

Valtteri Majalahti

Varastotoiminnan kehittäminen

Tibnor Oyj

Opinnäytetyö

Kevät 2019

SeAMK Tekniikka

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Valtteri Majalahti

Työn nimi: Varastotoiminnan kehittäminen

Ohjaaja: Samuel Suvanto

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: 1

Tämä opinnäytetyö tehtiin Seinäjoella sijaitsevalle Tibnor Oy:n Tuottajantien tehtaalle. Yritys on SSAB:n tytäryhtiö ja sen päätoimialaa on kappaleiden leikkaaminen teräslevystä asiakkaan haluamaan muotoon käyttäen laser-, plasma- tai polttoleikkausmenetelmää. Kappaleisiin on myös mahdollista tehdä hitsausviisteitä leikkauksen yhteydessä. Yrityksen toimintaan kuuluu myös kappaleiden taivutus, koneistus ja teräsraepuhallus.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää yrityksen valmiiden tuotteiden varastointia ja suunnitella varastolle uusi layout. Kohdeyrityksessä ei valmiiden tuotteiden varastoa oltu keskitetty omaan selkeään toimipaikkaan, vaan valmiiden tuotteiden hyllyt oli sijoitettu pituussuunnassa pääkäytävän varrelle. Menettelyn vuoksi trukkiliiikenne oli käytävällä runsasta aiheuttaen työturvallisuusriskejä, eikä valmiiden tuotteiden keräily koettu olevan tehokasta pitkien keräilymatkojen vuoksi.

Teoriaosuudessa käsitellään SSAB One -johtamisfilosofiaa sekä varastoinnin ja layoutsuunnittelun teoriaa. Teoriaosion lopussa käsitellään myös SWOT-analyysin teoriaa.

Työn toteutusosiossa kartoitettiin ensimmäisenä varastoinnin nykytila. Tämä tapahtui haastattelujen, havainnoinnin ja SWOT-analyysin avulla. Tutkimuksissa esiin nousseisiin kehityskohteisiin pohdittiin ratkaisuja ja varastolle laadittiin kehityssuunnitelma sekä kaksi uutta layoutia.

Suunniteluiden jälkeen layoutmuutos otettiin yrityksessä käyttöön heti. Layoutmuutoksen käyttöönoton jälkeen huomattiin, että sillä oli erittäin myönteinen vaikutus varastoinnin tehokkuuteen sekä työturvallisuuteen.

Avainsanat: varastointi, layout, SWOT-analyysi, virtaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Valtteri Majalahti

Title of thesis: Development of Warehousing Operations

Supervisor: Samuel Suvanto

Year: 2019

Number of pages: 46

Number of appendices: 1

The thesis was made for Tibnor Oy's Tuottajantie's factory. The company is a subsidiary of SSAB and their main line of business is cutting steel plates using laser, plasma or oxy-fuel cutting into desired shapes for their customers. It is possible to make welding bevels into pieces alongside the cutting. The company is also involved in metal bending, machining and steel shot blasting.

The goal of the thesis was to improve the warehousing of finished products and to design a new layout for the warehouse. The company did not have a centralised warehousing location for the finished goods, instead the shelves for the finished products were located longitudinally alongside the central corridor. Due to this the corridor was congested with forklift traffic, which caused work safety hazards and collecting the finished products was not perceived to be effective due to the long distances.

The theoretical part studied the SSAB One managerial philosophy and the theory of warehousing and layout designing. The theory of SWOT-analysis was undergone at the end of the theoretical section.

In the implementation part of the work, the current state of warehousing was analyzed. This was done by the means of interviews, observations and SWOT-analysis. Solutions were proposed for points of improvement that were noticed in the research, and an improvement plan and two new layouts were designed for the warehouse.

After planning, the new layout was taken into use immediately. After the layout change was taken into use, it was noticed that it had a very positive effect on the efficiency of warehousing and workplace safety.

Keywords: warehousing, layout, SWOT-analysis, flow

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Työn tausta ja tavoitteet	8
1.2 Työn rakenne	8
1.3 Yritysesittely	9
2 SSAB One	12
2.1 Virtaustehokkuus ja hukka	12
2.2 Kahdeksan hukkaa.....	12
2.3 5S + S	13
Yrityksissä työturvallisuuden, siisteyden ja tehokkuuden ylläpitoon yleisesti käytettyyn 5S+S menetelmään luetaan kuuluvaksi seuraavat vaiheet.	13
2.4 Turvallisuus.....	14
3 Varastointi	15
3.1 Varastoimisen kustannukset	15
3.2 Varastotoiminnot	16
4 Varaston layout	19
4.1 Varaston tilasuunnittelu	19
4.2 Varaston materiaalivirta.....	20
4.3 Spagetti-diagrammi	23
4.4 SWOT-analyysi (nelikenttäanalyysi).....	23
5 Valmistuotevaraston nykytilanteen kuvaus.....	25
5.1 Varastoinnin ongelmat.....	25
5.2 Nykytilan kartoitus SWOT-analyysin avulla	26
5.3 Vahvuudet.....	27
5.4 Heikkoudet.....	27
5.5 Uhat	28

5.6	Mahdollisuudet	28
5.7	Nestix	29
5.8	Varastoitavat tuotteet	29
5.9	Nykyiset varastopaikat	30
5.10	Lavatarrat.....	30
6	Työn toteutus ja tulokset	32
6.1	Ensimmäisen layoutin lähtökohdat.....	32
6.2	Layoutin suunnittelu	33
6.3	Toisen layoutin lähtökohdat.....	34
6.4	Layoutin suunnittelu	35
6.5	Materiaalin virtaus	36
6.6	Hallissa tapahtuneet muutokset	36
6.6.1	Alue L1 (viimeistelylohko)	37
6.6.2	Hitsaamo ja alue L4	38
6.7	5S+S Uudessa varastossa.....	39
6.8	Kysely tuotantotyöntekijöille	41
7	Yhteenveto	43
	LÄHTEET.....	44
	LIITTEET	46

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Tibnorin Seinäjoen Tuottajantien tehdas.....	10
Kuva 2. Ruuhkautunut viimeistelylohkon käytävä.	26
Kuva 3. Tuottajantien entinen valmiiden tuotteiden varasto.	30
Kuva 4. Uusi varasto.....	37
Kuva 5. Viimeistelypaikka muutoksien jälkeen.....	38
Kuva 6. Pakkaus- ja setitysalue uudessa varastossa.	40
Kuvio 1. Tibnorin eri yksiköt kartalla. Esikäsitteily-yksiköt on merkitty punaisella, myyntikonttorit sinisellä ja tytäryhtiöt vihreällä.....	9
Kuvio 2. Suoran virtauksen periaate	21
Kuvio 3. U-virtauksen periaate	22
Kuvio 4. L-virtauksen periaate.....	23
Kuvio 5. Ensimmäinen layoutvaihtoehto.	32
Kuvio 6. Kyselyn tulokset.	41
Taulukko 1. Nykytilan kartoitus SWOT-analyysin avulla	27

Käytetyt termit ja lyhenteet

Setitys	Toimintatapa, jossa kerätyistä osista muodostetaan joukkoja eli settejä, joita käsitellään kuin yhtä osaa.
Puolivalmiste	Osittain valmis tuote.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Tibnor Oy:n Seinäjoen esikäsittely-yksikön Tuottajantien tehdas. Yrityksen valmiiden tuotteiden varastoa ei ole keskitetty selkeään toimipaikkaan, vaan tuotteiden hyllyt sijaitsevat hallin pääkäytävän varrella. Nykyisen toimintamallin vuoksi trukkiliikennettä ja etenkin risteävää liikennettä on liikaa, joka on työturvallisuusriski. Valmiiden tuotteiden varastoinnissa on myös ongelmia. Hyllypaikkoja valmiille tuotteille ei ole riittävästi, jonka vuoksi osaa tuotteista joudutaan kiireisinä aikoina säilömään lattialla. Tuotantotilojen ja tuotehyllyjen edustan tukkeutuminen trukkilavoista aiheuttaa turhaa siirtelyä ja heikentää materiaalivirtaa sekä huonontaa keräilyn tehokkuutta.

Työn tarkoituksena oli pohtia ja kehittää ratkaisuja tuotannon ja varastoinnin tehokkuuden parantamiseksi asettaen suunnittelutyössä työturvallisuuden etusijalle. Pää-tavoitteena oli suunnitella uusi layout ja paikka valmistuotevarastolle, jossa työskentely olisi sekä turvallista että entistä tehokkaampaa. Trukkiliikenteen ja etenkin risteävän liikenteen vähentäminen oli myös osa päätavoitetta.

1.2 Työn rakenne

Opinnäytetyön alussa käydään lyhyesti läpi työn tausta ja tärkeimmät tavoitteet. Tämän jälkeen esitellään kohdeyritys. Seuraavaksi käsitellään Tibnorilla käytettävää SSAB One -johtamisfilosofiaa sekä varastoinnin ja varastosuunnittelun teoriaa. Tämän jälkeen on kerrottu, mikä on SWOT-analyysi ja mitä se tarkoittaa ja mihin sitä voidaan soveltaa.

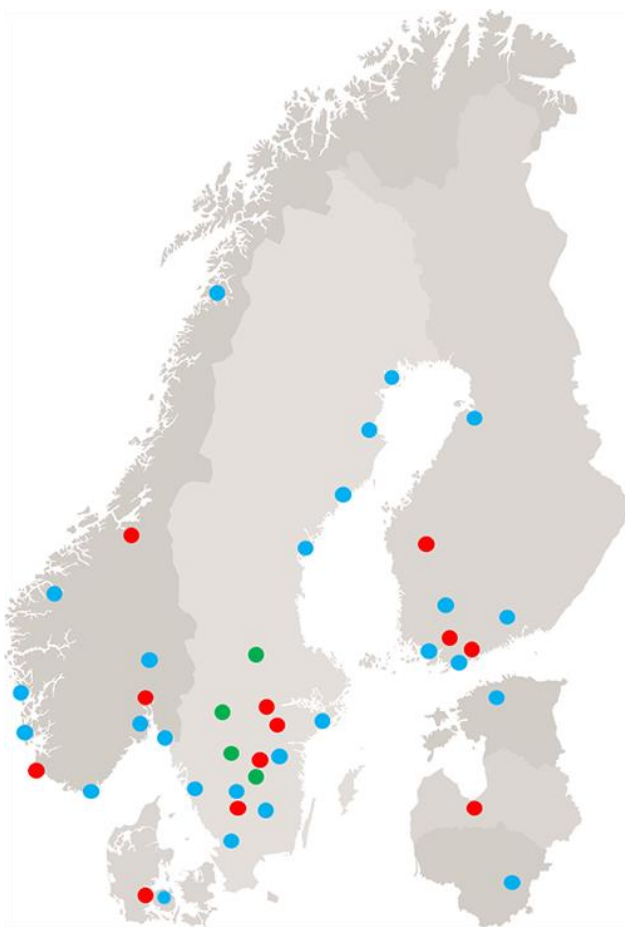
Työn toteutusosio alkaa SWOT-analyysin suorittamisella ja varaston nykytilan kar-toittamisella. Samassa luvussa varaston lähtötilanne on pyritty kuvaamaan mahdollisimman tarkasti.

Seuraavaksi esitellään kahta erilaista layoutvaihtoehtoa ja kerrotaan vielä tarkem-min, kumpi niistä työn edetessä valikoitui käyttöön ja miksi. Tämän jälkeen on vielä

esitelty kuvin ja lausein muut hallissa tapahtuneet muutokset. Viimeinen luku on varattu työn yhteenvedolle ja pohdinnalle, jossa käsitellään työn onnistumista ja tuloksia.

1.3 Yritysesittely

Opinnäytetyön kohdeyritys on Seinäjoella toimiva Tibnor Oy:n esikäsittelyyn erikoistunut teräspalvelukeskus. Tibnor on osa SSAB-konsernia ja sen tytäryhtiö. SSAB:n ja Rautaruukin fuusioitumisen myötä vuonna 2014 Ruukin jakelutoimiyksiköt yhdistettiin Tibnorin yksiköihin. Tibnorilla on toimintaa 7 eri maassa ja työntekijöitä on noin 1100. Pääkonttori sijaitsee Solnan kunnassa Tukholmassa. Tibnorin liikevaihto vuonna 2017 oli noin 740 miljoonaa euroa, jonka osuus SSAB-konsernin kokonaisliikevaihdosta on noin 11 %. Kuviossa 1 on esitelty Tibnorin eri yksiköt kartalla. (Tibnor [Viitattu 12.3.2019].)



Kuvio 1. Tibnorin eri yksiköt kartalla. Esikäsittely-yksiköt on merkitty punaisella, myyntikonttorit sinisellä ja tytäryhtiöt vihreällä (Tibnor [Viitattu 12.3.2019]).

Seinäjoen palvelukeskuksesta kasvoi vuoden 2016 laajennuksen myötä konekan-
noissa ja tonneissa katsottuna Pohjoismaiden suurin osavalmistukseen keskittynyt
esikäsittely-yksikkö. (Tibnor [Viitattu 12.3.2019].)

Tibnorin Seinäjoen palvelukeskuksessa on töissä noin 200 työntekijää. Seinäjoen
palvelukeskuksen pääasiallinen toimiala on kappaleiden leikkaaminen teräslevystä
asiakkaan halun mukaiseen muotoon käyttäen laser-, plasma- tai polttoleikkausme-
netelmää. Kappaleisiin on myös mahdollista tehdä hitsausviisteitä edellä mainituin
keinoin. Palvelukeskuksen toimintaan kuuluu myös kappaleiden taivutus, koneistus
ja teräsraepuhallus. Seinäjoen esikäsittely-yksikköön kuuluu Tuottajantien tehdas
sekä Jalostajantien tehdas. Alla olevassa kuvassa on esitettyä ilmakuva Tuotta-
jantien tehtaasta.



Kuva 1. Tibnorin Seinäjoen Tuottajantien tehdas. (Tibnor [Viitattu 12.3.2019].)

Tuottajantien konekantaan kuuluu

- seitsemän polttoleikkauskonetta
- kolme plasmaleikkauskonetta
- kaksi laserleikkauskonetta
- kolme särmäyspuristinta
- mankeli
- CNC-koneistuskeskus
- CNC-pora
- kaksi sinkopuhalluslinjaa.

Jalostajantien yksikön konekantaan kuuluvat:

- viisi plasmaleikkauskonetta
- neljä laserleikkauskonetta
- sinkopuhalluslinja
- seitsemän särmäyspuristinta.

2 SSAB One

SSAB ONE on SSAB-konsernin käyttämä johtamisfilosofia. SSAB One on käytössä myös kaikissa tytäryhtiöissä, myös Tibnorilla. SSAB One sisältää konsernin vision, arvot ja periaatteet. Nämä yhdessä näyttävät suuntaa sekä luovat konsernin toiminnalle perustan. SSAB Onessa on paljon samankaltaisuuksia Toyotan johtamisfilosofian kanssa, jota kutsutaan usein Leaniksi, mutta luonnollisesti se perustuu SSAB:n omaan historiaan sekä käsityksiin. (SSAB ONE, 5.)

2.1 Virtaustehokkuus ja hukka

Monesti virtaustehokkuus mielletään resurssitehokkuudeksi. Ihmisiä, koneita ja laitteita, joista aiheutuu korkeita kustannuksia, pyritään pitämään käytössä koko ajan hyvän resurssitehokkuuden takaamiseksi.

Hyvässä virtaustehokkuudessa ei kuitenkaan ole tärkeintä, että pidetään resursseja tehokkaassa kuormituksessa jatkuvasti. Vaihtoehtoisesti keskitytäänkin työn virtaukseen aina asiakkaan tarpeesta siihen asti, kunnes asiakkaan tarve on täytetty. Virtaustehokkuus tarkkailee työhön liittyviä erilaisia toimintoja ja etenkin aikaa, joka tuottaa asiakkaalle lisäarvoa. Tärkeää on, että palvelu/tuote toimitetaan asiakkaan kannalta oikeaan aikaan, toimituksen laatua ja nopeutta pyritään parantamaan, poistetaan työn virtauksesta turhat kohdat ja varmistetaan, että koko arvoketjun prosesseja pyritään kehittämään jatkuvasti. (SSAB ONE, 14.)

2.2 Kahdeksan hukkaa

Seuraavaksi esitellään kahdeksan tuotannossa mahdollisesti esiintyvää hukkaa.

1. Yli tuotanto - Liiallinen tuotantoresurssien käyttö. Aiheuttaa kaikkia muita hukkia kuten tarpeetonta kuljettamista ja varastointia.

2. Tarpeeton liikkuminen - Heikentää työturvallisuutta eikä ole tuottavaa työtä. Esimerkkinä työkalujen tai tavaroiden hakeminen ja etsiminen muualta kuin omalta työpisteeltä.
3. Tarpeeton varastointi – Varastointi pidentää tuotteiden ja palveluiden läpimenoaika sekä sitovat pääomaa.
4. Virheet – Kaikenlainen lisätyö joka johtuu siitä, että ensimmäisellä kerralla ei saavutettu haluttua tulosta.
5. Tarpeeton kuljettaminen – Tätä hukkaa syntyy, kun työn virtaus on suunniteltu huonosti. Etäisyydet eri toimintojen välillä ovat pitkiä tai tuotetta kuljetetaan tarpeettoman pitkiä matkoja käsittelyn jatkamiseksi.
6. Odottaminen – Voidaan tarkoittaa esimerkiksi laiterikosta tai materiaalin puuttumisesta johtuvaa odottamista.
7. Yliprosessointi – Ei tuota lisäarvoa asiakkaalle, mutta sitoo resursseja.
8. Käyttämätön potentiaali – Tarkoitetaan yleisesti kaikkea, mikä estää ihmisten osallistumisen kehittämiseen. (SSAB ONE, 21.)

Näitä hukkia pyritään jatkuvasti tunnistamaan ja eliminoimaan.

2.3 5S + S

Yrityksissä työturvallisuuden, siisteyden ja tehokkuuden ylläpitoon yleisesti käytettyyn 5S+S menetelmään luetaan kuuluvaksi seuraavat vaiheet.

1S – Sort – Sorteeraus. Tarkastellaan ja arvioidaan työpiste kriittisesti. Pyritään poistamaan työpisteeltä kaikki tarpeettomat työkalut ja tavarat, jotta vältetään turvallisuusriskeiltä, hukalta ja asioilta joita ei tarvitse.

2S – Set in order – Systematisointi. Systematisoimalla varmistetaan, että tavaroilla on selkeä järjestys ja oikeat paikkansa työpaikalla. Tavoitteena lisätä työergonomiia ja työturvallisuutta. Tavarat joita tarvitaan usein olisi hyvä sijoittaa käsien lähettyville ja vastaavasti ne, joita tarvitaan harvemmin, sijoitetaan kauemmas, etteivät ne ole tiellä ja haittaa työskentelyä.

3S – Shine – Siivous. Siivoamalla työpaikka pysyy puhtaana ja esteettömänä. Parantaa viihtyvyyttä. Siistillä työpaikalla on mielekkäämpää työskennellä.

4S – Standardize – Standardisointi. Standardisoimisessa on kyse siitä, että käytössä on oikeat toimintatavat ja järjestelmät. Luodaan rutiineja uusien toimintatapojen ylläpitämiseksi ja pidetään niistä kiinni yhdessä.

5S – Sustain – Seuranta. Seuraamalla varmistetaan prosessien jatkuva arviointi ja parantaminen.

Safety – Turvallisuus. Käydään läpi riskit ja turvallisuusohjeet, koulutetaan ihmisiä ja merkitään riskialttiita alueita. Pyritään tunnistamaan ja eliminoimaan ilmenevät riskit ja minimoimaan ne, joita ei saada kokonaan poistettua. Pidetään turvallisuusohjeet ajan tasalla ja koulutetaan jatkuvasti työntekijöitä. (5S+S Training material, Eworks)

5S+S onnistunut käyttöönotto yrityksessä edellyttää työntekijöiltä perehtymistä aiheeseen sekä johdon sitoutumista.

2.4 Turvallisuus

Turvallinen työskentely SSAB:lla on työsuhteen perusehto. Turvallinen ja riskitön työympäristö on tärkein asia niin omalle henkilöstölle, kuin vierailijoille ja urakoitsijoille. Tätä seikkaa ei voi liikaa korostaa. SSAB haluaa olla maailman turvallisimaksi erikoistunut yhtiö. SSAB:n tavoitteena on ehkäistä kaikki työtapaturmat ja työperäiset sairaudet sen toiminnoista. (SSAB ONE, 23.)

3 Varastointi

Lähes jokaisella yrityksellä on oltava tuote- ja materiaalivarastoja. Ne ovat hyvin tärkeitä tuotantoprosessin eri vaiheiden toisiinsa liittämässä, mutta ennen kaikkea toimituskyvyn turvaamisessa. Varastot sitovat huomattavasti pääomaa, sillä materiaalien käsittelystä ja varastoimisesta aiheutuu kustannuksia. Varastointi on jokseenkin riskialtista; tuote voi vanhentua sen ollessa varastossa joko teknisesti tai taloudellisesti. Useilla toimialoilla varastoidun tuotteen vanheneminen saattaa heikentää sen laatua. Taloudellista arvon vähenemistä tapahtuu taas toimialoilla, joissa tuotteen hintakehitys on alenevaa. (Haverila ym. 2009, 445-446.)

3.1 Varastoimisen kustannukset

Logistisista kokonaiskustannuksista suurin osa muodostuu tavallisesti varastoista johtuvista kustannuksista. Erilaisia kustannusten muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä on hyvin paljon erilaisia ja ne ovat riippuvaisia varastoitavien tuotteiden määrästä. Karkeasti kustannukset voidaan jaotella neljään pääryhmään: pääomakustannuksiin, riskikustannuksiin, vakuutusmaksuihin sekä varastotilan kustannuksiin. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

Pääomakustannukset saavat aikaansa huomattavimman osan kaikesta varastointiin liittyvistä kustannuksista. Varaston hoitaminen ja ylläpito sitovat rahaa, joka olisi tuottoisampaa käyttää johonkin muuhun, kuten uusiin investointeihin. Sitoutuneen pääoman hintana varastoissa voidaan tarkastella sitä korkotekijää, jonka mukaista tuottoa yrityksen olisi mahdollista saada, kun rahat sijoitettaisiin toiseen käyttötarkoitukseen. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

Riskikustannuksiin kuuluu yleisesti tuotteiden vanhenemisesta, vahingoista, uudelleen-sijoittamisesta ja hävikistä aiheutuvia kustannuksia. Vanhenemiskustannukset johtuvat siitä, kun tuote myydään tai hävitetään niin, että se ei ole yritykselle kannattavaa. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

Varastohävikki voi johtua muun muassa puutteellisesta varastotietojen ylläpidosta, väärin tuotteiden toimituksesta asiakkaille tai varkauksista. Mitä suurempi tuote tai

varastojen lukumäärä on, sitä suuremmaksi hävikki myös kasvaa. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

Uudelleensijoittamiskustannuksia syntyy, kun tuotteita siirrellään varastoista toisiin, jotta haluttaisiin välttyä tuotteiden vanhentumisilta. Siirtelyä tehdään, sillä tuotteiden kysyntä voi vaihdella merkittävästi markkina-alueen mukaan. Vaikka tuotteen uudelleensijoittamisesta syntyykin kuljetuskustannuksia, saattaa se silti olla kannattavaa, mikäli toisella alueella on tarpeeksi kysyntää ja myyntiä tuotteelle. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

Vakuutusmaksut eivät niinkään riipu varastoitavista tuotemääristä, sillä vakuutuksella halutaan yleensä kattaa pelkästään tiettyä tuotteisiin sisältyvää arvoa määritellyn ajanjakson ajaksi. Varastoarvot kuitenkin muuttuvat jatkuvasti ja siitä syystä yritykset tarkastavatkin vakuutusehtojaan usein. Vakuutusmaksut ovat riippuvaisia myös varastotiloissa käytettävistä materiaaleista, rakennusten iästä sekä palon- ja varkaudentorjuntalaitteistoista. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

Varastotilasta johtuvat kustannukset voidaan jakaa neljään päätyyppiin: tuotantolaitosten varastot, yleiset varastot, sopimusvarastot sekä yksityiset varastot. Tuotantolaitoksien sisäisten varastojen kustannukset ovat usein kiinteitä. Yleiset varastot veloittavat palveluistaan yrityksiä tuotteiden käsittely- ja varastointikustannuksien perusteella. Yksityisissä- ja sopimusvarastoissa kokonaiskustannuksista merkittävin osa syntyy kiinteistä kustannuksista, jotka taas ovat riippuvaisia varaston koosta. Vuokrasopimusta tehdessä määritellään tarvittavan varastotilan maksimikoko, jonka hinta ei vaihtele päivittäisen varastotason mukaan. (Suomen Kuljetusopas 2010a.)

3.2 Varastotoiminnot

Varastotoiminnoilla tarkoitetaan tyypillisesti varaston sisällä tapahtuvaa tuotteiden ja materiaalien käsittelyyn liittyviä toimintoja. Seuraavaksi käsitellään muutamaa yleistä varastotoimintoa.

Hyllytys. Tavarahan siirtely lattia- ja hyllytasojen välillä on yksi varaston perustoiminnosta. Hyllytyksen suorittamiseen on markkinoilla tarjolla useita erilaisia trukkityyppöjä, mutta näistä yleisimmin käytössä olevat ovat tukipyörätrukki ja vastapainotrukki. (Hokkanen & Virtanen 2018, 106.)

Keräys. Asiakastoimituksen valmistaminen alkaa keräilystä. Keräysmenetelmät voidaan jakaa kahteen pääluokkaan, riippuen mennäänkö kerättävän tavarahan luo itse vai tuleeko tavara kerääjän luo. Eniten käytetyt keräilymenetelmät ovat kuitenkin sellaisia, joissa kerääjä menee itse kerättävän tavarahan luokse. Myös nämä menetelmät voidaan vielä jakaa kahteen pääryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä tavarat voidaan siirtää pakkaamoon ja lähettämöön lattiatasossa tai katossa sijaitsevilla kuljettimilla. Toisessa menetelmässä, joka on kaikkein yleisin, kerääjät liikkuvat ja kuljettavat tuotteita kävellen, trukeilla tai hisseillä. (Pouri 2004, 378.)

Ollakseen tehokasta keräystyö vaatii osoitejärjestelmän ja asianmukaiset keräysreitit. Keräysreitit kehitetään useimmiten niin, että usein kysytyt nimikkeet ovat heti keräysreitien alussa. Tämä pitää suurimman osan keräyskerroista lyhyinä, koska ne voidaan lopettaa jo reitin alkupäässä, ja näin ollen myös kuljettavat matkat lyhenevät. Painavat tavarat olisi myös hyvä sijoittaa reitin alkupäähän ja helposti särkyvät reitin loppuun, ettei painavia tavaroita joudu vahingossakaan särkyvien päälle. Ihanteellinen tilanne olisi, että tietojärjestelmä voisi tulostaa asiakastilauksen siten, että asiakkaan haluamat tuotteet tulisivat keräyslistaan keräysreitien etenemisjärjestyksen mukaisesti. (Pouri 2004, 378.)

Toinen keräyksen kannalta tärkeä asia on se, että suhteessa hyllytyksessä liikuttuun matkaan kerätyn tavarahan määrä olisi mahdollisimman suuri. Kerääjä voi samalla keräyskerralla kerätä monien eri asiakkaiden tilauksia, mikäli niiden keräysosoitteet ja tavaramäärät sopivat samaan aikaan kerättäviksi. Tätä aikaansaatu keräysnippua kutsutaan pokaksi. (Pouri 2004, 379.)

Keräily määrittää valtaosaksi varaston tehokkuuden sekä toimivuuden. Keräilyssä eniten aikaa kuluu tavaroiden etsimiseen ja kuljettamiseen. Näihin kuluva aikaa voidaan hyvällä suunnittelulla ja osaamisella pienentää sekä vaikuttaa toiminnan kehittämiseen jatkossa. Kriittisimpiä vaiheita keräilyssä on kerätyn tavarahan oikeelli-

suus. Keräilyn laadullisia tavoitteita määritellään tunnusluvuilla, joihin kuuluvat tuotteiden tunnistaminen sekä oikean tuotteen poiminta. Keräilyn tehokkuutta sen sijaan mitataan useimmiten kerättyjen rivien määrällä. Kyseinen tunnusluku esitetään kerätyt rivit/tunti-muodossa ja sitä on tarvittaessa helppoa muokata sen mukaan, miten monta henkilöä keräystä suorittaa ja millaisia tuotteita kerätään. (Hokkanen & Virtanen 2018, 35-36.)

Yhdistely. Varastot voivat pitää sisällään erilaisia varastonosia, kuten kuormalava-varaston, pientavaravaraston, pitkän tavaran varaston sekä ulkovaraston. Varastoja voidaan jakaa varastonsiiniin myös tuotteiden mukaan. Asiakastilauksessa haluttuja tavaroita voi olla sijoitettuna näihin eri varastonsiiniin. Keräysmääräyksiä muodostaessa jokainen varastonosia saa oman keräysmääräyksensä, mikäli asiakas haluaa tavaraa useista eri varastonosista. Asiakkaan toiveena on usein saada koko tilaus yhtenä toimituksena, jonka vuoksi pakkaamoon tai lähettämöön joudutaan viemään tavaraa useista varastonosista ja yhdistämään tämä eri tavaroiden virta yhdeksi asiakastoimitukseksi. Isoimman haasteen yhdistelylle aiheuttaa se, että eri tavara-
virrat eivät synny samanaikaisesti. (Pouri 2004, 379.)

Pakkaus. Tuotteiden pakkaamiseen sisältyy useita eri vaiheita ja pakkaamistapa voi riippua esimerkiksi tuotteen luonteesta, pakkausmateriaalista tai asiakastarpeista. Pakkaamisen vaikuttaa myös pakkausmateriaalin kestävyys, tilavuus ja muoto. Hyvän pakkaamatoiminnan tunnusmerkkejä ovat järkevä pakkausmateriaalien käyttö, selkeät pakkausmerkinnät ja toimitusaikataulujen tiukka noudattaminen. Pakkaamisen jälkeen tuotteet siirretään lähettämöön, jossa asiakastoimitukset kootaan. Tämän yhteydessä asiakastoimitukset myös lavoitetaan ja valmistellaan odotamaan kuljetusta. (Ritvanen 2011, 72-73.)

4 Varaston layout

Varaston layoutilla tarkoitetaan yleisimmin varaston pohjapiirrosta, mistä ilmenee miten varastohyllyt, käytävät ja tilat erilaisille toiminnoille sekä tarvikkeille on fyysisesti sijoitettu varastossa. Varaston karkea layoutsuunnitelma olisi syytä tehdä aikaisessa varastotilan suunnitteluvaiheessa. Kun suunnittelu on edennyt riittävästi ja varastotoiminnan pääperiaatteet ovat selvillä, voidaankin jo edetä tarkempaan suunnitelmaan. (Logistiikan maailma [Viitattu 20.9.2019].)

Varaston layoutilla on merkittävä vaikutus varaston toiminnan tehokkuuteen ja tuotavuuteen. Tehokkaaksi suunnitellun layoutin pitäisi vähentää tarpeetonta kuljeskelyä ja tavaran liikuttelemistä varastossa. Sen olisi myös syytä välttää pullonkauloja ja risteävää liikennettä ja varmistaa, että liikehdintä varastossa tapahtuu loogisessa järjestyksessä. (Richards 2011, 162.)

Hyvin suunnitellun layoutin tunnusmerkkejä:

- kasvattaa varaston läpimenoa
- kohentaa tuotteiden virtausta
- alentaa kustannuksia
- parantaa asiakaspalvelun tasoa
- luo henkilöstölle mukavamman työympäristön ja olosuhteet. (Suomen Kuljetusopas, 2010b.)

4.1 Varaston tilasuunnittelu

Tilasuunnittelu varastossa pohjautuu kokonaisuuteen, johon vaikuttavat varastoitavat tuotteet, varastointitekniikka, tontin koko ja muoto, mutta myös tavaravirtauksen periaate. Edellä mainitut tekijät liittyvät olennaisesti lopullisen varaston layoutin

muodostumiseen, varastoprosessin suunnitteluun sekä rakennuksen muotoon. (Ritvanen 2011, 84.)

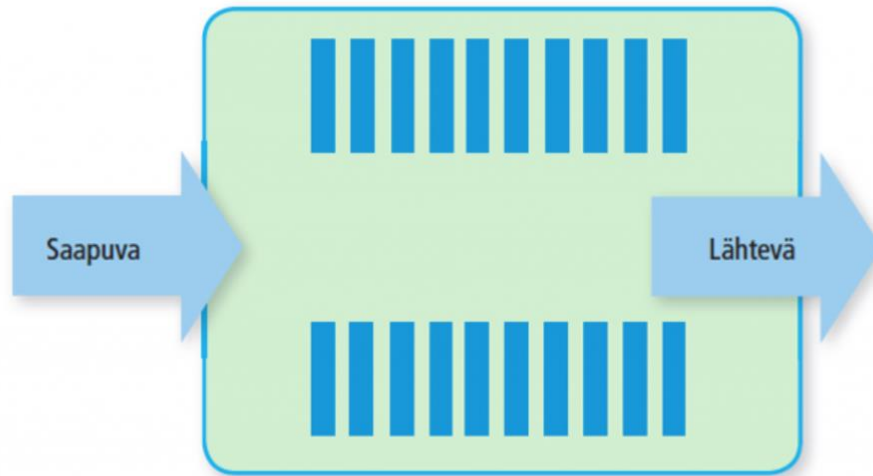
Varastotilojen suunnittelussa on otettava huomioon varastotoimintaan sekä tekniikkaan liittyviä osa-alueita, esimerkiksi varaston hyllystöt ja laitteet, varastotyyppi, tilantarve, turvallisuus sekä tavaravirrat. Varaston käsittely- ja säilytystiloja ei tulisi suunnitella liian pieniksi, sillä se aiheuttaa tarpeetonta tavaran siirtelyä ja lisää virheriskiä. Toimitusajat taasen vaikuttavat tarvittaviin puskuri- ja odotustiloihin. Varastoitavat tuotteet vaikuttavat esimerkiksi siihen, millaisia säilytysratkaisuja edellytetään, millaista kalustoa siihen vaaditaan, kuinka leveät käytävät tarvitaan ja mikä niiden sijoittelukorkeus tulisi olla. (Ritvanen 2011, 84-85.)

Jotta välttyttäisiin turhalta liikkumiselta ja tavaroiden siirteleminen saataisiin mahdollisimman vähäiseksi, tietyt tarvikkeet ja toiminnot sekä laitteet pitäisi sijoittaa lähelle toisiaan ja kulkuyhteydet näiden eri toimintojen välillä tulisi suunnitella äärimmäisen sujuviksi. Lean-ajattelua mukaillen varaston layout ja varastotoiminta suunnitellaan niin, että torjutaan hukkaa, joista yksi suurimpia on aikahukka, jota kuluu muun muassa tavaran turhaan siirtelyyn ja kulkemiseen varastossa. Lähtökohtana ihanteellisin tilanne olisi se, että kun tavara kerran tuodaan varastoon, sitä ei tarvitse liikutella kuin vasta sitten kun se on lähdössä varastosta. Liian ahtaan ja huonosti suunnitellun varaston yleisin ongelma on niin sanottu siirtokuormaus, jossa odottavat tavarat ovat työskentelyn tiellä ja niitä joudutaan siirtelemään. (Logistiikan maailma [Viitattu 24.9.2019].)

4.2 Varaston materiaalivirta

Tuotesijoittelulla on paljon vaikutusta toiminnan tehokkuuteen. Tuotesijoittelu sen sijaan riippuu tavaravirran suunnasta. Seuraavaksi käsitellään kolmea erilaista virtausratkaisua.

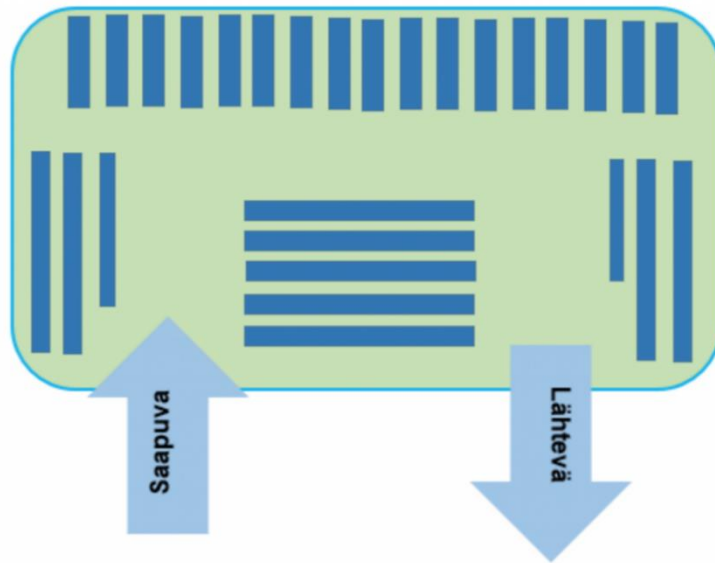
Suora virtaus. Suoralla virtauksella eli läpivirtauksella tarkoitetaan, että varastoitavat tuotteet tulevat sisään ja lähtevät ulos varaston vastakkaisilta puolilta.



Kuvio 2. Suoran virtauksen periaate. (Logistiikan maailma [Viitattu 24.9.2019].)

Suoran virtauksen merkittävimänä hyötynä on se, että varaston pituus ja leveys voidaan määrittellä melko vapaasti. Huonona puolena on taas se, että trukkiliikenteen vuoksi pääkäytävän on oltava hyvin leveä. Lisäksi tätä periaatetta hyödyntävä varasto vaatii suuren tontin, sillä varaston molemmissa päissä on oltava ajopihat. (Ritvanen 2011, 85.)

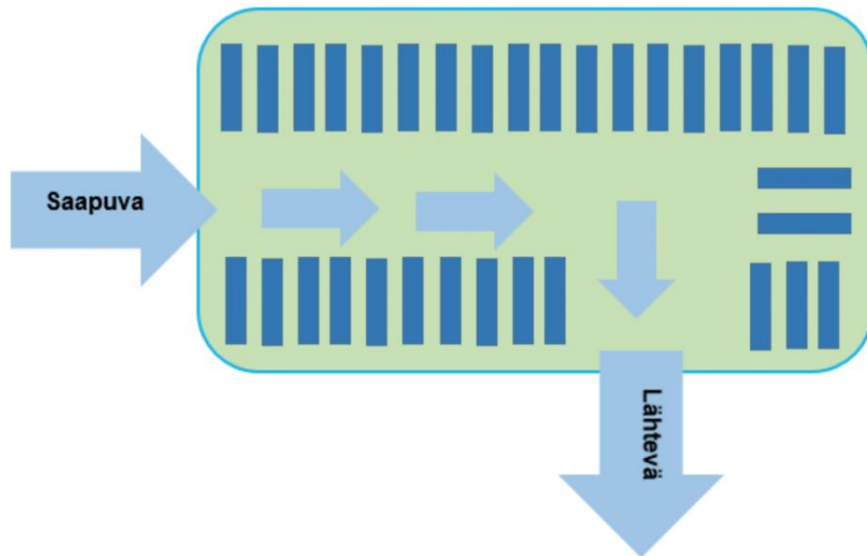
U-virtaus. Kun sisään tuleva ja lähtevä tavara liikkuvat samalta puolelta varastoa, puhutaan U-virtauksesta.



Kuvio 3. U-virtauksen periaate. (Logistiikan maailma [Viitattu 24.9.2019].)

U-virtauksen avulla paljon varastonimikkeitä voidaan sijoitella lyhyiden keräilymatkojen päähän, sillä pääkäytäviä on monia. Varastohyllyjen sijoitteluunkin on tarjolla enemmän vaihtoehtoja tässä ratkaisussa. Tontin jolla varasto sijaitsee ei tarvitse myöskään olla niin suuri kuin suoran virtauksen ratkaisussa. Varjopuolena mainittakoon, että U-virtaus tarvitsee kuitenkin vielä enemmän käytävätilaa kuin suoran virtauksen varasto. (Ritvanen 2011, 86.)

L-virtaus. Kolmantena tavarantoimen perusvirtausmalleista on niin kutsuttu L-virtaus eli kulmavirtaus. Kulmavirtauksessa sisään tuleva ja ulos lähtevä tavaravirta ovat varaston vierekkäisillä sivuilla.



Kuvio 4. L-virtauksen periaate. (Logistiikan maailma [Viitattu 24.9.2019].)

L-virtauksen edellyttämä tonttitila on vähäisempi mitä suoran virtauksen varastossa, mutta suurempi kuin U-virtausvarastossa. Varastonimikkeet, joiden kierto varastossa tapahtuu nopeasti, on mahdollista sijoittaa lähettämön läheisyyteen hyvin. (Logistiikan maailma 2019.)

4.3 Spagetti-diagrammi

Spagetti-diagrammi on yksi Lean-työkaluista, jonka tavoitteena on havainnollistaa ja vähentää tuotannossa tapahtuvaa turhaa kuljettamista, liikettä ja odottelua. Sen avulla voidaan helposti visualisoida tuotantoprosessin eri vaiheiden välillä tapahtuvaa materiaalien, paperien ja ihmisten liikettä. Sillä voidaan kuvata tuotteiden virtaus, kuljetusmatkojen pituus ja odotusaika prosessin vaiheiden välillä. Sillä voi seurata myös ihmisten kävelyreitit edestakaisin työtehtävien ja työpisteiden välillä. (What Is SixSigma, 2018.)

4.4 SWOT-analyysi (nelikenttäanalyysi)

SWOT-analyysi eli nelikenttäanalyysi on helppokäyttöinen ja yleisesti käytetty menetelmä yrityksen tilan ja toiminnan analysointia varten. SWOT-analyysin avulla on

helppoa selvittää yrityksen sisäiset vahvuudet ja heikkoudet sekä ulkoiset, tulevaisuuden toimintaan liittyvät mahdollisuudet ja uhat. Vahvuudet ovat niitä toimia ja voimavaroja, joita yrityksen on mahdollista hyödyntää. Heikkoudet sen sijaan ovat niitä tekijöitä, joita yrityksen on parannettava, että se voisi toimia tehokkaasti. Analyysin avulla on helppoa järjestellä yrityksen toimintaan liittyvät asiat havainnollistamaan nelikenttämuotoon. (Nelikenttäanalyysi – SWOT [Viitattu 29.04.2019].)

SWOT-analyysiä voidaan käyttää kaikenlaisissa yrityksissä ja organisaatioissa. Sen avulla voidaan tarkastella koko yrityksen toimintaa tai rajata tutkiminen johonkin tiettyyn yritystoiminnan osaan. Esimerkiksi markkinat, tuotteet tai henkilöstö voivat olla yksityiskohtaisemman SWOT-analyysin tarkastelukohteita. Yrityksessä menetelmää voidaan soveltaa joko yksin tai ryhmässä työskennellen. Yhtenä käytäntönä on, että jokainen tekee analyysin ensin yksin ja lopuksi kaikkien havainnot kerätään yhteen ja pohditaan näitä ajatuksia ryhmätyönä aivoriihessä. Tämä takaa mahdollisimman kattavan selvityksen yrityksen nykytilasta. (Nelikenttäanalyysi – SWOT [Viitattu 29.04.2019].)

Alla olevia periaatteita on syytä noudattaa analyysiä tehdessä:

- Tee analyysistä riittävän käytännönläheinen ja yksinkertainen.
- Pidä yrityksen nykytilaan vaikuttavat tekijät erillään tulevaisuudessa onnistumiseen vaadittavista asioista.
- Pyri löytämään ruudukon jokaiseen kohtaan tekijöitä jotka kuvaavat yritystä ja kirjaa kaikki mahdollinen ylös. (Nelikenttäanalyysi – SWOT [Viitattu 29.04.2019].)

5 Valmistuotevaraston nykytilanteen kuvaus

5.1 Varastoinnin ongelmat

Varastointia ja siihen liittyviä toimintoja tutkittiin viikon kestäväällä seurantajaksolla. Seurantajakson aikana haastateltiin useita eri työntekijöitä suullisesti, havainnoitiin sekä arvioitiin varaston nykytila käyttäen SWOT-analyysiä. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada työn toteuttajalle yleiskäsitys hallissa tapahtuvasta trukki liikenteestä ja puolivalmisteiden kulkeutumisista seuraaville työvaiheille, aina valmiiksi asiakastilauksiksi asti. Tutkimusjakson aikana varaston nykytilaa tarkasteltiin varsin kriittisesti. Tutkimuksissa käytettiin pohjana SSAB ONE -johtamisfilosofiaa sekä varastoinnin teoriaa.

Varaston nykytoimintaa ei voida pitää kovinkaan tehokkaana, saati turvallisena. Halli on jaettu viiteen eri lohkoon, joiden läpi kulkee pääkäytävä ja jonka varrelle valmistuotehyllyt on sijoitettu. Varasto on siis periaatteessa kahteen suuntaan käytettävä läpivirtausvarasto, mutta sijoitettuna tuotannon kanssa samoihin tiloihin. Tämä menettely aiheuttaa tarpeettoman pitkät keräilymatkat, mutta myös paljon vastakkaista sekä risteävää liikennettä, sillä kaikki kulkeminen tapahtuu tämän käytävän kautta. Trukki liikenteestä aiheutuva pöly ja päästöt saastuttavat myös hallin sisäilmaa. Nykyinen hyllypaikkojen määrä ei ole riittävä ja sen vuoksi tavaraa joudutaan ruuhkaisina aikoina säilöä käytävällä. Tämä aiheuttaa jälleen turhaa liikku mista joka on aikahukkaa.

Kunnollisten toimitilojen puuttumisen vuoksi varastomiehille varattuja työskentelyalueita oli erillään toisista pitkin hallia. Tuotteiden keräily tapahtui pääkäytävällä, jonka jälkeen kerätyt tuotteet vietiin joko alueella L1 sijainneelle pakkaus pisteelle (liite 1) tai vaihtoehtoisesti alueella L4 sijainneelle pisteelle. Varsinkin alueella L1 pakkaukseen ja setitykseen, eli useiden tuotteiden kokoamiseen yhdeksi tuoteeräksi, tarvittava tila oli pahimmillaan erittäin ahtaalla. Tämä johtui siitä, että puhallussingon edustalle tuodaan paljon varsinkin pitkiä puolivalmisteita odottamaan puhallusta, sillä sitä ei ole kokonsa vuoksi mahdollista säilyttää hyllyssä. Viimeistelyllä ei myöskään ollut käytössä yhtäkään säilytyshyllyä viimeistelyä odottaville tuotteille, vaan tuotteet jouduttiin myös säilöä lattialle viimeistelypaikan lähetyville. Kuvassa

1 on esitelty ruuhkaista viimeistelypaikkaa sekä varastomiesten tuomia kuormala-voja, joihin asiakastilaukset pakataan.



Kuva 2. Ruuhkautunut viimeistelylohkon käytävä.

Valmis kuljetusta odottava tavara oli myös tapana viedä varastokatoksen alle (liite 1) säilöön odottamaan kuljetusta. Koska hyllytilaa puolivalmisteille ei ollut riittävästi, myös sitä jouduttiin viemään säilöön lipan alle. Tämä puolestaan johti jälleen tavar-
ran siirtokuormaukseen, sillä keskeneräinen tavara tukkii pääsyn valmiin tavar-
an luokse.

5.2 Nykytilan kartoitus SWOT-analyysin avulla

Tässä opinnäytetyössä SWOT-analyysillä keskityttiin ainoastaan yrityksen valmis-
tuotevaraston nykytilan arviointiin. Analyysin tekemiseen osallistui varastotyönteki-
jöitä sekä tuotantopäällikkö ja tehtaanjohtaja, jotta saataisiin mahdollisimman moni-
puolisia näkemyksiä. Analyysin tekemisen jälkeen jokainen nelikentän ruutu käytiin
konkreettisesti läpi ja sovittiin mihin uuden varaston suunnittelussa keskityttäisiin
kaikkein eniten. Palaverissa kävi ilmi, että suurimmat ongelmat johtuvat tilanpuut-

teesta sekä liiallisesta trukkiliikenteestä. Päätettiin, että uuden varaston suunnittelussa käytettäisiin erityisesti huomiota sellaisiin seikkoihin, jotka edistävät aiempaa tehokkaampaa ja turvallisempaa toimintaympäristöä.

Taulukko 1. Nykytilan kartoitus SWOT-analyysin avulla

	+	-
Sisäinen ympäristö	Vahvuudet (Strengths) Joustavat ja kokeneet työntekijät Leveät kulkuväylät	Heikkoudet (Weaknesses) Tilanpuute Epäpuhtaus Puuttelliset hyllymerkinnät
Ulkoinen ympäristö	Mahdollisuudet (Opportunities) Investointi sähkötrukkeihin Varastotoiminnan keskittäminen Hyllypaikkojen lisääminen Turvallisuuden parantaminen Kustannusten vähentäminen Viihtyisämpi työympäristö	Uhat (Threats) Työturvallisuus Kiertonopeus Varastotoimitusten kasvaminen

5.3 Vahvuudet

Varaston vahvuudeksi todettiin ennen kaikkea sen kokeneet ja joustavat työntekijät. Kiireisimpinä aikoina työntekijät ovat valmiita joustamaan ja työskentelemään pidempään asiakastoimitusten varmistamiseksi. Työntekijöiden pitkä kokemus ja asiantuntemus takaavat sen, että asiakastoimitukset ovat valmiita ajallaan, tavarat on pakattu huolellisesti ja siististi sekä niissä on huomioitu mahdolliset asiakkaan lisätoiveet.

5.4 Heikkoudet

Varaston yksi suurimpia ongelmakohtia on tilanpuute eli liian vähäiset hyllypaikat. Ruuhkaisimpina aikoina lavoja joudutaan säilömään lattialla niin, että kulkuväylät ahtautuvat ja trukilla ajo hankaloituu. Tämä aiheuttaa myös ns. siirtokuormausta, joka on tavarat turhaa siirtelyä tai kuljettamista eli aikahukkaa ja jota SSAB Onen filosofian mukaisesti juurikin tulisi eliminoida. Nykyiset hyllymerkinnät ovat myös

epäloogiset ja puutteelliset, mikä johtaa siihen, että vakituisilla mutta etenkin sesonkityöntekijöillä kuluu päivässä turhaa aikaa kappaleiden etsimiseen hyllyistä.

Yhtenä heikkoutena nousi esiin myös varaston epäpuhtaus. Valmiin tavaran varastointi, mutta myös keräily ja pakkaus tapahtuvat kaikki viimeistelylohkon läheisyydessä. Kappaleiden viimeistely ja puhallus tuottavat valtavasti pölyä ja epäpuhtauksia ja näin ollen likaavat asiakastoimitusta odottavia tuotteita mutta myös tekevät niiden käsittelystä epämielikkäämpää.

5.5 Uhat

Varaston huomattavimmaksi uhaksi todettiin työturvallisuus ja merkittävimpanä tähän vaikuttavana riskitekijänä liiallinen trukki liikenne. Tämä asia oli myös tärkein syy koko opinnäytetyön toimeksiannon syntyyn.

Varastointitilan kannalta yhdeksi uhaksi todettiin varastotoimitusten lisääntyminen. Tämä tarkoittaisi sitä, että tulevaisuudessa asiakkaiden tuotteita saatettaisiin valmistaa varastoon yhä enemmän ja josta ne sitten asiakkaan tarpeen mukaan lähetettäisiin asiakkaille. Tämä toisaalta nostaa asiakkaiden tyytyväisyyttä, sillä kysyntään voidaan vastata nopeasti, mutta heikentää varaston kiertonopeutta ja näin ollen vaikuttaa varastokustannuksiin.

5.6 Mahdollisuudet

Suunnitteleamalla varastolle uusi layout ja toimintatila saataisiin koko varastotoiminta keskitettyä tehokkaasti yhteen tiettyyn paikkaan ja näin ollen trukki liikenne vähenisi. Hyllypaikkojen uudelleen asettelu ja mahdollisten lisähyllyjen hankkiminen toisivat lisää tilaa valmiille tavaralle ja näin ollen käytävällä lojuvat kuormalavat vähenisivät. Varaston siirtäminen pääkäytävältä omaan tilaansa vähentäisi valtavasti risteävää liikennettä ja näin ollen henkilövahinkoriskien sattumista.

Kun varasto olisi uudelleen järjestelty ja hyllypaikkamerkinnot päivitetty, ei syntyisi tavaran etsiskelystä ja siirtelystä johtuvaa aikahukkaa ja tämä vaikuttaisi jo suoraan varastotoiminnan tehokkuuteen ja kustannuksiin. Uudesta varastosta olisi myös

mahdollista saada yleisilmeeltään siistimpi sekä johdonmukaisempi, mikä antaisi hyvän vaikutuksen vieraille sekä parantaisi keräilyn tehokkuutta.

Luopumalla diesel-käyttöisistä trukeista ja investoimalla pienempiin sähkötrukkeihin saataisiin kappaleiden käsittelyä helpotettua ja hyllyvälit kapeammaksi, jolloin tilaa uusille hyllyille saataisiin enemmän. Sähkötrukeista ei myöskään synny pakokaasupäästöjä, joten sisäilmäkin oletettavasti parantuisi.

5.7 Nestix

Asiakastilausten edistymistä tuotannossa seurataan Nestix-tuotannonohjausjärjestelmän kautta. Kaikilla tuotannon eri työpisteillä on omat tietokoneensa, joilla pääsee Nestixiin kuittaamaan tehdyn työvaiheen valmiiksi ja siitä kohti seuraavaa työvaihetta tai varastopaikkaan. Nestixistä tulostetaan myös asiakastilausten työvaiheja lavatarrat. Tuotteen valmistamiseen liittyviä lisäohjeita tai vaatimuksia on myös mahdollista tarkastella järjestelmän kautta.

5.8 Varastoitavat tuotteet

Tuottajantiellä varastoitavat kappaleet ovat teräksestä leikattuja kappaleita, joita on tilauskohtaisesti voitu jatkojalostaa vastaamaan asiakkaan tarpeita. Kappaleiden koko vaihtelee muutaman sentin mittaisista aina useita metrejä pitkiin ja leveisiin kappaleisiin. Jotkut kappaleet voivat painaa useita tonneja. Tämä aiheuttaa haasteita koko yrityksen sisäisessä logistiikassa, kuten myös varastointi- ja pakkaustoiminnassa. Hyvin mittava osa varastoitavista tuotteista myös teräsraepuhalletaan, jolloin ne tulee varastoida niin, etteivät ne altistu kosteudelle ja näin ollen pääse ruostumaan. Pääsääntöisesti varastoimiseen käytetään eurolavoja ja pieniä puulavoja, mutta joskus myös metallilavoja. Tuotteiden ja materiaalien kuljettamiseen ja siirtämiseen käytetään diesel- tai sähkötrukkeja.

5.9 Nykyiset varastopaikat

Tuottajantiellä on käytössä 11 hyllyä, joista 3 on tarkoitettu pikkulavoille ja 8 hyllyä eurolavoille. Hyllypaikat on laskettu siten, että yhtä hyllytasoa kohden mahtuu 3 eurolavaa eikä päällekkäin pinottuja lavoja ole huomioitu. Nykyisessä varastossa on pikkulavapaikkoja 96 ja eurolavapaikkoja 120. Varastoa on esitelty kuvassa 2.



Kuva 3. Tuottajantien entinen valmiiden tuotteiden varasto.

5.10 Lavatarrat

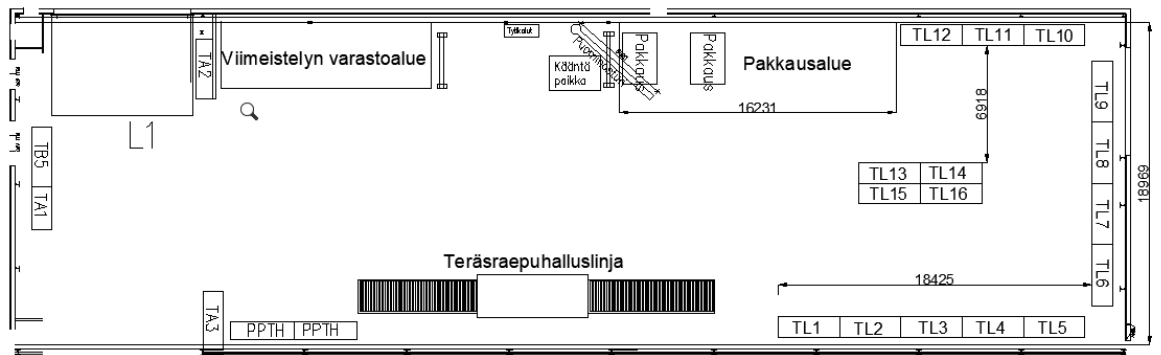
Jotta tuotteiden virtaus tuotannossa olisi sujuvampaa, käytetään niissä tuotetarroja, joiden avulla nähdään tuotteille määritetyt työvaiheet. Tuotetarrasta selviää myös päivämäärät, jolloin tuote pitää olla jossakin tietyssä työvaiheessa. Jotta tiedettäisiin seuraava tuotteen edellyttämä työvaihe, vaiheohjauksen ruutuun tulee merkki sen työvaiheen kohtaan, mihin tuotteen pitäisi seuraavaksi olla matkalla. Tarra sisältää myös 2D-kuvan tuotteesta ja sen päämitat. Lisäksi tarrasta selviää tilausnumero, positio, asiakas ja tuotteiden lukumäärä. Kun tuote on valmis keräilyä varten, lavan päytyyn laitetaan tarra, josta selviää asiakkaan nimi, tilausnumero ja positio. Mikäli

jompikumpi tarra menee hukkaan tai rikkoutuu, voidaan tuotannon jokaiselta työpisteeltä tulostaa uudet. Tuotteisiin kirjoitetaan myös tussilla tilausnumero ja positio, jolloin voidaan etsiä tuote järjestelmästä ja tulostaa uudet tarrat, mikäli vanha tarra hukkuu tai rikkoutuu.

6 Työn toteutus ja tulokset

Yrityksen sisäiseen logistiikkaan tutustumisen, teoriaan perehtymisen ja SWOT-analyysin jälkeen ryhdyttiin toteuttamaan varsinaista layout suunnittelua. Layout-suunnittelun pohjana käytettiin arkkitehtipohjaa tehtaan tiloista. Layoutsuunnitteluun käytettiin tietokoneavusteista suunnitteluohjelmistoa, AutoCadia.

6.1 Ensimmäisen layoutin lähtökohdat



Kuvio 5. Ensimmäinen layoutvaihtoehto.

Ensimmäisen layoutin lähtökohtana oli, että keräilyvarasto sijoitettaisiin alueelle L1 (liite 1) eikä tehtäisi lainkaan laajennuksia. Ajatuksena oli, että lohkoissa sijaitsevat polttoviestelinjat siirrettäisiin muualle ja lohkon jäisi ainoastaan teräsraepuhalluslinja sekä isojen kappaleiden viimeistelypiste. Varasto rakennettaisiin lohkon toiseen pätyyn polttoviestelinjojen tilalle. Työ oli rajattu siten, että koneiden tulevaisuuden sijoituspaikkoja ei tarvinnut suunnittelussa ottaa huomioon.

Alueen L1 korkeus siltanosturin alakoukkuun mitattuna on 6100 mm, mikä mahdollistaisi hyvin korkeiden varastohyllyjen käyttämisen. Näin saataisiin myös kuutiot tehokkaasti käyttöön. Tässä tosin olisi kääntöpuolena se, että mikäli lähdetäisiin rakentamaan korkeampaa varastoa kuin nykyinen, tulisi myös käytössä olevat vastapainotrukit päivittää korkeampaan varastoon soveltuviin trukkeihin. Kyseessä olisi

hyvin merkittävä investointi ja kun asiasta keskusteltiin johtoryhmän kanssa, päätettiin, että yritys ei vielä lähtisi tällä aikataululla tekemään niin suuria muutoksia varastotoimintaan.

Palaverissa nousi esiin ehdotus, että Tuottajantien varastoon hankittaisiin täsmälleen samanlaiset hyllyt kuin Jalostajantien tehtaan varastolla. Jalostajantien tehtaalla käytetään varastossa hyllyjä, joiden vaakapalkin pituus on 3600 mm ja joissa yhdelle palkille mahtuu 4 eurolavaa vierekkäin. Hyllyjen alimmainen palkki on 940 mm korkeudella ja loput 5 tasoa 650 mm hyllyvälityksellä. Tähän kun lasketaan lattiataso mukaan, yhteen hyllyyn mahtuu 24 eurolavaa.

Pakkausalueen suunnittelussa oli edellytyksenä, että varastomiehillä olisi käytössään n. 10 x 5 metriä tyhjää tilaa, jotta pitkän tavaran käsittely ja setitys tulevaisuudessa helpottuisi. Tilan tarve pakkausalueelle perustui jo pitkään yrityksessä työkennelleiden varastomiesten arvioihin.

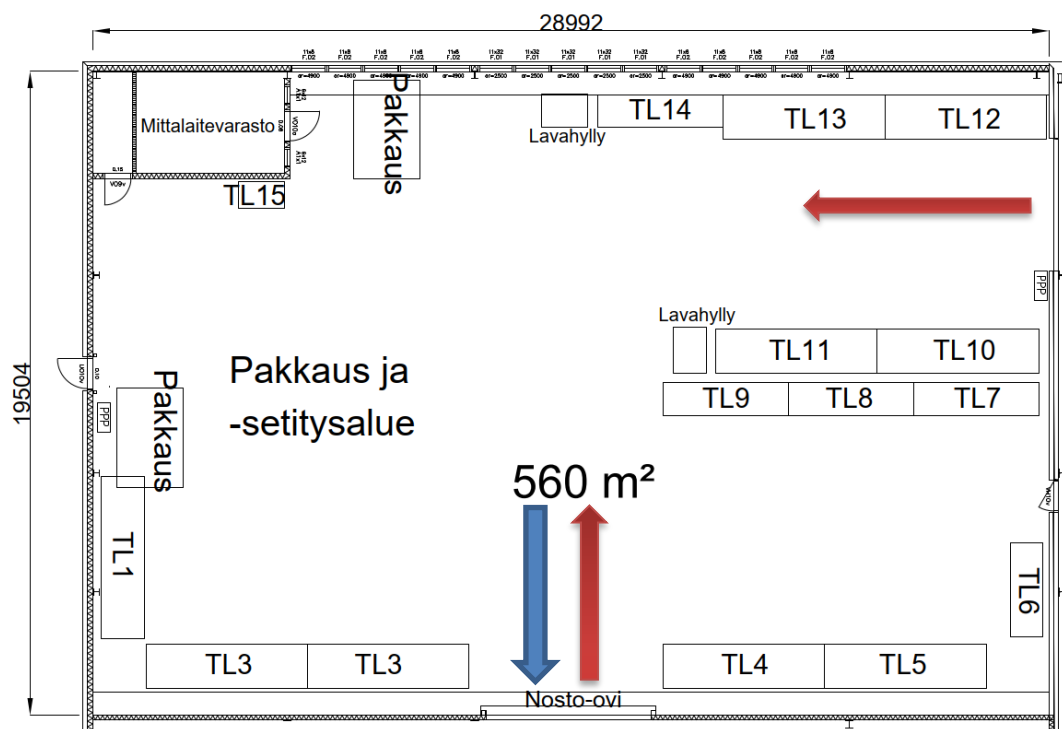
6.2 Layoutin suunnittelu

Layouthyllyjen suunnittelussa käytettiin 3600 mm vaakapalkkisia hyllyjä, jolloin yhdelle palkille mahtuisi 4 eurolavaa vierekkäin. Tilaan mahtuisi 12 hyllyä seiniä vasten ja 4 hyllyä olisi mahdollista sijoittaa vastatusten keskelle varastoa. Tällä ratkaisulla hyllyjen välistä käytävätilaa jäisi riittävästi nykyisin käytössä oleville trukeille. Eurolavapaikkojen määrä nousisi 384:ään, mikä olisi 78 % enemmän nykyiseen verrattuna. Tällä layoutratkaisulla saataisiin kaikki lattialla ja kulkuväylillä lojuva tavara hyllyihin omille paikoilleen ja hyllyihin jäisi vielä tyhjää tilaa tulevaisuuden kasvua varten.

Tätä layoutia koskien käydyssä palaverissa tuli kuitenkin esiin useita ongelmakohtia. Yksi negatiivinen puoli olisi, että siltanosturit jäisivät hyvin vähälle käytölle poltoviistelinjojen siirtyessä muualle. Teräsraepuhallin ja viimeistelypaikka olisivat kunnossapidon mukaan olleet myös liian kalliit ja työläät siirtää, joten ainoaksi varaston sijoituspaikaksi lohkossa jäi sen itäinen pääty. Varastoon tuleva ja lähtevä tavara jouduttaisiin kuljettamaan viimeistelylinjan ja teräsraepuhaltimen välistä. Tämä ai-

heuttaisi työturvallisuusriskin, sillä jo valmiiksi ahtaalla kulkuväylällä tulisi vastakkainen liikenne lisääntymään. Lopuksi tehtiin päätös, että 1-lohko on liian suuri uhraus varastoksi muuttamiseksi ja tämä ratkaisu ei työturvallisuuden parantumista edistäisi. Yritykselle turvallisuus on työsuhteen perusehto ja yksi työn päätavoitteista oli lisätä työturvallisuutta ja vähentää trukkiliikennettä, joten tämä ratkaisu ei palvelisi työn tarkoituspäää lainkaan.

6.3 Toisen layoutin lähtökohdat



Kuvio 7. Toinen ja toteutunut layout.

Varaston uudeksi mahdolliseksi sijoituspaikaksi valikoitui 2015 vuonna tehdyn laajennuksen yhteydessä tehty kunnossapidon hitsaamo. Hitsaamon lattia pinta-ala on noin 560 m² ja korkeus noin 4 metriä.

Vastapainotrukkien korkean tilantarpeen vuoksi mitattiin, että hyllyjen välisten käytävien leveys olisi hyvä olla n. 5 metriä. Hyllyjä ei voinut myöskään sijoittaa aivan seinään kiinni, sillä tilassa sijaitti hallinosturi ja sen kiskot olivat n. 400 mm leveät.

Tilassa sijaitisi myös 2 palopostia, joiden edusta piti jättää vapaaksi. Tilan mataluuden vuoksi suunnitelmasta tilata tehdastekoiset hyllyt luovuttiin ja päätettiin hyödyntää Tibnor Raahelta aikoinaan käytöstä poisjääneitä hyllyjä, joita lojui käyttämättömänä ympäri yrityksen piha-aluetta.

6.4 Layoutin suunnittelu

Suhteellisen ahtaan tilan vuoksi päätettiin, että hyllyt sijoitettaisiin varaston pituus suunnan mukaisesti. Tällä ratkaisulla saatiin eniten varastopaikkoja niin, että hyllyjen välistä käytävätilaa on riittävästi. Jotta tilankäyttö olisi mahdollisimman tehokasta, päätettiin eurolavahyllyt TL11 & TL10 asettaa vastatusten pikkulavahyllyjen TL9, TL8 & TL7 kanssa. Varaston vasemmalle ja oikealle seinustalle jäi myös molemmille tilaa yhdelle lisähyllylle leveyssuuntaisesti. Tällä suunnitelmalla varastoon saataisiin 152 pikkulavapaikkaa ja 190 eurolavapaikkaa, jolloin pikkulavapaikkoja olisi 56 ja eurolavoja 70 enemmän verrattuna nykyisiin paikkoihin eli 58 % enemmän.

Tibnorilla varastomiehet käsittelevät päivittäin isoja kappaleita, joten pakkaus- ja setitysalueesta haluttiin riittävän tilava. Pakkauskoneet päätettiin sijoittaa lähekkäin toisiaan. Tällä vältytään tarpeettomalta tavaran siirtelyltä ja virheriski pienenee.

Varastoon päätettiin sijoittaa yksi pienempi TL15 -hylly yksittäisille tilausriveille, johon voisi varastoida kappaleita joiden paino on maksimissaan 3 kg/kappale. Näin pieniä kappaleita ei tarvitse varastoida omalle lavalleen ja viedä turhaan yhtä hyllypaikkaa. Layoutiin on myös piirretty 2 hyllyä tyhjiä kuormalavoille, jotta ne pysyvät siististi nipussa.

6.5 Materiaalin virtaus

Varastossa tavaran virtaus toteutuu U- ja L-virtauksen periaatteilla. Kuvassa on punaisilla nuolilla osoitettu varastoon saapuva tavara sekä vastaavasti sinisellä nuolilla lähtevä tavara. Lähinnä koneistuksesta tai viimeistelystä valmistuva tavara tuodaan varastoon viereiseltä sivulta kuin lähtevä, mutta loput tavarasta tuodaan samasta oviaukosta kuin tavara lähtee ulos. Mitään toisenlaista virtausperiaatetta ei tässä tapauksessa voitu toteuttaa, ellei varastoon oltaisi rakennettu kokonaan uutta oviaukkoa.

Myös lähettämö päätettiin siirtää tehtaan pohjoiseen päätyyn (liite 1), jotta tavaran virtaus saataisiin entistä tehokkaammaksi ja varastomiesten ei tarvitsisi ajaa trukilla pääkäytävällä lähes lainkaan.

Tässä layoutissa toteutuu hyvin suunnittelutyölle asetetut vaatimukset, joista tärkeimpinä mainittakoon trukki liikenteen väheneminen, lavapaikkojen lisääminen ja selkeän sekä tehokkaan toimipaikan luominen varastolle. Samassa liikenne suoraviivaistuu ja vähenee, sillä keräilymatka pienenee. Mitattavia kustannussäästöjä on vaikeaa lukuarvoin osoittaa, mutta materiaalin virtaus on suoraviivaisempaa ja siirtokuormausta on selkeästi vähentynyt. Tämä tarkoittaa, että säästöjäkin on todennäköisesti syntynyt, etenkin työvoimakustannuksissa sekä riskikustannuksissa.

6.6 Hallissa tapahtuneet muutokset

Suunnittelutyön edettyä riittävän pitkälle tehtiin päätös varaston uudelleen sijoittamisesta hallin pohjoispäätyyn. Tämän jälkeen lähdettiin välittömästi siirtämään ja sijoittamaan hyllyjä uusiin tiloihin kuviossa 2 esitellyn layout pohjan mukaisesti. Kuvassa 4 on esitetty hyllyjen sijaintia varastossa. Varaston uudelleen sijoittumisen seurauksena hallissa tehtiin myös useita muita laajoja muutoksia. Tässä kappalessa on esitelty muutoksista huomattavimmat ja tärkeimmät.



Kuva 4. Uusi varasto.

6.6.1 Alue L1 (viimeistelylohko)

Alkujaan viimeistelytyöpisteellä ei ollut hyllyjä lainkaan ja kaikki tuotteet jouduttiin säilömään lattialla. Varsinkin ruuhka-aikoina tästä aiheutui ongelmia, sillä lavat tukkivat kulkuväylät ja veivät viimeistelijöiltä työskentelytilaa.

Pakkauspuisteiden siirtyessä uusiin toimintatiloihin hallin pohjoispäättyyn, saatiin viimeistelypisteelle kaksi kuormalavahyllyä tuoden 40 lavapaikkaa ja lattiatilaakin vapautui huomattavasti. Viimeistelypaikan työskentelytilakin kasvoi samalla. Tavaransiirtokuormaus ja trukkiliikenne vähenevät myös uudistuksen johdosta. Viimeistelypisteen siisteys parani huomattavasti nyt, kun lavat ovat hyllyssä omilla paikoillaan eivätkä lattialla epäjärjestyksessä. Viimeistelypaikan nykyistä olemusta on esitelty kuvassa 5.



Kuva 5. Viimeistelypaikka muutoksien jälkeen.

6.6.2 Hitsaamo ja alue L4

Alueella L4 (liite 1) sijainneesta pikkusärmästä päätettiin luopua sen vähäisen käytöasteen vuoksi. Myös toinen pakkauspiste siirtyi varaston muuton yhteydessä pois, joten 4-lohkosta vapautui tilaa muille toiminnoille.

Alueen L1 päässä sijainnut apupalan poistopiste siirrettiin alueelle L4 vapautuneeseen tilaan ja vastaavasti alueelta L1 vapautunut tila otettiin käyttöön kunnossapidon hitsauspisteeksi. Apupalan poiston siirtymisellä alueelle L4 pitkän särmän läheisyyteen oli materiaalivirtojen kannalta hyvin positiivinen vaikutus. Aiemmin kun särmältä on valmistunut isoja kappaleita, joista on pitänyt särmäyksen jälkeen apupala poistaa, on nämä viety kärryillä alueen L1 pätyyn. Sen lisäksi että kappale kuljetetaan toiseen päähän hallia turhaan, on viimeistelylohkoon ahtautuminen isojen kärryjen kanssa suuri työturvallisuusriski. Nykyisin särmältä valmistuvat kappaleet ovat helppo magneetin avulla nostaa apupalan poistopisteelle tarvitsematta trukkia lainkaan.

6.7 5S+S Uudessa varastossa

Layoutmuutoksen yhteydessä tehtiin varastoon pieni 5S-projekti. 5S+S-menetelmän avulla pyrittiin varaston yleisilmeestä saamaan aikaan mahdollisimman siisti, yhtenäinen ja selkeä. Projektissa edettiin teoriaosuudessa 2.3 esitellyin askelin.

Sorteeraus eli lajitteluvaiheessa luokiteltiin tavarat tarpeellisuuden mukaan ja poistettiin tarpeettomat tavarat kokonaan. Systematisointivaiheessa tarpeellinen tavara siirrettiin oikeille paikoilleen ja oikeaan järjestykseen. Tavarat ja toiminnot ovat näin ollen hyvin näkyvillä ja saatavilla. Tyhjille trukkilavoille varatut hyllyt ja pakkauspisteet maalattiin keltaisella huomiovärillä ja kaikki hyllyt sinisellä. Kuvissa 6 ja 7 on esitelty tarkemmin varaston uutta ulkomuotoa. Tämän jälkeen suoritettiin siivous ja vakiinnutettiin toimintatavat osaksi työrutiinia. Viimeiseksi vaiheeksi jää työntekijöiden vastuulle seuranta ja ylläpito sekä toiminnan jatkuva parantaminen.



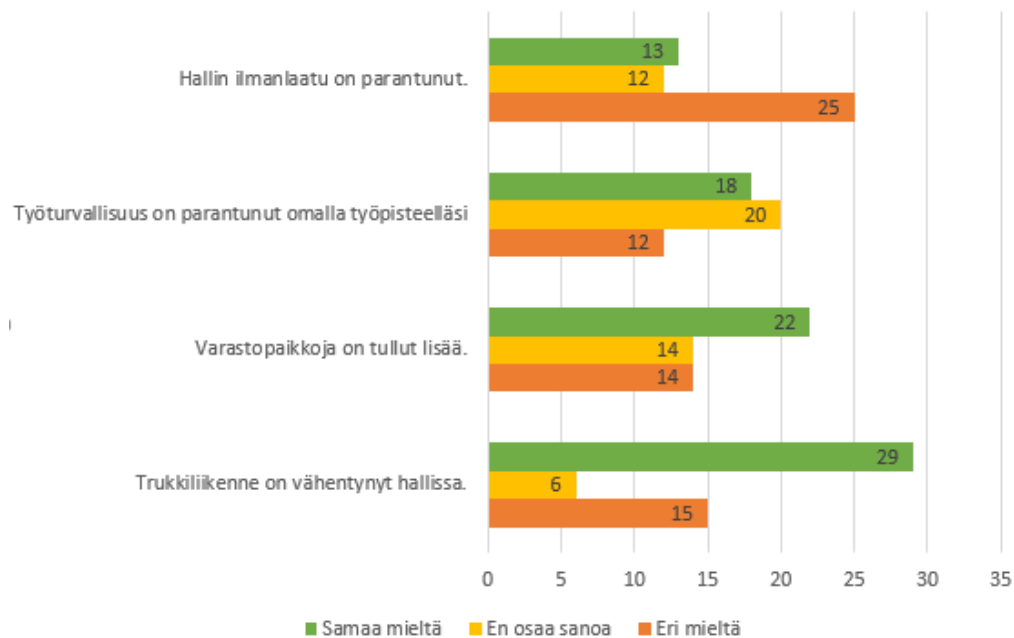
Kuva 6. Pakkaus- ja setitysalue uudessa varastossa.



Kuva 7. Pakkauskoneen edusta ja TL1-TL3 hyllyt.

6.8 Kysely tuotantotyöntekijöille

Työn tarkoituksena oli palvella etenkin tuotantotyöntekijöitä, sillä asiat joihin työllä etsittiin ratkaisuja ja parannusta koskevat tuotantotyöntekijöitä päivittäin. Jotta opinäytetyön tavoitteiden onnistumista voisi arvioida paremmin, teetettiin halliin lyhyt kyselylomake, johon vastasi 50 tuotantotyöntekijää. Kyselylomakkeessa oli esitetty 4 erilaista opinnäytetyön tavoitteisiin liittyvää väittämää, joiden toteutumista kyselyyn vastaajat arvioivat viisiportaisella vastausasteikolla. Alla olevaan kuvioon on vastaukset havainnollistamiseksi jaoteltu positiivisiin, neutraaleihin ja negatiivisiin vaihtoehtoihin. Lisäksi kyselyn lopussa oli rivi vapaalle sanalle.



Kuvio 6. Kyselyn tulokset.

Kuvio 6 osoittaa, että ainakin kaksi työn päätavoitetta onnistuivat hyvin. Kyselyyn vastanneista suurin osa koki varastopaikkojen määrän kasvaneen sekä trukkiliikenteen vähentyneen, mikä on erittäin positiivinen asia.

Suurin osa ei taas kokenut hallin ilmanlaadun parantuneen. Työn avulla tapahtuneet muutokset eivät ehkä itse koko hallin ilmanlaatuun merkittävästi vaikuttaneet, mutta varastotyöntekijöiltä erikseen kysyttäessä he olivat sitä mieltä, että uudessa varastossa sisäilma on huomattavasti parempi kuin aiemmassa. Tähän vaikuttaa mitä

luultavimmin se, että uusi varasto sijaitsee niin kaukana viimeistelyalueesta, että viimeistelystä aiheutuva metallipöly ei tavoita varastotilaa.

Väittämään ”työturvallisuus on parantunut omalla työpisteelläsi” *en osaa sanoa* ja *samaa mieltä* vastauksia tuli lähes yhtä paljon. Koska vastaukset ovat enemmän positiiviselle puolelle kallellaan tai neutraaleja, voidaan tämänkin tavoitteen katsoa onnistuneen kohtalaisen hyvin. Syy, miksi eriävien vastausten määrä oli tässä niin tasainen, voi johtua siitä, että kaikki eivät ole vielä ehtineet huomata muutoksien vaikutusta. Kun tämä väittämä esitettiin erikseen varastomiehille, kaikki kuitenkin kokivat oman työturvallisuutensa parantuneen uusien keskitettyjen toimitilojen myötä.

Kyselyn tuloksista voidaan todeta, että: ”En osaa sanoa”-vastauksia tuli huomattavan paljon. Tämä voi johtua siitä, että vastaajat eivät joko ole olleet täysin tietoisia väittämien asioista, väittämään annetut vaihtoehdot eivät ole kuvanneet vastaajien ajatuksia riittävästi tai vastaajat eivät ole halunneet ottaa asiaan kantaa.

Vapaa sana -osiossa, mikä oli kyselylomakkeen viimeisenä kohtana, toivottiin varastokatokseen enemmän pitkiä oksahyllyjä, joihin isomman kappaleen säilöminen olisi vaivatonta. Tämä tosin edellyttäisi myös, että piha-aluetta jouduttaisiin kattamaan ja suojaamaan hieman lisää. Katoksessa säilötyt tuotteet ovat useimmiten puhallettuja isoja kappaleita, jotka eivät saisi missään tapauksessa ruostua.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa Tibnor Oy Tuottajantien yksikön valmiin tavaran sisävarastoinnin tehokkuutta. Tavoitteena oli myös saada vähennettyä hallin sisäistä trukkiliikennettä ja näin ollen parantaa työturvallisuutta. Työn toimeksiantaja oli tyytyväinen työn lopputuloksiin ja työlle asetetut tavoitteetkin tulivat saavutettua aikataulussa.

Työn ensimmäisenä vaiheena oli kartoittaa yrityksen valmistuotevaraston nykytila. Tämä toteutettiin viikon seurantajaksolla, jonka aikana suoritettiin työntekijöiden haastatteluja ja tehtiin omia näköhavaintoja. Loppuun suoritettiin vielä SWOT-analyysi yhteistyössä yrityksen johdon ja työntekijöiden kanssa, jotta voitaisiin analysoida varaston nykyinen toimintamalli tarkemmin ja pureutua tätä kautta ongelma-kohtiin.

Näiden tutkimuksien pohjalta yhdessä SSAB One -filosofiaa ja varastoinnin teoriaa mukaillen lähdettiin pohtimaan ja kehittämään ratkaisuja varastoinnin tehokkuuden parantamiseksi. Merkittävimpänä tehtävänä oli suunnitella varastolle uusi toimintatila ja layout, joissa toteutuisi työlle ennalta määritetyt vaatimukset mahdollisimman tarkasti.

Uusia layoutvaihtoehtoja piirrettiin useita mutta näistä ainoastaan kahta on esitelty työssä tarkemmin. Näistä toinen ja toteutunut layout saavutti työlle asetetut tavoitteet erinomaisesti ja se otettiin yrityksessä käyttöön pikimmiten, kun suunnittelutyö oli edennyt riittävän pitkälle. Uuden layoutin avulla saatiin koko varastotoiminta keskitettyä omaan toimintatilaansa parantaen näin varastoinnin turvallisuutta ja tehokkuutta. Kunnollisissa tiloissa toimiminen poistaa myös hukkia kuten siirtokuormausta ja turhaa liikkumista ja pienentää virheriskejä. Varastohyllyjen siirtyessä pääkäytävän varrelta pois saatiin trukkiliikennettä vähennettyä huomattavasti ja käytävästä tilavampi liikkumiselle. Varastopaikkojen määrää oli myös tavoitteena saada lisättyä ja toteutunut layout kasvattikin määrää n. 58 %.

LÄHTEET

- Haverila, M. J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A., 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Infacs.
- Hokkanen, S. & Virtanen, S., 2018. Varastonhoitajan käsikirja. 4. painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.
- Karhunen, J., Pouri, R., & Santala J., 2004. Kuljetukset ja varastointi. Helsinki: WSOY Bookwell Oy.
- Logistiikan maailma. Ei päiväystä. Materiaalin virtaus ja tuotteiden sijoittelu varastossa. [Verkkosivu]. Reijo Rautauoman säätiö. [Viitattu 24.9.2019]. Saatavana: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/materiaalin-virtaus-ja-sijoittelu/>
- Logistiikan maailma. Ei päiväystä. Varaston lay-out. [Verkkosivu]. Reijo Rautauoman säätiö. [Viitattu 20.9.2019]. Saatavana: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastotilojen-suunnittelu/varaston-lay-out/>
- Richards, G. 2011. Warehouse Management. Kogan Page Ltd.
- Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A. & Santala, J., 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto : Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY.
- SSAB ONE. SSAB ONE: Yhteinen johtamisfilosofiamme. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.
- Stevenson, W. 2009. Operations Management. 10. painos. Boston: McGraw-Hill.
- Suomen Kuljetusopas. 2010a. Varastointi. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.04.2019]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kustannukset/>
- Suomen Kuljetusopas. 2010b. Varastointi. [Verkkosivu]. [Viitattu 01.05.2019] Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/suunnittelu/>
- Suomen Riskienhallintayhdistys. Ei päiväystä. Nelikenttäanalyysi – SWOT. [Verkkosivu]. PK-RH. [Viitattu 29.04.2019]. Saatavissa: <https://www.pk-rh.fi/tools/swot.html>
- Tibnor. Ei päiväystä. Tietoa Tibnorista. [Verkkosivu]. Helsinki: Tibnor. [Viitattu 12.3.2019]. Saatavana: <https://www.tibnor.fi/tietoa-tibnorista/tibnor>

What Is SixSigma. 2018. Spaghetti Diagram. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.4.2019].
Saatavana: <https://www.whatissixsigma.net/spaghetti-diagram/>

LIITTEET

Liite 1. Arkkitehtipohja tehtaan tiloista

