

TUOTANNON HYDRAULIIKKASOLUN KUORMAN PÄIVITYS

Keinänen Aleksi

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

2024

Sähkö- ja automaatiotekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Aleksi Keinänen	Vuosi	2024
Ohjaaja	Ari Afflekt		
Työn nimi	Tuotannon hydrauliiikkasolun kuorman päivitys		
Sivumäärä	43		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa tuotannon resurssien käyttöä kaikissa tuotantovaiheissa. Tämän opinnäytetyö toteutettiin toimintatutkimuksena työkonetta valmistavalle teknologiateollisuuden yritykselle osana tuotannon alkuvaiheiden parametrien päivitysprojektia. Keskeisenä päämääränä on parantaa kokonaistehokkuutta optimoimalla resurssien käyttöä eri työvaiheiden välillä.

Tutkimuksessa selvitettiin tuotannon hydrauliikkasolun kuormitusryhmien optimointimahdollisuuksia. Päämääränä oli tunnistaa prosessin kapasiteetin pullonkaulat ja tasapainottaa käytetty kapasiteetti siten, että koko prosessi toimii mahdollisimman tehokkaasti.

Opinnäytetyön myötä löydettiin merkittävimmät tehokkuuserot ja saatiin ne tasoitettua optimaalisesti koko tuotantoprosessin näkökulmasta. Lisäksi kehitettiin toimiva menetelmä, jota voidaan hyödyntää muidenkin prosessin vaiheiden kuormituksen tasapainottamisessa.

Opinnäytetyö tarjosi syvällisen katsauksen tuotannon tehokkuuden arviointiin ja Lean-ajattelun soveltamiseen prosessien parantamisessa. Vaikka tulokset olivat positiivisia, esiin nousi haasteita, erityisesti datan luotettavuuden suhteen. Tulevaisuudessa onkin keskityttävä datan laadun parantamiseen ja juurisyiden selvittämiseen, jotta voidaan varmistaa tutkimusten luotettavuus ja tulosten yleistettävyys. Lisäksi opinnäytetyö antoi suosituksia tilaajalle datan laadun parantamiseksi ja mahdollisten toimenpiteiden suhteen, joilla havaittuja puutteita voidaan korjata ja datan luotettavuutta parantaa.

Avainsanat

tuotantoparametrit, tehokkuus, teknologiateollisuus, optimointi

Electrical and Automation Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Aleksi Keinänen	Year	2024
Supervisor	Ari Afflekt		
Title	Update of the production hydraulic cell load		
Number of pages	43		

The aim of this thesis was to enhance the utilization of production resources across all phases of manufacturing. This thesis was conducted as action research for a technology industry company manufacturing industrial machinery, as part of the initial phase parameter update project. The primary goal was to improve overall efficiency by optimizing resource utilization among different stages of production.

The study investigated the optimization possibilities of the production hydraulic cell load groups. The objective was to identify bottlenecks in the process capacity and balance the utilized capacity to ensure maximum efficiency across the entire process.

Through this thesis, the most significant efficiency gaps were identified and leveled optimally from the standpoint of the entire production process. Additionally, a functional method was developed that can be utilized in balancing the load of other process stages.

The thesis provided an in-depth overview of evaluating production efficiency and applying Lean thinking to improve processes. While the results were positive, challenges emerged, particularly regarding the reliability of data. Future efforts should focus on enhancing data quality and investigating the root causes to ensure the reliability and generalizability of future studies. Moreover, the thesis offered recommendations to the client for enhancing the data quality and suggested potential actions to rectify the identified shortcomings and improve data reliability.

Keywords production parameters, efficiency, technology industry, optimization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	LEAN SYSTEM.....	9
2.1	Historia.....	9
2.2	Tarkoitus ja toiminta.....	10
2.3	Lean-menetelmät.....	11
3	TUOTANTO JA TOIMINNANOHJAUS	17
3.1	Tuotanto ja valmistus.....	17
3.2	Tuotannosuunnittelu ja -ohjaus.....	18
4	KAPASITEETTI JA KUORMA.....	21
4.1	Kapasiteetin ja kuormituksen ohjaus	21
4.2	Myyntiennusteen ja tilauskannan vaikutus.....	22
4.3	Kokonaissuunnittelu.....	23
4.4	Karkeasuunnittelu	24
4.5	Resurssien käytön suunnittelu	25
4.6	Hienosuunnittelu	26
5	TEHOKKUUS	28
6	TUOTANNON TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN	29
6.1	Kuorma	29
6.2	Kapasiteetti	30
7	PARAMETRIEN PÄIVITYS.....	31
7.1	Nykytilanne	31
7.2	Rajaukset.....	32
7.3	Hydrauliikkasolu.....	32
7.4	Tutkimusmenetelmät.....	33
7.5	Esiselvitys.....	33
7.6	Tuotantoprosessin analysointi	34
8	TULOKSET	36
8.1	Tulokset ja analyysit.....	36
8.2	Kuormien laskumenetelmä	38
8.3	Kehitysedotukset	39

8.3.1	Kuormatuntien leimauksien selkeys	39
8.3.2	Tekniset ongelmat	40
8.3.3	Toistuvat laatuongelmat tietyissä töissä	40
8.3.4	Logistiikkaongelmat.....	41
9	POHDINTA	42
	LÄHTEET.....	43

ALKUSANAT

Haluan esittää lämpimät kiitokseni opinnäytetyön tilaajalle, joka mahdollisti tämän tutkimuksen toteuttamisen osana heidän tuotannon kehitysprojektiaan. Haluan kiittää myös projekti- ja sidosryhmän jäseniä, jotka tarjosivat arvokasta tukea ja ohjausta opinnäytetyön parissa. Kiitän koulun ohjaajia, jotka olivat merkittävästi mukana ohjaamassa tätä työtä ja tarjosivat erinomaista tukea sekä neuvoja kirjoittamiseen.

Opinnäyte avasi silmämme tuotannon tehokkuuden monimutkaiseen maailmaan ja tarjosi minulle sekä tilaajalle runsaasti uutta ja arvokasta tietoa. Tämän työn myötä olemme saaneet syvällisen käsityksen tehokkuuden parantamisen mahdollisuuksista ja avanneet uusia näkemyksiä keinoista, joilla voidaan saavuttaa entistä parempia tuloksia. Tämä on vasta alkua, ja edessä on vielä paljon lisätutkimuksia ja kehitystyötä.

Toivotan tilaajalle menestystä jatkoon, kun he jatkavat tutkimista ja kehittämistä tämän aiheen parissa. Kiitos vielä kerran kaikille, jotka olivat osallisina tässä matkassa!

Tampereella 17.1.2024

Aleksi Keinänen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

HS	Hydrauliikkasolu
TPS	Toyota Production System
JIT	Just-In-Time-periaate
WIP	Work in progress
VSM	Value streaming mapping
SOP	Sales and Operation Planning
MPS	Master Production Scheduling
ERP	Enterprise Resource Planning

1 JOHDANTO

Tuotannon parametrien päivitys on keskeinen osa nykyaikaista tuotantoprosessien hallintaa ja optimointia. Parametrien päivityksellä tehostetaan yrityksen tai teollisuuden tehokkuutta ja suorituskykyä maksimoida yrityksen tuotto. Tämä projektin keskeisin osa on teknologiayrityksen pyrkimys parantaa tehokkuuttaan, päivittäistä tuotannon suunnittelua, laatuaan, joustavuutta ja mukautuvuutta, vähentää kustannuksiaan ja vastata asiakkaiden kasvaviin tarpeisiin.

Tämä opinnäytetyö on osa toimintatutkimuksesta, joka suoritettiin yhdessä teknologiateollisuuden yrityksessä, joka erikoistuu työkoneiden valmistukseen. Tutkimus on osa laajempaa projektia, jossa keskityttiin tuotannon alkuvaiheiden parametrien päivitykseen ja sen tavoitteena oli parantaa yrityksen tuottavuutta ja suorituskykyä. Opinnäytetyössä otettiin tuotannon HS (hydrauliikkasolu) tarkastelun kohteeksi. Keskeisenä tavoitteena on tunnistaa ja korjata suurimmat erot HS:n suunniteltujen ja toteutuneiden kuormien välillä. Kuormien korjaamiseen käytettiin pääsääntöisesti yrityksen omaa ERP-dataa (Enterprise Resource Planning). Yksi päätavoitteista oli paikantaa alkupään prosessit, joissa kuorma on merkittävästi suurempi suhteessa suunniteltuun kuormaan. Tarkoituksena oli korjata HS:n kaikkien töiden kuormat siten, että ne vastaavat todellista työaika. Tällä tavalla pystyttiin optimoimaan kuorman parhaalla mahdollisella tavalla koko tuotantoprosessissa.

Työssä keskityttiin analysoimaan tuotannon nykyisiä haasteita ja niiden vaikutusta tuotannon loppupään prosesseihin, erityisesti painottaen hidasteiden tunnistamista ja kuormituksen vähentämistä. Suurimpien erojen löytämisen jälkeen kuormaa siirrettiin tuotannon loppupäähän tasatakseen koko tuotannon kuormaa. Opinnäytetyön aikana suoritettiin laajamittainen tutkimus ja analyysi, joka kattoi tuotannon eri vaiheet ja niiden keskinäiset yhteydet.

Opinnäytetyön toisena päämääränä on tarjota yritykselle käytännön menetelmä, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa muissa tuotannon kokoonpanopaikeissa. Tämä työ pyrkii tuomaan esiin toimintatutkimuksen merkityksen ja sen roolin tehokkuuden parantamisessa teknologiateollisuudessa.

2 LEAN SYSTEM

Lean on johtamisfilosofia, jonka pääpaino on hukan vähentämisessä prosessissa. Peruseriaate on, että resurssien käyttö mihin tahansa muuhun tavoitteeseen kuin arvon luomiseen loppuasiakkaalle on hukkaa ja tulisi siten eliminoida. Tätä periaatetta sovelletaan asiakkaan näkökulmasta, joka kuluttaa tuotetta tai palvelua. Arvo määritellään yleensä toimenpiteeksi tai prosessiksi, josta asiakas olisi valmis maksamaan. Yksinkertaisesti sanottuna Lean-prosessi keskittyy aktiivisesti säilyttämään arvon vähemmällä työllä. Tavoitteena on luoda parannettuja tehokkuuksia, jotka johtavat parantuneeseen prosessivirtaan ja lopulta lisääntyneeseen nopeuteen koko prosessin aikana. (Gauci 2023.)

2.1 Historia

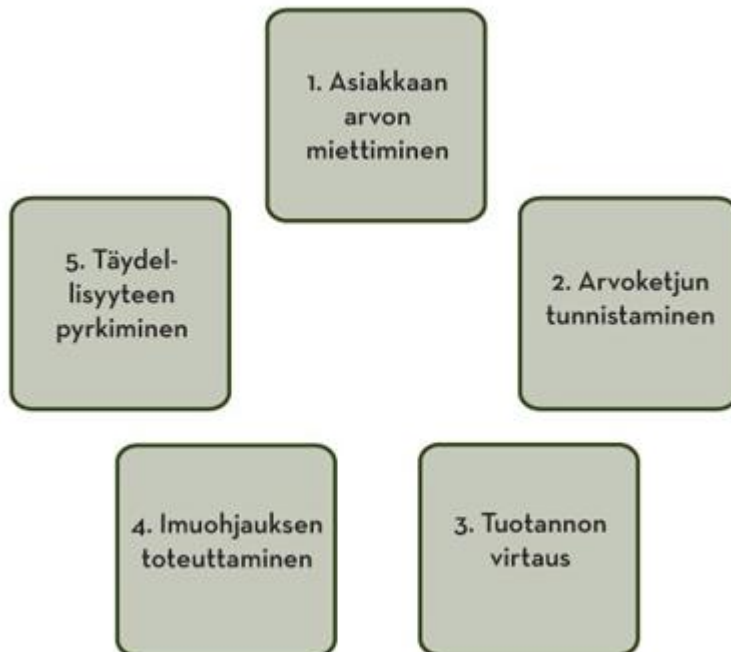
Lean-ajattelun juuret voidaan jäljittää Toyotan valmistusjärjestelmään, joka tunnetaan nimellä Toyota Production System (TPS). TPS kehittyi Toyotan reaktiona ja vastauksena 1950-luvun ongelmiin, jotka liittyivät Fordin massatuotantojärjestelmään. Toyotan johtajat tekivät vierailuja Fordin tuotantolaitoksiin ja tarkastelivat niiden toimintaa kriittisesti. Fordin massatuotannossa havaittiin useita ongelmia, kuten suuret väliavarastot, epätasainen tuotantovirta ja ylituotanto. Nämä tekijät lisäsivät kustannuksia ja heikensivät tehokkuutta. Toyotan johto otti oppia Fordin jatkuvasta materiaalivirrasta ja W. Edwards Demingin laadunhallinnan ja tuottavuuden periaatteista. Näiden oppejen pohjalta kehitettiin Toyota Production System. (Liker 2010, 20–21; Mikkonen 2022, 44.)

TPS oli innovatiivinen lähestymistapa, joka perustuu useisiin keskeisiin periaatteisiin, kuten Just-In-Time (JIT) -periaatteeseen, joka tarkoitti oikea-aikaista tuotantoa ja materiaalien toimitusta. JIT myös korosti automaattista pysäyttämistä havaittaessa virheitä prosessissa. TPS:n avulla Toyota pystyi vähentämään hukkaa, lisäämään tehokkuutta ja parantamaan laadunhallintaa tuotannossaan. Lean-ajattelu kasvoi myöhemmin TPS:stä ja laajeni yleisemmäksi liiketoimintafilosofiaksi ja johtamistavaksi. TPS:n periaatteet, kuten jatkuva parantaminen, asiakaslähtöisyys ja työntekijöiden osallistuminen, ovat olleet keskeisiä Lean-ajattelun rakennuspalikoita, ja ne ovat vaikuttaneet moniin organisaatioihin eri toimialoilla ympäri maailmaa. (Liker 2010, 15.)

2.2 Tarkoitus ja toiminta

Lean on johtamisjärjestelmä, joka pyrkii optimoimaan organisaation toiminnan keskittymällä ensisijaisesti asiakkaalle tarjottavaan palveluun tai tuotteeseen tehokkaasti ja kustannustehokkaasti. Lean pyrkii vähentämään hukkaa ja virheitä. Hukka käsittää kaiken sen toiminnan, joka ei tuota asiakkaalle lisäarvoa ja siten kasvattaa kustannuksia, jotka asiakas lopulta kantaa. Alun perin Toyotan Production System -malli tunnisti seitsemän perushukkaa: ylituotanto, odottelu, tarpeeton kuljettaminen, turha käsittely, ylimääräiset varastot, tarpeeton liikkuminen ja virheet. Nämä hukat eliminoidaan tavoitteena tuottaa enemmän lisäarvoa (parannettu laatu, valikoima, hinta, toimitusaika) vähemmällä käytetyllä resurssilla. Myöhemmin tunnistettiin myös keskeinen kehittämistyötä estävä hukka, joka on käyttämättä jäänyt työntekijöiden luovuus. (Vuorinen 2013, 52.)

Leanin pääperiaatteet voidaan jakaa viiteen vaiheeseen, joka ovat asiakkaan arvon miettiminen, arvoketjun tunnistaminen, tuotannon virtaus, imuohjauksen toteuttaminen ja täydellisyyteen pyrkiminen. Kuviossa 1. on esitetty selkeästi Leanin pääperiaatteet.



Kuvio 1. Leanin pääperiaatteet (Vuorinen 2013, 52)

Asiakkaan arvon miettiminen on keskeinen asia. Kaikkien tuotteiden ja palveluiden arvo määrittyy asiakkaan näkökulmasta. Organisaation on tärkeää ymmärtää, mitä asiakas haluaa ja mistä ominaisuuksista hän on valmis maksamaan. Asiakasarvo ohjaa koko organisaation kehitystyötä. (Vuorinen 2013, 52.)

Arvoketjun tunnistaminen on tärkeää. Yrityksen arvoketju on kuvattava yksityiskohtaisesti, jotta voidaan tunnistaa ne toiminnot, jotka luovat asiakkaalle arvoa. Toiminnot, jotka eivät lisää lisäarvoa, tulee eliminoida. Arvoketjun on oltava kokonaisvaltainen, kattava raaka-aineista tuotteen luovutukseen saakka, ja siihen on otettava mukaan myös toimittajayritykset. (Vuorinen 2013, 52.)

Tuotannon virtauksen on oltava sujuvaa ja materiaalivirran on oltava jatkuva, selkeä ja lyhyt. Kaikki tarpeeton odottelu, käsittely ja siirtely on poistettava. Koneiden kunnossapitoon ja toimintavarmuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota ja fyysisen tavaran virtauksen lisäksi informaatiovirtoihin on kiinnitettävä erityistä huomiota, ne on pidettävä sujuvina ja virheettöminä. (Vuorinen 2013, 52.)

Imuohjaus on toteutettava. Kun organisaatio on optimoinut arvoketjun, poistanut tarpeettoman ja tehnyt virtauksesta sujuvaa, se voi ottaa käyttöön imuohjauksen. Imuohjaus tarkoittaa, että tuotteet ja niiden komponentit valmistetaan vasta asiakkaan tilauksen perusteella. Tuotantoa ei suoriteta varastoon "puskien", vaan se käynnistyy asiakkaan tilauksen perusteella ja etenee koko tuotantoketjussa aina toimittajayrityksiin asti. (Vuorinen 2013, 52.)

Jatkuva täydellisyyden tavoittelu on tärkeää. Prosessien kehittäminen on jatkuvaa, ja koko henkilökunta osallistuu siihen. Kaikki yrityksen toiminnot pyritään suorittamaan laadukkaasti ja tehokkaasti. Laadun ja tuottavuuden kehittämisessä päävastuu on työntekijöillä. (Vuorinen 2013, 52.)

2.3 Lean-menetelmät

Lean-ajatteluun liittyy useita erilaisia menetelmiä, ja yksi keskeisimmistä on visuaalistaminen, jota käytetään myös muotoilun tutkimusmenetelmänä. Visuaaliset työ- ja toimintaohjeet ovat olennainen osa Lean-ajattelua, sillä ne ovat usein tehokkaampia ja helpommin omaksuttavissa kuin sanalliset ohjeet. Tällaisissa visuaalisissa ohjeissa voidaan hyödyntää valokuvia, piirroksia, infografiikkaa ja

muita visuaalisia apuvälineitä, jotka räätälöidään ohjeistettavaa työtä tai työvälineitä vastaaviksi. (Muotio 2022.)

Gemba-menetelmä, jota kutsutaan myös hukkakävelyksi, on käytäntö, jossa henkilö tekee kävelyn tuotantolaitoksessa tai muussa työympäristössä tarkkailukseen työprosessin sujuvuutta ja havaitakseen mahdollisia parannusmahdollisuuksia. Tämän menetelmän perusajatuksena on saada työntekijät osallistumaan prosessin kehittämiseen ja ongelmien ratkaisemiseen aktiivisesti sen sijaan, että he vain toimisivat tarkkailijoina. Gemba-menetelmä auttaa tunnistamaan tuotantoprosessissa esiintyviä hukkaa ja pullonkauloja sekä muita mahdollisia tehokkuuden esteitä. Se korostaa käytännön havaintoja ja yhteistyötä työntekijöiden kanssa, jotka tuntevat prosessin parhaiten. Tavoitteena on tehdä prosessista sujuvampi ja poistaa tarpeettomia vaiheita tai toistuvia ongelmia. Gemba-menetelmä on tärkeä Lean-ajattelun osa, ja se edistää jatkuvaa parantamista organisaation toiminnassa. (Muotio 2022.)

Kaizen, joka juontaa juurensa japanilaisesta termistä (Kai = muutos, Zen = hyvä), viittaa jatkuvaan parantamiseen. Tämä lähestymistapa tarkoittaa prosessien jatkuvaa ja joustavaa kehittämistä pienin askelin kohti parempaa suorituskykyä. Kaizenin avulla pyritään välttämään suuria, aikaa vieviä ja usein stressaavia kokonaismuutoksia. Kaizen-menetelmässä kaikki työntekijät ovat mukana vastuussa työprosessien jatkuvasta parantamisesta, ja johto tarjoaa tarvittavat resurssit muutoksen mahdollistamiseksi. Kaizen-menetelmä hyödyntää usein työpajoja, jotka ovat tuttuja myös palvelumuotoilusta. Työntekijät kokoontuvat työpajoihin keskustelemaan ja pohtimaan työprosessien sekä työn tekemisen tapojen sujuvoittamista. Tällaiset työpajat tarjoavat foorumin ideoille ja ehdotuksille parannusten tekemiseksi ja auttavat organisaatiota tekemään pieniä mutta merkittäviä parannuksia toiminnassaan säännöllisesti. Kaizen on tärkeä osa Lean-ajattelua ja pyrkii edistämään jatkuvaa parantamista organisaatiossa. (Muotio 2022.)

Kanban-menetelmä, joka tulee japanista (kanban = näkyvä taulu), perustuu kolmeen perussääntöön tai työkaluun, joiden avulla voidaan hallita keskeneräisen työn määrää ja ohjata tuotantoa. Kanban auttaa välttämään työntekijöiden ylikuormitusta ja suunnittelemaan työprosessin etenemisen loogiseksi ja sujuvaksi.

Tyypillisesti Kanbanissa käytetään visuaalista esitystapaa, ja siinä voidaan hyödyntää esimerkiksi palvelumuotoilussa tuttuja post-it-lappuja työvaiheiden ja tehtävien visualisointiin. (Muotio 2022.)

Kanban-menetelmän vaiheet ovat seuraavat:

- Työnkulun visualisointi: Tärkein vaihe on tehdä työnkulku näkyväksi. Tähän käytetään yleisesti Kanban-taulua, joka on fyysinen tai digitaalinen taulu, jossa työtehtävät ja niiden tilat visualisoidaan selkeästi. Taulu voi olla jaettu sarakkeisiin, jotka vastaavat eri työvaiheita.
- Work in progress (WIP): Jokaiselle sarakkeelle määritellään suurin sallittu keskeneräisten tehtävien määrä. Tämä rajoitus auttaa pitämään työprosessin sujuvana ja estää liiallisen kuormituksen.
- Työtehtävien läpimenoaikojen kirjaaminen: Työtehtävien käsittelyaikoja seurataan ja kirjataan, jotta voidaan havaita mahdolliset pullonkaulat ja parannusmahdollisuudet. Tämä auttaa myös suunnittelemaan ja ennakoimaan työtehtävien etenemistä.
- Kanban-menetelmä tarjoaa tehokkaan tavan hallita työprosessia ja parantaa sen suorituskykyä. Se korostaa visualisointia, rajoitusten asettamista ja jatkuvaa parantamista työnkulun optimoimiseksi. (Muotio 2022.)

JIT-periaate, tunnettu myös nimellä Just-in-Time, oli tiedossa jo ennen Lean-ajattelua ja se oli yksi keskeisistä japanilaisista tuotantofilosofioista. Suomessa sitä kutsutaan myös nimellä JOT eli Juuri Oikeaan Tarpeeseen, joka kuvaa periaatetta osuvasti: materiaaleja valmistetaan, siirretään ja kuljetetaan vain silloin, kun niitä todellisuudessa tarvitaan. Todellinen tarve syntyy asiakaskysynnästä. Yksinkertaisesti määriteltynä JIT on käytännössä sama kuin imuohjaus. (Logistiikan Maailma 2023.)

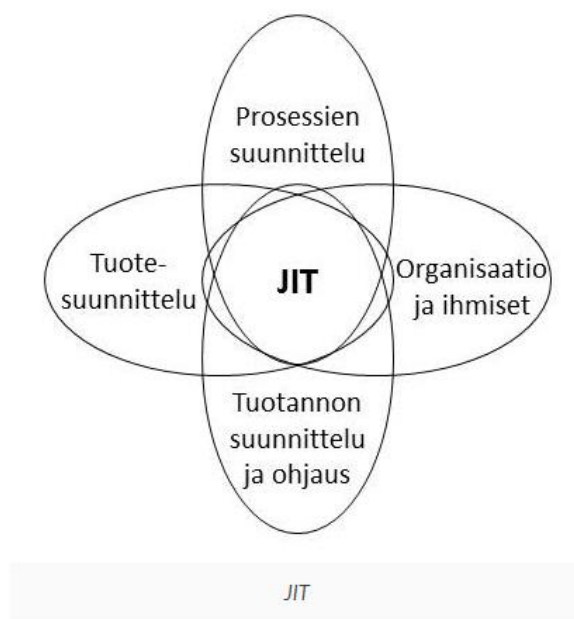
Erilaisissa lähteissä JIT on kuitenkin saanut laajemman tulkinnan, johon on liitetty erilaisia japanilaisiin tuotantofilosofioihin liittyviä periaatteita. Laajemmassa tulkinnassa JIT pyrkii nopeaan kysynnän tyydyttämiseen täydellisellä laadulla ja il-

man hukkaa. JITin tavoitteina ovat nollavarastot, erittäin nopeat läpimenoajat, virheettömyys, virtaviivaistettu tuotanto, joustava tuotanto ja kaiken tuhlaamisen poistaminen. Nämä tavoitteet tulisi nähdä visiona, jota kohti pyritään, mutta joka ei lyhyellä tähtämellä välttämättä toteudu. (Logistiikan Maailma 2023.)

Tällä laajemmalla ymmärryksellä JIT vaikuttaa useisiin tuotannon ja koko yrityksen toiminnan osa-alueisiin. Esimerkkejä:

- Tuotesuunnittelu: tuotteiden soveltuvuus soluissa tai tuotantolinjassa valmistukseen, standardiosien ja modulaarisen tuoterakenteen hyödyntäminen.
- Prosessien suunnittelu: asetusaikojen vähentäminen tuotannossa, eräkojen pienentäminen, keskeneräisen tuotannon vähentäminen.
- Henkilöstö: moniosaaminen, työnkierto, joustava työvoima.
- Tuotannon suunnittelu ja ohjaus: imuohjaus, tuotantomäärien ja -mixin ta-soittaminen. (Logistiikan Maailma 2023.)

Kuviossa 2 on esitetty selkeästi JIT periaatteet.



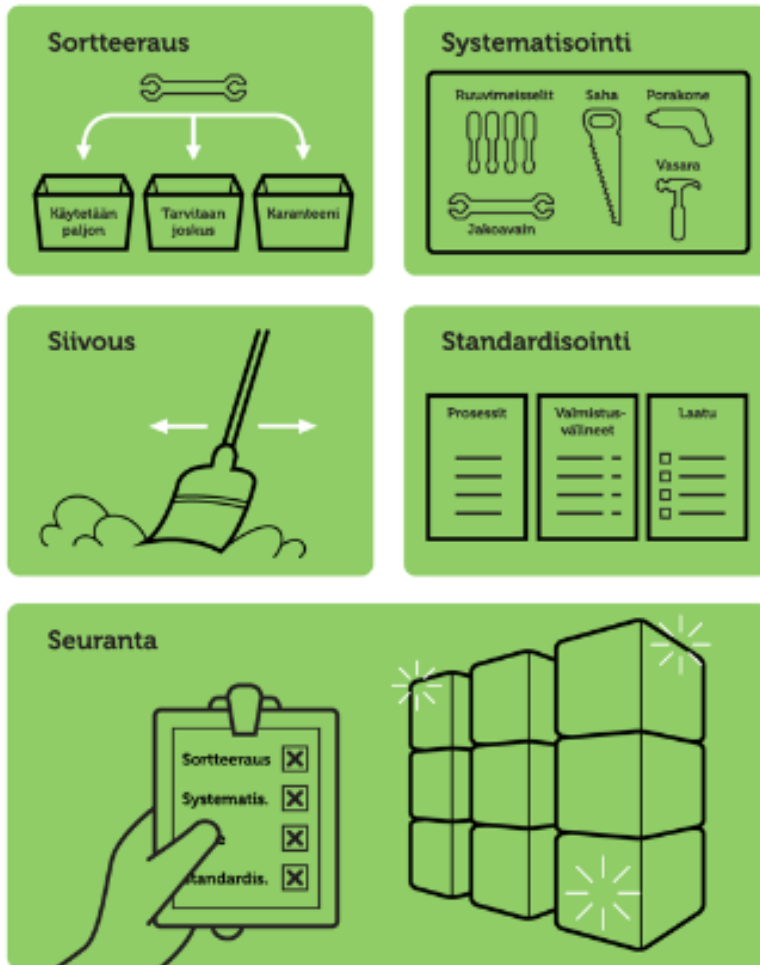
Kuvio 2. JIT selitettynä (Logistiikan Maailma 2023)

Arvovirtakartta, tunnetaan myös nimellä Value Stream Mapping (VSM), on menetelmä, jonka avulla kuvataan visuaalisesti, miten materiaalit, tuotteet ja informaatio virtaavat organisaatiossa tai tietyssä prosessissa asiakkaalle. Tavoitteena on analysoida ja ymmärtää, miten arvoa luovat toiminnot ja turhat, hukkaan menevät vaiheet liittyvät toisiinsa. Arvovirtakartta on prosessien sujuvoittamisen ja tehostamisen työkalu, jonka avulla pyritään parantamaan prosessien läpimenoaikoja ja poistamaan tehottomuutta. (Muotio 2022.)

5S ja 6S ovat menetelmiä, jotka on suunniteltu parantamaan työympäristön toimivuutta ja siisteyttä. Nimi tulee viiden (5S) tai kuuden (6S) avainvaiheen alkukirjaimista, jotka liittyvät menetelmän toteutukseen. Kuviossa 3 on lyhyt kuvaus kummastakin menetelmästä:

5S ja 6S:

- **Sortteeraus (Sort):** Tämä vaihe keskittyy tarpeettomien tai vanhentuneiden esineiden poistamiseen työympäristöstä.
- **Systematisointi (Store):** Tämä vaihe käsittelee tavaroiden ja työvälineiden järjestelyä ja niiden oikeita säilytyspaikkoja, jotta ne ovat helposti saatavilla.
- **Siivous (Shine):** Tässä vaiheessa keskitytään säännölliseen puhdistukseen ja ylläpitosiivoukseen, jotta työympäristö pysyy siistinä.
- **Standardointi (Standardize):** Tavoitteena on luoda yhtenäiset työskentelykäytännöt ja standardit, jotta toiminta on johdonmukaista ja tehokasta.
- **Seuranta (Sustain):** Tämän vaiheen tarkoituksena on ylläpitää saavutettuja parannuksia jatkuvasti ja pitkäaikaisesti. (Lean Lion 2023.)
- **6S-menetelmä** sisältää kaikki edellä mainitut 5S-vaiheet ja lisää vielä turvallisuuden (Safe) huomioimisen. Turvallisuuden korostaminen koko prosessin ajan painottaa työympäristön turvallisuutta ja työntekijöiden hyvinvointia. (Muotio 2022.)



Kuvio 3. 5S suomeksi (Lean Lion 2023)

3 TUOTANTO JA TOIMINNANOHJAUS

3.1 Tuotanto ja valmistus

Tuotteita ja teknologioita valmistavilla yrityksillä on tarve prosesseille, joilla raaka-aineet jalostetaan hyödyllisiksi ratkaisuksi asiakkaille. Tuotanto käsitteenä viittaa kaikkiin yrityksen toimintoihin, jotka vaaditaan tuotteiden tai palvelujen luomiseksi. Valmistus puolestaan rajoittuu tehtäviin, joissa muutetaan materiaalin muotoa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 114–116.)

Tuotanto on työtä, jossa materiaaleja ja informaatiota muunnetaan arvoa lisäävässä prosessissa, jotta ne voitaisiin tarjota asiakkaille tuotteina ja palveluina. Tuotannon määritelmä sisältää kaikki toiminnot, jotka liittyvät suoraan tuotteen luomiseen. Eri osastot osallistuvat tuotantoon eri tavoin, ja yrityksen päätoimintojen ja tuotannon rajat ovat usein häilyviä. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 114–116.)

Myynti ja markkinointi osallistuvat tuotantoon määrittelemällä tuotteen vaatimuksia, hallinnoimalla kysyntää ja tilauksia sekä hoitamalla reklamaatioita. Hankinnat ja logistiikka liittyvät tuotantoon erityisesti valmistusmateriaalien, varastojen hallinnan, kuljetusten ja alihankkijoiden ohjauksen osalta. Tuotekehitys saattaa liittyä tuotantoon erityisesti tuoterakennemäärittelyjen ja tuotantojärjestelmävaatimusten määrittelyn sekä räätälöityjen tilausten osalta. Eri yrityksillä on erilaisia toimintamalleja ja -prosesseja tuotannon suorittamiseksi. Laaja tuotannon määrittely tarkoittaa, että tuotannon ohjaamisessa ja tuotantojärjestelmien kehittämisessä on otettava huomioon eri toimintojen väliset riippuvuus- ja vuorovaikutussuhteet. Vaikka keskittyminen tässä ja seuraavissa osioissa on tavaratuotannossa, samat periaatteet pätevät myös palvelutuotannossa, vaikkakin eri painoituksin. Tavaratuotannossa keskitytään materiaalivirtoihin ja materiaaliseen arvontuottoon, kun taas palvelutuotannossa painopiste on tietovirroissa ja aineettomassa arvontuotossa. Tuotannon määritelmä ei ota kantaa siihen, onko kyseessä kertaluontoinen vai toistuva tuotanto; molemmat vaihtoehdot ja niiden väliset muodot ovat mahdollisia. Teollisen tuotannon ydinasia on kuitenkin toistettavuudessa ja tehokkuudessa: tuotanto kannattaa järjestää siten, että resurssi-

investoinnit johtavat mahdollisimman suureen tuottavuuteen ja että tuotantoa voidaan säädellä asiakastarpeiden mukaan. Tuotannon osana tapahtuu valmistus, jossa yritys muokkaa materiaaleja työn ja koneiden avulla tuotteiksi. Valmistuksen lähtötietona on tuoterakenne, joka kuvaa tarvittavat osat ja niiden määrät sekä suoritusparametrit. Tuoterakenteen tieto on oleellinen tuotannon suunnittelussa, jotta voidaan laskea tarvittavat materiaalit ja niiden kustannukset. Tuoterakenteet vakioivat tuotannon, mutta mahdollistavat myös komponenttien erilaiset yhdistelmät ja tuotteiden varioinnin. Samat materiaalit eri tuotteissa auttavat tehostamaan tuotantoa ja alentamaan kokonaiskustannuksia. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 114–116.)

Valmistus tarkoittaa niitä tehtäviä, joissa yritys muuttaa materiaalien muotoa ja lisää niihin arvoa esimerkiksi niitä yhdistelemällä tai erottamalla. Tuotannontekijät ovat niitä resursseja, jotka mahdollistavat tuotantotoiminnan. Pääoma, työ, materiaalit ja tieto ovat keskeisiä tuotannontekijöitä. Toimitilat, tuotantojärjestelmät ja -prosessit sekä yksittäiset laitteet ja tietojärjestelmät ovat investointeja, joissa tarvitaan pääomaa. Työ viittaa yrityksen työntekijöiden panokseen. Materiaaleihin kuuluvat yrityksen käyttämät raaka-aineet ja komponentit sekä tarvittavat fyysiset resurssit, kuten energia ja vesi, tuotantojärjestelmän toimimiseksi. Tieto puolestaan kattaa tiedon, osaamisen, lisenssit ja patentit, jotka ovat tarpeen tuotannossa. Kaikki nämä tuotannontekijät voi joko ylläpitää yrityksen sisällä tai hankkia ulkopuolelta. Yritys tarvitsee tavat muuntaa tuotannontekijöitä tuotteiksi ja palveluiksi, mikä määrittää yrityksen tuotteen, tuotannon ohjausperiaatteen ja valmistuksen jatkuvuuden perusteella. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 114–116.)

3.2 Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus

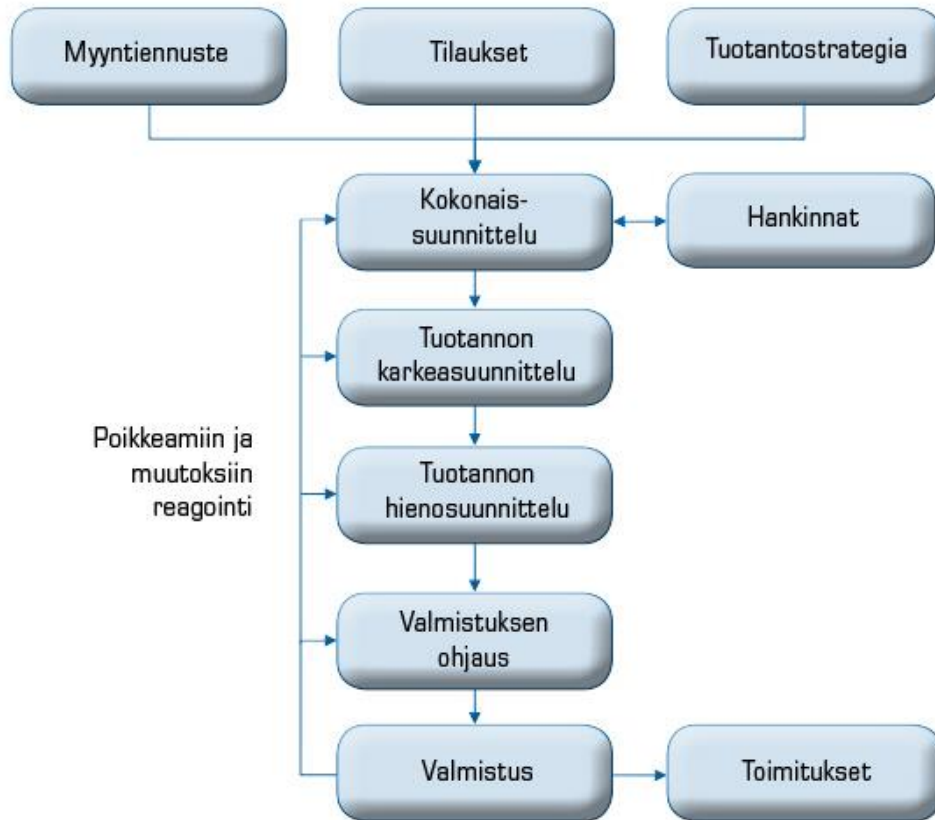
Yrityksen tuotantotoimintaa ohjaavat liiketoimintastrategian valinnat ja liiketoiminnan asettamat tavoitteet, joita tarkastellaan erikseen tuotantostrategian yhteydessä. Tavoitteiden saavuttamiseksi on välttämätöntä ohjata ja seurata toimintaa sekä sille varattuja resursseja. Päivittäiset suunnittelu-, valmistus- ja materiaalin käsittelytehtävät edellyttävät erilaisten toimintojen suunnittelua, päätöksentekoa, organisointia ja valvontaa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 144–145.)

Toiminnanohjaus kattaa yrityksen tilaus-toimitusketjun eri toimintojen ja tehtävien suunnittelun ja hallinnan. Termi "toiminnanohjaus" sisältää laajemman näkökulman kuin pelkkä tuotanto, käsittäen myös myynnin ja markkinoinnin, jakelun, tuotekehityksen sekä hankinnat ja yhteistyökumppanien ohjauksen. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 144–145.)

Toiminnanohjauksen tavoitteena on organisoida ja ohjata tilaus-toimitusketjun toimintaa siten, että yrityksen tuotannon tavoitteet saavutetaan. Tuotannonohjauksessa keskitytään yrityksen omiin toimintoihin, joissa tuotteita ja palveluita tuotetaan. Keskeisiä tavoitteita tuotannossa ovat asiakasarvon maksimointi, kustannustehokkuus, toimituskyky, laatu ja joustavuus. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 144–145.)

Tuotannonohjauksessa sovelletaan yleisiä ohjausperiaatteita ja pelisääntöjä, jotka vaihtelevat yrityksen toimialan, historian, tuotteiden erityispiirteiden, tavoitteiden, tuotantojärjestelmän ja tietojärjestelmien mukaan. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 144–145.)

Tuotantotoiminnan tärkeimpiä tavoitteita ovat asiakasarvon maksimointi, kustannustehokkuus, toimitusvarmuus, laatu ja joustavuus. Toiminnanohjauksen päätehtävänä on organisoimalla ja ohjaamalla tilaus-toimitusketjun toimintaa varmistaa yrityksen tuotantotavoitteiden saavuttaminen. Tuotannonohjaus keskittyy siis yrityksen sisäisiin toimintoihin, joissa tuotteita ja palveluita valmistetaan. Yrityksen tuotannonohjauksessa tarvitaan yleisiä ohjausperiaatteita ja sääntöjä, jotka suuntaavat tuotannon suunnittelua ja toteutusta. Ohjauksen tehtävät, periaatteet ja menetelmät vaihtelevat yritysten välillä monien tekijöiden, kuten toimialan, yrityksen historian, tuotteiden erityispiirteiden, asetettujen tavoitteiden, käytetyn tuotantojärjestelmän ja käytössä olevien tietojärjestelmien mukaan. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 144–145.) Kuviossa 4 on esitetty tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi vaihe vaiheelta.



Kuvio 4. Tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 145)

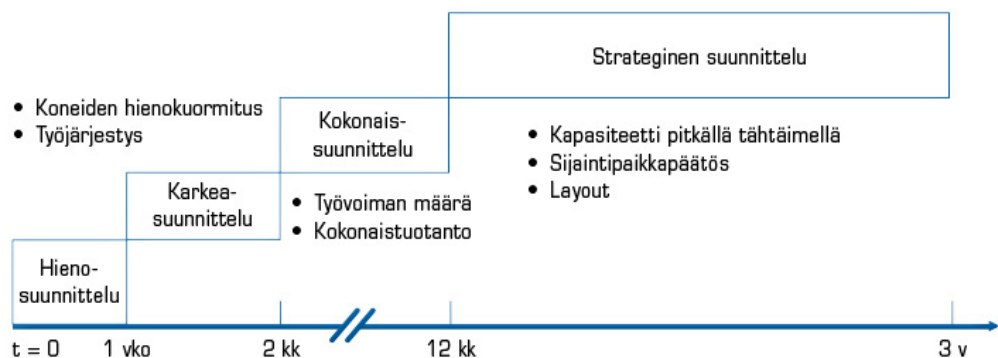
4 KAPASITEETTI JA KUORMA

4.1 Kapasiteetin ja kuormituksen ohjaus

Tuotannon kapasiteetin ja kuormituksen ohjaus perustuu ennusteisiin kysynnästä, tilauksiin ja yrityksen valitsemaan tuotantostrategiaan. Tärkeää on myös seurata varastojen tasoa ja keskeneräisiä tilauksia, mikä auttaa suunnittelussa ja ohjauksessa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 119.)

Tuotantosuunnittelussa ja -ohjauksessa on kolme pääasiallista tasoa: kokonais-, karkea- ja hienosuunnittelu. Suuremmissa tuotantoympäristöissä nämä tasot ovat yleisiä ja tarkentuvat ajan kuluessa. Pienemmissä yksiköissä suunnittelutasot voivat olla vähäisemmät. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 119.)

Yleisesti ottaen suunnitelmat päivittyvät ja tarkentuvat ajan myötä. Rullaava suunnittelu perustuu alustavaan suunnitelmaan, jota tarkennetaan lähestyessään toteutusajankohtaa. Uusia suunnitelmia laaditaan jatkuvasti tuleville ajanjaksoille. Yksityiskohtainen suunnitelma keskittyy lähitulevaisuuteen, kattamaan vain lähiajan päiviä tai viikkoja, mikä mahdollistaa joustavuuden suunnitelmissa suurempien muutosten välttämiseksi. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 119.) Kuviossa 5 on esitetty tuotantosuunnittelun aikajana.



Kuvio 5. Tuotannonsuunnittelu aikajanalla (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 119)

4.2 Myyntiennusteen ja tilauskannan vaikutus

Tuotannon kokonaissuunnittelun merkittävimmät lähtökohdat ovat tuotteiden kysyntäennusteet ja todellinen tilauskanta. Tilauskanta kattaa jo vahvistetut asiakastilaukset, kun taas myyntiennusteet perustuvat aikaisempaan tilauskantaan, markkinatrendeihin, kausivaihteluihin, ajankohtaan ja muihin ennustetietoihin. Näitä molempia tietolähteitä tarvitaan tuotannonsuunnittelussa, koska pelkästään tilauskantaan perustuva suunnittelu on jäykkää ja myöhäistä. Ennusteet ovat välttämättömiä, sillä kysyntä muuttuu nopeammin kuin yrityksen reagointikyky kyseisiin muutoksiin. Myyntiennusteet auttavat ennakoimaan tulevaa kysyntää ja sopeuttamaan kapasiteettia, varastoja ja prosesseja tulevaisuuden tarpeisiin. Ennusteita voidaan laatia eri aikajännteille. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 120.)

Markkinoiden kansainvälistyminen ja nopeat muutokset ovat tehneet kysynnän ennustamisesta haastavaa. Ennustemallit saattavat perustua puutteellisiin markkinakäyttäytymisen oletuksiin, mikä johtaa virheisiin ennusteissa. Tällaiset virheet voivat aiheuttaa yrityksille monenlaisia ongelmia, kuten virheellisiä kapasiteetin ja varastotason arvioita, ylimääräisiä kustannuksia tai toimitusongelmia. Väärään ennusteeseen perustuvat henkilöstövähennykset tai ulkoistamiset voivat heikentää toimituskykyä ja aiheuttaa sekä henkisiä että taloudellisia menetyksiä. Suurivolyymisten tuotteiden suhteellisen jatkuvan kysynnän ennustamisessa sovelletut erilaiset analyysi- ja päättelymenetelmät voivat parantaa myyntiennusteiden tarkkuutta. Tarkkuutta voi lisätä myös jakamalla ennusteen osiin, kuten myyntialueisiin, tuoteryhmiin tai asiakasryhmiin, joista saadaan lisätietoa. Asiakaskohdaisia tuotteita ja järjestelmiä valmistavien yritysten on turvauduttava henkilökunnan tai ulkopuolisten konsulttien subjektiivisiin arvioihin tuotteiden kysynnästä ja kaupan onnistumisen todennäköisyydestä. Monet yritykset ovatkin pyrkineet vähentämään riippuvuutta ennusteista kehittämällä tuotantonsa joustavuutta ja reagointikykyä ennustamisen haasteiden vuoksi. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 120.)

4.3 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu, joka tunnetaan myös nimellä aggregate planning, käsittää keskipitkän aikavälin suunnittelun tuotannon kokonaisvolyymista, resurssitarpeista, varastoista ja hankinnoista. Tämän suunnittelun keskeinen tavoite on varmistaa, että tuotantomäärä vastaa kokonaiskysyntää suunnitellulla aikavälillä. Yleensä kokonaissuunnittelu on olennainen osa vuotuista budjetointia, vaikka suunnitelmia tuleekin tarkistaa ja muuttaa budjettikauden aikana. Tämä suunnittelu voi vaikuttaa tarpeeseen muuttaa kapasiteettia ja resursseja, uudelleensuunnitella varastotasot sekä solmia uusia hankintasopimuksia. Kokonaissuunnittelun tuottama tieto toimii pohjana karkeammalle ja tarkemmalle suunnittelulle. Kokonaissuunnittelua voidaan soveltaa erilaisiin jakoperusteisiin yrityksen hallintajärjestelmän mukaan, kuten tuoteperusteisesti, markkina-alueittain, tuotantoyksiköittäin tai vastaavilla perusteilla. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 120.)

Kun tuotteiden kysyntä ei pysy tasaisena vaan vaihtelee, kokonaissuunnittelussa on tärkeää hallita tuotantomäärien vaihtelua suhteessa kokonaiskysynnän vaihteluihin. Kysynnän vaihtelut voivat johtua erilaisista syistä: satunnaisista tekijöistä, kuten asiakkaiden yllättävistä ostopäätöksistä (esimerkiksi uuden auton hankinta tai uuden tuotantolaitoksen perustaminen); kausittaisista vaikutuksista, kuten toimialan sykleistä tai vuodenaikojen vaihteluista tai trendeistä, kuten pitkän aikavälin kehityssuunnista. Yrityksen on usein haastavaa sovittaa tuotantokapasiteettiaan vastaamaan näitä vaihteluja, joten se joutuu keksimään tehokkaita tapoja käsitellä käytännössä kokonaisvolyymien vaihteluita. Tähän voidaan käyttää erilaisia keinoja, kuten resurssien joustavaa käyttöä, varastointia, toimitusaikojen muutoksia tai kysynnän hallintaa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 121.)

Kun harkitaan kokonaissuunnittelua, on tärkeää arvioida, miten yritys vastaa kysynnän vaihteluihin. Kaikki päätökset kapasiteetin ja tuotantomäärien suhteen vaikuttavat kustannuksiin ja tuovat omat edut, jotka vaativat perusteellista analyysiä. Erilaisilla lähestymistavoilla on erilaisia vaikutuksia yrityksen kannattavuuteen.

teen sekä henkilöstön hyvinvointiin, maineeseen ja riskeihin. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 121.) Taulukko 1 kertoo kysyntään vaikuttavista keinoista ja niitä on hieman selitetty.

Taulukko 1. Kysynnän hallintaan vaikuttavia keinoja. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 121)

	Esimerkkejä	Huom.
Resurssijoustojen käyttö	Henkilöstön palkkaaminen Uudet koneet ja laitteet Yliyty, vuokratyövoima Muut työvuoro- ja työaikajärjestelyt Alihankkijoiden käyttö	Työmarkkinalainsäädäntö (ylityötä ja työsuhteita koskevat lait) Hitaus, koulutus Työilmapiirivaikutukset Kustannusvaikutukset
Tuotteiden varastointi	Varmuusvarastot Varastot asiakkaan tiloissa	Onko varastoitavissa? Varastot sitovat kustannuksia.
Toimitusaikamuutokset	Toimituksen viivästyttäminen Toimittamatta jättäminen	Hankintasopimukset ja -laki Riittääkö asiakkaalle? Vaikutukset yrityksen maineeseen? Kilpailutilanne!
Kysyntään vaikuttaminen	Markkinointi, myynninedistäminen Hinnoittelu	Hankintalaki

4.4 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelu, tunnettu myös nimellä tuotannon aikataulusuunnittelu (Master Production Scheduling, MPS), edustaa kokonaisvolyymien, resurssien tarpeen, varastojen ja hankintojen suunnittelua yksityiskohtaisemmalle tasolle, jossa tuotantoerien aikataulutus toteutetaan tuotantojärjestelmässä. Tämä suunnittelu tapahtuu säännöllisesti ja toistuvasti, yleensä muutaman viikon aikajänteellä. Tiedot todellisista tilauksista täydentävät ja tarkentavat kokonaissuunnitelman arvioita. Karkeasuunnittelulla on kolme päätehtävää: kokonaisuikataulun suunnittelu tuotannolle, resurssien (kuormituksen) karkea suunnittelu ja toimituskyvyn yleissuunnittelu. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 121.)

Tieto vakiotuotteiden kapasiteetti- ja materiaalitytarpeista on usein valmiina yrityksen tietojärjestelmässä. Näiden resurssien laskeminen ja aikatauluttaminen olemassa olevan tiedon perusteella on suhteellisen helppoa ja tarkkaa. Toisaalta tilauskohtaisten asiakastuotteiden suunnittelu ja arviointi ovat haastavampia, koska tarkkoja tietoja ei välttämättä ole saatavilla etukäteen. Tässä tapauksessa kapasiteetin ja materiaalitytarpeen arviointi perustuu karkeisiin ennusteisiin ja likimääräisiin arvioihin. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 121.)

4.5 Resurssien käytön suunnittelu

Resurssien käytön suunnittelu liittyy tuotantoerien resurssitarpeiden arviointiin ja resurssien kohdentamisen päätöksiin. Kokonaisuikataulun rinnalla tarvitaan laskelmia tarvittavista tuotantoresursseista, sekä henkilöistä että koneista ja laitteista, ja niiden käyttösuunnitelmasta. Henkilö-, kone- ja laitekapasiteetti määritellään yleisellä tasolla. Karkeasuunnittelussa ei vielä ohjata valmistusta, vaan tarkoituksena on sopeuttaa valmistuksen resurssit vastaamaan kysyntää. Jos kapasiteetti ei riitä kokonaisuikatauluun, on harkittava kapasiteetin lisäämistä, vähentämistä tai aikataulusuunnitelman muuttamista. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 123.)

Koska valmistuskapasiteetti on aina rajallinen, sen kuormituksella on erityinen merkitys tuotannon suunnittelussa. Karkeasuunnitelman tuotantoaikataulu antaa suunnan sille, miten koneita, laitteita ja henkilöitä on tarkoitus käyttää, eli kuormittaa tietyissä tuotantoerissä tai tilauksissa. Tässä kohtaa puhutaan karkeasta kuormituksesta. Karkeasuunnittelussa tunnistetaan karkea resurssitarve, joka kohdistetaan tietyille laitteille, koneryhmille, osaprosesseille tai verstaille. Yksityiskohtaista tarkastelua ei yleensä vielä tarvita; tehdään kokonaiskapasiteetti, tietyt tuotantolinjat tai koneryhmät riittävät karkeaan suunnitteluun. Joskus kannattaa tarkastella tiettyjä avain- tai pullonkaulakuormitusryhmiä, koska ne rajoittavat tuotantomääriä ja toimituskykyä kapasiteettirajoitustensa takia. Karkean kuormituksen perusteella voidaan tehdä päätöksiä toimitusaikojen, tuotantoerien koon ja ajoituksen suhteen. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 123.)

Kuormitusastetta kuvaava histogrammi esittää jonkin kuormitusryhmän kuormitusta tietyinä ajanjaksona, saattaa sisältää sekä toteutuman että suunnitelman. Resurssien rajallisuuden vuoksi tällainen kuvaaja auttaa tarkentamaan tuotannon aikataulutusta ja toimitusaikoja. Eri työtehtävien kuormitus lasketaan yhteen tarkasteluajanjaksolla, ja mikäli kuormitus ylittää todellisen kapasiteetin, on harkittava korjaavia toimenpiteitä. Resurssikuvaaja auttaa arvioimaan resurssien yleistä riittävyyttä. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 123.)

4.6 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelu, tunnettu myös nimellä tuotannon resurssisuunnittelu, on prosessi, jossa luodaan yksityiskohtainen suunnitelma valmistuksen tuotantoeristä, työvaiheiden ajoituksesta, resurssien käytöstä ja tuotantoerien valmistumisajankohdasta. Hienosuunnittelua tehdään päivittäisellä ja viikoittaisella tasolla, mikäli mahdollista, pyrittäen ryhmittelemään tuotantoeria niin, että samaa tuotetta tai komponenttia valmistetaan yksittäistä erää suuremmissa sarjoissa. Tällä tavoin pyritään minimoimaan valmistuksen asetusajat. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 126–128.)

Hienosuunnittelun perustana on reaaliaikainen ja mahdollisimman tarkka tieto tuotannosta ja tilausten tilanteesta. Olennaista hienosuunnittelussa on ymmärtää tuotteen työvaiheet ja niiden kestot, eri laitteiden työjärjestykset, saatavilla olevat resurssit sekä mahdolliset häiriöt ja muutokset. Vaikka yksityiskohtainen suunnittelu on tärkeää, pääpaino on kuitenkin koko tuotantoprosessin arvoa tuottavassa tekemisessä ja mahdollisesti jopa itseohjautuvissa toiminnoissa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 126–128.)

Hienosuunnittelussa sovelletaan useita yleisiä periaatteita nykyaikaisissa tuotantolaitoksissa:

- Asetusaikojen ja -kustannusten minimointi: Tavoitteena on löytää tuotantojärjestys, joka minimoi asetusajoja säilyttäen kuitenkin lyhyet toimitusajat.
- Resurssikapeikkojen kuormituksen maksimointi: Huolehditaan siitä, että resurssikapeikoissa, kuten testauslaitteissa, kuormitus on

mahdollisimman korkea ja muut työvaiheet eivät estä pullonkaulojen korkeaa kuormitusta.

- Tuote-erän ajoitus: Suunnitellaan tuote-erien valmistuminen odotetun valmistumisajan mukaan laskien taaksepäin.
- Arvovirran suuntainen ohjaus: Korostetaan asiakkaalle ja arvon tuottamiseen keskittyvää tuotantojärjestelmää.
- Tietojärjestelmät ja visuaaliset keinot: Hyödynnetään erilaisia apuvälineitä yksityiskohtaisen suunnittelun tueksi, kuten aikataulutusta, visuaalisia kuvaajia ja tehtaiden sisäisiä tietojärjestelmiä.
- Optimointi: Tavoitellaan parasta lopputulosta, vaikka eri tavoitteet saattavat olla ristiriidassa keskenään. Lisäksi epävarmassa ympäristössä on otettava huomioon muuttuvat tilanteet ja vaikeasti ennustettavat tekijät. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 126–128.)

Nämä periaatteet ohjaavat hienosuunnittelua ja pyrkimystä parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Lisäksi tuotannonsuunnittelijat voivat hyödyntää tietojärjestelmiä ja simulointeja päätöksenteon tueksi. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 126–128.)

5 TEHOKKUUS

Tuotannon tehokkuuden mittaaminen on yksi osa tuotannon suorituskyvyn arviointia. Tuotannon tehokkuus on hyvä, kun tuote tai palvelu pystytään tuottamaan pienillä kustannuksilla, nopeasti ja laadukkaasti. Organisaation tehokkuutta arvioidaan yleensä aika mittarilla eli paljonko menee aikaa tuotteen tai palvelun valmistukseen. Tehokkuutta voidaan parantaa hallitsemalla resursseja ja kapasiteettia. (Ikonen, Aro, Heikkilä, Holmgren, Juujärvi, Mrikawa, Råman & Sahimaa 2023, 15–16; Wirth & Varajärvi, 2013.)

Organisaation suorituskyvyn arvioimiseksi on erilaisia näkökulmia, kuten taloudellinen, asiakas, sisäisten prosessien ja oppimisen ja kehittymisen näkökulmat. Tunnetuin menetelmä suorituskyvyn arvioimiseen on Kaplanin ja Nortonin kehittämä Balanced Scorecard -malli. Taloudellinen näkökulma keskittyy organisaation menestystekijöihin ja tavoitteiden saavuttamiseen. Asiakasnäkökulma puolestaan keskittyy asiakkaiden tarpeisiin ja siihen, mitä organisaation on tehtävä niiden tyydyttämiseksi. Sisäisten prosessien näkökulmassa etsitään organisaation toiminnassa keskeisimmät arvoa tuottavat prosessit ja määritellään, miten näitä prosesseja on hoidettava, jotta saavutetaan yllä mainittujen näkökulmien tavoitteet. Oppimisen ja kehittymisen näkökulma käsittelee osaamisen kehittämistä organisaatiossa tulevaisuuden parannusten mahdollistamiseksi sisäisissä prosesseissa sekä asiakasnäkökulman ja taloudellisen näkökulman tuloksissa. On tärkeää huomata, että yhden näkökulman liiallinen painottaminen voi vääristää organisaation suorituskyvyn kokonaiskuva. Esimerkiksi pelkkä taloudellinen kasvu ei takaa automaattisesti organisaation menestystä tulevaisuudessa, ja siksi on tärkeää tarkastella suorituskykyä monista eri näkökulmista saadakseen kattavan käsityksen organisaation tilasta. (Lönngqvist 2006, 20.)

Tehokkuuden saat laskettua seuraavalla kaavalla:

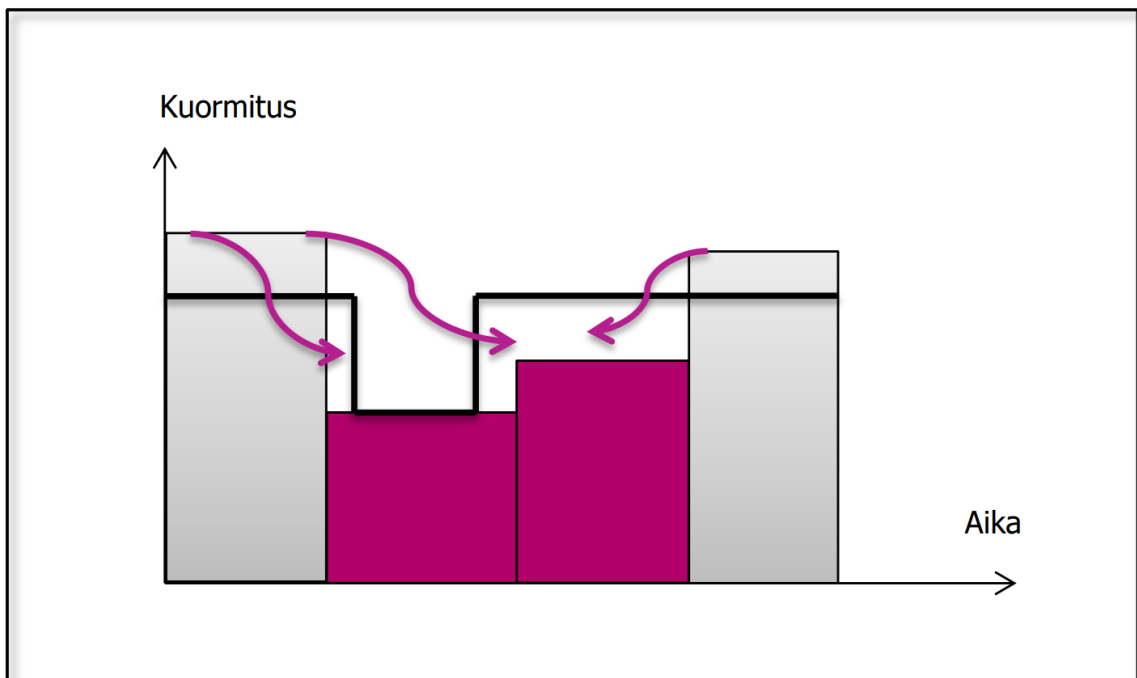
$$\text{Tehokkuus (\%)} = \frac{\text{Suunniteltu kuorma (h)}}{\text{Toteutunut kuorma (h)}} * 100$$

6 TUOTANNON TEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

6.1 Kuorma

Teollisuuden kuorman ja kuormituksen suunnittelu liittyy kapasiteetin mittaamiseen, joka varataan suoritettaville tehtäville. Se ulottuu tehtaan tasolta aina kuormitusryhmätasolle asti. Kuormitusryhmiä muodostetaan samankaltaisista ja toisiaan korvaavista resursseista. Kuormituksen suunnittelussa ja valvonnassa painopiste on usein tuotannon kriittisimmissä resursseissa. Suunnitteluun sisältyy myös varautuminen lisäkapasiteetin hankkimiseen tarpeen vaatiessa. Lyhyen aikavälin lisäkapasiteetti voi ilmetä ylityötunteina, kun taas pitkällä aikavälillä se voi näkyä henkilöstön ja koneiden hankintana (Miettinen 1993, 38.)

Kuormitus edustaa käytettävissä olevaa nettokapasiteettia, joka kertoo kuormitusryhmien käyttöasteen tietyinä ajanjaksona. Kuormituksen suunnittelun ja kapasiteetin tulee olla tasapainossa, mikä usein edellyttää kuormituksen suunnittelun säätämistä. Erityiset sovitut toimitusajat työtehtäville on otettava huomioon kuormituksen tasapainottamisessa (Miettinen 1993, 38–39.) Kuviossa 6 on selitetty yksinkertaisesti kuormituksen tasauksesta.



Kuvio 6. Kuormituksen tasaus selitettynä (Miettinen 1993, 39)

6.2 Kapasiteetti

Tuotantokapasiteetti, tunnetaan myös nimellä kapasiteetti, viittaa tuotantotoiminnan maksimaaliseen kuormitustasoon, joka voidaan mitata tuotetun määrän tai resurssien käytön (kuten työntekijöiden tai koneiden käyttömäärän) suhteen tietyllä aikajänteellä, kuten tunneissa, päivissä, kuukausissa tai vuosissa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 224.)

Tuotantokapasiteetti voi vaihdella eri tuotantotyypeissä. Esimerkiksi kappaleiden valmistuksessa se voi olla 200 000 kappaletta kuukaudessa, kun taas prosessituotannossa se voi ilmetä 20 tonnia päivässä, 2000 litraa päivässä tai 2000 neliometriä päivässä. Toisinaan on tärkeää arvioida kapasiteettia tuotantoresurssien kautta. Esimerkiksi koneen tehokas käyttöaika tai työvoiman käytettävyys voivat määrittää kapasiteetin, esimerkiksi 200 tuntia viikossa. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2018, 224.)

7 PARAMETRIEN PÄIVITYS

Parametrien päivitys on prosessi, jossa tiettyjä tuotannon arvoja tai asetuksia muutetaan tai päivitetään. Tämä on keskeinen ja osa nykyaikaista tuotannonprosessien hallintaa. Parametrien päivityksellä tavoitteena on parantaa tuotannon ja järjestelmän suorituskykyä, optimoida resurssien käyttöä ja korjata havaitut virheet. Tällä on suora vaikutus tuotannon tehokkuuteen, käytettävään kapasiteettiin, kuormaan ja helpottaa päivittäistä tuotannon suunnittelua.

Käyttäen ja soveltaen Lean-ajattelumallia ja erityisesti jatkuvan parantamisen työkalua, jolla voidaan parantaa tuotannon tehokkuuden parametreja. Projektissa päätarkoitus on, että tuotteen valmistusaikaa ei lisätä ollenkaan. Jotta voidaan parantaa tuotannon kokonaistehokkuutta lisäämättä suunniteltua valmistusaikaa, projektissa täytyy löytää ne kuormitusryhmät, joissa tehokkuus on todella hyvä suhteessa suunniteltuun kuormaan. Näiden kuormitusryhmien suunnitellut kuormat tasataan vastaamaan todellista kuormaa. Tällä toimenpiteellä saadaan enemmän varmuutta tuotteen aikataululliseen valmistukseen, vähennettyä tuotteen hukka aikaa ja tuotteen kustannuksia pienennetty. Kappaleessa 8 on tarkemmin esitetty saadut tulokset.

7.1 Nykytilanne

Nykyisessä tilanteessa on huomattu, että HS:n tehokkuus on todella hyvä, kun taas myöhemmissä tuotannon vaiheissa tehokkuus ei ole niin hyvä. Koko tuotannon prosessille on asetettu omat kokonaiskuormat ja aikatavoitteet, jota pyritään noudattamaan ja tavoittelemaan.

Tuotannosuunnittelu suunnittelee asiakkaan tilaamalle laitteelle valmistusajan ja laitteen jokaisen tarvittavan työvaiheen. Työvaiheille on asetettu kestot eli kuormat, joka kertovat työvaiheeseen tarvittavan resurssin määrän. On huomattu, että, HS:ssa töiden valmistusaika on paljon pienempi, kuin suunniteltu valmistusaika. Tässä tilanteessa kyseisen kokoonpanopaikan tehokkuus on todella korkea. Tästä huolimatta asiakkaan tilaama laite ei valmistu yhtään suunniteltua aikaisemmin.

Oletuksena oli työn alussa, että työtä on siirtynyt loppukokoonpanoon, jossa tehokkuus on heikompi. Tämän ollessa totta, työssä on perusteelliset syyt siirtää kuormaa HS:sta loppukokoonpanoon. Tätä väitettä ei pystytty myöhemmin todistamaan todeksi, joten kuormien siirto jää tästä työstä pois. Ainoastaan tasataan HS:n töiden kuormat vastaamaan todellisuutta.

7.2 Rajaukset

Projektin laajuus määriteltiin tarkasti kattamaan ainoastaan hydraulikkasolu ja tietyt nimetyt laitemallit. Rajaukset ulottuivat seitsemään eri laitemalliin, jotka ovat olleet pitkään valmistuksessa, ja niiden parissa tehdään säännöllisesti toistuvia töitä. Nämä laitemallit on valittu huolellisesti niiden merkityksen, käytön yleisyyden ja valmistuksen säännöllisyyden perusteella.

Projektin puitteissa otettiin mukaan myös hydraulikkasolun pienemmät kokoonpanotyöt, jotta voitaisiin varmistaa kokonaisvaltainen näkemys solun toiminnasta ja suorituskyvystä. Näillä rajauksilla pyrittiin saavuttamaan tarkkaan harkittu kattavuus, mikä mahdollistaa projektin toteuttamisen tehokkaasti ja tulosten saavuttamisen vaivattomasti. Arvioimme, että näiden rajauksien myötä projektin piiriin kuuluu noin 70 prosenttia hydraulikkasolun vuotuisesta työmäärästä. Tämä luku antaa selkeän käsityksen siitä, kuinka suuri osa solun toiminnoista ja tehtävistä sisältyy projektin tavoitteisiin.

7.3 Hydraulikkasolu

HS edustaa yhtä olennaista vaihetta tuotannon prosessissa. Se muodostuu useista työpisteistä, joissa suoritetaan erilaisten laitteiden hydraulikkakokoonpanoja. Tämä monimuotoinen yksikkö käsittää erilaiset komponentit, kuten hydraulikkapumput, venttiilit, sylinterit ja putkistot. Jokainen työpiste on erikoistunut tietyn tyyppisen komponentin tai kokoonpanon valmistamiseen, ja yhdessä ne muodostavat kokonaisvaltaisen hydraulikkasolun. Esimerkkikokoonpanot voivat vaihdella monenlaisista hydraulikkalaitteista, ja jokainen työpiste on huolellisesti suunniteltu ja varustettu tarvittavilla työkaluilla ja laitteilla kyseisen komponentin tehokasta kokoamista varten. Valmistetut hydraulikkakokoonpanot etenevät

myöhemmin tuotantolinjalla, missä ne asennetaan lopullisiin laitteisiin tai toimitetaan varaosina asiakkaille. Tämä vaihe on kriittinen, sillä hyvin valmistetut hydraulikkakomponentit ovat keskeisiä laitteen toimivuuden ja suorituskyvyn kannalta.

7.4 Tutkimusmenetelmät

Projektin tutkimuksellista lähestymistapaa ohjasivat monipuoliset tutkimusmenetelmät, jotka koostuivat sekä tuotannosta saatavasta ERP (Enterprise Resource Planning) datasta, sisäisestä asiantuntemuksesta, kyselyistä että laajasta kokemuksesta. Tämä monikerroksinen menetelmien yhdistelmä mahdollisti kattavan näkemyksen hydraulikkasolun toiminnasta ja sen vuotuisesta työmäärästä.

On kuitenkin huomionarvoista, että ERP-data, vaikka tarjoaakin arvokasta tietoa, ei välttämättä heijasta absoluuttista totuutta. Yksi keskeinen huomio liittyy siihen, että yhdellä työnumerolla saattaa liittyä useita erilaisia tehtäviä, joista jokainen on määritelty eri työnumeroilla. Tämä moninaisuus voi aiheuttaa vääristymiä toteutuneissa kuormissa. Erityisesti silloin, kun tietyt työt eivät ole toistuneet hydraulikkasolussa riittävän usein, ERP-data saattaa antaa epätarkan ja vähemmän luotettavan kuvan todellisesta kuormituksesta.

7.5 Esiselvitys

Esiselvittelyssä tarkasteltiin kaikkia tuotannon alkuvaiheiden kokoonpanopaikkojen tehokkuutta tietyllä ajanjaksolla ja verrattiin niitä keskenään. Jokaiselle tuotannon vaiheelle on asetettu tehokkuustavoite, jota pyritään aina tavoittelemaan. Yhteistä tavoitetta käyttäen löytyi nopeasti isoja eroavaisuuksia suunniteltujen ja toteutuneiden kuormien välillä. Hydraulikkasolu valittiin projektiin suuren tehokkuus tuloksien ja projektiryhmän oman kokemuksen ja tietämyksen perusteella, josta voidaan siirtää kuormaa tuotannon muihin vaiheisiin. Töiden määrä ja kuormien suuruus vaihtelee eri paikkakokoonpanojen välillä, mutta kaikille asetettu sama yhteinen tehokkuus tavoite. Taulukossa 2 on listattu HS ja muiden kokoonpanopaikkojen tehokkuus työn alkuvaiheessa.

Taulukko 2. Tuotannon eri prosessien tehokkuuden suhde asetettuun tavoitteeseen

Kokoonpanopaikka	Suhde %
HS	146,74 %
Paikkakokoonpano 1	124,53 %
Paikkakokoonpano 2	118,63 %
Paikkakokoonpano 3	118,53 %
Paikkakokoonpano 4	97,26 %
Paikkakokoonpano 5	82,21 %

7.6 Tuotantoprosessin analysointi

Valinnan jälkeen syvennyttiin tutkimaan tarkemmin hydraulikkasolun töitä ja niiden tehokkuutta. Hydraulikkasolussa on omat kuormitusryhmät ja töiden vaiheet. Tietyt työt ja työvaiheet tehdään niille nimitetyssä kuormitusryhmässä. Projektiin valittiin yhdeksän eri kuormitusryhmää. Nämä työt eroavat keskenään toisistaan esim. fyysisen kokoonpanon koon, keston, vaativuuden ja materiaaliin mukaan. Jokaiselle työlle on määritetty oma kuorma.

Syvemässä tutkimuksessa tarkasteltiin vuoden pituisella ajanjaksolla aloitettuja ja valmistuneita töitä ja niiden tehokkuutta. Nämä tulokset koottiin kuormitusryhmittäin ja vertailtiin keskenään. Tuloksista huomaa kuormitusryhmien väliset tehokkuus erot. Töidenkin määrät ja kuormat vaihtelevat suuresti. Taulukossa 3 on listattu HS:n jokainen kuormitusryhmä ja niiden tehokkuus yhden vuoden ajalta.

Taulukko 3. HS:n kuormitusryhmät

Sarake 1	Sarake 2	Sarake 3	Sarake 4	Sarake 5
HS	Kuormitusryhmä	Töiden määrä suhteessa kaikkiin töihin (kpl)	Suunniteltu kuorma suhteessa kaikkiin töihin (h)	Kuorman toteutumisen suhde
HS	Kuormitusryhmä 1	50,04 %	28,70 %	292,05 %
HS	Kuormitusryhmä 2	17,17 %	16,43 %	275,22 %
HS	Kuormitusryhmä 3	23,34 %	13,61 %	195,32 %
HS	Kuormitusryhmä 4	1,54 %	12,20 %	165,45 %
HS	Kuormitusryhmä 5	0,47 %	11,77 %	131,05 %
HS	Kuormitusryhmä 6	3,73 %	7,68 %	131,00 %
HS	Kuormitusryhmä 7	0,37 %	5,36 %	123,70 %
HS	Kuormitusryhmä 8	2,21 %	4,05 %	78,08 %
HS	Kuormitusryhmä 9	1,12 %	0,21 %	67,02 %
Keskiarvo				162,10 %

Sarake 2 kertoo kyseisen kuormitusryhmän hydraulikkasolussa. Sarake 3 kertoo prosentuaalisen osuuden töiden määrästä mitatusta ajanjaksosta. Sarake 4 kertoo prosentuaalisen osuuden kyseisen kuormitusryhmän kuormasta. Sarake 5 kertoo kuorman toteutuman prosentuaalisesti suhteessa suunniteltuun kuorman määrään. Yli 100 % toteutumat kertoo töiden valmistumisesta ennakkoon, kun taas alle 100 % valmistuminen kertoo töiden myöhästyneen. Tarkoituksena on tasata kaikkien kuormitusryhmien kuormat, huomioiden rajaukset ja mahdolliset vääristynyt data. Tämän jälkeen listataan jokainen työ tietyltä aikaväliltä, huomioiden työn rajaukset. Näiden töiden suunniteltuja ja toteutuneita kuormia tarkastellaan.

8 TULOKSET

8.1 Tulokset ja analyysit

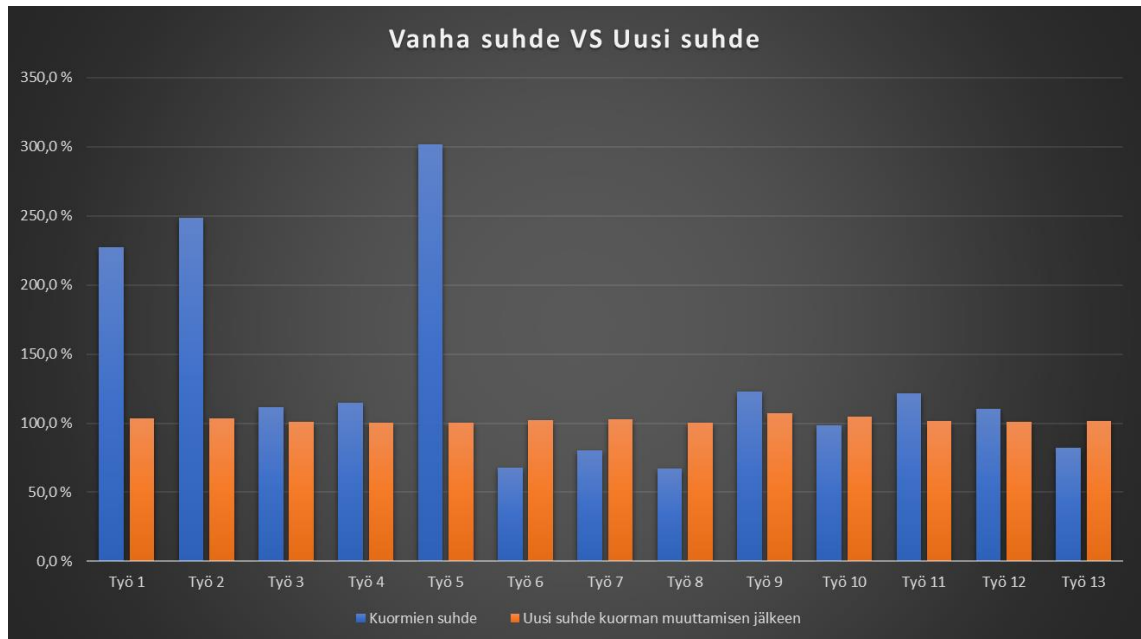
Tuloksena saatiin pitkä lista HS:n töitä vuoden mittaiselta aikajaksolta. Vuoden mittaista aikajaksoa pidetään luotettavana, ja siinä ajassa näkee myös eri töiden volyymin. Tuloksiin listattiin jokaisen työn suunniteltujen ja toteutuneiden kuormien keskiarvo ja näiden suhde. Vaihetöistä saatua dataa pidetään luotettavana, koska ne ovat isotuntisia töitä, volyymi on hyvä ja töitä on aina yksi kappale työnumeroa kohden. Uudeksi kuormaksi asetettiin vuoden aikana toteutuneiden kuormien keskiarvo, pyöristettynä ylöspäin seuraavaan puoleen tuntiin.

Taulukko 4. Kuormitusryhmien työt, niiden kuormat ja muutos

Sarake 1	Sarake 2	Sarake 3	Sarake 4	Sarake 5
Kuormitusryhmä	Työ	Kuormien suhde	Muutos	Uusi suhde kuorman muuttamisen jälkeen
Kuormitusryhmä 4	Työ 1	227,5 %	123,9 %	103,6 %
Kuormitusryhmä 4	Työ 2	248,8 %	145,1 %	103,7 %
Kuormitusryhmä 4	Työ 3	111,8 %	11,2 %	100,7 %
Kuormitusryhmä 5	Työ 4	114,8 %	14,4 %	100,5 %
Kuormitusryhmä 5	Työ 5	301,7 %	201,1 %	100,6 %
Kuormitusryhmä 9	Työ 6	110,4 %	9,2 %	101,2 %
Kuormitusryhmä 9	Työ 7	82,3 %	-19,3 %	101,6 %
Kuormitusryhmä 8	Työ 8	68,0 %	-34,0 %	102,0 %
Kuormitusryhmä 8	Työ 9	80,0 %	-22,9 %	102,8 %
Kuormitusryhmä 8	Työ 10	67,0 %	-33,5 %	100,5 %
Kuormitusryhmä 8	Työ 11	122,6 %	15,3 %	107,2 %
Kuormitusryhmä 8	Työ 12	98,3 %	-6,1 %	104,4 %
Kuormitusryhmä 8	Työ 13	121,9 %	20,3 %	101,6 %

Taulukossa 4 on esitetty eri kuormitusryhmien työt ja niiden kuormiin vaikuttavat muutokset. Sarake 3 ilmoittaa kuormien suhteen keskiarvon suunniteltujen ja toteutuneiden välillä. Sarake 4 ilmoittaa muutoksen suuruuden. Muutoksen keskiarvoinen suuruus näissä kuormitusryhmissä on noin 20 prosenttia.

Taulukko 5. Vanhan ja uuden kuormien suhteen vertailu



Taulukossa 5 on kerrottu valittujen töiden vanha ja uusi kuorma. Kuormien muutos töittäin on hyvä ja realistinen tulos. Vaikutus kokonaisuuteen kaikkiin kuormitusryhmän töihin on pienempi, koska rajauksessa karsittiin osa töistä pois.

Taulukko 6. Muutos kuormitusryhmän kaikkiin töihin

Sarake 1	Sarake 2	Sarake 3	Sarake 4
Kuormitusryhmä	Kaikkien töiden suhde	Vaikutus	Uusi suhde
Kuormitusryhmä 4	165,45 %	30,17 %	135,23 %
Kuormitusryhmä 5	131,05 %	19,89 %	111,15 %
Kuormitusryhmä 8	78,08 %	-1,19 %	66,54 %
Kuormitusryhmä 9	67,02 %	-7,23 %	82,64 %

Taulukossa 6 on kerrottu valittujen töiden vaikutus niiden kuormitusryhmässä. Kokonaisuutena kuormitusryhmän kuormia muutettiin noin 10 prosenttia

Kaikkien kuormitusryhmien töistä saatu data ei voida pitää luotettavana. Syynä tällä on aikaisemmin mainitut toteutuneiden kuormien vääristymät. Tämän takia, datan luotettavuuden takia en pysty kaikkien kuormitusryhmien töiden kuormaa muuttamaan. Se vaatisi luotettavampaa dataa, joka taas vaatisi juurisyiden selvittelyä ja korjauksia data vääristymille. Vaikka haluttuja tuloksia ei projektissa saatu kaikille kuormitusryhmille, kirjasin ehdotuksia ja mahdollisia toimenpiteitä tilaajalle, joilla voi lähteä korjaamaan data vääristymää. Kun juurisyitä on korjattu

sia kyseisen työn toteutuneesta kuormasta. Nämä tulokset siirretään Pivot-taulukkoon, joka kokoaa kaikki tulokset yhteen ja antaa jokaiselle työlle uuden kuorman. Uusi kuorma perustuu toteutuneiden kuormien keskiarvoon, jonka jälkeen taulukko pyöristää kuorman ylöspäin seuraavaan puoleen tuntiin (30min).

Taulukko 8. Pivot-taulukon kuvat

Riviotiikat	Sum of Määrä	Sum of Työn nr. määrä	Sum of Kuorma	Sum of Tot.Kuorma	Average of Tot.kuorma keskiarvo	Average of UUSI EHDOTETTU Yks.Aika	Summa / Virheet	Keskiarvo / Onnistumisprosentti
Nimike 1	15	8	27	29	1,94	2,06	0	100 %
Nimike 2	6	6	72	105	17,50	17,50	0	100 %
Nimike 3	35	9	35	18,5	0,39	0,50	3	67 %
Kaikki yhteensä	56	23	134	152,5	5,39	5,48	3	87 %

Taulukko 8 laskee aikaisemman taulukon kaikki tulokset yhteen ja antaa tuloksien perusteella uuden kuorman kyseiselle työlle. Pivot-taulukko ilmoittaa samalla mahdolliset virheet, eli puutteelliset toteutuneiden kuormien tiedot. Laajemmalla tutkimuksella ja laajemmilla tuloksilla saadaan varmempaa tulosta.

8.3 Kehitysedotukset

Työn tuloksena havaittiin, että ERP-data ei ollut täysin luotettavaa ja tarkkaa. Tämä johti vääristyneisiin tuloksiin kuormitusten osalta, mikä vaikeutti tai jopa esti uusien kuormitusten määrittämisen eri töille. Tämän ongelman ja sen juurisyiden syvällisempi tarkastelu on välttämätöntä varmistaaksemme luotettavien ja varmojen tutkimustulosten saamisen. Useat ehdotukset ovat nousseet esiin, jotka kyseenalaistavat ERP-datan tarkkuuden. Juurisyiden tunnistaminen tähän epätarkkaan dataan voi edellyttää seuraavia lähestymistapoja ja keinoja.

8.3.1 Kuormatuntien leimauksien selkeys

Kuormatuntien epätarkkuus liittyy merkittävästi tutkimuksen luotettavuuden haasteisiin. Erityisesti suurikuormaiset työt voivat valmistua etuajassa, jolloin jäljelle jäävä kuorma saattaa ohjautua pienikuormaisiin töihin. Tämä välitön vaikutus vääristää kahden tai useamman työn tehokkuutta, vaikuttaen suoraan tutkimustulosten tarkkuuteen. Taustalla olevia syitä tähän epätarkkuuteen voi liittyä

työntekijöiden huolimattomuuteen liittyvät seikat, kuten leimausten oikeaan työhön allekirjoittamisen unohtaminen tai pyrkimys käyttää ensimmäisen työn kuormat kaikki loppuun.

Ratkaisuna tähän ongelmaan voisi olla tarkempi koulutus ja tietoisuuden lisääminen työntekijöille kuormien seurannan tärkeydestä. Käytännön ohjeet ja selkeät ohjeet voivat auttaa parantamaan leimausten tarkkuutta. Lisäksi teknologisten ratkaisujen harkitseminen, kuten kehittyneiden järjestelmien käyttöönotto automatisoimaan kuormien seuranta ja leimausten kirjaamista, voisi vähentää inhimillisten virheiden mahdollisuutta ja parantaa tiedonkeruun tarkkuutta.

8.3.2 Tekniset ongelmat

Toinen merkittävä ongelma liittyy teknisiin haasteisiin. Työskentelyn aikana on havaittu, että joidenkin töiden leimaaminen ei jostain toistaiseksi tuntemattomasta syystä onnistu, vaikka työt on silti tehtävä. Työntekijä voi käytännössä suorittaa tämän kyseisen työn, vaikka ei ole leimannut omia tuntejaan juuri tälle työlle. Seurauksena voi olla ylimääräisten kuormitustuntien kertyminen toiselle työlle, vaikka sen työn tunnit on jo käytetty loppuun. Tämä vaikuttaa suoraan työn tehokkuuteen ja vaikuttaa myös siihen työhön, jolle työntekijä on leimannut tunnit. Olettaen, että työntekijä on saanut riittävän perehdytyksen työtuntien leimaamiseen, ongelman perusteella näyttää siltä, että kyseessä on täysin tekninen vika. Tätä ongelmaa voidaan mahdollisesti korjata ohjelmistopäivityksellä tai ottamalla yhteys yrityksen omaan IT-tukeen tai ohjelmistovastaavaan.

8.3.3 Toistuvat laatuongelmat tietyissä töissä

Kolmantena esille nousseena ongelmana ovat toistuvat laadulliset haasteet tietyissä töissä. Tarkoituksena on tuoda esille ylimääräistä aikaa vaativat työvaiheet, jotka eivät suoraan liity varsinaiseen työhön. Esimerkiksi tarvittavat materiaalit eivät vastaa työohjeiden ja piirustusten mukaisia mittoja tai vaatimuksia. Tämä voi tarkoittaa sitä, että tuotteet voivat olla väärän kokoisia, valmistettu väärästä materiaalista tai ne voivat toistuvasti olla virheellisiä tai viallisia. Kaikki nämä ylimääräiset työvaiheet ovat aikaa vieviä ja eivät ole osana alkuperäisiä ohjeita.

Tämä ongelma vaikuttaa suoraan kyseisen työn tehokkuuteen, eikä suunniteltua kuormaa ole välttämättä päivitetty tai tarkistettu näistä ilmoitetuista ongelmista huolimatta.

Tätä ongelmaa voisi mahdollisesti korjata selvittämällä juurisyytä ja ottamalla yhteyttä toimittajiin ja kappaleiden valmistajiin. Tämä voisi sisältää päivitettyjen kuvien ja tietojen lähettämisen oikeilla mittasuhteilla ja vaatimuksilla sekä työohjeiden päivittämisen. On kuitenkin tärkeää huomioida, että tämä ongelma koskee pientä osuutta HS:n töistä, mutta se toistuu jatkuvasti tietyissä töissä lähes poikkeuksetta.

8.3.4 Logistiikkaongelmat

Työn viivästyminen voi johtua tekijöistä, jotka eivät ole suoraan työntekijän hallittavissa. Usein työn alkuvaiheessa saattaa ilmetä materiaalipuutteita, mikä on yleinen haaste. Tässä tilanteessa materiaalipuutos voi johtua inhimillisestä virheestä, jossa tietty materiaali on jäänyt puuttumaan logistiikan keräilyvaiheessa. Kun tällainen puute havaitaan, työntekijät ohjeistetaan ilmoittamaan asiasta, ja yleensä tarvittava materiaali saadaan kohtuullisessa ajassa. Kuitenkin pienempien töiden osalta saatetaan joutua odottamaan tarvittavaa materiaalia 5–20 prosenttia suunnitellusta työkuormasta. On myös tilanteita, joissa tarvittavaa materiaalia ei todellisuudessa ole koskaan saapunut varastolle, vaikka logistiikan järjestelmä näyttää toista.

Tämä osa-alue on pääasiassa logistiikkahenkilöstön vastuulla, ja he pyrkivät jatkuvasti parantamaan tilannetta. HS voi omalta osaltaan luoda selkeät ohjeistukset työnajan leimauskäytäntöihin materiaalipuutteen ilmetessä. Esimerkiksi, jos kyseessä ei ole kiireellinen työ, työntekijä voi siirtyä tekemään toista työtä odottaessaan tarvittavaa materiaalia, mikäli se on mahdollista. Näin työaikaa ei käytetä pelkästään puuttuvan materiaalin odottamiseen.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön kautta avautui syvälinen näkymä tuotannon tehokkuuden arviointiin ja Lean-ajattelun soveltamiseen tuotantoprosessien parantamisessa. Tutkimuksen avulla pystyttiin kattavasti arvioimaan tuotannon tehokkuutta ja sen mittaamisen periaatteita. Lean-ajattelun soveltaminen osoitti konkreettisia parannuksia tuotannon parametreihin, erityisesti suunniteltujen ja toteutuneiden kuormien välillä.

Vaikka tulokset olivat osittain positiivisia, esiin nousi myös haasteita ja rajoitteita, jotka ovat tärkeitä ottaa huomioon jatkotutkimuksia ja toiminnan kehitystä suunniteltaessa. Opinnäytetyö antoi myös selkeän suunnitelman jatkotoimille, jotta tuotantoprosessia voidaan kehittää edelleen ja saavuttaa entistä parempia tuloksia.

Yksi keskeinen haaste oli datan luotettavuus ja sen vaikutus tulosten kattavuuteen. Toteutuneiden kuormien vääristymät rajoittivat osaltaan tutkimuksen luotettavuutta ja vaikuttivat tulosten yleistettävyyteen. Lisäksi kuormitusryhmiin liittyvän datan epäluotettavuus vaikutti HS:n kokonaistehokkuuteen.

Tulevaisuudessa on tärkeää keskittyä datan laadun parantamiseen, jolla voimme vähentää datan vääristymistä. Ensisijaiset toimenpiteet kohdistuvat datan vääristymien juurisyiden selvittämiseen ja korjaamiseen, jotta tulevat tutkimukset voivat olla luotettavia. Lisäksi tarjottiin suosituksia ja ehdotuksia tilaajalle mahdollisista toimenpiteistä, joilla voitaisiin oikaista havaitut puutteet ja parantaa datan luotettavuutta.

LÄHTEET

Gauci, J. 2023. What is Lean?. Viitattu 19.12.2023

<https://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/articles/what-is-lean>.

Ikonen, O., Aro, A., Heikkilä, A., Holmgren, E., Juujärvi, P., Mrikawa, M., Råman, S. & Sahimaa, J. 2023. Inhimillinen tehokkuus. Helsinki: Alma Talent.

Lean Lion. Miksi 5S?. Viitattu 30.11.2023

<https://www.leanlion.com/miksi-5s>.

Liker, K. 2010. The Toyota Way. Helsinki: Readme.fi.

Logistiikan Maailma 2023. JIT (Just In Time) ja imuohjaus. Viitattu 30.11.2023

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>.

Lönnqvist, A., Kujansivu, P. & Antikainen, R. 2006. Suorituskyvyn mittaaminen: tunnusluvut asiantuntijaorganisaation johtamisvälineenä. Helsinki: Edita.

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2018. Teollisuus-talous kehittyvässä liiketoiminnassa. Edita Publishing Oy.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: ATK-Instituutti.

Mikkonen, T. 2022. Lean käytäntöön: opas tieto- ja palvelutyön kehittämiseen. Tampere: Kauppakamari.

Muotio, L. 2022. LEAN-ajattelu ja -menetelmät muotoilun tutkimuksessa. Viitattu 3.11.2023

<https://www.muotoilu.info/index.php/tutkiva-muotoilu/menetelmat/lean-ajattelu-ja-menetelmat-muotoilun-tutkimuksessa/>.

Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja: 20 työkalua. Helsinki: Alma Talent.

Wirth, L. & Varajärvi, S. 2018. Työn tehokkuuden raportointi pk-yrityksessä. LAMK Pro. Viitattu 2.11.2023

<http://www.lamkpub.fi/2018/02/01/tyon-tehokkuuden-raportointi-pk-yrityksessa/>.