Logistiikka Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Tuomi Logistiikka Oy:n uusiin toimitiloihin layout, joka mahdollistaisi kahden toimipisteen yhdistämisen samoihin toimitiloihin. Layoutin suunnittelulle oli pikainen tarve, sillä toisesta toimipisteestä pois muuttamiselle oli määräaika, johon mennessä toimipisteen koko toiminnan ja varaston tuli olla siirrettynä uusiin toimitiloihin. Layoutin tuli mahdollistaa noin 3600 rivin keräily päivittäin, joka oli kahden vanhan varaston yhteenlaskettu keskimääräinen päivittäinen keräilymäärä.</p> <p>Työ suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena ja siinä hyödynnettiin pääasiassa havainnointia ja dokumentteja. Aineistonkeruuta tuettiin myös pienimuotoisilla haastatteluilla, joiden aikana kysyttiin toiveista ja tarpeista uutta varastoa kohtaan.</p> <p>Tuloksena saatiin layout, joka ei vielä varaston toimintojen tällä tasolla riitä tuottamaan vaadittua päivittäistä rivimäärää. Tästä suurin syy on varaston kiireellisen käyttöönoton aiheuttamat kasvukivut. Projektin aikana saatiin kuitenkin eri variaatioita, joiden mukaan varastoa voidaan tarpeen vaatiessa muokata suhteellisen yksinkertaisesti.</p> <p>Johtopäätöksenä voidaan havaita tilojen olevan liian pienet varaston toiminnan aloittamisen ja varastojen saldojen siirtämisen yhdenaikaiseen aloittamiseen. Lisäksi aikataulu toiminnan aloittamiselle oli liian tiukka, minkä takia toiminnan aloittaminen ei ole tehokasta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) layout, varasto, visualisointi		
Muut tiedot .		

Author(s) Mäkelä, Sami	Type of publication Bachelor's thesis	Date 05.2019 Language of publication: Finnish
	Number of pages 40	Permission for web publication: x
	Title of publication Planning and visualization of the layout for a new warehouse.	
Degree programme Logistics		
Supervisor(s) Lanu, Jukka & Karjalainen Ville		
Assigned by Tuomi Logistiikka Oy		
Abstract <p>The object of the thesis was to design a new layout for Tuomi Logistiikka Oy's new premises. The requirements for the layout were to ensure that the company's two old warehouse's operations could be carried out in the new warehouse. The timetable was considerably tight as there was a deadline for leaving one of the warehouses. By this deadline, the operations and inventory had to be moved to the new warehouse. The layout had to enable picking from approximately 3600 rows per day in order to cover the operations of the two smaller warehouses.</p> <p>The study was implemented as qualitative research, and the data was gathered by observation and reading documents. The collection of the data was supported by small-scale interviews focusing on what was hoped and required from the layout.</p> <p>The outcome of the study was a layout that at this level of performance would not achieve the goal of 3600 rows per day. Much of this failure could be attributed to the rushed deployment of the warehouse in everyday operations. The study managed to create different variations that could be implemented quite easily if such need occurred.</p> <p>In conclusion, it can be stated that the new warehouse space is insufficient for starting everyday operations at the same time the inventory from the other warehouses is brought in. This also supports the claim that the daily operation had to be started too early in order to be effective.</p>		
Keywords/tags (subjects) layout, warehouse, visualization		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Työn tavoite.....	4
1.2	Tutkimusmenetelmät, aineiston keruu ja analysointi.....	5
2	Yritysesittely	6
3	Layoutin suunnittelu.....	8
3.1	Perustietoa layoutin suunnittelusta.....	8
3.2	Tuotantolaitoksen layoutin suunnittelun periaatteet.....	9
3.3	Erilaiset layout-vaihtoehdot.....	13
4	Varaston ohjaus.....	15
5	Projekti	17
5.1	Excel-suunnitelmat.....	18
5.2	Varsinaisen projektin toteuttaminen.....	23
5.2.1	Rullakoiden sijoittelu.....	24
5.2.2	Ydintoimintojen sijoittelu.....	25
5.3	Visualisointi.....	32
6	Projektin lopputulos	33
7	Johtopäätökset.....	34
	Lähteet	35
	Liitteet.....	36
	Liite 1 Layout-vaihtoehto 1.....	36
	Liite 2 Layout-vaihtoehto 2.....	37

Kuvat

Kuva 1. Tuomi Logistiikka Oy:n logo	6
Kuva 2. Esimerkki ABC-analyysistä	16
Kuva 3. Fastmover-alue 53 lavapaikalla	19
Kuva 4. Fastmover-alue 48 lavapaikalla	19
Kuva 5. Vastaanoton lastauslaiturien Excel-kuva	20
Kuva 6. Lähettämön rullakkojonot väleillä	21
Kuva 7. Rullakkojonot ilman välejä	22
Kuva 8. Rullakkojonot jaettuna asiakaskohtaisesti.....	22
Kuva 9. Käytävän tyhjien rullakoiden reservipaikka	23
Kuva 10. Rullakot sijoitettuna lähettämöön.....	24
Kuva 11. Rullakot hajautettuna	25
Kuva 12. Automaattialue kärrypuskurilla	28
Kuva 13. Automaattialue puskurihyllyllä	29
Kuva 14. Volyyymi ilman rullarataa	30
Kuva 15. Volyyymi rullaradan kanssa	30
Kuva 16. Kuormalavavarasto ja hitaasti kiertävät	32

Käsitteet

layout = varaston pohjapiirros ja suunnitelma varaston prosessien ja niiden tarvitsemien resurssien, kuten pöytien ja hyllyjen sijainnista

fast mover = volyymituotteille varattu alue, johon on sijoitettuna 40 eniten kerättyä nimikettä suoraan kuormalavoilla.

ABC-analyysi = Analyysi, jolla voidaan selvittää esimerkiksi, mitkä nimikkeet sitovat eniten pääomaa ja kuinka ison osan ne muodostavat myynnistä. Saadun tiedon avulla voidaan parantaa varaston tehokkuutta.

1 Johdanto

1.1 Työn tavoite

Tuomi Logistiikka Oy rakennuttama uusi varasto valmistui loppuvuodesta 2018 ja sille tuli ajankohtaiseksi suunnitella layout ennen toiminnan aloittamista varastossa. Lisäksi vanhoista tiloista täytyi siirtyä alkuperäisen aikataulun mukaan vuoden vaihteeseen mennessä pois, jotta toiminta voitiin siirtää uusiin tiloihin tarpeeksi ajoissa, mikä loi osaltaan painetta layoutin valmistumiselle. Tämän projektin tavoitteena oli saada suunniteltua toimiva layout uuteen varastoon, joka tukisi varaston toimintaa mahdollisimman hyvin. Uusiin toimitiloihin yhdistetään kahden vanhan varaston toiminta, joten layoutissa on otettava huomioon kummankin varaston nimikkeet, jotka saattavat asettaa erityisiä vaatimuksia sekä saada tehokkaasti ennakkoon jo ahtaiksi tiedettyihin tiloihin sulautettua kahden varaston toiminta ja henkilöstö mahdollisimman tehokkaasti. Toisessa varastossa päivittäisten kerättyjen rivien lukumäärä on noin 2000 riviä ja toisessa noin 1600 riviä, joten uuden layoutin on luotava edellytykset kerätä keskimäärin noin 3600 riviä päivittäin.

Layoutin suunnittelun lisäksi lisätavoitteina oli suunnitella, miten varaston eri toimialueiden toimintoja ja resursseja sijoitetaan ympäri varastoa sekä suunnitella miten nämä visualisoidaan. Projektin tarkoituksena oli keskittyä pelkästään layoutin ja varaston irtaimiston sijaintien suunnitteluun sekä varaston toimintojen visualisointiin, eikä varsinaisiin varaston prosesseihin ja niiden suunnitteluun ei otettu projektissa kantaa. Projekti toteutettiin tiiviissä yhteistyössä uuden varaston tuotantoa suunnittelevien henkilöiden kanssa.

Layoutiin tuli suunnitella, mihin eri toiminnot sijoitellaan ja mitä resursseja, kuten kuormansiirtovälineitä tai työtasoja kukin toimipaikka tarvitsisi. Näitä osa-alueita oli hitaasti kiertävien tuotteiden alue, lavavarasto sekä fastmover eli volyymituotteiden alue, joiden sijainti oli jo suurilta osin ennalta määrätty. Näiden lisäksi layoutiin piti sijoittaa alue pakkaamolle, vastaanotolle sekä lähettämölle. Alueiden lisäksi piti suunnitella niiden välistä materiaalivirtaa ja miten se saataisiin toimimaan parhaiten.

Myös varastoautomaateille on oma alueensa mutta sen sijainti on jo ennalta määrätty automaattien ollessa jo asennettuna.

Tuotantoresurssien ja materiaalivirtojen visualisointia tuli myös suunnitella, miten kaikki olisi mahdollisimman selvästi merkitty, jottei sattuisi mitään suuria väärinkäytöksiä ja että varaston toiminta olisi mahdollisimman sujuvaa. Toimialueille piti sijoittaa paikat tarvittaville työpisteille, tyhjille ja täysille kuormalavoille ja rullakoille sekä erilaisille keräilykärryille.

1.2 Tutkimusmenetelmät, aineiston keruu ja analysointi

Projekti toteutettiin tapaustutkimuksena, sillä kyseessä on ainutkertainen tapaus, joka kohdistuu yhteen tiettyyn yritykseen, eikä ihmisjoukkoon eikä siinä suoriteta mitään kokeellisia mittauksia (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara, 2010, 15–16). Kyseessä on tapaustutkimus, eikä toimintatutkimus, koska tutkimuksen tuloksia ei testattu käytännössä vaan ne ehdotuksen ollessa valmis myös tutkimus oli saatu päätökseen (Kananen, 2010).

Tutkimus on luonteeltaan kvalitatiivinen, sillä kerätty tieto on kokonaisvaltaista ja tietoa on kerätty paljon omien havaintojen ja muiden projektiin osallistuneiden kanssa käytyjen keskustelujen kautta eikä niinkään erilaisten mittausten kautta. Projektista ei myöskään luotu taulukoita mittareiksi, mikä on oleellista kvantitatiivisessa tutkimuksessa eikä tutkimukseen käytetty aineistoa olemassa olevista tuloksista vaan tapusta käsitellään yksilöllisenä. (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2010, 15–16.)

Aineiston keruussa käytettiin lähtökohtaisesti havainnointia sekä dokumentteja mutta myös haastattelu toimi osana aineiston keruuta. Havaintoja kerättiin puolen vuoden ajan työskentelemällä kohdeyrityksessä ja tutkimalla päivittäisiä toimia ja varastossa olleita nimikkeitä. Näiden havaintojen avulla pystyttiin suunnittelemaan layoutia toimintoihin ja nimikkeisiin sopivaksi. Uusista toimitiloista käytiin myös paikan päällä tekemässä havaintoja, millaiset tilat olivat käytännössä ja sieltä mitattiin mittoja sekä tehtiin suunnitelmia merkkäämällä mahdollisia sijainteja lattiaan ja tekemällä näiden perusteella havaintoja tilojen riittävydestä. Dokumentteja tuli muilta

projektiin osallistuvilta henkilöiltä ja nämä sisälsivät pohjapiirroksia, tietoja varastoon sijoitettavasta irtaimistosta sekä infoa prosesseista. Näitä dokumentteja voitiin verrata itse tehtyihin havaintoihin ja saatiin mittoja, joiden perusteella suunnittelua voitiin tehdä. Aineistoa saatiin myös haastatteleamalla muita projektiin osallistuvia henkilöitä prosesseista, mielipiteistä sekä toiveista ja vaatimuksista layoutia kohtaan. Näiden kolmen menetelmän avulla voitiin luoda layout toimitiloihin, joka tuki sen hetkisiä prosesseja.

2 Yritysesittely

Tuomi Logistiikka Oy on Tampereen kaupungin ja Pirkanmaan sairaanhoitopiirin yhdessä omistama yritys, jonka tarkoituksena on toimia sekä kaupungin sekä sairaanhoitopiirin alaisten toimijoiden, kuten koulujen, päiväkotien sekä terveydenhuollon laitosten kanssa yhteistyössä. Yrityksestä 51 % omistaa Tampereen kaupunki ja 49% Pirkanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä.



Kuva 1. Tuomi Logistiikka Oy:n logo

Yrityksessä työskentelee yhteensä noin 240 työntekijää eri osastoilla, esimerkiksi varastoinnissa, hankinnassa sekä palvelukuljetuksissa. Tuomi Logistiikan pääpaikkana toimii uudet toimitilat, jonka varaston layout tässä projektissa suunnitellaan. Uudet toimitilat sijaitsevat Tampereen Lahdesjärvellä. Yrityksen päämääränä on hoitaa keskitetysti omistajiensa toimintojen logistiikka ja näin ollen antaa näille vapaus keskittyä päätoimintoihinsa. Yrityksen toimiessa julkisella sektorilla, pyrkii se toimimaan

mahdollisimman kustannustehokkaasti laadusta tinkimättä, jotta yhteiskunnalle koituva kulutaakka olisi mahdollisimman pieni. Yrityksen visiona on saavuttaa asema julkisen sektorin vahvimpana ja rohkeimpana hankinnan ja logistiikan alan yrityksenä pyrkimällä jatkuvaan kehitykseen. Yrityksen laadun tavoittelun tuloksesta on todistena ISO 9001:2015 -sertifikaatti.

Tuomi Logistiikka perustettiin tammikuun ensimmäinen päivä vuonna 2016, kun Pirkanmaan sairaanhoitopiirin materiaali palvelut yhdistyi Tampereen Logistiikka Liikelaitoksen kanssa. Tästä yhdistymisestä seurasi uusi logistiikkayritys, joka hoitaa keskitetysti molempien omistajien logistiikkapalvelut.

Tampereen Logistiikka Liikelaitos toimi vuodesta 2007 yhdistymiseen saakka Tampereen kaupungin julkisten hankintojen operaattorina. Siihen lisättiin myös varastointi- ja logistiikkapalvelut, jolloin saatiin yhtenäinen kokonaisuus, joka hallitsi koko kaupungin logistiikkaketjua. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin logistiikka on toiminut keskitetysti jo 90-luvulta alkaen, hoitaen Tampereen yliopistollisen sairaalan, TAYSin hankinnat, varastointipalvelut sekä kuljetukset. Sairaanhoitopiirin kehittäessä toimintaansa, laajennettiin palvelua myös alueen muille toimijoille ja näin ollen palvelu kattoi myös ympäryskuntien terveydenhuoltolaitosten logistiikan. Näin ollen Tuomi Logistiikalla onkin varsin vankka kokemus alalta, vaikkei yrityksen historia vielä järin pitkä olekaan. (Yritys n.d.)

Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2017 92,3 miljoonaa euroa, josta se teki voittoa noin 2 miljoonaa euroa. Vuoden 2017 lopussa yrityksessä työskenteli 197 henkilöä, joista 26 työskenteli tukipalveluissa, 58 materiaali palveluissa, 29 hankintapalveluissa, 30 henkilöstöliikennepalveluissa sekä 54 kuljetuspalveluissa. Tästä saadaan hieman kuvaa yrityksen henkilöstörakenteesta, joskin suhteet ovat varmasti muuttuneet vuoden 2018 muuton ja osastojen keskittämisen jäljiltä. (Toimintakertomus ja tilinpäätös 2017 2018)

3 Layoutin suunnittelu

3.1 Perustietoa layoutin suunnittelusta

Layoutin suunnittelussa pyritään sijoittamaan eri fyysisiä ominaisuuksia parhaaseen mahdolliseen järjestykseen suunniteltavassa kohteessa. Näitä ominaisuuksia voi olla esimerkiksi työpöytä, kaappi, työntekijä tai kokonainen toimisto. Layoutin suunnittelua ei tehdä pelkästään silloin kun tilat ovat uudet vaan sitä voidaan tehdä myös silloin kun esimerkiksi tiloja pienennetään tai laajennetaan, kun tuotantoprosessia muutetaan tai kun tulee uusia työntekijöitä tai tuotantokoneita tai kun niitä siirretään. Layoutilla voi olla erittäin suuri merkitys tuotantolaitoksen tuottavuuden ja toiminnan kannalta. Mikäli layout ei ole toimiva, aiheuttaa se turhaa ajanhukkaa ja saattaa aiheuttaa sekaannusta työntekijöiden ja prosessien keskuudessa. Toimiva layout on myös tärkeä erilaisilla toimialoilla, toimistoissa on tärkeää, että ihmiset pääsevät vuorovaikutukseen keskenään ja näin ollen hyvällä layoutilla voidaan auttaa luomaan hyvää ryhmähenkeä ja työilmapiiriä, kun taas jälleenmyynnissä layoutilla voidaan kannustaa ihmisiä ostamaan haluttuja tuotteita oikealla sijoittelulla sekä vaikuttaa positiivisesti asiakastyytyväisyyteen. Näin ollen toimivan layoutin vaikutusta ei tule aliarvioida. (Kassir 2014–2015, luku 4–1.)

Jakelulogistiikassa, jossa kilpailu vaatii parempaa tehokkuutta varastoilta, on yritysten jatkuvasti kehitettävä varaston layoutia ja sen toimintoja. Kilpailun lisäksi jatkuvasti kasvavat nimikemäärät ja asiakkaiden toiveiden vaihtelu aiheuttaa haasteita saada varaston toiminnoista tehokkaat, laadukkaat ja joustavat. Tämä kaikki edellyttää sitä, että varasto on suunniteltu mahdollisimman täyteen, kuitenkin olematta ahta taita ja varastoja on pystyttävä muokkaamaan tarpeen niin vaatiessa, jotta voidaan vastata kysyntään. (Carvalho, Geraldes & Pereira, n.d.) Myös De Koster, Johnson & Roy (Warehouse design and management, 2017.) korostavat varastojen merkitystä asiakkaiden ja tuotteiden vaatimusten täyttämiseksi. Yksikään toimitusketju ei ole tarpeeksi sopiva, jos sen varaston sijaintia, layoutia ja varastohallintaa ole suunniteltu riittävän hyvin. Varastot eivät myöskään nykyaikana ole enää pelkkiä tavaran varastoimispaikkoja, vaan niissä voidaan myös toteuttaa arvoa lisääviä toimenpiteitä.

Käsitteellä layoutin suunnittelu voidaan tarkoittaa useaa asiaa eri skaalassa, sitä voidaan käyttää esimerkiksi globaalissa mittakaavassa, kun isot konsernit suunnittelevat mihin sijoittaa tuotantolaitoksia tai mistä päin maailmaa haetaan yhteistyökumppaneita tai sitä voidaan käyttää laitoksen sisäisessä mittakaavassa kuten tässä projektissa, kun suunnitellaan mihin eri toiminnot sijoitetaan toimitilojen sisällä. Se voi tarkoittaa yksittäisten laitteiden sijainnin suunnittelua tai sitä voidaan käyttää esimerkiksi sähkökaavioiden ja vesiputkien sijaintien suunnittelusta. (Kassir 2014–2015, luku 4–1.)

3.2 Tuotantolaitoksen layoutin suunnittelun periaatteet

Kassirin (2014–2015, luku 4–2) mukaan tuotantolaitoksen layoutin suunnittelussa tärkeintä on materiaalin käsittelystä aiheutuvien kulujen minimointi ja että ne kulut ovat suoraan verrannolliset materiaalin liikuttelussa tapahtuviin etäisyyksiin ja siihen, kuinka usein materiaalia siirretään. Mantel, Reuter, Rouwenhorst, Stockram, van Houtum & Zijn (1998, luku 3.2) lisää, että tarvitaan myös tarkat kriteerit, kuten esimerkiksi varastoinnissa tärkeitä kriteerejä ovat investoinnista ja toiminnasta aiheutuvat kustannukset, tilavuus ja sen muokattavuus, varaston kapasiteetti ja läpivirtaus ja toimitusvarmuus. Fabregasin (2017, luku 1) mukaan on tärkeää, että mitat ovat suunnittelun alkaessa jo oikein. Mikäli mitat heittävätkin sieltä täältä edes kuusi tuumaa, tulee jossain päin varastoa varmasti ahtaita paikkoja, kun mitat eivät pidä paikkaansa ja tämä aiheuttaa tehokkuuden laskemista sekä tavaraliikenteeseen ongelmia. Näin ollen mitat tulisi itse käydä mittaamassa ennen suunnittelun aloittamista ja mitata ne kunnolla heti alusta asti. Lisäksi varaston käytön ja prosessien tulisi olla harkittu ottaa tarkasti huomioon suunnittelussa, jotta varaston tilan käyttö tukisi toimintaa mahdollisimman tehokkaasti. Varaston layoutilla on alasta huolimatta kolme oleellista osa-aluetta, joiden toimimiseen layoutin täytyy perustua onnistuakseen. Ensimmäinen on laitteisto ja niitä ympäröivä tila, toisena tuotanto- ja työnkulun alueet ja kolmantena varastoinnin alueet. Näiden kolmen osa-alueen toimiminen on kriittistä layoutin toimivuuden kannalta. (Fabregas 2017, luku 2.)

Laitteiston ja niitä ympäröivän tilan suunnittelussa on elintärkeää alkuun tiedostaa tärkeimmät kohteet, jotka vievät suurimmat osat tilasta tai ovat keskeisiä tuotannon

kannalta, esimerkiksi nettikaupan varastolla tärkeimmät kohteet ovat lavahyllyt sekä piennimikehyllyt. Varastointiin ja lähetykseen keskittyneissä tuotantolaitoksissa tärkeintä on nimikkeiden varastointiin käytetyt hyllyt niiden viedessä suurimman osan pinta-alasta. Tämän jälkeen suurin painoarvo on tilausten pakkaamiseen ja lähettämiseen varatulla tilalla sekä nimikkeiden vastaanoton tilalla. (Fabregas 2017, luku 2–1.)

Kun tärkeimmät kohteet ovat selvillä, voidaan siirtyä materiaalivirran suunnitteluun eri avainalueiden välillä. On tärkeää, että materiaalilla on tarpeeksi tilaa liikkua ja sen käsittelyyn on varattu tarpeeksi tilaa. Tämä takaa tuotannon tehokkuuden ja turvallisen toiminnan. Varastointiin keskittyvässä varastossa on tärkeää esimerkiksi, että hyllyjen välissä on tarpeeksi tilaa, jotta tavaroiden hyllyttäminen ja kerääminen on mahdollisimman helppoa ja turvallista. (Fabregas 2017, luku 2–2.)

Varastointiin varattavaa tilaa laskiessa tärkeintä on ensiksi miettiä, mitä ollaan varastoimassa, onko kyseessä esimerkiksi lavatavaraa, pieniä varaosia tai onko kyseessä pieniä paketteja. Varastoitava tavara määrää varastointiin käytettävän tilan ja varastointiin käytettävän kaluston. Tavarantyyppistä riippuu myös esimerkiksi hyllyjen käytävän leveys. Fabregasilla on nyrkkisääntönä käytävien leveyksiin se, että miten tavaraa liikutellaan määrää käytävien leveyden. Mikäli tavarantyyppi tapahtuu pumppukärryillä, pitää olla käytävien välissä olla tarpeeksi tilaa, jotta lavoja voidaan siirtää tehokkaasti. Mikäli käytössä on trukki, on tilantarve vieläkin suurempi. Käsineräilyssä ja hyllyttäessä tilantarve on selvästi pienempi. Oleellista hyllytilaa suunnitellessa on myös muistaa hyödyntää rakennuksen korkeutta mahdollisimman tehokkaasti, varsinkin jos tarvitaan esimerkiksi paljon puskuria. Korkeiden hyllyjen avulla säästetään paljon lattiatilassa. (Fabregas 2017, luku 2-3.)

Lähes kaikki tuotantolaitoksista tarvitsee joitakin varastointimenetelmiä tai työpisteitä, kuten kokoonpano- tai pakkauspyötyä. Varaston layoutia suunnitellessa varastoitavien nimikkeiden tyyppi ja koko määrittelevät mitä työpisteitä tai välineitä tarvitaan. Vaihtoehtoja erilaisille varastointimenetelmille tai työpisteille on lukuisia, niistä yleisimpiä on lavahyllyt, irtotavaran varastointiin tarkoitettut hyllyt, häkit sekä laatikot. Lavahyllyt on ehkä yleisin varastoilla käytetty varastointimenetelmä, sen avulla

saadaan varastoitua isojakin volyymejä tavaraa. Se on kaikkein hyödyllisintä silloin kun varastoitava tavara on keskisuurta tai isoa, esimerkiksi laatikoitua tavaraa tai valmistunutta tuotantoa. Lavahyllyjä saa useassa eri koossa ja näin ollen sen avulla voidaan hyödyntää varastoa tehokkaasti, kun hylly voidaan rakentaa käytössä olevan tilan mukaan. Hyllyille voidaan myös asentaa levy tai verkko, jonka jälkeen tavaroiden ei tarvitse olla kuormalavan päällä vaan nimikkeet voidaan varastoida irrallaan hyllyyn. Irtotavaran varastointiin käytetään yleensä niiden varastointiin tarkoitettuja hyllyjä, joita saa niin keskisuurille kuin pienillekin nimikkeille. Ne ovat tehokkaita esimerkiksi pienissä tiloissa ja tukiessaan kuormalavahyllyjä. Näissä hyllyissä on yleensä umpinaiset tasot tai rautalankaverkko, jonka päälle tavaraa säilötään. Hyllyjen käytössä voidaan hyödyntää pinottavia laatikoita, joihin on kätevä säilöä pientä irtotavaraa ja vievät vähän tilaa niiden mennessä päällekkäin siististi. Mikäli irtotavara on todella pitkää, voidaan käyttää myös ulokepalkkihyllyjä, joissa hyllyn seinästä tulevien ulokepalkkien päälle voidaan varastoida pitkiä tuotteita, kuten putkia ja lautoja. Niiden avulla ylipitkät tuotteet saadaan varastoitua tehokkaasti ja niitä saa myös mittailaustyönä, jolloin voidaan suunnitella juuri tuotteille sopivat ratkaisut. Hyllyjen lisäksi tavaraa voi varastoida myös erilaisissa koreissa, häkeissä ja tynnyreissä. Niitä on saatavilla todella paljon erikokoisia ja -näköisiä mutta yleisimpiä on kuormalavan mitoissa oleva häkki, jota voi siirrellä pumppukärryillä. Näiden varastointimenetelmien lisäksi on olemassa erilaisia työpöytiä ja -pisteitä, joita voidaan käyttää esimerkiksi pakkaamisessa ja vastaanotossa. (Fabregas 2017, luku 3.)

Nyt kun tiedostetaan suurin piirtein mitä varastoon aiotaan sijoittaa ja mihin se kaikki saataisiin mahtumaan layoutissa, voidaan alkaa miettimään, miten materiaalivirta saadaan hiottua mahdollisimman tehokkaaksi. Fabregas (2017, luku 4) antaa kolme kysymystä, joiden kautta materiaalivirtaa voisi lähteä suunnittelemaan. Ensimmäiseksi, missä sinä ja sinun työntekijäsi vietätte suurimman osan ajasta varastolla. Toiseksi, mitkä ovat ne elementit, joiden ympärillä tuotanto pääasiassa pyörii, varastointialueet tai työpöydät esimerkiksi. Kolmanneksi, mitä työntekijöiden tulee siirtää, kerätä tai mitä heillä pitää olla käden ulottuvilla suorittaessaan päivittäisiä työtehtäviä. Näiden kysymysten avulla voidaan suunnitella prosessien sijainteja varaston layoutissa sekä materiaalivirtoja näiden prosessien välillä.

Fabregas (2017, luku 4) esittelee esimerkkilayoutin toimivalla materiaalivirralla. Tässä layoutissa pakkaamo on sijoitettuna keskelle, sen ollessa työllistetyin alue varastolla. Pakkaamon keskeinen sijainti mahdollistaa lyhyen etäisyyden molemmille puolille varastoa ja tässä mallissa työntekijöille on jokaiselle annettu oma alue hyllyväleissä, jotka ovat heidän vastuullaan, näin ollen vältytään kolareilta ja materiaalivirta on sujuvaa. Hyllyt ovat korkeat, jotta niihin saadaan mahtumaan hyvin puskuria. Tässä layoutissa keräily ja täydennys tapahtuu käsin kärryillä mutta hyllyjen välissä on tilaa myös lavojen liikutteluun. Hyllyjä ei ole myöskään sijoitettu seinään kiinni, jotta keräilijät voivat liikkua hyllyjen välissä ilman palaamista takaisin. Varaston seinille on sijoitettu pientavarahyllyt, joista voidaan keräillä helposti, kun hyllyt eivät ole päätyyn asti. Layout on suunniteltu niin, että pakkaamolle ja lähettämölle on varattu runsaasti tilaa, jotta niissä voidaan käsitellä paketteja sekä lavoja ja ruuhkatilanteissa, esimerkiksi sesonkien aikaan ei tila lopu kesken. Pakkausmateriaalit on sijoitettu aivan pakkaamon viereen, jotta ne olisivat helposti saatavilla. Pakettien ollessa pakattu, ne siirretään heti lähettämöön. Vastaanottoon on myös varattu runsaasti tilaa, jotta purkamattomat tavarat voidaan säilöä ennen käsittelyä.

Layoutissa vastaanoton ja lähettämön väliin on sijoitettu toimisto, joka toimii samalla tilanjakajana alueiden välillä ja pitää näin ollen saapuvan ja lähtevän tavaran erillään ja vähentää kuljetuspalveluiden virheitä. Loppuhuomautuksena layoutin suhteen todetaan myös, että mikäli jotain tarvikkeita ei vielä olla hankkimassa mutta tulevaisuudessa se on optio, esimerkiksi pumppukärryt tai trukki, täytyy niiden vaatima tila ottaa jo tässä kohtaa huomioon, ettei sitten tila lopu kesken, kun kaikki on jo pultattuna lattiaan. Lopuksi Fabregas suosittelee, että ennen kuin mitään asennetaan loppullisille paikoilleen, kannattaa varastolla kävellä alueet läpi, merkitä teipillä kaikki oleellimmat alueet ja työvälineet ja kantaa tavaroita ja siirrellä niitä pumppukärryillä, ikään kuin niitä oikeastikin siirrellään ja katsoa, onko tilaa tarpeeksi.

Kassir (2014–2015, luku 4–2) jakaa layoutin suunnittelun seitsemään eri periaatteen, jotka tulisi suunnittelussa ottaa huomioon. Ensimmäinen on integraatio, kuinka hyvin resurssit, kuten esimerkiksi työvoima tai koneet integroituvat keskenään layoutissa, jotta saavutettaisiin mahdollisimman tehokas tuotanto. Toisena on mini-

maallinen etäisyys, kaiken tulisi olla siten sijoiteltu, että etäisyydet pysyisivät mahdollisimman lyhyinä ja liikkumisen tulisi tapahtua mahdollisimman paljon suorassa linjassa ilman turhia mutkia. Kolmantena periaatteena on kuutioiden hyödyntäminen, layoutin toimivuuden kannalta on tärkeää, ettei pelkästään lattiapinta-alaa ole otettu huomioon vaan että tila hyödynnettäisiin myös mahdollisimman hyvin pystysuunnassa. Neljäs periaate on virtaus, jossa todetaan, että materiaalin tulisi virrata koko ajan kohti päämäärää ilman, että se palaisi takaisin turhaan. Viidennen periaatteen mukaan layoutia ei pidä suunnitella pelkästään suunnitteluhetken kannalta vaan tulisi aina pitää mielessä tulevaisuus ja kuinka helposti layoutiin on tehtävissä muutoksia, jos niin tarve vaatii. Kuudennessa periaatteessa otetaan huomioon työntekijöiden turvallisuus ja tyytyväisyys ja otetaan huomioon, miten toimitilat ja laitteet turvataan yllättäviltä riskeiltä, kuten tulipaloilta tai varkauksilta. Viimeisen seitsemännen periaatteen mukaan hyvä layout on sellainen, joka minimoi materiaalin käsittelyn.

Kassirin (2014–2015, luku 4–2) mukaan edellä mainittujen kriteerien voidaan havaita tuovan seitsemän etua, tarve käytävälle vähenee, keskeneräisen tuotannon tasot laskevat, pienemmät läpimenoajat, vähemmän vahinkoa tuotteille, vähentynyt varastotila, yksinkertaistunut materiaalisuunnittelu ja -hallinta sekä pienentynyt ruuhka prosessin aikana.

3.3 Erilaiset layout-vaihtoehdot

Kassir (2014–2015, luku 4–3) jakaa layoutit viiteen erilaiseen kategoriaan, prosessilayoutiin, tuotelähtöiseen layoutiin, yhdistelmälayoutiin, kiinteään layoutiin sekä solulayoutiin.

Prosessilayoutissa samaa asiaa tekevät prosessit jaetaan omiksi ryhmikseen layoutissa. Esimerkiksi tuotantolaitoksissa missä tuotannon aikana tuotetta, vaikka sorvataan, porataan ja hiotaan, on jokaisen työvaiheen koneet ja työntekijät jaettu omaan pienempään alueeseen, joiden välillä tuotannossa olevat tuotteet liikkuvat. On tavallista, että tässä layoutissa tuotteen kulkemat välimatkat voivat olla pitkiä ja tuote

saattaa liikkua myös taaksepäin tuotannossa. Tämä layout-malli sopii parhaiten laitoiksi, joissa tuotannon pienen volyymin kannalta ei ole järkevää käyttää tuotantolayoutia. Tämän mallin etuina on sen mahdollistama joustavuus laitteiston ja työvoiman suhteen, jonka ansiosta työ on haastavampaa ja pysyy mielenkiintoisempana pitkempään sekä laitteiden maksimaalinen hyödyntäminen mikä vähentää investointikuluja laitteisiin. Haittapuolina voidaan mainita mahdolliset edestakaiset ja pitkät siirtelyt tuotantolinjalla sekä tuotannon tehottomuudesta johtuva pidempi aika tuotannossa, joka lisää keskeneräisen tuotannon määrää ja näin ollen sitoo enemmän pääomaa ja laskee tuotannon läpimenoaika.

Tuotelähtöisen layoutin pääperiaate on, että tuotannon eri vaiheet ovat peräkkäin prosessin mukaisessa järjestyksessä, jolloin materiaalin hallinta on helppoa. Tuote kulkee linjastossa työvaiheesta seuraavaan ilman turhia mutkia matkassa. Tämä layout soveltuu suurien volyymien tuotteisiin, joille on perusteltua perustaa oma tuotantolinja. Riippuen layoutista, linjalla saattaa kulkea vain yhtä tiettyä tuotetta tai sitä voidaan käyttää useamman tuotteen valmistukseen. Tämän layoutin etuina on selkeä suoraviivainen tuotanto, minkä takia keskeneräinen tuotanto ja läpimenoaika pysyvät pieninä. Materiaalinhallinta on yksinkertaista, kun raaka-aineet ja tuotanto liikkuu lineaarisesti ja tämä mahdollistaa materiaalivirran koneistamisen, jonka lisäksi tuotanto ei vaadi korkean kompetenssin omaavia työntekijöitä. Haittapuolina on heikko joustavuus, mikä voi johtaa suuriin kuluihin, jos layoutia tarvitsee muuttaa tai jos jokin kone linjasta hajoaa. Tuotantokapasiteetti ei myöskään voi olla korkeampi kuin mitä hitain kone pystyy tuottamaan.

Yhdistelmälayoutissa otetaan sekä prosessi- että tuotelähtöisen layoutin hyvät puolet ja liitetään ne yhteen. Tuotantolaitteet sijoitetaan omiin ryhmiin, niin kuin prosessilayoutissa, mutta nämä laiteryhmät sijoitetaan tuotteen valmistuksen kannalta peräkkäin, jolloin tuote liikkuu jatkuvasti työvaihe työvaiheelta kohti päämäärää ilman palaamista taaksepäin. Tällainen layout soveltuu parhaiten tuotteille, joita tehdään eri mallisena ja kokoisena ja näin ollen layoutilla mahdollistetaan eri variaatiot tuotannon aikana.

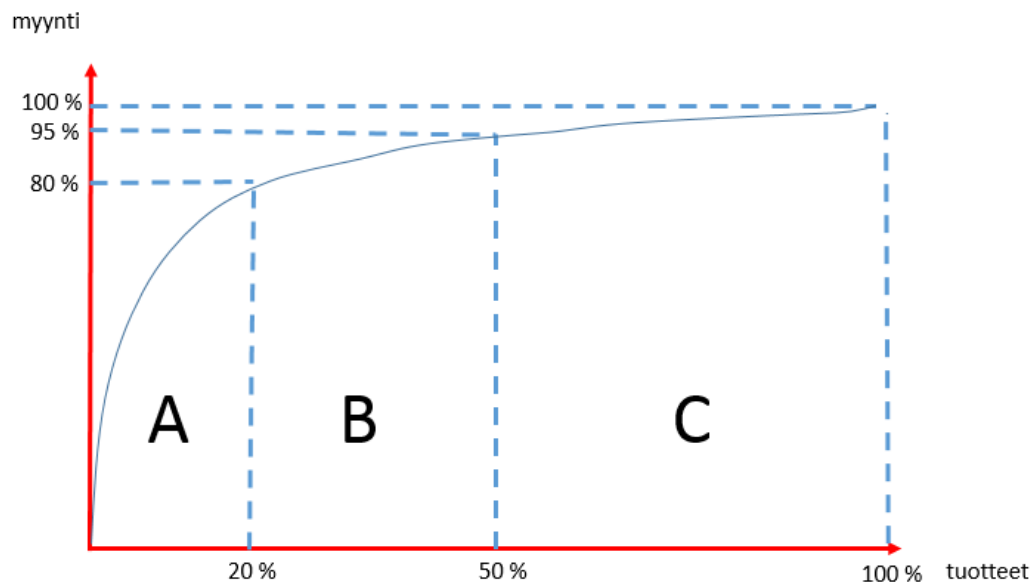
Kiinteässä layoutissa tuotannossa käytettävät materiaalit pysyvät paikoillaan ja laitteisto ja työvoima tuodaan paikanpäälle tarpeen mukaan. Tämä layout toimii parhaiten silloin kun valmistettavia tuotteita on yksi tai muutama ja ne ovat isoja kooltaan. Näiden tuotteen osien kuljettamisen kalliiden kustannusten vuoksi on toimivampaa, kun se valmistetaan paikan päällä. Tätä mallia käytetään lentokoneiden ja laivojen kaltaisten valtaviin rakennusprojektien yhteydessä. Mallin etuina on layoutin pienemmät pääomakulut sekä parempi joustavuus.

Viimeisenä vaihtoehtona on solulayout. Solulayoutissa tuotanto jaetaan samankaltaisten toimintojen mukaan omiin pieniin soluihin, joiden tavoitteena on mahdollisimman pieni liike solun sisällä. Solut jaetaan niin, että jokaiselle tuotantovaiheelle tehdään oma solu, esimerkiksi hitsaus, taivutus ja sorvaus. Näin ollen tuotteet, jotka vaativat hitsausta, kulkevat sen solun läpi, jonka tehtävänä on käsitellä hitsattavat tuotteet ja niin edespäin. Jokaisen solun tarvitsee täyttää niiden tuotteiden vaatimukset, jotka niiden läpi virtaavat. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisen solun ollessa oma pieni tuotantolinjassa, on niissä jokaisessa oltava oikeat työvälineet vaatimusten täyttämiseen. Tämän layoutin kautta tuotteet ovat enemmän standardisoituja ja tuotanto on tehokkaampaa laitteiden tehokkaan käytön myötä. Se myös laskee läpimenoaika ja pienentää keskeneräistä tuotantoa ja vähentää tuotannon kustannuksia ja tuotteiden liikuttelua. (Kassir 2014–2015, luku 4–3.)

4 Varaston ohjaus

Varaston ohjauksen tarkoituksena on hallita varaston materiaalivirtoja sekä varastossa olevia nimikkeitä. Perustehtävinä on varaston varmuusvaraston sekä kiertovarastojen hallinta. (Varaston ohjaus n.d.) Huonosti toimiva layout voi aiheuttaa ja pahentaa ongelmia varaston hallinnassa, laskea tehokkuutta sekä lisätä kuljetuskustannuksia. Hyvin toimiva varasto pitää yleiskustannukset matalana ja parantaa tuottavuutta. Varaston tehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi tekemällä ABC-analyysi, jolla voidaan vähentää esimerkiksi matkaa, jota trukit joutuvat kulkemaan ympäri varastoa. (Chmalkov, Jemelka & Kříž 2016.)

Tuotteiden luokittelua käytetään varaston nimikkeiden varastoinnin hallinnassa. ABC-analyysin avulla saadaan havainnollistettua, mitkä nimikkeistä sitovat eniten pääomaa ja mitkä ovat ne nimikkeet, joiden kierto on suurinta. Näiden tietojen perusteella voidaan nimikkeet luokitella ABC-analyysin mukaisesti varastoon, jotta varaston kierto tehostuu. ABC-analyysin voi tehdä nimikekohtaisesti, jolloin jokainen nimike otetaan yksittäin mukaan analyysiin tai jos nimikkeitä on paljon isojen tuoteryhmien alla, voidaan analyysi tehdä tuoteryhmäkohtaisesti. ABC-analyysin avulla saadaan aikaan huomattavia kustannussäästöjä resurssien kohdistuessa oikeisiin nimikkeisiin ja näin ollen toimintaa saadaan tehokkaammaksi. Tuotteet tai tuoteryhmät voidaan luokitella esimerkiksi myyntikatteen, myynnin määrän, keräilytapatumien tai asiakkaiden lukumäärän mukaan. (Varastonohjaus n.d.)



Kuva 2. Esimerkki ABC-analyysistä

ABC-analyysissa käytetään usein 80/20-sääntöä, jossa tärkeimpään A-ryhmään laskeetaan ne 20 % tuotteista, jotka muodostavat 80 % luokiteltavaksi otetusta määreestä, esimerkiksi keräilyjen rivien lukumäärästä. Usein käytössä voi olla myös 80/20-sääntönsijasta jaottelua, jossa A-ryhmään kuuluu ensimmäiset 50 % myynnin kokonaisuudesta, B-ryhmään 30 % myynnistä, C-ryhmään 18 % sekä D-ryhmään jäljelle jäävät

2 %. Nämä eivät kuitenkaan ole ainoat oikeat vaihtoehdot, sillä ryhmien lukumäärä ja niihin laskettavat prosenttiosuudet voidaan räätälöidä tarpeen mukaan sopiviksi.

ABC-analyysin pohjalta saadaan tietoa niistä nimikkeistä, joiden kiertonopeuteen tulee kiinnittää eniten huomiota, jotta varaston toiminta olisi mahdollisimman tehokasta. Mitä alemmaksi tärkeysjärjestyksessä mennään, voi nimikkeiden kierto olla hitaampaa, pitäen kuitenkin huolta, ettei pääomaa sitoudu hitaasti kiertäviin tuotteisiin liikaa. (Varastonohjaus n.d.)

5 Projekti

Projektin tarkoituksena oli luoda uuteen varastoon mahdollisimman toimiva layout, joka mukailee jo valmiiksi päätettyä toimintamallia. Näin ollen itse varaston toimintaan ei varsinaisesti ollut tarkoitus puuttua. Varastoon oli valittu aluekeräily, jonka katsottiin olevan paras vaihtoehto uusiin tiloihin. Varasto oli jo jaettu karkeasti osiin keräilytoimintojen mukaan ja tämä alustava jako toimi lähtökohtana layoutin suunnittelulle.

Layoutiin tuli suunnitella alueet hitaasti liikkuville tuotteille, lavatavaroille, volyymituotteille, vastaanoton tiloille, pakkaamolle sekä lähettämölle. Varastoautomaatit olivat jo valmiiksi asennettu, joten niiden sijaintia ei tarvinnut enää suunnitella. Lavavarastossa hyllyvälit olivat jo valmiina sekä hitaasti liikkuvien tuotteiden alueella hyllyjen paikat olivat suunniteltu jo etukäteen. Loput alueista oli lähestulkoon vapaasti suunniteltavissa.

Projektia alettiin suunnitella toistuvilla käynneillä toimitiloissa, joiden aikana suoritettiin mittauksia, käytännön hahmottamista teippien avulla sekä kehityskeskusteluja. Näissä mittauksissa mitattiin esimerkiksi alueiden ääri rajojen mittoja, lavapaikkojen mahdollisia sijainteja sekä muita erinäisiä etäisyyksiä. Lavapaikkojen sijoittelussa laskettiin erilaisia variaatioita, miten volyymituotteet saataisiin sijoitettua tilatehokkaimmin niin, että saataisiin mahdollisimman monta lavaa siten, että niitä voitaisiin vielä liikutella ilman liian ahtaita välejä. Erilaisten variaatioiden kautta saatiin myös

erikokoisia käytäviä ja näiden käytävien hahmottaminen ja koekäyttäminen oli yksi isoista teemoista parhaimman vaihtoehdon löytämisessä.

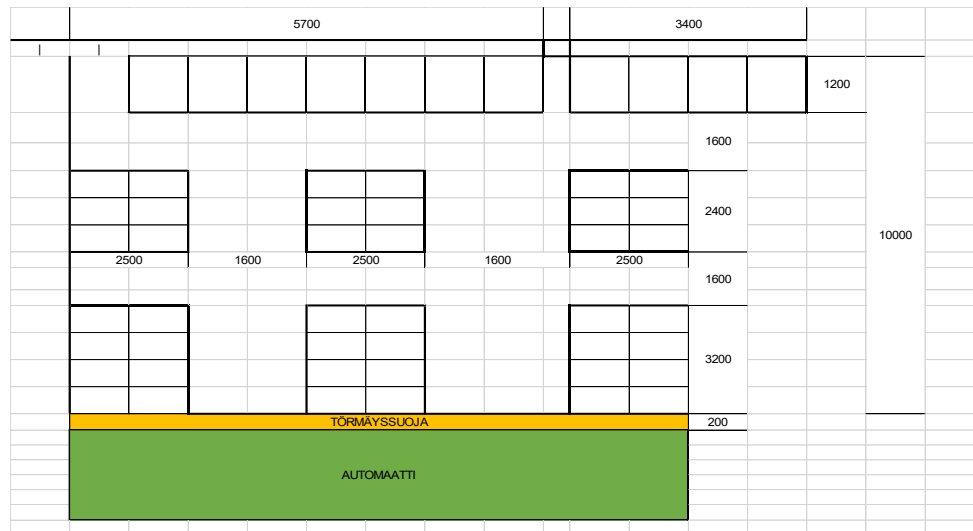
Layoutiin tuli myös pohtia sijainnit kaikille eri toimintojen vaatimille resursseille, kuten työpisteille, rullakoille, kuormalavoille sekä keräilykärryille. Työpisteiden sekä keräilykärryjen mitat ja lukumäärät saatiin tuotantoa suunnittelevilta henkilöiltä ja niiden tietojen perusteella tuli sijoitella ne mahdollisimman tehokkaasti ympäri varastoa.

Suunnittelussa alkuun suuri haaste oli riittämätön tietotekninen tuki vastaavaan suunnittelutyöhön. Tästä johtuen suunnittelu ja havainnointi tapahtui alkuun Excelin välityksellä, jonka takia mitään hirveän tarkkoja suunnitelmakuvia ei voinut luoda. Excelin avulla kyettiin kuitenkin tekemään alustavia suunnitelmia ennen kuin saatiin hankittua parempia resursseja layoutin suunnitteluun. Excelillä saatiin laskettua alustavasti volyymituotteiden alueen eli fastmoverin layoutia, sillä kun mitat olivat tiedossa, voitiin Excelin avulla visualisoida eri variaatioita perustavalla tasolla ja pystyttiin etenemään projektin kanssa. Excelin avulla suunniteltiin myös alustavaa vastaanoton laiturialuetta sekä lähettämöä.

5.1 Excel-suunnitelmat

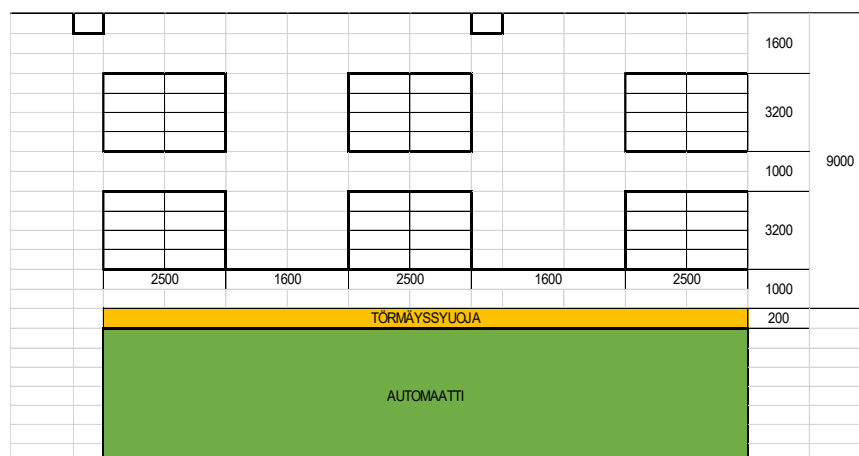
Ensimmäiseksi Excelillä hahmoteltiin niin sanotun fast mover -alueen mahdollisia variaatioita. Fast mover -alueelle sijoitetaan 40 ABC-analyysin mukaan eniten keräiltyä tuotetta suoraan vaihtuville lavapaikoille. Esimerkkinä fast mover -alueen volyymituotteista voidaan mainita WC- ja käsipaperi sekä eri kokoiset kumihanskat. Excel mahdollisti fast mover-alueen eri variaatioiden perustavan tason vertailun ja voitiin pohtia kahden parhaan vaihtoehdon hyviä ja huonoja puolia. Kahdeksi parhaaksi vaihtoehdoksi todettiin joko 53 tai 48 lavapaikan mallit. Näistä 53 lavapaikan mallissa olisi kolme kappaletta 2x4 mallisia lavasoluja automaatin puoleisella puoliskolla, joidenka välissä olisi 1,6m käytävät. Näiden vieressä olisi kolme kappaletta 2x3 mallisia lavasoluja 1,6m levyisen käytävän toisella puolella ja jokaisen solun erottaisi sama 1,6m käytävä. Näiden jälkeen olisi vielä toisella seinällä 1,6m käytävän toisella puolella tolpan molemmin puolin lavapaikkoja siten, että tolpan vasemmalla puolella olisi

seitsemän lavapaikkaa ja tolpan oikealla puolella neljä lavapaikkaa. Alla Excelillä suunniteltu havainnekuva vaihtoehdosta mittojen kera.



Kuva 3. Fastmover-alue 53 lavapaikalla

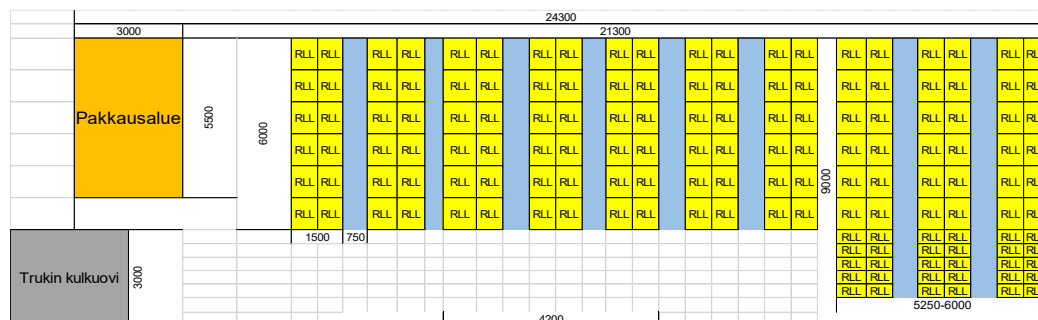
48 lavapaikan variaatiossa verkkoseinän puoleiset lavapaikat, joita toisessa vaihtoehdossa oli 7+4 jäävät kokonaan pois ja se tila hyödynnetään käytäväksi. 48 lavapaikan versiossa olisi kuusi kappaletta 2x4 mallisia lavasoluja. Näiden solujen keskeltä menisi metrin levyinen käytävä ja lavojen lyhyiden sivujen väliset käytävät olisivat 1,6 metriä niin kuin olisi myös verkkoseinän ja lavasolun välinen käytävä. Alla Excelillä suunniteltu havainnekuva vaihtoehdosta mittojen kera.



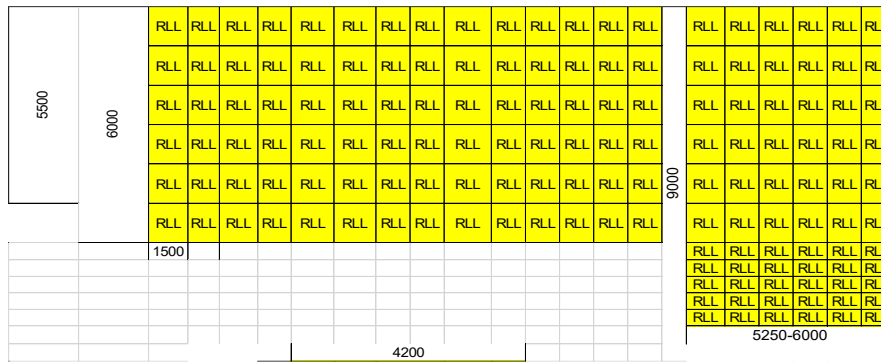
Kuva 4. Fastmover-alue 48 lavapaikalla

Lähetämön puolelle Excelin avulla visualisoitiin ensiksi, kuinka monta rullakkoa lähettämöön voitaisiin sijoittaa ja kun se oli tehty, niin suunniteltiin eri asiakkaiden rullakoiden sijoittaminen omiin jonoihinsa. Tietenkään, koska Excelin avulla ei saa tehdä realistisia kuvia, käytettiin sitä lähinnä laskettujen arvojen visualisoimisessa. Rullakkojonojen sijoittelun suunnittelussa oli aluksi tavoitteena laskea, kumpi olisi parempi ratkaisu, se että rullakkojonot olisivat kiinni toisissaan, jolloin tilankäyttö olisi mahdollisimman hyvä vai jätettäisiinkö rullakkojonojen väliin yhden rullakon kokoinen väli, joka mahdollistaisi rullakoilla käymisen tarpeen niin vaatiessa. Lisäksi laskettiin, kuinka monta tyhjää rullakkoa voitaisiin mahtuttaa lähettämön lastausovien väliseen tilaan, niin etteivät ne olisi tiellä. Rullakoille laskettiin paikan päällä toimitiloissa alue, jonka kapasiteetti voitiin laskea.

Alue jaettiin kahteen osaan, joiden kapasiteetti laskettiin. Alueista lyhyempi voitiin laskea ilman välejä, sillä niihin tulisi asiakkaita, joille menee tuotteita vain tiettyinä päivinä. Isoon alueeseen kapasiteetti laskettiin sekä umpeen täytettyyn malliin sekä välilliseen malliin, jonka jälkeen punnittiin molempien vaihtoehtojen hyviä ja huonoja puolia. Siinä missä täyteen pakatussa mallissa kapasiteetti on isompi, on halutun rullakon luokse pääseminen työlästä, koska rullakoita joutuu siirtämään pois edestä. Välillisessä mallissa rullakkojonoja saatiin yksi vähemmän mutta se olisi helppokäyttöisempi. Käyttöön päätettiin ottaa täyteen pakattu malli, sillä on todennäköistä, ettei rullakkojonot tule täyteen normaalitilanteessa, joten rullakoille pääsy on tarpeeksi helppoa.

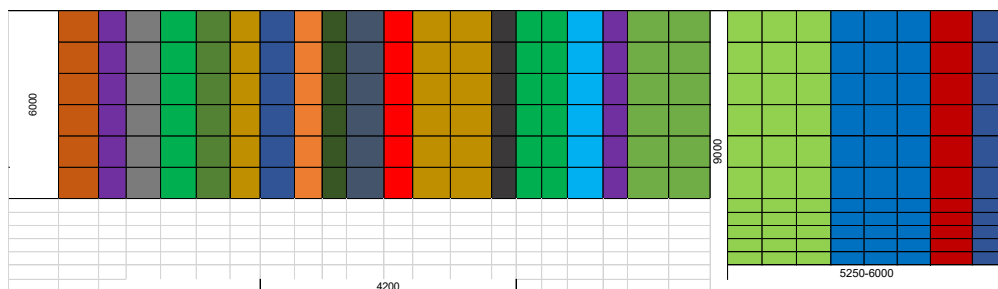


Kuva 6. Lähetämön rullakkojonot väleillä



Kuva 7. Rullakkojonot ilman välejä

Kun oli päätetty, miten tila hyödynnetään, tuli suunnitella rullakkojonot eri asiakkaille siten, että mahdollisimman moni lähtisi eri päivänä kuin viereiset jonot. Tässä kohtaa Excel oli kätevä, kun eri asiakkaiden paikka rivissä oli visualisoitava. Excelin avulla visualisointi oli helppo toteuttaa eri värisillä soluilla ja kun ei tässä yhteydessä mittasuhteilla ollut merkitystä.



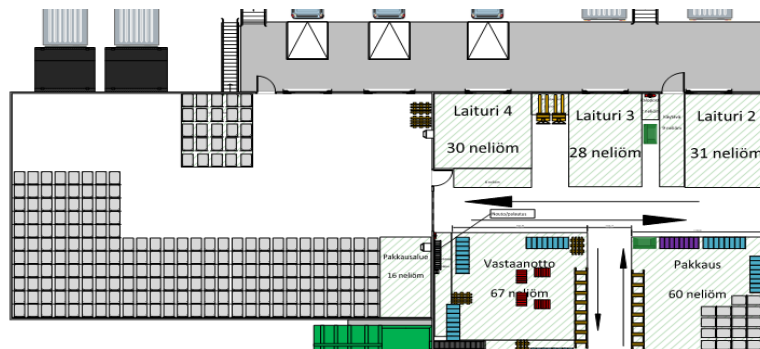
Kuva 8. Rullakkojonot jaettuna asiakaskohtaisesti

Viimeinen Excelin avulla tehty suunnitelma oli lavavaraston ja sosiaalitilojen väliselle käytävälle suunniteltu tyhjien rullakoiden reservipaikka. Sen tarkoituksena oli yksinkertaisesti vain visualisoida kuinka monta tyhjää rullakkoa käytävälle voisi saada, jos ne laittaisi joko poikittain tai pitkittäin.

ja pakkaustarvikkeiden sijoittelu. Tilojen tiedettiin olevan jo lähtökohtaisesti ahtaat, joten layoutissa tulisi hyödyntää käytettävissä oleva tila mahdollisimman tehokkaasti. Tyhjien rullakoiden tulisi olla helposti saatavilla ilman, että ne olisivat toiminnan esteenä ja sama ongelma koski myös pakattuja rullakoita, mihin ne tulisi sijoitella, jotta ne olisivat mahdollisimman helppo kuljetusyrityksen hakea pois ja miten ne olisivat mahdollisimman selkeästi lajiteltu kohderyhmittäin.

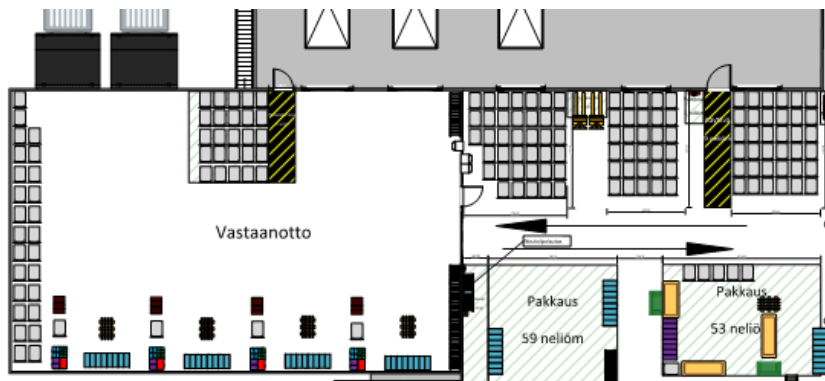
5.2.1 Rullakoiden sijoittelu

Ensimmäisessä versioissa tyhjät rullakot olivat sijoitettu lähettämöön lastausovien väliselle alueelle, johon laskettiin mahtuvan 25 tyhjää rullakkoa, loput olisivat ripoteluna pakkaamossa, VAK-varaston edustalla olevassa tilassa sekä sosiaalitilojen käytävällä. Ongelmana tyhjiissä rullakoissa oli myös se, että niitä on kahta erilaista riippuen kohdeasiakkaasta ja kummatkin rullakotyyppit tarvitsivat omaa tilaa. Lähettämistä odottavat rullakot olisivat lajiteltu lähettämöön jokainen kohderyhmä omaan jonoonsa.



Kuva 10. Rullakot sijoitettuna lähettämöön

Seuraavassa versiossa Lähtevät rullakot olisivat sijoitettuna varaston entisen lähettämön lastauslaitureiden väliseen tilaan kohderyhmittäin ja tyhjät rullakot olisivat sijoitettuna uuden vastaanoton lastauslaitureiden välisessä 25 rullakon alueella sekä vastaanoton päätyseinässä parijonossa, johon laskettiin tila 26 rullakolle. Tyhjiä rullakoita laitettaisiin myös reserviin sosiaalitilojen käytävälle.



Kuva 11. Rullakot hajautettuna

Molemmissa versioissa oli ongelmana tyhjen rullakoiden kapasiteetin rajallisuus. Ensimmäisessä vaihtoehdossa rullakoille saatiin n. 40 paikkaa, mutta ne on sijoitettu ympäriinsä varastoa hyvin suurilla etäisyyksillä ja näiden rullakkopaikkojen täydentäminen uusilla tyhjiillä rullakoilla olisi työlästä ja tehotonta, lisäksi rullakoille ei ole kuin n. 20 paikkaa per rullakkotyyppi. Pakatuille rullakoille kyllä löytyy tästä vaihtoehdosta rutkasti tilaa ja niiden sijoittelu onnistuisi mutkattomasti. Toisessa versiossa vastaanotto oli siirretty lähettämön tilalle, mikä söi tilaa melkein koko entisen lähettämön verran ja pakatut rullakot ehdettaisiin laiturien väliin. Tässä mallissa tyhjen rullakoiden kapasiteetti olisi hiukan parempi, sillä molemmille rullakkotyypeille jäisi noin 25 paikkaa mutta valmiit rullakot olisivat ahtaasti eikä niiden jaottelu onnistuisi mitenkään sujuvasti. Rullakoiden paikka jäikin aluksi vähän auki ja niiden loppusijoittelu jäi muiden osioiden varaan.

5.2.2 Ydintoimintojen sijoittelu

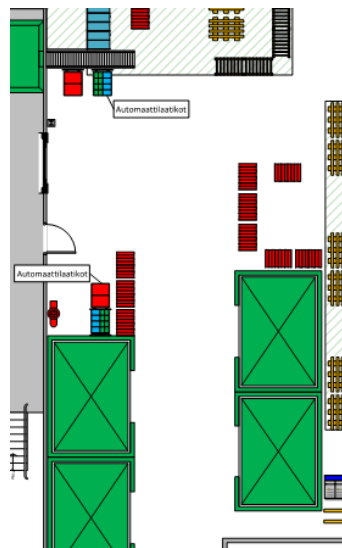
Rullakoiden sijoittelua suurempi haaste oli ehkäpä vielä varaston ydintoimintojen sijoittelu, miten pakkaamo, vastaanotto ja lähettämö tulisi sijoitella, jotta prosessi olisi mahdollisimman toimiva. Ensimmäisessä versiossa rakennuksen uusin osa ja toinen isoista avoimista alueista päätettiin valjastaa lähettämöksi, siihen pystyi helposti ja selkeästi jakamaan lähtevät rullakot kohderyhmittäin ja koska se oli osittain erillään muusta varastosta, oli se loogisin valinta sijoittaa prosessin viimeiseksi lenkiksi, jotta

vältyttäisiin turhilta siirtelyiltä. Näin ollen toiselle suurelle alueelle sijoitettiin pakkaamo sekä vastaanotto. Nämä sijoitettiin vierekkäin suurin piirtein samankokoisille alueille ja niiden väliin jätettiin käytävä. Näistä vastaanottoon tulisi työpiste neljälle työntekijälle ja se sijaitsisi lähettämön puoleisella reunalla, lähettämön yhteydessä sijaitsi myös pahvipuristin, joten pahvilaatikot saataisiin hävitettyä ilman suurempaa siirtelyä. Pakkaamo sijaitsisi vastaanoton ja lavavaraston väliin lavavaraston verkkoseinän yhteyteen. Pakkaamoon tulisi työpisteet kolmelle työntekijälle ja näistä yhden työpisteen yhteydessä olisi kuplamuovirulla. Sekä vastaanoton, että pakkaamon alueelle tulisi hylly PD-tuotteille, jotka ovat valikoiman ulkopuolisia tuotteita, jotka on hankittu asiakkaan erikseen tilaamana. Nämä hyllyt olisivat alueiden välisen käytävän molemmin puolin ja näin ollen toimisivat tilanjakajina alueille eikä vastaanotolla olisi pitkä matka laittaa näitä tuotteita hyllyyn. Tämä sijoittelu näkyy kuvassa 9.

Toisessa vaihtoehdossa pakkaamolle on varattuna ensimmäisen version pakkaamon lisäksi myös siinä vaihtoehdossa vastaanotolle varattu alue. Näin ollen pakkaamo on saatu laajennettua alueiden välissä sijaitsevan käytävän molemmille puolille ja sen alue on näin ollen tuplaantunut. Tässä vaihtoehdossa entisen vastaanoton tilalle saadaan sijoitettua kaksi työpistettä ja vanhalla pakkaamon alueella saadaan sijoitettua kaksi työpistettä, joista toisessa on kuplamuovirullalla varustettu työpöytä. Alueella on myös kolme pöytää aputasona pakkaamista varten. PD-hyllyn sijainti olisi tässä vaihtoehdossa entisen vastaanoton automaattien puoleisessa päädyssä pahvipuristinta vastapäätä kulmassa niin, että kaksi hyllyä olisi pakkaamoiden välisen käytävän mukaisesti ja yksi hylly 90 astetta niistä katsottuna pahvipuristinta kohti muodostaen näin ollen alueella kulman. Vastaanotto on siirretty tässä vaihtoehdossa lähettämöön ja näin ollen sille vapautuu paljon enemmän tilaa. Ensimmäisessä versiossa vastaanottoon varattu tila ei ollut mitenkään realistinen ja lisätilaa sitä varten oli pakko saada. Tässä mallissa vastaanottoon saadaan neljä työpistettä, joista jokaisen viereen saadaan sijoitettua tyhjiä laatikoita, joihin voidaan purkaa tuotteet hitaalle alueelle tai automaattiin siirrettäväksi. Vastaanottoon jää myös hyvin tilaa jokaiselle vastaanottajalle työskennellä. Tässä vaihtoehdossa vastaanotolle tulee pitempi matka viedä tuotteet paikoilleen mutta lisä tila oli tässä kohtaa suurempi prioriteetti. Tästä versiosta näkee havainnekuvan kuvassa 10.

Siinä missä automaattien sijainti oli jo ennakkoon päätetty, piti sen toimintaa tukevat resurssit ja niiden paikat vielä päättää ja niistäkin tuli kumpaankin versioon ihan erilaiset vaihtoehdot. Kummassakin versiossa tyhjentyneille automaattilaatikoille oli sijoituspaikka ulkoseinän puoleisten automaattien päässä siten, että L-kokoisille laatikoille olisi oma rullakko ja M- sekä S-kokoisille laatikoille yhteinen rullakko. L-kokoisia laatikoita mahtuisi rullakkoon kaksi n. 5 laatikon pinoa ja M-kokoisia laatikoita tulisi 4 pinoa, joita mahtuisi n. 12 laatikkoa per pino ja S-kokoisia 8 pinoa, joihin mahtuisi n. 12 pinoa, riippuen rullakon mallista. Näiden rullakoiden viereen tulisi puskuri kärryille, joissa on hyllytettäväksi meneviä laatikoita. Vaihtoehtoisten ratkaisuiden toimintaperiaate eroaa muuten täysin toisistaan.

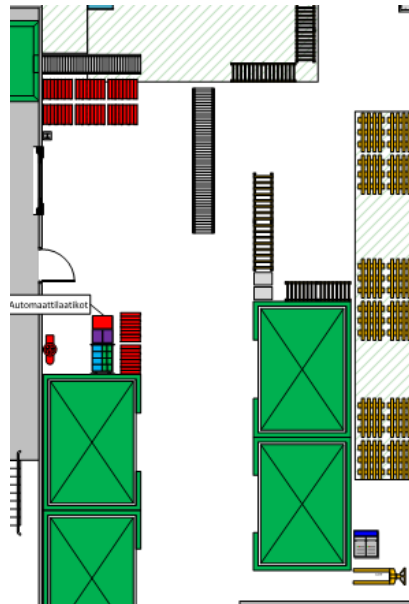
Ensimmäisessä vaihtoehdossa vastaanoton ja automaattien välinen matka on muutama metri, joten puskuria tyhjille automaattikärryille ei varsinaisesti suunniteltu niiden siirtyessä aina tyhjetessään vastaanottoon. Ensimmäisessä vaihtoehdossa ideana oli, että kärry tuodaan automaatille täynnä hyllytettävää tavaraa, jonka jälkeen automaattikeräilijä hyllyttää sen automaattiin ja kun kärry on tyhjä, hän keräilee siihen kahdeksan tilauksen rivit, jotka keräilylista keruuttaa ja sitten keräilijä vie valmiin kärryn puskuriin odottamaan volyymikeräilyä. Näin ollen kärret kiertävät jatkuvasti ympyrää, kun vastaanotto huomaa kärryn olevan tyhjänä puskurissa, hakee se sen täyttöö varten. Ongelmana tässä vaihtoehdossa havaittiin, että koska kärryn tilaukset kerätään eri järjestyksessä, voi puskuriin jäädä roikkumaan useampi kärry, jossa on vain yksi tai kaksi laatikkoa ja näin ollen vastaanottoon ei tule tyhjiä kärriä eikä tila riitä uusien kärriiden jättämiseen puskuriin. Näin ollen tästä koitui ylimääräistä työtä, kun yksittäiset tilaukset jouduttiin siirtämään muihin kärriihin, jotta kärri saatiin tyhjäksi. Lisäksi tässä mallissa yksiriviset toimitukset, joihin ei tule muita rivejä pakkaa automaattikeräilijä, mikä vähentää automaattikeräilyn tehokkuutta huomattavasti.



Kuva 12. Automaattialue kärrypuskurilla

Toisessa vaihtoehdossa idea oli sama hyllytettävien kärryjen puskuriin saakka, mutta sen sijaan, että keräilyn jälkeen kärryt olisi jätetty puskuriin, tuli toisen automaattijonon päätyyn, jossa ennen sijaitsi kärrypuskuri, hyllyjä, joihin sitten pelkästään keräilylaatikot voidaan jättää puskuriin. Hyllyt toimivat flow through periaatteella, eli automaattikeräilijä voi jättää laatikon omalta puoleltaan hyllyä sen hyllylle ja volyymin puolelta keräilijä voi poimia sen ilman, että kumpikaan joutuu kiertämään hyllyn toiselle puolelle. Hyllyjä on yksi automaattijonon päässä ja toinen siitä 90 astetta pakkaamon suuntaan. Tämä pitkittäinen hylly toimii päätoimisena puskurina ja jos se tulee täyteen, toimii automaatin päädyn hylly varapuskurina, sillä sitä on hitaampi täyttää, kun täytyy kiertää päätoiminen puskuri. Hyllyjen välinen kulma jätetään auki ja siihen sijoitetaan automaatin keräilylaatikot kahteen pinoon. Ne voidaan näin kerätä automaatin puolelta helposti ja niiden tyhjentyessä, volyymin keräilijä voi laittaa hyllyjen välistä laatikon pinoon ilman turhaa kiertämistä. Laatikoissa on viivakoodi molemmissa päissä laatikkoa ja näin ollen molemmat pystyvät lukemaan sen lukijoilla ilman, että laatikkoa pitää kääntää. Hyllytys tapahtuu keräilyn lomassa heti, kun keräilijä huomaa hyllytettävän kärryn ilmestyneen puskuriin, hyllyttää hän sen ennen seuraavaa keräilytapahtumaa. Kärryn tyhjentyessä, se siirretään pahvipuristimen ja lastausoven väliseen tilaan, johon on sijoitettu puskuri tyhjille kärryille. Näin ollen,

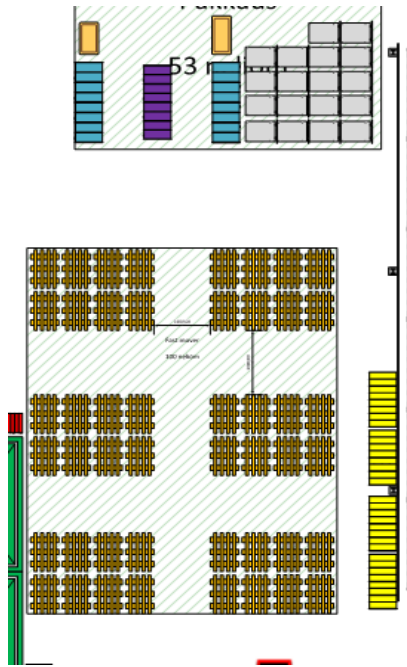
kun vastaanottaja tuo kärryn hyllytettäväksi, vie hän menneessään tyhjän kärryn vastaanottoon. Puskurin viereen sijoitetaan myös rullarata, mihin voidaan laittaa laatikot, joiden tilauksiin ei ole tulossa enää enempää rivejä kuin ne, mitkä automaattista tulevat, esimerkiksi yksiriviset ja jälkitoimitukset. Rullarata johtaa suoraan pakkaamoon, josta ne voidaan sitten ottaa ja pakata lähetettäväksi eteenpäin.



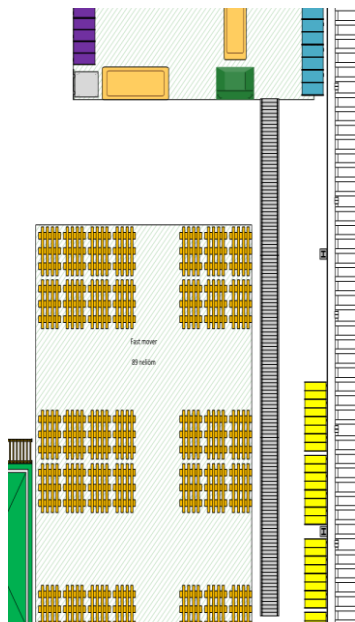
Kuva 13. Automaattialue puskurihyllyllä

Automaattialueen jälkeen suunnitteluvuoroon tuli volyymialue, jonka alueella on kaikki kuluvimmat nimikkeet. Volyymialueessa ei ollut suuria eroja vaihtoehtojen välillä, ainua ero oli siinä, että ensimmäisessä vaihtoehdossa oli volyymialueella käytössä kuusi kappaletta 2x4 kuormalavan soluja, minkä avulla saatiin maksimoitua lavavapaikkojen määrää. Toisessa vaihtoehdossa automaatin puoleiset kuormalavasolut ovat myös mallia 2x4 mutta toiset ovat mallia 2x3 ja niiden ja lavavaraston turverkoseinän välissä on rullahihna niitä laatikoita varten, mitä lava- ja hitaasti kiertävältä alueelta tulee, joissa ei ole lisättäviä rivejä. Näin ollen ne kulkevat rullarataa pitkin suoraan pakkaamoon. Molemmissa vaihtoehdoissa sijaitsee verkkoseinää vasten puskuri lavapuolen keräilykärryille. Niille on laskettu neljä paikkaa. Molemmat vaihtoehdot ovat todella ahtaita ja vetotrukeilla alueen läpi kulkeminen on ahdasta sekä

vaatii työntekijöiltä tarkkaavaisuutta, koska samalla alueella kulkee pakkaamon työntekijät keräämässä volyymialueelta, lavapuolen sekä automaatin puskurista ja lavapuolen vetotrukit.

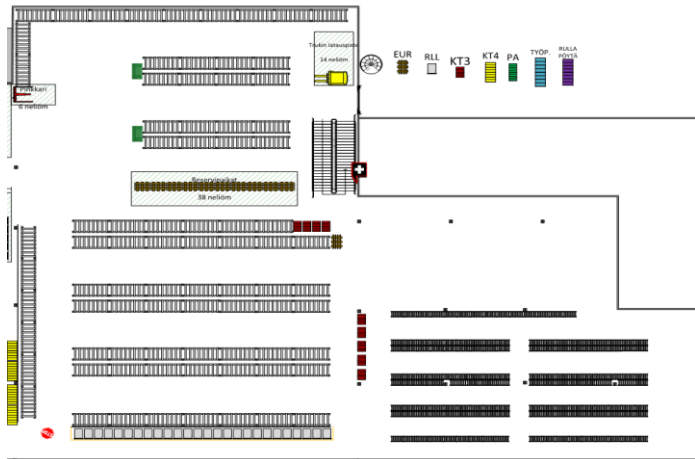


Kuva 14. Volyyymi ilman rullarataa



Kuva 15. Volyyymi rullaradan kanssa

Lavapuolella ja hitaasti kiertävien tuotteiden alueella olevat hyllyt olivat jo valmiiksi suunniteltu, näin ollen näillä alueilla ei ollut juurikaan suunniteltavaa, lähinnä vain muutaman asian sijainti. Lavapuolelle piti löytää paikka työntömastotrukkien ja vetotrukkien lataukselle, kuormalavapinoajalle sekä sijoitella roska-astioita sekä hitaan puolen keräilykärryt ja hitaan alueen puskuri. Molemmissa versioissa kuormalavavarasto sekä hitaasti kiertävien tuotteiden alue on identtinen. Trukkien latauspaikka sijoitetaan lavavaraston takanurkkaan, jossa niille on tilaa kuormalavahyllyn ja nosto-oven välissä. Kuormalavapinoaja sijainniksi tuli lavapuolen ja pakkaamon oikeanpuoleisen nosto-oven väliin, mihin jää tyhjä tila viimeisen hyllyn päädyn ja tolpan väliin. Roska-astiat sijoitetaan hyllyjen pätyyn, johon jää niille sopiva tila ilman, että se häiritsee varaston toimintaa. Lavavaraston kolmanteen hyllyväliin pakkaamon ja taukotilan rappusten väliin voidaan sijoittaa tarvittaessa reservipaikkoja lavoille, mikäli hyllypaikat loppuvat kesken. Hyllyväli on selvästi leveämpi kuin muut ja siitä mahtuu kulkemaan helposti vetotrukeilla molemmin puolin, vaikka käytävällä olisikin lavoja. Työntömastotrukilla tulee tässä tilanteessa vähän ahdasta, mutta ei mahdotonta. Tähän hyllyväliin sijoitetaan myös tyhjä hitaan puolen keräilykärryt. Niille tulee sijoituspaikka taukotilan rappusia vastapäätä, kun hylly on lyhyempi kuin sen takapuolella oleva hylly ja siihen jää sopiva kolo tyhjille kärryille. Hyllyparin pätyyn tulee myös lava, jossa on hitaan keräilylaatikoiden sijoituspaikka. Hitaasti kiertävien tuotteiden puskuri sijoitetaan lavavaraston ja hitaasti kiertävien tuotteiden alueen väliin, noin keskelle tolppien väliselle alueelle. Tähän puskuriin on varattu tila viidelle keräilykärrylle, joista lavapuolen keräilijä käy tuotteet keräämässä keräilylistan mukaisesti.



Kuva 16. Kuormalavavarasto ja hitaasti kiertävät

5.3 Visualisointi

Nyt kun varaston layout on saatu suunniteltua, on seuraava vaihe visualisoida se myös varastoon, jotta kaikille on selvää kunkin toiminnon ja tavaran sijainti. Visualisoinnissa käytetään erilaisia teippejä ja tarroja, joiden avulla saadaan kuvattua haluttuja tietoja tai alueiden rajoja. Pakkaamon, vastaanoton ja volyymialueen merkkäamiseen käytettiin erilaisia tarroja. Nämä tarrat ovat tarkoitettu nimenomaan käytettäväksi varastojen lattioihin, joten ne sopivat hyvin meidän tarkoituksiimme. Tarroja oli kahta eri väriä ja neljää eri muotoa. Pakkaamoja ja volyymialuetta merkattiin keltaisilla tarroilla ja vastaanottoa sinisillä tarroilla. Tarroja olivat bumerangin muotoinen, plusmerkin muotoinen, T-kirjaimen muotoinen sekä pisteen muotoinen. Sekä pakkaamon, että vastaanoton alueiden ääriviivat merkittiin käyttäen kulmiin bumerangin muotoisia kulmatarroja sekä niiden väliin tasaisin välimatkoin liimatuilla täplätarroilla. Näiden tarrojen avulla saatiin selkeästi merkattua, mikä on vastaanottoa ja mikä on pakkaamoja ja eri värien ansiosta tarrat myös erottuivat selkeästi toisistaan ja alueiden väliin suunniteltu käytävä jäi selvästi nähtäväksi. Myös vastaanoton alueen ja lähettämön seinän välissä olleelle sähkötaululle saatiin näin tarpeeksi tilaa, kun voitiin merkitä tarroin alue ja näin ollen sen ulkopuolelle ei saisi sijoittaa tavaraa. Volyymialueella tarroilla merkattiin jokaisen lavan paikka ja samalla lavasolujen sijainti. Tarrojen ansiosta lavojen välille jää tilaa, eikä niiden liikuttelu ole näin liian ha-

nakalaa lavojen ollessa erillään toisistaan. Lavapaikkojen merkkäamisen tarkoituksena oli myös saada alue pysymään järjestyksessä, ilman että lavapaikat eläisivät liikaa ja näin ollen riskeeraisivat jo ennestään ahtaiden käytävien tilat. Tarroilla merkittiin myös lavapuolen puskurin paikat sekä hitaan puolen puskurin ja tyhjien laatikoiden ja kärryjen paikka. Tarrojen liimauksen jälkeen, merkattiin keltamustaraidallisella teipillä kaikki alueet, jotka oli pysyttävä tyhjänä. Näihin alueisiin kuului palopostien edustat, ovien edustat lastauslaitureilla sekä sähkökaapin alue. Loput alueet merkittiin oranssilla teipillä. Tällä teipillä merkattiin ainakin nosto-ovien alueet, lähettämön valmiiden rullakoiden jonojen paikat, lähettämön 25 tyhjän rullakon paikka, sosiaalityötilojen käytävän rullakoreservin paikka sekä automaatin keräilylaatikoiden ja -kärryjen paikat. Lopuksi liimattiin lavavaraston volyyymialueen puoleiseen kulmaan STOP-merkki, jotta trukkikuskit pysähtyisivät ennen kuin menevät käytävälle, koska käytävällä on myös henkilöliikennettä.

6 Projektin lopputulos

Projektin lopputuloksena saatiin tuotettua layout, joka mahdollistaa prosessien ja toimintatapojen kehittyessä vaadittavan 3600 rivin päivittäisen keräily määrän. Layoutissa on edelleen mahdollisuuksia siirtää toimintoja eri sijainteihin, mikäli toiminnan voidaan huomata niin vaativan. Sinällään toiminnasta ei vielä saada vaadittavaa rivimäärää ulos päivittäin mutta tähän vaikuttaa käyttöön otettu uusi varastohäusjärjestelmä, jonka sisään ajaminen ei ole vielä vaadittavan hyvällä tasolla. Layoutin suunnittelussa on luotu eri mahdollisuuksia toimintojen sijainnille ja kun järjestelmä saadaan kunnolla ajettua sisään ja ollaan saatu käytännön havaintoja toiminnan ongelmakohdista, pystytään layoutia muokkaamaan tarpeen mukaan jo valmiiksi mietittyjen variaatioiden mukaan. Layoutissa oleellisissa toiminnoissa kaikki tasot ja keräilyyn käytetyt välineet, paitsi varastoautomaatit, ovat pyörien päällä, joten layoutiin tehtävät muutokset ovat yksinkertaista toteuttaa, kun mikään ei ole pulattu lattiaan kiinni.

7 Johtopäätökset

Johtopäätöksinä projektista voidaan huomata, että varaston tilat ovat liian ahtaat jo heti jo alussa, mikä loi alussa ongelmia, kun hyllyjä täytettiin mutta tavaraa tuli niin paljon sisään varastolle, ettei läheskään kaikki mahtunut hyllyyn. Lisäksi automaatin laatikoiden puuttuminen ja niiden ollessa sopimattoman kokoisia, loi haasteita, kun automaateista loppui kapasiteetti ja tavaraa jouduttiin varastoimaan lattialla, mikä söi jo ennestään ahtaita tiloja ja päällekkäisistä laatikoista keräily ja oikean laatikon metsästys söi keräilystä tehoja. Myös layoutin ratkaisuja jouduttiin muuttamaan, kun voitiin huomata, ettei vastaanotolle varattu tila ollut läheskään riittävä, kuten ei ollut pakkaamonkaan. Tästä johtuen siirryttiin layoutista toiseen ja vastaanotto siirrettiin lähettämön tiloihin ja pakkaamoa laajennettiin. Myös automaatin puskurina toimineet kärryt eivät olleet toimiva ratkaisu, joten ne korvattiin hyllyillä. Uuteen varastoon käyttöön otettu varastonohjausjärjestelmä jouduttiin ottamaan päivittäiseen käyttöön liian nopealla aikataululla ja näin ollen layoutiin jouduttiin ja joudutaan jatkossakin vielä tekemään muutoksia, kun prosesseja saadaan vaatimusten vaatimalle tasolle. Vastaavanlaisessa tutkimuksessa tulisi olla paremmin selvillä, millaiset prosessit varastoon aiotaan ottaa käyttöön sekä niitä tulisi kokeilla käytännössä enemmän ennen varsinaista varaston käyttöönottoa. Nyt kun varaston käyttöönotto jouduttiin tekemään liian aikaisin, ilmeni varaston prosessien välillä liikaa epätasapainoa, joka johti väistämättä pullonkaulojen syntyyn.

Lähteet

Fabregas, K. 2017. Planning Your Warehouse Layout – How to Set Up Efficient Storage, Packing & Shipping Areas. Artikkel. Viitattu 14.4.2019.

Carvalho, Maria Sameiro., Geraldes, Carla A. S. & Pereira, Guilherme A. B. N.d. Warehouse Design and Product Assignment and Allocation: a mathematical programming model. Artikkel. Viitattu 13.5.2019. <https://core.ac.uk/download/pdf/153403683.pdf>

Chramcov, Bronislav., Jemelka, Milan. & Kříž, Pavel. 2016. Design of the Storage Location Based on the ABC Analyses. Artikkel. Viitattu 13.5.2019. http://publikace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/1006659/Fulltext_1006659.pdf?sequence=1&isAllowed=y

De Koster, René B. M., Johnson, Andrew L. & Roy, Debjit. 2017. Warehouse design and management. Artikkel. Viitattu 13.5.2019. <https://productivity.engr.tamu.edu/publication/view/warehouse-design-and-management>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2010. Tutki ja kirjoita. 15.–16. p. Helsinki: Tammi.

Kananen, J. 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kassir, May. 2014-2015. Principles of Industrial Eng. Artikkel. Luku 4. Viitattu 10.3.2019. http://uotechnology.edu.iq/dep-production/branch3_files/ch4may.pdf

Mantel, R. J., Reuted, B., Rouwenhorst, B., Stockrahml, V., van Houtum, G. J. & Zijm, W. H. M. 1998. Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review. Artikkel. Luku 3.2. Viitattu 13.5.2019. <https://pure.tue.nl/ws/files/4278451/522792.pdf>

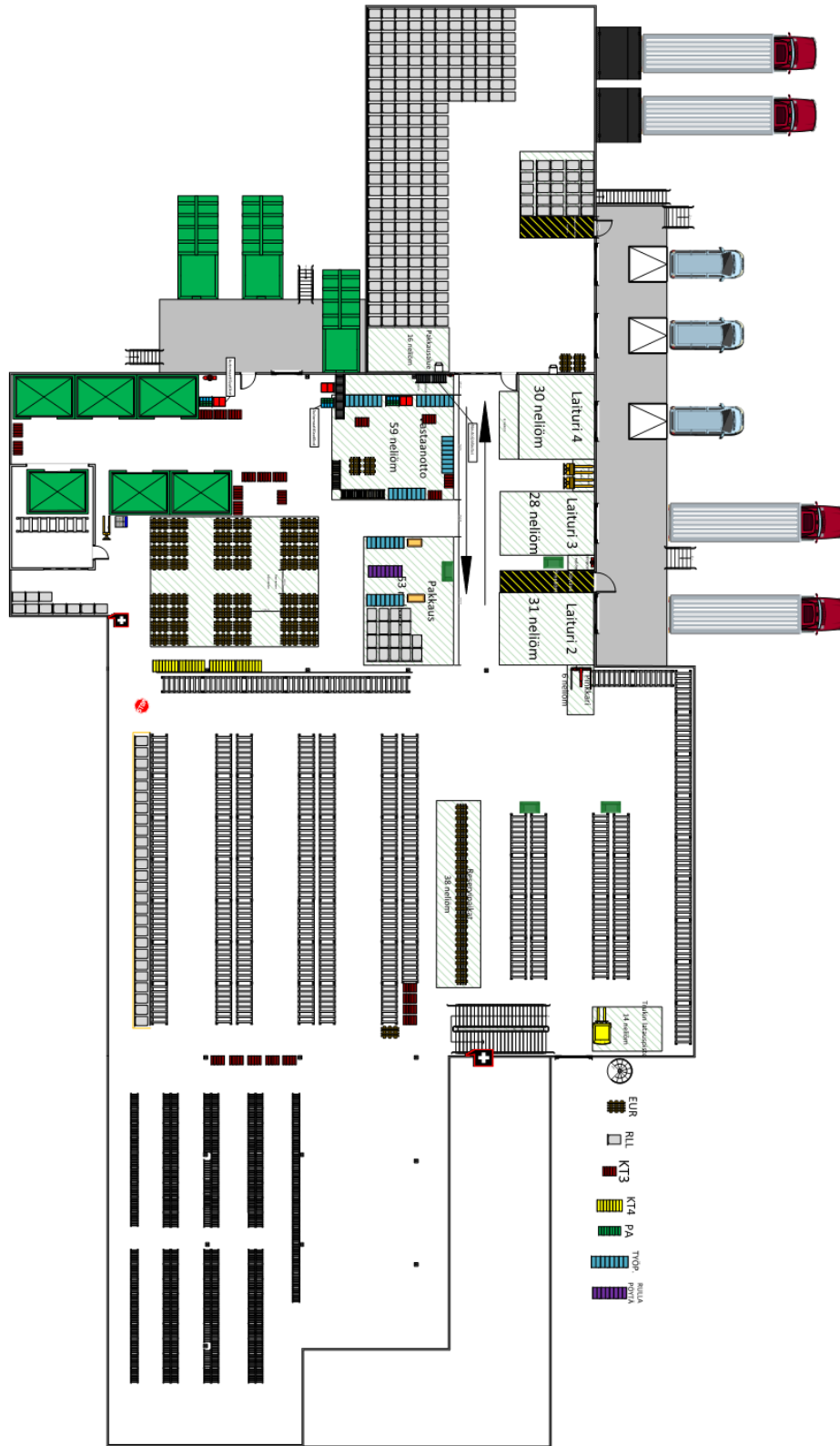
Toimintakertomus ja tilinpäätös 2017. 2018. Vuosikertomus. Viitattu 3.3.2019. http://tuomilogistiikka.fi/tuomi/content/uploads/2018/04/Toimintakertomus_ja_tilinpäätös_2017_Tuomi_Logistiikka_Oy.pdf

Yritys. N.d. Tuomi Logistiikka Oy:n verkkosivu. Viitattu 3.3.2019. <http://tuomilogistiikka.fi/yritys/>

Varastonohjaus. N.d. Logistiikan Maailman verkkosivu. Viitattu 5.5.2019. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>

Liitteet

Liite 1 Layout-vaihtoehto 1



Liite 2 Layout-vaihtoehto 2

