



Juomatehtaan erillisvaraston layout- suunnittelu

Ilari Nevalainen

Opinnäytetyö, AMK

4/24

Logistiikan tutkinto-ohjelma (AMK)

Nevalainen, Ilari

Juomatehtaan erillisvaraston layout-suunnittelu

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Huhtikuu 2024, 44 Sivua

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona juomatehtaalle, jonka käytössä olevaan erilliseen valmistuotevarastoon tehtiin layout-suunnitelma. Valmistuotevarasto toimii tuotannon puskurina vaihtelevan kysynnän tilanteissa. Tavoitteena oli luoda hyllyjen layout-suunnitelmia valmistuotevarastoon, jotta sinne hankittavien hyllyjen järjestys ja kapasiteetti saataisiin optimaaliseksi. Tehtäväksi asetettiin muutamien erilaisten suunnitelmien laatiminen, joissa painotettiin eri tekijöitä, kuten varastointikapasiteetin ja tehokkuuden maksimointia.

Suunnittelua varten etsittiin ja valittiin sopiva piirustusohjelmisto, jolla visuaaliset hahmotelmat luotiin saatujen pohjapiirustusten päälle. Tutkittiin erilaisia hyllyvaihtoehtoja, joista valittiin ja perusteltiin käyttöön sopivin malli. Lisäksi valmisteltiin matemaattisia malleja taulukkolaskentaa käyttämällä hyllyjen mittojen ja kapasiteetin oikeellisuuden varmistamiseksi.

Tuloksena syntyi neljä erilaista suunnitelmaa, joissa painotettiin joko tehokkuutta, kapasiteettia tai näiden optimaalista yhdistelmää. Näitä suunnitelmia esiteltiin toimeksiantajalle, joka voi valita niistä tarpeisiinsa parhaiten sopivan tai yhdistää niistä parhaita ominaisuuksia lopulliseen suunnitelmaan. Päätelmänä voidaan todeta, että eri painotuksilla ja tavoitteilla saadaan aikaan erilaisia suunnitelmia. Lopullista suunnitelmaa valittaessa on kuitenkin otettava huomioon tilannekohtaiset tavoitteet, yksilölliset preferenssit, suunnitelman toteutettavuus ja tulevaisuuden näkymät.

Avainsanat (asiasanat)

Logistiikka, varastointi, layout-suunnittelu, varaston kehittäminen

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

-

Nevalainen, Ilari

Layout design of a separate warehouse for a beverage factory

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, September 2020, 44 pages

Degree Programme in Logistics. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The thesis was written as a commission for a beverage factory, where a layout plan was made for a separate finished product warehouse. The finished product warehouse serves as a production buffer in situations of fluctuating demand. The objective was to create shelf layout plans for the finished product warehouse in order to optimize the order and capacity of the shelves to be installed there. The task was to draw up a number of different plans, focusing on various factors such as maximizing storage capacity and efficiency.

For the design, suitable drawing software was identified and selected to create visual sketches on top of the floor plans. Various shelving options were explored, from which the most suitable design for the application was selected and justified. In addition, mathematical models were prepared using spreadsheets to ensure the correctness of the shelving dimensions and capacity.

The result was a set of four different plans, focusing on either efficiency, capacity, or an optimal combination of the two. These plans were presented to the client, who can choose the one that best suits his needs or combine the best features of these plans into the final plan. It can be concluded that different priorities and objectives lead to different designs. However, the choice of the final design must consider the situational objectives, individual preferences, the feasibility of the design and the future prospects.

Keywords/tags (subjects)

Logistics, warehousing, layout planning, warehouse development

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisältö

| | | |
|----------|----------------------------------------------|-----------|
| 1 | Johdanto | 3 |
| 1.1 | Tausta ja tavoitteet | 3 |
| 1.2 | Tutkimuskysymykset | 3 |
| 1.3 | Toteutus ja rajaus..... | 3 |
| 2 | Varastoinnin periaatteet..... | 4 |
| 2.1 | Varastointi..... | 4 |
| 2.2 | Varastoinnin eri muotoja | 4 |
| 2.3 | Varastointihyllyt | 8 |
| 2.4 | Kalusto..... | 10 |
| 2.5 | Varastojen kehittäminen..... | 11 |
| 2.5.1 | Tunnuslukuja..... | 11 |
| 2.5.2 | ABC- ja XYZ-analyysit | 13 |
| 2.5.3 | Layout-suunnittelu..... | 13 |
| 2.6 | Layout-suunnittelun vaiheet | 15 |
| 3 | Menetelmät | 18 |
| 3.1 | Tiedonkeruumenetelmät | 18 |
| 3.2 | Toteutus | 18 |
| 3.2.1 | Varaston suunnittelun isot linjat | 18 |
| 3.2.2 | Tunnusluvut | 20 |
| 3.3 | Pohjatiedot..... | 21 |
| 3.4 | Hyllymittalaskuri..... | 24 |
| 4 | Esiteltävät layout-suunnitelmat | 26 |
| 4.1 | Neljä layout mallia..... | 26 |
| 4.2 | Layoutien esittely | 34 |
| 4.2.1 | Layoutin valinta..... | 34 |
| 4.2.2 | Suunnitelman toteutettavuus | 35 |
| 5 | Pohdinta..... | 35 |
| 5.1 | Toimeksianto ja lähtökohdat | 35 |
| 5.2 | Tekovaiheet..... | 36 |
| 5.3 | Luotettavuuden arviointi | 36 |
| 5.4 | Lopputulokset..... | 37 |

| | |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Lähteet | 38 |
| Liitteet | 40 |
| Liite 1. Haastattelun ennakkokysymykset..... | 40 |
| Liite 2. Layoutien powerpoint -esitys..... | 41 |
| Kuviot | |
| Kuvio 1 Hyllymittalaskuri | 25 |
| Kuvio 2 Syväkuormaushylly..... | 25 |
| Kuvio 3 Mallien ominaisuudet kaavio | 27 |
| Kuvio 4 Pohjakuva | 28 |
| Kuvio 5 Malli 1..... | 29 |
| Kuvio 6 Malli 2..... | 31 |
| Kuvio 7 Malli 3..... | 32 |
| Kuvio 8 Malli 4..... | 33 |
| Taulukot | |
| Taulukko 1 Layout-mallien ominaisuudet yhteenveto | 27 |

1 Johdanto

Toimeksiantajana toimi juomia valmistava elintarvikealan yritys, jonka käytössä olevaan erillistuotevarastoon tehtiin varastointihyllyjen layout-suunnitelma.

1.1 Tausta ja tavoitteet

Jatkuvasti muuttuvat asiakastarpeet ja kysynnän heilahtelut luovat tarpeen tuotannon puskurina toimivalle valmistuotevarastolle. Toimeksiantajana toimivalla juomatehtaalla on ennenkin ollut valmistuotevarastointia niin tehtaan tiloissa, kuin erillisvarastoissakin. Käytössä olevan erillisen varastorakennuksen hyllytarpeiden arviointi toi aiheen tälle opinnäytetyölle. Tavoitteena oli luoda varastointihyllyjen layout-suunnitelma juomatehtaan erilliseen valmistuotevarastoon. Varasto oli työtä aloittaessa jo käytössä, mutta siellä ei ollut hyllyjä, vaan tavaraa säilytettiin jonoissa päällekkäin. Yritys halusi tietää, mikä on järkevin tapa sijoittaa varastointihyllyt varastoon niin, että mahdollistetaan sujuva materiaalivirtojen hallinta sekä korkein mahdollinen varastointikapasiteetti.

1.2 Tutkimuskysymykset

Työ rajattiin vastauksen etsimiseen päätutkimuskysymykseen: Mikä on tehokkain tapa toteuttaa erillisvaraston layout? Samalla etsitään vastauksia alakysymyksiin: Millaiset hyllyt soveltuvat parhaiten juomalavojen varastointiin? Sekä: Miten saavutetaan suurin varastointikapasiteetti?

1.3 Toteutus ja rajaus

Suunnitelman toteutus tehtiin tutkimalla aiheen teoriaa ja käytettyjä toimintatapoja, varaston toiminnasta vastaavien haastattelulla ja omilla mittauksilla sekä havainnoilla. Layout-suunnitelmassa ei huomioida tehtaan muita toimitiloja tai varaston piha-alueita muuten, kuin lastauslaiturien käytön osalta. Työssä ei myöskään käsitellä tehtaan käyttämiä tietojärjestelmiä, kuljetuksia, varastointitarpeen arviointia tai muita toimintatapoja. Myöskään lattian kantavuutta, hyllyjen asentamisen estäviä rakenteellisia tekijöitä tai muita rakennuksen teknisiä ominaisuuksia ei oteta huomioon. Häätäpoistumistiet, palopostit, sähkökaapit ja kulkuväylät taas huomioidaan niiden ollessa oleellinen osa suunnitelmaa. Varastossa säilytetään toistaiseksi myös pakkausmateriaaleja, mutta niille ei varattu omaa tilaa toimeksiantajan pyynnöstä vaan keskityttiin valmiiden, täysien tuotelavojen

varastointiin. Suunnitelma muodostettiin valitulla piirustusohjelmalla sekä Excel-taulukoilla ja se esitettiin toimeksiantajalle Powerpoint-esityksenä ennen opinnäytetyön valmistumista.

2 Varastoinnin periaatteet

2.1 Varastointi

Yleensä varastointi käsitetään tavaran fyysisen säilytyspaikan määritelmänä, todellisuudessa on se kuitenkin laajempi käsite. Varastoinnilla tarkoitetaan koko tahon hallussa olevaa vaihto-omaisuutta sen fyysisestä säilytyspaikasta tai sijainnista arvoketjussa riippumatta, eli esimerkiksi myös kuljetuksessa tai kokoonpanossa olevat tuotteet. Sakki (2014) mainitsee, että logistiikan kustannuksista vuonna 2011 keskimäärin 46 % syntyi varastoinnista, joten oikeanlaisella varastoinnilla on merkittävä rooli logistiikan tehokkuudessa ja lisäarvon tuottamisessa. (Sakki, 2014.) Kuitenkin Richards (2022, 19) mainitsee kirjassaan Motorolan teettämän tutkimuksen, jossa todetaan, etteivät varastot ole välttämättä enää nykypäivänä pakollisia kustannusten aiheuttajia, vaan modernilla varastoinnilla voidaan edistää kilpailua ja sen myötä lisätä kasvua.

Pääasiallinen tarve varastoinnille syntyy siitä, että kysyntä ja tarjonta eivät yleensä kohtaakaan ajallisesti keskenään. Asiakkaan kysyntään vastaaminen edellyttää, että tuotteen tarjoajan on pidettävä tuotteita varastossa. Kustannusten kannalta ihanneltilanteessa varastoja ei olisi lainkaan, vaan tuotteet menisivät suoraan valmistuksesta asiakkaalle, jonka toteuttaminen on todellisuudessa kuitenkin erittäin harvinaista. Varastointia hyödynnetään myös kesken tuotteiden valmistusprosessin takaamaan valmistuksen sujuva eteneminen työvaiheesta toiseen. Varastointia voi myös käyttää osana tuotteen valmistusta kuten elintarvikkeiden kypsytyksessä. (Tikka, 2016.)

2.2 Varastoinnin eri muotoja

Varastoja voi luokitella usealla eri tavalla, esimerkiksi Richards (2022, 22–26) luokittelee eri varastointimallit seuraavanlaisesti:

Raaka-ainevarasto

Raaka-aineita varastoidaan yleensä lähellä louhinta- tai valmistuspaikkaa. Näitä raaka-aineita on varastoitava, jotta voidaan ylläpitää jatkuvaa tuotantoa tai varautua esimerkiksi huonoihin sääolosuhteisiin. Näissä raaka-aineiden varastointikäyttöön soveltuvissa siiloissa, rakennuksissa, säiliöissä tai avoimissa tiloissa varastoitavia aineita voivat olla esimerkiksi maa-ainekset, metallit ja ruokatarpeet. (Richards 2022, 22.)

Väliaikais-, lykkäys-, räätälöinti- tai osakokoonpanotilat

Väliaikaiseen varastointikäyttöön tuotannon eri vaiheissa tarkoitetuissa varastotiloissa varastoidaan tuotteita esimerkiksi odottamaan tuotannon seuraavaa vaihetta tai valmiin tuotteen räätälöintiä ennen asiakkaalle toimitusta. Tuotteisiin voidaan esimerkiksi lisätä maakohtainen pakkaus, asentaa ohjelmia tai yksityiskohtaisia komponentteja. (Richards 2022, 22.)

Valmistuotevarasto

Myytäväksi kelpaavia valmiita tuotteita varastoidaan valmistajien, tukkureiden sekä jälleenmyyjien puolesta valmistuotevarastoissa. Tarve näille varastoille on tarpeesta luoda puskuri sesonkimyyntiin, uuden tuotteen lanseeraukseen tai muusta syystä kasvavan kysynnän varalle. (Richards 2022, 23.) Valmistuotevaraston saapuvaan ja lähtevään eräkokoan vaikuttaa varaston sijainti tilaus-toimitusketjussa. Tuotantolaitoksen varastosta lähtevät eräkoot ovat esimerkiksi suurempia, kuin jakeluvälistä lähtevät erät, koska asiakkaina ovat yritykset eikä loppuasiakkaat. (Varaston käyttötarpeen vaikutus suunnitteluun n.d.)

Konsolidointi- sekventointi ja kauttakulkuvarastot

Konsolidointikeskukset vastaanottavat tuotteita eri lähteistä ja yhdistävät ne esimerkiksi tuotantolinjalle tai suoraan asiakkaalle toimitettavaksi. Tällaisia voivat olla esimerkiksi autoteollisuudessa toimivat ”juuri ajallaan”(JIT) -keskukset, joissa autojen osat kootaan varastossa yhteen ja järjestetään tuotantolinjalle kokoonpanoa varten toimitettavaksi. Usein kolmansien osapuolien ylläpitämät konsolidointikeskukset yhdistävät eri toimittajien tuotteita edelleen myymälöihin toimitettaviksi sen sijaan, että toimitettaisiin osakuormia suoraan kansallisiin tai vähittäiskaupan

jakelukeskuksiin. Läpivirtaustermiinaaleista (engl. cross-docking centre) poiketen konsolidointivara-
rastoissa tuotteita voidaan varastoida pidempiä aikoja odottaen kutsua lopulliseen päämääräänsä.
(Richards 2022, 23.)

Jälleenlaivaus ja irtolastikeskukset

Nämä keskukset vastaanottavat kuormia isoissa erissä ja jakavat ne pienempiin osiin edelleen lä-
hetystä varten eri määränpäihin. (Richards 2022, 23.)

Läpivirtaustermiinaalit

Läpivirtaustermiinaaleja pidetään yhdessä jakelukeskusten kanssa varastoinnin tulevaisuutena
kuormien läpimenoaikojen oletusarvojen pienentyessä toimitusketjuissa. Jotta tuotteet voidaan
yhteen lastausmenetelmän toimintaperiaatteen mukaan tunnistaa ja yhdistää muiden toimitusten
kanssa lähetysvalmiiksi, on tuotteiden oltava valmiiksi merkittyjä jo keskukseen saapuessa. Ajatuk-
sena on, että yhdistetyt kuormat jatkaisivat matkaansa mahdollisimman nopeasti, tavoitteena
vuorokauden kuluessa. Richards (2022, 23) viittaa Datex Corporationin väitteeseen neljästä pää
skenaariosta, milloin läpivirtaustermiinaaleja käytetään useimmiten:

1. Kun tuotteiden kysyntä on jatkuvaa ja vahvasti johdonmukaista, jonka myötä tuotteet voidaan aset-
taa toistuvaan toimitusaikatauluun läpivirtaustermiinaaleja käyttäen, poistaen tarpeen ylijäämäva-
rastoiden ylläpidolle.
2. Kun käsitellään nopeasti vanhentuvia ja pilaantuvia tuotteita joiden hyllyssä pitoaika on lyhyt. Saa-
daan läpivirtaustermiinaalien avulla tuotteen hyllyssä pitoaikaa pidennettyä ja toimitusaikaa lyhen-
nettyä.
3. Asiakas ei voi olettaa tietyn tuotteen olevan varastossa aina, voidaan yhteen lastausmenetelmän
avulla toimittaa vaihtelevia tuote-eriä säännöllisesti, mikä poistaa huolen loppuunmyynnistä ja eli-
minoi ylimääräisen varaston ylläpidosta.
4. Kun toteutetaan tilauksia, joissa asiakkaat ovat yleensä valmiita odottamaan toimitusta, kuten ko-
dinkoneita tai huonekaluja. Isojen tuotteiden varastointi myymälätiloissa tai varastoissa on epäkäy-
tännöllisempää, kuin käytetään läpivirtaustermiinaaleja pienentämään toimitusaikaa.

Yhteenlastausmenetelmän (engl. cross-docking) ollessa todistetusti tehokas toimintatapa, voi sen
käyttöönnotolle olla muutamia potentiaalisia esteitä, kuten varastohallintajärjestelmien tuki, laa-
dunvalvontajärjestelmät, toimijoiden luotettavuus ja yhteistyö, varaston suunnittelu sekä kysyn-
nän epävarmuus. Tyypillisiä tuotteita uudelleenlastausprosessissa ovat helposti pilaantuvat tuot-
teet kuten elintarvikkeet, joiden on kuljettava toimitusketjun läpi nopeasti. Etenkin syrjäisemmällä

seuduilla yhteenlastausmenetelmä on kustannustehokas tapa yhdistää pienemmät kuormat seutu-kohtaisiin jakeluautoihin. (Richards 2022, 23)

Lajittelukeskus

Lajittelukeskuksia käytetään pääasiassa paketti-, kirje- ja palettijakelussa. Tavara kerätään ympäri maata ja toimitetaan isoihin lajittelukeskuksiin, joissa ne lajitellaan ja yhteen kuormataan yleensä postinumeron perusteella eteenpäin toimitusta varten. Verkkokauppojen yleistyessä myös lajittelukeskukset yleistyvät sekä suurenevat, että voidaan vastata kasvaneeseen kysyntään. Tekniikan edistyessä isoimmat jälleenmyyjät ja päivittäistavaraketjut ovat käyttöönottaneet myös automaattisia lavatavaran lajittelukeskuksia, missä lava puretaan vastaanotettaessa, varastoidaan ja kerätään automaattisesti. (Richards 2022, 24.)

Huolintakeskukset

Verkkokauppojen kasvu on tuonut tarpeen lisätä asiakastoimituskeskusten määrää. Huolintakeskukset on suunniteltu käsittelemään isoja määriä pieniä tilauksia. Huolintakeskukset toimivat molempiin suuntiin myös palautusten käsittelykeskuksina, koska verkkokaupassa on yleisesti isompi tuotteiden palautusprosentti, kuin kivijalkamyymälöissä. (Richards 2022, 24.) Huolintakeskukset ovat usein verkkokauppojen kolmannelle osapuolelle ulkoistamia ja ylläpitämiä toimintoja, jossa huolintayritys ylläpitää ja varastoi myyjän valikoimaa ja hoitaa toimitukset suoraan asiakkaalle (Reid 2024.).

Palautuskeskukset

Verkkokauppatoiminnan kasvu, erityinen ympäristölainsäädäntö sekä yritysten tunnustettua tuotteiden nopean varastoon palautumisen tai hävittämisen myönteisen vaikutuksen kassavirtaan on perustettu kokonaan palautettuja tuotteita käsitteleviä keskuksia. Yleensä kolmannen osapuolen vähittäiskauppiaille tarjoamassa palvelussa asiakkaat palauttavat myymälöihin ei-toivottuja tai virallisia tuotteita, joita kootaan yhteen ja lähetetään palautuskeskuksiin, jossa ne tarkastetaan ja uudelleen pakataan, korjataan, kierrätetään tai hävitetään. Palautuskeskuksia on myös muita käänteisen logistiikan prosesseja, kuten rullakoiden, lavojen ja laatikoiden palautusta varten. (Richards 2022, 25)

Julkisen sektorin varastointi

Julkisen sektorin, asevoimien ja kolmannen sektorin varastotoiminta toimii kaupallisen maailman ulkopuolella. Luonnonkatastrofien lisääntyessä kolmannen sektorin organisaatiot ovat avanneet varastoja strategisiin paikkoihin, lähemmäksi katastrofialueita ympäri maailmaa. Näin varmistetaan esimerkiksi katastrofialueiden huoltovarmuus ja nopea reagointi-aika. Paikallishallinnon laitokset, kuten koulut ja virastot käyttävät tarvikkeita julkisen sektorin varastoista. (Richards 2022, 26)

2.3 Varastointihyllyt

Tässä osiossa esitellään trukilla siirrettävän lavatavaran varastointiin soveltuvia yleisimpiä hyllyvaihtoehtoja. Logistiikan maailman sivuston (Varastohyllyt n.d.) mukaan, jos varastoitavan tuotteen ominaisuudet sallivat pinoamisen, on täysin hyllytön varastointi usein kustannustehokkain varastointitapa, muutoin on yleensä käytettävä erilaisia hyllyjärjestelmiä. Varastohyllyjä valittaessa on otettava ainakin seuraavat seikat huomioon (Emmett 2005, 120):

- Lavan ja tavaran ominaisuudet
 - Mitat
 - Tyyppi
 - Tukevuus
 - Kiertonopeudet
- Käytettävät lavojen käsittelylaitteet
 - Laitteen tyyppi
 - Nostokorkeus
 - Kapasiteetti
- Varastointitilat
 - Tilan mitat
 - Rakennuksen tyyppi
 - Lattian kantavuus
 - Esteet, kulkuväylät ja ovet
- Paloturvallisuus
- Erikoisvaatimukset
 - Erikoistarvikkeet ja välineet
 - Suojaus

Kuormalavahyllyt

Yleisimpiä lavatavaran varastointitapoja ovat perinteiset kuormalavahyllyt, joissa lavat sijoitetaan niin, että pitkä sivu on hyllyn syvyyssuunnassa ja trukki käsittelee lavaa sen lyhyeltä sivulta. Kuormalavojen yleiset mitat ovat EUR-lava 80 cm x 120 cm, FIN-lava 100 cm x 120 cm ja myymälä-/teho-/puolilava 80 cm x 60 cm. (Varastohyllyt n.d.)

Syväkuormaushyllyt

Syväkuormaushyllyissä hyviä puolia on niiden tilaa säästävä asettelu ja isot varastointikapasiteetit, mutta huonoja puolia varastoitavan tavaran nimikemäärän rajallisuus. Koska syväkuormaushyllyissä lavat sijoitetaan peräkkäin hyllyn niin, että viimeiseksi hyllytetty tavara otetaan ensimmäisenä ulos, noudattaa se LIFO (Last In First Out) -periaatetta. Syväkuormaushyllyyn lavat sijoitetaan yleensä pitkä sivu käytävään päin, eli trukki käsittelee lavoja eri puolelta, kuin kuormalavahyllyssä. Syväkuormaushyllyn käyttö vaatii kapeamallisen trukin, jossa on myös oltava turvakatos. (Varastohyllyt n.d.)

Läpivirtaushyllyt

Toisin, kuin syväkuormaushyllyt, läpivirtaushyllyt toimivat FIFO (First In First Out) -periaatteella. Tavara lastataan hyllyn pästä, josta se siirtyy yleensä omalla painollaan hyllyn toiseen päähän, josta tavara puretaan. Myös läpivirtaushyllyt edellyttävät suuria tuotemääriä ja rajallisia tuotenumikemääriä, mutta on näiden ehtojen täytyessä tehokas ja käytännöllinen tilaratkaisu. (Varastohyllyt n.d.) Läpivirtaushyllyjen käyttö on suosittua päivämääräkritiittisten tuotteiden käsittelyssä, kuten elintarvikealalla, jossa tietyn järjestyksen tarkka noudattaminen on tärkeää tuotteen säilymisen kannalta. (Läpivirtaushylly, Jungheinrich n.d)

Pushback hyllyt

Pushback hyllyt ovat rakenteeltaan hyvin samankaltaisia, kun läpivirtaushyllyt, mutta niitä käytetään LIFO (Last In First Out) -periaatteella, jossa lavoja työnnetään hyllyn etuosasta taakse päin rullien avulla. Tämä on tehokas ratkaisu, koska se ei vaadi työskentelytilaa hyllyjen taakse, eikä kapean mallista trukkia toimiakseen. Tämän tyyppinen varastointi ei vaadi myöskään, kuin yhden trukikäytävän. (Läpivirtaushylly, EAB n.d)

Siirtohyllyt

Siirrettävät, kiskoilla liikkuvat, tiiviisti asetellut siirtohyllyt sopivat hyvin pitkäaikaisvarastointiin, joka ei sisällä nopeitempoista keräilytoimintaa. Siirreltäviä hyllyjä käytetään usein esimerkiksi arkistoinnissa, mutta se soveltuu myös lavatavaran varastointiin raskasrakenteisempänä muotona. Toimintaperiaatteena on, ettei jokaisen hyllyn välissä ole kulkuväliä, vaan se muodostetaan hyllyjä siirtämällä haluttuun kohtaan. (Varastohyllyt n.d.)

Kapeakäytävähyllly

Kapeakäytävähyllly toimii samalla toimintaperiaatteella, kun perinteinen kuormalavahyllly, paitsi siinä toimimiseen tarvitaan erityinen kapeakäytävätrukki. Tämä ratkaisu soveltuu tilanteisiin, jossa on paljon tuotenimikkeitä, rajallinen tila ja nopea keräilytahti. (Kuormalavahyllly n.d.)

2.4 Kalusto

Yleisimpiä varastoissa toimivia työkoneita ja välineitä ovat erilaiset trukit. Trukeilla siirretään tavaraa paikasta toiseen, puretaan ja lastataan autot sekä hyllytetään lavat. Yleisimpiä sisävarastoissa toimivia trukkimalleja ovat vastapainotrukki, työntömastotrukki, kapeakäytävätrukki ja erilaiset manuaaliset tai sähkötoimiset lavansiirtovaunut. Vastapainotrukki on malleista yleisin ja monikäyttöisin, koska sillä voi ajaa niin sisä- kuin ulkotiloissakin sekä hoitaa hyllytyksen ja tavaran purkamisen/lastauksen. Työntömastotrukkia käytetään yleisesti tavaran hyllytykseen ja pinoamiseen sisätiloissa. Kapeakäytävätrukki toimii samalla periaatteella, kun työntömastotrukki, mutta se ei käänny käytävällä lavan suuntaisesti, vaan käyttää kääntyviä piikkejä tai mastoa lavan käsittelyssä. Kapeakäytävätrukit vaativat yleensä jonkin ulkoisen ohjausjärjestelmän, kuten lattiaan upotetun vaijerin kyetäkseen toimimaan tehokkaasti ahtaassa hyllyvälissä, jossa virhemarginaalit ovat liian pienet ihmisen operoitavaksi. Vastapaino-, työntöasto-, ja kapeakäytävätrukit sekä moottoroidut lavansiirtovaunut ovat yleensä sähkökäyttöisiä, mutta ulkotiloihin tai hyvin ilmastoituihin tiloihin soveltuvia vastapainotrukkeja on myös diesel ja kaasukäyttöisinä. (Emmett 2005, 133)

2.5 Varastojen kehittäminen

Tässä luvussa käsitellään yleisimpiä aihealueita, joita erilaisia varastoja kehittäessä on otettava huomioon ja millä tavoin varastojen kehitysprosessi voidaan käynnistää. Logistiikan maailman sivusto (Varaston käyttötärpeen vaikutus suunnitteluun n.d.) käsittelee varastojen suunnittelua ja kehittämistä helposti lähestyttävällä tavalla ja kertoo keskeisimpinä lähtökohtina olevan varaston käyttötarkoituksen määrittämisen sekä sijainnin toimitusketjussa tunnistamisen. Esimerkiksi toimitusketjun alkupäässä sijaitsevalla raaka-ainevarastolla on erilaiset toimintavaatimukset kuin ketjun myöhemmässä vaiheessa sijaitsevalla valmistuotevarastolla. Sijainnin määrittämisen lisäksi on tärkeää määritellä varastoitavan tavaran tyyppi, ominaisuudet, toimitusfrekvenssit ja eräkoot. Jokaiselle toiminnolle on varattava riittävät tilat ja peruseriaatteen toisiinsa liittyvien toimintojen tilat on hyvä sijoittaa lähekkäin siirtomatkojen minimoimiseksi. (Varaston käyttötärpeen vaikutus suunnitteluun n.d.)

Tikka (2016) taas nimeää varastoinnin kehittämisen ensimmäisiksi vaiheiksi kehitettävän varaston prosessien tunnistamisen ja niiden nimeämisen. Näitä ovat varsinaisten varastoprosessien lisäksi mahdolliset tukiprosessit, joka tarkoittaa yleensä tiedonhallintaa, kuten kirjanpitoa, inventointia ja tavaran seuranta. Varsinaiset varastointiprosessit voivat olla esimerkiksi: Vastaanotto, hyllytys, siirrot, keräily ja lähetys. (Tikka 2016.)

Varastointisaldot ja aktiivisuus varastossa on hyvin harvoin tasaista läpi vuoden. Koska yrityksissä on yleensä useita huippuja ja laskuja vuoden aikana volyymien suhteen, on tärkeää huomioida mille toiminnalle varastoa suunnitellaan, ja katsoa myös yrityksen kasvuennusteet tulevien 5–10 vuoden aikana. Kysymys on siitä, suunnitellaanko varastoa liiketoiminnan huippuja, keskimääräistä toimintaa vai jotain siltä väliltä olevaa toimintaa silmällä pitäen. (Richards 2022, 192–195.)

2.5.1 Tunnuslukuja

Tikka (2016) mainitsee, kuinka varaston toimintaa voidaan mitata muutamilla yleisessä käytössä olevilla tunnusluvuilla, keskeisimpänä kiertonopeus, kiertoaika sekä katekierto. Sakki (2014) taas avaa kiertonopeuden sisältämän muuttujan, varaston keskiarvon, laskentakaavan. Tunnuksien laskukaavat (Tikka 2016; Sakki 2014) ovat seuraavat:

$$\text{Kiertonopeus} = \frac{\text{Varastosta lähtenyt määrä}}{\text{Varaston keskiarvo}}$$

$$\text{Varaston keskiarvo} = \text{Varmuusvarasto} + \frac{\text{Keskimääräinen saapumiserä}}{2}$$

$$\text{Kiertoaika(riitto)} = \frac{365}{\text{Kiertonopeus}}$$

$$\text{Katekierto} = \text{Myyntikate} - \% \times \text{Kiertonopeus}$$

Näiden tunnuslukujen avulla voidaan muun muassa kehittää varaston toimintaa. Vaikka tunnuslukujen laskentakaavat ovat yksiselitteisiä, voivat laskennassa käytettävät suureet erota varastotyyppin mukaan. Tikan (2016) mukaan kiertonopeus kannattaa yleensä laskea koko vuoden ajalta, jotta lukuun huomioidaan niin hiljaisemmat ajat, kun tiheämmän kysynnän- ja sesonkienkin ajat. Tuloksesta saadaan paljas luku, joka kertoo, montako kertaa varasto kiertää vuodessa. Mitä suurempi tämä tunnusluku on, sitä nopeammin varastonimikkeet kiertävät. Jaettuna kiertonopeus kuukausien tai päivien määrällä, saadaan vastaukseksi kiertoaika, joka kertoo yleensä varastossa olevan tarpeen määrän kuukausina tai päivinä. Jos halutaan vertailla erilaisia myyntikatteita omaavia tuotteita keskenään, on katekierto hyvä suhdeluku. Esimerkiksi pienemmän myyntikatteen omaavan tuotteen täytyisi kiertää huomattavasti nopeammin, kuin isomman katteen omaava tuote. (Tikka 2016.)

Yleisesti korkeampaa varaston kiertonopeuden tunnuslukua pidetään parempana, koska se osoittaa vahvasta myynnistä. Pieni luku voi viitata muun muassa heikkoon myyntiin tai tuotteen vähenemään markkinakysyntään. Poikkeuksia kuitenkin löytyy, kuten kalliille tavaroille ominainen varaston hidas kiertonopeus tai liian pienestä, riittämättömästi myyntiä tukevasta varastosta kertova liian suuri suhdeluku. Kiertonopeuden tunnuslukua voidaan käyttää arvioidessa tuotteen varaston vastaavuutta markkinoiden kysyntään tai vertaamalla sitä muihin tuotteisiin luokassaan. (Vares 2023.)

2.5.2 ABC- ja XYZ-analyysit

Varaston ohjauksessa voidaan käyttää hyväksi menetelmiä, kuten ABC- ja XYZ analyysijä. Perusideana näissä analyyseissä on, että nimikkeet luokitellaan kolmeen tai neljään ryhmään valitun kategorisointiperusteen mukaan niin, että suurimman esimerkiksi menekin omaavat tuotteet sijoitetaan varastossa parhaimmille keräilypaikoille. Molemmat näistä luokitteluperiaatteista noudattavat niin sanottua ”80/20”- eli ”Pareton” -periaatetta, missä 80 % ilmiön seurauksista sanotaan johtuvan 20 % syistä. (Paretoajattelu – ABC-Luokittelu n.d.; What Is the Pareto Principle— aka the Pareto Rule or 80/20 Rule? 2022; Varastonohjaus n.d.) ABC- ja XYZ-analyysit eroavat toisistaan yleensä käytettyjen luokitteluperiaatteiden osalta. Selkein ero näiden kahden analyysin välillä on se, että ABC-analyysi mittaa usein tuotteen läpimenokustannuksia, kun taas XYZ-analyysi perustuu kysynnän vaihteluihin. Käyttämällä näitä analyysejä ristiin voidaan luoda ABC-XYZ-matriisi, jonka avulla voidaan arvioida esimerkiksi tuotteen tilausrytmiä. (From ABC to XYZ: Understanding the XYZ Analysis. 2024.)

2.5.3 Layout-suunnittelu

Layout käsitteenä tarkoittaa yleensä jonkinlaista pohjakuvaa yrityksestä tai tilasta, johon suunnittelua tehdään. Layout kuva on erinomainen toiminnan kehittämisen apuväline ja siitä on helppo havainnoida monia asioita kerralla isommallekin ryhmälle. Tähän kuvaan merkataan kaikki fyysisesti olennaiset asiat, kuten osastot, koneet, laitteet ja työpisteet. Layoutiin voi myös merkata tavaran tai henkilön kulkusuunnan tuotannon, varastoinnin tai palvelun eri vaiheissa. (Tikka 2016.) Varastointisuunnitelmien kehittämisessä on usein kyse erilaisten tekijöiden kompromisseista. Tekijöitä ovat esimerkiksi nopeus, tilan käyttö, kuljetusmatkat, käsittely, saavutettavuus, turvallisuus, kustannukset ja riskit. Tavoitteena on luoda tarpeen ja budjetin mukaan näiden tekijöiden suhteen optimaalinen suunnitelma. Suunnitelmien tehokkuuden vertailuun on olemassa simulointiohjelmistoja, jotka näyttävät miten layout toimii käytännössä ja osoittaa ongelmakohdat. (Richards 2022, 191.)

On hyvä tehdä aluksi karkea suunnitelma, jossa näkyy toiminnan pääperiaatteet, kuten materiaalin virtaussuunnat. Pääperiaatteena toimivalle varaston layoutille on se, ettei tavaraa siirretä varastoinnin jälkeen ennen, kuin se kerätään lähteväksi. Hukkien huomioiminen, kuten turhasta siirte-

lystä johtuvan aikahukan minimointi on yksi olennaisimpia osia layout-suunnittelussa. Toinen merkittävä tekijä varaston toiminnan suunnittelussa on tilankäytön optimointi. On tärkeää, että tarvittavat varastointitilat löytyvät varastointisaldojen ollessa suurimmillaan, mutta tyhjää tilaa ei haluttaisi ylläpitää hiljaisenaikaan aikana. Yksinkertaisella varaston tiedonhallintajärjestelmällä voidaan ylläpitää helposti kiinteää varastopaikkajärjestelmää, mutta se vie poikkeuksetta enemmän tilaa, kuin edistyneempää atk-pohjaista varaston tiedonhallintaa vaativa vaihtuvapaikkajärjestelmä. (Varaston layout n.d.)

Lähtö- ja vastaanottoalueet

Toimiva varasto on usein riippuvainen riittävästä vastaanottoalueesta, mikä edellyttää tarvittavia tiloja sekä lastauslaitureiden ulko- että sisäpuolella. Tukkeutunut vastaanotto- tai lähtöalue voi johtaa esimerkiksi kuormien myöhästymiseen, keräilyvirheisiin sekä tuotteiden häviämiseen tai vahingoittumiseen. Vastaanottoalueen tilantarpeen voi laskea kertomalla saapuvien kuormien määrän tunnissa kuormien purkuajalla ja jakamalla sen vastaanoton työvuoron pituudella, joka kerrotaan sen kuorman ja lavojen koolla:

$$\frac{(\text{Kuormien määrä} \times \text{Purku aika})}{\text{Vuoron kesto}} \times (\text{Kuorman koko} \times \text{Lavan koko})$$

Ei ole yhtä oikeaa tapaa varaston layoutin suunnitteluun, koska oikeiden ratkaisuiden tekemiseen vaikuttaa niin moni seikka. On kuitenkin olemassa suositumpia varaston layoutmalleja, kuten U-kierto malli, jossa lähtevän ja saapuvan tavaran ovet ovat samalla seinällä, ja varastointi sekä keräily on sijoitettu halliin käyttäen XYZ-analyysiä jättäen ovien väliin tilaa yhteenlastausalueelle. (Richards 2022, 195.)

Olemassa olevan varaston layoutin kehittäminen

Kehittäessä olemassa olevan varaston layoutia ja prosesseja on ensimmäiseksi hyvä arvioida, onko varastossa ylimääräisiä, suoranaisesti liiketoimintaan kytköksissä olemattomia tavaroita säilytyksessä. Turhan varastoitavan tavaran realistisia lavapaikkakustannuksia ei kannata arvioida yksilökohtaisesti, vaan arvioida millaisen kustannuksen sen olemassaolo aiheuttaa kokonaisprosessille. Täysin menekittömät tuotteet olisi hyvä poistaa mahdollisuuksien mukaan myös varastosta, tai ai-

nakin siirtää ne vähiten häiritsevään sijaan. Samalla periaatteella sijoitellaan tuotteet keräilyvoimien mukaan suurimman menekin omaavat parhaille paikoille lähelle toisiaan ja pienemmän kauemmaksi käyttäen XYZ-analyysia. (Kaunisto 2020.)

Merkityt paikat

Jätehuollon merkitystä layoutia suunniteltaessa ei kannata väheksyä. On tärkeää, että jätteille on asianmukaiset sijoituspaikat, jotka on määritelty niiden syntymispaikkojen perusteella. Poikkeuksia päivittäistoiminnoissa syntyvien jätteiden sijoittamisessa ei niiden paikkojen määrittämisen jälkeen tulisi hyväksyä. Vapaiden lattiatilojen toimivuuden varmistamiseksi on hyvä tehdä lattiamerkinnot, minkä perusteella tavaraa sijoitetaan alueelle. Selkeästi merkityt paikat tavaroille ja laivoille varmistavat yhtenäisen toimintatavan esimerkiksi saapuvan tai lähtevän tavarantoimien alueilla. Myös selkeästi merkityt sijoituspaikat käyttämättömille koneille ja muille materiaalinkäsittelyvälineille ovat olennaisessa roolissa varmistamiseksi, että seuraava käyttäjä löytää laitteen tarvittaessa. Tämä estää esimerkiksi hätäpoistumisteiden vahingollisen tukkeutumisen. (Kaunisto 2020.)

2.6 Layout-suunnittelun vaiheet

On olemassa muutamia hyväksi havaittuja työvaiheita onnistuneen layout-suunnittelun saavuttamiseksi. Verkosta löytyvissä oppaissa mainitaan yleensä hyvin toisiaan vastaavat asiat. EP-Logistics (n.d.) esimerkiksi tarjoaa sivuillaan yhdeksän askeleen oppaan tehokkaan layoutin suunnitteluun:

Määrittele tilan tarkoitus

Ensimmäiseksi mietitään tavoitteet ja tarpeet, joita layout-suunnittelulla halutaan saavuttaa. Asetetut tavoitteet ohjaavat koko suunnitteluprosessia. Haetaan vastaus ainakin seuraaviin kysymyksiin: Mikä on tilan tarkoitus? ja Mitkä ovat tilan pääasialliset toiminnot?

Selvitä tilan mitat ja rajoitukset.

Hankkimalla tilan pohjapiirustukset on helppo selvittää, kuinka paljon tilaa on käytettävissä ja millaisia esteitä sekä rajoituksia tilalla on. Katon aiheuttamat korkeusrajoitteet, rakennuksen rungon pilarit ja muut fyysiset elementit kuten ovet ja kulkuaukot ovat tyypillisiä tilan rajoitteita. On myös hyvä huomioida turvallisuusmääräykset, hätäpoistumistiet sekä lattian kantavuus.

Kuvaa prosessit

Materiaalivirtojen kuvaaminen yksityiskohtaisesti aina vastaanotosta varastoinnin ja tuotannon läpi lähetykseen asti on tärkeä osa prosessien havainnollistamista. Tärkeimmät materiaalin käsitte-lypisteet sekä varastointialueet on myös hyvä kuvata selkeästi. Myös tuotantoprosessien vaiheet ja keskinäiset suhteet voi kuvata auki tässä kohtaa, mikäli sellaisia on. Tämä vaihe sopii erityisen hyvin pullonkaulojen havaitsemiseen ja tunnistamiseen, jotka voi samalla merkitä uusiksi kehityskohteiksi. On myös hyvä selvittää ja kuvailla millä tavalla tavara liikkuu paikasta toiseen.

Määritä mitoitusarvot ja muut vaatimukset

Yksi suunnittelun haastavimmista ja tärkeimmistä vaiheista on uuden layoutin perustanakin toimivien mitoitusarvojen oikein määrittäminen. Tämä tyypillisesti suunnittelun pitkäkestoisin vaihe perustuu laadukkaan datan keräämiseen nykyisestä toiminnasta. Mitoitusarvot määritellään nykyisen toiminnan perusteella, mutta on hyvä huomioida myös tulevaisuuden kehityssuunnat, mikäli tähdätään toiminnan kasvuun.

Varastoinnin osalta mitoitusarvoja ovat muun muassa: nimikemäärät ja kunkin nimikkeen varastoitavat volyymit, koko ja painojakauma käsiteltävien yksiköiden osalta sekä halutut varastopaikkatyytit. Mitoitusarvoja tarvitaan myös muiden tilantarpeiden, kuten tuotannon linjojen, toimistotilojen sekä jätehuollon osalta. Käsittelyvolyymeiden osalta on oltava tiedossa: saapuvat ja lähtevät volyymit sekä tuotantoa suunnitellessa, prosessoitava volyyymi. Toiminnan kausiluonteisuus eli volyymien vaihtelevuus sekä nimikemäärät ja tuoteryhmät missä vaihtelevuus tapahtuu. Mikäli on aiheellista, myös erityisvaatimukset, kuten vaaralliset aineet, erähallinta ja olosuhdevaatimukset on huomioitava.

Suunnittele tarvittavat materiaalinkäsittelylaitteet ja varastointiratkaisut

On olennaista määritellä asianmukaiset materiaalinkäsittelylaitteet ja varastointiratkaisut kappaleiden ominaisuudet, volyymit ja vaatimukset huomioon ottaen. Varastointiratkaisuja määriteltäessä on hyvä miettiä myös aktiiviset ja passiiviset lavapaikat sekä esimerkiksi varastointi- ja materiaalikäsitelyautomaatiikan kannattavuus.

Suunnittele työnkulku

Yksinkertainen hahmotelma eri toimintojen, kuten vastaanoton, varastoinnin alueiden sekä lähe-tyksen työnkulusta auttaa hahmottamaan materiaalivirtoja sekä mahdollisia pullonkauloja proses-seissa. Tilojen laajennettavuus ja joustavuus tarpeen mukaan on hyvä ottaa huomioon, mikäli ta-voitteena on toiminnan kasvu tai muutos. Pääpiirteisen suunnittelun jälkeen voi suunnitelmaa viedä tarkemmalle tasolle sijoittamalla toisiinsa kytköksissä olevat työpisteet optimaalisille pai-koille toisiinsa nähden. Liian yksityiskohtaista suunnittelua on vielä tässä vaiheessa hyvä välttää, ja käyttää jotain yksinkertaista tapaa, joka mahdollistaa esimerkiksi nimettyjen palikoiden siirtelyn pohjapiirustusten päällä. Näin suunnitelmaa on vaivatonta ja nopeaa muuttaa, kun se on vielä al-kuvaiheessa.

Piirrä uusi layout

Materiaalivirtojen ja toimintojen suunnittelun jälkeen voi alkaa piirtää tarkempaa layoutia suunni-telman pohjalta. On hyvä selvittää valmiiksi kalusteiden, kuten hyllyjen varsinainen koko helpotta-maan piirtämistä. Layouteista kannattaa piirtää valmiiksi muutama versio, joista lopulta valitaan paras tai yhdistellään eri versioiden parhaita ominaisuuksia yhteen. Suunnitelman konkreettista käyttöönottoa ja toteutusta helpottaa mitä yksityiskohtaisempi piirros on.

Varmista layoutin toimivuus

Yksityiskohtaisen layoutin piirtämisen jälkeen on sen toimivuus vielä varmistettava. Riippuen toi-mintojen monimutkaisuudesta tähän voidaan käyttää simulointia tai yksinkertaisemmassa tapauk-sessa vain toimintojen tuntevien henkilöiden mielipiteitä.

Toteuta suunnitelma

Layout-suunnitelman toteuttaminen on aina yksilökohtaista ja riippuu siitä, miten monimutkainen ja laaja tila on. Monimutkaisimmissa tapauksissa on hyvä laatia layout-suunnitelman lisäksi erilli-nen toteutussuunnitelma, jolla varmistetaan minimaalinen liiketoiminnan häiriintyvyys muutoksen aikana, mutta se on vielä oma aihealueensa. (Layout-suunnittelu: 9 Askeleen Opas Tehokkaaseen Layoutiin. n.d.) Näitä asioita ja vastauksia kysymyksiin käsitellään toimeksiantoyrityksen varaston näkökulmasta uudelleen luvuissa 3.2 ja 4.1.

3 Menetelmät

3.1 Tiedonkeruumenetelmät

Tiedonkeruumenetelmänä opinnäytetyössä päädyttiin käyttämään osallisten haastattelua, omia havaintoja sekä paikan päällä sekä etänä käytäviä keskusteluja. Tilastokeskuksen (n.d.) mukaan paikan päällä tehdyt haastattelut mahdollistavat monimutkaistenkin asioiden kysymisen ja erilaisen vastausvaihtoehtojen käsittelyn. Käyntihaastattelussa voidaan varmistaa kysymysten oikein ymmärtäminen käyttäen myös visuaalisia apuvälineitä sekä laajojen asiakokonaisuuksien kattaminen keskustelun avulla. (Tiedonkeruumenetelmän valinta n.d.) Haastattelulle luotiin ennalta keskeisimpiä aihealueita käsittelevä kyselypohja (liite 1), joka lähetettiin haastateltaville sähköpostitse ennakkoon. Näitä kysymyksiä ja vastauksia käytiin läpi paikan päällä, jonka myötä keskustelu syventyi myös asioihin, mitä ei ollut ennakkoon osattu kysyä. Lopputuloksena muodostui kattava pohjatietopaketti, jonka perusteella toimeksiantoa voitiin lähteä toteuttamaan. Tätä tietopakettia täydennettiin myöhemmin paikan päällä käytävillä keskusteluilla ja mittauksilla sekä puheluilla ja sähköpostiviesteillä.

3.2 Toteutus

Varaston suunnittelun teorian pohjalta valittiin tapa, jolla varaston layout suunniteltiin. Tavoitteena oli luoda ainakin kaksi layout-suunnitelmaa, toinen optimoidulle tavaramäärälle ottaen paremmin huomioon lähtevän tavarantoiminnan alueet ja toinen maksimaalista varastointilavakapasiteettia varten. Käytettiin valittua piirustusohjelmistoa layoutin suunnitteluun hyväksikäyttäen saatuja varaston pohjapiirustuksia. Sisätilojen mitat varmistettiin lasermittarilla mittaamalla ja merkattiin erityistä huomiota vaativat kohdat, kuten palopostit ja sähkökaapit ylös muistiinpanoihin. Haastateltiin varaston suunnittelussa mukana olevia työntekijöitä ja kuunneltiin mielipiteitä. Havainnointi tapahtui paikan päällä niin tehtaalla, kuin varastollakin henkilökohtaisesti.

3.2.1 Varaston suunnittelun isot linjat

Rakennuksessa on noin 2300m² varastointitilaa ja se on sisältä kuusi metriä korkea. Käytössä on viisi lastaussiltaa, joista kolme on vinosiltoja rakennuksen reunassa ja kaksi suoraa siltaa rakennuksen päädyssä. Varastoitavia tuotenimikkeitä tehtaalla on kokonaisuudessaan noin 400, mutta eril-

lisvaraston suunnitteluun käytettiin esimerkkinä sataa tuotenimikettä, sen ollessa realistinen kerralla varastoitava enimmäismäärä. Varastoitavat lavatyypit jakautuvat kahteen ryhmään: ensimmäisiä voidaan säilyttää päällekkäin kahdessa kerroksessa, kun taas toisia voidaan säilyttää useamassa kerroksessa. Kuitenkin on tärkeää huomata, ettei koko varaston korkeutta voida hyödyntää täysimääräisesti tällä tavalla. Tämän vuoksi tarve hyllyvarastoinnille on olemassa.

Varastossa on tarkoitus säilyttää vain EUR-lavoille pakattua tavaraa. Tuote on suojeltava jäätymiseltä, joten koko varaston on oltava lämmitetty. Karkealla tasolla varaston toimintaperiaatteet ovat hyvin yksinkertaiset: tavara vastaanotetaan ja järjestellään välittömästi hyllyihin, joista se keräillään lähetysalueelle. Tavarantoimitukseen on hyvä varata 1–2 kuorman kokoinen tila, johon kuljettaja voi purkaa kuorman ilman, että se tukkii pääsyä hyllyihin. Samoin lähtevälle tavaralle on varattava tarvittavat tilat, mutta ajatuksena on, ettei varastointikapasiteettia uhrattaisi turhan paljon näille toiminnoille. Erillisvaraston toimintatahdin ollessa suhteellisen hidasliikkeinen, voidaan lähteviä kuormia kerätä ajoittain myös hyllyjen eteen tai väleihin kuitenkin niin, että turhalta tavarantoimituksesta vältyttäisiin. Tarkoituksena on pitää varaston täyttöaste mahdollisimman korkeana, ja tuoda lisää tuotteita aina, kun tilaa vapautuu.

Varaston toimintaperiaatteeseen kuuluu, että siellä työskentelee vain yksi henkilö osa-aikaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, ettei varastossa ole vakituista täysipäiväistä työntekijää, vaan henkilö on paikalla tarvittaessa. Tästä syystä on myös huomioitava kuljettajien itsenäinen toimiminen varastossa purku- ja lastaustehtävissä ja riittävät lähtevän- ja saapuvan tavarantoimituksen alueet.

Ohjelmisto

Ensisijaisesti tarkoituksena oli käyttää Microsoft Visio -ohjelmistoa, mutta lisenssin puuttumisen myötä tämä ohjelmisto hylättiin, koska ilmaisversiossa ei voitu piirtää mittakaavassa. Seuraavaksi kokeiltiin Microsoft Exceliä, jonka piirtomahdollisuuksien rajoittuneisuus, sekä tarkkuuden puute aiheutti tämän hylkäämisen. Päädyttiin piirtämään Autodesk Inventorilla, joka huomattiin alkukokeilujen jälkeen erittäin hitaaksi ja työlääksi tavaksi piirtää yksinkertaista 2d-kuvaa, joten palattiin tutkimaan muita mahdollisuuksia. Suositusten ja tiedonhaun perusteella päädyttiin kokeilemaan Trimble Sketchupin selaimessa toimivaa ilmaisversiota, joka antoi tuoda varaston pohjapiirustuksen PDF-tiedostosta muutetun kuvan mittakaavassa piirto-ohjelmaan. Tämän seurauksena oli

mahdollista piirtää päälle täydellisessä mittakaavassa oleva varasto (kuvio 4) ja käyttää oikeita mittoja myös hyllyjen suunnittelussa. Ohjelmisto mahdollisti tarkkojen mittojen käytön, jonka seurauksena lopputuloksena saatiin varmemmin käyttöönottovalmis suunnitelma.

Syväkuormaushyllyt

Tehtaalla on valmistuotteiden varastointi pääosin hoidettu syväkuormaushyllyjä käyttäen ja tiedonkeruun myötä tulikin ilmi, että joitain ylimääräisiä hyllyjä on käytettävissä erillisvaraston käyttöön. Syväkuormaushyllyt ovat rakenteeltaan yksinkertaisempia ja näin kustannustehokkaampia, kuin toiset varastointitavat, mutta vaatii enemmän manuaalista työtä (Syväkuormaushylly – Cubic n.d.). Varaston hitaan toimintaperiaatteen, varastoitavan tuotteen pitkän säilyvyysajan ja kustannustehokkuuden näkökulmasta päädyttiin syväkuormaushyllyjen käyttöön. Erillisvarastolla on myös valmiiksi syväkuormaushyllykäyttöön sopiva vastapainotrukki, joten syväkuormaushyllyjen pääasiallinen käyttö on perusteltua.

3.2.2 Tunnusluvut

Luvussa 2.5.1 ja 2.5.3 käsiteltiin varaston suunnittelussa huomioitavia tunnuslukuja. Kaikki näistä luvuista eivät ole oleellisia kyseisen varaston suunnittelun kannalta, eikä niihin kysyty toimeksiantajalta tietoja. Syynä tähän on se, että varastoa suunnitellaan maksimaaliselle täyttöasteelle sen sijaan, että optimoitaisiin varastotiloja esimerkiksi kiertonopeuden tai varmuusvaraston näkökulmasta. Myöskään varastoitavan tuotteen arvo ei aseta tässä tapauksessa suunniteltavalle varastolle rajoituksia. Lähtevän tavaran alueen laskemista varten kuitenkin pyydettiin arviota lähtevien kuormien koosta ja määrästä, jotka olivat:

- Kuorman koko: 33 Eur (täysi 13 lavametrin perävaunu)
- Päivässä: 0–4 kpl
- Viikossa 5–20 kpl
- Kuukaudessa 15–50 kpl

Tiedonhakuun ja kokemukseen perustuen tehtiin olettamus, että kuorman purkuaika käyttämällä sähköistä lavansiirtovaunua on noin 30–45 minuuttia. Näin saatiin käyttämällä luvussa 2.4.3 esiintyvää laskukaavaa kuormien vastaanottoalueen kooksi vain 7.92–11.88m². Se ei kuitenkaan vastaa

todellista tilantarvetta, koska varastossa ei ole täysiaikaista työntekijää ja tavaran kuljettajat purkavat kuormansa varastoon usein omatoimisesti, joten purkualueelle on mahdollista vähintään kokonainen kuorma kerrallaan. Kuormien koko on myös yleensä vakio, eli täysi 33 Eurolavan kuormatila. Saadut arviot kuormien määrästä myös vahvistivat käsitystä varaston hitaasta toimintarytmistä, jonka myötä perinteisiä tunnuslukuja käyttämällä ei välttämättä saada olennaisia tietoja käytettäväksi. Toimeksiantajalta saatu arvio 1–2 kuorman tilantarpeesta lähetys- tai vastaanottoalueelle osoittautui siis oikeaksi. Yksinkertaisesti laskettuna käyttäen lavojen mittoja saadaan siis lähetys- ja vastaanottoalueen kooksi käyttäen kahden kuorman lavamäärää:

$$1,2 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 33 \text{ Eur} * 2 \text{ kpl} = 63,36 \text{ m}^2$$

3.3 Pohjatiedot

Luvussa 2.5 käsitellään EP-Logisticsin (n.d.) esittelemää 9-askeleen layout-suunnitteluopasta, jossa esitettyihin kysymyksiin annetaan tässä luvussa vastauksia käyttäen suunnittelun kohteena olevaa varastoa.

Tilan tarkoitus, mitat ja rajoitukset

Tilan tarkoituksena on toimia erillisenä valmistuotevarastona tehtaalle. Osa valmiista tavarasta siirretään tehtaalta tänne varastoitavaksi ja sieltä eteenpäin lähetettäväksi. Tilan pääasialliset toiminnot ovat valmiiden tuotteiden varastointi syväkuormaushyllyjä käyttäen sekä lähtevien kuormien keräily ja lähetys. Toimeksiantajan toimittamista pohjapiirustuksista käy ilmi, että vapaata varastotilaa on noin 2300 m². Hallin korkeus on kaikkialla kuusi metriä ja runkopalkkien etäisyys toisistaan vapaassa lattiatilassa 15,5 metriä ja seinällä 7,5 metriä. Runkopalkit itsessään ovat noin 50 cm x 50 cm.

Rakennuksessa on käytössä kolme vinolaituria ja kaksi suoraa lastauslaituria. Lisäksi suorien laiturien vastakkaisella seinällä on kaksi jälkikäteen asennettua suoraa laituria, mutta niiden käyttöä ei suunnitella lastaussiltarakenteiden huonojen teknisten ominaisuuksien sekä ulkotilojen rajallisuuden vuoksi. Näiden siltojen yhteydessä olevat ovipuhaltimet ovat kuitenkin hyvä huomioida hyllyjä asentaessa. Rakennuksessa on keskellä seinä, joka jakaa tilan kahtia, kulmassa on 8,5 m x

13 m toimisto ja pääsisäänkäynnin lisäksi kaksi muuta sisäänkäyntiä. Varastotilaa ja hyllyjen sijoittelua rajoittavat myös kierreportaat, siivouskomero, kaksi sähkökaappia sekä neljä palopostia. Vinolaitureiden vieressä on kiinteä trukkien lataushuone, jonka käyttötarkoitusta tai paikkaa ei ole tarkoitus muuttaa.

Prosessit

Prosesseiltaan varaston toiminta on yksinkertaista. Koska varastossa ei ole tuotantotiloja, eikä siellä pureta tai pakata lavoja uudestaan, on prosessien kuvaus yksinkertaisesti:

Vastaanotto → hyllytys → lavojen keräily → lähetys.

Toimeksiantajalta saatiin lisätietona kokemusperäinen arvio, että nykyisessä muodossaan tehtaan varastoissa keskiverto trukinkuljettaja pystyy kahdeksan tunnin mittaisen työpäivän aikana käsittelemään noin 150–200 EUR-lavaa. Seuraavassa kappaleessa mainittu peräkkäisten lavojen enimmäismäärä syväkuormaushyllyissä on kuitenkin ehtona tämän tehokkuuden saavuttamiselle. Tästä syystä siis käytettiin pääsääntöisesti asetettua enimmäismäärää layoutien suunnittelussa.

Mitoitusarvot

Huomioitavia mitoitusarvoja oli seuraavanlaisesti:

- Nimikemäärät: Max. 100 kpl.
- Käsiteltävien yksiköiden koko- ja painojakauma: EUR-lavoja, joiden korkeudet: 95/110/115/140 cm ja max. 840 Kg.
- Halutut varastopaikat: Maksimoitu lavahyllykapasiteetti, vastaanotto- ja lähetystilat.
- Syväkuormaushyllyihin mielellään max. 15 lavaa jonoon.
- Muut tilantarpeet: Toimistot, portaikot, trukin lataushuone, WC, hätäuloskäynnit, palopostit, siivouskoneen latauspiste ja sähkökaapit.
- Käsittelevolyymit: Saapuvan/lähtevän tavarahan alue johon 1–2 kpl 33 EUR kuormia.
- Toiminnan kausiluonteisuus: Muutamia korkeamman kysynnän kausia vuodessa.
- Missä tuoteryhmissä kasvu tapahtuu: Uutuustuotteiden lanseerauksia ja sesonkituotteita. Kokonaisnimikemäärä n. 450kpl, mutta yhtä aikaa ei yli 100kpl varastossa.
- Erityisvaatimukset: Lämmin varasto, ei palavaa tai vaarallisia aineita.

Tarvittavat materiaalinkäsittelylaitteet ja varastointiratkaisut

Varastolla on käytössä ohuella mastolla varustettu vastapainotrukki sekä sähköinen lavansiirtovaunu kuormien purkamiseen. Käytetään pääasiallisesti syväkuormaushyllyjä tavarantoiminnan luonteen, hyllyratkaisun kustannustehokkuuden sekä toiminnan yhtenäistämisen vuoksi.

Syväkuormaushyllyissä on mahdollisuus pinota alimpaan tasoon kaksi lavaa päällekkäin käyttäen välivaneria, mikäli se mahdollistaa ylimääräisen lavatason käyttämisen. Tätä laskentaa helpottamaan tehtiin luvussa 3.5 näkyvä laskuri, josta voidaan päätellä, ettei alimmalle tasolle lavojen pinoamiseen ollut tarvetta, mikäli käytetään 15-sentin asetettua vapaata tilaa lavojen ja kannattimien välissä. Tehtaalla tehtyjen mittausten ja tiedonhaun (Syväkuormaushylly – Cubic n.d.) perusteella syväkuormaushyllyjen pylväsleveys vaihtelee 80 mm – 120 mm välillä, joten päädyttiin käyttämään keskiarvoa 100 mm. Keskustelujen ja tiedonhaun perusteella voidaan myös pitää todennäköisenä, että käyttöön tulevien hyllyjen pylväsleveys olisi 80 mm – 100 mm, joten suunnitelmassa huomioitujen trukkiikätevien leveys ei näin ainakaan pieneneisi, kun suunniteltu määrä hyllyrivejä asennetaan. Tehtaalla tehtyjen mittausten ja keskustelujen perusteella päädyttiin myös käyttämään 30 cm varomatkaa hyllyjen syvyysuunnassa. Hyllyn leveys laskettiin kaavalla:

$$\text{Leveys} = \text{Rivien lukumäärä} * (\text{Välikön vapaaleveys} + \text{Pylväsleveys}) + \text{Pylväsleveys}$$

Hyllyn syvyys laskettiin kaavalla:

$$\text{Syvyys} = (\text{Lavojen määrä jonossa} * \text{Lavan leveys}) + \text{Varo}$$

Hyllyn korkeuden laskukaava on avattu tarkemmin luvussa 3.4.

Käytävät

Käytäväleveytenä käytettiin minimiarvoa 3 m, mikäli trukin täytyy mahtua kääntymään tällä käytävällä, ja 2 m mikäli ei tarvitse. Nämä tiedot saatiin tehtaalla tehtyjen mittausten sekä keskustelujen tuloksena. Useimmiten hyllyjen väliset käytävät kuitenkin ylittivät nämä arvot suunnitelmissa. Häätäpoistumisteiden leveydeksi asetettiin min. 1,2 m, joka vastasi tehtaalla käytettyjen kulkureittien leveyttä.

Työnkulku

Suunnittelussa arvioidaan, käytetäänkö pelkästään yhdellä sivulla olevia kolmea lastauslaituria, vai myös tilan toisella puolella olevia kahta suoraa laituria. Tavarankierron ja sujuvan materiaalivirran kannalta olisi tehokkaampaa, jos käytössä olisi oma saapuvan tavarankierron alue, sekä oma lähtevän tavarankierron alue. Etäisyydet lastauslaitureiden ja perimmäisten hyllyjen välillä muodostuvat pitkiksi, mikäli toisen puolen laiturit jätetään pois käytöstä. Varaston hidas toimintarytmi sekä materiaalin yhdensuuntainen virta kerrallaan kuitenkin mahdollistaisi toisen puolen laitureiden käytöstä poistamisen varastointikapasiteetin maksimoimiseksi, maksaen kuitenkin tavarankierron tehokkuudesta. Huomioitavaa kuitenkin on, että kuljetusten toimivuuden kannalta vinolaitureiden käyttöä kannattaa suosia, koska suoraa laitureita on haastavampi käyttää täysperävaunuyhdistelmällä pihan rajallisten etäisyyksien vuoksi. Toiminnan kasvua ei erillistuotevaraston kohdalla ole oletettavissa ja varastointikapasiteettia pyritään pitämään jatkuvasti mahdollisimman suurena.

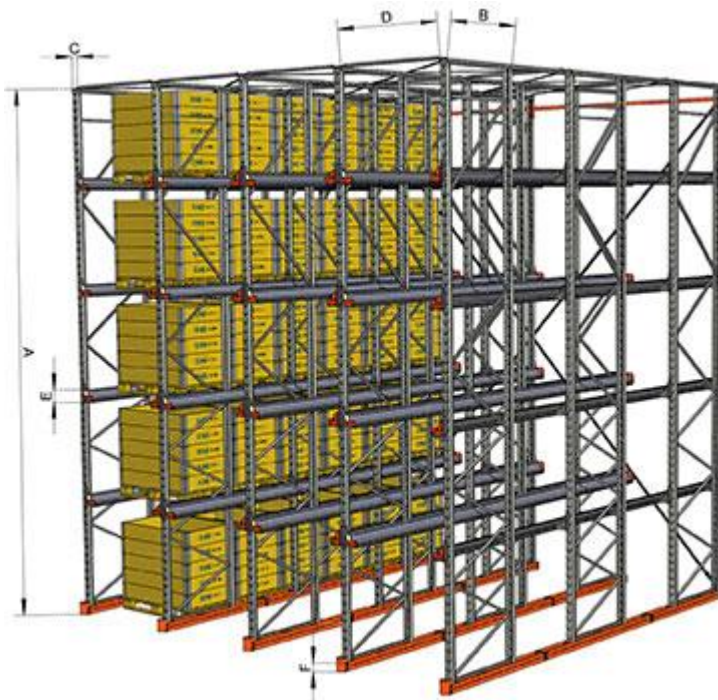
3.4 Hyllymittalaskuri

Piirrosten laadinnan avuksi kehitettiin laskuri, jolla voitiin laskea tarkat mitat hyllyille. Hyllyn leveyden ja syvyyden laskemisen lisäksi kehitettiin malli, joka mahdollistaa hyllyjen minimikorkeuden laskemisen käyttäen tiettyjä lavan ja varokorkeuksien mittoja.

Toimeksiantajan puolelta annettiin käyttöön neljä lavakorkeutta, joiden avulla voitiin laskea neljä eri korkeista hyllyvaihtoehtoa, jotka alittivat hallin kuuden metrin sisäkorkeuden. Hyllykorkeuksia suunniteltaessa annettiin mahdollisuudeksi mitoittaa hyllyt niin, että lattiatasolle voitaisiin tarpeen tullen lastata kaksi lavaa päällekkäin, mikäli se mahdollistaisi ylimääräisen lavatason mahtumisen. Näin ei kuitenkaan minkään annetun lavakorkeuden (Kuvio 1, Lavat (m)) kohdalla ollut, mikäli käytetään sovittua 15 senttimetrin varomatkaa lavan ja kannattimen välissä. Käyttöön suositeltavat korkeudet hyllyille ovat taulukossa laskentakaavan kohdassa "h2", tai viereisessä taulukossa kohdassa "Korkeus 1". Taulukossa näkyy myös suurin mahdollinen päällekkäisten lavojen määrä hyllyssä kohdassa "tasojat".

| Tiedot | m/kpl | | | | | |
|---------------------------------|-------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|-----------|
| Pylväsleveys | 0,1 | | | | | |
| Välikköleveys | 1,35 | | | | | |
| Vierekkäisiä hyllyjä | 7 | | | | | |
| Koko hyllyn leveys | 10,25 | | | | | |
| Lavan mitta | 0,8 | | | | | |
| Varo | 0,3 | | | | | |
| Lavojen määrä jonossa | 8 | | | | | |
| Yhteismitta pitkittäin | 6,7 | | | | | |
| | | | Käytettävät arvot | | | |
| Hallin korkeus | 6 | h1 | Lavat (m) | Tasoja | Korkeus 1 | Korkeus 2 |
| Lavan korkeus | 1,4 | L | 1,4 | 3 | 4,8 | 4,575 |
| Varo | 0,15 | V | 1,15 | 4 | 5,425 | 5,2 |
| Kannatin korkeus | 0,075 | Kk | 1,1 | 4 | 5,225 | 5 |
| Tasoja | 3 | n | 0,95 | 5 | 5,8 | 5,575 |
| Hyllyn korkeus | 4,800 | h2 | $L + V + (n - 1) * (V + L + Kk) = h2$ | | | |
| Hyllyn korkeus jos 2 pääl pohj. | 4,575 | h3 | $L * 2 + V + (n - 2) * (V + L + Kk) = h3$ | | | |
| Lavakapasiteetti tasossa | 56 | | Huom! Jos varon puolittaa 15 -> 7,5cm voi 1,4m lavoja lastata h3 mallin mukaan 4 kerrokseen (5,975m) | | | |
| Lavakapasiteetti koko hylly | 168 | | | | | |
| Käytävä hyllyn edessä n. | 3,5 | | | | | |
| Käytävä hyllyn vieressä min. | 2 | | | | | |

Kuvio 1 Hyllymittalaskuri



Kuvio 2 Syväkuormaushylly - cubic, Eab.fi, n.d.

4 Esiteltävät layout-suunnitelmat

Tässä luvussa käydään läpi suunnitellut layout-mallit ja niiden ominaisuudet. Neljä luotua mallia eroavat toisistaan ominaisuuksiltaan ja näkökulmalta, jolta suunnitelmaa lähdettiin tekemään.

4.1 Neljä layout mallia

Luvussa 3.2 käsiteltiin vastauksia luvussa 2.5 esitellyn EP-Logistics:n (n.d.) 9 askeleen layout-suunnitteluoppaan alkuvaiheen kysymyksiin. Tässä luvussa käsitellään oppaan loppupään vaiheita.

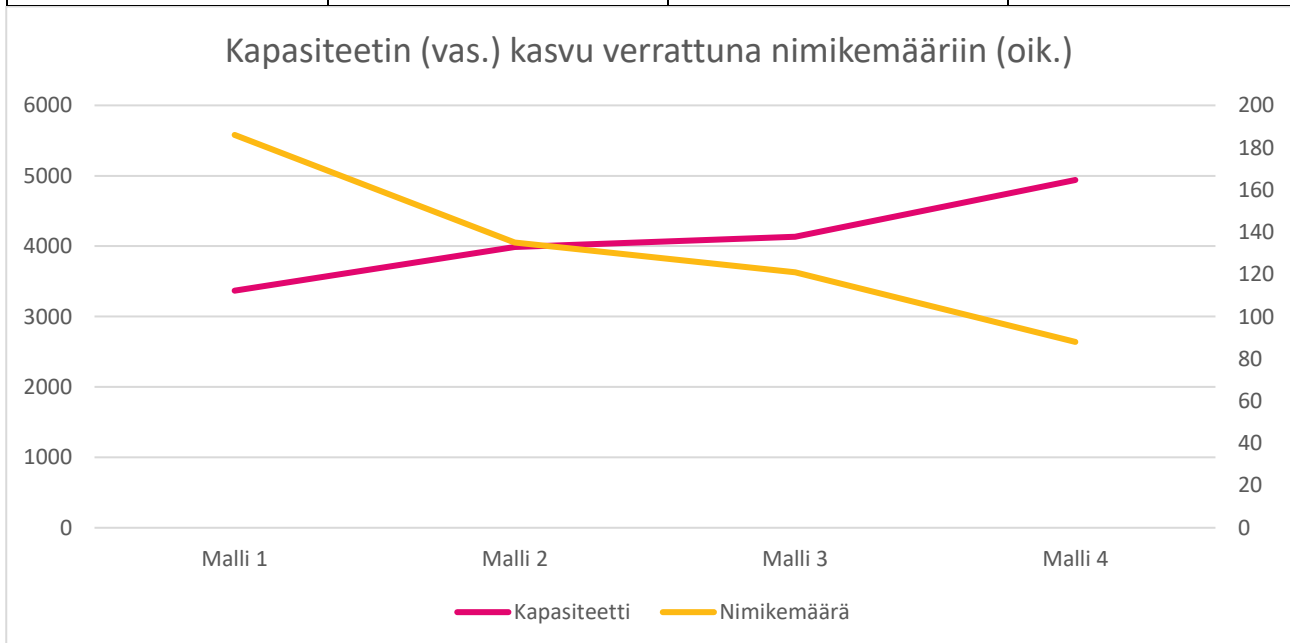
Esitetyt mallit

Layout-versioita tuli lopulta neljä kappaletta, joissa jokaisesta oli painotettu eri asioita. Kaikkein optimaalisin vaihtoehto olisi todennäköisesti jokin näiden mallien yhdistelmä, jossa optimoidaan tehokkaimmat hyllyjärjestykset sekä saapuvan ja lähtevän tavaran alueet ottaen kuitenkin huomioon tarvittavat käytävämäärät ja leveydet. Ennen layoutien esittelyä toimeksiantajalle, vaikutti siltä, ettei toimeksiantajan määrittelemät maksimimäärät nimikkeille olleet lopulta merkityksellisessä roolissa suunnittelussa, lähes jokaisen version kattaessa annetun 100 kappaleen nimikemäärän joka tapauksessa. Esittelytilaisuudessa kävi kuitenkin ilmi, että varsinaisten nimikkeiden määrän ollessa edelleen yllä mainittu, jakaa tuotteiden päiväys saman tuotenimikkeen alla olevia eriä omiin varastoitaviin eriinsä. Koska eri päivämäärämerkattuja tuotteita ei voi varastoida samaan kohtaan, voidaan olettaa tarvittavan varastoitavan nimikemäärän jopa puolitoistakertaistuvan alkuperäisestä.

Alla olevassa taulukossa on esitetty tiivistetysti eri layout-vaihtoehtojen piirteitä ja ominaisuuksia. Yksittäisten layout-suunnitelmien ominaisuuksia on avattu tarkemmin luvussa 4.2.

Taulukko 1 Layout-mallien ominaisuudet yhteenveto

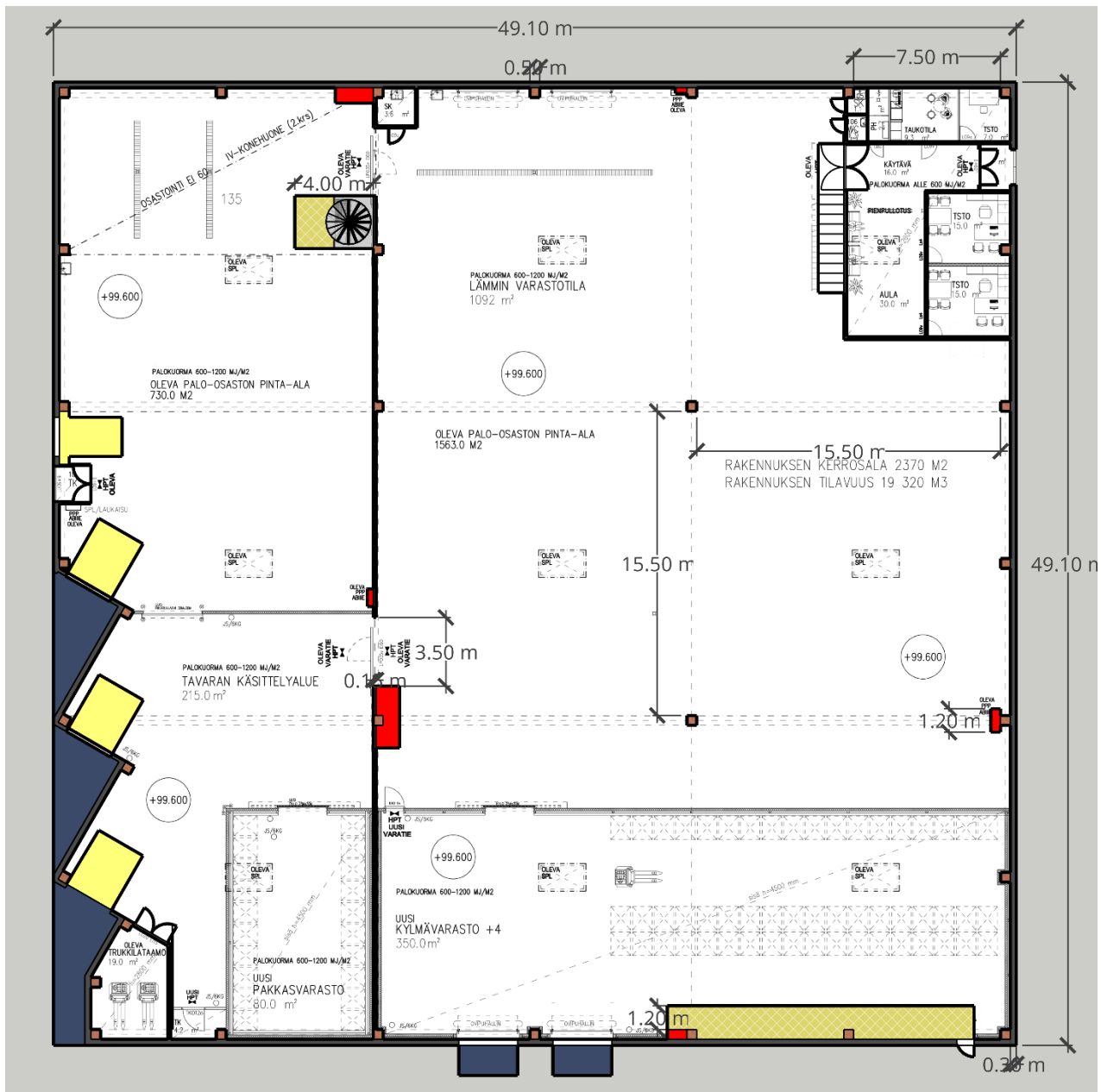
| Versio | Ominaisuus | Lavakapasiteetti neljällä lavakerroksella | Suurin nimikemäärä |
|---------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| Malli 1 | Tehokkain | 3368 | 186 |
| Malli 2 | Optimoitu | 3988 (+18 %) | 135 (-27 %) |
| Malli 3 | Suurin lavakapasiteetti syvyyusrajoituksilla | 4136 (+23 %) | 121 (-35 %) |
| Malli 4 | Suurin lavakapasiteetti ilman syvyyusrajoituksia | 4940 (+ 47 %) | 88 (-53 %) |



Kuvio 3 Mallien ominaisuudet kaavio

Graafissa on esitetty neljällä lavakerroksella varastoitava lavakapasiteetti oikealla ja varastoitava nimikemäärä vasemmalla. Trendiviivojen risteyskohdassa sijaitsevan mallin kaksi voidaan pelkistää arvoihin perustuen olevan optimoiduin suunnitelma. Havaintoja tehtiin luvussa 3.4 esitettyssä taulukossa näkyvien päällekkäisten lavojen hyllykorkeuksien perusteella, jotka olivat 5, 4 tai 3 lavaa päällekkäin. Yllä olevassa taulukossa sekä graafissa on käytetty keskiarvona toimivaa neljän päällekkäisen lavan hyllykorkeutta ja luvuissa 4.3–4.6 viiden sekä kolmen lavan hyllykorkeutta.

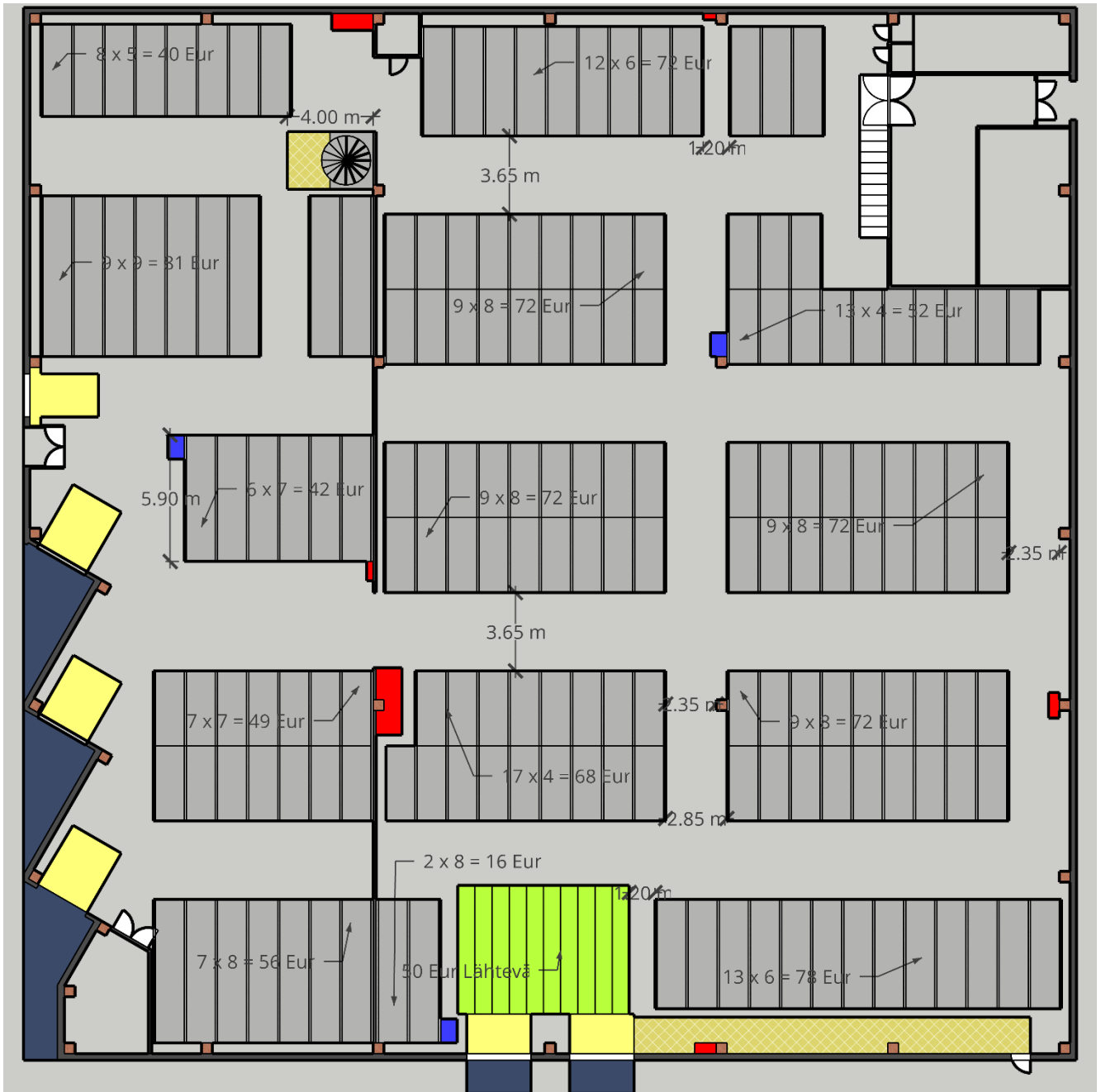
Pohjakuva



Kuvio 4 Pohjakuva

Pohjapiirustuksen päälle piirtämällä saavutettiin luotettavassa mittakaavassa toimiva pohja, johon hyllyjä voitiin asetella. On huomioitavaa, että pohjapiirustuksen alalaidassa näkyvät pakkas- ja kylmävarastot sekä ylimmän ja keskimmäisen vinolaiturin välissä kulkeva seinä on purettu, ja käytössä on yksi yhtenäinen, väliseinällä rajattu lämmin varastointialue.

Malli 1

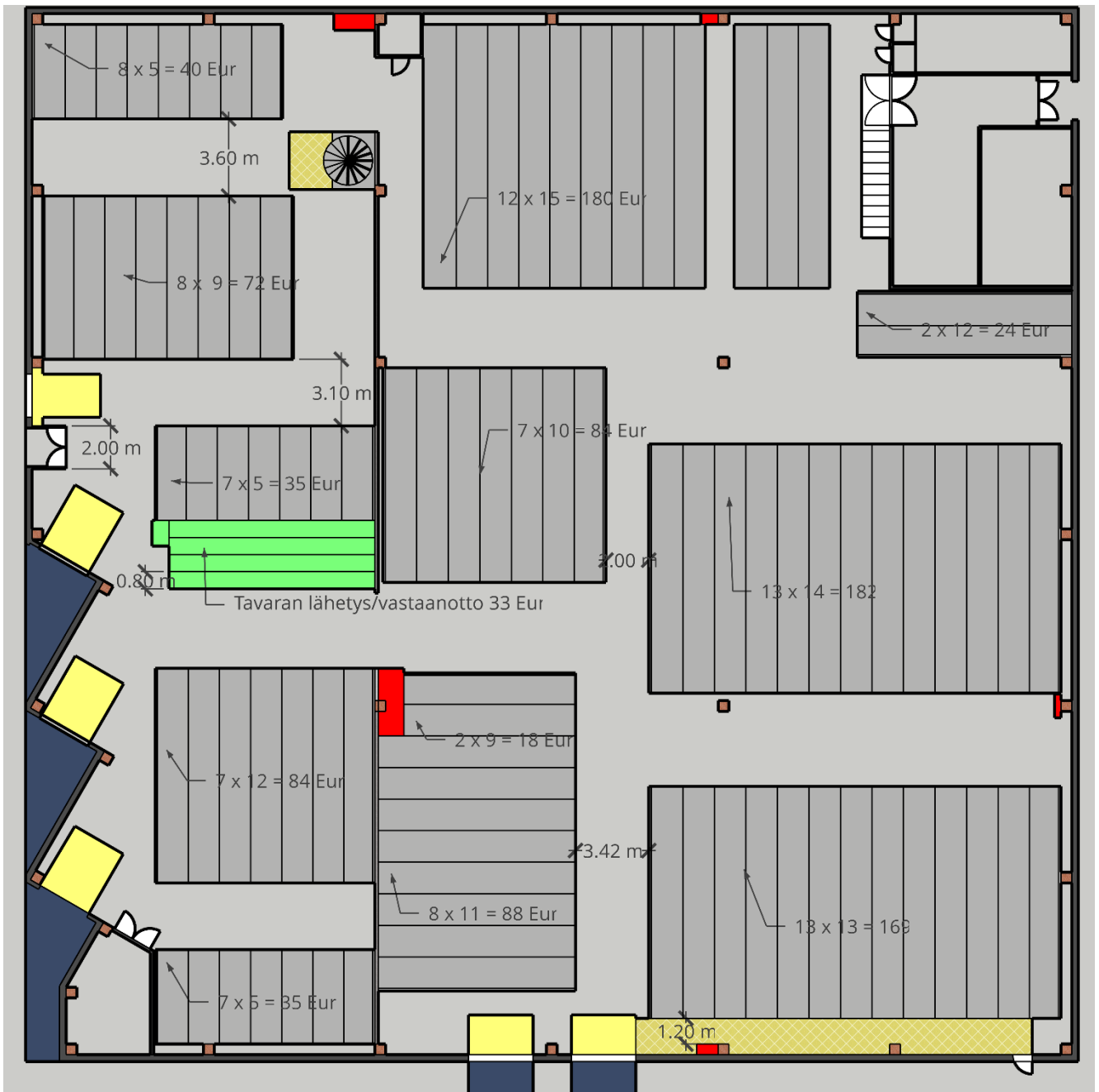


Kuvio 5 Malli 1

Suurimman tehokkuuden, nimikemäärän ja kiertonopeuden mahdollistava malli, jossa laaja tavaran vastaanotto/lähetysalue. Käytetty 3,65 m hyllyväliä. Suurin peräkkäisten lavojen määrä jonoissa 9 kpl (2 hyllyä), mutta suurimmilta osin käytetään kahdelta puolelta täytettävää 8 lavan syvyistä mallia.

- Max nimikemäärä 186
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 2526
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 4210

Malli 2



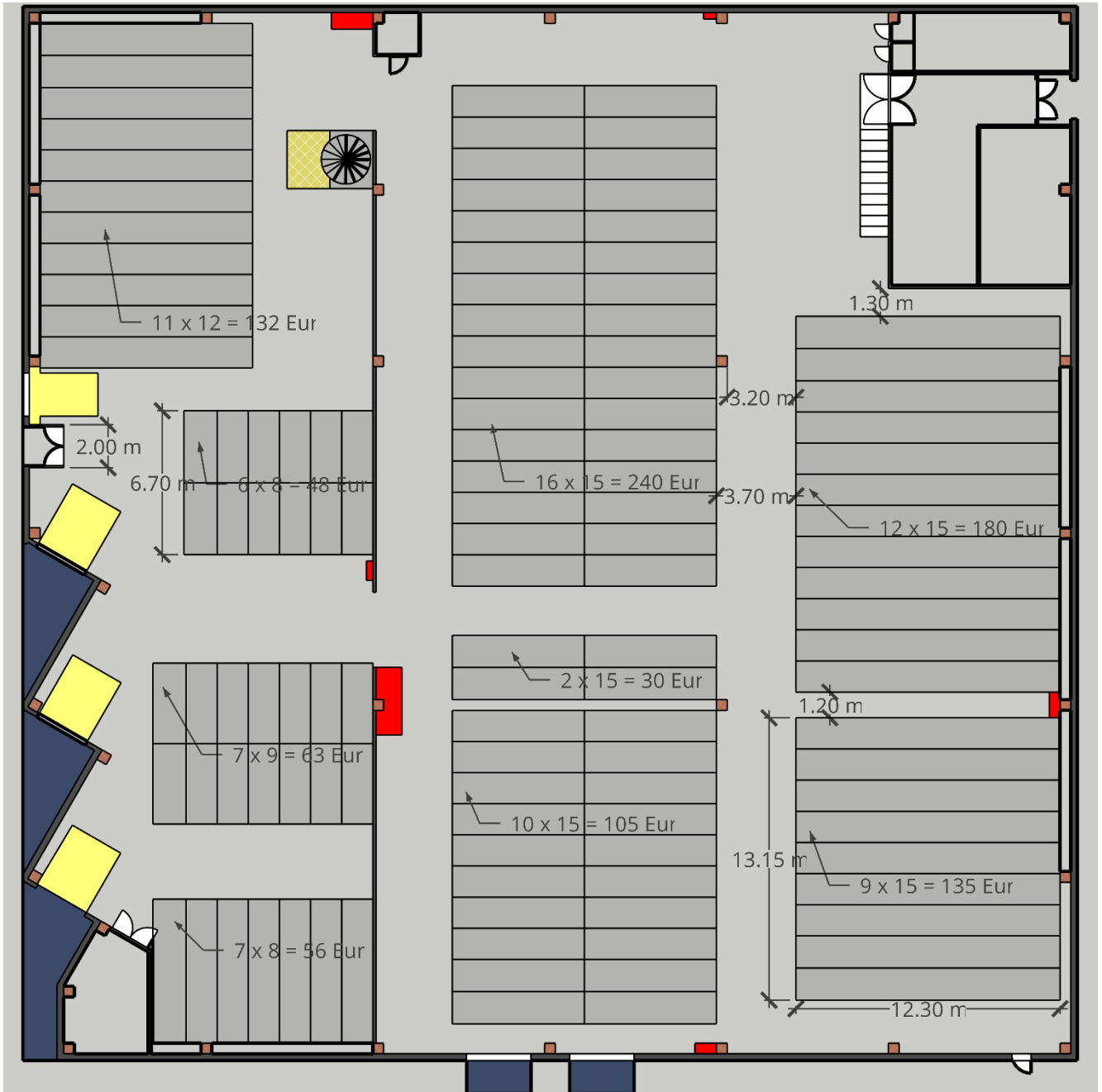
Kuvio 6 Malli 2

Optimoitu malli, jossa huomioitu tavarin vastaanotto/lähetysalue ja käytetty 15 lavapaikan suurinta sallittua syvyyttä hyllyissä. Sisältää muutamia epätehokkaita ratkaisuja, kuten runkopylvään sijainnin keskellä käytävää.

- Max nimikemäärä 135 (-27 % vrt. malli 1)

- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 2991 (+18 %)
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 4985 (+18 %)

Malli 3

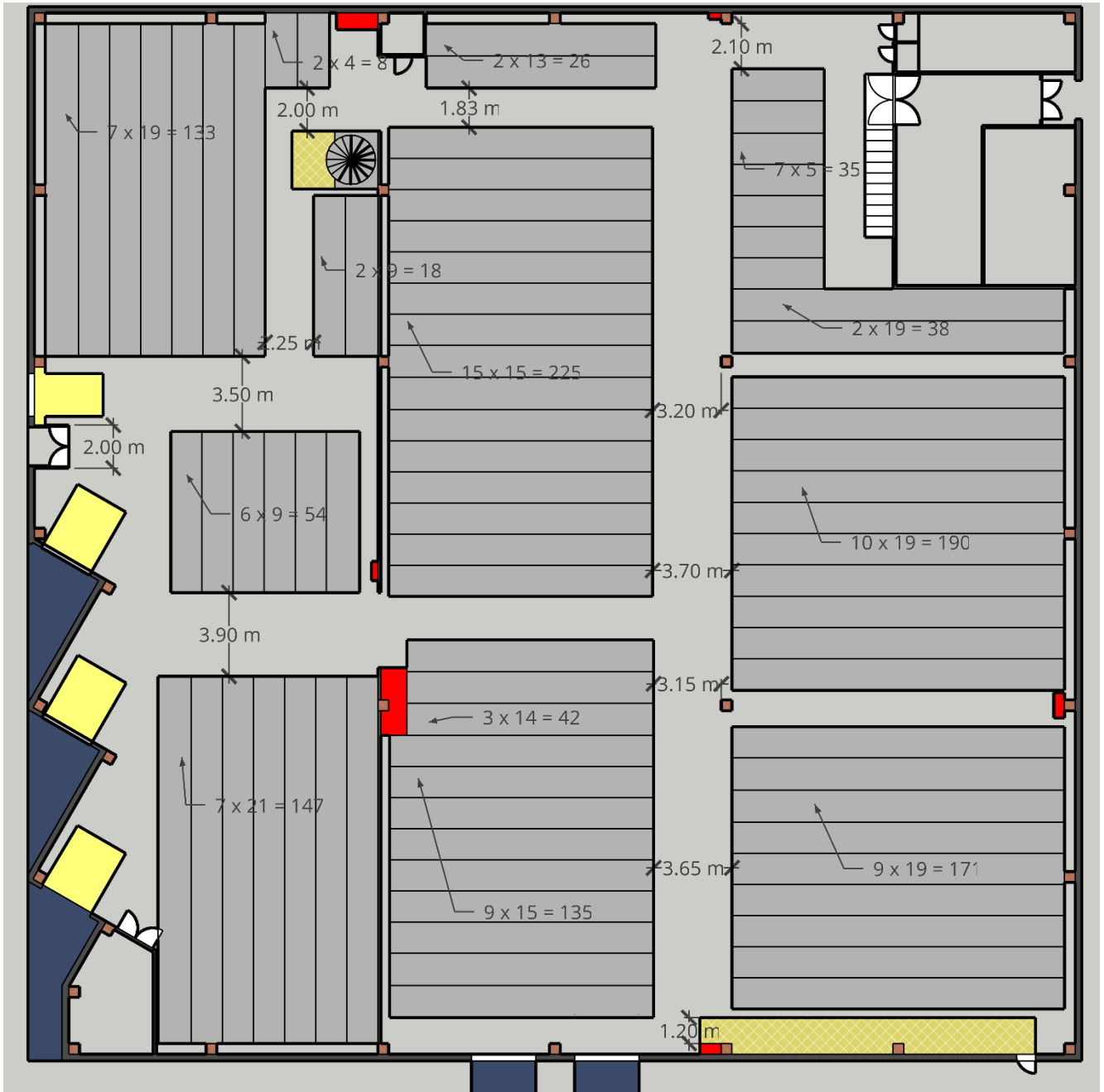


Kuvio 7 Malli 3

Suurimman lavakapasiteetin asetetuilla hyllyjen syvyysrajoituksilla sisältävä malli. Toisen puolen lastauslaitureiden käyttö voidaan mahdollistaa poistamalla 1–2 hyllyjonoa rivistä. Ei varsinaisia lähtevän tai saapuvan tavaran alueita.

- Max nimikemäärä 121 (-35 % vrt. malli 1)
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 3102 (+23 %)
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 5170 (+23 %)

Malli 4



Kuvio 8 Malli 4

Suurimman varastointikapasiteetin mahdollistava malli, mikäli ei noudateta 15 lavapaikan suurinta sallittua syvyyttä hyllyissä.

- Max nimikemäärä 88 (-52 % vrt. malli 1)
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 3705 (+47 %)
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 6175 (+47 %)

4.2 Layoutien esittely

Tässä luvussa kerrotaan layoutien esittelystä toimeksiantajalle ja todennäköisimmän valinnan kohteen neljästä vaihtoehdosta. Kaiken kaikkiaan esitellyt layoutit sekä aikaan saadut laskelmat saivat esittelytilaisuudessa positiivisen vastaanoton. Esittelytilaisuudessa oli paikalla kaksi toimeksiantajan edustajaa, logistiikkapäällikkö sekä varastoesimies ja se hoidettiin paikan päällä käyttämällä tietokonetta. Esittelyä varten luotiin lyhyt PowerPoint -esitys, mihin tiivistettiin luvun 4.1 asiat kuvineen ja taulukoineen. Lisäksi esiteltiin luotu hyllymittalaskuri ja piirustukset avattiin tarkempaa tarkastelua varten piirustusohjelmistoon. Kaikki esityksessä nähty materiaali piirustusten alkuperäisversioineen jää toimeksiantajan vapaaseen käyttöön valmiin opinnäytetyön lisäksi.

4.2.1 Layoutin valinta

Kuten aiemmin mainittu, esittelytilaisuudessa kävi ilmi, että tuotteiden päiväysmerkinnät aiheuttavat suunniteltua suuremman yksittäisten varastointierien lukumäärän, kuin mihin alkuperäiset suunnitelmat perustuivat. Tästä syystä hyllyjonojen määrä suunnitelmassa oli odotettua korkeammassa roolissa, joka edesauttoi valinnan tekemistä. Positiivisena asiana voidaan kuitenkin pitää sitä, että eri näkökulmista tehtyjä eri painoarvoja sisältäviä suunnitelmia oli kuitenkin esittää toimeksiantajalle useita.

Korkeaa tehokkuutta sekä hyllyjonojen määrää tavoitteleva malli 1 (Kuvio 5) osoittautui mieluisimmaksi vaihtoehdoksi, vaikka sen tarjoama varastointikapasiteetti oli esitellyistä malleista pienin. Myös niin sanottua optimoitua mallia 2 (Kuvio 6), pidettiin muutamien korjausehdotuksien jälkeen vartenotettavana vaihtoehtona. Vaikka alun perin suurimpana tavoitteena oli maksimaalisen varastointikapasiteetin saavuttaminen, ei suurempien kapasiteettien omaavia suunnitelmia pidetty yhtä mahdollisina toteuttaa. Syy tähän oli kokemusperäiset pitkien hyllyjonojen aiheuttamat käytännön rajoitteet. Ilmaistiin, että toiminta pitkässä hyllyjonossa aiheuttaa hukkaa niin tehokkuuden, kuin täyttöasteenkin näkökulmasta. Nämä mallit luotiin alkuperäisen pyynnön perusteella, missä pyrittiin maksimaaliseen varastointikapasiteettiin ja ne osoittautuivatkin päätöksen teon

kannalta merkittäviksi havainnoiviksi esimerkeiksi. Toimeksiantajan edustajien kommenteista pystyi myös päättelemään, että tehokkain, pienimmänkin varastointikapasiteetin omaava suunnitelma kattaisi todennäköisesti kapasiteettitarpeen varastossa.

4.2.2 Suunnitelman toteutettavuus

Kuten aiemmin mainittu, todennäköisin käyttöönotettava suunnitelma olisi jokin esiteltyjen mallien parhaita puolia yhdistelevä hybridi, jossa pitäisi ottaa vielä tarkempia yksityiskohtia, kuten hyllytoimittajan asettamia määrittäviä sekä rakennuksen teknisiä rajoitteita huomioon. Mallin yksi mainittiin kuitenkin olevan lähes toteutuskelpoinen suunnitelma sellaisenaan, mikäli varastoon päädytään hyllyjä rakentamaan. Saaduista kommenteista pystyi päättelemään, että toistensa kanssa samankokoiset ja helposti saavutettavat sekä ympäri ajettavat hyllyratkaisut yhdessä korkean nimikemäärän ja pohjaratkaisun symmetrisyyden kanssa tekivät mallista 1 kaikista varteenotettavimman vaihtoehdon.

On kuitenkin mahdollista, että opinnäytetyössä tehtyjen laskelmien ja hahmotelmien myötä päädytään sellaiseen lopputulokseen, ettei varastoon kannata rakentaa hyllyjä laisinkaan. Lopullista päätöksen tekoa ohjaa kuitenkin toimeksiantajan suorittamat tarkemmat kustannustehokkuuslaskelmat ja arviot, joissa opinnäytetyössä laskettuja kapasiteettilaskelmia voidaan käyttää hyväksi.

5 Pohdinta

5.1 Toimeksianto ja lähtökohdat

Saatu toimeksianto tehtaän erillisvaraston layout-suunnittelusta vaikutti suoraviivaiselta ja toteutettavissa olevalta tehtävältä. Tavoitteena oli saada useampi erilainen layout-suunnitelma toimeksiantajalle esitettäväksi, joiden perusteella tämä voi tehdä lopulliset päätökset ja valinnat. Opinnäytetyön tekoprosessi vaikutti mahdolliselta tehdä tiiviillä aikataululla, mutta alkuperäiset, hieman ylimitoitettut aikataulutavoitteet osoittautuivat paikkansa pitäväksi erilaisten viivästysten takia.

Annetun tehtävän suhteen lähtökohdat olivat hyvin pitkälti luetun kirjallisuuden ja varastotyökemuksen varassa ilman syventäviä opintoja aiheeseen liittyen. Opinnäytetyön teoriaosiota luodessa ja kirjallisuuteen perehdyttäessä alkoivat tarvittavat työvaiheet selkeytyä. Oli tärkeää löytää suoraviivaisia ja käytännönläheisiä oppaita layout-suunnittelun ja varaston toiminnan kehittämiseen, ja ne näyttelivätkin merkittävää roolia opinnäytetyön lopputuloksen ja raportoinnin jäsentelyyn kannalta.

5.2 Tekovaiheet

Ennalta mielessä oli muutamia aiemmin mainittuja ohjelmistoja piirustusten tekemiseen, jotka lopulta yksi kerrallaan tippuivat pois käytännön syiden vuoksi. Valittuun ohjelmistoon oltiin tekovaiheessa tyytyväisiä ja sillä saavutettiin haluttu lopputulos. Merkittävää roolia piirustusten paikkansa pitämisen saavuttamiseksi näytteli Microsoft Excel -ohjelmistolla luotu taulukkolaskuri, jolla saatiin aikaan hyllyjen todenperäiset mitat niin, että voitiin laskea toteutuva varastointikapasiteetti.

Käytetty 9 askeleen opas (Layout-suunnittelu: 9 Askeleen Opas Tehokkaaseen Layoutiin. n.d.) toimi opinnäytetyön tekemisen aikana ohjenuorana siirryttäessä työvaiheesta toiseen. Lisäksi se auttoi ottamaan huomioon halutun lopputuloksen kannalta oleellisia seikkoja, joita ei muuten välttämättä olisi osattu huomioida.

5.3 Luotettavuuden arviointi

Opinnäytetyön tiedonhaku suoritettiin logistiikkapäällikön sekä varastoesimiehen haastattelulla ja keskustelemalla sekä omilla mittauksilla ja havainnoilla. Haastattelujen perusteella voitiin huomata, että haastateltavat ovat kokeneita kyseisessä varastotyössä, mikä antaa luotettavuutta vastauksille ja mielipiteille. On kuitenkin huomioitava, että haastateltavien henkilökohtaiset mielipiteet ja preferenssit voivat vaikuttaa lopulliseen päätöksentekoon.

Omien mittaustulosten tarkkuutta ja kattavuutta on tarkasteltava kriittisesti. Vaikka mittauksilla saatiin tarkkoja arvoja olemassa olevista hyllyistä, on tärkeää huomioida, että jotkin oleelliset seikat saattoivat jäädä huomaamatta. Lisäksi on mahdollista, että tulevaisuudessa tilattavien hyllyjen mitat saattavat poiketa olemassa olevien hyllyjen mitoista. Laskettuja nimikemääriä ja kapasiteetteja voidaan pitää paikkansapitävinä, mikäli laskennassa käytetyt mittauservot pitävät paikkansa.

5.4 Lopputulos

Yleisesti saavutettuun lopputulokseen voi olla tyytyväinen, niin toimeksiantajalta saatujen positiivisten kommenttien, kuin oman työn laadun itsearvioinninkin vuoksi. Vaikka työn lopputulos sitoutuu oleellisesti käytettyyn tilaan, voitaisiin opinnäytetyössä käytettyjä työvaiheita ja laskukaavoja käyttää minkä tahansa varaston layoutia suunniteltaessa vaihtamalla laskuriin tilannekohtaisesti paikkansapitävät arvot.

Alun perin korostettiin suurimman mahdollisen varastointikapasiteetin tavoittelua, mutta oli tärkeää esitellä vaihtoehtoisia malleja, kuten pienempään kapasiteettiin perustuvaa, mutta tehokkuuteen panostavaa mallia. Tämä vaihtoehto osoittautui toimeksiantajan näkökulmasta kaikkein toteutuskelpoisimmaksi. Johtopäätöksenä lopputuloksen arvioinnin perusteella voidaan olettaa, että on tärkeää luoda useita erilaisista näkökulmista tehtyjä malleja, että valinnan tekevä osapuoli voi arvioida mitkä kriteerit ovat lopulta painavimpia.

Lähteet

- Emmet, S. 2005. Excellence in warehouse management : how to minimise costs and maximise value. Chichester, West Sussex, England : John Wiley & Sons Ltd, 2005. Viitattu 25.1.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.
- From ABC to XYZ: Understanding the XYZ Analysis. 2024. Blogikirjoitus LeanDNA:n sivustolla. Julkaistu 29.1.2024 Viitattu 20.2.2024. <https://www.leandna.com/resources/from-abc-to-xyz-understanding-the-xyz-analysis/>.
- Hadleigh Reid. 2024. Fulfillment Center vs. Warehouse: What are the Differences? DCL blogikirjoitus. Julkaistu 11.1.2024. Viitattu 20.1.2024. <https://dclcorp.com/blog/fulfillment/fulfillment-center-difference-warehouse/>.
- Kaunisto, A. 2020. Webinaari - Prosessi- ja layoutmuutokset. Leanware Oy:n webinaari. Viitattu 20.2.2024. https://youtu.be/0Hb_C_fP6Zs.
- Kuormalavahylly. N.d. Kasten.fi tuotesivusto. Viitattu 25.1.2024. <https://www.kasten.fi/Tuotteet/Kuormalavahylly/>.
- Layout-suunnittelu: 9 Askeleen Opas Tehokkaaseen Layoutiin. N.d. EP-Logistics sivustolla julkaistu opas. Viitattu 6.3.2024. <https://ep.fi/fi/layout-suunnittelu-opas/>.
- Läpivirtaushylly. N.d. EAB.fi sivusto. Viitattu 25.1.2024. <https://eab.fi/tuote/lapivirtaushylly/>.
- Läpivirtaushylly. N.d. Jungheinrich.fi tuotesivusto. Viitattu 25.1.2024. <https://www.jungheinrich.fi/tuotteet/kuormalavahyllyt/dynaaminen-pientavaran-varastointi/laepivirtaushylly-399110>.
- Paretoajattelu – ABC-Luokittelu. N.d. Logistiikan maailman sivusto. Viitattu 20.2.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintatoimi-ja-ostotoiminta/hankintastrategiat-ja-ostoportfolio/paretoajattelu-abc-luokittelu/>.
- Richards, G. 2022. Warehouse management: the definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Neljäs painos. London, England ; New York, New York ; New Delhi, India : Kogan Page. Viitattu 16.1.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.
- Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Digitalisoitumisen haasteet. Vantaa: Jouni Sakki Oy. Viitattu 25.1.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.
- Syväkuormaushylly – Cubic. n.d. EAB.fi sivusto. Viitattu 21.2.2024 <https://eab.fi/tuote/syvakuormaushylly-cubic/>.
- Tiedonkeruumenetelmän valinta. N.d. Tilastokeskuksen sivusto. Viitattu 20.2.2024. https://www.stat.fi/tup/htpalvelut/haastutk_toiminta_tiedonkeruu.html.
- Tikka, J. 2016. Logistiikan perusteet. Helsinki, Suomi : BoD - Books on Demand, 2016. Viitattu 25.1.2024. <https://janet.finna.fi>, Ellibslibrary.

Varastohyllyt. N.d. Logistiikan maailman sivusto. Viitattu 25.1.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastohyllyt/>.

Varaston käyttötarpeen vaikutus suunnitteluun. N.d. Logistiikan maailman sivusto. Viitattu 25.1.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/kayttotarpeen-vaikutus/>.

Varastonohjaus. N.d. Logistiikan maailman sivusto. Viitattu 20.2.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/>.

Varaston lay-out. N.d. Logistiikan maailman sivusto. Viitattu 25.1.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varaston-lay-out/>.

Vares, V. 2023. Varaston kiertonopeus- Mikä se on ja miten se lasketaan? Blogikirjoitus rahapedia.com sivustolla. Viitattu 31.1.2024. <https://rahapedia.com/varaston-kiertonopeus/>.

What Is the Pareto Principle—aka the Pareto Rule or 80/20 Rule? 2022. The Investopedia Teamin artikkeli. Viitattu 20.2.2024. <https://www.investopedia.com/terms/p/paretoprinciple.asp>.

Liitteet

Liite 1. Haastattelun ennakkokysymykset

Paikan päällä suoritettavan haastattelun etukäteen sähköpostitse pohdittavaksi lähetetyt kysymykset. Haastateltavina toimivat yrityksen logistiikkapäällikkö sekä toimeksiannon yhteyshenkilönä toimiva varastoesimies. Kysymykset:

Varaston toimintamalli?

- Toimiiko lähettämönä asiakaskuormille?
- Onko keräilyä tai muita töitä?
- Pakkausmateriaalin pitkäaikaisvarastointia?
- Siirretäänkö tavaraa takaisin tehtaalle?
- Muita tilantarpeita?

Onko varasto pysyvä vai tilapäinen ratkaisu? Tilapäisyyden suunniteltu ajanjakso?

Tuotteiden yksityiskohdat? Käsitelläänkö vain täysiä lavoja?

Arvio tuotenimikkeiden vaihtuvuudesta?

Käytetäänkö olemassa olevia hyllyjä? Millaisia?

Jos hankitaan uudet, onko pohdittava budjettia? Onko toimittaja tiedossa?

Löytyykö varaston pohjapiirustuksia? Digitaalisena?

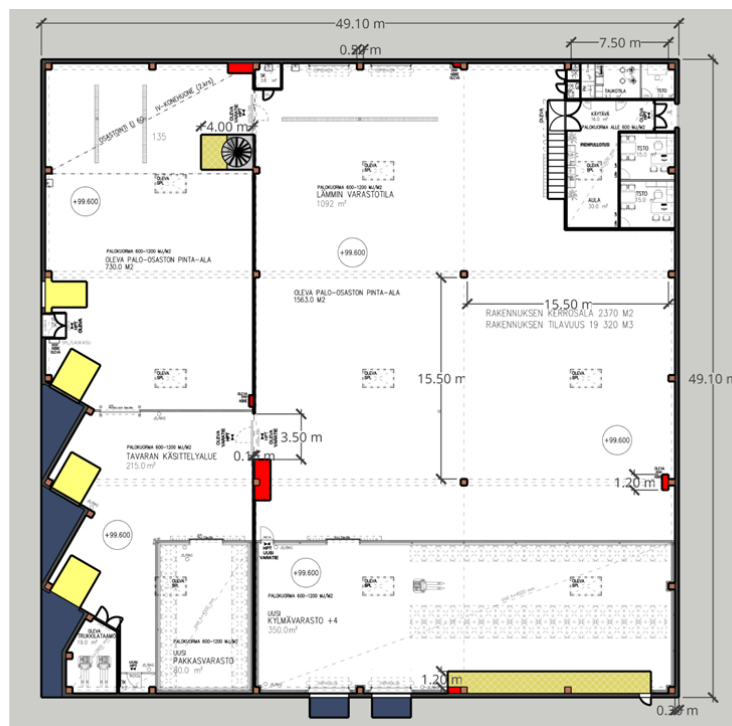
Varastoon jälkikäteen tehdyt muutokset?

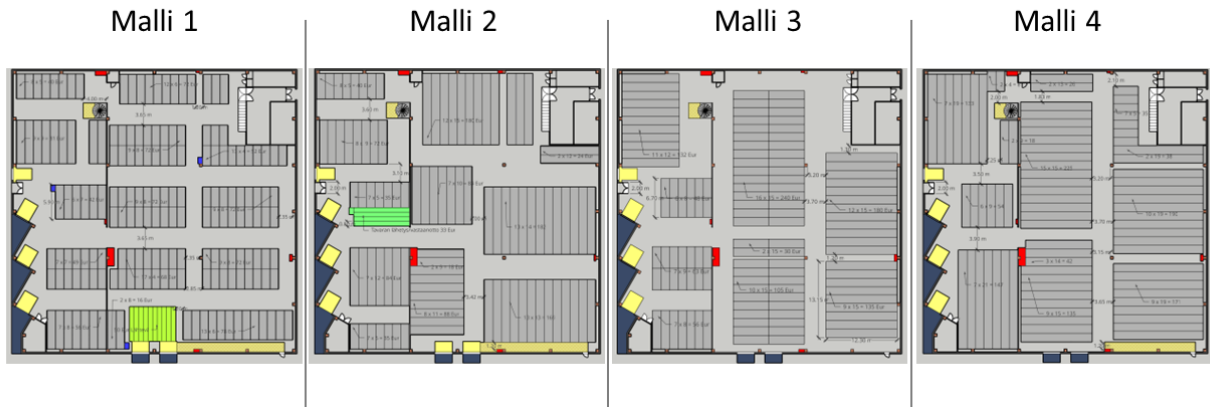
Onko projektilla aikatauluelvoite?

Liite 2. Layoutien powerpoint -esitys

Layout-suunnitelmat

Leväsen erillisvalmistustuotevarasto

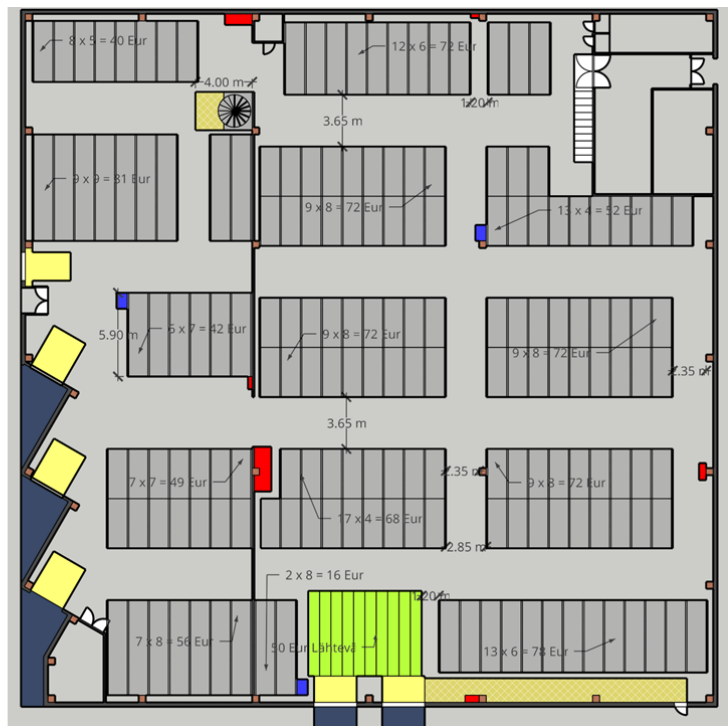




Malli 1

Suurimman tehokkuuden, nimikemäärän ja kiertonopeuden mahdollistava malli, jossa laaja tavaran vastaanotto/lähetysalue. Käytetty 3,65 m hyllyväliä. Suurin peräkkäisten lavojen määrä jonossa 9 kpl (2 hyllyä), mutta suurimmilta osin käytetään kahdelta puolelta täytettävää 8 lavan syvistä mallia.

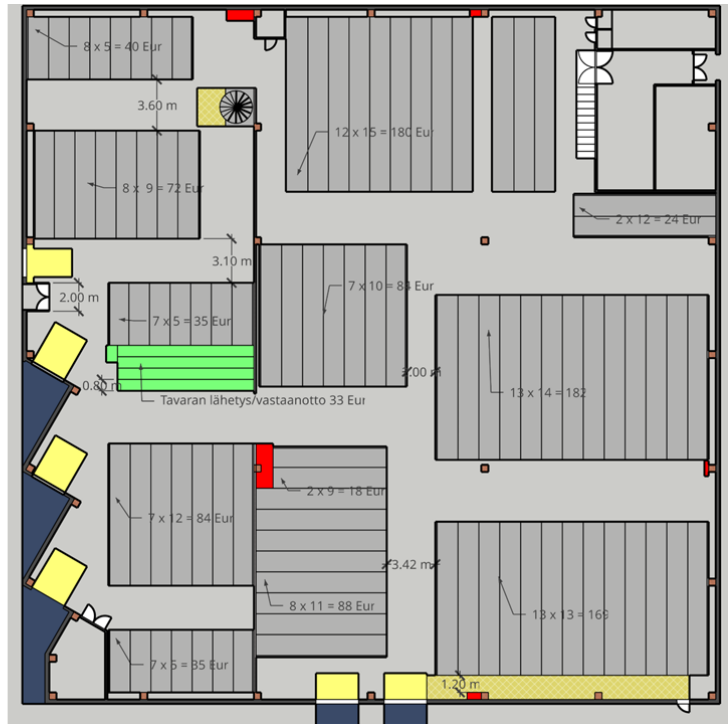
- Max nimikemäärä 186
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 2526
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 4210



Malli 2

Optimoitu malli, jossa huomioitu tavarantoimituksen vastaanotto/lähetysalue ja käytetty 15 lavapaikan suurinta sallittua syvyyttä hyllyissä. Sisältää muutamia epätehokkaita ratkaisuja, kuten runkopylvään sijainnin keskellä käytävää.

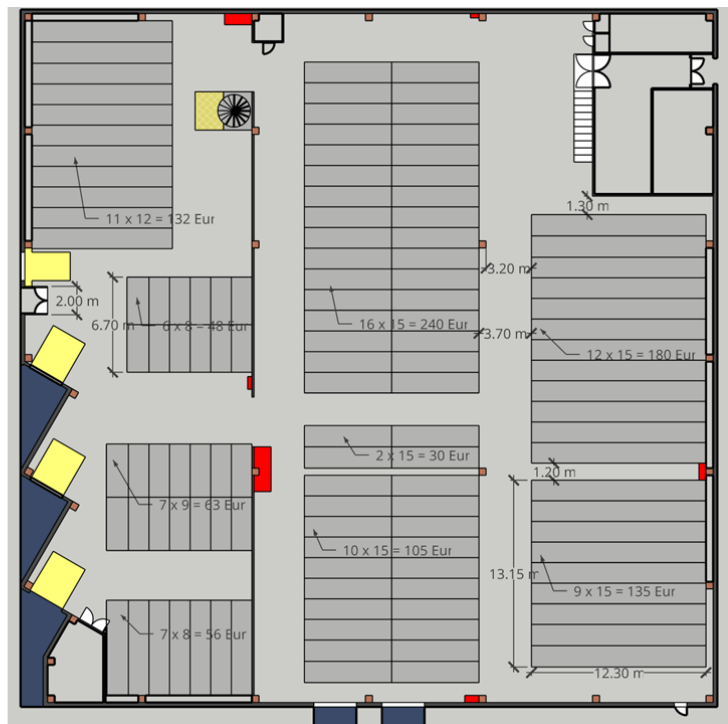
- Max nimikemäärä 135 (-27 % vrt. malli 1)
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 2991 (+18 %)
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 4985 (+18 %)



Malli 3

Suurimman lavakapasiteetin asetetuilla hyllyjen syvyyssrajoituksilla sisältävä malli. Toisen puolen lastauslaitureiden käyttö voidaan mahdollistaa poistamalla 1–2 hyllyjonoa rivistä. Ei varsinaisia lähtevän tai saapuvan tavarantoimituksen alueita.

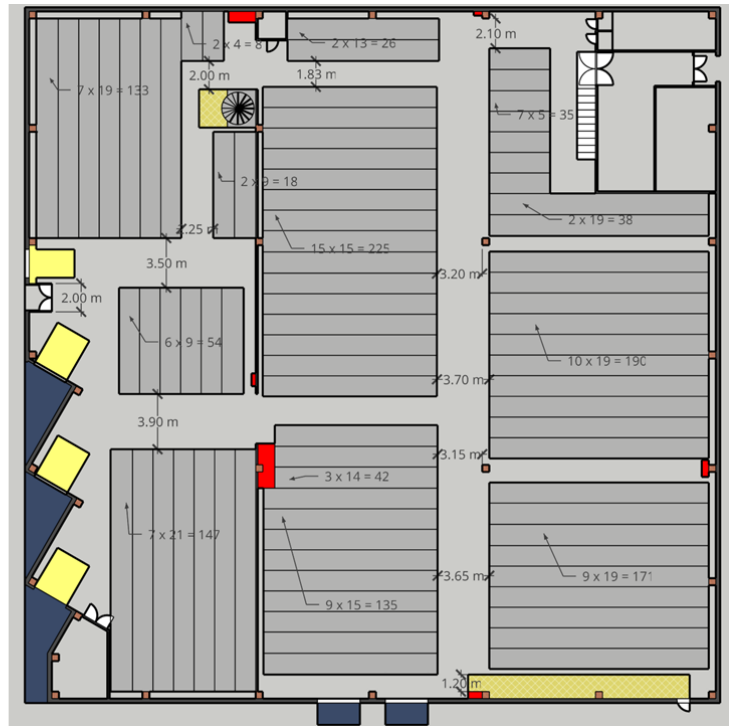
- Max nimikemäärä 121 (-35 % vrt. malli 1)
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 3102 (+23 %)
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 5170 (+23 %)



Malli 4

Suurimman varastointikapasiteetin mahdollistava malli, mikäli ei noudateta 15 lavapaikan suurinta sallittua syvyyttä hyllyissä.

- Max nimikemäärä 88 (-52 % vrt. malli 1)
- Lavakapasiteetti korkeimmilla lavoilla 3705 (+47 %)
- Lavakapasiteetti matalimmilla lavoilla 6175 (+47 %)



| Versio | Ominaisuus | Lavakapasiteetti neljällä lavakerroksella | Suurin nimikemäärä |
|---------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| Malli 1 | Tehokkain | 3368 | 186 |
| Malli 2 | Optimoitu | 3988 (+18%) | 135 (-27%) |
| Malli 3 | Suurin lavakapasiteetti hyllyrajoituksilla | 4136 (+23%) | 121 (-35%) |
| Malli 4 | Suurin lavakapasiteetti ilman hyllyrajoituksia | 4940 (+47%) | 88 (-53%) |

Kapasiteetin (vas.) kasvu verrattuna nimikemääriin (oik.)

