

SAVONIA



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN ALA

LEVYVARASTON TILANKÄYTÖN JA MATERIAALIVIRRRAN OPTI- MOINTI

Kidex Oy

TEKIJÄ Elsa Juntunen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn tekijä Elsa Juntunen		
Työn nimi Levyvaraston tilankäytön ja materiaalivirran optimointi		
Päiväys	15.4.2025	30/0
Yhteistyötaho Kidex Oy		
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Kidex Oy ja aiheena oli levyvaraston optimointi. Tavoitteena oli kartoittaa ja kehittää tehtaassa olevan levyvaraston materiaalivirtaa ja tilankäyttöä. Tarkoituksena oli tutustua varastojärjestelmään ja varastoitaviin tuotteisiin. Tämän jälkeen tarkoitus oli keskittyä varastoinnin kehitettäviin osaluaisiin ja muokata niitä yrityksen tarpeiden mukaisesti.</p> <p>Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla teoriatietoon, jonka jälkeen teoriaa sovellettiin käytäntöön. Käytännön toteutus aloitettiin varastokartoituksesta, jossa käytiin läpi varastossa olevat nimikkeet. Varasto kartoituksen yhteydessä poistettiin nimikkeet, joille ei ollut enää kysyntää, ja pyrittiin löytämään kyseisille hukkamateriaaleille hyödylliset käyttökohteet. Tämän jälkeen keskityttiin varaston tilankäyttöön. ABC-analyysiä hyödyntämällä saatiin tiedot eri nimikkeiden materiaalivirrasta, jonka pohjalta lähdettiin suunnittelemaan varastoon eri layout vaihtoehtoja. Lopuksi varastoon otettiin käyttöön suunniteltu paikkajärjestelmä.</p> <p>Lopputuloksena saatiin levyvaraston tilankäyttöä ja materiaalivirtaa tehokkaammaksi ja järjestelmällisemmäksi. Varastokartoituksessa saatiin inventaariolistaa lyhyemmäksi, joka helpottaa niin työntekijöitä kuin toimihenkilöitäkin. Poistetuista nimikkeistä ja niiden hyötykäytöstä yritykselle tuli myös rahallista hyötyä. Tehdyistä layout suunnitelmista valittiin paras vaihtoehto ja se toteutettiin levyvarastoon.</p>		
Avainsanat Layout, varastointi, varaston kehittäminen, varasto-optimointi		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	5
2	VARASTOINTI	6
2.1	Varastoinnin syyt ja merkitys liiketoimintaan.....	6
2.2	Erilaiset varastomuodot ja luokittelut.....	7
2.3	Varastojärjestelmät ja varaston ohjaus	8
2.3.1	Varaston ohjaus	8
2.3.2	Varastoparametrit ja tunnusluvut	9
2.3.3	ABC-analyysi	11
2.3.4	Varastopaikkajärjestelmät.....	12
2.4	Varastosuunnittelu.....	13
2.4.1	Lähtökohdat ja vaiheet.....	13
2.4.2	Varaston kehittäminen	15
3	TOTEUTUS.....	16
3.1	Lähtötilanne.....	16
3.2	Varastokartoitus	19
3.2.1	Nimikkeistökartoitus	19
3.2.2	Poistettavat tuotteet ja niiden hyötykäyttö	19
3.3	ABC-analyysi.....	20
3.4	Layout suunnittelu	21
3.4.1	Lähtökohdat	21
3.4.2	Vaihtoehdot ja valintaperusteet	22
4	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	27
	LÄHTEET	29

KUVALUETTELO

Kuva 1. Lisäarvo (muokattu lähteestä Johdatus logistiseen ajatteluun 2011)	8
Kuva 2. Perusvarastomalli (Haverila ym. 2009, 455)	10
Kuva 3. Pareto-käyrä (muokattu lähteestä Logistiikan maailma 2024c)	12
Kuva 4. Varaston tehokkuuteen vaikuttavat tekijät (muokattu lähteestä Logistiikan maailma 2025c)	15
Kuva 5. Pohjapiirustus	16
Kuva 6. Levyvarasto	17
Kuva 7. Varaston lähtötilanne	18
Kuva 8. Paloittelukaavio	20
Kuva 9. XYZ-analyysi	21
Kuva 10. Varastoalueen layout vaihtoehto 1	23
Kuva 11. Varastoalueen layout vaihtoehto 2	23
Kuva 12. Levyvaraston layout vaihtoehto 1	24
Kuva 13. Levyvaraston layout vaihtoehto 2	25
Kuva 14. Valittu layout	26

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on levyvaraston optimointi. Projekti tehdään Kidex Oy:lle. Opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella ja kehittää tehtaassa olevan levyvaraston materiaalivirtaa ja tilankäyttöä. Aihe opinnäytetyölle tuli siitä, että yrityksessä huomattiin varastoinnissa olevan kehitettävää. Suurimpana ongelmana koettiin tilanpuute ja siitä aiheutuvat epäselvyydet eri nimikkeiden varastopaikoissa. Varastoissa oli myös paljon tavaroita, joille ei enää ole käyttöä. Kyseiset tavarat vievät tilaa, joka puolestaan sitouttaa yrityksen pääomaa turhaan. Ylimääräiset tavarat haittaavat myös varaston tehokasta materiaalivirtaa. Tavoitteena on siis tehostaa varastoinnin tilankäyttöä sekä luoda toimiva paikkajärjestelmä varastossa oleville tuotteille.

Kidex Oy on vuonna 2004 perustettu yritys, jonka päätoimialana on julkitilakalusteet. Kidex on osa Martela konsernia. Yritys valmistaa muun muassa toimistosäilyttimien komponentteja, keittiö- ja kylpyhuonekalusteiden runkoja, ovia ja työtasoja. Materiaalina käytetään yleisimmin melamiini-, laminaatti- ja viilulevyä sekä vaneria. Yritys sijaitsee Kiteellä Pohjois-Karjalassa. Tehdas työllistää noin 40 kalustealan ammattilaista. Yrityksen toimivuus pohjaakin suurella osin ammattitaitoiseen henkilökuntaan ja heidän pitkäaikaiseen kokemukseensa alasta. (Kidex Oy n.d.)

Varastojen ylläpitäminen ja kehittäminen on tärkeää tehokkaan materiaalivirran hallinnan kannalta. Varastointiin on aina sidottuna pääomaa, joten varastoitavat tuotteet on pidettävä minimissä samalla kuitenkin muistaen tavarantoimituksen saatavuuden turvaaminen. Varaston optimoinnilla on tarkoitus keskittyä varastossa kehitettäviin kohteisiin ja saada yrityksen kannalta tehokkain ja joustavin vaihtoehto. Opinnäytetyö aloitetaan teorian tietoon syventymällä, jonka jälkeen teoriapohjaa sovelletaan käytäntöön. Pääasiallisesti opinnäytetyön käytännön toteutus koostuu varastokartoituksesta, layout suunnittelusta ja paikkajärjestelmän käyttöönotosta.

2 VARASTOINTI

2.1 Varastoinnin syyt ja merkitys liiketoimintaan

Käsitteellä varasto voidaan tarkoittaa eri asioita. Talousopissa kyseisellä käsitteellä tarkoitetaan sitä osuutta yrityksen hankkimista materiaaleista, jotka eivät ole kyseisellä hetkellä tuotannossa jalostettavana. Toisin sanoen tällä tarkoitetaan materiaaliolosuutta yrityksen vaihto-omaisuudesta. Yleisemmin sanalla varasto tarkoitetaan materiaalin säilyttämiseen tarkoitettua fyysistä tilaa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 125.)

Varastoinnin merkitys yrityksen liiketoiminnalle on suuri, sillä varastoitaviin tavaroihin on aina sitoutuneena yrityksen pääomaa, koska kyseisestä tavarasta on jo kertaalleen maksettu. Tämän lisäksi yritys joutuu maksamaan varastotilojen käyttökustannuksista, joihin kuuluu muun muassa vuokra- ja lämmityskustannukset. Myös varastoitavan tavaran käsittelystä tulee kustannuksia esimerkiksi palkka- ja konekustannusten muodossa. Varastoinnissa yritys ottaa myös riskin siitä, että varastoitavan tavaran kysyntä pienenee tai tavaran kunto pilaantuu. Näin ollen tavaraan sijoitettu pääoma häviää tai siitä koituu pahimmillaan hävityskustannuksia (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 305.)

Koska varastoon on aina sidottu pääomaa, varastoinnin minimoimisella saadaan pääomaa käyttöön tuottavammalla tavalla. Yleisesti varastointia pidetään välteltävänä asiana, sillä sen ei koeta tuovan lisäarvoa yritykselle. Useissa tilanteissa varastointi on kuitenkin välttämätöntä ja oikeanlaisella suunnittelulla se voi tuoda lisäarvoa. (Logistiikanmaailma 2025b)

Koska markkinat eivät pysy yleensä vakaana, on myös varastoinnin tarve jatkuvasti muutoksessa. Muutoksien takia varastointi on tärkeää useassa eri toimitusketjun vaiheessa. Nykyään asiakkaat vaativat enemmän vaihtoehtoja ostamilleen tuotteille ja tämä lisää tuotannossa osien määrää ja näin ollen myös varastoinnin tarve lisääntyy. (Richards 2011, 14.)

Syitä varastoinnille on monia. Richardsin (2011, 14.) mukaan varastoinnin syitä ovat muun muassa:

- Kysynnän vaihtelut ja epävarmuus
- Suurempien tilauksen kustannustehokkuus
- Joukko-ostojen alennukset
- Pitkät kuljetusmatkat valmistajalta asiakkaalle
- Varmuusvarasto seisokkien takia
- Tuotantomäärän kasvattaminen
- Kysynnän kausiluontoisuus
- Tasaisen tuotannon turvaaminen (varaosa varastot)
- Tuotannon väliavarastointi
- Investointi varastot
- Dokumenttivarastot

2.2 Erilaiset varastomuodot ja luokittelut

Tuotannossa varastot jaetaan pääasiallisesti viiteen ryhmään sen perusteella, missä tuotannon vaiheissa ne sijaitsevat ja mikä niiden funktionaalinen tarkoitus tuotantoprosessille on. Nämä ryhmät ovat raaka-aine-, puolivalmiste- ja tuotevarastot sekä tarvike ja työvälinevarastot. Raaka-aine varastoissa säilytetään nimensä mukaisesti raaka-ainetta, eli tuotannossa käytettävää materiaalia, ennen sen viemistä tuotantoon. Puolivalmistevarastoja eli välivarastoja on sijoitettu tuotantoketjun vaiheiden väliin. Keskeneräisten tuotteiden säilyttämisen syitä on muun muassa eri kontrollitoimenpiteet esimerkiksi mittaus. Lopputuotevarastossa on taas tuotannosta valmistuneet tuotteet, josta ne lähetetään edelleen asiakkaalle. Tarvikevarasto puolestaan tarkoittaa valmistusprosessiin tarvittavien aineiden ja muiden tarvikkeiden säilyttämiseen tarvittavaa tilaa. Viimeisenä varastotyyppinä kyseisessä luokittelussa on työvälinevarasto, jossa säilytetään nimensä mukaisesti tarvittavia työvälineitä, silloin kun ne eivät ole käytössä. Kyseiselle varastotyyppille ominaista on suuri nimikemäärä, mutta pieni varastomäärä. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Varastoja voidaan luokitella myös muilla tavoilla. Näistä esimerkkeinä luokittelu toiminnan, varastotyyppin tai varastotekniikan mukaan. Toiminnan mukaisessa luokittelussa perusteena on tuotannon tarve ja asiakaskysyntä. Kyseisiä varastotyyppisiä ovat muun muassa perus-, varmuus- ja puskurivarastot. Näistä perusvaraston kierto määräytyy keskimääräisen kysynnän mukaan, kun taas varmuusvarastolla pyritään varmistamaan tuotteiden saatavuus asiakaskysynnän vaihdellessa. (Logistiikan maailma 2024e)

Varastotyyppin mukaiseen lajitteluun kuuluu muun muassa ulko-, puolilämpimät-, lämpimät, ja kylmävarastot. Varastotyyppin määrittää pääasiallisesti siellä varastoitava tuote ja sen vaatimukset. Ulkovarastoihin voidaan säilöä tavaraa, jotka eivät ole alltiita lämpötilan tai kosteuden vaihteluille. Kylmävarastoja puolestaan käytetään pääasiallisesti tiettyjen elintarvikkeiden säilyttämiseen niiden säilyvyyden takia. (Logistiikan maailma 2024e)

Varastotekniikan mukaisessa luokittelussa taas luokittelu perustuu nimensä mukaisesti varastoinnissa käytettyyn tekniikkaan. Kyseisen lajitteluperusteen varastoihin kuuluu muun muassa kuormalava-, kapeakäytävä- ja automaattivarastot. Kuormalavavarastoissa tavarat siirretään ja varastoidaan kuormalavoilla. Säilytys voi tapahtua joku kuormalavahyllyissä tai lavoja päällekkäin laittamalla. Kapeakäytävävaraston tärkeimpiä ominaisuuksia taas on tilankäytön tehokkuus, sillä käytävän pinta-alaa pystytään pienentämään. Tämä kuitenkin edellyttää kapeakäytävätrukkien hankkimista. Automaattivarastossa siirrot toimivat nimensä mukaisesti automaattisesti eikä tavaransiirteeseen tarvita työvoimaa. Investointikustannukset täysin automatisoituun varastoon ovat suuret, mutta käsittelymäärien ja tavaravolyymien ollessa suuret voi automaattivarasto olla yritykselle paras vaihtoehto. Varastotekniikat valitaan suunnitteluvaiheessa jokaisen tilanteen varastointitarpeiden mukaisesti. (Logistiikan maailma 2024e)

2.3 Varastojärjestelmät ja varaston ohjaus

2.3.1 Varaston ohjaus

Varastonohjaus määritelmänä tarkoittaa materiaalivirtojen ohjausta ja varastointiin sitoutuvan pääoman hallintaa. Optimaalinen varastonohjaus tarkoittaa tasapainon luontia varastotason, saatavuuden sekä käytetyn työmäärän välillä. Tarkoituksena on saada aikaan paras mahdollinen lopputulos niin asiakkaan kuin yrityksenkin kannalta. (Hokkanen & Virtanen 2021, 72.)

Oikeanlaisella toiminnalla varastoinnilla pystytään luomaan lisäarvoa niin yritykselle kuin asiakkaillekin. Yritys pyrkii siihen, että tuotannon kustannukset ovat pienet, mutta asiakkaan kannalta on kuitenkin tärkeää, että riittävä toimitusvarmuus varmistetaan. Jotta kumpikin näistä pystyy toteutumaan, on myös toiminnan laadun oltava optimaalisella tasolla. Näiden kolmen tekijän keskinäinen tasapaino luo lisäarvon, jota on havainnollistettu kuvassa 1. (Hokkanen ym. 2011, 201.)



Kuva 1. Lisäarvo (muokattu lähteestä Johdatus logistiseen ajatteluun 2011)

Jotta lisäarvon tuottaminen on mahdollista, on varaston ohjauksen toimittava. Tämän takia yrityksellä on oltava kyseiseen tarkoitukseen sopiva tietojärjestelmä. Monet yritykset tuottavat erilaisia tietojärjestelmiä, mutta niiden kaikkien perusteet ovat samat. Tietojärjestelmissä on tietokannat ja niitä käyttävät ohjelmat, joiden kautta saadaan tarvittavat tiedot työn tekemiseen. Yleensä varastoinnin tietojärjestelmät ovat osana yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää. Tämä takaa laajemmat tiedot koko toimitusketjun vaiheista. Tietokannoissa on varastoinnin lisäksi tiedot muun muassa yhteistyökumppaneista, asiakkaista ja valmistetuista tuotteista. Näiden tietokantojen pohjalta erilaiset ohjelmat, kuten varastokirjanpitoa ja tilausten keräilymääräyksiä laativat ohjelmat, pystyvät toimimaan. Tietojärjestelmien oikeanlaisen toimivuuden kannalta tietojen oikeanlainen syöttö järjestelmään on kriittisin vaihe, sillä tietojen syötössä tapahtuneet virheet aiheuttavat vääristymiä monessa käytetyssä ohjelmassa, joka puolestaan vaikuttaa negatiivisesti koko yrityksen toimintaan. Tietojärjestelmässä on monia liikkuvia osia ja sen takia varastoinnin tärkeimpiä tehtäviä on siis informaation käsittely. (Karhunen ym. 2004, 386–388.)

Vaikka tietojärjestelmistä löytyy lähes kaikki yritystoimintaa koskevat tiedot, varaston työntekijöillä tai toimihenkilöillä ei kuitenkaan ole valtaa päättää tuotannon asioista tai vaikuttaa myynnin ja asiakkaan välisiin suhteisiin. Varasto on kuitenkin kriittinen osa toimitusketjua ja tämän takia varaston on toimittava tiiviissä yhteistyössä tuotannon, oston ja myynnin kanssa. Jos materiaalivirtauksen hallintaa ei saada toimivaksi, vaikuttaa se negatiivisesti myös muihin ohjattavuuden ajureihin. (Logistiikan maailma 2025c)

Logistiikan maailma sivuston (2025c) mukaan varaston ohjauksen tärkeimmät ajurit ovat seuraavat:

- Materiaalivirta
- Kustannustehokkuus
- Työntehokkuus
- Tilankäytön tehokkuus
- Toimintakustannukset
- Palvelutaso ja laatu
- Ohjausjärjestelmä
- Prosessinhallinta
- Työturvallisuus
- Työskentelyolosuhteet
- Työilmapiiri

Kyseiset varastonohjauksen ajurit ovat siis riippuvaisia toisistaan. Jos tuotannon materiaalivirtaus ei toimi, myös palvelutaso laskee ja työskentely olosuhteet huononevat. Varastonohjauksessa yhteistyön tavoitteena on saada kokonaisuus toimimaan. Tässä pyritään toiminnan suunnitelmallisuuteen, jossa asiat pyritään ennakoimaan eikä käytetä niin sanottua reaktiivista toimintamallia, jossa asioihin reagoidaan vasta niiden sattuessa. (Logistiikan maailma 2025c)

2.3.2 Varastoparametrit ja tunnusluvut

Yksi varaston ohjauksen kannalta tärkeimmistä tunnusluvuista on varaston kierto, sillä se on suoraan yhteydessä varastoon sitoutuvaan pääomaan. Varaston kierron laskeminen tapahtuu varaston arvon sekä tavaroiden vuosittaisen kulutuksen arvon mukaan. Tässä laskettaessa on tärkeää, että molempien hinnoitteluperusteet ovat samat. (Sakki 2009, 76.)

Varaston kierto lasketaan siis kaavalla 1 seuraavasti:

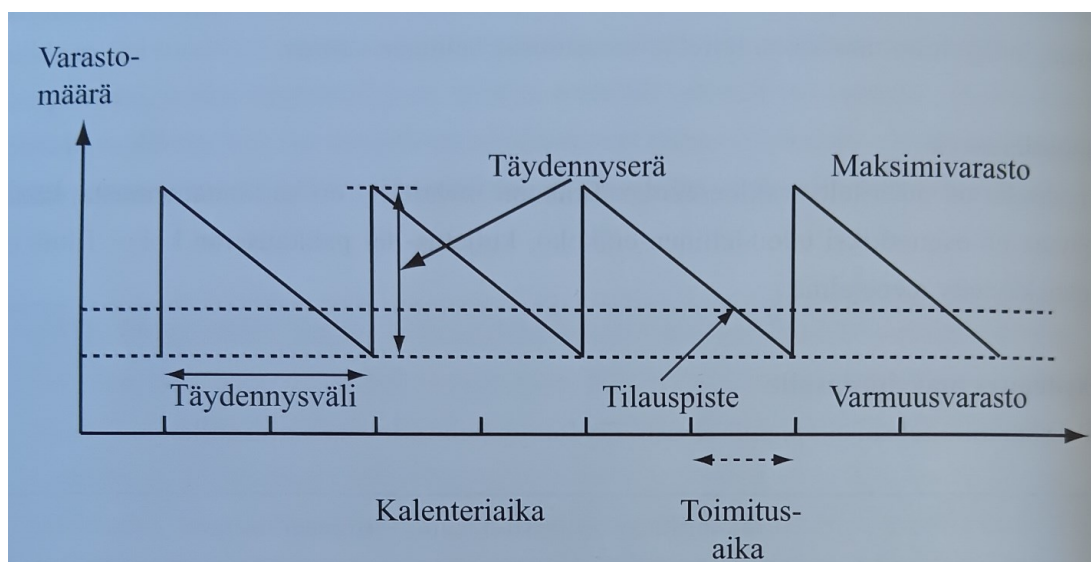
$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{Varaston kulutuksen arvo}}{\text{Varastojen (keski)arvo}} \quad (1)$$

Varaston kierto ei kuitenkaan välttämättä ole paras tunnusluku, jos yritetään määrittää järkevää varastotasoa. Kohtuullisen arvion parhaasta varastotasosta antaa varaston riitto eli se aika, jossa varastossa riittää tavaraa tilaustoimitusten välillä. (Hokkanen ym. 2011, 134.)

Varaston riitto voidaan laskea varaston kiertonopeuden perusteella kaavalla 2 seuraavasti:

$$\text{Varaston riitto} = \frac{365 d}{\text{Kiertonopeus}} \quad (2)$$

Varaston kustannusten kannalta on myös tärkeää määrittää taloudellinen eräkoostoettaville tuotteille. Kyseinen laskentamalli perustuu siihen oletukseen, että kyseisen tuotteen menekki on tasainen ja myös sen toimitusaika pysyy samana eli toisin sanoen kyseinen menetelmä perustuu niin sanottuun perusvarastomalliin, joka on esitettyä kuvassa 2. Mallin mukaan tavaraa tilataan sovitun määrän, kun kyseisen nimikkeen varastotaso laskee tilauspisteen alle. Varastotaso jatkaa laskua siihen asti, kunnes täydennyserä saapuu. Kyseisessä menetelmässä toimitusaikana tapahtuviin menekin vaihteluihin varaudutaan sopivalla varmuusvarastolla. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 455.)



Kuva 2. Perusvarastomalli (Haverila ym. 2009, 455)

Optimaalinen ostoerä tuotteille pystytään laskemaan Wilsonin kaavalla. Kaavaa pystytään hyödyntämään, mutta on muistettava, että se ei pysty täydellisesti ottamaan huomioon kaikkia varastointiin vaikuttavia tekijöitä. Kaavassa ei huomioida muun muassa haluttua palvelutasoa eikä kustannusten vaihtelua. Tämän lisäksi varastokustannus vuosittain sekä toimituserän kustannukset ovat vaikeasti määriteltäviä parametrejä, jotka vaikeuttavat kaavan käyttöä. Kriitistä huolimatta, kyseistä kaavaa voidaan hyödyntää suurpiirteisesti optimaalista ostoerää suunniteltaessa. (Hokkanen & Virtanen 2021, 77.)

EOQ (Economic Order Quantity) eli Optimaalinen ostoerä voidaan laskea kaavalla 3 seuraavasti:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times Co \times D}{Ci \times U}}, \text{ missä} \quad (3)$$

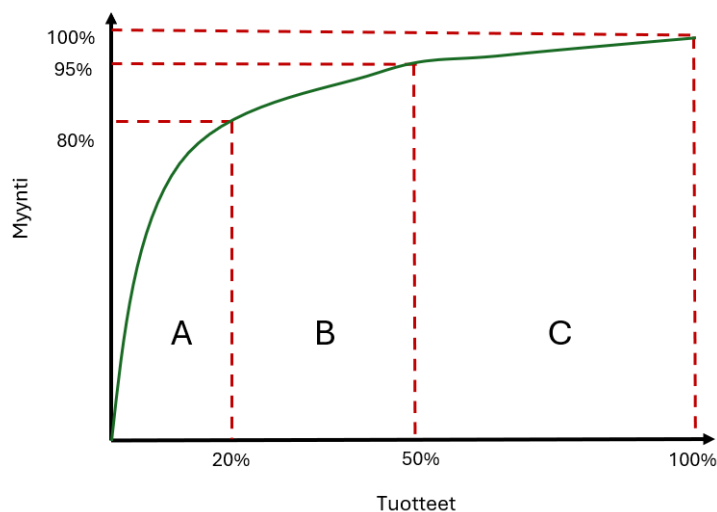
- Co on toimituserän tilauskustannus euroina
- D on vuosikulutus kappalemäärinä
- U tarkoittaa yksikköhintaa
- Ci merkitsee varastokustannuksia

Paras tapa tilata tuotannon tarvitsemia materiaaleja on tehdä se suoraan saatujen tilausten mukaan. Tämä tapa kuitenkin vaikeuttaa toimitusajan pitämistä kohtuullisena, joten hyvät suhteet alihankkijoihin ovat tärkeässä asemassa, jotta asiakastyytyväisyys pystytään pitämään korkealla. (Hokkanen & Virtanen 2021, 76.)

2.3.3 ABC-analyysi

Kaikki tuotteet eivät ole yhtä arvokkaita yrityksen liiketoiminnan kannalta. Etenkin materiaali virtauksen sekä varaston valvontaperiaatteita kehittäessä on tärkeää tietää, millainen resursointi kullekin tuotteelle on liiketoiminnan kannalta optimaalisin. ABC-analyysillä pyritään luokittelemaan tuotteet niiden tärkeyden perusteella. Pääasiallisesti kyseistä analyysiä käytetäänkin materiaali virtojen analysointiin ja se perustuu raaka-ainevaraston vuosikulutusten mukaiseen nimikkeiden luokitteluun. Analyysin perustana on 20/80-sääntö, jossa 20 % nimikkeistä vastaa 80 % vuosittaisesta kulutuksesta. Nimensä mukaisesti analyysissä käytetään yleensä kolmea eri luokkaa eli A, B ja C luokkaa. A-luokassa ovat nimikkeet, joiden vuosikulutus on suurin ja joiden osuus nimikemäärästä on esimerkiksi 15 %. B-luokan osuus nimikemäärästä voi puolestaan olla 30 % ja C-luokan 55 %, jossa ovat vuosikulutukseltaan pienimmät nimikkeet. (Haverila ym. 2009, 457.)

20/80 – säännön kehittäjänä pidetään italialaista Vilfredo Paretoa, jonka nimellä kyseistä sääntöä yleensä kutsutaan. Etenkin ABC-analyysissä tehdessä tutkitaan yleensä Pareto-käyrää, jossa kuvataan esimerkiksi myynnin kumulatiivista kertymää. Havainnollistava esimerkki Pareto-käyrästä ja siihen pohjautuvasta ABC-analyysistä on esitetty kuvassa 3. (Sakki 2009, 90.)



Kuva 3. Pareto-käyrä (muokattu lähteestä Logistiikan maailma 2024c)

Muunnelma ABC-analyysistä on Xyz-analyysi, jossa luokitteluperusteena käytetään myynnin tai kulutuksen tapahtumamääriä. Myös tässä muunnelmassa perusteena on 20/80-sääntö. Kyseistä analyysiä pystytään parhaiten hyödyntämään tavaran käsittelyä kehitettäessä eli esimerkiksi varastopaikkoja määriteltäessä. Tällöin X-luokassa olevat nimikkeet sijoitellaan varastossa niin, että niiden keräily olisi mahdollisimman vaivatonta. (Sakki 2009, 96.)

Kaikkiin laskennallisiin tunnuslukuihin on kuitenkin suhtauduttava kriittisesti. Esimerkiksi ABC-analyysi vastaa aina menneeseen kysyntään, sillä laskennassa käytettävät luvut ovat aina menneeltä ajalta, jolloin kysynnän muuttuessa eri nimikkeiden tärkeysjärjestys voi vaihtua hyvinkin nopeasti. Analyysi ei myöskään ota huomioon sitä, että jotkut tuotteet voivat asiakkaan kannalta olla kriittisiä, vaikka niiden myynti olisi pieni. Tämän tyyppisten tuotteiden pitäminen varastossa on asiakastytyväisyyden takaamiseksi tärkeää. Tuotteiden tärkeysjärjestely vaatii siis laskennallisten analyysien lisäksi vahvaa ammattitaitoa ja tietämystä kyseisestä alasta. (Sakki 2009, 92.)

2.3.4 Varastopaikkajärjestelmät

Tietojärjestelmien lisäksi varastonhallinnassa on tärkeää olla selkeä varastopaikkajärjestelmä. Nämä kaksi eivät yleensä ole erillisiä kokonaisuuksia vaan toimivat yhdessä. Paikkajärjestelmällä ei ole väliä, jos nimikkeiden paikannus ei ole tehokasta ja yleensä tehokkuus saavutetaan parhaiten tietojärjestelmiä käyttämällä. Toisaalta myöskään hyvä tietojärjestelmä ei korvaa hyvää varastopaikkajärjestelmää.

Yleinen käytäntö paikkajärjestelmälle on aktiivi- ja reservipaikkajärjestelmä. Aktiivipaikat tarkoittavat hyvin saavutettavissa olevia varastopaikkoja, esimerkiksi alimpia hyllytasoja, joista keräily tapahtuu. Reservipaikat toimivat taas täydennysvarastoina aktiivipaikoille. Sijainniltaan kyseiset paikat ovat vaikeammin tavoitettavissa esimerkiksi varaston ylähyllyillä. Tavaran sijoitteluun on myös olemassa

kiinteä- ja vaihtuvapaikkajärjestelmä. Kiinteäpaikkajärjestelmässä on nimensä mukaisesti jokaisella tuotteella oma paikkansa. Kyseinen järjestelmä on tehokas, jos volyymi ei vaihtele paljoa. Jos volyymin vaihtelu on suuri, voi vaihtuvapaikkajärjestelmä olla tehokkaampi vaihtoehto. Kyseisessä järjestelmässä tuotetta voi olla useassa eri paikassa, sillä tavara laitetaan aina vapaana olevaan paikkaan. Tässä järjestelmässä korostuu tietotekninen järjestelmä, johon tavaroiden paikat merkitään. Kahta kyseistä paikkajärjestelmää on myös mahdollista yhdistää muun muassa siten, että reservipaikoilla käytetään vaihtuvapaikkajärjestelmää ja aktiivipaikoilla olisi käytössä kiinteäpaikkajärjestelmä. (Logistiikan maailma 2024d)

Nimikkeiden tehokkaan paikannuksen edellytyksenä on osoitteisto, josta tuotteiden sijainti nähdään. Osoitteisto on yleensä näkyvissä hyllypaikkakartassa tai layout piirustuksessa. Osoitejärjestelmästä hyvä esimerkki on se, että käytävät merkitään aakkosilla ja varastopaikat merkitään numeroilla. Lisäksi käytävät jaetaan parillisiin ja parittomiin puoliin ja hyllyt merkitään korkeussuunnassa aakkosten mukaan. Osoitejärjestelmässä ei ole olennaista minkä mukaan hyllyjä merkitään vaan se, että osoitteisto on järjestelmällinen ja selkeä. Tämä helpottaa tavaroiden keräilyä ja näin ollen varaston palveluaste on suurempi. (Hokkanen & Virtanen 2021, 95–97.)

2.4 Varastosuunnittelu

2.4.1 Lähtökohdat ja vaiheet

Kun varastoa lähdetään suunnittelemaan alusta asti, on helppo valita kyseiselle tilanteelle sopiva varastotyyppi ja varastotekniikka, sillä vaihtoehtoja on enemmän. Kyseiset käyttötarpeet kuitenkin antavat aina raamit varastoinnin suunnitteluun. Jotta päästäisiin tehokkaimpaan lopputulokseen, on otettava huomioon useita eri asioita ennen kuin suunnitelmaa lähdetään toteuttamaan. Suunnitteluvirheet ilmenevät vasta toteutusvaiheessa, joten tämän takia varaston suunnittelussa kannattaa edetä järjestelmällisesti.

Logistiikan maailma (2025c) sivuston mukaan varaston suunnitteluvaiheet voidaan jakaa karkeasti seuraaviin vaiheisiin:

1. Suunnittelun perusteet: vastuukysymykset, toiminnot, materiaalivirrat, volyymit, tulevaisuus.
2. Tekniikka: kalusto ja varastointilaitteet.
3. Tilantarvelaskelmat: säilytyspaikkojen määrittely, pinta-ala, korkeus.
4. Layout suunnittelu: toimintojen sijainti, mitoitus, virtauksen hallinta.
5. Varastorakennuksen vaatimukset: rakennustekniset vaatimukset, jätehuolto, kierrätys.
6. Lopullisen suunnitelman hyväksyminen: luonnospiirustukset ja vaihtoehtojen analysointi.

Suunnittelussa on tärkeää tietää varastoinnin käyttötarkoitus eli se mitä tavaraa varastoidaan, mikä sen volyymi ja kiertonopeus tulee olemaan. Päällimmäiset tavoitteet ovat, että tarvittaville toiminoille on tarpeeksi tilaa ja että materiaalivirtaus sekä tuotenimikkeiden sijoittelu on järkevä. Varastosuunnittelun lähtökohdiana onkin varaston käyttötarpeen arviointi. Tähän vaikuttaa muun muassa varaston sijainti toimitusketjussa ja varastoitavan tuotteen ominaisuudet. Esimerkiksi se, onko kyseessä raaka-aine- vai valmistuotevarasto, vaikuttaa varaston eri toimintoihin muun muassa infor-

maation tarpeeseen ja toimitusten eräkokoon. Tämä puolestaan vaikuttaa tilantarpeeseen. Tilantarpeeseen vaikuttaa myös varastoitava tuote ja sen pakkaus- ja kuljetusmuodot. Jos pakkausmateriaalia on paljon, täytyy sille suunnitella oma tilansa sekä myös pakkauksesta tulevalle pakkausjätteelle jätteenkierrätyspiste. Käyttötarpeen arvioinnissa myös esimerkiksi asiakastarve on huomioitava. Yritysasiakkailla palveluvaatimus on usein suurempi kuin kuluttajilla. Hyvän palvelun takaamiseksi täytyy varaston sijainti suunnitella niin, että se on tarpeeksi lähellä asiakasta ja että logistiikka on täsmällistä. (Logistiikan maailma 2018)

Kun suunnittelun perusteet ovat tiedossa sekä tarvittavat laskelmat tehty, voidaan aloittaa varaston layout suunnittelu. Layout tarkoittaa pohjapiirustusta eli suunnitelmaa siitä, miten eri tavarat ja toiminnot sijoittuvat kyseisessä tilassa. Yleensä yksinkertainen layout suunnitelma tehdään jo suunnittelun alkuvaiheessa, mutta lopullinen layout suunnitelma tehdään vasta kun tarkemmat tiedot, muun muassa materiaalivirtauksesta, on tiedossa. Tehokkuuden kannalta tavoitteena on se, että varastoitavaa tavaraa liikuteltaisiin mahdollisimman vähän. Lean ajattelun mukaan hukkaa on vältettävä ja varastoinnissa suurin oleellinen hukka on aikahukka, joka syntyy tavaroiden ylimääräisestä siirtelystä. (Logistiikan maailma 2024b)

Yksi layout suunnittelun tärkeimmistä osa-alueista on työturvallisuuden takaaminen. Tähän liittyy muun muassa kulkureittien suunnittelu ja mitoittaminen. Käytetyt trukit ja kuljetettavan tavarankoko vaikuttavat trukkiikäytävien mitoittamiseen. Tämän lisäksi on huomioitava se, että trukkiikäyvät ja jalkakäytävät on merkattava erikseen, ja suunniteltava ne niin, että yhteentörmäys ei olisi mahdollinen. Yleisesti henkilöliikenne tulisi suunnitella niin, että jalkakäytävien sijainnit olisivat mahdollisuuksien mukaan kaukana trukki liikenteestä. Trukilla ajettaessa näkyvyys ei aina ole paras mahdollinen, joten valaistukseen ja näköesteiden poistamiseen on kiinnitettävä huomiota. Työturvallisuutta voidaan lisätä myös muun muassa lisäämällä kulmauksiin peilit trukki kuskien näkökentän laajentamiseksi. (Logistiikan maailma 2025c)

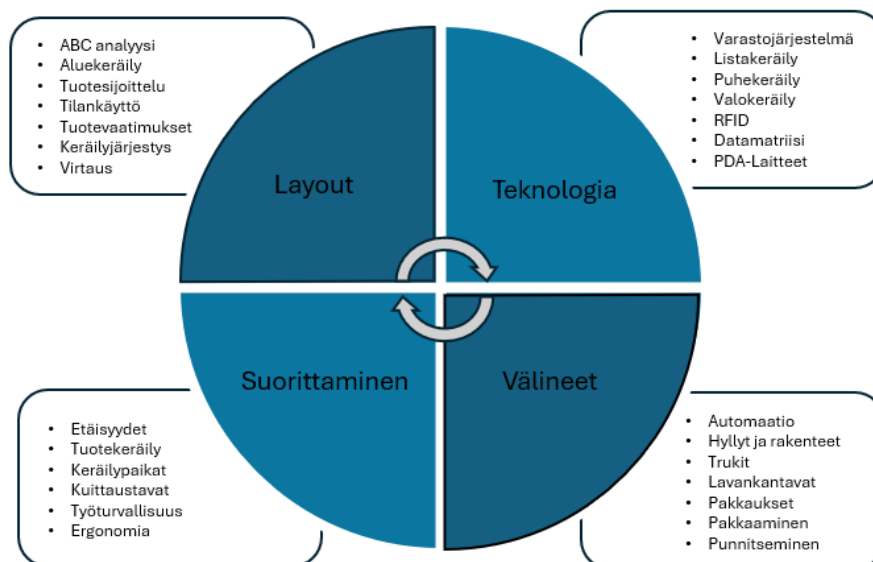
Layoutin lisäksi tulee varastolle suunnitella varastojärjestelmä ja -tekniikka. Esimerkiksi se mitä kallempia varastossa käytetään, riippuu paljon varastoitavista tuotteista ja niiden ominaisuuksista. Yksinkertaisin tilanne on silloin, jos varastossa voidaan käyttää vain yhdentyyppistä hyllyratkaisua. Esimerkiksi kuormalavavarastossa ei tyypillisesti tarvita muuta kuin kuormalavahyllyjä tai, jos tuotteet on mahdollista pinota päällekkäin, ei hyllyille välttämättä ole tarvetta lainkaan. Yleensä kuitenkin varastoitavat tuotteet ovat erityyppisiä, joten myös erilaiset hyllytyypit ovat välttämättömät. Hyllyratkaisuja suunniteltaessa on tärkeää ennakoita niiden tilantarve ja kantavuusvaatimukset. Myös tavarankuljetus on oleellinen osa varastotekniikan suunnittelua. Kuljetus tehdään yleisimmin trukeilla, etenkin painavimpien tuotteiden ja pakkausten tapauksissa. Erilaisia trukkityyppisiä on useita ja niiden valintaan vaikuttaa nostokyvyn- ja -korkeuden vaatimukset sekä käyttöolosuhteet. (Logistiikan maailma 2025a)

Varaston suunnittelu on helpompaa, jos luodaan uutta tuotantotilaa. Yleensä varastosuunnittelu tehdään kuitenkin jo valmiille varastolle, jolloin valmista tilaa pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Valmis tila tuo tietysti omat rajoitteensa varaston suunnitteluun. Varaston suunnittelu ei kuitenkaan yksin riitä, vaan varastoja on jatkuvasti seurattava ja kehitettävä, että ne pystyvät parhaiten vastaamaan yrityksen muuttuviin tilanteisiin.

2.4.2 Varaston kehittäminen

Yleensä varaston kehittämistarpeeseen havahdutaan, kun varasto ei pysty vastaamaan tuotannon tai asiakkaan tarpeisiin. Tämä näkyy yleensä jälkitoimitusmäärien ja peruttujen tilauksien kasvuna sekä asiakastyytyvyyden laskuna. Muita varastoinnin kehittämisen ajureita voivat olla varastointikustannusten kasvu, tilanpuute ja kiertonopeuksien voimakkaat vaihtelut. Jotta varastoa voidaan kehittää, on sen suoritusta jatkuvasti mitattava. Tämä tehdään yleensä painottaen varastoinnin tärkeimpiä toimintoja ja tärkein huomioitava asia on aina työturvallisuus. (Logistiikan maailma 2025c)

Optimaalisessa tilanteessa varastoinnin kehittämiseen kiinnitetään huomiota jo enne kuin piilevät ongelmat tulevat esille. Ennen kuin varastoa pystytään kehittämään, on tiedettävä sen tehokkuuteen vaikuttavat tekijät. Priorisoimalla kyseiselle varastotyyppille kriittiset tekijät ja resursoimalla pääomaa kehitettäviin kohteisiin saadaan aikaan optimaalisin lopputulos. Kuvassa 4 on esitettyinä varaston tehokkuuteen vaikuttavat tekijät ja näin ollen myös parhaimmat kehityskohteet.



Kuva 4. Varaston tehokkuuteen vaikuttavat tekijät (muokattu lähteestä Logistiikan maailma 2025c)

Pääasiallisesti onnistuneessa varaston kehityksessä keskitytään tilan ja työvälineiden käytön maksimointiin sekä työn laadun optimointiin. Vastaavasti operatiivisia kustannuksia ja ylimääräistä tavaroiden käsittelyä olisi minimoitava. Varaston eri toiminnoista täytyisi saada aikaan toimiva kokonaisuus. (Logistiikan maailma 2025c)

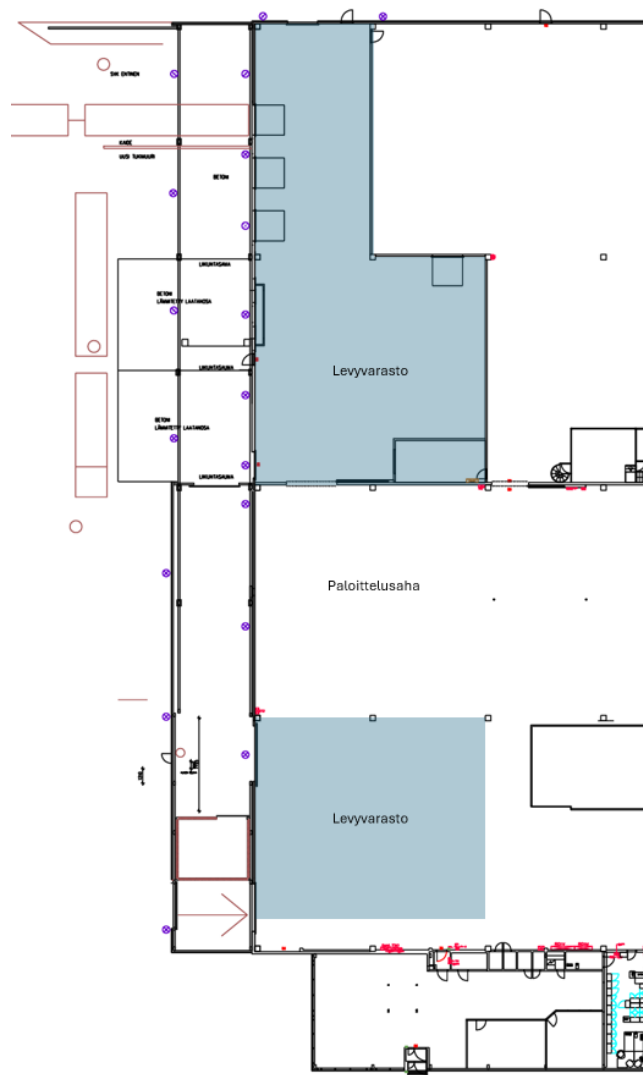
3 TOTEUTUS

3.1 Lähtötilanne

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla varastoon sekä varastonohjausjärjestelmään. Opinnäytetyön aiheena ollut levyvarasto on tyypiltään kuormalavavarasto, jossa käytetään hyllytöntä varastointia.

Teoriassa hyllytön varastointi on halvin vaihtoehto. Sen ongelma on kuitenkin se, että lavojen päällekkäin pinoamisella on rajoituksia työturvallisuussyistä, jolloin tavaran ja katon väliin jää tyhjää tilaa. Näin ollen varaston tilankäyttö ei välttämättä pääse potentiaaliseen tasoonsa. (Logistiikanmaailma 2024a)

Varasto itsessään jakaantuu käytännössä kahteen alueeseen eli itse levyvarastoon sekä paloittelusahan vieressä olevaan tilaan, jossa pääasiassa säilytetään avattuja nippuja ja eniten meneviä tuotteita. Näiden kahden varaston väliä pääsee kulkemaan trukkikäytävän kautta. Kuvassa 5 on esitettyä varaston pohjapiirustus.



Kuva 5. Pohjapiirustus

Levyvarastossa ei alun perin ollut minkäänlaista paikkajärjestelmää vastaan otettaville tuotteille, vaan lasti purettiin aina sinne missä oli tilaa, eikä tavaroiden paikkoja merkattu mihinkään järjestelmään. Tämä johti muun muassa siihen, että samaa tuotetta oli useassa eri paikassa, joka taas aiheutti aikahukkaa tuotteita etsittäessä ja käytännön ongelmia tavaraa kuljetettaessa tuotantoon. Kuvassa 6 näkyy esimerkki varaston tilasta ennen opinnäytetyön tekemistä. Nippuja jouduttiin usein myös siirtelemään, koska tarvittava tuote oli muiden tuotteiden takana. Tämä taas vie turhaan aikaa ja hidastaa yleisesti tuotantoa ja näin ollen aiheuttaa ylimääräisiä työvoimakustannuksia yritykselle. Varastosta ei myöskään ollut poistettu vanhentuneita tuotteita, joille ei ollut enää kysyntää. Parhaimmillaan varastosta löydettiin avaamaton nippu levyjä, jotka oli toimitettu yritykselle vuonna 2018.



Kuva 6. Levyvarasto

Myöskään paloittelusahan vieressä olevassa varastotilassa ei ollut paikkajärjestelmää. Esimerkki alkuperäisestä tilanteesta on esitetty kuvassa 7. Alueella säilytetään pää asiassa avattuja nippuja, joiden siirteleminen kapeampia käytäviä pitkin ilman oikeanlaista kiinnitystä olisi turvallisuusriski. Nippujen avaaminen ja sitominen useaan kertaan vie aikaa, joka on pois muusta tuotannon toimin-

nasta, joten avatut niput on pyritty säilyttämään lähellä paloittelusahaa. Alueelle oli kuitenkin ajansaotossa jäänyt paljon tuotteita, joiden menekki oli vähentynyt huomattavasti. Tämä johti siihen, että useissa torneissa oli yksittäisiä käyttämättömiä levyjä, jokainen omilla lavoillaan, joka puolestaan vei huomattavan paljon tilaa. Tilan puutteen takia kuorman purku tehtiin käytäville tai käyttämättömien tuotteiden eteen. Molempiin levyvarastoihin purettiin myös tavaroita, jotka ovat myöhemmin menossa muun tuotannon käyttöön.



Kuva 7. Varaston lähtötilanne

Varastonohjauksessa käytettiin samaa järjestelmää kuin tuotannon ohjauksessa eli Oscar WMS järjestelmää. Järjestelmässä levynimikkeet on luotu niin, että ostetuille levyille on omat nimikkeensä ja jokaiselle levymateriaalille on erikseen neliöhinnalla oleva hinnoittelunimike. Järjestelmässä kulutetaan siis neliöitä, ja valmistettavien tuotteiden hinnoittelu tapahtuu materiaalin neliöhinnan mukaan. Ostettaessa levyjen koko on kuitenkin vakio ja ostetussa levymateriaalissa hinta määräytyy levyjen kappalemäärän mukaan, joten tästä syystä järjestelmässä käytetään kahdenlaisia nimikkeitä.

3.2 Varastokartoitus

3.2.1 Nimikkeistökartoitus

Varastonohjausjärjestelmää tutkittaessa huomattiin järjestelmässä olevan vanhentuneita nimikkeitä, joita ei enää käytetä tuotannossa, eikä niitä myöskään ole varastossa. Tämä aiheutti sen, että inventaariolistassa nimikkeiden määrä oli todellista varastotilannetta paljon suurempi. Vanhentuneet nimikkeet käytiin läpi ja varmistettiin ettei niitä ollut varastossa. Tämän jälkeen kyseiset nimikkeet lakkautettiin järjestelmästä. Vastaavasti etsittiin vanhentuneita levynimikkeitä vastaavat hinnoittelunimikkeet ja poistettiin nekin järjestelmästä. Lopullinen inventaariolista pieneni kymmenestä sivusta kuuteen sivuun.

Haasteena oli myös erikoisväreillä olevat levyt, joille ei ollut nimikettä järjestelmässä. Nimikkeiden ja rakenteiden luonti järjestelmään vie aikaa, joten resursseja ei kannata tuhjata kyseiseen toimintaan, jos kyseistä tuotetta menee verrattain vähän. Ongelma kuitenkin syntyy siinä, ettei ole varmuutta siitä, miten paljon erikoislevyjä varastossa on, koska nimikkeitä ei ole järjestelmässä eikä niillä näin ollen ole minkäänlaista valvontajärjestelmää. Tällöin oston tapahtuessa täytyisi aina käydä varastossa tarkistamassa, että kyseistä materiaalia on saatavilla. Tämä taas vie aikaa etenkin, kun kyseisille tuotteille ei ole selkeää paikkajärjestelmää. Kyseiseen ongelmaan pyrittiin löytämään yksinkertainen ratkaisu. Varastossa olevista levyistä tehtiin lista Excel -sovellukseen, josta varastosaldoja on helppo korjata manuaalisesti kysynnän muuttuessa. Kyseisen listan perusteella on myös helppo tehdä inventaario. Manuaalisessa saldomuokkauksessa saattaa kuitenkin helpommin tulla virheitä, joten ajoittaisen inventaarion tekeminen korostuu varastosaldojen paikkaansa pitävyyttä katsottaessa. Myöhemmin layout suunnittelussa kyseisille tuotteille pyrittiin myös määrittämään tietty paikka varastossa, jolloin inventaario on helpompaa.

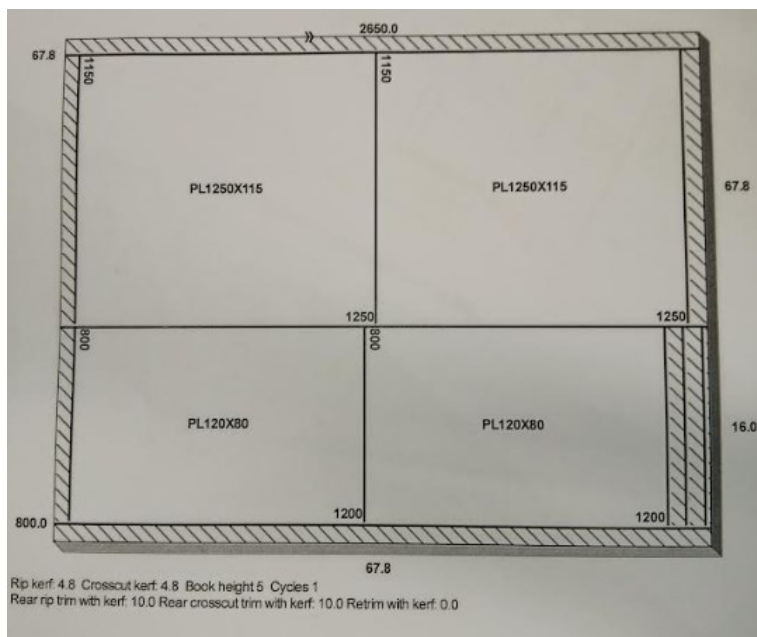
3.2.2 Poistettavat tuotteet ja niiden hyötykäyttö

Opinnäytetyön aikana oli tiedossa tuotteita, jotka lakkautettiin ja joista varastoon jäivät raaka-aineet olisi saatava mahdollisimman hyvin hyödynnetyksi tuotannossa, jotta edes osa materiaalien arvosta saataisiin takaisin. Tuotevalikoimasta poistettuja värejä oli kolme eri nimikettä, joiden kaikkien poistettaviin raaka-aineisiin kuului levyt ja listat. Levyjä oli 94 kpl kokoa 2655x2100x18 ja 53 kpl kokoa 2800x2100x18. Listoja oli yhteensä 2186 metriä.

Yksi vaihtoehto raaka-aineiden hyötykäyttöön olisi ollut niiden myyminen halvennettuun hintaan. Kysyntää ei kuitenkaan kyseisille tuotteille ole, joten idea ei ollut toteutuskelpoinen. Toinen vaihtoehto oli tehdä raaka-ainelevyistä pakkauslevyjä. Vaihtoehdon huono puoli on se, ettei listoja pystytä hyödyntämään mitenkään.

Pakkauslevyjen tekeminen oli vaihtoehtoista käyttökelpoista, joten sen rahallista hyötyä ruvettiin laskemaan. Käytettyjä pakkauslevyjä on tuotannossa kolmen kokoisia 2450x1250, 1250x1150 ja 1200x800. Raaka-aineiden ostohinnoista ja pakkauslevyjen hinnoista tehtiin taulukko, johon laskettiin eri vaihtoehdot sille, mitä pakkauslevyjä levyistä kannattaisi valmistaa ja mistä vaihtoehdosta yritys hyötyy rahallisesti eniten. Taulukossa laskettiin myös pinta-alallisesti, monta pakkauslevyä kustakin raaka-ainelevystä saadaan ja mikä hukkaprosentti niiden valmistuksessa on.

Laskelmien perusteella pohdittiin eri vaihtoehtoja ja tultiin tulokseen, että paras vaihtoehto on tehdä aina yhdestä levystä kaksi kappaletta 1250x1150 kokoisia pakkauslevyjä ja kaksi kappaletta 1200x800 kokoisia pakkauslevyjä. Levystä tehtiin paloittelukaavio, jonka mukaan pakkauslevyjä tehdään. Paloittelukaavio on esitetty kuvassa 8. Kyseisellä tavalla materiaalihukkaa tulisi vähiten eli vain 13,84 % ja vaihtoehto on myös rahallisesti järkevin. Kyseisellä tavalla levyjen ostohinnasta saadaan 97,75 % takaisin. Tuotantoon ei myöskään tarvitse ostaa erikseen lisää pakkauslevymateriaaleja, koska entisiä levyjä pystytään hyödyntämään. Tämä säästää ainakin yhden rekkalastillisen kuljetus- ja ostokustannukset.



Kuva 8. Paloittelukaavio

Kyseisessä vaihtoehdossa ei kuitenkaan pystytä hyödyntämään listoja, joten niistä tulee automaattisesti hävityskustannuksia. Levyjen arvo on kuitenkin huomattavasti suurempi kuin listojen, joten raaka-aineiden kokonaisarvosta pystyttiin hyödyntämään kokonaisuudessaan 88,96 %.

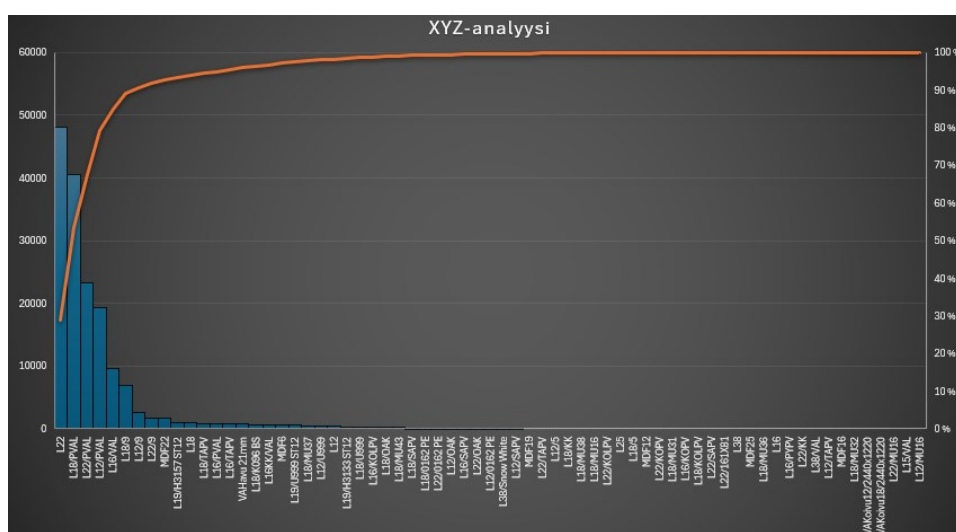
3.3 ABC-analyysi

Varaston materiaaliavirtojen analysointiin ja eri tuotteiden valvontamenetelmien valinnassa käytettiin ABC-analyysiä. Laskelmat tehtiin tuotteen vuosittaisen myynnin mukaan. Vertailun vuoksi tehtiin myös erillinen XYZ-analyysi tuotteiden tapahtumamäärien mukaan, jonka perusteella voitiin paremmin arvioida eri nimikkeiden varastokiertoa. Tiedot tuotteiden hinnoista ja kulutuksista saatiin ladattua Oscar järjestelmästä. Itse analyysit tehtiin Excel-sovelluksella. Raja-arvoina ABC-analyysissä käytettiin A luokalle 70 % myyntivolyymistä, B luokalle 20 % myyntivolyymistä ja C luokalle 10 %.

ABC-analyysistä päästiin näkemään tärkeimmät tuotteet. Yritys pystyy näin ollen kiinnittämään enemmän resursseja tärkeimpien tuotteiden varastosaldojen valvontaan, kun taas vähemmän menneville tuotteille voidaan keksiä yksinkertaisemmat valvontamenetelmät. Analyysi ei kuitenkaan anna täysin oikeanlaista viitettä tuotteiden tärkeydestä, koska tuotannossa on myös tuotteita, joita täytyy

pitää varastossa takuulupausten takia, vaikka tuote itsessään olisi jo lakkautettu. Kyseiset materiaalit eivät kierrä ja ne sitovat varastopääomaa, mutta asiakaslupausten takia niiden säilyttäminen on välttämätöntä.

Tehdystä XYZ-analyysistä oli hyötyä myös layout suunnittelussa, sillä siitä saatiin selkeä kuva eri nimikkeiden materiaalikierrosta, ja näin ollen pystyttiin priorisoimaan nimikkeet, joiden menekki on suurinta. Analyysissä käytettiin raja-arvoina X luokalle 80 % tapahtumamääristä, Y luokalle 15 % ja Z luokalle viimeiset 5 % tapahtumamääristä. Nimikkeet pyrittiin sijoittamaan varastoon niin, että kiertävimmät materiaalit eli X luokkaan kuuluvat nimikkeet olisivat helpoiten saatavissa, kun taas vähiten kiertävät materiaalit eli C luokkaan kuuluvat nimikkeet voitiin sijoittaa hankalammin saavutettavissa oleviin paikkoihin. XYZ-analyysistä saatu pareto-käyrä on esitettyinä kuvassa 9.



Kuva 9. XYZ-analyysi

3.4 Layout suunnittelu

3.4.1 Lähtökohdat

Layout suunnittelussa käytettiin Visual Components-ohjelmaa. Koska kyseessä on kuormalavavarasto, jossa pystytään hyödyntämään hyllytöntä varastointia, ei itsessään hyllyjen sijoittelua varastoon tarvitse suunnitella. Layout suunnittelun pääpiste on levytornien sijoittelu varastoon niin, että tilankäyttö saadaan parhaiten optimoitua. Kyseisen varastotyypin layoutia suunnitellessa täytyy myös ottaa huomioon se, että alueella kuljetaan pääasiallisesti trukilla. Siirreltävät levyniput ovat suuria, joten trukikäytävien täytyy olla tarpeeksi leveät.

Layout suunnittelua aloittaessa oli muutama asia, joka tuli ottaa huomioon. Ensinnäkin avatut levyniput tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle paloittelusahaa, sillä avattujen nippujen siirtely kapeilla käytävillä aiheuttaa työturvallisuusriskin. Jos avattuja nippuja haluttaisiin siirrellä, olisi ne sidottava kiinni, joka puolestaan luo lisää turhaa työtä ja vie aikaa. Toinen tavoite oli saada saman levytyypin levyt, eli esimerkiksi MDF tai lastulevyt, vierekkäin. Layout on suunniteltava myös niin, että varastossa pystyy helposti kulkemaan trukilla työturvallisuus huomioon ottaen. Suunnittelua rajaa myös levyjen eri koot sekä itse varastotilassa olevat eri toiminnot, kuten palosammutusjärjestelmä.

Lähtötietojen pohjalta lähdettiin suunnittelemaan eri layout vaihtoehtoja. Eri nimikkeiden sijoittelussa auttoi aiemmin tehty XYZ-analyysi, jonka perusteella pystyttiin arvioimaan kiertävimmät tuotteet. Layout suunnittelussa ei ollut tarkoitus etsiä joka nimikkeelle omaa paikkaa, vaan eri tyyppin levyille määriteltiin niiden pääasiallinen sijoituspaikka. Varastossa on kuitenkin käytössä vaihtuvapaikkajärjestelmä, joten nimikkeiden paikat tulevat väkisin muuttumaan. Tavoitteena oli kuitenkin määrittellä paikat kierron mukaan niin, että eri levytyypit pysyvät samalla alueella.

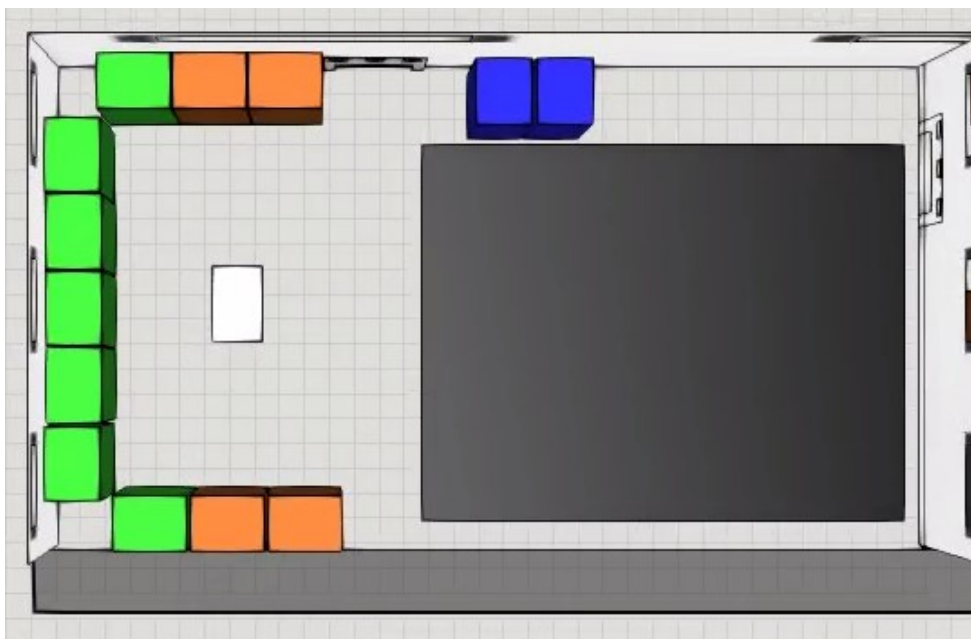
Suunnitteluvaiheessa haastateltiin myös trukkikuskeja, siitä mikä heidän mielestään olisi tärkeää huomioida layout suunnittelussa ja mitä mahdollisesti olisi hyvä kehittää. Vastaavasti valmiit layout vaihtoehdot esitettiin trukkikuskeille ja työnjohdolle, jonka jälkeen yhteisymmärryksessä valittiin toteutettava vaihtoehto.

3.4.2 Vaihtoehdot ja valintaperusteet

Lähtötietojen perusteella aloitettiin layout suunnittelu. Layoutista tehtiin useampi eri versio, joista valittiin lopuksi paras vaihtoehto. Layout vaihtoehdot tehtiin erikseen itse levyvarastoon sekä paloittelusahan vieressä olevaan varastotilaan. Layout kuvissa tumman harmaalla merkatut alueet ovat koneille varattuja alueita eli näillä tarkoitetaan paloittelusahaa ja levyvarastossa olevaa paineilma kompressoria. Vaaleammalla harmaalla on merkattu jalkakäytävä. Paloittelusahan viereen valkoisella on merkitty alue, jossa nippuja on mahdollista käsitellä ennen niiden viemistä paloittelusahalle. Layout kuviin on merkittynä myös muut suunnittelua rajoittavat tekijät, kuten ovet ja palosammuttimet.

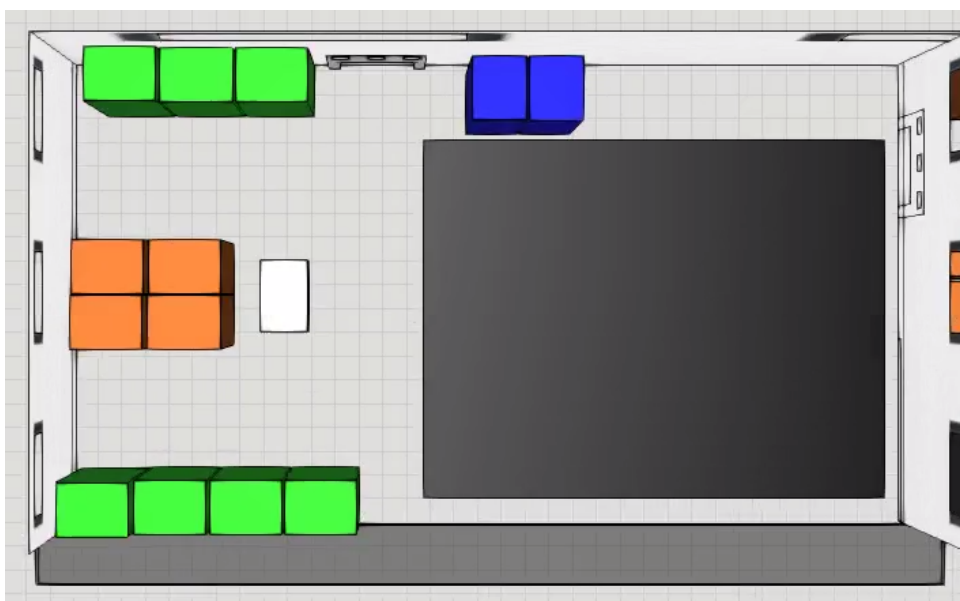
Paloittelusahan vieressä olevan alueen layout suunnittelua rajoitti eniten itse paloittelusaha sekä sen viereen jätettävä tila nippujen koneeseen nostamista varten. Etenkin levytornien sijoittaminen takaseinälle oli haastavaa, sillä oven ja seinän väliin saatiin mahtumaan ainoastaan kolme tornia ja käyttämätöntä tilaa jäi pakosti seinän ja levytornien väliin. Suunnittelussa paloittelusahan takana säilytettävät raakalevyt puolestaan päätettiin säilyttää kyseisellä paikallaan, sillä ne mahtuivat siihen kokonsa puolesta täydellisesti. Raakalevyjen paikan säilyttäminen oli myös yksi trukkikuskeilta saatu mielipide suunnittelua aloitettaessa. Kuvissa sinisellä on merkattu raakalevyjen paikat, jotka pidetään molemmissa vaihtoehdoissa samana. Vihreällä puolestaan on merkattu ne alueet, jotka on varattu avatuille levynipuille. Ruskealla on merkattu levytornit, joihin sijoitetaan kiertävimmät nimikkeet.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa (kuva 10) levytornit ja nippujen käsittelyalue sijoitettiin niin, että alueelle muodostuu U-muotoinen trukkikäytävä, jolloin materiaalivirtaus on jouhevaa. Kyseisessä vaihtoehdossa alueen nurkkiin jää kuitenkin tyhjää tilaa, jolloin tilaa ei voida käyttää optimaalisesti. Kävelyväylän vieressä olevaa tilaa voidaan mahdollisesti hyödyntää muuhun varastointiin, sillä käytävän puolelta on helppo päästä ottamaan tavaraa kyseisestä nurkasta. Levytornien takana olevat suojaraudat estävät myös nippujen kaatumisen käytävän puolelle, joten työturvallisuusriskiä ei pääse syntymään. Huomioitavaa on, että alueella ei myöskään ajeta trukilla silloin kun nippuja käsitellään, joten nippujen käsittelyalueen sijaitseminen varaston keskellä ei tuota turvallisuusriskiä. Vaihtoehdossa avatut levyniput on sijoitettu kauimmaksi paloittelusahasta. Näin ollen kiertävimmät nimikkeet ovat lähimpänä paloittelusahaa, josta ne on helppo siirtää käsiteltäviksi.



Kuva 10. Varastoalueen layout vaihtoehto 1.

Toisessa vaihtoehdossa (kuva 11) levytornit on sijoitettu vaakariveihin niin, että keskimmaisessä rivissä olevat tornit ovat niin sanotut selkäpuolet vastakkain. Näin levytornien välille syntyy kaksi trukikäytävää. Kyseisessä vaihtoehdossa levytornien väliin jäävät trukikäytävät ovat avarat, mutta paloittelusahan ja keskimmäisten levytornien väliin jäävä alue on tarpeeseen nähden pieni, joten se tekee levyjen siirtelyn paloittelusahalle vaikeaksi. Tässä vaihtoehdossa aukaistuille levynipuille on varattu alueet varastoalueen reunoilta ja vastaavasti kiertävimmät nimikkeet ovat sijoitettuna alueen keskelle.

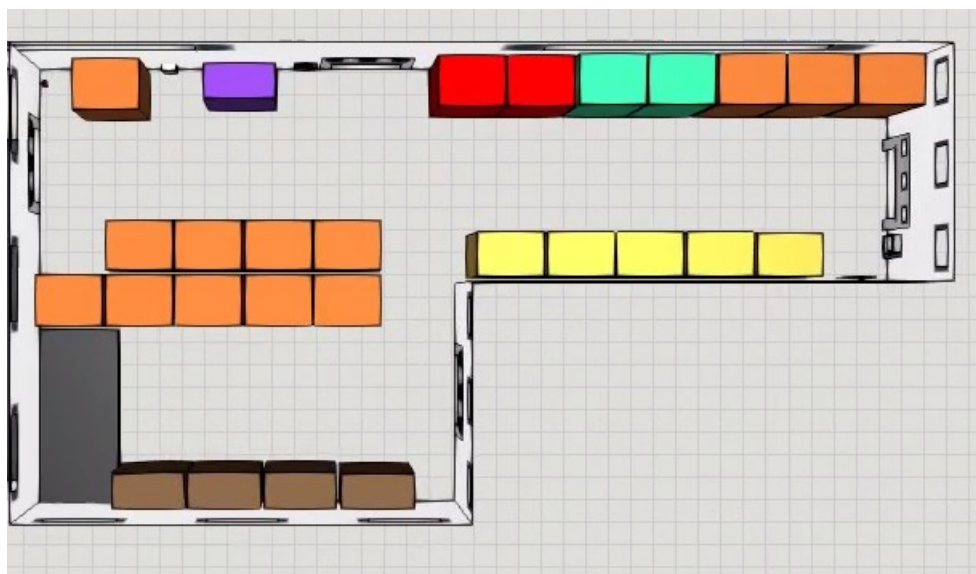


Kuva 11. Varastoalueen layout vaihtoehto 2.

Kummassakin vaihtoehdossa mahtuu sama määrä levyjä varastoon, joten sitä ei voitu käyttää layoutin valintaperusteena. Myös työturvallisuuden kannalta vaihtoehdoissa ei ole merkittäviä eroja. U-muotoisessa käytävässä näkyvyys on parempi, joten se osaltaan lisää työturvallisuutta, mutta koska alueella ei liiku kuin yksi trukkikuski kerrallaan, on tapaturman todennäköisyys pieni. Materiaalivirtauksen kannalta U-muotoinen trukkikäytävä on kuitenkin käytännöllisin vaihtoehto, joten layout vaihtoehdoista valittiin ensimmäinen. Kyseisessä vaihtoehdossa myös aukaistujen levytornien sijoittelu nähtiin järkevänä.

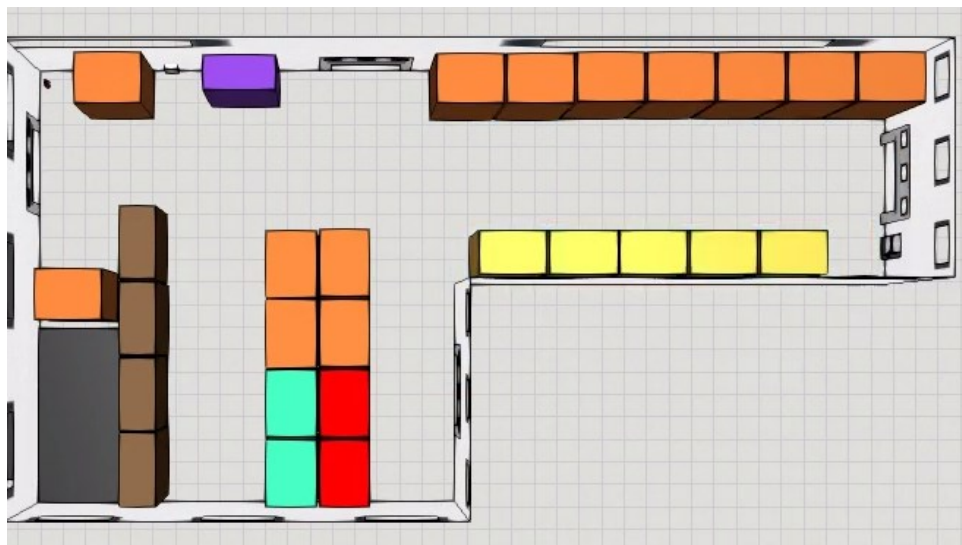
Itse levyvaraston puolella layout suunnittelua rajoitti useat ovet sekä kompressorille varattu alue. Nippujen sijoittelua hankaloitti niiden eri koot. Useassa tilanteessa nippujen leveydet eivät jaotu tasan vapaana olevan tilan mukaan, joten varastoon jää jonkin verran käyttämätöntä pinta-alaa. Tämän lisäksi yhdellä seinustalla olevalle sähkökaapille ja palosammuttimelle oli jätettävä oma tilansa, joka myös hankaloitti levytornien sijoittelua. Layout kuvissa punainen väri merkitsee MDF levyille varattua tilaa. Turkoosi puolestaan merkitsee vanereita ja violetti viilu-levyjä. Tumman ruskealla olevat levytornit merkitsevät erikoislevyjä, joista aiemmin tehtiin Excel-taulukko varaston valvontaa varten. Ruskealla värillä on merkitty lastulevypohjaiset levytornit, joiden koko on 2800x2100, ja keltaisella levytornit, joiden koko 2750x1830. Saman levytyypin eri nimikkeet puolestaan on sijoitettuna varastoon niiden kierron mukaan ja järjestystä voidaan muuttaa kysynnän vaihtuessa.

Ensimmäisessä layout vaihtoehdossa (kuva 12) levytornit sijoitettiin vaakariveihin pääosin varaston seinustoille. Lisäksi varaston keskelle tuli tornirivi, jossa levytornit ovat vastakkain. Erikoislevyt, joiden nimikkeet eivät ole järjestelmässä, on sijoitettuna levyvaraston takaseinän viereen. Levyjen pituus ei kuitenkaan jaotu tasaisesti saatavilla olevan tilan kanssa, joten nipun ja seinän väliin jää käyttämätöntä tilaa. Tilaa on kuitenkin mahdollista hyödyntää esimerkiksi työväliseinien varastointiin. Sujuvan materiaalivirtauksen aikaan saamiseksi varaston nurkkiin on sijoitettu nimikkeet, jotka kiertävät vähiten, ja näin ollen kiertävimmät nimikkeet ovat helpommin saatavissa.



Kuva 12. Levyvaraston layout vaihtoehto 1.

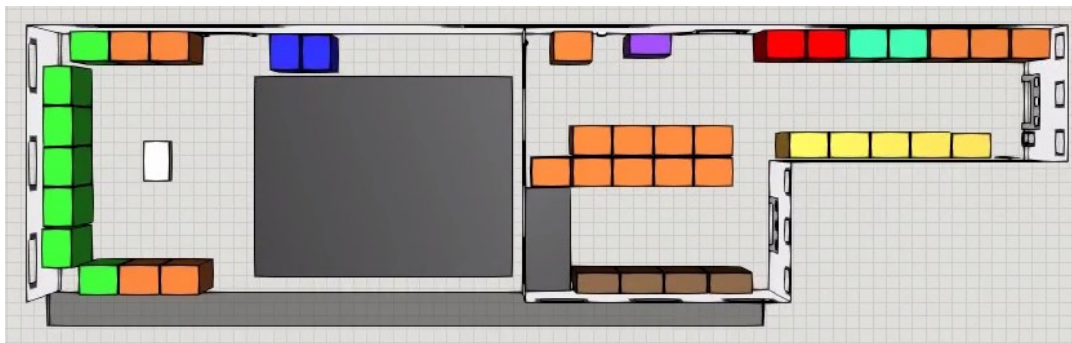
Toisessa layout vaihtoehdossa (kuva 13) osa levytorneista on sijoitettu pystyriveihin. Kyseisessä vaihtoehdossa käytävät olisivat kuitenkin liian kapeat. Tämä pystyittäisiin korjaamaan sillä, että kompressorin eteen sijoitettaisiin vain kapeita levyjä eli tässä tapauksessa erikoislevyt. Kompressorin eteen olisi joka tapauksessa laitettava suojaraudat niin, etteivät levyniput pääse kaatumaan kompressorin päälle. Suojarautojen ostaminen aiheuttaisi kuitenkin lisäkustannuksia yritykselle. Vaihtoehdossa on myös se huono puoli, että kompressorin edessä olevat levyt ovat hankalasti saatavissa. Myös tässä vaihtoehdossa levytornit on sijoitettu niin, että nurkkiin on sijoitettuna vähiten kiertävät nimikkeet.



Kuva 13. Levyvaraston layout vaihtoehto 2.

Molemmissa vaihtoehdoissa varaston oikeanpuoleinen varastotila on samanlainen, koska alueen muodon takia ei levyjen sijoitteluun ole montaa vaihtoehtoa. Molemmissa vaihtoehdoissa kompressorin edessä pidetään yhtä levytornia ja vaikka alueelle mahtuisi kaksi levytornia peräkkäin, olisi tarkimmaisista levyistä hankala ottaa käyttöön. Tyhjää aluetta voidaan kuitenkin hyödyntää lastia purkaessa tavaroiden väliaikaiseen sijoitteluun. Tämä edellyttää, että kyseisessä levytornissa pidetään vain vähiten kiertäviä nimikkeitä.

Levyvaraston layoutin valintakriteerit olivat selkeät. Ensimmäisessä vaihtoehdossa tila saadaan paremmin käyttöön, sillä kyseisessä vaihtoehdossa voidaan varastoon sijoittaa yksi levytorni enemmän kuin toisessa vaihtoehdossa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa levytornit on sijoitettu myös niin, ettei ylimääräisiä suojarautoja tarvitse ostaa, eikä yritykselle tule näin ollen lisäkustannuksia varastotarvikkeista. Tämän takia ensimmäinen vaihtoehto on selkeästi parempi ja se otettiin käyttöön. Valitut layout vaihtoehdot otettiin käyttöön ja saatiin lopullinen layout suunnitelma, joka on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Valittu layout

Lopullisessa layoutissa yhdistyi siis sekä paloittelusahan vieressä olevan alueen sekä itsensä levyvaraston ensimmäiset layout vaihtoehdot. Opinnäytetyön lopuksi valittu layout toteutettiin varastossa. Koska varastossa on rajallisesti tilaa, on käytössä vaihtuvapaikkajärjestelmä. Eri tyyppin levyt pyritään kuitenkin pääasiallisesti pitämään niille varatuilla paikoilla. Lavoihin on kirjoitettuna siinä olevat nimikkeet, joten tuotteiden löytäminen varastosta on helppoa. Paloittelusahan viereen on sijoitettuna kiertävimpien nimikkeiden aktiivipaikat ja kyseisten nimikkeiden reservipaikat ovat sijoitettuna levyvarastoon. Kysynnän muuttuessa eri nimikkeiden varastopaikkoja pystytään muuttamaan. Aiemmissä layout suunnitelmista poiketen käytännön toteutuksessa päätettiin vaihtaa muutamien levyjen paikkoja. Esimerkiksi vanerien ja MDF levyjen paikat muuttuivat hieman, mutta ne ovat edelleen sijoitettuna levyvaraston kyseiselle seinustalle. Layout suunnitelma oli siis, muutamia muutoksia huomioimatta, käyttökelpoinen.

4 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli levyvaraston tehokkuuden lisääminen ja tilankäytön optimoiminen. Tarkoituksena oli kehittää varaston layoutia niin, että materiaalivirtaus olisi mahdollisimman jouhevaa ja tavarat olisivat helposti löydettävissä. Opinnäytetyön alussa syvennyttiin teoriatietoon, jonka jälkeen aloitettiin käytännön osuus. Tähän kuului varastokartoitus, ABC-analyysin tekeminen sekä layout suunnittelu ja paikkajärjestelmän käyttöön ottaminen.

Opinnäytetyön käytännön osuus aloitettiin varastokartoituksella, jossa käytiin läpi nimikkeitä niin järjestelmästä kuin varastostakin. Ensimmäisenä vaiheena oli poistaa vanhat nimikkeet järjestelmästä. Tämän ansiosta inventaariolistasta saatiin turhat nimikkeet pois, joten lista lyheni kymmenestä sivusta kuuteen sivuun. Tämän ansiosta inventaario on jatkossa huomattavasti helpompaa. Niistä nimikkeistä, jotka eivät ole järjestelmässä, tehtiin Excel tiedosto, jonka pohjalta varastosaldoja on helppo tarkastella. Nyt kyseiset nimikkeet on myös mahdollista inventoida. Excel tiedosto ei kuitenkaan ole yhtä käytännöllinen kuin varastonohjausjärjestelmä ja se on alttiimpi inhimillisille virheille, mutta kyseisille tuotteille tapa on välttävä. Kokonaisuudessaan inventaariolistat ovat nyt tarkempia ja varastosaldoja on helpompi valvoa.

Varastokartoituksen yhteydessä varastosta poistettiin myös tuotevalikoimasta lakkautettujen nimikkeiden materiaalit. Kyseisille materiaaleille pyrittiin löytämään hyötykäyttö, jolla edes osa varastoon sitoutuneesta pääomasta saadaan takaisin. Käyttökohteiden välille tehtiin myös kustannuslaskelmat, joiden perusteella valittiin kustannustehokkain vaihtoehto. Levymateriaalista päätettiin tehdä pakkauslevyjä ja näin ollen varastoissa olevasta materiaaliarvosta saatiin 88,96 % takaisin. Vaihtoehdossa ei pystytty hyödyntämään listoja, joten niistä aiheutui hävityskustannuksia. Vaikka materiaalien koko arvoa ei saatu takaisin, voidaan katsoa materiaalin hyötykäytön etsimisen hyödyttäneen yritystä rahallisesti, sillä edes osa materiaaleista pystyttiin hyödyntämään tuotannossa.

Varastojen seurantaperiaatteita määritettäessä tehtiin ABC-analyysi. Analyysin perusteella pystyttiin näkemään taloudellisesti tärkeimmät tuotteet ja panostamaan näin ollen niiden varastoseurantaan. Analyysi ei kuitenkaan anna täysin todenmukaista kuvaa eri nimikkeiden tärkeydestä, sillä jotkut tuotteet ovat asiakastyytyväisyyden takaamisen kannalta tärkeämpiä kuin mitä niiden myyntiarvo antaa ymmärtää. Vastaavasti layout suunnittelua varten tehtiin samalla periaatteella toimiva XYZ-analyysi tapahtumamäärien perusteella, jonka pohjalta saatiin selville kiertävimmät tuotteet. Analyysit perustuvat kuitenkin vuoden 2024 tilanteeseen eli menneeseen tietoon, joten nimikkeiden tärkeysjärjestys saattaa tulevaisuudessa muuttua. Tuotantoon on myös tulossa uusia nimikkeitä, joten kyseinen analyysi ei ole kohta enää ajantasainen.

Opinnäytetyön käytännön osiossa viimeisenä vaiheena oli layout suunnittelu ja paikkajärjestelmän luominen levyvarastoon. Layout suunnittelussa haastavaa oli levyjen eri koot ja niiden sijoittelu varastossa. Isojen levykokojen takia varastoon jäi jonkun verran tilaa, jota ei pystytty hyödyntämään. Tilankäyttöä ei siis saatu täysin optimaaliseksi, mutta vaihtoehtoja pohtimalla pystyttiin valitsemaan käyttökelpoisin layout suunnitelma. Layout suunnittelussa pyrittiin eri tyyppin levyille löytämään tietty paikka varastossa. Volyymin vaihtelu on kuitenkin suurta, joten suunnitellut paikat eivät todennäköisesti tule täysin pitämään paikkaansa. Etenkin tuotevaihtuvuuden takia järjestystä joudutaan tulevaisuudessa muokkaamaan. Tällä hetkellä kuitenkin kyseiset paikat koetaan toimiviksi.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyötä voidaan pitää onnistuneena ja varastojärjestelmä on nyt selkeämpi. Etenkin nimikekartoitusta ja poistettavien tavaroiden hyötykäyttö onnistui hyvin ja varasto saatiin järjestykseen. Varastossa täytyy kuitenkin kiinnittää huomiota järjestelmän ylläpitoon niin, että varasto pysyy jatkossakin järjestyksessä. Ongelmana on edelleen tuotteet, jotka puretaan levyvarastoon ja joiden jatkokuljetus muihin varastoalueisiin tai tuotannon käyttöön tapahtuu yleensä viiveellä muiden töiden aiheuttamien kiireiden takia. Jatkokehitysideana olisikin se, että varaston hoitoon palattaisiin työntekijä, jonka vastuualueena olisi kaikki tehtaassa varastot ja niiden ylläpito. Näin ollen muiden töiden aiheuttamat kiireet eivät vaikuttaisi varastojen ylläpitoon. Varaston hoitajan avulla kaikista tehtaassa varastoista saataisiin toimiva kokonaisuus ja tavaroiden vastaanotto ja sijoittelu olisi selkeämpää.

Henkilökohtaisesti aihe oli mielenkiintoinen ja opinnäytetyö opetti projektiluontoista työskentelyä, josta on varmasti hyötyä myös työelämässä. Etenkin projektin toteutusta oli mukava seurata, sillä tehdyn työn tulokset näkyivät hyvin käytännössä. Varastossa paikan päällä käydessä pystyi huomaamaan myös ne suunnittelua rajoittavat tekijät, joita ei pohjapiirustukseen ole merkitty. Myös työntekijöiltä saadut ideat ja ohjeet auttoivat opinnäytetyön tekemisessä ja projekti saatiin suoritettua onnistuneesti.

LÄHTEET

- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Johtamistekniikka.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. painos. Jyväskylä: Jyväskylän opistopaino.
- Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2021. Varastonhoitajan käsikirja. 4. painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: Suomen logistiikkayhdistys.
- Kidex Oy n.d. Yritystiedot. Verkkajulkaisu. <https://kidex.fi/>. Viitattu 31.1.2025.
- Logistiikan maailma 2025a. Hyllystöt, trukit, kuljettimet ja elevaattorit. Verkkajulkaisu. Päivitetty 9.1.2025. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/hyllystot-trukit-kuljettimet-ja-elevaattorit/>. Viitattu 24.3.2024.
- Logistiikan maailma 2025b. Varastointi. Verkkajulkaisu. Päivitetty 20.2.2025. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/>. Viitattu 10.3.2025.
- Logistiikan maailma 2025c. Varastointi ja varaston prosessit. Päivitetty 2.1.2025. https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2025/01/Logistiikan-Maailma_-_Varastointi-2025-01-02.pdf. Viitattu 27.2.2025.
- Logistiikan maailma 2024a. Varastohyllyt. Verkkajulkaisu. Päivitetty 28.2.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastohyllyt/>. Viitattu 5.3.2025.
- Logistiikan maailma 2024b. Varaston lay-out. Verkkajulkaisu. Päivitetty 27.9.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varaston-lay-out/>. Viitattu 21.3.2025.
- Logistiikan maailma 2024c. Varastonohjaus. Verkkajulkaisu. Päivitetty 28.2.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/>. Viitattu 10.3.2024.
- Logistiikan maailma 2024d. Varastopaikkajärjestelmä. Verkkajulkaisu. Päivitetty 27.9.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varastopaikkajarjestelma/>. Viitattu 10.3.2024.
- Logistiikan maailma 2024e. Varastotyytit ja -tekniikka. Verkkajulkaisu. Päivitetty 25.3.2024. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotyytit-ja-tekniikka/>. Viitattu 11.3.2025.
- Logistiikan maailma 2018. Varaston käyttötarpeen vaikutus suunnitteluun. Verkkajulkaisu. Päivitetty 30.10.2018. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/kayttotarpeen-vaikutus/>. Viitattu 10.3.2024.
- Richards, Gwynne 2011. Warehouse management: complete guide to improving. London: Kogan Page. <https://r4.vlereader.com/Reader?ean=9780749460754>. Viitattu 14.2.2025.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 7. painos Vantaa: Jouni Sakki