



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Vastaanottotarkastuksen työohjauksen kehittäminen

Jami Juujärvi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

JUUIÄRVI, JAMI:

Vastaanottotarkastuksen työnohjauksen kehittäminen

Opinnäytetyö 40 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Toukokuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Pirkanmaalla toimivan metallialan yrityksen vastaanottotarkastuksen työnohjausta ja parantaa työn vaatimia edellytyksiä toimivalle tarkastukselle. Työssä perehdyttiin nykytilan kartoitukseen, jotta saatiin luotua yleiskuva nykyisestä toiminnasta. Työn tavoitteena oli kehittää erp-järjestelmää siten, että se palvelee vastaanottotarkastuksen tarpeita. Lisäksi työssä perehdyttiin tehdasfysiikan sovelluksiin, jotta prosessia voidaan kehittää ja ohjata tulevaisuudessa erilaisilla mittareilla.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa perehdyttiin tehdasfysiikan keinoin sovellettavaan vaihtelun pienentämiseen ja prosessin kuvaamiseen erilaisin mittarein. Työssä tutkittiin prosessiin vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutusta läpimenoaikoihin. Käytännön osuus keskittyi työnohjaukseen käytettävän erp-järjestelmän luomiseen ja prosessin nykytilan kuvaamiseen. Lopuksi käydään läpi, millä keinoin vastaanottotarkastusta voidaan kehittää tulevaisuudessa, jotta tarkastuksen viallisten osien löytymisprosenttia saataisiin kasvatettua nykyisestä.

Yrityksen käyttämä erp-järjestelmä todettiin soveltuvan hyvin työnohjauksen vaatimiin käyttötarkoituksiin. Haasteena oli kuitenkin, mistä ja mitä tietoja järjestelmä kerää. Mittalaitteiden versiopäivitykset nousivat työn aikana myös esille, ja ne pyritään päivittämään viimeisimpiin versioihin, jotta saadaan pienennettyä ylimääräistä työtä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Modern Production Systems

JUUJÄRVI, JAMI:

Developing the Process Management of incoming inspections

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 0 pages
May 2017

The purpose of this study was to develop the process management of incoming inspections at the company that operates in Tampere, and to create favorable conditions for successful inspections. In the first stage of this study, the present state of the inspection process was mapped to provide a general overview of the current operations. The aim was to develop the ERP system at the company so that it would serve the requirements for the incoming inspection. In addition, were studied factory physics applications, in order to develop and monitor various indicators in the future process.

The theoretical part of the thesis of this thesis focuses on reducing fluctuation in the process by means of factory physics, and describing the process by various indicators. Moreover, different factors affecting the process and their impact to the process lead time was also studied. The practical part of the study focuses for the development and creation of process control in the ERP system, and illustrates the current state of the process. Finally, an analysis is provided on how the incoming inspection can be develop in the future to increase the probability identifying defective parts in the process.

The ERP system used by company was found well suited for the purposes of process management. However, finding out about what data the system should collect and where was challenging. Furthermore, measuring instruments were in need of software updates, and some of the equipment needed to execute the incoming inspection process effectively were not available. The instruments will be upgraded with the latest software updates to reduce the amount of unnecessary work.

Key words: work guidance, erp-system, factory physics, incoming inspection

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYSESITTELY	7
3	TUTKIMUSMENETELMÄT	8
	3.1 Benchmarking	8
	3.2 Tehdasfysiikka	10
	3.2.1 Varaston, läpimenon ja jaksoajan riippuvuussuhteet	10
	3.2.2 Prosessin suorituskyvyn kuvaaminen	12
	3.2.3 Vaihtelun huomioiminen ja sen pienentäminen	13
4	VASTAANOTTOTARKASTUKSEN KEHITTÄMINEN	16
	4.1 Projektin syyt	16
	4.2 Projektin tavoitteet	16
	4.3 Projektin lähtötilanne	17
	4.3.1 Menetelmät ja prosessit.....	17
	4.3.2 Tilat, mittalaitteet ja resurssit	19
	4.3.3 Läpimenoajat ja työkuorma.....	22
5	TYÖNOHJAUS JA SEURANTA	25
	5.1 Lean-systems	25
	5.1.1 Visualisointi	29
	5.1.2 Töiden jakautuminen.....	32
	5.1 Seuranta	32
6	TARKASTETTAVIEN NIMIKKEIDEN MÄÄRITTÄMINEN.....	35
	6.1 Tarkastusten arviointi	35
	6.2 Juurisyyt viallisille nimikkeille.....	36
7	POHDINTA.....	37
	LÄHTEET.....	39

LYHENTEET JA TERMIT

WIP	keskeneneräinen työ
Erp	Toiminnanohjaus
I-mR	Prosessin ohjauskortti vaihteluun ja läpimenoaikoihin

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa vastaanottotarkastuksen nykytilanne ja luoda sen pohjalta työnohjaus tarkastusprosessille. Lisäksi jatkuvalla kehittymiselle haluttiin luoda perusedellytykset perehtymällä erilaisiin mittareihin, joita voidaan hyödyntää prosessin ohjaamisessa ja vastaanottotarkastuksen suorituskykyä seurattaessa.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi millä keinoin omaa toimintaa pystytään kuvaamaan ja miten saadulla tiedolla voidaan kehittää omaa toimintaa. Oman toiminnan kyseenalaistaminen on kehityksen kannalta erittäin tärkeää, koska mikään prosessi ei ole hiottu huippuunsa, vaikka se tuntuisikin omasta mielestä täydelliseltä. Vertaisvierailut muiden yritysten luokse on oiva työkalu löytää uusia ratkaisuja omaan toimintaan, kun toimijat pääsee jakamaan tietoa omista käytännöistä. Oman toiminnan seuraaminen on tärkeää, jotta voidaan osoittaa kehityssuunta, jollakin aikavälillä ja analysoida mistä mahdollinen onnistuminen tai epäonnistuminen on johtunut ja sitä kautta löytää asia, jossa on vielä parannettavaa.

Työnohjauksen kehittämisen osuus perehtyy kuvaamaan toimivaa työnohjausta ja millä tavoilla sitä voidaan parantaa epästabiilissa ympäristössä. Opinnäytetyössä käydään myös läpi erp-järjestelmän kehittämistä, jotta se tukee aktiivista työnohjausta. Lisäksi pohditaan millä perustein vastaanottotarkastukseen tulee tarkastettavia nimikkeitä ja luoda pohja tarkastusten kriittisyydestä, jotta voidaan keskittyä riskiluokaltaan todennäköisesti viallisten osien tarkastamiseen.

Pohdinta osiossa käydään läpi, miten toimintaa voidaan parantaa tulevaisuudessa ja minkälaisia mittareita on mahdollisuus tulevaisuudessa hyödyntää, kunhan alkuun on päästy tilanteeseen, jossa tiedetään oman prosessin käyttäytyminen ja minkälaiset haasteet silloin hidastavat prosessin toimintaa.

2 YRITYSESITTELY

Opinnäytetyö on toteutettu yhdessä Tampereella toimivan suurehkon metallialan yrityksen kanssa, joka kuuluu osana suurempaa kansainvälistä konsernia. Yritys on merkittävä työllistäjä Pirkanmaan alueella.

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Työssäni olen käyttänyt erillaisia tutkimusmenetelmiä, joilla olen pyrkinyt löytämään uusia toimintamalleja prosessille ja kuvaamaan prosessia paremmin olemassa olevan tiedon perusteella.

3.1 Benchmarking

Benchmarking on tutkimusmenetelmä, jolla tarkoitetaan omaan suorituskyykyyn, prosessiin tai toimintatapoihin liittyvää vertailevaa tutkimusta. Benchmarking voidaan toteuttaa sisäisesti organisaatiossa tai siihen voidaan käyttää myös muita organisaatioita samalla tai eri toimialoilla. Menetelmän avulla pystytään selvittämään parhaiten suoriutuva organisaatio tutkittavalla alalla ja sitä kautta voidaan ohjata omaa toimintaa parempaan suuntaan. Benchmarking:sta on olemassa useita eri variaatioita toteuttaa kyseistä tutkimustyötä, joista yleisin ehkä on julkinen benchmarking. Tyypillinen julkinen benchmarking-analyysi on lehdessä oleva arvio saman kategorian tuotteesta esimerkiksi lihapiirakoiden makutestit, jossa eri valmistajien lihapiirakat arvioidaan hinnan, maun ja raaka-aineiden osalta, jonka jälkeen ne laitetaan paremmuus järjestykseen. (Cassell, C. Nadin, S. Gray, M. 2001.)

Vertaisvierailut (One to one benchmarking, OTOB) on tavanomaisin tapa toteuttaa benchmarking-analyysi. Tässä tavassa vertaileva organisaatio vierailee toisessa organisaatiossa ja tutkii heidän tuloksia sekä mahdollisia eroja toimintatavoissa. Tämän tyyppiset menetelmät ovat yleensä luottamuksellisia organisaatioiden välillä jolloin tutkimustulokset eivät ole julkisia. (KEV. 7.9.2010.)

Arviobenchmarking (Review Benchmarking, RB) On vertaisvierailuja laajempi analyysi, jossa pureudutaan laajemmin organisaation toimintatapoihin ja tuloksiin. Yleensä tämä tutkimusmenetelmä toteutetaan suuremmalla otannalla, jossa on useita eri organisaatioita mukana. Tutkimus tulokset jaetaan kaikkien mukana olleiden organisaatioiden kesken. (KEV. 7.9.2010.)

Tilastollinen benchmarking (Database-benchmarking, DB). Tällä menetelmällä tutkitaan määrällistä ja laadullista kehitystä. Menetelmällä voidaan vertailla tilastollisesti

nykytilannetta prosessin vanhaan tilanteeseen. Tuloksella voidaan arvioida sitä, että onko tehdyillä toimenpiteillä ollut minkälainen vaikutus prosessiin. (KEV. 7.9.2010.)

Testibenchmarking (Test benchmarking, TB) on menetelmänä erittäin kätevä, jolla pyritään tutkimaan eri organisaatioiden tuotteita ja palveluita keskenään. Tutkimusmenetelmä toteutetaan eri organisaatioista koostuvalla testiryhmällä, jotka testaavat organisaatioiden tuotteet tai palvelut samojen kriteerien perusteella. Tutkimustulokset jaetaan sitten osallistuvien organisaatioiden kesken. (KEV. 7.9.2010.)

Liiketoiminnan erinomaisuuden analyysibenchmarking (Business Excellence Models, BEM) perustuu laatujohtamisen sisällyttämiseen benchmark-analyysiin. (KEV. 7.9.2010.)

Kyselybenchmarking (Survey Benchmarking, SB) toteutetaan yleensä kyselytutkimuksien yhteydessä, jossa arvioidaan kuluttajien suhtautumista ja tapoja palveluihin tai tuotteisiin. Mallin hyviä puolia on sen laaja otanta asiakaskunnasta, jolla saadaan tarkempaa tietoa kuluttajakäyttäytymisestä. Tällä tavoin voidaan kehittää omaa toimintaa enemmän asiakaslähtöiseksi. (KEV. 7.9.2010.)

Tässä opinnäytetyössä hyödynnän vastaanottotarkastuksen prosessien ja toimintatapojen kehittämiseen vertaisvierailu menetelmää, jonka avulla pyrin selvittämään käytäntöjä, joilla muut organisaatiot toteuttavat oman vastaanottotarkastuksen. Muiden toimijoiden toimintatavat eivät kuitenkaan tarkoita, että se on välttämättä paras tapa toimia, vaikka se paperilla paremmalta saattaakin näyttää, pitää myös osata ajatella miten oman organisaation käytännöt toimivat ja sitä kautta soveltaa tutkimustulosta omaan toimintaan.

Työnohjauksessa pyrin hyödyntämään tilastollista tutkimusmenetelmää, jolla nähdään vastaanottotarkastuksen kehittyminen ajan myötä ja samalla nähdään olemmeko tehneet oikeita asioita tavoitteiden saavuttamiseksi. Tilastollinen tutkiminen vaatii otannan pitkältä aikaväliltä ja opinnäytetyön aikana kyseistä dataa oli niukasti tarjolla ja se oli virheellistä, koska ajat joita käytimme olivat varastotapahtumista saatuja ja ne eivät varsinaisesti kuvaa prosessin läpimenoaikaa, joten perehdyn lähinnä näyttämään, miten dataa voidaan hyväksi käyttää tulevaisuudessa, kun otantaa on saatu tarpeeksi kerättyä todellisille läpimenoajoille.

3.2 Tehdasfysiikka

Tehdasfysiikan avulla voidaan kuvata tehtaan prosesseja ja käytäntöjä matemaattisen mallin avulla, koska niihin pätevät samankaltaiset lainalaisuudet kuin fysikaalisiin ilmiöihin. Tehdasfysiikka auttaa ymmärtämään prosessiin vaikuttavia tekijöitä ja niiden riippuvuussuhteita. Yhden tuotannossa olevan tekijän muuttaminen vaikuttaa aina johonkin muuhun, joten on erittäin tärkeää ymmärtää mitä prosessilta halutaan, jotta ei tule yllätyksiä muutoksia tehtäessä, esimerkiksi päätetään laske varastotasoa, jolloin läpimeno ja toimitusvarmuus heikkenevät.

3.2.1 Varaston, läpimenon ja jaksoajan riippuvuussuhteet

Sir John Little esitteli vuonna 1961 kaavan, joka kuvaa prosessin riippuvuussuhteet materiaalin jaksoaikojen, varastojen ja läpimenon välillä. Kyseinen kaava tunnetaan nimellä Littlen laki ja sitä pidetään tehdasfysiikan Newtonin toisena lakina. Laki sitoo yhteen kolme elementtiä: Keskeneräinen työ (work in process = WIP), Läpimenon (throughput = TH) ja jaksoajan (cycle time = CT). Kaavan alkuperäinen muoto on $L = \lambda W$. Kaavassa L kuvaa keskimääräistä jonossa olevien asioiden lukumäärää, λ on keskimääräinen saapumisnopeus per aikayksikkö ja W on keskimääräinen jonotusaika. Nykyään kaavasta käytetään muotoa:

$$WIP = TH * CT$$

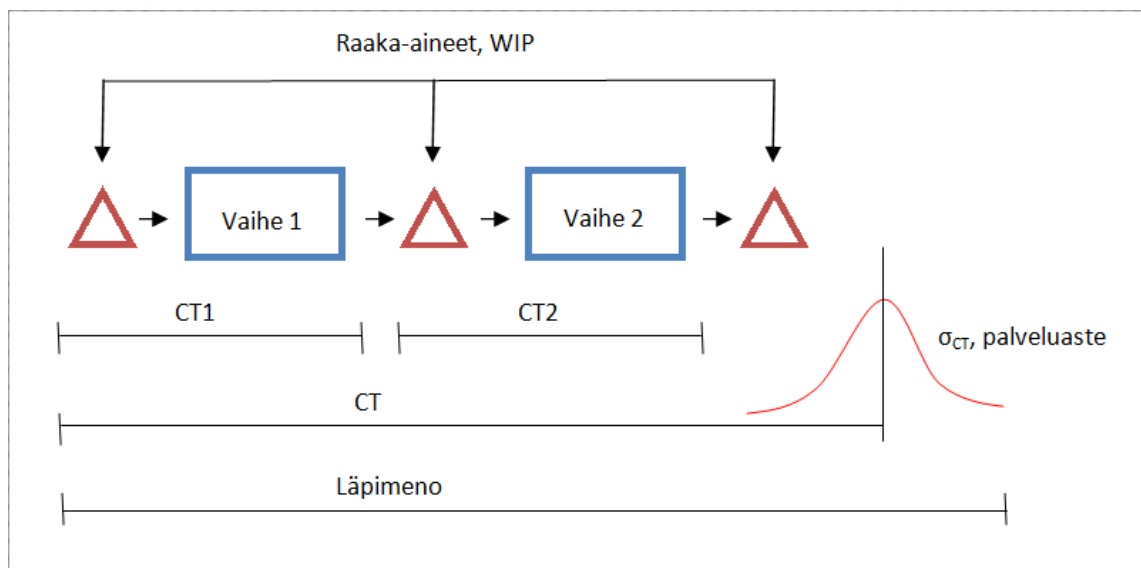
Lakia voidaan käyttää laajasti arvioitaessa tuotanto- ja palvelusysteemien toimintoja, asemia, tehtaita ja toimitusketjuja. Kaavan avulla voidaan myös arvioida ja suunnitella varastoja, läpimenoja ja läpivirtausaikoja. Huomioitavaa on kuitenkin, että kaavassa käytetään seuranta-ajalta saatuja keskiarvoja. Kaavaan vaikuttavat termit määritellään Antti Piiraisen vuonna 2014 kirjoittamassa kirjassa Vaihtelu seuraavasti:

Prosessin läpimenon edellytys on, että prosessissa on raaka-ainetta, jota prosessi voi käyttää. Prosessin sisällä olevaa varastoa kutsutaan keskeneräiseksi työksi, KET (work in process, WIP). WIP pitää sisällään raaka-aineet, prosessin sisällä olevat komponentit, puolivalmisteet ja valmiit tuotteet.

Läpimeno (throughput, TH) tarkoittaa pitkän aikavälin keskimääräistä valmistumisnopeutta. Läpimenoa mitataan tyypillisesti kappaletta per aikayksikkö. Mitä pienempi on raaka prosessiaika, sitä enemmän valmistuu tuotteita per tarkasteluväli.

Jaksoaika (cycle time, CT) tarkoittaa prosessin keskimääräistä jaksoaikaa. Jaksoaika kuvaa kuinka kauan materiaalilla kestää kulkea koko prosessin läpi.

Läpimenoaika (lead time, LT) on kiinteä suunnittelussa käytettävä aika, joka määräytyy jaksoaikojen ja halutun palveluasteen mukaan (KUVA 2).



Kuva 2. jaksoaikojen ja läpimenon ero

Läpimenoaikaa suunnitellessa halutaan määrittää prosessille palvelutaso, joka kuvaa valmistumisvarmuutta, esimerkiksi, jos palvelutasoksi on asetettu 98 %, jaksoaikojen keskiarvo on 6 päivää ja vaihtelujakaumassa 8 päivän sisälle valmistuu 98 % töistä, tällöin läpimenoaika on 8 päivää.

Prosessin kuvaamisen meidän pitää myös tietää niin sanottu pullonkaula (bottleneck rate, r_b), joka kuvaa prosessin vähiten läpimenoa tuottavan vaiheen maksimi läpimenoa eli kappaletta per aikayksikkö.

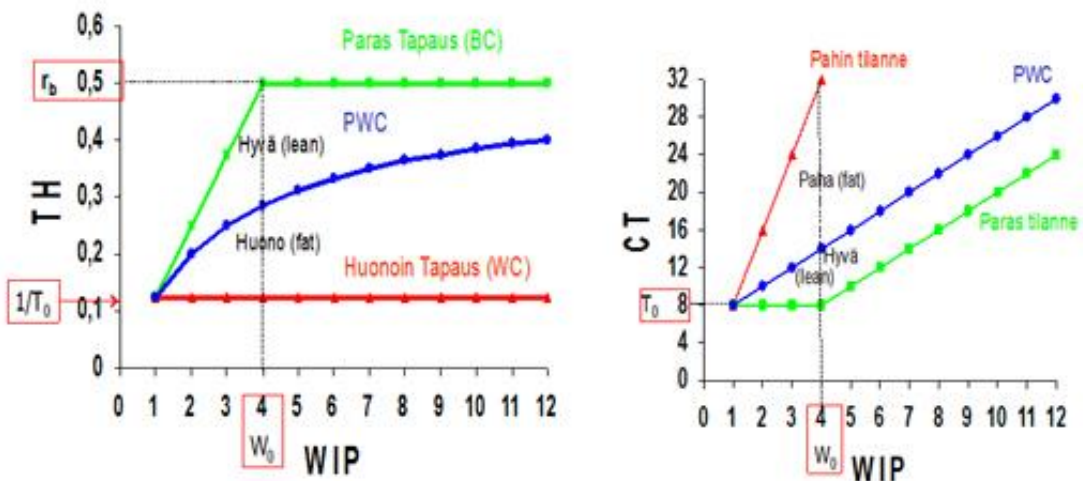
Kriittinen WIP on prosessissa olevan keskeneräisen työn määrä, kun prosessi saavuttaa maksimaalisen läpimenon annetulla pullonkaulan ulostulonopeudella ja raakojen prosessiaikojen summalla. Prosessin ylittäessä kriittinen WIP läpimeno ei enää kasva, mutta jaksoaika pidentyy prosessissa.

Käyttöaste voidaan määrittää työpisteelle tai asemalle, kun tiedetään tarkasteltavan aseman tapahtumien saapumisväli tai saapumisnopeus ja tehollinen aika tai pullonkaulan valmistumisnopeus. Käyttöaste lasketaan saapumisnopeuden suhteesta valmistumisnopeuteen seuraavasti:

$$\text{Käyttöaste} = \frac{\text{saapumisnopeus}}{\text{valmistumisnopeus}}$$

3.2.2 Prosessin suorituskyvyn kuvaaminen

Prosessia kuvattaessa halutaan tietää parhaan ja huonoimman käytännön lait läpimenoille ja jaksajalle varastotason mukaan (Kuva 3). Tämä mahdollistaa oman toiminnan nykytilanteen kuvaamisen. Tarkoituksena on nähdä miten oma toiminta sijoittuu parhaimman ja huonoimman käytännön välillä. Parhaimman tapauksen tilanteessa prosessissa ei ole ollenkaan vaihtelua. Kuvaajista voidaan todeta tuotannon kriittinen WIP eli varastotaso, jonka ylittyessä läpimeno prosessissa ei enään kasva, mutta jaksoaika pidentyy. Toisin sanoen kyseisen WIP tason ylittyessä prosessia ei voi saada enään tehokkaammaksi ellei tehdä joitakin muutoksia prosessiin, esimerkiksi lisäämällä kapasiteettia.



Kuvassa 3. Parhaimman ja huonoimman käytännön kuvaamien läpimenon ja jaksoajan mukaan (Karjalainen. 2015).

Huonoimman tapauksen kuvaaja kertoo läpimeno kaaviossa läpimenon pienimmällä mahdollisella valmistumisnopeudella saavuttaakseen keskimääräisen läpimenoajan.

Jaksoajan huonoimman tapauksen kuvaaja näyttää jaksoajan, kun keskimääräinen jaksoaika kertaantuu WIP tason mukaan. Parhaimman tapauksen käyrä kuvaa prosessin toimintaa siten, että prosessissa oleva pullonkaula toimiiin maksimaalisella teholla saavuttaessa keskimääräinen jaksoaika.

3.2.3 Vaihtelun huomioiminen ja sen pienentäminen

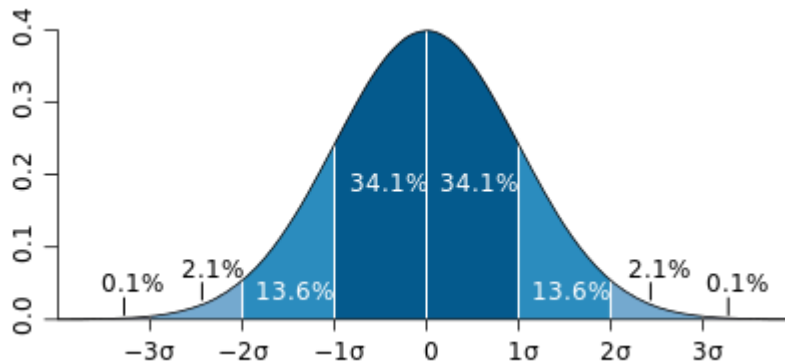
Prosessin toimintakykyyn vaikuttaa merkittävästi prosessissa tapahtuva sisäinen ja ulkoinen vaihtelu. Vaihtelun hallinta on tästä syystä erittäin tärkeää, jotta suorituskyky ei laske. Prosessin ulkopuolelta vaikuttavia vaihtelutyyppejä on kysynnän muutos laadun, ajan ja määrän suhteen. Prosessin sisältä taas läpimenoon, jaksoaikaan ja varastoihin liittyvät tekijät. Vaihtelun hallinnalla halutaan vastata kysyntään mahdollisimman kustannustehokkaasti ja laadukkaasti tinkimättä ajasta ja määrästä. Hallintaan voidaan soveltaa useita eri menetelmiä, mutta pääasiassa kaikki liittyy jollakin tavalla varastojen, kapasiteetin ja ajan hallintaan. (Piirainen, A. 2014)

Vaihtelun hallintaan voidaan käyttää kahta eri malli, jotka ovat reaktiivinen ja proaktiivinen hallinta. Vaihtelun hallinta on reaktiivista ja vaihtelun pienentäminen on proaktiivista toimintaa. Vaihtelun pienentämistä ja hallintaa ei pidä sekoittaa keskenään sillä pienentämisellä pyritään pienentämään prosessin ulkoisia ja sisäisiä vaihtelun tekijöitä, kun taas hallinnalla pyritään optimoimaan prosessia nykyisellä vaihtelun tasolla. Vaihtelun pienentämiseksi meidän pitää tunnistaa vaihtelu ja suorittaa onnistuneita toimenpiteitä niiden pohjalta, jotta vaihtelua saadaan pienennettyä, esimerkiksi uudet tilat, jossa tarvitaan vähemmän resursseja. (Piirainen, A. 2014)

Prosessin vaihtelua haluttaessa pienentää tulee tunnistaa onko prosessin tila stabiili vai epästabiili. Stabiili vaihtelu on vaihtelua, joka syntyy normaalisti prosessin eri muuttuji-

en riippuvuussuhteista toisiinsa. Epästabiili vaihtelu taas poikkeaa erittäin paljon normaalista vaihtelusta ja tällaisille havainnoille on yleensä jokin yksittäinen syy. Vaihtelu voidaan luokitella stabiiliin ja epästabiiliin tilastollisen prosessinohjauksen ohjauskortteilla. Ohjauskortteihin kerätään havaintoja prosessista, jonka jälkeen havaintojen perusteella lasketaan ohjausrajat eli kolmen sigman rajat. (Pirainen, A. 2014)

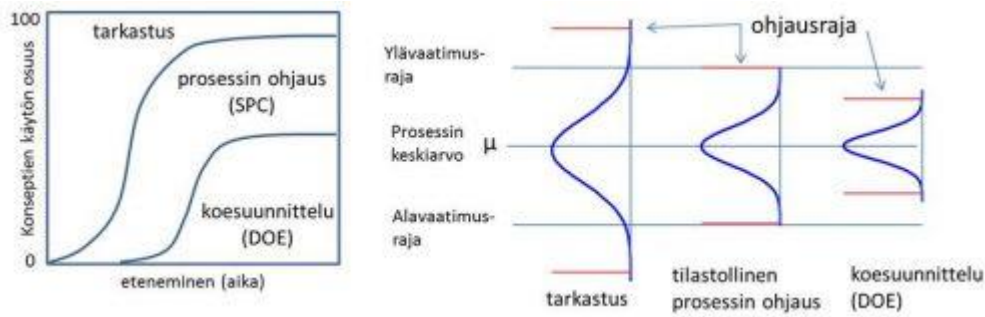
Koleman sigman raja muodostuu kolminkertaisesta keskihajonnasta eli yhden sigman rajasta. Yhden sigman rajat käsittävät jakauman arvoista 68,27%, kahden sigman rajat 95,45% ja kolmen sigman rajat 99,73%. Ohjausrajana kolme sigmaa on riittävän tarkka, jotta prosessia voidaan ennustaa, tosin prosessin tarvitsee olla stabiilissa tilanteessa (Kuva 4).



Kuva 4. Keskihajonta ja sigma rajat (Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008)

Prosessin vaihtelun pienentämisessä tulee keskittyä siihen, että prosessi on stabiili, mikäli näin ei ole tulevat toimenpiteet kohdistaa siihen, että prosessista tulee stabiili, jolloin vaihtelu pienenee. Mikäli prosessi on jo stabiili ja vaihtelu ei ole hyväksyttävissä rajoissa tulee toimenpiteet suorittaa prosessimuutoksiin, jolloin vaihtelua saadaan pienemmäksi. (Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008)

Vaihtelun pienentäminen etenee Montgomeryn (2013) mukaan kolmella askeleella jotka ovat poikkeamien erottelu, prosessin ohjaus ja kokeellinen vaihtelun pienentäminen (Kuva 5).



Kuva 5. Vaihtelun pienentämisen keinot (Montgomery, 2013)

Ensimmäisessä vaiheessa on tarkoitus tunnistaa poikkeamat normaalissa toiminnassa. Poikkeamat tunnistetaan asetettujen rajojen tai prosessin vaatimusten perusteella ja ne voivat olla lapimenoon, toleransseihin tai laatuun sidottuja. Havaittaessa poikkeama ne pyritään kojaamaan, jotta vältetään kyseiseltä poikkeamalta seuraavalla kerralla. Jossakin vaiheessa poikkeamien tunnistaminen ei enään pienennä vaihtelua vaan kasvattaa sitä. (Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008)

Toisessa vaiheessa siirrytään tilastolliseen prosessinohjaukseen, joka perustuu prosessista laskettuihin kolmen sigman rajoihin eikä suunniteltuihin rajoihin niin kuin ensimmäisessä vaiheessa. Tilastollisella prosessinohjauksella prosessi stabiloituu ja vaihtelu pienenee, kun poikkeamiin ei ylireagoida. Korjaavat toimenpiteet tehdään poikkeamille, jotka ylittävät ohjausrajat eli kolmen sigman rajat. Tilastollinen prosessinohjaus auttaa havaitsemaan normaalinvaihtelun eli prosessin kohinan ja epästabiilin tilan jolloin poikkeamat ylittävät ohjausrajat. (Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008)

Kolmannessa vaiheessa kun prosessi on saatu stabiiliin tilaan pyritään selvittämään mistä satunnainen vaihtelu eli kohina syntyy. Satunnaisen vaihtelun tutkimisessa tarvitaan hyvää ymmärrystä prosessin eri tekijöiden keskinäisvaikutuksista ja syyseuraussuhteista. Satunnaisen vaihtelun tekijöiden priorisointiin tarvitaan six sigmaa ja koesuunnittelua, jotka mahdollistaa vaikeasti ennustettavien prosessien syyseuraussuhteiden tutkimisen. (Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008)

Six sigman avulla voidaan tunnistaa muuttujat prosessissa ja ne priorisoidaan ulostuloon vaikuttavien tekijöiden mukaan. Priorisoinnissa tärkeimmäksi muodostuneille muuttujille suunnitellaan parannus, joka testataan koesuunnittelun avulla. Lopuksi muutos otetaan käytäntöön hallitusti. (Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008)

4 VASTAANOTTOTARKASTUKSEN KEHITTÄMINEN

Tampereen tehtaan laatuorganisaatiolla oli toimeksianto vastaanottotarkastuksen kehittämiseen liittyen, joka toteutetaan opinnäytetyönä. Projektilla halutaan mahdollistaa entistä paremmat käytännöt työnohjaukselle ja selventää tarkastusta vaativien nimikkeiden kriteereitä, jotta mahdolliset vialliset nimikkeet havaittaisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, eikä niistä koituisi lisäkustannuksia lisääntyneenä työnä ja pitkittyneinä läpimenoaikoina myöhemmässä vaiheessa tuotantoketjua.

4.1 Projektin syyt

Ennen projektin alkamista vastaanottotarkastus on toiminut itseohjautuvasti tarkastajien toimesta. Tarkastajat ovat itse siis määrittäneet tarkastuksille kiireellisyyden varastosaldojen, työntilaajien toiveiden sekä tuotannon tarpeen mukaan. Vastaanottotarkastuksessa ei ole ollut tähän mennessä varsinaisia seurantamittareita, kuten läpimenoajat, hylkäysprosentti tai laatutaulua. Tarkastukseen tulevat työt ovat tulleet vastaanottotarkastuksen varastosaldoihin, joka on toiminut työjonona tarkastuksille vasta, kun nimike on saapunut tarkastukseen. Tästä johtuen työkuormien ennakoiminen on ollut haasteellista ja läpimenoajat ovat vaihdelleet rajusti. Lisäksi vastaanottoa kuormittaa kokoonpanosta saapuvat työt, joista ei ole ollut alkutietoja tai ne ovat olleet vajavaisia, mikä lisää tarkastajien työtä, kun joudutaan selvittämään tarkastuksen tarpeita.

Tarkastettavien nimikkeiden määrittämisen kriteerit ovat olleet epäselvät ja se on johtanut siihen, että tarkastukseen saapuu nimikkeitä joita ei välttämättä tarvitsisi tarkistuttaa. Näitä nimikkeitä tulee esimerkiksi toimittajilta, joiden kanssa on ollut ongelmia laadun kanssa aikaisemmin, mutta laatu on parantunut ajan myötä niin, että tarkastettavat nimikkeet menevät tällä hetkellä hyväksytysti läpi joka kerta.

4.2 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena on mahdollistaa vastaanottotarkastukselle kunnollinen työnohjaus. Tämän tavoitteen saavuttamiseksi kehitetään ERP-järjestelmää siten, että sieltä on mahdollista seurata töitä, läpimenoaikoja, työkuormia ja nimikkeiden tarvepäivämääriä helposti. Tämä mahdollistaa paremman työkuormien jakamisen vastaanottotarkastuksessa eri mittauspisteiden välillä, jolloin suurimpien kuormien aikana työjonoa on mahdollista purkaa nopeammin, jolloin vaihtelu saadaan kaoottisesta tilanteesta stabiilimpaan suuntaan. Tämä parantaa töiden ennustettavuutta vastaanottotarkastuksessa niin aloituksen kuin valmistumisenkin suhteen. Tavoitteena on päästä tulevaisuudessa kahden päivän läpimenoaikaan, kun pystymme ennustamaan tulevia työkuormia ja tasaamaan sitä paremmalla töiden suunnittelulla.

Lisäksi projektilla pyritään selvittämään mitä nimikkeitä tarkastuksessa kannattaa tarkistaa, jotta tarkastuksessa löydettyjen vikojen osuutta saadaan kasvatettua. Tällä hetkellä ei hyödynnetä tarpeeksi viallisille nimikkeille tehtyä jyyrisyyn selvitystyötä, jotta voitaisiin puuttua ongelma kohtiin ja ratkaista ne paremman laadun takaamiseksi. Tarkempi tutkiminen toimittajien prosesseissa mahdollistaa riskiluokituksen luomisen vastaanottotarkastukseen, jolloin tarkastukseen otetaan nimikkeitä tai eriä toimittajilta, joissa on tapahtunut muutoksia. Esimerkiksi toimittaja on vaihtanut työstökoneet uusiin, nimikkeelle on tehty suunnittelumuutos, uusi toimittaja tai toimittaja ostaa uudesta paikasta raaka-aineen.

4.3 Projektin lähtötilanne

Laatuorganisaatio toteuttaa kehittämisprojektin vastaanottotarkastuksen työnohjaukselle oppinnäytetyönä ja se on osa layout-muutosta, jossa haluttiin luoda vastaanottotarkastukselle sen edellyttämät tilat. Lähtötilannetta lähdettiin kartoittamaan vastaanottotarkastajien haastatteluilla, joka löytyy liitteestä 1.

4.3.1 Menetelmät ja prosessit

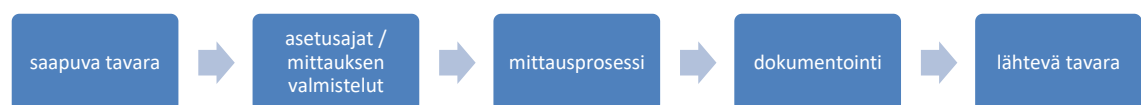
Vastaanottotarkastus on osa tuotantoketjun laadunvalvontaa ja se ei varsinaisesti paranna tuotelaatua vaan sen tavoitteena on poistaa mahdolliset vialliset nimikkeet tuotantoketjusta aikaisessa vaiheessa, jolloin vältytään loppukokoonpanossa mahdollisilta ongelmilta. Ongelmat ilmenevät läpimenoaikojen pitenemisellä ja ennen kaikkea ylimää-

räisenä työnä, joka sitoo niin asentajien, laadunohjaajien, työnjohtajien kuin tarkastajienkin aikaa. Läpimenoaikojen piteneminen ja ylimääräinen työ tuotannossa lisää taas osaltaan laitteen kokoonpanokustannuksia sekä pidentää läpimenoaikaa, jolloin laitteet myöhästyvät. Toisaalta taas asiakkaalle päätyneet ongelmat ovat vielä suurempi kustannuserä ja se korostuu asiakastyytyväisyytenä.

Vastaanottotarkastuksen työt tulevat useilta eri toimijoilta. Seuraavaksi on listattu toimijat ja tarkastuksen syyt, jotka työllistävät vastaanottotarkastusta

- Suunnittelu; Osalle on tehty revisiomuutoksia tai osa on kokonaan uusi.
- Osto; Tavarantoimittaja vaihdokset ja reklamaatiot.
- Hankinta; Tavarantoimittaja vaihdokset ja reklamaatiot.
- Laatu; Laadunvarmistus, jolla halutaan tarkkailla toimittajien laatua. Reklamaatiot, jotka havaittu vastaanottotarkastuksessa tai tuotannossa.
- Tuotanto; Loppukokoonpanossa havaitut vialliset osat tai joiden epäillään olevan viallisia.
- Logistiikka; Epäilyt kuljetuksen aikana tapahtuneista vaurioista.
- Uustuoteprojektit; Proto-osat.
- Huolto; Asiakkailla havaitut viat, joiden mahdollinen vian syy halutaan selvittää.

Vastaanottotarkastuksen prosessi kostuu tulevan tavaran varastosta, Mittauksen valmistelusta, mittauksesta, dokumentoinnista ja tarkastettujen nimikkeiden varastosta, jotka odottavat logistiikan hakua (Kuva 6). Logistiikan tehtäviin kuuluu tuoda tarkastusta vaativat nimikkeet vastaanottotarkastuksen varastoon odottamaan tarkastusta, joka on tarkastuspisteen vieressä. Vastaanottotarkastus hoitaa tarkastukset ja noutopyynnön logistiikalle, jonka jälkeen nimikkeet siirtyvät lähtevän tavaran varastoon odottamaan logistiikan noutoa.



Kuva 6. Prosessikuvaus vastaanottotarkastukselle

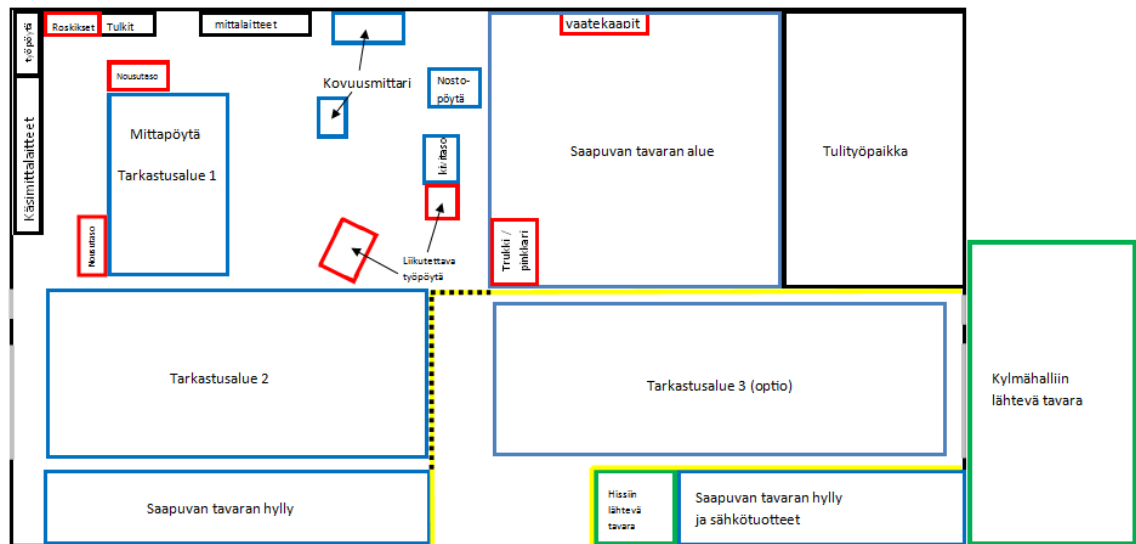
Prosessia hidastaa lähtötilanteessa tarkastajien ylimääräinen selvitystyö, mittavälineiden asetusajat sekä varastotilojen ja tavaran siirtelyyn vaadittavien laitteiden puute mikä lisää ja hidastaa tavaroiden siirtelyä varsinaisella mittauspisteellä, kun tilaa ei ole riittävästi.

Vastaanottotarkastajien toimenkuvaan kuuluu ennalta määriteltyjen tarkastusten lisäksi mittaussuunnitelmien tekeminen, tarkastusten dokumentointi ja jatkokäsittely, mikäli nimike ei ole tarkastusta läpäissyt. Mittahuoneen kautta tehdään myös kaikki kalibroinnit tehtaan työkaluille, jotka sitä vaativat.

4.3.2 Tilat, mittalaitteet ja resurssit

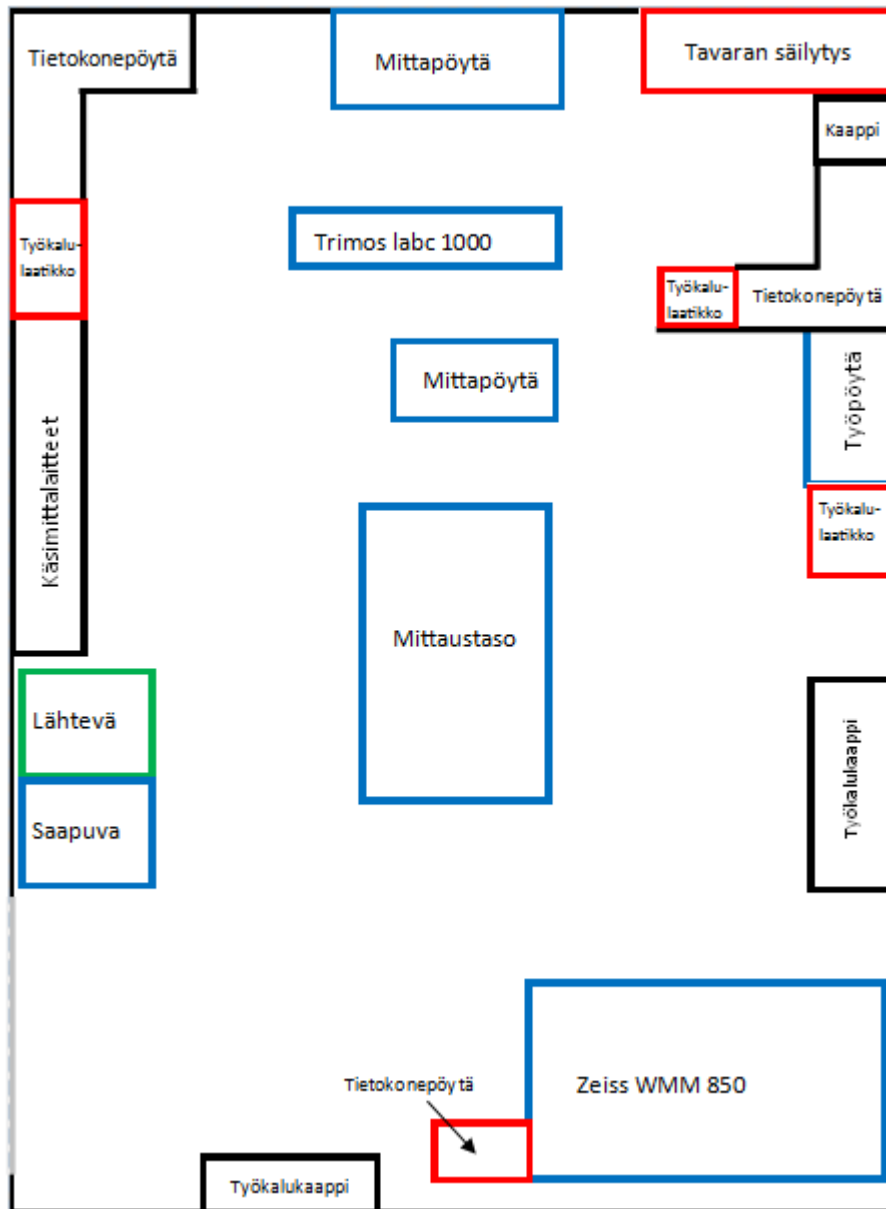
Tampereen tehtaalla on kaksi vastaanottotarkastukseen tarkoitettua pistettä. Kummassakin tarkastuspisteessä toimii kaksi henkilöä. Mittahuoneessa tarkastetaan pieniä ja tarkkuutta vaativia koneistettuja osia. Hallin puolella oleva tarkastuspiste tarkastaa pääasiassa isot osat, joiden mittatarkkuus ei tarvitse olla niin suuri (yli 0,1mm toleranssi), kuten rungot, kehdot ja hydraulissyylinterit.

Hallissa toimiva tarkastusalueen nykyinen sijainti mahdollistaa tulevaisuudessa sen, että mittauksia voidaan jatkaa seuraavana päivänä, kun ylimääräistä liikennettä alueella on pyritty minimoimaan. Edellisissä paikoissa oli ongelmana se, että ei pystytty varmistamaan sitä, että mittalaitteita ei olisi siirretty työn keskeytyessä. Tavaravirta tapahtuu pääsääntöisesti kylmähallin puolelta, jolloin mittausprosessi ei häiriinny. Logistiikka hoitaa nykyisessä mallissa lähtevien tavaroiden paikalta materiaalin seuraavaan paikkaan ennen kuin pystyy tuomaan lisää tavaraa vastaanottotarkastukseen, näin vastaanottotarkastus ei ruuhkaudu ylimääräisestä tavarasta. Kuvassa 7 on nykyinen layout hallin tarkastusalueesta.



Kuva 7. Hallissa toimivan tarkastusalueen layout

Mittahuoneen mittalaitteiden lämpötilavaatimuksien takia mittahuoneessa ylläpidetään tasaista lämpöä, joka on 20 celsiusta. Lämpötilan vaihtelua seurataan kokoajan, jolloin mittalaitteet pystytään kompensoimaan kulloisenkin lämpötilan mukaan. Lämpötilan vaihtelu tällä hetkellä pyörii 0.5 celsiuksen sisällä. Mittahuone on myös suljettu erilliseksi tilaksi, jolloin pöly ja roskat pysyvät vähäisinä alueella. Mittahuoneen toimenkuvaan kuuluu tällä hetkellä kaikkien kalibrointia vaativien työkalujen kalibrointi sekä osa kokoonpanoon menevien osien mittauksista. Mittahuoneen työntekijöitä kuormittaa myös aika ajoin hallin tarkastuspiste loma- ja ruuhka-aikoina. Rajallisen tilan takia mittahuoneeseen saapuvia tavaroita voidaan säilyttää hallin tarkastuspisteen saapuvan tavarän varastopaikoilla. Kuvassa 8 on mittahuoneen layout.



Kuva 8. Mittahuoneen layout

Tampereen tehtaalta löytyy seuraavat mittalaitteet tällä hetkellä, joilla mittaukset pääasiassa tehdään tarkastettaville osille.

Mittahuoneen mittatyökaluihin kuuluu:

- Zeiss WMM 850
- Trimos labc 1000
- Pinnankarheusmittari
- Käsimittalaitteet (työntömitta, mikrometrit yms.)

Hallin mittatyökaluihin kuuluu:

- 2 metronor soloa
- 4 kovuusmittaria
- Ula-laitteet
- Käsimittalaitteet (työntömitta, mikrometrit yms.)
- 3D-skanneri (hankitaan mahdollisesti tulevaisuudessa)

Mittalaitteiden mittaamista rajoittavat tekijät, kuten mittaustarkkuus, kappaleen koko ja mitattavat muodot ovat listattu taulukossa 1. Käsimittalaitteisiin emme lähteneet perehtymään tarkemmin, koska mittaustulokseen vaikuttaa paljon mittaajan virhe sekä mittavälineen virheet. Vastaanottotarkastukseen ollaan suunniteltu hankittavaksi 3D-skanneri, jolla voidaan nopeammin mitata vaikeita mittauksia, kuten erilaisia pinnanmuotoja.

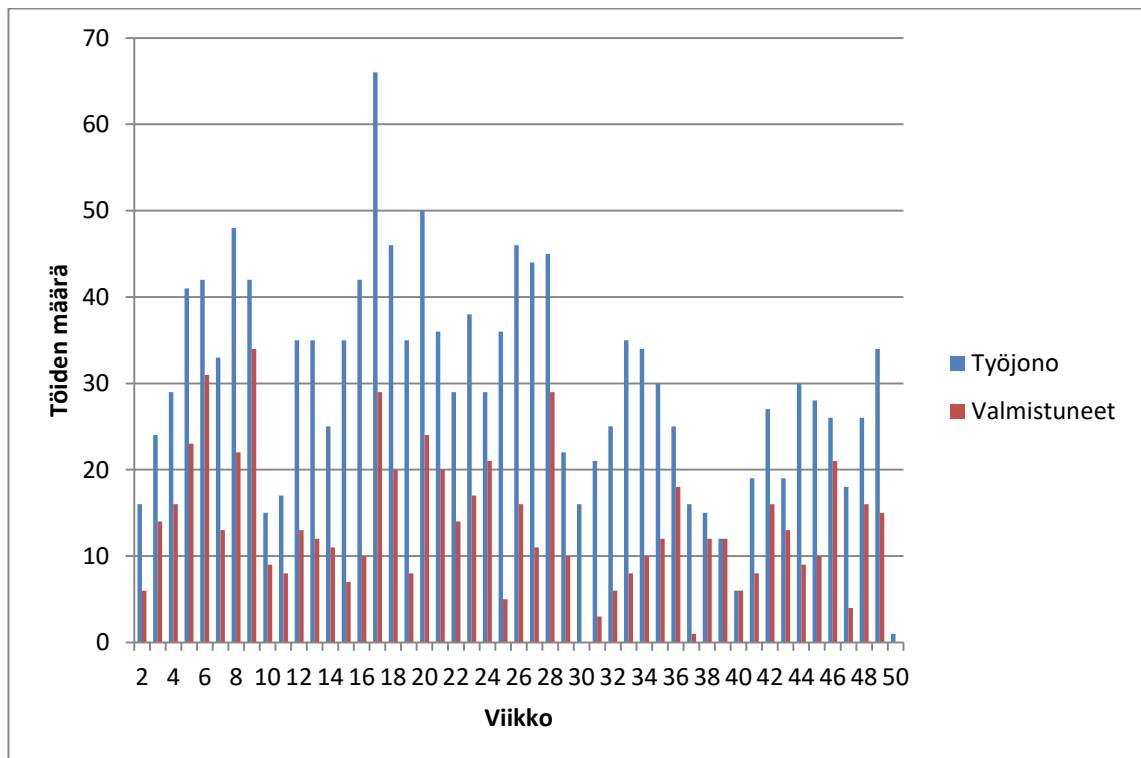
Taulukko 1. Mittalaitteiden mittauksia rajoittavat tekijät

Mittalaite	Resoluutio (mm)	Virhe	Mittausalue (x,y,z)mm	Muodot
Zeiss WMM 850	0.01 / 0.0001 mm	$u1 = (2.9+L / 250) \mu\text{m}$ $u3 = (3.6 + L / 200) \mu\text{m}$	x=850, y=1600 z=600	ympyrä, halkaisija, pituus, kulmat
Trimos labc 1000	0.01 / 0.0001 mm	$u1 = 0.3 + L(\text{mm}) / 1500$	x = 1050	kellot ja asetusrenkaat
Metronor SOLO	0.01 mm	max 5 m / ± 0.16 mm max 10 m / ± 0.21 mm max 20 m / ± 0.43 mm	Rajoitteena, että kappale mahtuu kameran kuvaan	tasot, kohtisuoruudet, reijät, halkaisijat, suorat hammaspyörät
Ula	Standardi c-luokka		ei rajoitteita	pinnanlaiset hitsaukset ja valut
Kovuusmittarit			ei rajoitteita	brinel, HRC ja kumi
3D-skanneri	tietoa ei ole saatavilla	tietoa ei ole saatavilla	ei rajoitteita	Hankittaessa käytetään muotojen mittaamiseen

4.3.3 Läpimenoajat ja työkuorma

Läpimenoaikoja ei tähän mennessä ole seurattu, koska työt on toteutettu varastosaldojen mukaan, josta ei ole voitu suoraan laskea läpimenoaikoja prosessille. Läpimenoaikoja vääristävä tekijä on työt, joita ei ole merkitty varastosaldoihin. Työt joita ei ole merkitty saldoihin vääristää todellista työkuormaa ja sitä kautta vaikuttaa todelliseen läpimenoaikaan. Tähän mennessä läpimenoajat prosessille on ollut arvioita tarkastajien toimesta.

Työn alussa keräsin vuoden ajalta kaikkien vastaanottotarkastuksen työnumeroiden varastotapahtumien ajankohdat, joka mahdollisti tarkemman läpimenoaikojen tarkastelun toki muistaen edellä mainitut ongelmat merkitsemättömistä töistä ja tämän lisäksi lisävirhettä toivat varastoon jääneet ”haamunimikkeet”, jotka tulivat laskentaan mukaan. Haamunimikkeellä tarkoitan nimikkeitä, jotka on syystä tai toisesta jäänyt roikkumaan varastoon vaikka kyseistä osaa ei varsinaisesti enään ole tarkastuspisteellä. Töitä vuoden 2017 aika oli 653. Tarkastettavien töiden nimikkeiden kappale määrää ei voitu laskea, koska sitä ei ole dokumentoitu minnekään. Kuvaajassa 1 on kuvattu töiden jakautuminen vuoden ajalle.

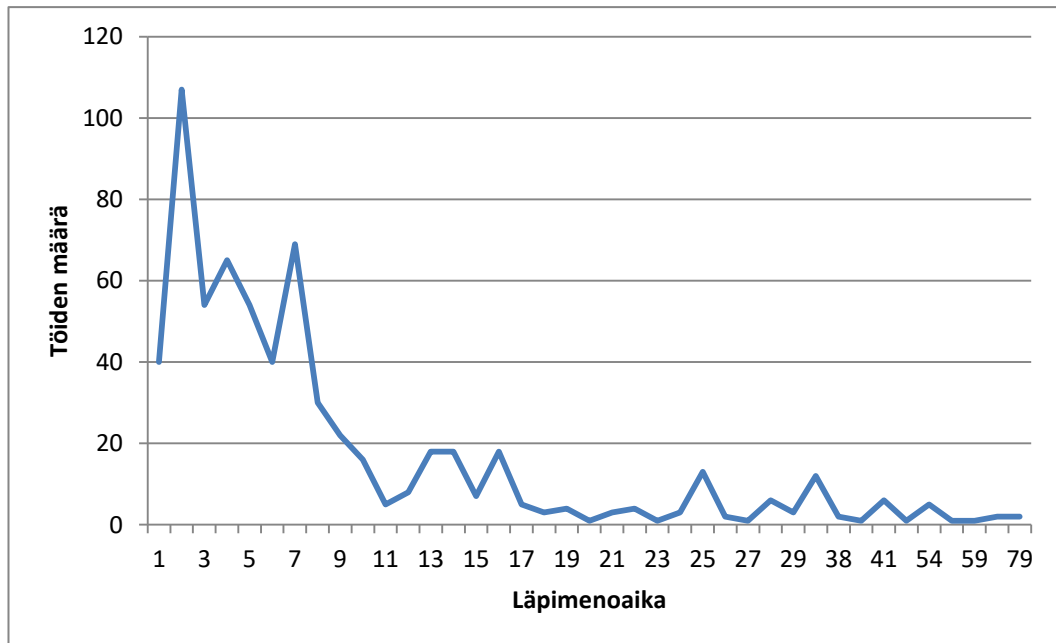


Kuvaaja 1. läpimenoaikojen seuranta vuoden ajalta

Kuvaajasta voidaan havaita, että viikkotasolla valmistuneiden töiden määrä vaihtelee rajusti. Tähän osaltaan vaikuttaa kesälomat ja tehtaalla tapahtuneet vastaanottotarkastus paikan muutot eri paikkaan. Työjonon rajut piikit syntyvät tehtaan valmistamien laitteiden kysynnän, lomien ja protolaitteiden määrän mukaan.

Prosessin läpimenoaika tässä tapauksessa saatiin saapumispäivämäärän ja lähtöpäivämäärän erotuksesta. Tämä aika käsittää kaiken mitä vastaanottotarkastuksen prosessissa tehdään. Varsinaisen mittausprosessin prosessiaikoja emme alkutilanteessa voineet laskea, koska tietoa mittauksen alkamisesta ja loppumisesta ei ollut saatavilla. Suuntaa

antavaksi ja lähtökohdaksi asetetulle prosessin läpimenoajalle vuoden ajalta muodostui lopulta 8,1 päivää. Kuvaajassa 2 on nähtävissä miten töiden määrä on jakautunut läpimenoaikojen mukaan.



Kuvaaja 2. Läpimenoaikojen jakautuminen valmistuneiden töiden suhteen.

Kuvaajan perusteella on havaittavissa, että suurin osa töistä valmistuu 10 päivän sisään. Kirjaamattomat työt ja työt, jotka ovat jääneet vastaanottotarkastuksen varastokirjanpitoon, koska ne odottavat jatkotoimenpiteitä näkyvät suurina läpimenoaikoina osaltaan vääristää saatua dataa.

5 TYÖNOHJAUS JA SEURANTA

Työnohjauksella on merkittävä rooli prosessin suorituskykyyn ja sen parantamisella pyritään kohentamaan prosessin ennustettavuutta ja nopeuttamaan toimintaa paremmalla ohjauksella, jolloin prosessiajat ja läpimeno paranevat. Seurannalla taas on tarkoitus havainnoida prosessin toimintaa, jotta voidaan varmistua siitä, että prosessin toiminta ei ratkaisevasti ala heiketä tai kehitys pysähdy. Tässä työssä työnohjauksen suhteen on alettu kehittää yrityksen ERP-järjestelmää ja seurannan osalta on prosessiin tuotu erilaisia mittareita kuvaamaan toimintaa.

5.1 Lean-systems

ERP eli toiminnanohjausjärjestelmä tulee sanoista Enterprise Resource Planning. erp-järjestelmällä saadaan integroitua yrityksen toimintoja, kuten varastoja, ostoja, myyntiä, tuotantoa ja henkilöstöjohtamista yhteen järjestelmään (KUVA 9). Ohjelmat on yleensä luotu moduuleista, jolloin yritys voisi ostaa tarvitsemansa moduulit omien tarpeidensa mukaan. Erp-järjestelmän tarkoitus on parantaa toiminnan tehokkuutta niin toiminnallisesti kuin taloudellisesti luomalla reaaliaikainen tai lähes reaaliaikainen tiedonkulku eri osastojen tai sidosryhmien välillä. Tämä vähentää päällekkäisiä töitä läpinäkyvyyden parantumisen myötä, jolloin aikaa jää enemmän tuottavalle toiminnalle. (Paunonen-Ilmonen, M. 2005)



Kuva 9. ERP-järjestelmän yhdistämät toiminnot. (itchannel3.itchannel.ro/schimbarea-perceptiilor-asupra-strategiei-erp)

Tampereen tehtaalla käytetään Lean-systemsin erp-järjestelmää, joka sisältää kaikki tehtaan sisäiset toiminnot kuten varastot, työt, ostot ja myynnit. Vastaanottotarkastuksen varastosaldot ovat toimineet tähän asti työjonona tarkastuksille. Kyseinen toimintatapa on ollut hankala, koska varastosaldojen näkymästä ei ole voitu nähdä kerralla kaikkea toiminnanohjauksen edellyttämiä tietoja, kuten läpimenoaikoja. Myös priorisointi on ollut hankalaa, joka on osaltaan luonut tilanteen missä työntilaaajat eivät ole voineet nähdä kauanko heidän haluamat nimikkeet viipyvät vastaanottotarkastuksessa. Epätietoisuus töiden valmistumisesta on vilkastuttanut informaation vaihtoa vastaanottotarkastuksen ja työntilaaajan välillä, joka taas on vienyt aikaa varsinaisilta tarkastuksilta. Ohjaukseen ja läpinäkyvyyteen kohdennetuilla parannuksilla pyritään parantamaan ennustettavuutta, jolloin ylimääräinen tietotenvälitys vähenee.

Uutta työjonopohjaa luotaessa haluttiin, että siellä näkyvät kaikki informatiiviset tiedot kaikille sidosryhmille, kuten ostolle, suunnittelulle, hankinnalle, tuotannolle ja laadulle. Tavoitteena oli myös parantaa ennustettavuutta töiden aloituksista ja valmistumisista. Ennusteiden avulla vastaanottotarkastuksen töitä voidaan suunnitella paremmin, jolloin läpimenoajat pienenevät, kun tiedetään nimikkeiden tarvepäivämäärät ja mitä nimikkei-

tä mitataan missäkin järjestyksessä ja kenen toimesta. (Tehtaan sisäiset haastattelut. 2017)

Uuden työjonopohjan luomiseen keräsimme kaikkien sidosryhmien edellyttämät ja toiveissa olevat tiedot, jotka tarvitaan toimivan järjestelmän luomiseen. Kokousten ja haastattelujen perusteella muodostui lista tiedoista, jotka haluttiin näkyvän työjonossa.

Työjononäkymästä haluttiin samanlainen kuin on Putkisolun ostotilaukset näkymästä (KUVA 10).

Tunnus	i	t	d	h	Toimittaja	Toim.nimi	Maa	Tyyppi	Tila	Tuotannon tila	Kok.työaika	Til.pvm	Hyväksyn	Vahvistus	Seur.toim
LH132520					000300	PUTKISOLU	FI	Tilaus	Lähetetty			27.03.17			07.04.17
LH132522					000300	PUTKISOLU	FI	Tilaus	Lähetetty			27.03.17			07.04.17
LH132759					000300	PUTKISOLU	FI	Tilaus	Lähetetty			29.03.17			

Kuva 10. Työjonon näkymä (Tehtaan lean-systems)

Näyttöön tuodaan kaikki tarkastukseen menevät erät. Listalla halutaan nähdä seuraavat tiedot:

- Työnumero (tehtävännumero)
 - o Ostotilausnumero toimii tehtävänumerona vastaanottotarkastuksessa, joka määrittää kunkin tarkastustyön
- Nimikkeen tunnus
 - o Nimikkeen osanumero, jonka perusteella löydetään piirustukset ja muut mittaamisen edellyttämät tiedot.
- Nimikkeen nimi
 - o Selkeyttämään nimikkeen tunnistamista ja hahmottamaan osan kokoa mittauspaikan valintaan
- Määrä
 - o Nimike-erän koko, jotta voidaan arvioida työkuormaa tarkastukselle
- Työnumero
 - o Tuotannosta tulevat nimikkeet tarvitsevat työnumeron, jolla nimike on ollut tuotannossa, jotta sen tarve paikka voidaan määrittää tarkastuksen jälkeen.
 - o Työnumero joudutaan merkkamaan tarkastajien työnjohtajan toimesta käsin järjestelmään.
 - o Työnumero merkataan aina, jos se on tiedossa
- Ostotilausnumero
 - o Ostotilausnumero halutaan näkyviin, jotta voidaan kohdentaa reklamaatiot oikeisiin ostotilauseriin

- Ostotilausnumeron perusteella tiedetään myös mitä nimikkeistä tarvitsee tarkastaa, kun päästään ostotilauksen infokenttiin käsiksi, jonne merkaataan tarvittavat tarkastukset.
- Ostotilausnumero ei näy tuotannosta saapuville nimikkeille.
- Ostotilauksen toimittaja
 - Toimittajan tiedot tarvitaan reklamaation tilanteissa ja tarvittaessa lisätietojen selvittämisen yhteydessä.
- Ostotilauserän toimituspvm
 - Tarkastettavan ostotilauserän arvioitu saapumispäivämäärä tehtaalle, jolloin vastaanottotarkastuksessa voidaan ennakoida tulevia töitä ja sopeutua sen vaatimalla tavalla, esimerkiksi lisäämällä tarkastajien määrää ruuhka-aikana.
- Arvioitu alkamispvm. (Annetaan käsin)
 - Viikoittaisissa osasto palavereissa käydään läpi tulevat työt ja niille suunnitellaan yhdessä tarkastajien ja työnjohtajan kanssa alkamispäivämäärä, jolloin tarkastuksen olisi tarkoitus alkaa.
 - Logistiikka toimittaa nimikkeet kyseisenä päivänä ennalta määritettyyn tarkastuspisteeseen.
- Arvioitu tarvepvm (=ensimmäisen avoimen tarpeen pvm)
 - Tarvepäivämäärä tietoa tarvitaan alkamispäivämäärän suunnitteluun ja kyseinen tieto täytetään ostotilausta luodessa.
- Toteutunut alkupvm
 - Toteutunut alkamispäivämäärä kertoo milloin tarkastus on aloitettu, jotta kaikki sidosryhmät tietävät missä vaiheessa tarkastusprosessi on meneillään.
 - Tämän tiedon on tarkoitus lisätä läpinäkyvyyttä työn tilaajan ja vastaanottotarkastuksen välillä, joka vähentää kyselyitä työn valmistumisesta.
 - Toteutuneen alkamispäivämäärän kautta saadaan kerättyä myös tietoa prosessista, esimerkiksi läpimenoaikojen laskemiseen tarvitaan aloitushetken tiedot.
- Valmistuminen
 - tehtävän valmistumispäivämäärä
 - Valmistumistietoja kerätään myös prosessin seuraamista varten.
 - Logistiikka näkee milloin nimike on valmis siirrettäväksi varastoon tai työlle
- Mittauspaikka (=alustetaan nimikkeeltä, muokattava tieto)
 - Mittauspaikkatieto on informatiivinen kenttä logistiikalle, jotta nimike siirtyy oikeaan mittauspaikkaan
 - Mittauspaikka valitaan kullekin nimikkeelle viikko palavereissa ja tiedon olisi tarkoitus tallentua nimikkeelle, jotta järjestelmä tietää minne nimike menee tarkastukseen seuraavan kerran, jos sama nimike tulee tarkastukseen.
- Tila (aloitettu, keskeytynyt, valmis)
 - Tila kertoo missä vaiheessa työ on meneillään.
 - Voidaan asettaa mittari kuvaamaan työkuormia
- Varastopaikka
 - Nimikkeen oletusvarastopaikka Tampereen tehtaalla
 - Nimikkeen siirtyessä tarkastuksen jälkeen varastoon, logistiikan informoimiseksi tehtyyn lavalappuun tulee varastopaikka jonne nimike siirtyy.
- Kokonaisvarastosaldo

- Nimikkeen kokonaisvarastosaldo Tampereen tehtaalla
- Työtehtävien priorisointia varten tarvittava tieto
- Hyväksytty (annetaan käsin)
 - Hyväksytysti läpi menneiden nimikkeiden määrä.
 - Prosessin seurantaan tarvittava tieto
 - Voidaan asettaa mittari seuraamaan valmistuneiden töiden vian löytymisasteelle (suurempi löytymisprosentti kuvaa paremmin toteutettua tarkastukseen ohjausta)
- Hylätty (annetaan käsin)
 - Hylättyjen nimikkeiden määrää
 - Prosessin seurantaan tarvittava tieto
- Mittaustulos (=vapaa tekstikenttä, annetaan käsin)
 - Mittaustulos kertoo mitä nimikkeelle on tehty tarkastuksen jälkeen
 - Mittauksen tulos, joka helpottaa varastojen hallitsemista
 - Tiedon avulla voidaan myös tarkastella prosessin toimintaa, kun nähdään reklamaatioiden, hyväksytyjen, korjaukseen menneiden ja romutettujen töiden määriä.
- Info (=ostotilauserän info2)
 - Info sisältää tarvittavien tarkastusten tiedon
 - Työntilaajan tiedot
 - Syyt tarkastukselle
- Rahti (=vapaa tekstikenttä)
 - Rahti kenttää käytetään, kun nimike palautetaan toimittajalle reklamaatiotilanteissa. Rahdinkuljettajan tietojen perusteella logistiikka osaa viedä nimikkeen oikeaan paikkaan lähetystä varten.
- Tehtävälle tarvitaan myös helppo priorisointi, eli napit ylös – alas, joilla työjonojärjestystä voidaan muokata.
- Tehtäviä pitää voida hyväksyä ja hyväksyntä kuittaa vastaanottotarkastuksen.
- Mikäli tarkastuspyyntö tehdään tuotannosta niin silloin mitään saldotapahtumia ei tehdä.

Näiden tietojen pohjalta lähdimme kehittämään haluamaamme järjestelmää yhdessä Lean-systemsin vastaavan kehittäjän kanssa.

5.1.1 Visualisointi

Lean-metodin pohjalle on luotu ns. 5S-järjestelmä, jonka tarkoitus on organisoida työympäristöä ja standardoida työmenetelmiä tehokkuuden lisäämiseksi. 5S-järjestelmällä pyritään välttämään kaikenlaista hukkaa prosessissa poistamalla arvoa tuottamatonta toimintaa, sekä parantamalla laatua ja turvallisuutta luomalla selkeä ja tehokas työympäristö. 5S-järjestelmä koostuu viidestä pääalueesta joihin pyritään vaikuttamaan ja ne ovat: (Liker, J. K. 2010)

- Sort: poistetaan kaikki ylimääräinen tavara työympäristöstä

- Set in order: Merkataan alueet kulkuväylille, varastoille, työpisteelle yms. tämä voidaan tehdä maalamalla tai teippaamalla lattiaan tai työpisteille alueet.
- Shine: Työympäristö siivotaan päivittäin
- Standardize: Standardoidaan työmenetelmät, työvaiheet, työkalut alueelle yms.
- Sustain: Seurataan edellämainittujen kohtien toteutumista

Työnohjauksen visualisoinnin tarkoitus on luoda työympäristö, jossa visuaalisesti voidaan ymmärtää prosessin kulkua. Tämä nopeuttaa havainnoitua hektisessä toimintaympäristössä, jolloin työympäristössä voidaan toimia pelkkien visuaalisten havaintojen turvin. Tähän tarkoitukseen vastaanottotarkastus pisteille on merkatut alueet saapuvalla ja lähtevällä tavaramalle. Saapuvien tai tarkastusta odottavien tavaroiden paikka on merkattu punaisella ja lähtevien tavaroiden paikka vihreällä teipillä.

Vastaanottotarkastuksen ongelmana on ollut, että tuotannosta tulevilla nimikkeillä ei välttämättä ole ollut riittäviä lähtötietoja, jotta tarkastusta olisi voitu aloittaa heti. Tämän seurauksena on jouduttu selvittämään, esimerkiksi mikä osa on kyseessä, mitä halutaan tarkastettavan tai mistä osa on tullut. Prosessi on hidastunut huomattavasti tämän seurauksena mikä on johtanut piteneviin läpimenoaikoihin.

Ongelman ratkaisuksi on luotu laatureklamaatiotarra tuotannosta tarkastukseen saapuville nimikkeille, johon merkataan osan id-koodi, työntilaajan tiedot ja mitä halutaan tarkastettavan. Tarkastuslappu kiinnitetään osaan ja asiasta ilmoitetaan työnjohtajalle, joka luo työn erp-järjestelmään (Kuva 11).

LAATUREKLAMAATIO	
Osan nimi	Japa n:ro
Id.	Työn:ro
Syy	
Pvm	Kuittaus & nimen selvennys

Kuva 11. Tarkastuslappu vastaanottotarkastukseen tuotannosta saapuville osille.

Vastaanottotarkastukseen haluttiin myös tarkastetuille nimikkeille oma tulostettava lavalappu, joka helpottaa hahmottamaan mitkä nimikkeet on jo tarkastettu (Kuva 12). Lavalapusta näkyy minkälaisiin tuloksiin tarkastus on johtanut hyväksyty, reklamaatio, romutus ja korjaus. Lapun tarkoitus on myös helpottaa logistiikan toimintaa, kun voidaan suoraan nähdä mikä osa on kyseessä ja mihin se olisi tarkoitus kuljettaa seuraavaksi. Logistiikalle ei enää tehdä keräily pyyntöjä vaan logistiikka hoitaa nimikkeet lapun osoittamaan paikkaan, kun lähtevien ruutuun ilmestyy tarkastettuja nimikkeitä.

ID-koodi
Nimikkeen nimi
Varastopaikka / työnnumero ja työvaihe / toimitustapa (ukp tai kaukokiito)
Mittaustulos (OK, Regla, Korjaus, Romutus)

Kuva 12. Lavalappu malli

5.1.2 Töiden jakautuminen

Tällä hetkellä mittahuonetta ei ole käytetty aktiivisesti vastaanottotarkastuksen tarpeisiin vaan se on toiminut lähinnä kalibrointien ja kokoonpanon tarpeiden mukaan. Tämä on lisännyt ruuhkia hallin puolella toimivaan tarkastuspisteeseen ja jättänyt osan mittalaitteista vähäiselle käytölle, kun osaa töistä ei ole siirretty mittahuoneeseen tarkastettavaksi.

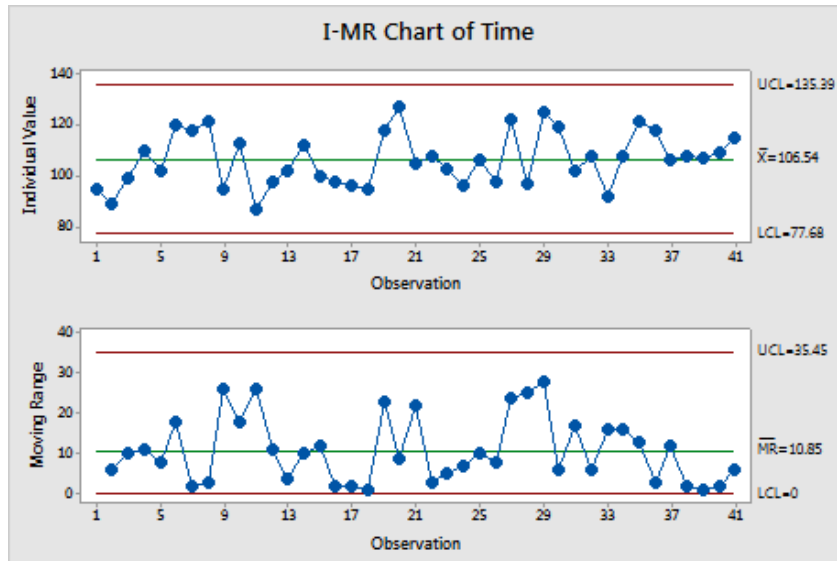
Mittahuoneessa tarkastettavia nimikkeitä rajoittavia tekijöitä on käytännössä kappaleen koko ja tarvittavat mittaukset joihin ei ole mittalaitteita. Mittalaitteiden tarkkuus riittää kaikkiin tarkastuksiin. Ongelmaksi muodostuu mittahuoneessa myös tilanpuute saapuvalle ja lähtevälle tavaralle, joille tällä hetkellä on kummallekin yksi lavapaikka.

Päädyimme palaverissa ratkaisuun, jossa viikoittain käydään läpi tarkastettavat nimikkeet ja niiden koon ja tarkastusten perusteella määritellään paikka, jossa nimike tarkastetaan. Pääkriteeri on kappaleen koko sillä mittahuoneen Zeiss WMM 850 laitteella voidaan maksimissaan mitata (850*1600*600)mm kappaleita. Toisena kriteerinä tulee tarkastusten tarvittava tarkkuus, sillä mittahuoneen laitteita on turha käyttää mittojen mittaamiseen mihin hallin vastaanottotarkastuksellakin on edellytykset. Lisäksi mittahuoneen työt pitää suunnitella siten, että siellä tapahtuva kalibrointi ei häiriinny. Ongelmaksi koettu tilan puute ratkaistiin siten, että tarvittaessa voidaan käyttää hallin vastaanottotarkastuksen varastopaikkoja saapuvalle tavaralle ja tuoda sieltä sitten nimikkeet sitä mukaan, kun lavapaikka vapautuu.

5.1 Seuranta

Prosessin seuraaminen sen jatkuvan kehittymisen kannalta on tärkeää, jotta voidaan osoittaa tehtyjen muutosten avulla mihin suuntaan prosessi on kehittynyt. Seurannan avulla voidaan myös osoittaa minkälaista vaihtelua prosessissa tapahtuu. Prosessin vaihtelun seuraamiseen oiva työkalu on I-mR ohjauskortti (Kuva 13), josta nähdään pysyväkö prosessi ohjausrajojen sisällä. I-mR ohjauskortin yksilöllinen osuus kuvastaan, esimerkiksi tuotannon läpimenoaikoja jokaista työtä kohden. Aikaisemmin käytiin läpi miten ohjausrajat muodostetaan, kuvaajassa ohjausrajat näkyvät punaisina viivoina, jotka ovat ylä- ja alaohjausrajat. Mikäli tarkkailuarvot pysyvät rajojen sisällä prosessi toimii normaalisti. Rajojen ylittyessä prosessissa on tapahtunut jokin erityisyys, jonka

takia läpimenoajat ovat ylittyneet. Erityisyyt pyritään tutkimaan ja syiden selvittämiseksi niille tehdään korjaavia toimenpiteitä, jotta tulevaisuudessa niiltä vältytään. (Vaihtelu. 2014)



Kuva 13. I-mR ohjauskortti (Vaihtelu. 2014)

Alempi tarkkailu data mR kuvaa prosessin vaihtelua eli kahden pisteen välistä erotusta. Vaihtelun ohjearvojen sisällä pysyvä vaihtelu on normaalia prosessin vaihtelukohinaa eli satunnaissyytä ja taas ylimenevällä tarkkailuarvolla vaihtelussa on tapahtunut jokin erityisyyttä. (Vaihtelu. 2014)

Prosessinlaatuun voidaan soveltaa myös laatutaulua (Kuva 14), jonka avulla voidaan arvioida minkälaiset asiat hidastavat tai häiritsevät normaalia prosessin toimintaa tai minkälaisia virheitä löydetään osista. Laatutaulu on siitä oiva työkalu, että sillä pystytään kuvaamaan miten häiriö näkyy prosessissa tai mitkä virheet kappaleissa ovat yleisimpiä. Taululla ei pyritä selvittämään mistä häiriö johtuu vaan siihen kirjataan miten se näkyy prosessissa, esimerkiksi työntekijä kirjaa laatutauluun, että ”mitattava osapuuttuu” mikäli tähän kategoriaan tulee paljon havaintoja prosessista, voidaan alkaa tutki- maan mistä kyseinen häiriö johtuu. Häiriöiden takia prosessiajat pitenevät ja läpimeno pienenee, joten juurisyiden löytäminen on tärkeää, jotta voidaan välttyä prosessin hidastumiselta. Työntekijän rooli laatutaulun suhteen on vain kirjata havaintoja puuttumatta siihen mistä ne johtuvat. edellä mainitun häiriön juurisyys voi olla lähes mikä tahansa, joten se vaatii perusteellista tutkimista, jotta ei lädetä korjaamaan vääriä asioita. (Vaihtelu. 2014)

6 TARKASTETTAVIEN NIMIKKEIDEN MÄÄRITTÄMINEN

Tarkastettavien nimikkeiden määrittäminen on tärkeää sillä vastaanottotarkastuksessa pyritään löytämään kaikki vialliset tuotteet, jotta vältytään lisäkustannuksilta tai ylimääräiseltä työltä myöhemmissä tuotantoketjun vaiheissa. Tämä kuitenkin on haastavaa muuttuvassa toimittajakentässä, koska aina ei voida olla ajan tasalla siitä mitä toimittajien prosessissa tapahtuu. Ääritapauksessa voidaan tarkistaa kaikki tehtaalle tulevat nimikkeet, jotta löydetään vialliset nimikkeet ja päästään täydelliseen osalaatuun tuotannossa. Kaikkien nimikkeiden tarkistaminen kuitenkin on erittäin kannattamatonta, sillä hyväksytyksi läpi menneet nimikkeet eivät tuota arvoa prosessissa. (Niemelä, E. Palodex ja Juujärvi, T Scancerco)

6.1 Tarkastusten arviointi

Tarkastusten arvioinnissa on tärkeää löytää kultainen keskitie, jossa tarkastukseen otetaan laaturiskiluokaltaan korkeita nimikkeitä. Edellä mainittujen tuotteiden avulla päästään vastaanottotarkastuksessa korkeaan viallisten nimikkeiden löytymisasteeseen kuormittamatta prosessia liikaa. Jos vastaanottotarkastuksen kuormitusaste antaa myöden voidaan siirtyä seuraavan riskiluokan nimikkeisiin, tällöin vastaanottotarkastusta ei kuormiteta liikaa ja läpimenoajat pysyvät tavoitteessaan.

Opinnäytetyön aikana saatavilla ei ollut tietoa minkä takia nimikkeet on hylätty. Tavoitteena tulevaisuudessa olisi hyvä tarkastella tätä tietoa ja määrittää riskiluokat niiden yleisyyden perusteella (Taulukko 2). Tällöin voidaan priorisoida enemmän tarkastuksia korkean riskiluokan töille.

Taulukko 2. Riskiluokkamalli

	hylätty/tarkastettu	Riskiluokka			
	%	1	2	3	4
Proto	60		x		
Uusi Toimittaja	68,75	x			
Suunnittelumuutos	23,4375			x	
reklamaatio	5,479452055				x
Laadunvarmistus	2,5				x

Tämän hetken tilanteessa, jossa tarkastukset tapahtuvat pääosin yrityksen toimesta eikä toimittajan niin kaikki esimerkin riskitekijät halutaan tarkastaa. Kyseistä taulukkoa voidaan soveltaa tällöin, esimerkiksi tarkastusten laajuuden määrittämiseen tai otannan kokoon.

6.2 Juurisyyt viallisille nimikkeille

Vastaanottotarkastuksen tavoitteena on löytää vialliset tuotteet ennen kuin ne siirtyvät tuotannon tarpeisiin. Viallisten nimikkeiden vikojen juurisyiden määrittäminen on osa prosessia, jotta kyseisiin ongelmiin voidaan puuttua ja ehkäistä tulevaisuudessa osien laatuongelmat. Juurisyitä selvittäessä tulee perehtyä syvällisemmin mistä kyseinen ongelma on johtunut, esimerkiksi on helppo sanoa, että osa on viallinen koska se on koneistettu väärin, mutta minkä takia se on koneistettu väärin johtuuko se koneistuskeskuksesta vai koneistajasta? onko piirrustukset olleet oikein? kysymyksiä riittää niin pitkälle kuin haluaa mennä. Osan viallisuus voi loppujen lopuksi johtua siitä, että toimittajalle on tullut uusi koneistuskeskus, joka on vioittunut kuljetuksen yhteydessä. Tämä helpottaa tarkastukseen otettavien nimikkeiden valintaa, koska voidaan olettaa, että samaisen työntekijän muutkin valmistamat osat voivat olla viallisia. (Niemelä, E. Palodex ja Juujärvi, T Scancerco)

Juurisyitä etsittäessä pyritään parantamaan kommunikaatiota kaikkien sidosryhmien välillä, jotta pystymme varautumaan mahdollisiin riskeihin. Tärkeää on siis tietää mikäli jossakin muussa sidosryhmässä tapahtuu jotakin mikä saattaa vaikuttaa osalaatuun niin vastaanottotarkastus saa siitä tiedon ja kyseinen vaikutuksen alainen erä voidaan ottaa tarkastukseen. Mikäli erä on kunnossa se voidaan jättää tarkastamatta tulevaisuudessa. (Niemelä, E. Palodex ja Juujärvi, T Scancerco)

7 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin vastaanottotarkastusprosessin alkukartoitukseen ja sen avulla toteutettavaan toiminnan kehittämiseen tilastollisen prosessinohjauksen ja benchmarkkauksen avulla. Lisäksi paransimme prosessin läpinäkyvyyttä kaikille sidosryhmille kehittämällä erp-järjestelmää niiden vaatimiin tarpeisiin. Tarkoitus oli saada edellytyksen prosessin jatkuvalle kehitymiselle, jotta tavoitteisiin päästään.

Alkutilanteenkartoitukseen oli pääpaino prosessikuvauksessa, jotta tiedetään miten prosessi tähän asti oli toiminut. Varsinaista tilastotietoa, jota tarvitaan tilastollisessa prosessinohjauksessa ei ollut kerätty aikaisemmin, joten opinnäytetyössä käytiin läpi miten tietoa pystytään käyttämään hyväksi tulevaisuudessa, kun prosessia aletaan mittaamaan. Alkutilanteessa pyrittiin korjaamaan selkeimmät ongelmat tämän hetkessä prosessissa, joihin kuuluivat töiden merkkäminen, mittalaitteiden rajoitteet, resurssien käyttöasteen optimointi, prosessin ennustettavuus ja läpinäkyvyys. kyseisten toimenpiteiden tarkoitus on saattaa prosessi stabiilimpaan suuntaan, jotta kehitysprosessissa voidaan ottaa seuraava askel, joka on Tilastollinen prosesinohjaus.

Vastaanottotarkastuksen prosessin mittaamiseen on hyvät edellytykset kehitetyn erp-järjestelmän avulla, joka huomio kaikkien sidosryhmien tarpeet. Tulevaisuudessa voidaan alkaa käyttämään tilastollista prosessinohjausta, kun seurantajakso on ollut tarpeeksi pitkä, jotta nähdään isossa mittakaavassa miten prosessi on toiminut. Tulevaisuudessa tulisi tarkemmin kuvata prosessin vaihtelua I-mR ohjauskorttia hyväksi käyttäen, joka helpottaa havainnoimaan satunnaissyy ja erityssyyvaihtelun laadun. Tämä on tärkeää, jotta emme ylireagoi prosessin normaaliin vaihtelukohinaan vaan keskitymme erityisyyden tutkimiseen ja niiden korjaamiseksi tehtyjen toimenpiteiden toteuttamiseen.

Erityisyyden ja satunnaissyyden kuvaamiseen kannattaa myös ottaa käyttöön laatutaulu, jotta tiedetään miten vaihtelu konkreettisesti näkyy prosessissa. Laatutaulun tarkoituksena on havainnoida työntekijän kannalta mikä hidastaa prosessia.

Kun vaihtelu on saatu kolmen sigman eli ohjausrajojen sisälle voimme siirtyä satunnaissyyden hallitsemiseen eli koesuunnitteluun. Satunnaissyyt ovat prosessin normaalia

vaihtelua ja sen tekijöillä on keskinäisvaikutussuhteita eli muuttamalla jotain käytäntöä prosessissa, jotta vaihtelu pienenesi se saattaakin vain lisätä vaihtelua. Siksi onkin tärkeää ymmärtää miten prosessin eri tekijät vaikuttavat toisiinsa. Työkaluina voidaan käyttää koesuunnittelua, joka on yksi Lean six sigma-metodin työkalu. Koesuunnittelu on toimiva työkalu monimutkaisten ennustettavien prosessien syysuraussuhteiden tutkimiseen.

Projektin lopullisena tavoitteena on lyhentää vastaanottotarkastuksen läpimenoaikoja nykyisestä kahdeksasta päivästä neljään päivään ja saada nostettua tuotantoketjussa löydettyjen viallisten osien osuutta vastaanottotarkastuksessa nykyisestä mahdollisimman suureksi. Läpimenon pienentämiselle vastaanottotarkastuksella on nykyisillä resursseilla hyvät edellytykset, kunhan töiden ennustettavuus paranee ja voidaan suunnitella työt paremmin. Mittahuoneesta saatavat lisäresurssit prosessiin auttavat pienentämään piikkejä työkuormassa ja siten nopeuttavat läpimenoa. Myös mahdolliset päivitykset mittalaitteille ja uudet mittalaitteet nopeuttavat prosessia.

Edellytykset paremmalle viallisten nimikkeiden löytymisprosentille vastaanottotarkastuksessa ovat olemassa, kun alamme tutkimaan juurisyytä kyseisille osille. Tällä tavoin voimme asettaa tiettyjä nimikkeitä eri riskiryhmiin, joita kävin läpi opinnäytetyössä. Riskiryhmien avulla voimme tarkastaa enemmän nimikkeitä, jossa on korkea mahdollisuus vialle kuormittamatta vastaanottotarkastusta liikaa. Tämä toimenpide myös helpottaa prosessin suunnittelua, kun tiedetään mitä halutaan tarkastaa.

LÄHTEET

Työnohjaus. 2017. Suomen työnohjaajat ry. Luettu 3.2.2017.
<http://www.suomentyönohjaajat.fi/työnohjaus>.

Paunonen-Ilmonen, M. 2005. Työnohjaus. 3. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Cassell, C. Nadin, S. Gray, M. 2001. The use and effectiveness of benchmarking in SMEs. Luettu 11.12.2016.
<http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/EUM0000000005624>

KEV. 7.9.2010. Benchmarking- ja edelläkävijän analyysit edelläkävijän perusmenetelmänä. Luettu 12.12.2016.
<http://foresight.fi/benchmarking-ja-edellakavijaanalyysit-ennakoinnin-perusmenetelmana/>.

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Suom. Tillman, M. 2. painos. Ruotsi: Rheologica Publishing. 2013.

Liker, J. K. 2010. Toyotan tapaan. Suom. Niemi, M. 2. painos. Jyväskylä: Bookwell Oy. 2011.

Niemelä, E. Spare Parts Manager, PaloDex group Oy. Haastattelu 9.12.2016. Haastattelija Juujärvi, J. Hyrylä.

Piirainen, A. 2014. Vaihtelu. 1. painos. Lahti: Aldus Oy. 2014.

Hopp, W. J. & Spearman, M. L. 2008. Factory physics. 3. painos. Long Grove, IL: Waveland Press, inc. 2011.

Juujärvi, T. Tuotepäällikkö, Scancerco Oy. Haastattelu 17.11.2016. Haastattelija Juujärvi, J. Helsinki.

Montgomery, D. C. 2013. Introduction to Statistical Quality Control. 7. painos. Wiley, USA.

Karjalainen, E. E.18.03.2015. Lean-toiminnan lainalaisuudet. Luettu 20.04.2017
<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/lean-toiminnan-lainalaisuudet/>