

LUT-yliopisto
LUT School of Energy Systems
LUT Kone
BK10A0402 Kandidaatintyö

**VISUAALISEN TOIMINNANOHJAUKSEN MAHDOLLISUUDET
KESKISUURILLA TUOTANTOMÄÄRILLÄ
POSSIBILITIES OF VISUAL PRODUCTION CONTROL ON MEDIUM SCALE
PRODUCTION IN A MACHINE SHOP**

Lappeenrannassa 7.12.2020

Elmeri Porvari

Tarkastaja TkT Mikael Ollikainen

Ohjaaja TkT Mikael Ollikainen

TIIVISTELMÄ

LUT-yliopisto

LUT Energiajärjestelmät

LUT Kone

Elmeri Porvari

Visuaalisen toiminnanohjauksen mahdollisuudet keskisuurilla tuotantomäärillä

2020

22 sivua

Tarkastaja: TkT Mikael Ollikainen

Ohjaaja: TkT Mikael Ollikainen

Hakusanat: Tuotannonohjaus, Toiminnanohjaus, Lean, Kanban, Obeya, visuaalinen

Tässä kandidaatintyössä tuodaan esille ja vertaillaan visuaalisen toiminnanohjauksen mahdollisuuksia konepajoissa. Visuaalisia keinoja voidaan hyödyntää konepajoissa monella tapaa, niillä voidaan toteuttaa toiminnanohjaus kokonaisuudessaan, käyttää toiminnanohjauksen tukena tai tehostaa ja helpottaa lähes kaikkia yrityksen prosessin vaiheita.

Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jonka tukena visuaalisia keinoja tuodaan esille kahden konepajan pohjalle luotujen case-esimerkkiyritysten avulla. Kirjallisuuskatsaus osiossa tuodaan esille teoriaa yleisistä visuaalisen toiminnanohjauksen keinoista. Case-esimerkeillä esitellään teorian käyttökohteet ja mahdollisuudet käytännön toiminnanohjauksessa ja muussa yrityksen toiminnassa.

ABSTRACT

LUT University

LUT School of Energy Systems

LUT Mechanical Engineering

Elmeri Porvari

Possibilities of visual production control on medium scale production in a machine shop

Bachelor's thesis

2020

22 pages

Examiner: D. Sc. (Tech.) Mikael Ollikainen

Supervisor: D. Sc. (Tech.) Mikael Ollikainen

Keywords: Production control, Production management, Lean, Kanban, Obeya, Visual

The purpose of this bachelor's thesis is to present and compare the possibilities of visual production control methods on medium scale production in a machine shop. Visual methods can be utilized in a machine shop in many ways. The whole production control can be executed using visual tools or visuality can be used to support existing methods. Visual tools can be used to ease and improve production in every step of the process.

This thesis consists of a literature review and a case study. The literature review part consists of the theory about visual production control methods. Utilization and possibilities of visual production control methods are showcased using the case study examples.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYSLUETTELO	4
1 JOHDANTO	5
1.1 Tutkimusongelma	5
1.2 Tutkimusmenetelmät.....	5
1.3 Tavoitteet	5
1.4 Työnrajaus	5
2 TOIMINNANOHJAUS	6
2.1 Lean	6
2.2 Kanban	7
2.3 5S	8
2.4 Obeya.....	9
2.5 2-laatikko	10
2.6 Muut visuaaliset työkalut.....	11
3 KONEPAJAJAN TOIMINNANOHJAUS	13
4 VISUAALISET KEINOT TOIMINNANOHJAUKSESSA	15
4.1 Case A: Visuaalisuus osana toiminnanohjausta.....	15
4.2 Case B: Visuaalisuus pohjainen toiminnanohjaus	16
5 TULOSTEN ANALYSOINTI JA POHDINTA	18
5.1 Visuaalisten keinojen eroavaisuudet ja yhteneväisyydet.....	18
5.2 Avaintulokset.....	18
5.3 Kehitysehdotukset.....	19
5.4 Jatkotutkimusaiheet	20
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	21
LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

Toiminnanohjausjärjestelmä on toimivan teollisuusyrityksen kulmakivi. Sitä tukemaan on kuitenkin kannattavaa liittää visuaalisia apuvälineitä, jotka selkeyttävät niin työn tekemistä kuin sen johtamista.

1.1 Tutkimusongelma

Tässä työssä tuodaan esille visuaalisen toiminnanohjauksen eri vaihtoehtoja ja niiden hyödyntämismahdollisuuksia. Pelkkä tietokonepohjainen järjestelmä ei välttämättä ole tehokkain tai käyttäjäystävällisin ratkaisu toteuttaa yrityksen toiminnanohjaus. Visuaalisilla apukeinoilla saadaan tämän heikkouksia paikattua.

Tutkimuskysymykset:

Mitä eri visuaalisen toiminnanohjauksen keinoja on?

Miten visuaalisen toiminnanohjauksen keinoja voidaan hyödyntää tuotannossa?

Miksi visuaalista toiminnanohjausta käytetään?

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tämä työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Työssä hyödynnetään alan kirjallisuutta, tieteellisiä artikkeleita, sekä case-esimerkkejä, jotka on luotu yritysvierailujen pohjalta.

1.3 Tavoitteet

Työn tavoitteena on tuoda esille eri visuaalisia toiminnanohjaustapoja case- esimerkkien avulla. Case-esimerkkien pohjana toimii kaksi konepajaa, joista toinen on keskisuuri yritys, joka hyödyntää visuaalisia keinoja tietokonepohjaisen toiminnanohjausjärjestelmän tukena. Toinen case-yritys on puolestaan pienempi yritys, joka hyödyntää käytännössä pelkkiä visuaalisia keinoja toiminnanohjauksessaan ja tietokonepohjaista järjestelmää pidetään lähinnä johdon toiminnan tukena.

1.4 Työnrajaus

Työn rajaus keskittyy tuotannon toiminnanohjauksen visuaalisiin keinoihin. Työ keskittyy keskisuuriin tuotantomääriin eli kappalemääriltään noin 10–50 kappaleen eriin.

2 TOIMINNANOHJAUS

Jokaisessa teollisuusyrityksessä käytetään jonkinlaista toiminnanohjausjärjestelmää. Toiminnanohjausjärjestelmä on yrityksen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen työkalu, joka mahdollistaa tuotannon tarvitsemien materiaalien ja työvoimaresurssien käytön suunnittelua, kohdentamista sekä toiminnan aikatauluttamista.

Konepajayrityksissä tuotanto perustuu Make-to-Order-strategiaan, mikä tarkoittaa sitä, että tuote valmistetaan vasta asiakkaan tilauksesta, eikä tuotetta valmisteta varastoon. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla tilataan työhön tarvittavat raaka-aineet, määritetään tarvittavat työstötavat ja -vaiheet sekä ajankohta työstölle.

Tuotannosuunnittelu pitää sisällään tuotantoyksikön toiminnan selkeän ohjaamisen. Tuotantomäärät ja tavoiteaikataulu täytyy olla määritelty, päätökset raaka-aineiden tilaamisesta tehty sekä työvoimaresurssit kohdennettu. (Greif, Hamilton 1991)

2.1 Lean

Lean on Toyotan 1930-luvun toimintamallien pohjalle syntynyt johtamisfilosofia, jonka pohjimmaisena tavoitteena on parantaa tuottavuutta minimoimalla yrityksen tuotannosta kaikki se ylimääräinen toiminta, mikä ei lisää lopputuotteen arvoa. Lean johtamisella pyritään optimoimaan jokaisen tuotantovaiheen tehokkuus ja minimoimaan sen aiheuttamat kulut.

Lean korostaa toimittajan ja tilaajan yhteistyötä. Toimittajan tulee toimittaa aina oikea määrä tilattua tuotetta oikeaan aikaan ja tilaajan on annettava palautetta ja kehitysehdotuksia toimittajan suuntaan toiminnan kehittämiseksi. Yrityksen tulee keskittyä asiakkaidensa tarpeisiin ja saada niin asiakas kuin toimittajat osallistumaan toimitusketjun kehittämiseen. Lean huomio myös yksittäisen työntekijän osana kokonaisuutta. Jokaisen työntekijän tulee olla osana ongelmanratkaisua ja kehittymistä. (Shah, Ward 2007)

Lean pyrkii imuohjautuvaan Just-In-Time tuotantomuotoon, jossa työvaiheen tarvitsemat materiaalit saapuvat paikalleen juuri oikeaan aikaan. Tavoitteena on saada aikaan

mahdollisimman tehokkaasti virtaava tuotanto, jossa aikaa ei hukata töiden tai työvaiheiden välillä. Tuotannossa pyritään myös mahdollisimman pieneen virhemarginaaliin. Jokaisen valmiin tuotteen tulee olla virheetön, seuraavaan tuotannon vaiheeseen siirtyessään. (Shah, Ward 2007)

2.2 Kanban

Kanbanin synty voidaan jäljittää 1940-luvun Toyotan tehtaalle Japaniin. Japaninkielinen sana kanban tarkoittaa taulua. Toyotan tehtaalla toimittiin imuohjautuvan Just-In-Time-toimintamallin mukaan. Tässä mallissa tuotantoprosessin tavoitteena on toimittaa juuri oikea määrä tuotetta juuri oikeaan aikaan.

Kanban on visuaalinen ohjaustapa ja perustuu kanban-korttien käyttöön. Kortista tulee nopealla silmäyksellä esille työn nimike, aikataulu, tuotantomäärä sekä vastaanottaja. Kortti kiertää tuotantovaiheiden mukana ja toimii signaalina tuotantovaiheen aloittamiselle. Kanban on imuohjautuva ohjaustapa ja ideana on, että tuotantoerää valmistetaan vain niin paljon kuin seuraava prosessi on sitä käyttänyt ja ainoastaan seuraavan prosessin pyynnöstä. Kanbanin avulla pyritään vähentämään keskeneräistä tuotanto ja turhaa varastointia, mikä parantaa tuotannon virtaavuutta. Hyvin toteutettu kanban-järjestelmä helpottaa työsuunnitelijoita ja -johtoa saamaan nopean tilannekuvan tuotannon tilasta ja mahdollisista ongelmatilanteista. (Gross, McInnis)

Tuotantoympäristössä kanbanilla voidaan varmistaa, ettei tuotantotiloista löydy raaka-aineita, keskeneräistä tuotantoa tai valmiita tuotteita ilman tietoa sisällöstä. Kun kortista tulee esille sisältö ja sen seuraava tuotantoprosessin vaihe, ei sekaannuksia teoriassa pääse tapahtumaan.

Kanbanissa voidaan käyttää myös värikoodeja työvaiheiden välillä. Tuotantovaiheen tilaa ja reservejä voidaan kuvata värisin valoin. Esimerkiksi kokoonpanossa voi olla tietokonepohjainen saldomittari, joka kertoo värein jäljellä olevan saldon. Esimerkiksi vihreällä värillä voi kuvata täyttä tai keskitäyttä saldoa. Keltainen väri puolestaan merkkää lähestyvää täydennystarvetta ja punainen tyhjää reserviä ja akuuttia täydennystarvetta. Samoja valomerkkejä voidaan käyttää esimerkiksi automatisoidussa tuotannossa, jolloin

robotiikka hoitaa mekaanisen valmistuksen ja värivalojen pohjalta ihminen tietää milloin robotin reservit ovat tyhjenemässä, valmiiden kappaleiden lava täynnä tai työ kokonaan valmis.

2.3 5S

5S on Japanissa syntynyt viisivaiheinen menetelmä, jonka nimi viittaa vaiheiden alkukirjaimiin. 5S:n tavoitteena on siisteys, järjestys ja tehokkuus. Useat leaniin nojaavat yritykset luottavat myös 5S:n tuomaan järjestelmällisyyteen ja jatkuvaan kehittymiseen. (Bullington 2003, Jaca, Viles et al. 2014)

Seiri tarkoittaa valita ja lajitella. Prosessin toiminnan kannalta tärkeät tavarat tulee eritellä. Kaikki mikä on prosessin toiminnan kannalta turhaa tai väärällä paikalla tulee poistaa kokonaan tai siirtää muualle. Esimerkiksi kokoonpanon työpisteellä on vain sen senhetkiseen kokoonpantavaan tuotteeseen tarvittavat työkalut ja komponentit. Kaikki muu on siirretty sivuun muualle. Tällä pyritään siihen, että työkaluja tai komponentteja ei tarvitse etsiä turhien yksilöiden seasta. Työpisteen vieressä on myös merkattu selkeästi – esimerkiksi lattiateippauksin – paikat saapuvien ja lähtevien kappaleiden lavoille.

Seiton tarkoittaa selkeyttämistä ja järjestämistä. Prosessin komponenteilla ja työkaluilla tulee olla omat selkeästi merkatut paikkansa ja ne pitää aina palauttaa käytön jälkeen takaisin paikalleen. Näin tiedetään aina mistä haluttu työkalu löytyy ja nähdään nopeasti, mikäli työkalu puuttuu tai on väärässä paikassa. Kokoonpanon työpisteellä esimerkiksi työkalut voivat olla ripustettuna seinälle ja niiden ääriviivat piirretty työkalun ympärille. Täten työkalun paikka on selkeästi merkattu ja se on helppo ja nopea palauttaa paikalleen myös ulkopuolisen toimesta. Tyhjä paikka taululla tuo myös ilmi puutteen työpisteen varustuksessa ja täten toiminatavalmiudessa. Lattiateippauksia voidaan hyödyntää myös tuotantotilojen alueiden selkeyttämisessä. Esimerkiksi jalankulku alueet voidaan merkata keltaisella teipillä ja käytävien, joilla kulkee muun muassa trukkeja, kaistat ja rajat voidaan merkata valkoisilla kaistaviivoilla samaan tapaan kuin tieliikenteessä. Myös koneiden, nostureiden ja trukkien pysäköinti ja liikerata-alueet kannattaa merkata lattiaan.

Seiso tarkoittaa siivoamista. Saavutettua siisteyttä tulee ylläpitää ja pieniä kunnossapitotöitä tehdä. Siististä työpisteestä erottaa mahdollisesti prosessin toiminnalle syntyvät kunnossapito-ongelmat, kuten alkavat öljyvuo-dot, jotka voidaan korjata ennen koneen vakavaa vauriota. Työn loputtua työkalut asetetaan omille paikoilleen ja mahdolliset puutteet nousevat esille saman tien. Esimerkiksi vuorotöissä toimivissa työpisteissä siivoamisen merkitys on suuri, seuraavan vuoron on ensinnäkin mukava aloittaa työvuoronsa siistissä ympäristössä. Toiseksi siivouksen jälkeen kaikki työkalut ovat niille osoitetuissa paikoissa ja täten uuden vuoron on helppo aloittaa työnteko, ilman suurempia valmistelutoimenpiteitä.

Seiketsu tarkoittaa standardisointia. Tämän vaiheen tavoite on tehdä aiemmin esitellyistä vaiheista arkisia rutiineja. Esimerkiksi siivousvaiheesta kannattaa tehdä rutiini. Aina työpisteeltä poistuttaessa, esimerkiksi tauoille tai vuoron päätyttyä, pieneen siivousoperaatioon ei kulu paljoa aikaa ja kun tämän opettelee osaksi työpisteeltä poistumista, tulee siitä nopeasti rutiininomainen tapa.

Shitsuke tarkoittaa kurinalaisuutta. Vaiheen tavoitteena on pysyä kurinalaisena ja pitää kiinni ja ennen kaikkea jatkaa kehitystä. Pitkällä aikavälillä saavutetusta kehityksestä on pidettävä kiinni. Se että kerran toteuttaa edellä mainitut vaiheet ei paranna tuottavuutta pitkällä tähtäimellä. Esimerkiksi siivousvaiheen rutiininomainen tekeminen voi alkuvaiheessa tuntua turhalta. Kun ymmärretään, että siistille työpisteelle on mukava tulla takaisin töihin ja työnteko on tehokkaampaa ja vähemmän katkonaista, on helpompi ymmärtää, miksi pitää kiinni uudesta toimintamallista.

2.4 Obeya

Obeya on japania ja tarkoittaa isoa huonetta. Obeya on käytännössä erillinen tila, jossa työntekijät kokoontuvat ratkaisemaan ongelmia yhdessä. Tarkoituksena on luoda yhteistoiminta ympäristö, jossa informaatio välittyy selkeästi kaikille ja esteet informaation välittämislle on poistettu. Itse obeyan toimintaa pohjautuu vahvasti visuaalisuuteen. Ongelmanratkaisussa käytetään usein apuna kuvaajia, tauluja, lappuja sekä muita visuaalisia keinoja. (Dalton 2019)

Obeya ei siis pohjimmiltaan ole tuotannonohjaustapa, vaan pikemminkin työkalu projektin hallintaan ja siihen liittyvään ongelmanratkaisuun visuaalisin keinoin. Obeyan avulla eri osastojen toimintaa on helppo yhtenäistää ja esimerkiksi tuotekehityksessä ja suunnittelutyössä keskinäiset ongelmat saadaan tuotua helposti ja selkeästi kaikkien osapuolien eteen. Obeya onkin käytössä useassa suuressa yrityksessä kuten Timkenillä, Toyotalla sekä Volvo Groupilla. (Jusko 2016)

Suurissa yrityksissä, joilla on useampia toimipisteitä, ei perinteinen Obeya ole välttämättä optimaalinen tapa rajoitetun ulospäinsuuntautuvan informaatiokulun takia. Obeyasta on kehittynyt myös digitaalinen versio – iObeya –, mikä mahdollistaa yhteisen virtuaalisen tilan luomisen ongelmanratkaisua varten. Virtuaalinen metodi toimii hyvin usean toimipisteen yrityksissä, koska usein eri toimipisteet painivat keskenään pohjimmiltaan samankaltaisten ongelmien parissa. Tällöin tieto pääsee liikkumaan nopeasti ja esteettömästi myös eri toimipisteiden välillä, eikä yksittäinen toimipiste joudu tuskailemaan ongelmansa kanssa turhaan yksin. (Nascimento, Caiado et al. 2018, Jusko 2016)

Obeyaa voidaan hyödyntää myös rutiininomaisena tapaamisena esimerkiksi vuoron loppuessa. Esimerkiksi kahden eri osaston – tuotannon ja tuotekehityksen – nopeassa tapaamisessa käydään läpi päivän ongelmatilanteet ja niiden mahdolliset ratkaisut niihin. Ongelmat ja ratkaisut kirjataan taululle, joka on kaikkien nähtävillä. Tämän seurauksena tuotannossa ilmenneet vaikeudet voidaan huomioida jo tuotekehityksen aikaisessa vaiheessa ja turhalta työltä vältytään. Esillä olevat ongelmat ja niiden ratkaisut toimivat myös inspiraationa muille tahoille. Samaa ratkaisua voidaan hyödyntää myös muualla toiminnassa ja tämä jää tapahtumatta, jos ratkaisu ei ole vapaasti kaikkien nähtävillä.

2.5 2-laatikko

2-laatikko järjestelmä on visuaalinen menetelmä ja tukee Just-In-Time tuotantomuotoa. 2-laatikko menetelmässä on kaksi laatikkoa, joissa on samaa tuotannossa tarvittavaa osaa. Kun toinen laatikko tyhjenee, lähetetään se toimitusketjussa taaksepäin uudelleentäyttöä varten. Toiminta perustuu siis imuohjautuvuuteen ja täydennettävä määrä on vain sen verran, että toisen laatikon sisältö riittää tuotannon tarpeisiin. Kun täydennys erä on saapunut ja toinen laatikko tyhjentynyt, alkaa prosessi uudelleen. 2-laatikko menetelmä ei vaadi vain kahta laatikkoa, vaan laatikoita voi olla useampia riippuen kappaleiden koosta, tarvittavasta

määrästä ja optimaalisesta täydennyserä koosta. Täydennettävä määrä voi olla jossain tapauksissa tilaus- tai työkohtainen, jolloin toimitettava määrä on vain kokoonpanoon tarvittava määrä, jolloin ei ylijäämää ei kerry työpisteelle, eikä täten kappaleita tarvitse kierrättää tai palauttaa takaisin varastoon työvaihetta tai -tehtävää vaihtaessa. 2-laatikko järjestelmä on optimaalinen suuren volyymin ja pienen hinnan osille, kuten standardoidut kiinnitystarvikkeet. Täydennettävien laatikoiden eräkoot ovat keskenään samankokoiset, riippumatta laatikkojen määrästä. Käytännössä aina täydennykseen lähtevään laatikkoon on liitetty kanban-kortti. Kortti voi olla myös kiinteä etiketti laatikossa, tärkeintä kuitenkin on, että täydennettävä nimike ja määrä ilmenevät laatikosta tavalla tai toisella. (Kanet, Wells 2019)

2.6 Muut visuaaliset työkalut

Visuaalisuutta voidaan hyödyntää vahvasti koko tuotannon toiminnassa ja sen jokaisessa vaiheessa. Välivarastoinnissa ja reservihylyissä voidaan käyttää visuaalisuutta hyödyksi esimerkiksi värein. Kun saldo hupenee, voidaan kappaleiden väliin tai alle laittaa värikoodein lappuja kuvaamaan varaston riittävyttä. Esimerkiksi keltaisella ja punaisella on tehokasta merkata vähenevää ja kriittistä saldoa. Värilaput toimivat myös visuaalisena tilauspisteenä. Värilapun tullessa eteen tiedostaa työntekijä jäljellä olevan saldon ja osaa tilata täydennykset ajallaan, eikä mahdolliset myöhästymiset johdu omista inventaario puutteista.

Esillä olevaa puskurivarastoa voidaan käyttää myös visuaalisen imuohjauksen signaalina. Toimittajataho hyötyy myös varastojen visualisoinnista. Tyhjenevä varasto toimii toimittajalle signaalina täydennystarpeelle ja täten toimittaja osaa ajoitta oman toimintansa siten, että toimitusketjun seuraavan vaiheen täydennykset toimitetaan ajallaan.

Varastosaldon voi mahdollisuuksien mukaan järjestää siististi ja asettaa selkeästi näkyville, jolloin näkee nopealla silmäyksellä vallitsevan tilanteen. Tämä tehostaa esimerkiksi työnjohdon toiminnasta, kun nopeasti saadun tilannekuvan pohjalta voidaan tehdä tilanteen vaatimia toimenpiteitä reaaliajassa. Itse työpisteen työntekijäkin hyötyy tästä. Hän voi arvioida varaston riittävyttä ja tilata täydennykset, jos kokee sille olevan tarvetta.

Visuaalisuus mahdollistaa myös nopean tuotannon tilannekuvan saamisen. Esimerkiksi jos konepajassa yhden koneen vieressä on täysi lava aihioita ja toinen kone vieressä on toimettomana, voidaan osa aihioista siirtää toisen koneen työstettäväksi, jolloin tuotannon läpimenoaika pienenee ja koneiden kuormitus tasoittuu.

Visuaalista kommunikaatiota voidaan hyödyntää tuotantotiloissa laajasti. Tauluilla ja näytöillä voidaan välittää tietoa työntekijöille jopa reaaliaikaisesti. Esimerkiksi toimitusvarmuuden, tuotannon tai myynnin määrää ja kehitystä voidaan esittää kuvaajilla, jolloin työntekijät näkevät oman toimintansa tuloksen. Tämä toimii eräänlaisena visuaalisena palautteena. Jatkuva kasvu käyrällä toimii hyvänä palautteena, mikä motivoi työntekijöitä entisestään. Vaihtoehtoisesti laskeva käyrä saa työntekijät pohtimaan syytät tapahtuneeseen, jolloin mahdolliset epäkohdat tuotannossa tai toiminnassa tulevat esille ja niiden korjaaminen voidaan aloittaa.

Yleistä informaatiota voidaan välittää myös ilmoitustaulu tyypisesti. Muutokset tuotannossa tai aikataulussa, mahdolliset vierailijat ja muut yleiset asiat voidaan välittää visuaalisin kommunikaation keinoin. Tällöin tieto välittyy helposti ja se myös pysyy näkyvillä pitkään. Esimerkiksi tapahtuneista työtapaturmista tiedotetaan teollisuudessa usein työntekijöille ja edellisestä tapaturmasata pidetään laskuria muistuttamassa yleisyydestä. Tällä nostetaan esille myös yrityksen vakava suhtautuminen työturvallisuuteen kaikkien tahojen tietoon ja muistutetaan samalla noudattamaan annettuja ohjeita ja vaatimuksia tuotantoalueella. Työturvallisuustiedotukset ovat usein myös esillä yritysten pääauloissa tai -porteilla kaikkien nähtävillä, millä yritys korostaa sen vakavuutta.

3 KONEPAJAJAN TOIMINNANOHJAUS

Konepajat lähtökohtaisesti toimivat Make-To-Order strategian mukaan, mikä tarkoittaa konepajan tulevan toiminnan riippuvan tilauskannasta. Eli konepaja ei valmista juuri mitään varastoon, ellei asiakas ole tätä erikseen tilannut. Toiminnanohjausjärjestelmän tarkoituksena on ohjata tuotannon toimintaa tilauksen alusta loppuun.

Toiminnanohjauksen kannalta tuotannon ensimmäinen vaihe on tilauksen vastaanottaminen ja työn luominen järjestelmään. Yleensä – varsinkin suuremmat yritykset – käyttävät tietokonepohjaista toiminnanohjausjärjestelmää, johon tilauksen seurauksena luodaan työ. Tässä vaiheessa tuotannon tarvitsemat raaka-aineet tilataan, jos niitä ei varastossa valmiiksi ole. Lisäksi työlle määritetään aikataulu, tekijä sekä työstölaitteet.

Raaka-aineiden saavuttua saatetaan ne joutua varastoimaan väliaikaisesti ennen työstöä, työn aikataulusta riippuen. Toiminnanohjausjärjestelmään merkitään materiaalit saapuneiksi sekä niiden varastopaikan sijainti.

Työstön alkaessa toiminnanohjausjärjestelmässä merkataan työ aloitetuksi ja täten esimerkiksi työnjohto pysyy ajan tasalla työn edistymisestä. Lisäksi järjestelmän avulla pystytään pitämään kirjaa siitä, kuinka paljon aikaa kunkin työn tekemiseen kuluu, mikä helpottaa esimerkiksi tarjouslaskennan toimintaa ja läpimenoaikojen raportointia. Eri työvaiheet voidaan myös merkata toiminnanohjausjärjestelmään ja täten työvaiheiden keskeneräisyys on nähtävillä muillekin kuin työstöön suoraan osallistuvalla henkilöstöllä.

Työstön jälkeen kappale kulkee laadunvalvonnan kautta. Tässä vaiheessa varmistetaan kappaleen olevan määrättyssä toleranssissa, sekä esimerkiksi särötarkastus on osa konepajan laadunvalvontaa. Mahdollisesti laadunvalvonnassa hylätystä kappaleesta laitetaan merkintä järjestelmään, jonka jälkeen aloitetaan korjaustyöstö tai vaihtoehtoisesti valmistetaan kokonaan uusi kappale, mikäli osatoimitus ei ole hyväksyttävää.

Konepajojen tarjontaan kuuluu usein myös kokoonpanopalvelu, jossa konepaja työstää osakokonaisuuden komponentteja ja kasaa ne asiakkaan toiveiden mukaisesti

käyttövalmiiksi osakokonaisuudeksi. Toiminnanohjausjärjestelmästä käy ilmi kokoonpanoon tarvittavat koneistettavat komponentit ja standardiosat, joiden tuotantovaiheen tilanne sekä varastopaikan sijainti käyvät myös ilmi järjestelmästä. Kokoonpanon valmistuttua kuitataan vaihe suoritetuksi järjestelmään ja toimitetaan tuote prosessin seuraavaan vaiheeseen.

Viimeisenä vaiheena konepajan sisäisessä toimitusketjussa on tuotteiden toimittaminen asiakkaalle. Valmiit kappaleet tai kokoonpanot pakataan hyvin, toimituksen aikaisen rikkoontumisen välttämiseksi. Toiminnanohjausjärjestelmään kuitataan tuote lähetetyksi ja lähtevään rahtiin liitetään asianmukaiset aikakirjat. Useat teollisuusyritykset pyrkivät Lean tyyppiseen toimitaan sekä Just-In-Time – tuotantoon, joissa korostuu toimitusketjuun kuuluvien yritysten avoin yhteistyö ja kommunikaatio. Usein tilaaja haluaa toimituksen juuri oikeaan aikaan ja juuri oikean määrän, mikä tarkoittaa, että konepaja saattaa joutua välivarastoimaan valmista tuotetta asiakkaan tarkan toimitusajankohta vaatimuksen takia.

4 VISUAALISET KEINOT TOIMINNANOHJAUKSESSA

Työn case-esimerkit pohjautuvat oikeisiin kaupallisiin konepajoihin. Molemmat yritykset valmistavat vaativia sorvattuja ja jyrittyjä kappaleita ja osakokonaisuuksia teollisuuden käyttöön. Yritykset toimivat samalla alueella ja ovat toistensa suoria kilpailijoita. Case yritykset ovat erikokoisia, case yritys A on keskisuuri yritys, jonka työvoima on noin 60 henkilöä kahdessa eri toimipisteessä. Case yritys B puolestaan on pieni yritys, jossa henkilöstöä on alle 20. Molemmat yritykset hyödyntävät visuaalisia apuvälineitä toiminnassaan eri tavoilla. Case A:n toiminnanohjaus on tietokonepohjainen, mutta visuaalisia piirteitä löytyy niin tietokonejärjestelmästä kuin muusta tuotannon toiminnasta. Case B:n toiminnanohjaus puolestaan pohjautuu visuaalisuuteen ja tietokonepohjainen järjestelmä toimii vain tukena.

4.1 Case A: Visuaalisuus osana toiminnanohjausta

Tietokonepohjaisessa toiminnanohjausjärjestelmässä on paljon visuaalisia piirteitä, ohjelmasta on nähtävillä tilauskanta listamuodossa, mistä käy nopealla silmäyksellä selville työn vaihe ja aikataulu, jotka erottuvat selkeästi värikoodein. Listamuodossa olevasta tiedosta saa helposti ja kätevästi muodostettua erinäköisiä kuvaajia halutuista parametreista. Listamuotoinen tilauskanta toimii myös aikatauluna ja niin sanottuna To-Do-List:inä.

Tehtaalla hyödynnetään myös kanban-kortti järjestelmää. Tehtaalta ei löydy yhtään lavalla olevaa raaka-aineita, keskeneräistä tuotantoa tai valmiita kappaleita ilman kanban korttia. Lavasta voi aina varmistua sen sisällöstä ja seuraavasta vaiheesta. Kortin ohella lavoissa käytetään myös värillisiä liuskoja, joilla tuodaan esille lavan sisällön läpikäymät työvaiheet, esimerkiksi lavasta näkee jo kaukaa, onko sen sisältö jo hyväksytysti kulkenut laadunvalvonnan kautta.

Tehdastilat ovat myös modernit ja siistit. jokaisella työpisteellä on vain sen toiminnalle tarpeelliset työvälineet siististi aseteltu ja niille määrätyillä paikoillaan. Myöskään tuotannossa olevia, tai sinne seuraavaksi siirrettäviä lavoja, ei loju sattumanvaraisesti tuotantotilojen lattiatasolla, vaan kaikki materiaali on niille osoitetulla ennalta määritetyillä paikoillaan. Keskeneräisen tuotannon puskuri toimii visuaalisena merkinä eri työvaiheiden

välillä. Molemmat vaiheet ovat koko ajan tietoisia toistensa tilanteista ja täydennykset saapuvat juuri oikeaan aikaan.

Yritys käyttää tuotannossaan myös paljon automatisoituja sorveja ja jyrsimiä, joiden työstövaiheen toiminta perustuu robotiikkaan. Roboteissa on liikennevalotyypiset valopylväät, jotka on ohjelmoitu näyttämään valoilla tuotannon vallitseva tilanne sekä mahdolliset ongelmatilanteet. Yrityksen työntekijät saavat selvän tilannekuvan robotin tilanteesta nopealla vilkaisulla ja täten tietävät, milloin robotin valmiiden kappaleiden lastauslava on täyttynyt, aihiot loppuneet kesken tai työ kokonaan valmis.

Yrityksen tuotantotiloihin saapuessa on heti oven vieressä taulu, josta näkee toiminnan tuotantolukuja ja tilastoja esitettynä kuvaajin. Taulu toimii myös yrityksen sisäisenä tiedotuskanavana sekä yleisten toimintaohjeiden esillepano paikkana.

4.2 Case B: Visuaalisuus pohjainen toiminnanohjaus

Case B käyttää yksinkertaista toiminnanohjausjärjestelmää lähinnä hallinnollista syistä. Käytännössä tuotannonohjaus toteutuu kuitenkin pohjimmiltaan visuaalisesti. Yrityksen tilat ovat huomattavasti pienemmät ja koko tuotantoalue on käytännössä yhtä ja samaa tilaa.

Tehdas on myös siisti, kaikki tarvittavat työkalut ovat omilla selkeillä paikoillaan, eikä nurkissa pyöri mitään ylimääräistä. Kaikelle materiaalille ja valmiille kappaleille on omat paikkansa tehtaalla, saapuva ja lähtevä logistiikka ovat niille varatuilla paikoillaan.

Varastointi tapahtuu täysin visuaalisesti. Raaka-aineiden saavuttua, asetetaan ne varastohyllyyn ja liitetään aihioon kanban-kortti. Kortti on käytännössä tekninen piirustus, josta tulee esille dimensiot sekä kappalemäärät. Korttiin merkataan värikoodilla, joko keltaisella tai punaisella, työstön aikataulun kiireellisyys. Työn edessä työntekijä merkitsee korttiin tehdyt vaiheet: millä laitteella työstö on tapahtunut ja kuinka paljon työtunteja on kulunut. Tuotteen valmistuttua toimitetaan kortti työnjohdolle, joka kirjaa korttiin tehdyt tiedot järjestelmään.

Yritys myös varastoi asiakkailleen tuotteita omissa tiloissaan. Varastohyllystä ei ylläpidetä monimutkaista sähköistä järjestelmää, vaan hyllyyn on merkattu, minkä asiakkaan ja mikä

komponentti kyseisellä paikalla sijaitsee. Varastosaldoja ei ylläpidetä lähtökohtaisesti edes taulukointi ohjelmassa, vaan käsin – post-it lapulla – kiinnitettynä hyllynreunaan. Asiakkaan tilatessa varastosta tuotteen, merkataan post-it lappuun jäljelle jäävä varastosaldo.

5 TULOSTEN ANALYSOINTI JA POHDINTA

Case yritysten liiketoimintamallit ovat käytännössä yhtenevät, yritykset kilpailevat samalla alalla ja tarjoavat molemmat hyvin samankaltaisia palveluita. Molemmat hyödyntävät toiminnassaan hyvin paljon visuaalisia keinoja.

5.1 Visuaalisten keinojen eroavaisuudet ja yhteneväisyydet

Suurimmat erot visuaalisuuden eroavaisuuksiin tuotannossa johtuvat yritysten kokoluokista. Pienemmässä yrityksessä on huomattavasti helpompi ylläpitää kokonaan visuaalista järjestelmää kuin suuremmassa – useamman toimipisteen – toiminnassa. Mitä suurempaa ja laajempaa yritystä tarkastellaan, sitä monimutkaisempi toiminnanohjausjärjestelmä heillä yleensä on käytössään. Pelkkä visuaalinen järjestelmä ei riitä suurelle teollisuusyritykselle alkuunkaan, vaan monimutkaisempaan tietokonepohjaiseen järjestelmään on lähtökohtaisesti turvauduttava, tehokkaan toiminnan takaamiseksi. Visuaalisuutta voi ja kannattaa hyödyntää myös tietokonepohjaisessa järjestelmässä. Tämä tekee järjestelmästä yleensä käyttäjäystävällisemmän, visuaalisuuden tuoman yksinkertaisuuden ja selkeyden takia.

Molemmat yritykset hyödyntävät omanlaistaan kanban- kortti menetelmää. Kummastakaan yrityksestä on käytännössä mahdoton löytää keskenerästä tuotantoa, josta ei käy ilmi mitä ollaan tekemässä tai mihin vaiheeseen lava on matkalla, tämä helpottaa eri työntekijöiden välistä toimintaa. On helppo ymmärtää tuotannon seuraava työvaihe, kun kortista ilmenee selkeästi niin tapahtuneet vaiheet kuin jatko-ohjeet.

Molemmat yritykset ovat erittäin järjestelmällisiä, kaikille työkaluille ja tavaroille on omat paikkansa, eikä mitään varastoida minne sattuu, vaan vain niille osoitetuille paikoille. Tämä tekee tuotannon tiloista siistin ja avaran, mikä on yksi viihtyisän työpaikan kulmakivistä.

5.2 Avaintulokset

Konepajaympäristössä visuaalisuutta käytetään monella tapaa ja kukin yritys on kehittänyt omanlaisensa visuaalisen toimintamallin. Erot johtuvat pitkälti yrityksen koosta ja

rakenteesta. Kuten aiemmassa luvussa todettiin, on pienemmän – yhdessä toimipisteessä toimivan – yrityksen huomattavasti helpompi ohjata toimintaansa pelkillä visuaalisilla tavoilla, kuin suuremman yrityksen. Visuaalisin keinoin voi toteuttaa tietyssä tapauksessa koko yrityksen tuotannonohjauksen tai vaihtoehtoisesti visuaalisia keinoja voi käyttää tukena niin tuotannossa kuin muussa toiminnassa.

Viitaten työn tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä eri visuaalisen toiminnanohjauksen keinoja on?

Visuaalisia keinoja on monia ja monella toiminnan tasolla. Visuaalisuudella voidaan ohjata koko tuotantoa tai käyttää ohjauksen tukena. Toisessa luvussa on esitelty eri vaihtoehtoja ja niiden käyttökohteita. Näitä keinoja voidaan hyödyntää niin fyysisessä tuotannossa, kuin johtoportaan toiminnassa.

2. Miten visuaalisen toiminnanohjauksen keinoja voidaan hyödyntää tuotannossa?

Visuaalisin keinoin on mahdollista ohjata tuotannon toiminta jopa kokonaan, mutta suuremman kokoluokan yritystoiminnassa tämä voi olla haastavampaa. Tällaisessa tapauksessa visuaalisuuden käyttäminen toiminnanohjauksen tukena on usein kannattavampaa. Visuaalisia keinoja voidaan hyödyntää myös muussa yrityksen toiminnassa, järjestelmällinen ja siisti työympäristö on tehokkuuden kulmakivi. Visuaalisia keinoja hyödyntäen ongelmatilanteet saadaan nousemaan ajoissa esille, jolloin niiden ratkaiseminen tapahtuu usein nopeammin ja helpommin, eikä ongelmasta ehdi kehkeytyä vakavaa.

3. Miksi visuaalista toiminnanohjausta käytetään?

Visuaalinen toiminnanohjaus perustuu yksinkertaisuuteen ja yksiselitteisyyteen. Selkeät ja helpot ohjeet tai viestit on helppo havaita ja ymmärtää. Toiminnanohjauksessa visuaalisuutta voi hyödyntää niin toiminnan runkona kuin toimintaa tukevana työkaluna.

5.3 Kehitysehdotukset

Visuaalisuutta voi lisätä konepajoille ennestään. Varastoinnissa materiaaliin voi käsin merkata kirjaimin materiaalin laadun kirjaimin, mutta eri väreillä, jolloin kaukaa pystyy

näkemään, kuuluuko materiaali haluttuun luokkaan vai ei. Esimerkiksi teräkset merkataan punaisella ja alumiini sinisellä värillä. Tämä pienentää myös materiaalia keräillessä virhemarginaalin mahdollisuutta. Käsien merkkkaus ei vaikuta materiaalin käytettävyyteen, koska tehtaalta aihiot saapuvat työstövaran kanssa ja merkinnän saa aina poistettua liuottamalla aihion pinnasta. Fyysinen merkkkaus myös helpottaa aihoiden mahdollisten sekoittumistilanteiden selvittämistä, kun voidaan varmistua merkinnän takia tarkasta materiaalista.

Sähköisestä toiminnanohjausjärjestelmästä voi tehdä monella tapaa visuaalisemman. Ohjelmat ovat usein vanhanaikaisia, tylsiä ja synkkiä. Informaation välittäminen väreillä on helppoa ja käyttäjäystävällistä. Vaikka yritysten käyttämien sähköisten toiminnanohjausjärjestelmien elinkaari on pitkä, voi niitä kehittää jatkuvasti. Usein järjestelmät antavat käyttäjälleen paljon tietoa, josta osa voi olla turhaa. Turhaa informaatiota karsimalla saisi käyttöliittymästä pelkistetyemmän, yksinkertaisemman ja helppokäyttöisemmän.

5.4 Jatkotutkimusaiheet

Teollisuuden toimintamallit ovat usein vanhahtavia ja konservatiivisia, jo toimivaksi todettua mallia ei uskalleta muokata ja kehittää. Nykymaailma sähköistyy entisestään ja kuten myös yritysten toiminnanohjaus. Visuaalisuuden mahdollisuuksia tulisi tutkia ja kehittää niin tuotannossa kuin toiminnanohjausjärjestelmissä. Varsinkin pienempien yritysten toiminnanohjauksen visualisoinnissa olisi kasvun potentiaalia, koska yhä useammat yritykset siirtyvät kaupallisten järjestelmien pariin, vaikka tähän ei välttämättä tarvetta olisi.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Visuaaliset toiminnanohjauskeinot ovat olleet käytössä jo vuosikymmeniä ja niiden tehokkuus on integroitu osaksi toimintaa lähes jokaisella teollisuuden alalla, ei pelkästään konepajatoiminnassa. Pelkin visuaalisin keinoin voidaan toteuttaa pienemmän yrityksen toiminnanohjaus lähes kokonaan. Vaihtoehtoisesti visuaalisuutta voidaan käyttää muun toiminnanohjauksen rinnalla, tukevana ja helpottavana työkaluna. Kaikissa teollisuuden ja muussakin liiketoiminnassa visuaalisia keinoja voidaan hyödyntää niin tuotannon kuin johdon puolella.

Visuaalisten keinojen tehokkuus perustuu niiden selkeyteen, yksinkertaisuuteen ja helppolukuisuuteen. Sanonta ”Kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa” pitää paikkaansa myös teollisuuden parissa. Visuaalisin keinoin – värein, kuvin ja kuvaajin – saadaan välitettyä tietoa yksiselitteisesti, helposti ja nopeasti, ilman tarvetta pysähtyä miettimään ja sisäistämään viestiä.

Tässä työssä vertailtiin visuaalisten keinojen mahdollisuuksia toiminnanohjauksessa. Kahden erikokoisen konepajan visuaalisten keinojen hyödyntäminen tuotiin esille ja toimintamallien eroja ja samankaltaisuuksia vertailtiin. Molemmissa yrityksissä visuaalisuus oli vahvasti osana toimintaa, mutta keinojen käyttötavat toiminnanohjauksessa vaihtelivat suuresti. Paljon samoja piirteitä yrityksistä löytyi, mutta suurimpana toiminnanohjauksen visualisointiin vaikuttavana tekijänä havaittiin olevan yrityksen koon merkitys ohjaustavan valintaan.

LÄHTEET

BULLINGTON, K.E., 2003. 5S for suppliers. *Quality Progress*, **36**(1), pp. 56-59.

DALTON, J., 2019. Obeya Room. In: J. DALTON, ed, *Great Big Agile: An OS for Agile Leaders*. Berkeley, CA: Apress, pp. 195-196.

GREIF, M. and HAMILTON, B., 1991. *The Visual Factory*. 1 edn. Portland: CRC Press.

GROSS, J.M. and MCINNIS, K.R., 1.2 What is Kanban. *Kanban Made Simple - Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. AMACOM – Book Division of American Management Association, .

JACA, C., VILES, E., PAIPA-GALEANO, L., SANTOS, J. and MATEO, R., 2014. Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, **52**(15), pp. 4574-4586.

JUSKO, J., 2016. Obeya: The Brain of the Lean Enterprise. *Industry Week/IW*, **265**(5), pp. 22-24.

KANET, J.J. and WELLS, C.E., 2019. Setting bin quantities for 2-Bin Kanban systems (version 3). *Omega*, **87**, pp. 142-149.

NASCIMENTO, D., CAIADO, R., TORTORELLA, G., IVSON, P. and MEIRIÑO, M., 2018. Digital Obeya Room: exploring the synergies between BIM and lean for visual construction management. *Innovative Infrastructure Solutions*, **3**(1), pp. 19.

SHAH, R. and WARD, P.T., 2007. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, **25**(4), pp. 785-805.