



Operatiivisen johtamisen kehittäminen moduulien tuotannollistamisessa

Lauri Lousti

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Teknologiaosaamisen johtamisen ylempi tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Teknologiaosaamisen johtaminen (ylempi AMK)

LOUSTI, LAURI:
Operatiivisen johtamisen kehittäminen moduulien tuotannollistamisessa

Opinnäytetyö 75 sivua, joista liitteitä 7 sivua
Huhtikuu 2024

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää tuotannon ylösajon lattiataason johtamista ja ylösajoprosessin läpinäkyvyyttä. Tarkoituksena oli tunnistaa ylösajon tavoitteet ja tehtävät sekä luoda ylösajon seuranta- ja raportointia tukeva työkalu sekä määrittää visuaalisen ohjaustaulun sisältö tukemaan prosessin läpinäkyvyyttä sekä lattiataason työskentelyn suorituskykyä. Viitekehyksessä teoreettisena tietoperustana toimi tuotannon ylösajo, ylösajoa haastavat häiriötekijät, ylösajon päivittäisjohtaminen sekä siihen soveltuvat Lean-metodit.

Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena, puolistrukturoidun haastattelututkimuksen, työpajan ja ryhmähaastattelun tutkimusmenetelmiä hyödyntäen. Tutkimuksessa toteutettiin neljä vaihetta, joista ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin teoreettinen pohja tutkimukselle ja ylösajon häiriötekijät. Toisessa vaiheessa haastattelututkimuksen avulla tutkittiin ylösajon tavoitteet ja prosessin läpinäkyvyyden haasteet haastatteleamalla sidosryhmien asiantuntijoita. Kolmannessa vaiheessa vahvistettiin ylösajon tehtävät NPD-tiimin työpajassa, joka pohjautui haastattelututkimuksen tuloksiin. Viimeisessä, neljännessä vaiheessa työntekijöiden ryhmähaastattelussa selvitettiin ylösajon aikaisen tuotannon tiedon tarve. Näiden tutkimusvaiheiden pohjalta muodostettiin tietopohja seurantatyökalun rakentamiseksi ja visuaaliseen ohjaustaulun määrittämiseksi.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että tuotannon ylösajon aikaisen lattiataason johtamisen tulee erityisesti tukea ennakoidun tiedon saavuttamista, sillä se on edellytys suunnitelmalliselle valmistettavuuden ja osaamisen kehittämiseksi. Tiedon saavuttaminen tulee erityisesti kohdistua tuotteen ja prosessin muutoksiin, ylösajon aikana kohdattaviin häiriöihin sekä osaamisen laajentamiseen. Tietojärjestelmillä, sidosryhmien yhteistyöllä sekä ylösajon eri vaiheiden välisellä ennakoidulla tiedon siirtämisellä voidaan vaikuttaa positiivisesti optimaaliseen ylösajoon ja kehittymisen hallintaan.

Kehittämistehtävän lopputuloksena tuotettiin ylösajon suunnittelua, seuranta- ja raportointia tukeva Excel-työkalu sekä määritettiin visuaalisen ohjaustaulun tarpeet. Lisäksi määritettiin tuotannon ylösajon ramp up-vaiheen tavoitteet sekä kehitysehdotukset prosessin läpinäkyvyyden parantamiseksi.

Asiasanat: tuotannon ylösajo, ylösajon johtaminen, prosessin läpinäkyvyys, tietojohdaminen, lattiataason johtaminen, operatiivinen johtaminen

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Masters' Degree Programme in Technology Management (MEng)

LOUSTI, LAURI:
Development of Operations Management in the Industrialization of Modules

Bachelor's thesis 75 pages, appendices 7 pages
April 2024

The objective of the study was to develop the shopfloor management of production ramp-up and transparency of ramp-up process. The purpose of the study was to determine goals and tasks of the ramp-up phase and to determine the content of visual management board and to create planning and following tool for the ramp-up phase. The purpose of these was to improve transparency of the process and performance of working on a shopfloor. The theoretical framework of the thesis consisted of production ramp-up and the applicable Lean methods, disruptions of ramp-up phase, shopfloor management and operations management.

The study was conducted using qualitative research methods, utilizing the research methods of semi-structured interviews, workshop and group interview. The research was carried out in four phases. In the first phase, the theoretical basis and disruptions of ramp-up were studied. In the second phase goals of the ramp-up and challenges of transparency of the process were clarified with the research by interviewing experts of the stakeholders of the production. In the third phase, ramp-up tasks were confirmed by NPD team's workshop. In the last, fourth phase, the need of information on the shopfloor was clarified by the group interview of employees. Based on these research phases, the knowledge base was formed for the following tool and visual control board.

The results showed that the shopfloor management of the late ramp-up phase must be able to support proactive information and knowledge gathering because it is a prerequisite for the planned improvement of manufacturability and competence. The gathering information should focus on changes of product and production, disruptions of ramp-up and expansion of competence. The information systems, cooperation between stakeholders, and knowledge transfer between ramp-up phases are the points how to manage optimal ramp-up and development.

As a result of the development task, Excel tool was produced that supports planning, following and reporting of the ramp-up tasks. In addition to this the needs of visual management board were determined. The proposals of the study were to improve the accessibility of information during the ramp-up process related to change management of products and the quality feedback should be improved for ramp-up performance.

Key words: production ramp-up, ramp-up management, process transparency, knowledge management, shop-floor management, operations management

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Opinnäytetyön tavoite ja tutkimusongelma.....	7
1.2	Tutkimuksen rajaus	8
1.3	Tutkimuksen metodologia	9
2	TUOTANNON YLÖSAJO.....	11
2.1	Tuotannollistaminen	11
2.2	Ramp up	12
2.2.1	Ylösajovaiheen erityispiirteet	15
2.2.2	Ylösajovaiheen häiriötekijät	15
3	JOHTAMINEN TUOTANNON YLÖSAJOSSA	18
3.1	Operatiivinen johtaminen	18
3.2	Operatiivinen johtaminen tuotannon ylösajossa	20
3.3	Lean päivittäisjohtamisessa	22
3.3.1	Visuaalinen ohjaus ja kommunikointitaulu	24
3.3.2	Työn standardointi.....	25
3.3.3	Ongelman tunnistaminen.....	27
3.3.4	Jatkuva parantaminen	29
3.4	Osaamisen kehittäminen ja tiedolla johtaminen ylösajossa	32
4	TUTKIMUSMETODIT	35
4.1	Laadullinen tutkimus	35
4.2	Teemahaastattelu	36
4.3	Työpaja	39
4.4	Täsmäryhmähaastattelu.....	40
5	TULOKSET JA ANALYSOINTI	41
5.1	Tuotannon ylösajon johtamisen tavoitteet	41
5.1.1	Ylösajon operatiiviset tavoitteet	41
5.1.2	Ylösajon tehtävät tuotannossa.....	41
5.1.3	Ylösajon läpinäkyvyyden haasteet.....	46
5.1.4	Tiedon tarve tuotannossa	51
5.1.5	Yhteenveto tuloksista	51
6	TUOTANNON YLÖSAJON JOHTAMISEN KEHITTÄMINEN	53
6.1	Päivittäisjohtamisen tavoitteet ja suoritustekijät	53
6.2	Ylösajon suunnittelu- ja seurantatyökalun määrittäminen	53
6.3	Visuaalisen ohjaustaulun määrittäminen	55
6.4	Ylösajon kokoonpanoasentajien työnkuvan määrittäminen.....	56
6.5	Päivittäisjohtamisen määrittäminen.....	57

6.6 Ylösajon prosessin kehittäminen.....	59
7 PÄÄTELMÄT	61
7.1 Tulosten yhteys teoreettisiin lähtökohtiin.....	61
7.2 Yhteenveto tuloksista ja vaikutukset johtamiseen	62
7.3 Tutkimuksen rajoitteet ja luotettavuuden arviointi.....	62
7.4 Arvio työn onnistumisesta	63
7.5 Kehittämisehdotukset.....	63
7.6 Jatkotutkimuksen tarve	65
LÄHTEET	66
LIITTEET	69
Liite 1. Tulokset, tuotannon ylösajon operatiiviset tavoitteet	69
Liite 2. Tulokset, tuotannon ylösajon tehtävät.....	70
Liite 3. Tulokset, Läpinäkyvyyden haasteet, muutokset tuotanto- ohjelmassa.....	71
Liite 4. Tulokset, läpinäkyvyyden haasteet; muutokset työsisällössä ..	72
Liite 5. Tulokset, läpinäkyvyyden haasteet; muutokset tuotantosuunnitelmissa	73
Liite 6. Tulokset, läpinäkyvyyden haasteet; tiedon hallinta.....	74
Liite 7. Tulokset, asentajien ryhmähaastattelu, tiedon tarve tuotannossa	75

LYHENTEET JA TERMIT

RAMP UP	Tuotteen tai prosessin ylösajovaihe ennen sarjavalmistusta
NPD	New Product Development, uustuotekehitys
MSD	Module and System Development, moduuli- ja järjestelmäkehitys
MES	Manufacturing Execution System, valmistuksenohjauksen tietojärjestelmä
KPI	Key Performance Indicator, avainsuorituskyvyn indikaattori
ERP	Enterprise resource planning
PLM	Product lifecycle management, tuotteen elinkaaren hallinta

1 JOHDANTO

Valmistavassa teollisuudessa tuotannon ylösajon merkitys on yhä tärkeämpi yrityksen menestymisen kannalta, kun tuotannon ylösajot yleistyvät tuotteiden elinkaarien lyhentyessä, tuotetarjonnan laajentuessa ja innovaatiokilpailun kiristytessä. Tuotannon ylösajo on merkittävä vaihe uustuotteiden lanseeraamisen, markkinoiden saavuttamisen ja kilpailun kannalta, mikä pakottaa yritystä kehittämään prosessejaan aika- ja kustannustehokkaiksi.

Tuotannon ylösajo on tuotekehityksen jälkeinen vaihe, jonka aikana prosessia kehitetään ja tuotanto nostetaan täyteen kapasiteettiinsa ennen sarjavalmistuksen aloittamista. Tuotekehitys ja tuotannon ylösajo ovat kriittisiä toimintoja yrityksen kustannustehokkuuden kannalta, koska aika- ja kustannuserkässä ylösajovaiheessa alhaisella kapasiteetilla ja korkeilla tuotannollisilla vaatimuksilla on merkittävät vaikutukset tuottavuuteen ja koko yrityksen onnistumiseen.

Ylösajon monimutkaisuus, muutokset ja häiriötekijät haastavat ylösajon hallintaa, johtamista ja päätöksentekoa, minkä takia prosessin läpinäkyvyydelle ja johtamisen kehittämiseksi koetaan tarvetta. Kohdeyrityksessä NPD- ja MSD-projektien määrät ovat kasvaneet viime vuosina, asiakastarpeiden ja uuden teknologian myötä, mikä lisää ylösajojen määrää, haastaen tuotannon ylösajon hallintaa ja johtamista. Operatiivisen lattiataason päivittäisjohtamisen kehittämisen tavoitteena on prosessin hallinnan ja suorituskyvyn parantaminen.

1.1 Opinnäytetyön tavoite ja tutkimusongelma

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia kaivoslaitteita valmistavan kokoonpanotuotantoyrityksen tuotannon ylösajon päivittäisjohtamisen ja prosessin läpinäkyvyyden kehittämismahdollisuuksia. Tavoitteena on kehittää tuotannon ylösajon lattiataason johtamista parantamalla ylösajon suunnittelun, prosessin seurannan ja läpinäkyvyyden edellytyksiä. Ylösajon suunnittelua, seuranta ja raportointia tukevan työkalun tarkoituksena on tukea ylösajon tehtävien suunnit-

telua ja prosessin etenemisen seuranta sarjavalmiuden varmistamiseksi. Tämän lisäksi tavoitteena on parantaa tiedonjakamista suorituskyvyn parantamiseksi tuotannossa. Visuaalisen ohjaustaulun rakentamisen tavoitteena on parantaa suorituskyvyn seuranta, tiedon jakamista tiimissä ja työntekijöiden osallistamista kehittämistyöhön. Ylösajoprosessin läpinäkyvyyden kehittämiseksi rakennetaan seurantatyökalu, määritetään visuaalisen ohjaustaulun tarpeet ja esitetään kehitysehdotukset prosessin läpinäkyvyyden parantamiseksi.

Tutkimusongelmana on kohdeyrityksen ylösajoprosessin heikko läpinäkyvyys, ja epäselkeys tuotannon ylösajon tehtävissä, millä koetaan olevan vaikutuksia ylösajon johtamiseen, prosessin hallintaan ja ylösajon tehokkuuteen. Ylösajoprosessin etenemää ja tuotteen sarjavalmiusastetta ei tunnisteta kovinkaan helposti, mikä vaikuttaa päätöksentekoon tuotteen siirtämisestä sarjavalmistukseen.

Tutkimuksen tarkoituksena on vastata kysymykseen: *Miten tuotannon ylösajon läpinäkyvyyttä ja tehokkuutta kehitetään operatiivisen johtamisen näkökulmasta?*

Tutkimuskysymysten tarkoituksena on tunnistaa ylösajon tavoitteet ja selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat ylösajoprosessin läpinäkyvyyteen ja minkälaisen tiedon hallinnalla parannetaan ylösajon läpinäkyvyyttä ja suorituskykyä. Tutkimuskysymykset voidaan jakaa kolmeen kategoriaan.

Tutkimuskysymys 1; Mitkä ovat tuotannon ylösajon tavoitteet ja tehtävät?

Tutkimuskysymys 2; Mitkä ovat ylösajon läpinäkyvyyden haasteet?

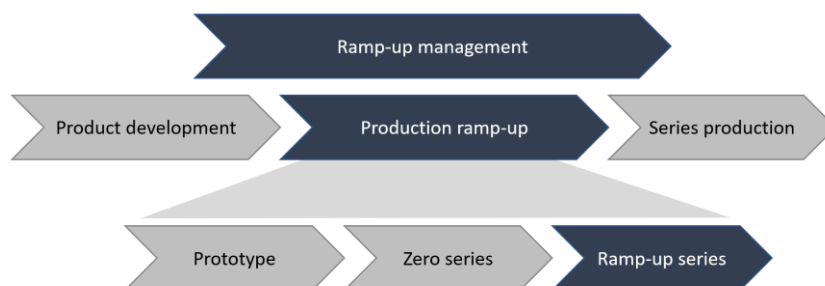
Tutkimuskysymys 3; Mitä tietoa tuotannon ylösajossa tarvitaan?

Tutkimuskysymyksiä laadittaessa mietittiin, mitkä asiat vaikuttavat ylösajon johtamiseen, prosessin hallintaan, tilannetietoisuuteen ja päätöksentekoon, sekä minkälaisia odotuksia nämä osa-alueet asettavat johtamisen seurantatyökalulle ja visuaaliselle ohjaustaululle.

1.2 Tutkimuksen rajaus

Tämä tutkimus rajautuu tuotannon ylösajoprosessin kehittämiseen laitevalmistukseen keskittyvässä teknologiayrityksessä. Uustuotekehityksen prosessissa

tutkimus kohdistuu prosessin viimeiseen vaiheeseen, tuotannon ylösajovaiheeseen ennen tuotteen siirtymistä sarjavalmistukseen (kuvio 1). Tutkimus rajautuu tuotannon päivittäisjohtamisen tavoitteisiin, tuotannollistamisen tehtäviin, tiedon tarpeeseen tuotannossa sekä prosessin läpinäkyvyyden haasteisiin. Kehittämistehtävässä luotavaa tiedonhallintatyökalua sovelletaan ramp up-tuotannon moduulikokoonpanoihin ja tarkemmin puomikokoonpanoon.

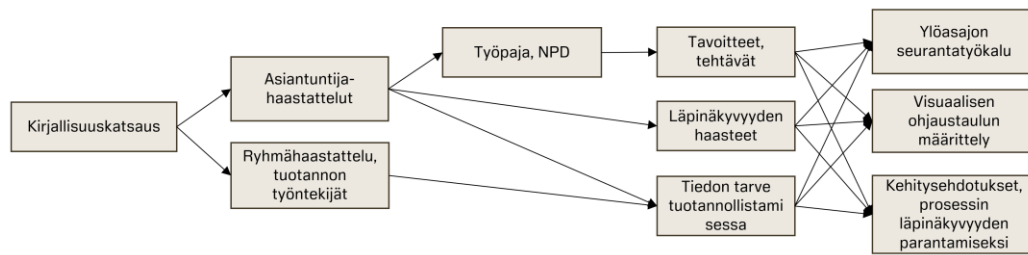


KUVIO 1. Tutkimuksen rajautuminen tuotannon ylösajovaiheeseen

Tutkimus keskittyy eri osa-alueisiin, joita ovat operatiivinen johtaminen, päivittäisjohtaminen, tietojohdaminen ja Lean-johtamisen jatkuva parantaminen. Tietojohdamisen osa-alueella tutkimuksessa keskitytään tiedon tarpeeseen ja saavuttamiseen tuotannon ylösajon läpinäkyvyyden ja suorituskyvyn kannalta.

1.3 Tutkimuksen metodologia

Tutkimuksen tutkimusmenetelmäksi valittiin laadulliset eli kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät. Vilka (2021) mukaan laadullisilla tutkimusmenetelmillä tarkastellaan ihmisten välistä ja sosiaalisen merkityksen maailmaa, johon liittyy tapahtumat, kuten toiminta, ajatukset ja päämäärä. Tavoitteena on saavuttaa ihmisten kuvaukset koetusta todellisuudesta (Vilka 2021, 94). Tutkimus koostuu esitutkimuksesta ja rakentamisesta/määrittelystä. Esitutkimukseen kuuluu kirjallisuuskatsaus ja haastattelututkimuksen eri vaiheet. Kuviossa 2 esitettyjen tutkimusvaiheiden kautta luodaan pohja ylösajon seurantatyökalun ja ohjaustaulun rakentamiseksi sekä prosessin läpinäkyvyyden kehittämiskohteiden määrittämiseksi.



KUVIO 2. Tutkimuksen vaiheet

Kirjallisuuskatsauksessa lähteenä käytetään alan kirjallisuutta sekä artikkeleita liittyen valmistuksen ylösajon prosessiin, tuotannollistamiseen, ylösajon haasteisiin, ylösajon johtamiseen, tietojohdamiseen sekä Lean-menetelmiin päivittäisjohtamisessa. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta tutkimuksessa siirrytään seuraavaan, konstruktivisen tutkimuksen vaiheeseen, jonka tavoitteena on tuottaa tutkittavasta kohteesta lisätietoa. Tiedonhankinta tehdään puolistrukturoituna haastattelututkimuksena asiantuntijoille, ja erilaisten ryhmähaastattelumethodien kuten työpajan ja täsmäryhmähaastattelun avulla. Asiantuntijoiden teemahaastattelun avulla selvitetään lisätietoa ylösajon odotuksista kohdeyrityksessä. Seuraavassa työpajan vaiheessa tarkennetaan tuotannollistamisen tavoitteita asiantuntija-haastatteluiden pohjalta. Työntekijöiden ryhmähaastattelussa taas selvitetään, minkälaista tietoa tuotannossa tarvitaan ylösajon aikana suorituskyvyn näkökulmasta. Asiantuntijahaastatteluiden, työpajan sekä asentajien ryhmähaastattelun perusteella muodostetaan käsitys seurantatyökalun ja ohjaustaulun vaatimuksista. Tutkimusmenetelmistä ja -kysymyksistä on kerrottu tarkemmin kappaleessa neljä.

2 TUOTANNON YLÖSAJO

Tässä kappaleessa tutustutaan teoreettisesti osa-alueisiin, jotka liittyvät tuotannon ylösajoon, siihen kohdistuviin häiriöihin, operatiiviseen johtamiseen sekä Lean-menetelmiin päivittäisjohtamisessa. Tämän kirjallisuuskatsauksen avulla luodaan perusta tutkimukselle ja kehittämistehtävälle.

2.1 Tuotannollistaminen

Tuotekehitys on toimintaa, joka perustuu tarpeelle kehittää uutta tai päivittää olemassa olevaa tuotetta. Tarve tuotekehitykselle ja uuden suunnittelulle perustuu asiakaslähtöiseen tarpeeseen, mikä osaltaan määrittää tavoitteet tuotekehitykselle. Uusia järjestelmiä kehitetään, olemassa olevia järjestelmiä voidaan päivittää tai vaihtoehtoisesti kehitetään täysin uusi tuote. Järjestelmäpäivitykset kohdistuvat olemassa oleviin tuotteisiin, mutta uustuotteisiin liittyy aina tuotteen kaupallisuus ja markkinoiden saavuttaminen (Babcock & Morse 2002, 213-214.)

Yleisesti ottaen uuden suunnittelu vaatii järjestelmän tavoitteiden tunnistamisen, vaihtoehtoisten ratkaisujen luomisen, parhaan ratkaisun valinnan ja käyttöönottamisen. Tuotekehityksen aikana varmistetaan, että tuote on rakennettu ja käytöön otettu oikein ja että se täyttää siltä vaaditut tavoitteet. Babcock ja Morse (2002) osoittavat järjestelmä- ja uustuotesuunnittelun vaiheet;

1. konseptin tarkastelu
2. tuotteen tekninen ja toteutettavuuden tarkastelu
3. tuotteen ja tuotannon prosessien kehittäminen
4. kaupallisuuden arviointi ja tuotannon valmistautuminen
5. täyden mittakaavan tuotanto
6. tuotetuki (Babcock & Morse 2002, 213-216.)

Bellgran & Säfsten (2010) avaavat tuotannon aloitukseen liittyvää terminologiaa; Tuote-esittely, tuotannollistaminen ja menetelmäsuunnittelu ovat lähes synonyymeja keskenään ja näitä termejä käytetään usein ristiin; tuote-esittely (engl. Product Introduction) sisältävät tuotteen siirtämisen tuotekehityksestä tuotantoon. Tämän vaiheen tarkoituksena on varmistaa tuotteen valmistettavuus ja tuotannon

volyymi, mikä varmistetaan suunnittelun, prototyypin rakentamisen ja tuotetestausten tukemana. Tuotannollistamisella (engl. Industrialization) huolehditaan, että tuote soveltuu tuotantoon, ja tunnistetaan, mitkä valmistusprosessit soveltuvat tuotteen valmistamiseksi. Lisäksi tähän liittyy tuotannon tehokkuuden suunnittelu, jotta tuote pystytään valmistamaan suunnitellulla volyymilla. Tuotannollistamiselta odotetaan myös komponenttien saatavuuden, laadun ja hintojen varmistamista. Menetelmäsuunnittelun (engl. Method Planning) toiminnot keskittyvät valmistettavuuden ja tuotannon dokumenttien varmistamiseen. Lisäksi tämä sisältää rakenteen tarkastelun, kokoonpanojen make or buy-päätökset, tuotantoprosessien suunnittelun sekä standardityön määrittämisen.

2.2 Ramp up

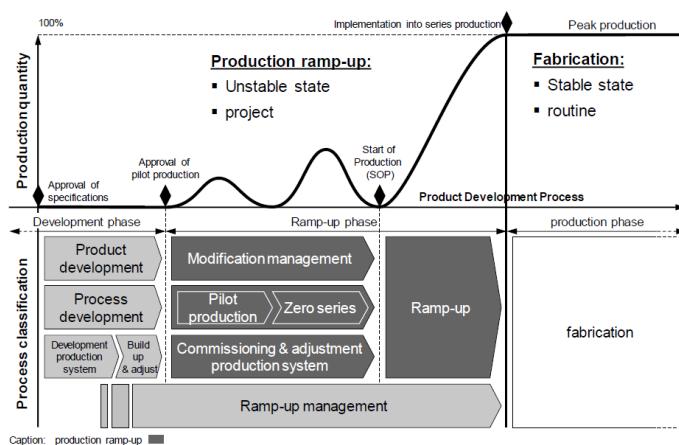
Teollisuudessa yritysten laajentaessaan toimintojaan tai tuodessaan uusia tuotteita markkinoille muodostuu tarpeita toimintojen normaalia suurempaan laajentamiselle ja ylösajolle. Uuden tuotteen lanseeraamiseksi markkinoille on yrityksen pystyttävä vastaamaan kasvavaan kysyntään. Tavallisesti ylösajo vaatii pääoman sijoittamista ja aiheuttaa tarpeen investoida niin tiloihin, laitteisiin kuin henkilöstöön (Investopedia 2024.) Tuotteiden ja teknologioiden monimutkaistuminen haastaa yrityksiä kehittämään toimintojaan ja parantamaan tuottavuuttaan vastaamaan saavutettavissa olevaa markkinapotentiaalia (Bramley, Brissaud, Courellier, McMahon 2005, 256-261.)

Tuotannon ylösajon tavoitteena on saada tuote markkinoille mahdollisimman nopeassa aikataulussa, mikä edellyttää tuotteen valmistettavuuden ja tuotantojärjestelmän kuntoon saattamista. Tavoitteiden saavuttamisen edellytyksenä on, että aikaisemmat vaiheet tuotekehityksessä, menetelmäsuunnittelussa ja tuotantoprosessin suunnittelussa on tehty ennen varsinaisen tuotannon aloittamista ja tuotannon aloitukseen on valmistauduttu (Bellgran & Säfsten 2010, 245.)

Teollisuuden ottaessa käyttöön uusia tuotteita, koneita, toimittajia tai työntekijöitä, on odotettavissa keskeytyksiä tuotannossa, mikä aiheuttaa viivästyksiä ylösajoon ja tuotannon aloittamiseen (Errasti 2013, 255). Ylösajon tavoitteena on sarjavalmistuksen aloitus korkealla tehokkuudella, mikä tarkoittaa sille määritetyn

ajan, laadun tai kustannusten saavuttamista. Tarkoituksena on varmistaa, että tuotantojärjestelmä mukaan lukien prosessit, koneet ja ihmiset toimivat sujuvasti ja epävakaa tuotanto saadaan tasaantumaan. Tarkoituksena on kehittää tuotantoa ja prosesseja, jotta täysmittainen tuotantokapasiteetti voidaan saavuttaa. Tavoitteena on luoda prosessit, joiden avulla yritys tuottaa laadukkaita tuotteita vastaten asiakkaiden odotuksiin. Asiakkaiden odotukset kohdistuvat yleisesti hintaan, tuotespesifikaatioon, laatuun, määrään ja toimitusaikaan. Yrityksen liiketoiminnallisia tavoitteita voivat olla volyyymi, aika, kustannukset ja laatu, jotka vaikuttavat suoraan tuotteen hintaan ja ylösajon kustannuksiin. Nämä taas vaikuttavat suoraan yrityksen kustannustehokkuuteen. (Dombrowski, Wullbrandt & Krenkel, 2018; Heraud, Medini & Andersen 2023).

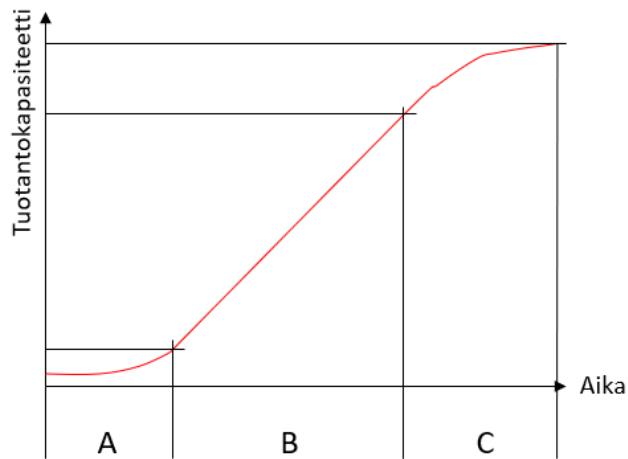
Tuotannon ylösajoa kuvaillaan tuotekehityksen ja sarjavalmistuksen väliseksi vaiheeksi, ensimmäisen prototyypin ja täyden kapasiteetin valmistuksen aloittamisen väliltä (Glock & Grosse 2015). Kuviossa 3 on esitetty, kuinka tuotannon ylösajo koostuu pilottivaiheesta, esisarjasta ja tuotannon aloittamispäätöksen jälkeisestä ylöajovaiheesta. Protovalmistuksen jälkeen tehdään päätös tuotannon aloittamisesta, kun tuote on siinä kehityksen vaiheessa, sen valmistus asiakkaille voidaan aloittaa (Dombrowski et al, 2018.) Pilotti-, esisarja- ja ramp up- valmistukseen kuvaillaan liittyvän tuotekehitys, kun taas esisarja- ja ramp up-tuotanto ymmärretään tuotannon aloituksena ja ne keskittyvät tuotannon tavoitteisiin kuten nopeus, volyyymi ja laatu. (Bellgran & Säfsten, 2010, 234-235.) Sarjavalmistukseen siirrytään, kun valmistuksen menetelmät vakiintuvat ja tuotantovolyyymi tasaantuu häiriöiden poistumisen myötä.



KUVIO 3. Tuotannon ylösajon prosessi (Dombrowski et al 2018)

Tuotannon ylösajolle on tyypillistä kehittyminen, mikä liittyy työntekijöiden osaamisen kehittämiseen, työmenetelmien paranemiseen, apuvälineiden ja organisaation kehittämiseen (Babcock & Morse 2002, 265.) Gobetto (2014) esitteli tuotannon ylösajoa kuvaavan oppimiskäyrän, ja sen eri kehitysvaiheet kuviossa 4;

- A. Tuotteen tai prosessin testausvaihe, joka alkaa pilottivaiheesta osoittaen tuotteen ja prosessin kyvykkyyden. Tämän vaiheen kehittämiseen vaikuttavat esimerkiksi komponenttilaatu ja työvälineisiin kohdistuvat ongelmat.
- B. Nopean kehittymisen vaihe, jonka aikana osaaminen kehittyy ja asiantuntijoiden osaamista tarvitaan. Tämän vaiheen aikana myös komponenttien ohjaus tuotantoon kehittyy.
- C. Tekniikan ja organisaation kehittymisen vaihe, jossa työvoiman käytettävyyden ja standardityöaikojen saavuttaminen vaikuttavat kehittämiseen (Gobetto 2014, 186.)



KUVIO 4. Ramp up-kehitysvaiheet (Gobetto 2014, 186, muokattu)

Tuotannon ylösajossa valmistuksen kehittämiseksi vaaditaan tuotekehityksen, prosessikehityksen ja tuotannollistamisprosessien yhteistoimintaa, sillä näillä kehittämisen toiminnoilla luodaan lisäarvoa tuotteelle. Ylösajoprosessiin liittyy myös useita muita yrityksen toimintoja kuten henkilöstöhallinto, tutkimus ja kehitys, tehdassuunnittelu, tuotanto, logistiikka, osto ja hankinta sekä myynti ja markkinointi (Verhaelen, Martin, Peukert & Lanza 2023).

2.2.1 Ylösajovaiheen erityispiirteet

Uuden tuotteen valmistamisessa voi ilmetä vaaroja, joita ovat korkeat kustannukset, alhainen laatu, tuote-esittelyiden tai vakaan valmistuksen myöhästyminen tai ettei tuotteen kysyntään pystytä vastaamaan (Anderson 2020, 4-5). Tuotannon ylösajovaiheen haasteita ovat uustuotteen kysyntä, uustuotteen ja prosessin tuntemus, tuottavuuden saavuttaminen, kapasiteetin hallinta sekä korkeammat sykliajat, jotka vaikuttavat suunnitelmien luotettavuuteen. Uuden tuotteen kohdalla kysyntää ei vielä täysin tunnisteta, sillä siihen vaikuttaa tuotteen saaminen markkinoille ja asiakkaiden tietoisuuteen sekä tuotekehityksen onnistuminen. Tuotteen kysyntä ja sen vaihtelu vaikuttavat ylösajon tuotannonsuunnitteluun, ja se haastaa taas kapasiteetin suunnittelua. Tuotteen ja tuotantojärjestelmän kypsyys, materiaalihankinnan varmistaminen sekä henkilöstön osaamisen vaihtelu vaikuttavat tuotantokapasiteetin ja suunnitelmien toteutumiseen. Näiden epävarmuuksien johdosta ei välttämättä tunnisteta, milloin sarjavalmistus voidaan aloittaa, sillä ylösajon suunnittelua ja kehittymistä on haastavaa ennakoida. (Glock & Grosse 2015; Heraud et al 2023.)

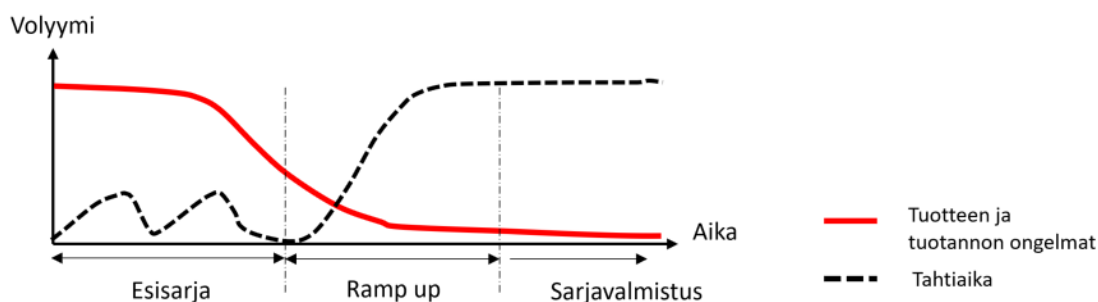
2.2.2 Ylösajovaiheen häiriötekijät

Ylösajovaiheelle ominaista on keskeytykset prosessissa, mikä voi johtua Fjällström et al (2009) esittelemänä neljästä osa-alueesta; **henkilöstö, valmistusjärjestelmä, materiaalihankinta ja tuotekonsepti**. Kirjallisuudessa esitettyjä ylösajon aikaisia häiriötekijöitä tuotannossa on listattu taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Ylösajon häiriötekijät tuotannossa

Ylösajon häiriötekijät tuotannossa	Lähde
Osaamisen vaihtelu laadussa	(Glock ja Grosse 2015)
Osaaminen vaihtelu tuottavuudessa	(Glock ja Grosse 2015)
Osaamisen hyödyntämättömyys	(Glock ja Grosse 2015)
Aliresursointi	(Heraud et al 2023)
Laadun vaihtelu, teknologian hyödyntämättömyys	(Klocke et al 2016, 124)
Komponenttilaadun vaihtelu (toimittajat)	(Fjällström et al 2009)
Osien saatavuus, myöhästyminen (toimittajat)	(Heraud et al 2023)
Ongelmat materiaalien ohjauksessa tuotantoon	(Gobetto 2014, 183)
Säätämisen aiheuttamat keskeytykset	(Klocke et al 2016)
Kehittämiseen käytettävä aika	(Klocke et al 2016)
Ongelmat työvälineissä	(Gobetto 2014, 183)
Teknologian käytettävyys, koneet ja laitteet	(Verhaelen et al 2023)
Muutokset prosessissa	(Verhaelen et al 2023)
Muutokset tuotteessa	(Anderson 2020, 4)
Komponenttien monimutkaisuus	(Verhaelen et al 2023)
Osien vaikea asennettavuus	(Anderson 2020, 4)
Osien muokkaaminen	(Anderson 2020, 4)
Tiedon puute, epävarmuus	(Heraud et al 2023)

Ylösajon aikana tapahtuu myös tahallisia ja tahattomia muutoksia, jotka liittyvät prosessiin, tuotteisiin ja laitteisiin. Muutokset ja häiriöt aiheuttavat epävakausta ylösajon ennustamiseen, mikä vaikeuttaa päätöksentekoa. On selvää, että häiriöt vaikuttavat tuotantovolyymiin eikä ajan, kustannusten ja laadun tavoitteita välttämättä pystytä saavuttamaan. (Glock ja Grosse 2015). Ylösajovaiheessa tuotteen kehittäminen tulisi päättyä, mutta myöhäiset suunnittelumuutokset ylösajon aikana ovat varsin yleisiä. Tuotannon ylösajossa ilmenevät ongelmat vaikuttavat suoraan tuotannon läpimenoaikaan, joka voidaan nähdä kuviosta 5.



KUVIO 5. Ongelmien vaikutus volyymiin (Bellgran & Säfsten 2010, 235, muokattu)

Ylösajon aikana tuotteen aiheuttamien häiriöiden korjaamiseksi tuotekehityksessä ja suunnittelussa tapahtuu useita teknisiä muutoksia, jotka tulisi hallita tehokkaasti, sillä muutokset vaikuttavat kustannuksiin sekä valmistuksen läpimenoaikaan. Gobetto (2014) esittelee syyt suunnittelumuutoksille;

1. Tuotteen kehittäminen toiveesta
2. Laatutason parantaminen (tyyli, toiminnallisuus, luotettavuus)
3. Materiaalikustannusten alentaminen (raaka-aine ja ostokomponentit)
4. Kustannusten alentaminen osavalmistuksessa
5. Muutokset laadun parantamiseksi (hylkääminen)
6. Jälkimarkkinakustannusten vähentäminen (takuu)

Ylösajossa kohdattavien häiriöiden selvittäminen vie aikaa ja resursseja sen sijaan, että aika käytettäisiin kehittämiseen ja jatkuvaan parantamiseen (Anderson 2020, 4-5.) Häiriötilanteissa ongelma tulee käsitellä mahdollisimman nopeasti oikeilla toimenpiteillä, jotta vaikutukset ylösajoon jäävät mahdollisimman pieniksi (Verhaelen, Martin, Peukert & Lanza 2023). Ongelmatilanteissa kriittinen tieto voi puuttua, mikä hidastaa reagointiaikaa ongelman selvittämiseksi. Keskeytyksistä aiheutuvat lisätyöt ja ongelmienselvittely aiheuttavat tuotannolle ylimääräisiä kustannuksia, mikä lisää tarvetta oikea-aikaisen tiedon saavuttamiselle (Bramley et al 2005, 256-257.) Häiriötekijöiden käsittelemiseksi pitää hankkia ja jakaa tietoa eri tavoin (Fjällström, Säfsten, Harlin & Stahre 2009).

Uustuotteen tuotekehityksen ja tuotannollistamisen hallinta on erityisen tärkeää, sillä valmistuksen aloituksessa voidaan muuten kohdata heikon valmistettavuuden aiheuttamia haasteita. Heikko valmistettavuus nostaa kustannuksia monessa muodossa;

- erikoisvälineet
- muokkaukset
- osien vaikea asennettavuus
- tehoton kokoonpanotyö
- osien liiallinen lisääntyminen
- työläs hankinta
- muutokset
- yleiskustannukset (Anderson 2020, 4).

3 JOHTAMINEN TUOTANNON YLÖSAJOSSA

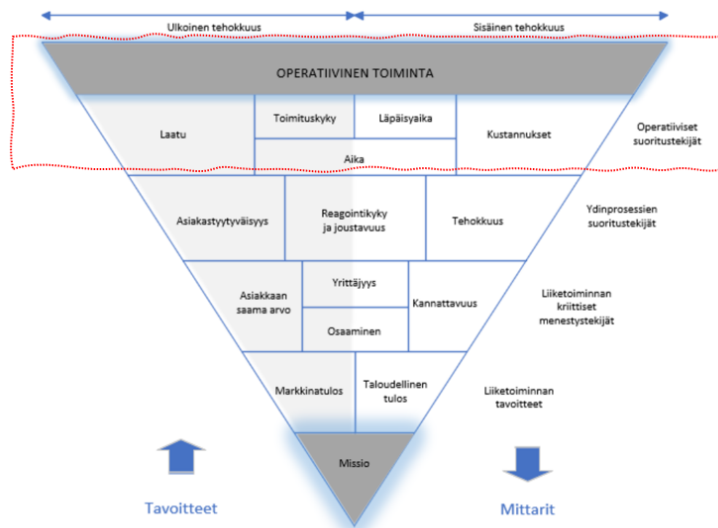
3.1 Operatiivinen johtaminen

Operatiivisen johtamisen tavoitteena on asiakkaalle tuotettavan tuotteen tai palvelun prosessin hallinta materiaalien hankinnasta valmiiksi tuotteeksi. Operatiivisen johtamisen tarkoituksena on parantaa yrityksen kilpailukykyä luomalla kasvua ja kilpailuetua strategian avulla. Operatiiviseen johtamiseen kuuluu tuottavien resurssien tehokas käyttö, mikä on kriittistä tuoton, kasvun ja kilpailun kannalta. Johtamisen toimintojen tarkoituksena on vähentää kokonaiskustannuksia ja käytöpääomaa, kasvattaa tuottoa, hyödyntää arvoketjua. Sen tarkoituksena on myös mahdollistaa prosessien, työkalujen ja tekniikoiden tehokas hyödyntäminen. Operatiivinen johtaminen voi keskittyä kustannusten alentamiseen, tuotteen laatuun, luotettavuuteen, toimitusnopeuteen, toimituksen luotettavuuteen, kysynnän muutoksiin, joustavuuteen ja asiakastukeen. Operatiivisia suoritustekijöitä ovat;

- kustannus; tuotteelle tai palvelulle kohdistuvat kustannukset
- tuotteen laatu; mitä asiakas voi odottaa tuotteelta tai palvelulta, esimerkiksi luotettavuus, mukavuus, helppokäyttöisyys, turvallisuus ja kestävyys
- luotettavuus; prosessin toimintavarmuus
- toimitusnopeus; aika, kuinka nopeasti tuote tai palvelu saavuttaa asiakkaan
- toimituksen luotettavuus; millä todennäköisyydellä tuote toimitetaan suunnitellussa aikataulussa
- kysynnän muutokset; markkinoiden aiheuttamat muutokset tuotteen tai palvelujen kysynnässä
- joustavuus; kuinka nopeasti yritys pystyy reagoimaan kysynnän muutoksiin
- tuki; tuotetuki asiakkaalle, kuten tekninen tuki tai myynnin tuki (Kamauff 2010.)

Prosessin suorituskyky-mallissa (kuvio 6) on esitetty, kuinka yrityksen missio ohjaa operatiivista toimintaa liiketoiminnan tavoitteiden, kriittisten menestystekijöiden ja ydinprosessien suoritustekijöiden ohjaamana. Operatiivinen toiminta kes-

kitty suorituskykyjen kuten laadun, ajan ja kustannusten hallintaan. Operatiiviseen johtamiseen kuuluu työn suunnittelu, aikataulun ja tehtävien hallinta. Tarkoituksena on tehdä työstä hallittavaa ja helposti tehtävää, sekä työllistää henkilöstö että osoittaa suorituskykymittareilla työn tehokkuus (Kamauff 2010).



KUVIO 6. Prosessin suorituskykymalli (Hannus, J 1994, 77, muokattu).

Prosessin hallinnan tarkoituksena on varmistaa, että organisaatio tekee, mitä yrityksen johto haluaa. Ohjaaminen vaatii tarkkaa suunnittelua, standardien määrittämistä, ja standardit pitää olla mitattavissa, kuten tuotannon standarditunnit tai tuotteen luotettavuus. Prosessin poikkeamiin puututaan, prosessia säädetään ja tehdään korjaavat toimenpiteet tavoitteen saavuttamiseksi (Babcock & Morse 2002, 168.) Prosessin läpinäkyvyyden tarkoituksena on 1) parantaa prosessin valvontaa, ohjausta ja hallintaa päätöksenteon näkökulmasta, 2) auttaa saamaan tilannekuvan suorituskyvystä, 3) auttaa tunnistamaan prosessiin vaikuttavat ongelmat niiden korjaamiseksi, 4) auttaa ymmärtämään vastuut, roolit ja keskinäiset riippuvuussuhteet (Klotz & Horman 2007.) Tilannekuvan saaminen prosessista vaatii hyvää päivittäisjohtamista, minkä avulla kaikilla on yhteinen käsitys siitä, missä mennään. Tilannekuva tukee jatkuvaa parantamista pienin askelin, kun poikkeamat tunnistetaan ajoissa ja niihin puututaan. Hyvässä päivittäisjohtamisessa organisaation strategiset tavoitteet on tuotu tekemisen tasolle osaksi arkipäivää ja niiden etenemää voidaan seurata.

3.2 Operatiivinen johtaminen tuotannon ylösajossa

Tuotannon ylösajo on kriittinen vaihe tuotteen elinkaareissa, koska tuotekehitys ja tuotannon ylösajo ovat suurimpia kustannusajureita. Tehokkaasti johdettu ylösajo mahdollistaa pääsyn markkinoille, minkä takia yrityksen tulee kehittää prosessejaan aika- ja kustannustehokkaiksi. Tuotannon ylösajon kasvavan monimutkaisuuden ja häiriöiden arvaamattomuuden takia epävakaa ylösajon onnistunut hallinta nähdään kilpailuetuna valmistusyrityksille, minkä takia myös ihmisten ja teknologian koordinoimien merkitykseen on herätty päivittäisessä liiketoiminnassa (Dombrowski et al 2018; Glock & Grosse 2015.) Teollisuudessa toimintoja suunnitellaan ja resursoidaan tehokkuuden, kustannustehokkuuden ja tuottavuuden parantamiseksi. Ylösajon tavoitteita voivat olla tehokkuus, kustannustehokkuus, aikatavoite, laatu tai prosessin toimintavarmuus (Badiru, Badiru & Badiru 2008, 2). Cube ja Schmitt (2014) tunnistivat erityisesti ylösajoprosessin viisi tärkeintä toiminta-alueita;

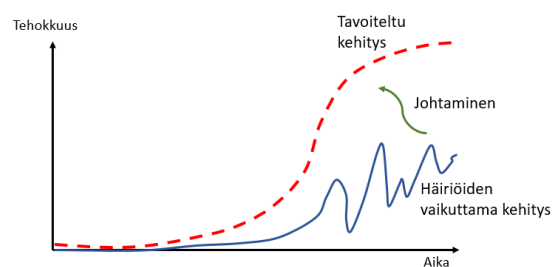
- tuotantoprosessien kehitys
- kysyntään perustuvan toiminnan rakentaminen ja muutoksenhaallinta
- monimutkaisuuden hallinnan suunnittelu, valvonta ja organisointi
- sisäisten ja ulkoisten toimintojen koordinointi
- tiedonhallinta ylösajon suunnittelussa ja toteutuksessa

Ylösajon johtamisessa yhdistyvät aika- ja kustannuspaineen, osaamisen ja tuotantovaatimusten hallinta. Ylösajon hallitsemiseksi tulee hallita työnkulku, johon liittyy myös tuotannosuunnittelu ja aikataulukset. On huomioitava tuotanto-ohjelmaan kohdistuvat vaihtelut ja keskeytykset, jotta voidaan varmistaa nopeat syklit ja tuottavuus. (Glock & Grosse 2015.) Monimutkaiset ylösajoprosessit haastavat teollisuuden osaamista, mikä vaatii hallintaa ja johtamista usealla osa-alueella. Ylösajon hallitsemiseksi tulee hallita haasteet, jotka voivat johtua ylösajon puutteellisista tiedoista, tietojohtamisesta, määritellyistä vastuista tai häiriötekijöistä (Cube & Schmitt 2014, 26-27.) Dombrowski et al. (2018) tunnistivat kuusi johtamista vaativaa toiminta-alueita;

- Ylösajon suunnittelu, hallinta ja organisointi
- Ylösajon vakaat tuotantojärjestelmät
- Muutosjohtaminen ylösajossa
- Yhteistyö ja vertailumallit ylösajoprojekteihin

- Tietojohtaminen
- Henkilöstön pätevyys

Johtamisen toiminnot kohdistuvat standardoimattomiin tuotantoprosesseihin, kouluttamattomiin työntekijöihin, konevikoihin ja muihin häiriöihin, jotka vaikuttavat tuotantonopeuteen ja aiheuttavat alhaisen tuotantokapasiteetin (kuvio 7). (Dombrowski et al, 2018.) Ylösajossa kohdattavat häiriöt vaikuttavat suunnitelmiin, minkä takia tuotannon ylösajon johtaminen tulee kohdistua kapasiteetin suunnitteluun, työntekijöiden tehtävien suunnitteluun, työnohjaukseen, suorituskyvyn mittaamiseen ja arviointiin sekä varastonhallintaan. (Glock & Grosse 2015) Näiden suunnittelu on kuitenkin haastavaa, koska välttämättä ei tiedetä kaikkia niihin vaikuttavia tekijöitä, kuten työntekijöiden tuottavuutta, tuottavuusastetta tai tuotteen kysyntää. Lisäksi tähän vaikuttaa työntekijöiden oppiminen ylösajon edetessä, jolloin henkilöstöresurssin tarve laskee.



KUVIO 7. Johtamisen tavoite (Basse, I., Schmitt, S., Gartzén, T. & Schmitt, R. 2014, muokattu)

Ylösajossa laatutavoitteiden saavuttaminen on tärkeää, koska laadusta ei voida tinkiä, sillä asiakas ei hyväksy laatuvirheitä. Laatua voidaan kuvailla monella tavalla, mutta (Babcock & Morse (2002) määrittelevät sen tuotteen käytettävyytenä ja asiakkaan tyytyväisyytenä, joka perustuu suunnittelun laatuun materiaaleista toleransseihin, suunnitellun laadun toteutumiseen tuotannossa ja sen toimittamiseen asiakkaalle sekä tuotteen toiminta sen käyttötarkoituksessa. Laatukustannuksia voivat aiheuttaa monet tekijät;

- Laadun ennakoivat toiminnot, kuten suunnittelu, koulutukset, data-analyysit ja prosessin hallinta
- Laatutarkastukset saapuvalle materiaalille tai valmiin tuotteen tarkastaminen
- Komponenttien romutukset, komponenttien muokkaaminen sopivaksi, tai vioista johtuvat keskeytykset

- Toimituksen jälkeiset menetykset; korjaaminen, hyvitykset tai, kun asiakas vaihtaa toimittajaa. (Babcock & Morse 2002, 278-279.)

Tuotteiden laatuvaatimusta seuraa ajallinen vaatimus tuotteen toimitukselle, sillä useimmiten yrityksen ja asiakkaan välillä on sopimus tuotteen toimitusajasta, koska asiakas suunnittelee omaa tuotantoaan toimitusten mukaan. Toimituksen myöhästymisestä uhkaa sopimussakko ja taloudellisia tappioita. Tehokkaan toimitusketjun hallinnan tarkoituksena on varmistaa komponenttien saatavuus, koska myöhästyneet komponenttien toimitukset voivat olla yksi suurimmista tuotannon myöhästymän aiheuttajista, mikä useimmiten näkyy asiakkaalle tuotteen toimituksen myöhästymisenä. Toisaalta suuri komponenttivarasto sitoo pääomaa ja vaatii varastotilaa, mikä edellyttää ostoerien hallintaa. Verhaelen ym (2023) avaa esimerkkejä KPI-mittareilla osoitettavista suoritustekijöistä ylösajon aikana, joita seuraamalla mittaamisen avulla nähdään ylösajoprojektin kipupisteet, mitä tulee korjata ennen kuin suunniteltu tavoite saavutetaan;

$$\text{Sisäinen laatu} = \frac{\text{Hyvien komponenttien määrä}}{\text{valmistettavien komponenttien määrällä}} * 100$$

$$\text{Ylösajoaika} = \text{aika projektin aloituksesta tuotannon aloittamiseen}$$

$$\text{Komponenttien toimitukset} = \frac{\text{ajallaan toimitettujen tuotteiden määrä}}{\text{toimitusten kokonaismäärä}} * 100$$

Ratkaisemattomattomia häiriöitä voidaan verrata häiriöiden kokonaismäärään

3.3 Lean päivittäisjohtamisessa

Lean-johtamisfilosofia perustuu hukun ja arvoa tuottamattomien toimintojen poistamiseen prosessista, joiden tarkoituksena on parantaa suorituskkyä ja laatua sekä tuottaa asiakkaalle arvoa. Lean-johtamisen ajatuksena on ymmärtää, mitkä toiminnot tuottavat arvoa ja tyytyväisyyttä asiakkaalle. Arvoa tuottamattomat toiminnot ovat niitä, jotka vaikuttavat tuotantoprosessia hidastaen ja vaikuttavat tuotteen toimitusaikatauluun asiakkaalle. Lean-johtamisen tavoitteena on tuottaa

asiakkaan tarpeisiin sopivaa palvelua tai tuotetta, joka lisää asiakkaan tuottavuutta (Rich et al 2006, 15.) Leanin menetelmät tarjoavat jatkuvan parantamisen työkaluja ja tekniikoita suorituskyvyn parantamiseksi. Näiden avulla voidaan parantaa tuottavuutta, laatua ja vähentää kustannuksia standardoimalla toimintaa. Lean keskittyy arvoa tuottavaan prosessiin, jonka häiriötekijöitä tai arvoa tuottamattomia tapahtumia ovat tuotannon keskeytykset, toistot, odotus ja tarkastukset. Tällaiset häiriötekijät tulee poistaa prosessista (Summers 2011, 2.)

Suorituskyvyn mittaamisessa Lean-ajattelu keskittyy sykliin aikaan, arvoa tuottavaan aikaan ja läpimenoaikaan. Lean-projektit keskittyvät tehottomiin prosesseihin kuten toimimattomiin työvälineisiin, standardointiin, layouttiin, kouluttamiseen, toimittajien laatuun, kommunikaatioon ja virheisiin ja aikataulutukseen. Lean parantamisen avainvaiheisiin kuuluu prosessin tunteminen, työn vaiheiden ja niiden yhteyksien tunnistaminen. Keskiössä on ongelmien tunnistaminen ja niiden järjestelmällinen ratkaiseminen. Leanin työkaluja ovat Kaizen, arvontuoton kartointus, 5S, Kanban, virheiden välttäminen, tuottava kunnossapito, asetusajan vähentäminen, eräkokojen pienentäminen, linjan tasapainotus, aikataulutuksen tasaaminen, standardoitu työ ja visuaalinen ohjaus (Summers 2011, 3.)

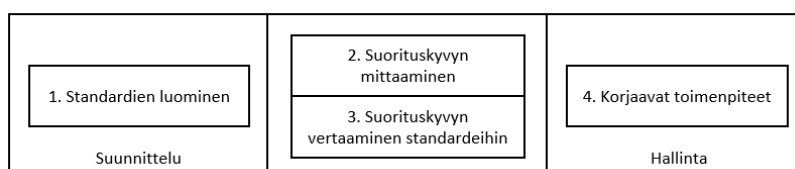
Lattiatason johtaminen kuvaillaan olevan edellytys Lean-tuotannolle, standardien luomiseksi ja Lean-menetelmien käytön varmistamiseksi. Lattiatason johtaminen on johtamisjärjestelmä, joka helpottaa viestintää ja suorituskyvyn johtamista tehtaassa (Pohl, 2017). Lisäksi lattiatason johtamista kuvaillaan ongelmanratkaisun menetelmäksi, jossa tunnistetaan ongelman perimmäiset syyt niiden poistamiseksi. Tunnistaakseen ongelmien todellisuuden tehokkaasti on mentävä paikan päälle, ratkaista ongelma ja tehdä parannuksia. Lattiatason johtamisen vastuisiin kuuluu päivittäiset palaverit tiimin kanssa, mihin sidosryhmät kokoontuvat käymään läpi ongelmia ja parannusmahdollisuuksia. Samalla käydään läpi edellisen päivän tulokset ja toimenpiteet poikkeamien korjaamiseksi. Palavereilla tulee olla vakioitu taajuus, ajankohta, kesto ja esityslista, jotta käytännöstä muodostuu rutiini (Torres, Pimentel & Duerte 2020.) Esimiehen vetämänä keskustellaan ja tarkastellaan suunnitelmien toteutumista, päätetään seuraavat askeleet, kokeilut ja seurattavat asiat. Valmentamalla parannetaan ihmisten kehittymistä ja

suoritumista päivittäisessä toiminnassa. Rohkaisemalla tiimiä kannustetaan tekemään parannuksia, minkä avulla suorituskyky paranee, vastuunotto kasvaa sekä suhteet, työmoraali ja työtyytyväisyys paranevat. (Gemba Academy 2024)

3.3.1 Visuaalinen ohjaus ja kommunikointitaulu

Työkalut ja tekniikka voivat antaa mekaanista tai mentaalista etua tehtävien suorittamisessa. Nämä helpottavat kommunikaatiota, auttavat johtoa päätöksenteossa antamalla ajantasaista tietoa prosessista ja helpottaa analysointia. Pääsy yksityiskohtaisiin ja reaaliaikaisiin tietoihin mahdollistaa toimintojen välistä viestintää yrityksen sisällä, mikä mahdollistaa tehokkaan suorittamisen, toimintojen seurannan ja valvonnan (Prajogo, Bhattacharya, Oke & Cheng 2018.)

Lean-yrityksissä lattiatason ohjauksessa korostetaan tiedon visuaalisen jakamisen merkitystä, työntekijöille, jonka tarkoituksena on ohjata heidän työtään. Visuaalisuuden tarkoituksena on helpottaa tiedon saavuttamista ja ymmärrystä prosessista ja sen tilanteesta (Nicholas 2011, 419.) Lean johtamisen visuaalisen ohjauksen tarkoituksena on keskittyä prosessin toimintaan ja helpottaa tavoiteltavan ja todellisen suorituskyvyn vertailua. Visuaalisen ohjauksen etuna on tiedon välittäminen lähelle käyttökohdetta, mikä tukee standardien ylläpitoa ja helpottaa organisaation johtamista sekä päätöksentekoa (Torres et al 2020.) Standardeja seurattaessa mitataan toteumaa asetettuihin tavoitteisiin, minkä johdosta osastoon kohdistuvat standardit tulee tunnistaa. Poikkeamat esitetään vastuullisille, jonka jälkeen prosessia säädetään ja tehdään korjaavat toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi (kuvio 8) (Babcock & Morse 2002, 168.)



KUVIO 8. Prosessin hallinta (Babcock & Morse 2002, 168, mukaillen.)

Lean-johtaminen tulee edistää avointa informaation jakamista, sillä työntekijöiden tulee saavuttaa todellinen tieto prosessista, jotta he voivat reagoida poikkeamiin

oikeilla toimenpiteillä. Viestintätaulujen tarkoituksena on ohjata toimintaa ja muistuttaa kehittymisestä, mutta myös osallistaa ja sitouttaa työntekijöitä oppimiseen ja prosessien kehittymiseen. Johdon tulee kertoa kehittymisestä työntekijöille, jotta osallistumisen merkitys huomataan (Rich 2006, 84-85.) Visualisointeihin voi liittyä kaavioita, ohjaukset, aikatauluja, standardityölistoja sekä visuaalista työnseurantaa, ongelman käsittelyä ja parannuskohteita. Jaettava tieto voi esimerkiksi liittyä suorituskykyyn kuten läpimenoaikaan, laatuun, kustannustehokkuuteen, turvallisuuteen tai ongelmiin ja niiden ratkaisuihin sekä dokumentteihin ja yleisiin ohjeistuksiin (Rich 2006, 87). Sisäisen tiedon jakaminen näyttää työntekijöille prosessin vaihtelun ja valmistusajan kehittymisen, mikä johtaa organisaation suorituskyvyn paranemiseen. Visuaalinen ohjaus mahdollistaa nopean reagoinnin poikkeamiin ennen kuin yllättävä tilanne ehtii vaikuttamaan tuotantoon. Tällaisia tuotannon seisauttavia tilanteita ovat esimerkiksi koneiden rikkoutumiset, poissaolot ja laatuongelmat (Clausen 2023.) Nicholas (2011) painottaa, että mittaamisen tarkoituksena on edistää PDCA-syklin toteutumista ja kehittymistä, eikä mittaamista tule niinkään käyttää työntekijän arviointeihin. Mittaaminen voi menettää merkityksensä, jos mittaustuloksiin koitetaan vaikuttaa väärin keinoin suorituskyvyn parantamisen osoittamiseksi.

Mittaaminen ylösajovaiheessa on kriittistä, sillä vaihe on epävakaa ja vikaherkkä. Prosessissa tapahtuu keskeytyksiä ja säätämistä vakaan tuotannon saavuttamiseksi. Ylösajovaiheen johtamisessa tuotantosuunnitelmien vaihtelun tunnistaminen tapahtuu mittaamisen avulla (Glock & Grosse 2015.) Ramp up-vaiheen suunnittelun toteutumisen mittaaminen perustuu ylösajokäyrien aktiiviseen mittaamiseen. Tavoitteet perustuvat aina sen hetken tilanteeseen ja tavoitteiden painopistealueisiin (Klocke 2016, 123.) Mittaaminen kuitenkin vaatii standardityön tunnistamisen.

3.3.2 Työn standardointi

Työn standardoinnin ideana on tunnistaa paras tapa tehdä työ, mihin liittyy ergonomia, työturvallisuus, laatu ja oikeat menetelmät. On tärkeää, että standardoitu työ on työntekijöillä tiedossa esimerkiksi perehdytyksen kautta. Työn standardointi on merkittävässä roolissa jatkuvan parantamisen kulttuurissa, sillä se luo

perustan mittaamiselle ja kehittymisen arvioinnille, jotta parantamisen vaikutukset nähdään uuden standardin luomiseksi (Torres et al 2020.) Työnkulun, työn vaiheiden ja menetelmien tunnistamiseksi työntekijöiden ja esimiesten on hyvä osallistua standardityön määrittämiseen, sillä he toimivat lähimpänä tuotantoa ja ymmärtävät sen realiteetit. Standardityö tulee määrittää senkin johdosta, että tuotannosuunnittelua voidaan tehdä, tunnistetaan työhön kuluva aika ja resurssitarpeeseen pystytään varautumaan. Standardityön etuja on turvallisen työjärjestyksen tunnistaminen, mikä helpottaa turvallisuuspoikkeamien havaitsemisen. Työn olosuhteiden muuttuessa tulee standardityö muistaa päivittää. Tuotannossa tulee tarkistaa aika ajoin standardityön noudattaminen, ettei huonot tavat pääse vaikuttamaan aikatauluun (Nicholas 2011, 312-313.)

Standardityön tahtiaikaa määritettäessä huomioidaan vain työsuoritteeseen kuuluva aika, jotta suorituskykyä mitattaessa ongelmat huomataan. Kokoonpano läpimenoaikaa määritettäessä voidaan huomioida keskimääräisen työntekijän toteumat työsuoritteesta, joka sisältää vain itse työhön kuluva aika eikä muita tehtäviä tai keskeytyksiä. Standardityöaikaa määritettäessä otetaan huomioon työhön kuluva keskimääräinen aika, työntekijän arvioitu suorituskykykerroin ja väistämättömän myöhästymän korjauskerroin. Standardityöaikaa mitattaessa keskiarvoisen työntekijän suorituskyky on 100 prosenttia, ja tämän ala- ja yläpuolella olevat muuttavat suorituskykyä sen mukaisesti. Työntekijällä on jokaiselle uudelle työtehtävälle oppimiskäyrä, ja standardityöaika tulee mitata aika-ajoin, kun kokemus tehtävästä paranee. Standardityölista voi sisältää työn sisältämät tehtävien kuvaukset ja ohjeet, tehtävän toimintojen määrä sekä tehtävien standardiajat (Nicholas 2011, 314-315.)

$$\text{Standardityöaika} = \text{todellinen aika} * \text{suorituskyky} * \text{viivästyskerroin}$$

Vaihtelun vähentämiseksi tulee tunnistaa poikkeamat standardista, tavoitteista tai odotuksista. Vaihtelun on tapana aiheuttaa yllätyksiä tuotantoprosessissa, kun kohdataan hukkaa tai laadunvaihtelua. Vaihtelulla sanotaankin olevan korruttoiva vaikutus järjestelmän suorituskykyyn, sillä se vaikuttaa tuotannon kustannuksiin ja läpimenoaikoihin. Vaihtelua voi tapahtua jokaisella teollisuuden osa-alueella kuten työntekijöiden osaamisessa, motivaatiossa, kyvyissä tai laitteiden toiminnassa ja luotettavuudessa tai sitä voi esiintyä komponenttien laadussa tai

niiden toimitusaikatauluissa. Vaihtelun tunnistamiseksi tulee määritellä toleranssin ylä- ja alarajat, esimerkiksi suorituskykyä tarkastelemiseksi. Tuotannon suunnittelussa onkin tärkeää saavuttaa optimaaliset tuotanto-olosuhteet, minkä avulla voidaan varmistaa asiakkaan tyytyväisyys (Nicholas 2011, 79-80.)

3.3.3 Ongelman tunnistaminen

Organisaatiolla on koko elinkaarensa ajan kiire ratkaista ongelmia, mikä on yhä tärkeämpää yhä nopeammin muuttuvassa ympäristössä. Muutosnopeuden kasvassa kohtaamiemme ongelmien monimutkaisuus lisääntyy, ja tällöin ongelmien käsittelyyn tarvitaan enemmän aikaa. Ongelmien ratkaisuun käytettävän ajan takia ratkaisu voi olla jo vanhentunutta muutosten nopeuden johtuen. Muutosnopeuteen emme voi vaikuttaa, mutta organisaation oppimista voidaan nopeuttaa pystyäkseen reagoimaan ongelmiin yhä nopeammin ja tehokkaammin (Fasser & Brettner 2002, 82-83.)

Ongelmanratkaisun pääajatuksena on vähentää tehostomuutta aiheuttavaa hukkaa ja erityisesti resurssien tuhlausta, mikä johtaa lopulta suorituskyvyn paranemiseen. Ongelmanratkaisuun tarvitaan kriittistä ja loogista ajattelua, mikä vaatii perusteellista arviointia ja suunnittelua, saavuttaakseen mitattavissa olevat tavoitteet. Autovalmistaja Toyota näkee ongelman aina parantamisen mahdollisuutena. Ongelman ratkaisun tavoitteena on ongelman juurisyyn tunnistaminen ja sen poistaminen (Torres et al 2020.) Ongelma voidaan nähdä nykyisen tilanteen ja tavoiteltavan tilanteen välisenä erona. Muutoksen tai parantamisen saavuttamiseksi on tunnistettava ero, mikä halutaan saavuttaa. Tavoitteen kiinni kuromiseksi tarvitaan mahdollisuus oppimiselle, sekä tavoite ja visio sen saavuttamiseksi. Pieniin ongelmiin voi riittää vain ongelman ratkaiseminen (Fasser & Brettner 2002, 84-85.) Ongelma voidaan ratkaista reaktiivisella tai proaktiivisella tavalla. Reaktiivisen ratkaisun mallissa korjataan nykyinen tilanne tunnistamalla ongelma, etsitään ratkaisu ja tehdään korjaavia toimenpiteitä. Proaktiivisessa mallissa vaihtoehtoina ovat parantaminen tai innovaatio, joissa määritellään ongelma, luodaan vaihtoehtoiset ratkaisut, tehdään päätös, suunnitellaan, toteutetaan ja varmistetaan, että ongelma ratkeaa (Fasser & Brettner 2002, 91.)

Muutospisteiden hallinnan tavoitteena on luoda säännöt ja menettelyt muutosten tunnistamiseksi ja hallitsemiseksi. Muutokset voivat olla havaittavia tarkoituksen mukaisia tai tahattomia vaikeasti havaittavia muutoksia. Muutoksia tulee arvioida kokemukseen, nykyisiin ongelmiin ja mahdollisiin tuleviin ongelmiin perustuen. Muutosten aiheuttamien häiriöiden minimoimiseksi tulee selkiyttää, miten reagoida, kun muutos havaitaan, ja kenen vastuulla toimenpiteet ovat organisaatiossa (Torres et al 2020.)

Gemba kävely

Gemba-kävely on Lean-johtamisen menetelmä, jossa johto ja tiimin jäsenet osallistuvat päivittäiseen toimintaan keskustellen tuotannon tilanteesta ja ongelmista. Gemba-kävely eli toisin kutsuttu hukkakävely tehdään siellä, missä työkin tehdään. Sen tarkoituksena on tunnistaa tuotannon sen hetkinen tila ja hukka tarkastelemalla prosessin ja ihmisten toimintaa sekä ongelmia. Lisäksi pyritään ymmärtämään, mitkä tekijät tuotannossa vaikuttavat ihmisten suoriutumiseen. Gemba-kävely keskittyy oppimiseen ja parannusten tekemiseen eikä niinkään toimi tarkastusmenetelmänä. Gemba-kävelyä voidaan käyttää myös työturvallisuuden kehittämisessä, jossa kuuntelemalla työntekijöiden palautetta voidaan olosuhteita kehittää, samalla luodaan myös luottamusta työntekijöihin (Gesinger 2016).

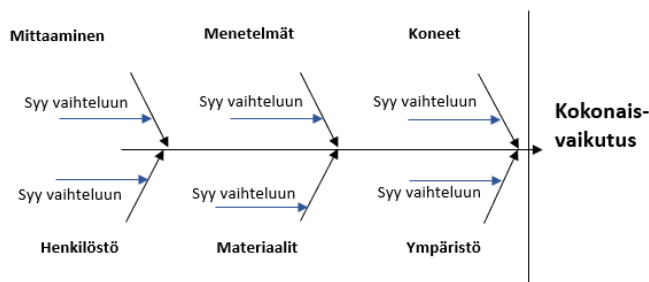
Pareto-kuvaajat

Pareto-kuvaaja on graafinen työkalu, jota usein käytetään liiketoiminnassa ja laadunhallinnassa ongelmakohtien tunnistamisessa. Pareto-kaavio kuvaa ongelman osoittamalla poikkeaman. Pareto-kuvaajat koostuvat palkki ja viivakaavioista, joissa palkit osoittavat itseisarvoja ja viiva prosenttiosuutta, joka perustuu 80/20-sääntöön, 80%:a ongelmista aiheutuu 20%:sta syitä.

Ishikawan syy-seuraus-kuvaaja

Ylösajon tarkoituksena on vähentää tuotannon dynaamisia häiriötekijöitä ja tuotannon häiriöiden tasaamiseksi tarvitaan ylösajon hallintaa, mihin liittyy jatkuva oppiminen ja jatkuva parantaminen. Prosessin hallitsemiseksi haasteiden tunnistaminen on erityisen tärkeää. (Dombrowski et al, 2018; Heraud et al, 2023.)

Prosessiin vaikuttavien ongelmien juurisyyt tulee ymmärtää, jota helpottamaan Rich, Bateman, Esain, Massey & Samuel (2006) esittelevät Ishikawan kalanruotokaavion (kuvio 9), jonka avulla voidaan paremmin ymmärtää prosessin syy-seuraussuhteet. Kuvaamalla ongelmien rakenteen ja juurisyyt sekä niiden aiheuttamat vaikutukset yksityiskohtaisesti voidaan kehityskohteet tuoda esiin. Syy-seuraus-kaavio koostuu ongelman aiheuttajien pääryhmistä ja niiden alla aiheuttajat, jotka yhteenlaskettuna muodostavat ongelmien kokonaisvaikutukset. Tätä voidaan käyttää tuotesuunnittelussa, mutta on myös käytettävissä valmistusprosessin vikojen ja vaikutusten kuvaamiseen (Gobetto 2014.)



KUVIO 9. Ishikawan syy-seurauskaavio (Rich et al 2006, 108, mukaillen)

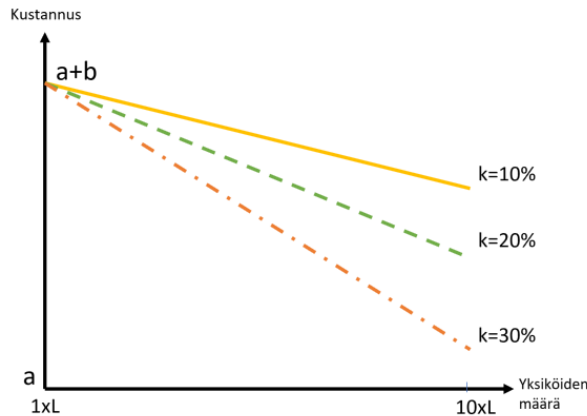
5 miksi-kysymystä

Viisi miksi-kysymyksen prosessi on tehokas keino selvittää ongelman juurisyyt toistamalla kysymystä, kunnes ongelman alkuperäinen lähde selviää. Tätä menetelmää käytetään usein PDCA-prosessin suunnitteluvaiheessa. Usein ongelmien juurisyyt jäävät näennäisten ongelmien taakse, eivätkä ne ole niin yksinkertaisesti selvitettävissä kuin malli antaa ymmärtää. Jokaisen kysymyksen vastaaminen vaatii harkintaa ja analysointia (Nicholas 2011, 30-31.)

3.3.4 Jatkuva parantaminen

Ylösajoprosessissa testaus- ja tutkimusvaiheen jälkeen pyritään parantamaan jokaisen uuden tuotteen teknologiaa ja valmistusmenetelmiä etsien parasta mahdollista mallia kustannustehokkuuden kannalta. Kuviossa 10 on esitetty teoreettinen oppimiskäyrä, jota tarkastelemalla voidaan havaita kehitys laskevissa kustannuksissa tuotteiden välillä vertailemalla kustannusten kehittymistä valmistusmäärään. Asteittainen kehitys on mahdollista sekä laadussa että kustannuksissa.

Kuvaajassa indeksi k osoittaa eksponentiaalisen kehityksen laskevissa kustannuksissa. Indeksien todettiin olevan suurempi, mitä suurempi teknologian hyödynnettävyys on. (Gobetto 2014, 183-184.)



KUVIO 10. Teoreettinen oppimiskäyrä (Gobetto 2014, 184, mukailen.)

Jatkuvaa parantamista ja Kaizenia voidaan käyttää parantaakseen liiketoiminnan kaikkia toimintoja aina valmistuksesta johtamiseen. Kaizenin tarkoituksena on poistaa hukat toiminnoista standardoiduissa prosesseissa. Tarkoituksena on tehdä parannusta pienin askelin ja luoda aina uusi standardi varmistaen, että muutoksen hyödyt pysyvät. (Gobetto 2014,) Prosessin parantamista on kahden tyyppistä, (1) jatkuvaa prosessin parantamista ja (2) hetkellistä läpimurtotyyppistä parantamista. Jatkuvassa parantamisessa on tarkoituksena kehittää asteittain olemassa olevaa prosessia parantaen kyvykkyyttä ja ylläpitääkseen käytettävyyttä sekä ylläpitääkseen olemassa olevia standardeja (Fasser & Brettner 2002, 263-264.) Myös jatkuva parantaminen voidaan jakaa kahteen ryhmään; (1) parantamisella pyritään lisäämään asiakkaan tyytyväisyyttä ja kasvattamaan tulosta niin tuotteen kuin prosessin kautta, (2) parantaminen kohdistetaan vähentämään asiakkaan tyytymättömyyttä kuten vikojen aiheuttama hukkaa, prosessivikoja, vikoja tuotteessa, tarkastuksia ja testauksia (Fasser & Brettner 2002, 223-224.) Parannusten tekemiseksi voidaan hyödyntää KPI-mittareita, tartutaan poikkeamiin ja tehdään korjauksia. Visualisoimalla suorituskykyä voidaan parantamisen vaikutukset nähdä (Torres et al 2020.)

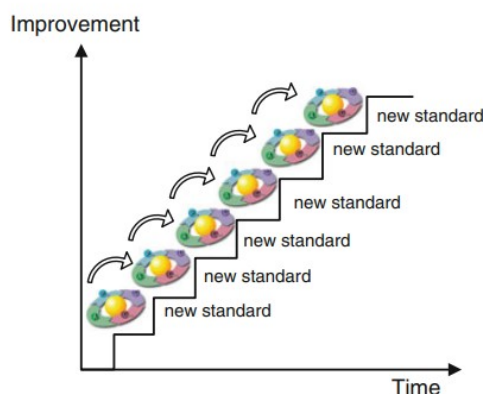
PDCA-sykli

PDCA-sykli tunnetaan jatkuvan parantamisen menetelmänä, joka koostuu neljästä vaiheesta, suunnittelu, käyttöönotto, tarkastus ja toiminta.

1. Plan; tavoitteiden ja prosessien suunnittelu tulosten saavuttamiseksi koostuu neljästä vaiheesta, datan kerääminen, ongelman määrittäminen, tavoitteen asettaminen ja ongelman ratkaisu.
2. Do; suunnitelman tai uuden prosessin käyttöönotto. Tulosten näkemiseksi tulee seurata muutosta ja suunnitelma muokataan toistettavaksi.
3. Check; mitataan uuden prosessin tulokset ja verrataan odotettuihin tuloksiin. Tämä tulee nähdä kokeiluna, missä määrin tavoitteet saavutetaan. Muutoksien vaikutukset ja sivuvaikutukset tulee aina huomioida.
4. Act; Toimenpiteet onnistuneiden muutosten säilyttämiseksi ja standardoimiseksi. Jos muutokset eivät onnistuneet tai onnistuivat vain osaksi tehdään uusia toimenpiteitä muutoksen laajentamiseksi. Vaikka muutokset vaikuttaisivat onnistuneet, tulee niitä tarkastella myöhemmin uudelleen, jolloin PDCA sykli toistetaan (Nicholas 2011, 30.)

Kaizen

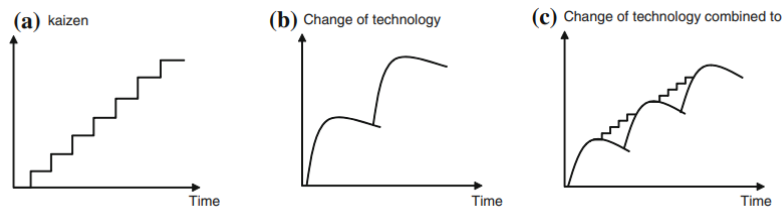
Kaizenilla tarkoitetaan läpimurtotyyppistä parantamista, joka kohdistuu innovaatioihin kuten tuotekehitykseen, teknologiaan ja uusiin laitteisiin. Läpimurtotyyppisen parantamisen taustalla on päätös korkeamman suorituskyvyn tai laatutason saavuttamisesta. Tässä mallissa parannetaan olemassa olevaa prosessia uudelle tasolle tai korvataan vanha prosessi uudella (Fasser & Brettner 2002, 263-264.) Kuviossa 11 on esitetty, kuinka PDCA-sykliä toistamalla saavutetaan aina uusi standardi.



KUVIO 11. PDCA sykli ja uuden standardin saavuttaminen (Gobetto 2014, 196)

Tuotannon ylösajo voidaan nähdä teknologian muutoksena (kuvio 12), joka koostuu useista pienistä Kaizenin kehitysaskelista (kuvio a) tai vaihtoehtoisesti tämä voidaan yhdistää suurempiin teknologiamuutoksiin (kuvio c). Kaizenin toimenpiteitä ovat;

1. Standardoi toiminto
2. Mittaa standardoitu toiminto
3. Vertaa mittauksia vaatimuksiin
4. Innovoi saavuttaaksesi vaatimukset ja paranna tuottavuutta
5. Standardoi uusi parempi toimintatapa
6. Toista sykli yhä uudelleen (Gobetto 2014, 196)



KUVIO 12. Parantamisen muodot (Gobetto 2014, 196)

3.4 Osaamisen kehittäminen ja tiedolla johtaminen ylösajossa

Markkinakilpailussa voittajana selviää se organisaatio, joka pystyy muuttamaan nopeimmin parhaimman idean markkinoitavaksi tuotteeksi. Tiedonhallinta on yksi oleellisimmista kyvyistä yrityksessä kilpailukyvyyn saavuttamiseksi. Tämä vaatii yhä parempaa tietotaitoja ja osaavampia työntekijöitä. Jokaisessa ryhmässä tulee olla innovatiivisia, taidokkaita ja osaavia henkilöitä, jotka vetävät puoleensa osaamista ja auttavat kasvattamaan toistensa osaamista. Työntekijöillä tulee olla osaamista ja halu selviytyä itsenäisesti. Johtajan tulee tuntea työntekijöiden työkuva koordinoitakseen heitä ja ymmärtääkseen, mitä odotuksia heille voi asettaa. Johtaja ymmärtää kokonaisuuden, ja sen toiminnan yrityksen strategia huomioiden. Työntekijöiden tulee tarkalleen tietää, mitä tehdä ja johtaja mahdollistaa suoriutumisen ja tavoitetta muutetaan tarvittaessa. (Fasser & Brettner 2002, 64-65, 132-133.)

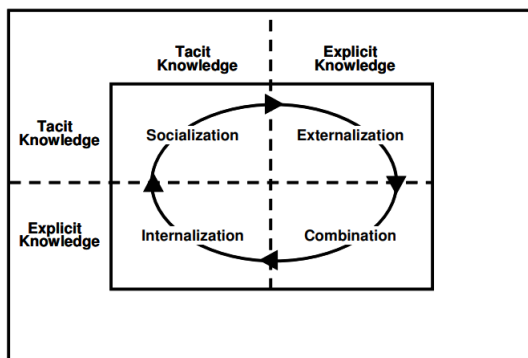
Prosessit, organisaatorakenne ja IT-sovellukset mahdollistavat tuottavuuden parantamisen ja liikearvon lisäämisen mahdollistamalla nopean reagoinnin (Yang 2010). Digitaalisen teknologian kuten ERP:in käyttö mahdollistaa laajennetun tiedon siirtämisen osastojen välillä. Prosessihallintatyökalu kuten laadunhallintajärjestelmä voi mahdollistaa keskeytymättömän tuotannon ja esimerkiksi vähentää tuotannon läpimenoaikaa tai parantaa prosessin tehokkuutta. Tehokas prosessien hallinta edellyttää oikea-aikaisen ja asiaan kuuluvan tiedon hallintaa (Prajogo et al 2018.) Tiedon jakaminen auttaa käyttämään kumppaneiden tietoa ja osaamista, mutta lisää myös tiimin suorituskykyä (Kahn, Kay & Slotegraaf 2012, 191.) On luotava ilmapiiri, jossa työntekijöillä on luottamus jakaa tietoa toisilleen, ja lisäksi tulee mahdollistaa keskustelu toisten kanssa, koska keskustelulla on tärkeä rooli tiedon jakamisessa. Tietoa voidaan jakaa yksilöiden tai ryhmien välillä (Fasser & Brettner 2002, 64-65, 138-139.)

Fenner, Arellano, Von Dzengelevski & Netland (2023) osoittivat tutkimuksessaan tiimipalavereiden merkitystä oppimiseen sekä psykologiseen turvallisuuteen tiimin sisällä. Lean-käytäntöihin kuuluvissa tiimipalavereissa vaihdetaan tietoja säännöllisesti ja kannustetaan tiimin jäseniä jakamaan ajatuksia, minkä avulla luodaan myös avointa ilmapiiriä. Lean-tiimeissä tiedon jakaminen ja ongelmanratkaisu sekä suoriutumiseen liittyvä keskustelu vaatii psykologista turvallisuutta, mutta toimiessaan se lisää tiimioppimista. Lean-palaverit, joissa tehdään päätöksiä tiimin jäsenien mielipiteet ja näkemykset huomioon ottaen sekä virheistä oppien, tukee se tiimin oppimista (Fenner et al 2023.) Viestinnästä sanotaan, että se on muutakin kuin tiedon jakamista, sillä tehokkaalla viestinnällä pyritään tiedon vaihtoon ja ymmärrykseen. Viestinnässä tulee varmistaa, että kaikilla on sama käsitys asiasta. Ihmisten on hyvä ymmärtää, että saavutetun tiedon on tarkoitus ohjata toimintaa (Summers 2011, 41.)

Johtaminen muuttuvassa tuotannon toimintaympäristössä edellyttää vahvaa tietojohtamista. Fjällström ym. (2009) esittelevät ylösajossa tarvittavat tietotyypit, joita ovat 1. tieto ongelmasta, ongelman tyyppi, miten ja missä esiintyy, 2. tietotaito esimerkiksi, työvälaineistä, ympäristöstä ja miten järjestelmät, koneet toimivat ja miten asennustyö tehdään, 3. ratkaiseva tieto, miten ongelma ratkaistaan. Tutkimuksessaan Fjällström ym. (2009) tunnistivat kuusi tapahtumaluokkaa, joiden

käsittelyssä tarvitaan tietoa; toimittajat/toimitus, tuote/laatu, laitteet/tekniikka, prosessi, henkilöstö/koulutus ja organisaatio. Sopivaan aikaan saavutettu tieto edistää suoriutumista ja päätöksentekoa (Fjällström et al 2009, 179).

Organisaation oppimisen SECI-mallin (Nonaka, Takeuchi 1995) neljä vaihetta, sosialisatio (engl. socialization), ulkoistaminen (engl. externalization), yhdistäminen (engl. combination) ja sisäistäminen (engl. internalization) on esitetty kuviossa 13. Sosialisatiossa työntekijät jakavat kokemuksia, asenteita ja näkökulmiaan, mikä vaatii luottamusta toisiinsa. Ulkoistamisen vaiheessa työntekijät vaihtavat ajatuksia ja ideoita keskenään, ja hiljainen tieto muuttuu tiedostetuksi tiedoksi keskustelun kautta, jolloin ideat ja ajatukset muuttuvat toimintamalleiksi. Yhdistämisen vaiheessa uusi tieto yhdistetään vanhan tiedon kanssa, jolloin tieto tallennetaan ja dokumentoidaan ohjeisiin, piirustuksiin ja sisäisiin ohjeistuksiin, mikä helpottaa tiedon jakamista organisaatiolle. Viimeisessä sisäistämisen vaiheessa uusi tieto muuttuu jälleen hiljaiseksi tiedoksi, ja se otetaan osaksi päivittäistä työtä ja omaksutaan rutiineihin (Thiebus, S., Kretzschmann, R., & Berger, U. 2006.)



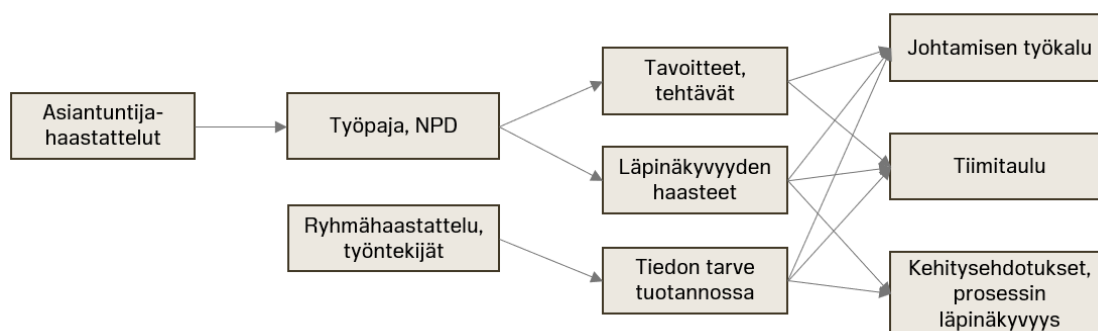
KUVIO 13. Organisaation oppimisen malli (Thiebus et al, 2006).

4 TUTKIMUSMETODIT

4.1 Laadullinen tutkimus

Tämän tutkimuksen menetelmäksi valittiin kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä. Laadullisessa tutkimuksessa puhutaan aineistolähtöisestä analyysistä, jossa aineisto rakentuu empiirisestä aineistosta. Laadullisessa tutkimuksessa keskitytään varsin pieneen määrään tapauksia ja näitä pyritään analysoimaan mahdollisimman perusteellisesti (Eskola & Suoranta 1998, 13.) Empiirisen aineiston lähteitä voivat olla tapaustutkimukset, henkilökohtaiset kokemukset, introspektiivit, elämätarinat, haastattelut, havainnointi ja erilaiset tekstit, jotka käsittelevät rutiineja, niihin liittyviä ongelmia ja merkityksiä (Klenke 2008, 7). Vilka (2021) mainitsee, että laadullisen tutkimuksen tavoitteena on saavuttaa ihmisten omat kuvaukset heidän kokemastaan todellisuudesta (katso. Varto 1992). Laadullisen tutkimuksen vastaukset koetaan olevan ihmiselle tärkeitä tai merkityksellisiä, ja ne voivat sijoittua pidemmällekin ajanjaksolle (Vilka 2021, 94).

Tutkimuksen tiedonkeruuvaihe toteutetaan kolmessa vaiheessa, teemahaastattelun, työpajan ja täsmäryhmähaastattelun menetelmillä. Haastattelututkimuksessa keskitytään tutkimaan ylösajovaiheen tavoitteita, tuotannollistamisen tehtäviä NPD-tiimin sekä sisäisen ja ulkoisen asiakkaan näkökulmasta haastattelella tuotannon NPD-tiimin jäseniä ja valmistuksen sidosryhmiä. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on tunnistaa prosessin läpinäkyvyyteen eli prosessin seurantaan, tiedonhallintaan sekä mittaamiseen liittyvät haasteet. Työpajan tarkoituksena on vahvistaa tai sulkea pois haastattelujen kautta nousseet ylösajon tavoitteet ja tehtävät, tai mahdollisesti tuoda uusia ajatuksia. Asentajien ryhmähaastattelun tarkoituksena on selvittää, minkälaista tietoa kokoonpanoasentajat tarvitsevat työssään suoriutumiseksi. Kuviossa 14 on esitetty tutkimuksen vaiheet, joiden kautta saadaan lisätietoa johtamisen työkalun, tiimitaulun ja prosessin läpinäkyvyyden kehittämiseksi.



KUVIO 14. Tutkimuksen vaiheet ja tavoitteet

Asiantuntijahaastatteluista, niin yksilöhaastatteluista ja ryhmähaastattelusta saatava aineisto perustetaan haastateltavien henkilöiden kokemuksiin ja työkokemukseen, mikä huomioitiin haastateltavia henkilöitä valittaessa. Tutkimushenkilöitä valittaessa on hyvä huomioida haastateltavien tutkittavia teemoja koskeva asiantuntemus tai kokemus. (Vilkkä 2021, 109). Laine (2021) toteaa kokemuksen ja käsityksen suhteen olevan ongelmallinen, koska näillä ei ole keskinäistä yhteyttä, sillä kokemus on aina omakohtainen ja käsitykset kertovat paremminkin perinteisistä ja yhteisön ajattelutavoista.

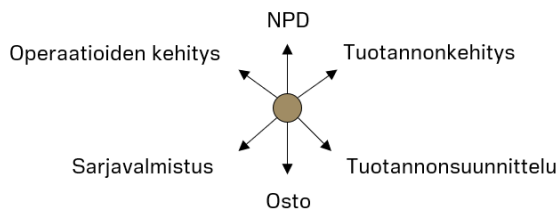
Tutkimuksen aikana toimin organisaatiossa työnjohtajana ja NPD-insinöörinä, minkä johdosta pääsen seuraamaan toimintoa hyvin läheltä. Itse ollessaan mukana toiminnossa, herkästi muodostaa asioista omia näkemyksiä, mikä tulee huomioida tutkimuksen jokaisessa vaiheessa. Laadullisessa tutkimuksessa ennako-olettamukset eli hypoteesit ovat suorastaan kiellettyjä (Eskola & Suoranta 1998, 13.) Tutkija kuitenkin asettaa tematisointeja ja kysymyksiä oman kokemuksensa ja ymmärryksiensä perustuen, ja tämän kautta hän myös tulkitsee tutkimuskohdetta (Vilkkä 2021, 94-95).

4.2 Teemahaastattelu

Teemahaastattelua kutsutaan usein myös puolistrukturoiduksi haastatteluksi, joka voidaan toteuttaa niin määrällisenä kuin laadullisena menetelmänä. Teemahaastattelussa tutkimusongelmasta kerätään keskeiset aiheet ja teemat, joiden käsittely on tarpeellista tutkimusongelmaan vastaamiseksi. Haastattelun tarkoi-

tuksena on, että haastateltava antaa oman kuvauksensa kysymyksiin. Haastatteluteemat on hyvä käsitellä sellaisessa järjestyksessä, mikä auttaa haastateltavaa vastaamaan luontevasti (Vilka 2021,100.) Tutkimuksessa keskitytään tuotannon tehtäviin, mutta haastateltaessa sidosryhmiä saatetaan haastatteluissa käsitellä asioita laajaltikin.

Tiedon keräämiseksi haastatellaan sidosryhmien asiantuntijoita laadullisella teemahaastattelulla, jossa haastateltaville esitetään kysymyksiä määritetyistä teemoista. Kysymykset on asetettu niin, että haastateltavalla on vapaus esittää vastaukset omasta näkökulmasta. Haastattelun aikana voidaan esittää tarkentavia kysymyksiä, mutta vältetään ohjaamista ja vaikuttamista haastateltavan vastauksiin. Teemahaastattelu toteutetaan haastatteleamalla asiantuntijoita supply-organisaation eri sidosryhmistä, tuotannonkehityksestä, tuotannonsuunnittelusta, ostosta ja operaatioiden kehityksestä sekä protovalmistukseen ja tuotannon ylösajoon keskittyvästä NPD-tiimistä (kuviot 15). Vilka (2021) toteaa, että haastateltavien käsitysten ei tarvitse olla muodostunut omakohtaisen kokemuksen perusteella vaan voivat olla organisaation tai yrityksen perinteiden ja ajattelutapojen mukaan muodostuneita.



KUVIO 15. Asiantuntijahaastattelujen kohderyhmät

Tutkimukseen valikoitui laajan kokemuksen eri tehtävissä omaavia henkilöitä, joiden kokemus kohdeyrityksessä on mahdollisimman pitkä ja monipuolinen. Haastateltavien työkokemus yrityksessä on 5 - 18 vuotta, eri tehtävissä, ja kaikilla haastateltavilla on insinöörin tai diplomi-insinöörin koulutustausta. Taulukossa 2 on esitetty haastattelijat sekä kohderyhmät, joita he valittiin edustamaan haastatteluissa sen hetkisen työnkuvan tai aiemman työkokemuksen perusteella.

TAULUKKO 2. Haastateltavat asiantuntijat

Haastateltava	Sidosryhmä	Nykyinen tehtävä
H1	NPD	NPD-projekti-insinööri
H2	NPD	NPD-projekti-insinööri
H3	Osto Sarjavalmistus	Ostaja (ed. tehtävä sarjavalmistuksen työnjohtaja)
H4	NPD	Valmistuspäällikkö, NPD- ja protovalmistus
H5	Tuotannonkehitys	Tuotannonkehityspäällikkö
H6	Operaatioiden kehitys	Kehityspäällikkö
H7	Tuotannosuunnittelu	Tuotannosuunnittelija

Haastattelut toteutetaan Microsoft Teamsin välityksellä ja haastattelut tallennetaan Teamsilla sekä puhelimella nauhoittamalla. Haastatteluihin varataan 0,5 - 2 tuntia. Haastattelujen äänitykset siirretään tietokoneelle ja litteroidaan tekstimuotoon Word-tekstinkäsittelyohjelman avulla. Tämän jälkeen mahdolliset virheet tekstissä korjataan. Seuraavassa vaiheessa vastaukset tiivistetään ja järjestetään kysymyksittäin luokitellen. Luokittelun avulla löydetään tärkeimmät huomiot ja yhdistetään samankaltaisuudet vastauksista, mikä helpottaa tutkimusaineiston järjestelmällistä läpikäyntiä.

Haastattelukysymykset jaetaan kolmeen teemaan ja kysymyksiä on kaikkiaan 12 kappaletta. Kysymykset luokitellaan tuotannollistamisen tavoitteisiin ja tehtäviin, tietojohdamiseen sekä mittarointiin ja seurantaan.

Haastattelukysymykset

Tuotannollistamisen tavoitteet ja tehtävät

- Miksi tuotannollistaminen on tärkeää sisäiselle asiakkaalle, sarjavalmistukselle?
- Miksi tuotannollistaminen on tärkeää ulkoiselle asiakkaalle, loppukäyttäjälle?
- Mitä odotuksia Lean-ajattelu ja jatkuva parantaminen asettaa tuotannollistamiselle?
- Mitä tietoa tuotannollistaminen (ramp up) tulisi tuottaa funktiollesi/roolillesi?

Tietojohdaminen

- Miten tiedon tarve eroaa tuotannollistamisen ja sarjavalmistuksen välillä?
- Mitä ovat kehitystehtävien tietojohdamisen haasteet?
- Miksi tiedon saavuttaminen ja jakaminen on tärkeää tuotannollistamisessa?
- Miten varmistetaan tuotannollistamisen vaatimusten toteutuminen?
- Miten yrityksen strategia tulisi näkyä tuotannollistamisen tietojohdamisessa?

Mittarointi ja seuranta

- Mitä haasteita voi olla kehitystehtävien tiedonhallinnassa, etenemän seurannassa, mittaroinnissa/visualisoinnissa?
- Mikä on mittaroinnissa ja seurannassa tärkeää?
- Miten tuotannonohjausjärjestelmä ja muut ohjelmistot tukevat tiedon hallintaa ja mittarointia?

4.3 Työpaja

Ryhmähaastattelun yhteydessä voidaan tiedonkeruun menetelmänä pitää aivo-riihtä, työpajaa tai oppimiskahvilamenetelmää. Näiden menetelmien tavoitteena voidaan pitää yhdessä oppimista (Vilkka 2021, 101.) Työpajan tarkoituksena on vahvistaa, mitkä haastatteluissa nousevat ylösajon tavoitteet ja tehtävät koetaan kuuluvan tuotannollistamisen tehtäviin. Työpajaan osallistuu kuusi NPD-tiimiin kuuluvaa jäsentä, tiimin esimies, kaksi projekti-insinööriä, kaksi työnjohtajaa sekä protokomponenttien ostaja. Tutkimushenkilöt jaetaan kahteen kolmen hengen ryhmään, joiden sisällä keskustellen arvioidaan haastattelujen pohjalta koostetut ylösajon tehtävät, mitkä tehtävät kuuluvat ylösajoon. Ryhmällä on mahdollisuus esittää lisäyksiä, jos näitä ei haastatteluiden yhteydessä ole jo esitetty. Tuloksia tarkasteltaessa tuotannollistamisen tehtävät vedetään yhteen asiantuntijahaastatteluiden ja työpajan tuloksien perusteella.

4.4 Täsmäryhmähaastattelu

Vilka (2021) mukaan täsmäryhmähaastattelu on oiva tapa toteuttaa tavoitetta tutkimuksen emansipatorisuudesta työelämän tutkimusperustaisissa kehittämiss-hankeissa. Tutkimuksen emansipatorisuutta vahvistaa se, että vastaajaryhmällä on haastattelun aikana mahdollisuus luoda yhteinen näkemys keskusteltavista teemoista (Vilka 2021, 101.) Tärkeää ryhmähaastattelussa on, että kaikki pääsevät osallistumaan keskusteluun, mistä voidaan varmistua jakamalla puheenvuoroja (Hirsijärvi & Hurme 2001, 61-62.) Haastattelijan ei tule osallistua keskusteluun vaan hänen tulee tukea ryhmän yhdenvertaista dialogia. Täsmäryhmähaastattelun mahdollisuus on, että haastateltaville jää tunne siitä, että heidän ymmärryksensä tutkittavasta asiasta on haastattelun aikana kasvanut, ja he ovat tulleet aidosti kuunnelluiksi. Tämän menetelmän etuna on, että haastattelulla voidaan luoda omaa keskustelukulttuuria ja käsitteitä työelämän yhteisiin käytäntöihin (Vilka 2021, 101.)

Työntekijöiden ryhmähaastatteluun osallistuu kuusi henkilöä, jotka työskentelevät kokoonpanoasentajina kokoonpano-osastolla, mihin kehitystyö kohdistuu. Haastattelun tavoitteena on selvittää, minkälaista tietoa työntekijät kokevat tarvitsevänsä tuotannon ylösajossa työssään suoriutumiseksi. Haastattelu toteutetaan osallistavalla täsmäryhmähaastattelun mallilla, jossa kysymykset esitetään yhteisesti kaikille, ja jokaiselle henkilölle annetaan kymmenen minuuttia aikaa miettiä vastauksia itsenäisesti kirjaten vastauksen post-it-lapuille. Seuraavassa vaiheessa vastaajat jaetaan pareihin, joissa henkilöt käyvät kymmenen minuutin aikana keskenään läpi kirjaamansa asiat, keskustelevat aiheesta toinen toisiaan täydentäen. Lopuksi vastaukset kerätään vuorotellen pareilta puheenvuoroja jakaen, minkä jälkeen vastauksia pohditaan yhdessä ja tarvittaessa täydennetään vastauksia. Vastaukset kerätään taululle ja ryhmitellään tietotyyppin mukaan. Ryhmähaastattelun kysymykset;

- Minkälaista tietoa tarvitset työssäsi, mieti...
 - ...työssä kohdattavien ongelmien kautta?
 - ...työssä suoriutumisen kautta?
 - ...minkälaiselle tiedolle koet olevan tarvetta jakaa kaikille osastolla?

5 TULOKSET JA ANALYSOINTI

5.1 Tuotannon ylösajon johtamisen tavoitteet

Tässä kappaleessa esitetään tutkimustulokset tuotannon ylösajon tavoitteista, ja tehtävistä, johtamiseen ja suorituskykyyn vaikuttavat läpinäkyvyyden haasteet prosessissa sekä tuotannon työntekijöiden tiedontarpeesta.

5.1.1 Ylösajon operatiiviset tavoitteet

Haastatteluiden perusteella tuotannon ylösajon tavoitteiksi tunnistettiin tyypilliset asiakastyytyväisyyteen, laatuun ja kustannustehokkuuteen liittyvät tavoitteet sekä sarjavalmiuteen liittyvät tavoitteet, kuten toistettava prosessi, tuotteen kypsyyden ja asennettavuuden saavuttaminen (Liite 1). Haastattelutuloksien perusteella tuotannon ylösajon tavoitteista voitiin tunnistaa operatiivisiksi suoritustekijöiksi; ***toimitusvarmuus, toimitusaika, laatu ja kustannustehokkuus***.

Tuotannossa on jatkuvasti kehityttävä nopealla aikataululla, jotta pystytään leikkaamaan läpimenoaikoja ja kustannusrakennetta, tavoitteena kannattavuuden parantaminen. Tällöin pystytään myös lupaamaan asiakkaille parempia toimitusaikoja (H4.)

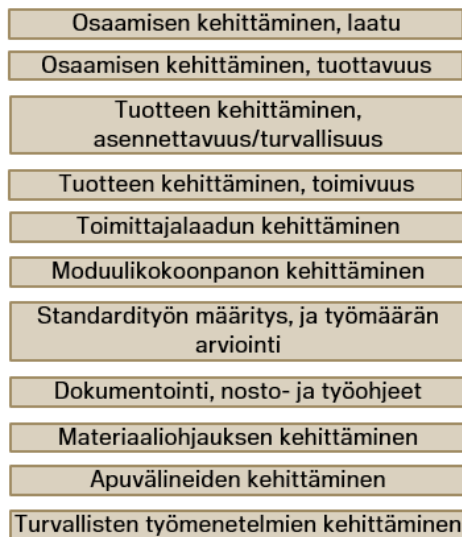
Tuotannollistettava konsepti tulee käydä läpi joka osa-alueella, ja tietoaukot täytetään. Kaikki osa-alueet olisi useampaan kertaan kokeiltu ja siitä on muodostunut käsitys, kuinka hyvin tekeminen onnistuu, riskit on arvioitu ja tekeminen on turvallista (H6.)

5.1.2 Ylösajon tehtävät tuotannossa

Sidosryhmien asiantuntijahaastattelujen ja työpajan tutkimusmenetelmien kautta saadut tuotannon ylösajon tavoitteet on esitetty liitteessä 1 ja tehtävät on esitetty liitteessä 2. Tutkimustuloksista saadut tuotannollistamisen tehtävät luokiteltiin

Fjällström ym. (2009) esittämien ongelmien aiheuttajien mukaan; **henkilöstö, valmistusjärjestelmä, materiaalihankinta ja tuotekonsepti**. Luokittelun tarkoituksena oli selventää häiriöiden aiheuttajien ja tavoitteiden keskinäistä suhdetta. Tämän tutkimuksen aineiston perusteella voidaan tulkita, että häiriöiden ilmentymisen osa-alueet toimivat samalla tavoitteiden osa-alueina.

Tuotannon ylösajon aikaiset tavoitteet tunnistettiin haastatteluissa, mutta tarkemmat tehtävät todettiin olevan kuvattu suurpiirteisesti, eikä ole aina selvää, mitä tehtäviä ylösajoon kuuluu. H1: ”taitaa olla enempi sellaista projektin häntien hoitoa”. Kuviossa 16 on esitetty tutkimustuloksista saadut ylösajon tehtävät.



KUVIO 16. Tuotannon ylösajon tehtävät

Tuotteen ja tuotannon kehittäminen

Tuotekehitykseen ja tuotannollistamiseen annettu panos vaikuttavat ylösajovaiheen työmäärään ja tavoitteisiin. Ylösajossa niin protovaiheella kuin esisarjan aikana kehitetään tuotetta. Protovaiheelta tuotteen kehittäminen voi jäädä kesken, minkä johdosta kehittämistä jatketaan ramp up-vaiheessa. H1: ”ensimmäinen prototyyppi ei välttämättä ole se, mihin halutaan päätyä, vaan halutaan tehdä muutama iteraatio tai muutoskierrös”. Myös valmistusmenetelmät kehittyvät tois-tojen myötä, kun tuote ja valmistus vakiintuu sekä osaaminen laajenee. H1:n mukaan protovaiheessa ei välttämättä päästä vakiintuneisiin valmistusmenetelmiin, mutta ylösajossa vakiintuneita menetelmiä voidaan jo nähdä.

Jatkuva parantaminen

Haastattelutulosten perusteella voidaan päätellä, että jatkuva parantaminen on organisaatiossa tunnistettu työkaluksi, jolla pystytään pitkässä juoksussa vaikuttamaan läpimenoaikoihin. H4: ”tuotannon prosesseja kehitetään ja tuotetta laiteetaan kuntoon. Se on tietynlainen matka, joka ei pääty ennen kuin tuote kuopataan”. H4 painotti, että halutaan varmistaa, että suunnittelupalautteet menevät eteenpäin, nähdään kehittyminen, ja läpimenoaikoja leikataan. Haastatteluista voidaan päätellä, että organisaatiossa tunnistetaan prosessien ja tuotteiden kehittämismahdollisuus, ja se on ikään kuin sisään rakennettu ajatus, kun on kyse kompleksisten tuotteiden valmistuksesta. Tutkimuksessa nousseet jatkuvan parantamisen menetelmiksi koettiin;

- Suunnittelupalautteet
- Laatulpalautteet, toimittajien komponenttilaatu
- Sisäiset laatulpalautteet
- Materiaaliohjauksen palautteet
- Kehitysehdotukset

Toimittajalaadun varmistaminen

Toimittajien osaaminen ja kyky toimittaa laadukkaita komponentteja aikataulussa aiheuttavat epävarmuutta ylösajon suunnitelmien toteutumiseen, sillä tuotannon suunnittelu perustuu osaltaan materiaalisaatavuuteen ja tuotannon suunnitelmien toteutumiseen vaikuttaa komponenttilaatu. Toimitusten myöhästymiset voivat siirtää kokoonpanon aloitusta tai keskeyttää kokoonpanon aiheuttaen viivästyksiä aikatauluun ja mahdollisesti asiakastoimituksiin. Ylösajon aikana epävarmuus materiaalityömituksissa ja häiriöt haastavat optimaalista henkilöstöresurssein suunnittelua ja työhajausta kustannustehokkuuden kannalta. H4 totesi, että toimittajien kypsyyttä ja komponenttien laatua tulee arvioida ylösajon aikana, jotta nähdään toimittajien saaneen riittävästi kokemusta ja ovat saavuttaneet luotettavan tason. Ylösajon tavoitteiksi voidaan tulkita, että tavoitteena on tehdä laatulpalautteita toimittajille, jotta he pystyisivät kehittämään laatua ja luotettavuutta, mikä on perusta tuotannon suunnittelulle ja aikataulussa pysymiselle.

H3:n haastattelun perusteella voitiin tunnistaa, että loppukokoonpanossa osapuutteiden sattuessa voidaan tuotteen laajuuden ja kokoonpanon keston takia

muuttaa työjärjestystä tiettyyn pisteeseen saakka varmistaen keskeytymätön tuotanto. Moduulikokoonpanoissa kokoonpanotyö voi keskeytyä pienenkin häiriön sattuessa, jolloin häiriöttömän tuotannon saavuttaminen on aikataulussa pysymisen edellytys.

Osaamisen hallinta

Haastattelut vahvistivat teoriaa osaamisen hallinnan tarpeesta ylösajossa. H3:n ja H4:n haastatteluissa nostettiin esiin, että ylösajossa osaamisen tulee kehittyä, ja osaaminen ja tarvittavat koulutukset tulee varmistaa. Ylösajossa on huomattu tarve osaamisen hallinnalle, kun verrataan läpimenoaikoja kahden samanlaisen kokoonpanokokemuksen omaavan asentajan, ensimmäistä kertaa kokoonpanoa tekevän asentajan ja muutaman toiston saaneen, välillä. Läpimenoaikojen vaihteluun voi vaikuttaa myös se, kuinka paljon käytetään aikaa tuotteen ”hienosäätöön”.

Useamman haastateltavan vastauksista tunnistettiin tarve osaamisen siirtämiselle, kun prosessissa kokoonpano siirtyy joko protovaiheelta ylösajoon tai edelleen ylösajosta sarjavalmistukseen. H1 koki tarvetta protovaiheen ja ylösajovaiheen tiedon ja osaamisen siirtämiselle, kun taas H3 ja H5 kertoivat osaamisen siirtämisen tarpeesta sarjavalmistuksen onnistuneen aloittamisen kannalta. H5:n mukaan hiljaista tietoa tulisi jalkauttaa tavoitteellisemmin, jolloin voitaisiin esimerkiksi laittaa kokeneita asentajia perehdyttämään sarjavalmistukseen, kun tuote on siirtymässä seuraavaan vaiheeseen. H3 perusteli, että tehokkaalla koulutuksella varmistettaisiin, ettei opettelu alkaisi aina alusta, kun siirrytään protovaiheelta ylösajoon tai edelleen sarjavalmistukseen.

Työn standardointi

Työn standardointi nousi haastatteluissa ylösajon tehtäväksi. Työhön kuluvan ajan ja optimaalisen työjärjestyksen lisäksi sillä pystytään vaikuttamaan työturvallisuuteen ja riskien tunnistamiseen. Hiotaan tekeminen standardiksi ja toistettavaksi, ja tunnistetaan, paljonko aikaa menee, tarkka standardityölista ja materiaalien vaiheistus sen mukaan (H1, H3.) H6: ”Tämä on ikää kuin proof of concept tuotannossa, on ymmärrys ja tunnistetaan, miten kaikki toimii, riskit on arvioitu ja

tekeminen on turvallista”. Standardointiin liittyen kuitenkin tunnistettiin tarve uudistaa tuotantoon ja ylösajoon liittyvissä menetelmissä, ettei kangistuta kaavoihin ja opittaisiin virheistä (H3, H5).

Aiemmin todetusta H3:n haastattelusta voitiin tunnistaa, että tuotteen loppukoonpanossa standardityöstä voidaan joutua poikkeamaan esimerkiksi materiaali-
lipuutteista johtuen, minkä takia korostettiin materiaalisaa-
tavuuden kriittisyyttä ja kokoonpanon aloitustarkastelua. Samalla tunnistettiin, että apuvälineiden käyttö saattaa rajoittua, jos standardityöstä poiketaan, mikä keskeyttää tuotannon. Tästä voidaan päätellä, että lyhyempikestoisissa ja kokoluokaltaan pienemmissä moduulikokoonpanoissa standardityöstä poikkeaminen ei ole siinä määrin mahdollista, ja häiriöt kuten osapuutteet aiheuttavat herkemmin tuotannon keskeytymisen.

Tuotannon ylösajoon kuuluu vakaan tuotannon saavuttaminen ja tuotantokapasiteetin kehittymisen seuraaminen, mihin liittyy tuotteeseen, tuotantoon ja osamiseen liittyvä kehittyminen. H2:n haastattelun perusteella ylösajon kehityksen suunnittelu perustuu arvioon, miten tullaan kehittymään. H7: ”tuotannollistaminen tuottaa ramp up-vaihemallit, ja seurataan, miten niihin nähden kehitytään”. Ylösajon suunnittelun perustuessa arvioihin, tulisi pyrkiä mahdollisimman hyvään tarkkuuteen, koska tällä on vaikutuksia ylösajon tehtävien suunnitteluun, ja henkilöstöresurssiin varautumiseen. Optimaalinen ylösajon suunnittelu on haasteellista prosessiin kohdistuvien häiriöiden ja kehittymisen tunnistamisen haasteiden takia, sillä siihen vaikuttaa tuotekehityksen, tuotannollistamisen ja materiaali-
hankinnan onnistuminen sekä henkilöstön osaamisen hallinta.

Ylösajon haasteena on jatkuvat muutokset tuotteessa ja menetelmissä, mikä vaikuttaa myös dokumentaation vanhenemiseen ja aiheuttaa päivittämisen tarvetta. Muutokset ja dokumentaation päivittämistarpeen tunnistaminen tulisi toimia ajurina dokumentaation iteroivalle tarkastelulle ylösajossa. On oleellista ymmärtää, minkälaiset muutokset aiheuttavat tarpeen dokumentaation päivittämiselle. H2 kyseenalaisti tiettyjen tuotannollistamisen tehtävien tekemistä varhaisessa vaiheessa, kun tehty työ vanhenee nopeasti muutosten myötä. H1 totesi, että tuo-

tannollistamisen prosessin jatkuvuutta pitäisi miettiä enemmän, koska uusia tuotteita tulee jatkuvasti ja henkilöstö saattaa vaihtua ja että jatkuvuutta voidaan kehittää esimerkiksi dokumentoimalla.

Yhteenveto ylösajon tavoitteista

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että aikaisempien vaiheiden, kuten tuotekehityksen ja protovaiheen tuotannollistamisen tavoitteet ja onnistuminen määrittävät ramp up-vaiheen tavoitteet, ja ne tulee määrittää aina tuote- ja projektikohtaisesti. Voidaan myös päätellä, että tutkimuksessa tunnistetuista tuotannollistamisen tehtävistä suurin osa voidaan aloittaa jo protovaiheessa, ja jatkaa ylösajovaiheessa siltä osin, mikä jää kesken. H1 totesi, ettei yhden laitteen valmistuksen aikana kaikkea kehitystä saada tehtyä, vaan sitä tulee jatkaa tuotannon ylösajovaiheessa ikään kuin iteroiden. Ylösajon tavoitteiksi voidaan kuitenkin aina määrittää tuotteeseen ja valmistettavuuteen kohdistuvien häiriöiden poistaminen, osaamisen laajentaminen ja tuottavuuden tavoittelu. Tutkimustuloksista voidaan päätellä, että ylösajovaiheen tavoitteiden tunnistamista voidaan tukea protovaiheen ja ylösajovaiheen välisellä tiedon siirtämisellä. Tiedon siirtämisen tarpeeseen vaikuttaa organisoituminen ja resursointi yrityksessä. Kohdeyrityksessä protovaihe, ramp up- vaihe ja sarjavalmistus ovat erillisiä toimintoja sijainnin ja henkilöstöresurssin osalta, jolloin tarve tiedon siirtämiselle tulee ottaa huomioon ylösajon johtamisessa.

5.1.3 Ylösajon läpinäkyvyyden haasteet

Haastattelututkimuksessa selvitettiin, mitä haasteita tuotannon ylösajoprosessin läpinäkyvyydessä ja seurannassa ilmenee. Haastattelun tulokset ilmenevistä seurannan haasteista sekä niiden vaikutuksista taulukoitiin (liitteet 3-6), ja luokiteltiin neljään ryhmään; tuotanto-ohjelman muutokset, tuotekehitys, ylösajon suunnittelu ja tiedonhallinta.

Tuotanto-ohjelman muutokset

Ylösajon tunnistettu piirre, uustuotteen kysynnän vaihtelu, voidaan tutkimustulosten valossa todeta vaikuttavat ylösajon hallintaan. H7:n mukaan ramp up-vaihe-

mallit on suunniteltu pitkälle aikavälille ja laitteiden valmistus kestää pitkään. Tehävät venyvät pitkälle aikavälille, ja laitteita poistuu tuotanto-ohjelmasta. Tällöin ei päästä toteuttamaan ramp up-suunnitelmaa optimaalisesti. Useat haasteet, kuten osapuutteet voivat myös vaikuttaa suunnitellun aikatauluun toteutumiseen (H7.) Epävarmuus uustuotteen kysynnässä ja materiaalipuutteet vaikuttavat tuotanto-ohjelmaan aiheuttaen muutoksia ja epävarmuutta aikataulusuunnittelussa. H2 ja H3:n haastattelujen perusteella ramp up-laitteita valmistetaan samaan aikaan, jolloin kehitystä ei nähdä näiden laitteiden välillä. Kehittymistä ei tapahdu komponenttilaadussa, tuotteessa, prosessissa eikä henkilöstön osaamisessa, jolloin hukataan ylösajon varsinainen merkitys, minkä johdosta kehittyminen nähdään odotettua myöhempään.

Muutokset tuotteessa

Haastatteluissa todettiin, että tuotteeseen kohdistuu paljon muutoksia ja niitä tapahtuu hyvin myöhäisessä vaiheessa. Muutoksia ei tuotannossa nähdä etukäteen, minkä johdosta ne tulevat usein yllätyksenä aiheuttaen keskeytyksiä lisäselvitysten takia. Keskeytykset vaikuttavat suunnitelmiin ja ylösajon hallintaan. H4:n mukaan tuotteeseen tulee uusia ominaisuuksia matkan varrella, kun teknologia muuttuu. H1 taas toteaa, että tuotteissa on paljon variaatioita, ja niitä voi tulla lisää ramp up-vaiheen aikana, ja variaatioiden hallinnassa voidaan vielä parantaa. Tuotekehitysprojektin alussa ei aina pystytä tunnistamaan, mitä eri optioita tai varusteluja tuotteeseen voi lopulta tulla (H1.) Myöhäisiä optiolisäyksiä ja muutoksia on vaikea välttää, koska tuotteiden kehittäminen perustuu asiakatarpeisiin ja joustavaan asiakaspalveluun ja luottamuksen luomiseen. Tuotteeseen kohdistuvien muutosten ja uusien optioiden tunnistaminen varhaisessa vaiheessa lisäisi läpinäkyvyyttä ja helpottaisi ylösajon suunnitelmallisuutta sekä vähentäisi tuotannon keskeytyksiä.

Ylösajon suunnittelu

Ylösajoprosessin suunnittelulla ja tavoitteiden tunnistamisella protovaiheelta saatavan tiedon pohjalta on iso merkitys ylösajon onnistumisessa. Siihen vaikuttaa myös ylösajoon oikein organisoituminen, riittävien resurssien varaaminen ja ylösajon riskien tunnistaminen. H1:n mukaan ylösajon tavoitteiden asettamiseen vaikuttaa oikean tiedon saavuttaminen, kuten lähtötietojen saaminen protovai-

heelta. Ylösajon tavoitteiden saavuttamiseksi tulisi myös tunnistaa, miten jokaisen tavoitteen toteutumista arvioidaan ja mitä vasten tuotteen, tuotannon ja osaamisen maturiteettia arvioidaan.

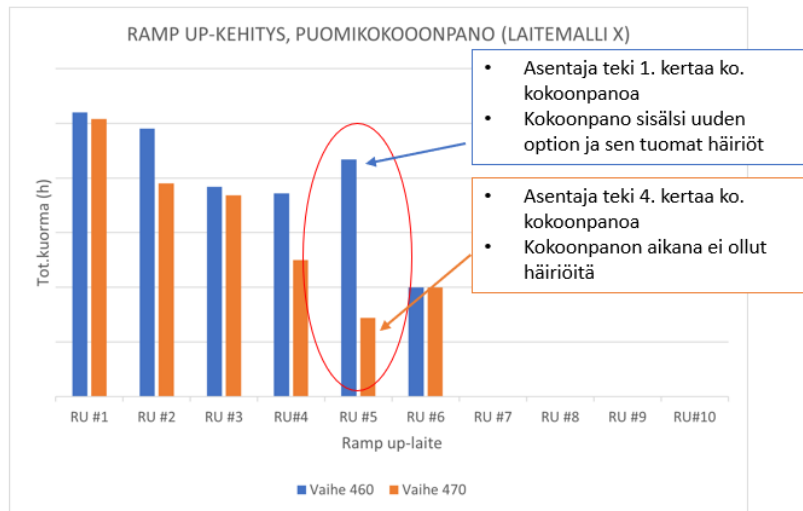
Ylösajon tehtävien suunnittelu ja riskienarviointi tulee olla proaktiivista tuotannon ylösajon hallinnan varmistamiseksi. Reaktiivisen ongelmien ratkaisun tarvetta ei voida ylösajossa välttää, mutta onnistuneella tuotekehityksellä ja ennakoivalla tiedon jakamisella häiriövaikutuksia voidaan vähentää.

Tiedonhallinta

Tiedonhallinnalla on merkittävä rooli tuotannon ylösajon onnistumisessa, ramp-up vaiheen lähtötiedoista, muutoksien tunnistamiseen, ongelmien käsittelyyn, suorituskyvyn parantamiseen, osaamisen kehittämiseen, dokumenttien hallintaan ja tietojärjestelmistä saatavan tiedon luotettavuuteen. Tulosten perusteella voidaan todeta, että ylösajon hallintaan vaikuttaa merkittävästi prosessin läpinäkyvyys ja tarvittavan tiedon saavuttaminen. H4:n haastattelussa ilmeni, että ylösajon läpinäkyvyydestä olisi hyötyä johtamisen ja riskien tunnistamisen kannalta. Lisäksi H4 koki tarvetta kehittää tiedottamista sidosryhmien suuntaan, että nähtäisiin ylösajon tilanne myös muista organisaation haaroista katsottuna.

Prosessien läpinäkyvyyteen vaikuttaa se, kuinka hyvin tietojärjestelmistä saadaan luotettavaa tietoa. Käytössä olevista tietojärjestelmistä saadaan hyvin tietoa, mutta luotettavan tiedon saaminen suoraan voi olla joskus haastavaa. H7 nostaa esiin, että tuotannonohjausjärjestelmästä saadaan toteutuneet kuormat ja läpimenoajat, mutta niihin vaikuttaa esimerkiksi työntekijöiden leimauskurin toteutuminen, mikä voi vaatia järjestelmistä saatavan tiedon tulkintaa. Kaikkien pitäisi käyttää järjestelmiä oikein, jotta järjestelmistä saatava tieto olisi luotettavaa. Ylösajon aikana työajanleimaukset voivat olla haastavia tulkita, kun työaikaan kertyy asennustyöhön kuluva aika, häiriöaika ja kehittämiseen menevä aika, minkä takia tuotteen kyvykkyyttä tai kehittämiseen kuluva aikaa ei tunnisteta ilman, että tuotannon tapahtumia seurataan läheltä. Tutkimuksen aikana kokoonpanon toteutuneita kokoonpanoajoja seurattiin, ja huomattiin, että uustuotteen kokemuksella ja työnsisällön muutoksilla ja uusilla optioilla on merkittävä vaikutus kokoonpanoajoihin (kuvio 17). Häiriöitä sisältäneen kokoonpanoon kului kolmin-

kertainen aika häiriöttömään kokoonpanoon verrattuna. Tämän seurannan aikana ei kuitenkaan pystytty tekemään eroa häiriöiden ja opettelun välillä, kuinka paljon näillä oli vaikutuksia kokoonpano-aikaan. Voidaan todeta, että vain mittareiden perusteella ei tunnisteta vaikutuksia kokoonpano-aikaan vaan ylösajoon vaikuttavien tekijöiden tunnistaminen vaatii tarkkaa seuranta.

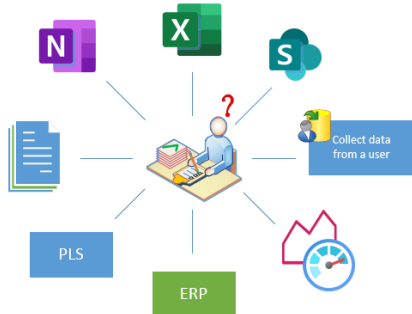


KUVIO 17. Ramp up suorituskyvyn läpinäkyvyys, työnsisältö ja osaaminen

Tietojärjestelmistä saadaan tietoa, mutta kaikki prosessit eivät tue tiedon saamista. H2 korostaa, että tuotannonohjausjärjestelmästä saadaan paljon tietoa, mutta laatu- ja suunnittelupalautteiden tilasta ja kehitystehtävien etenemästä saadaan heikosti tietoa. H3:n mukaan ei nähdä, missä vaiheessa jostain ostomikikkeestä tulee sarjavalmistuskelpoinen, jotta voitaisiin tehdä päätös isompien erien ostamisesta ja välttääksemme muutosten aiheuttamat komponenttien romutukset. Tämä vaikuttaa varastonhallintaan ja ylösajossa kohdattaviin ongelmiin.

Tiedon ja dokumentoinnin hallinta nostettiin haasteina ajantasaisen tiedon saavuttamisessa. H2:n mukaan tietoa kerätään manuaalisesti ihmisen tekemänä eri lähteistä. H2 kertoo, että on kehitysasioita, joita ei näy missään, ne ovat vain tehtäviä jonkun listalla. Tiedon kerääminen on työlästä tai jopa mahdotonta, ja jos sitä ei tehdä niin ei sitä tietoa löydy. Tietoa on eri järjestelmissä ja kehitystehtävät eri vaiheissa, että sen ymmärtäminen, missä mennään, on hyvin haastavaa, ja se on aina jonkun arvio tilanteesta (H2.) H3 toteaa, että jos tieto ei ole helposti saatavissa, se aiheuttaa ylimääräisiä kyselyjä ja selvittelyä. Tietoa kerätään

verkko- ja projektikansioista, tuotannonohjausjärjestelmästä, Excel- ja Sharepoint-tiedostoista, Onenote- ja PLM-ohjelmistosta (kuvio 18). H3 ja H6 nostivat tiedon säilyttämisen ongelman, tieto hukkuu helposti, kun organisaatiossa tapahtuu muutoksia, ja sen tiedon uudelleen hankkiminen on haasteellista.



KUVIO 18. Tietolähteet tiedon keräämisessä

Tietoa säilytetään paikoissa, mihin ei ole pääsyä tai ei tiedetä keneltä oikeudet voi saada. H3: ”emme voi tietää, ellei joku meille kerro”. Tuotannollistamisen roolissa tulisi pystyä varmistamaan, että tieto on sellaisessa muodossa, että se voidaan julkaista tuotantoon, ja varmistetaan, että tuotanto pääsee tietoon käsiksi, eikä käsiteltäisi sellaista tietoa, mitä ei saisi jakaa. Mitä tietoa pitää säilyttää ja missä sitä säilytetään, ja kuka on tiedosta ja sen jakelusta vastuussa? Organisaation uudistuessa ja muuttuessa hiljainen tieto ei saisi hukkuu (H3.) H3: ”iso asia toi tiedon hallinta”.

Yhteenveto ylösajon seurannan haasteista

Tuloksista voidaan päätellä, että tuotannon ylösajossa kannattaa panostaa tiedonhallintaan ja säännölliseen tiedon jakamiseen. Erityisesti kannattaisi luoda edellytykset muutosten tunnistamiseen etukäteen, ettei tiedon puutteesta aiheutuisi ylimääräisiä häiriöitä tuotantoon. Sama pätee laadunhallintaan, pitäisi saada tietoa laatu-poikkeamista, jotta omaa toimintaa ja osaamista voidaan kehittää. Yrityksen joustava asiakaspalvelumalli ja kompleksiset tuotteet muutoksineen vaativat erityistä prosessin ja tiedon hallintaa. Jatkuvat muutokset tuotteessa ja kehitysehdotusten pitkät läpimenoajat suunnittelusta tuotantoon vaikuttavat siihen, ettei kehitystä nähdä ylösajovaiheessa riittävän ajoissa, jolloin tuotannon kyvykyys ja sarjavalmius nähdään liian myöhään. Tiedon puute voi viivästyttää sarjavalmistuksen aloitusta.

5.1.4 Tiedon tarve tuotannossa

Tuotannon työntekijöiden täsmäryhmähaastattelussa tunnistettiin 16 erilaista tiedon tarvetta (liite 7). Tiedontarpeiden jaottelusta mukailtiin Fjällström ym. (2009) ryhmittelyä, joka esiteltiin sivulla 32. Vastaukset voitiin jaotella neljään ryhmään; kohdattavien ongelmien tunnistaminen, ongelman ratkaiseva tieto, tuotteen tuntemiseen liittyvä osaaminen ja asennustyöhön liittyvä osaaminen. Tässä tapauksessa osaaminen oli mielekkäämpää jakaa tuotteen tuntemiseen ja työmenetelmien tuntemiseen.

Yhteenveto tiedon tarpeesta tuotannossa

Ylösajon aikaiseksi tiedon tarpeeksi tuotannossa voidaan tunnistaa työn edellytyksiin liittyvä tieto, osaamiseen liittyvä tieto sekä ongelmien tunnistamiseen ja ratkaisuun liittyvä tieto. Työntekijöille tarvittava tieto tulisi saada jo ylösajon alkuvaiheessa tai kun olosuhteet vaihtuvat ylösajon aikana tapahtuvien muutosten myötä.

5.1.5 Yhteenveto tuloksista

Asiantuntijahaastatteluista ja työntekijöiden täsmäryhmähaastattelusta voitiin huomata, että ylösajon tavoitteiden tunnistamiseksi ja osaamisen varmistamiseksi tiedon siirron merkitys protovaiheelta ylösajovaiheelle korostuu. Myös tuotteen siirrossa ylösajosta sarjavalmistukseen, tiedon ja osaamisen välittämisessä havaittiin kehittämisen tarpeita, jotta sarjavalmistus alkaisi mahdollisimman korkealla tehokkuudella.

Tutkimustuloksista nähtiin tarve kehittää häiriöihin, kuten laatuvalutteisiin ja suunnittelumuutoksiin liittyvää tiedonjakamista. Palautteiden tekeminen ja siihen liittyvä tiedon siirto toimii tuotannosta laadunohjaukseen ja aina komponenttien toimittajalle sekä suunnitteluun, mutta laadunhallinnan ja muutoksenhallinnan prosessit eivät tue tiedon jakamista tuotantoon. Nämä ovat erityisen tärkeitä osaamisen laajentamisessa sekä ongelmatilanteiden tunnistamisessa etukäteen. Osa tunnistetuista tiedon jakamisen ongelmista on hoidettavissa esimerkiksi Microsoft Power Bi-raporttien luomisella ja niiden jakamisella tuotantoon. Toisissa

tapauksissa kehittäminen vaatii tietojärjestelmien toimintojen kehittämistä tai prosessien ja toimintatapojen kehittämistä. Taulukkoon 3 tunnistettiin tiedonjakamisen ja raporttien kehittämistarve. Joissakin tapauksissa tiedon saaminen nykyjärjestelmistä saattavat vaatia jatkokehitystä tai tiedon saaminen vaatii prosessien tai toimintatapojen kehittämistä.

TAULUKKO 3. Raportit

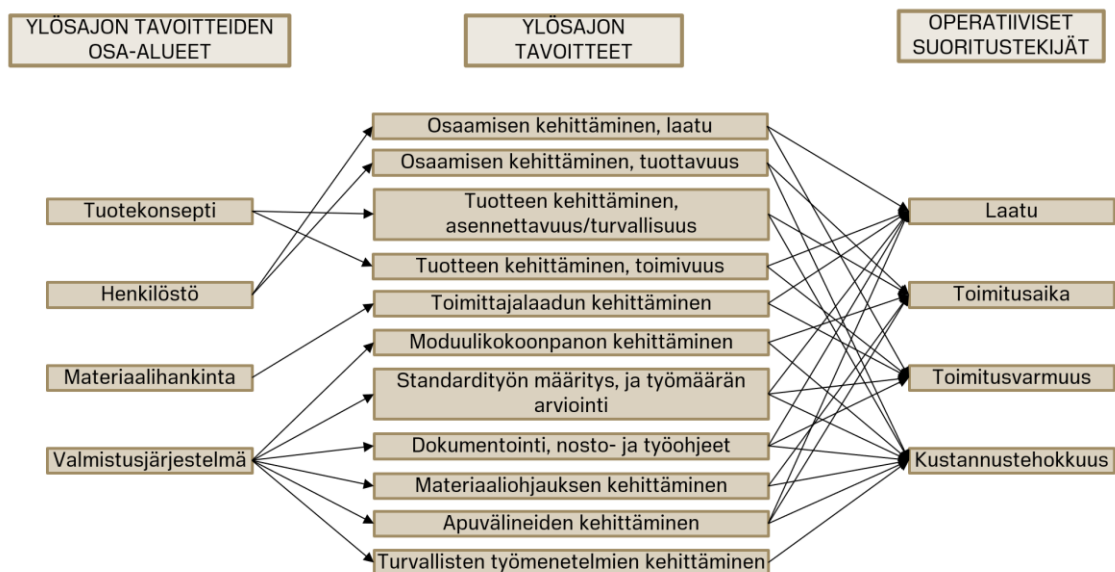
Raportit	Raportin tarkoitus	Raportti on olemassa	Vaatii raportin kehittämisen	Vaatii prosessin kehittämistä
Muutostenhallinta, suunnittelumuutokset	<ul style="list-style-type: none"> Tunnistetaan tuotteeseen kohdistuvat muutokset ennalta, vähennetään tuotannon keskeytyksiä 		X	X
Laatupalautteet, toimittajalaatu	<ul style="list-style-type: none"> Tunnistetaan ilmenevät ongelmat, palautteiden käsittelyn etenemä ja milloin ongelmat käsitelty, ja millä toimenpiteillä 		X	X
Omaan osaamiseen kohdistuvat laatupalautteet	<ul style="list-style-type: none"> Osaamisen kehittäminen, korjaava palaute Jaetaan tietoa muualta tuotannosta tehdyistä laatupalautteista 	X		X
Kehitysehdotukset	<ul style="list-style-type: none"> Jaetaan tietoa meneillään olevista kehitysehdotuksista ja toimenpiteistä 	X		
Resurssinhallinta	<ul style="list-style-type: none"> Työlle leimanneet, osaamisen hallinta Työn ohjaus ja tuntikehityksen seuranta 		X	X
Osaamisen hallinta	<ul style="list-style-type: none"> Toistojen määrä kokoonpanoissa henkilöittäin 		X	

6 TUOTANNON YLÖSAJON JOHTAMISEN KEHITTÄMINEN

Tuotannon ylösajossa muuttujien suuri määrä vaatii jatkuvaa tiedon päivittämistä, jakamista ja varmistamista. Kehitystyö vaatii aikaa tiedon reflektointiin, mikä tarkoittaa tiimin johtamiselta tiedottamista, varmistamista, ohjaamista, tarkastamista ja palautteenantoa. Haasteena tuotannollistamisessa on tiedon jalkauttaminen, ja tiedon saaminen oikealle taholle oikeaan aikaan (H3).

6.1 Päivittäisjohtamisen tavoitteet ja suoritustekijät

Tutkimustulosten perusteella voidaan tehdä yhteenveto ylösajon päivittäisjohtamisen, tavoitteiden ja operatiivisten suoritustekijöiden välisestä suhteesta (kuvio 19). Ylösajon tavoitteilla voidaan todeta olevan vahva yhteys laatuun, toimitusaikaan, toimitusvarmuuteen ja kustannustehokkuuteen.



KUVIO 19. Ylösajon päivittäisjohtaminen, tavoitteet ja operatiiviset suoritustekijät

6.2 Ylösajon suunnittelu- ja seurantatyökalun määrittäminen

Tuotannon ylösajon suunnittelu- ja seurantatyökalulle kohdistuu useita odotuksia perustuen ylösajon ominaisien, ajan, kustannusten ja tehokkuuden hallintaan. Työkalussa on huomioitu lähtötietojen tarve, tehtävien suunnittelu ylösajon ajalle,

erillisten kehitysprojektien seuranta, ongelmien esiintymisen seuranta ja tuotteen luovutus sarjavalmistukseen;

- Ramp-up vaiheen lähtötietojen määrittely; yhteenveto tuotekehitysprojektin aikaisesta tuotannollistamisesta
 - tuotannollistamisen edistyminen ja tunnistetut keskeneräisyydet projektilta, laatu palautteet ja muutokset tuotteessa
 - turvallisuushuomiot protokoonpanosta ja suunnittelusta
 - perehdytys- ja koulutustarpeen määrittely; tuotteen tunteminen, toiminnallisuus, kriittiset komponentit ja työmenetelmät
 - ramp up-suunnitelman läpikäynti
- Työnseuranta
 - kokoonpanon kuorman ja läpimenonajan kehittymisen seuranta
 - työnsisällön ja optioiden vaikutukset kokoonpano-aikaan
 - osaamisen hallinta, asentajien toistojen vaikutus kokoonpano-aikaan
- Standardityön määrittelyn tehtävät
 - työvaiheiden ja kokoonpano-aikojen määrittely
 - työturvallisuus, riskienarviointi ja hallintakeinot
 - nostotyövaiheiden määrittely
 - erikoisapuvälineiden määrittely
 - standardityölistan julkaisu MES:iin
 - komponenttien ohjaus tuotannossa / materiaalivaiheistuksien läpikäynti
 - dokumentoinnin seuranta
- Erillisten kehitysprojektien seuranta
- Ongelmien ilmenemisen, käsittelyn ja poistumisen seuranta
- Tuotteen luovutus sarjavalmistukseen
 - perehdytystarpeiden määrittely
 - tietojen luovuttaminen, saavutettu kyvykkyys, kokoonpanotunnit, läpimenoajat ja standardityöselvitys
 - keskeneräiset tuotannollistamisen tehtävät
 - turvallisuushuomiot
 - tuotantotilatarpeet

Ylösajon suunnittelussa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat;

- Tehtävien suunnittelu lyhyelle aikavälille, varattu aika ja resurssit huomioiden
- Tehtävien suunnittelu, kertaluontoiset ja iterointia vaativat tehtävät. Jotkut tehtävistä on oltava tehtynä tai aloitettu ennen seuraavan tehtävän aloittamista
- Ylösajosuunnitelman päivittäminen kehittymisen vaikutukset huomioon ottaen

Työkaluun määritetään ylösajoprojektin tavoitteet ja suunnitellaan tehtävien aikataulu, mitkä osa-alueet käydään läpi missäkin vaiheessa ylösajoa. Tehtävien seurannassa tulee ilmetä tehtävän tila, onko tehtävä suunniteltu, aloitettu vai valmis, jotta tehtävien tilaa tarkasteltaessa voidaan arvioida tuotannollistamisen valmiusaste.

6.3 Visuaalisen ohjaustaulun määrittäminen

Visuaalisen ohjaustaulun määrittämisessä huomioidaan tavoitteiden asettaminen ja suorituksen kehittymisen seuranta ramp up-suunnitelmaan sekä osaamisen että uustuotteen optiosisällön vaikutukset kokoonpanoaikoihin. Lisäksi ohjaustaulussa huomioidaan muutoksien ja palautteiden seuranta sekä turvallisuusasiat. Ohjaustaulun tarkoituksena on toimia niin suoriutumisen tukena sekä tiedonjakamisen välineenä.

Clausen (2023) totesi tutkimuksessaan, että tietojen päivittäminen analogiseen tauluun on aikaa vievää eikä se tue reaaliaikaisen tiedon jakamista. Visuaaliset ohjaustaulut ovat korvaamattomia päivittäisjohtamisen tukemisessa, mutta monimutkaiset IT-järjestelmät eivät aina tue näiden käyttöä. Kuitenkin analogisen tiimitaulun hyödyt nähtiin ongelmien ratkaisussa ja kehitysehdotusten käsittelyssä, minkä johdosta tulisi harkita hybridimallia, jossa käytetään niin analogisen kuin digitaalisen tiimitaulujen yhdistelmää (Clausen 2023.)

Visuaalinen ohjaus- ja kommunikointitaulu (digitaalinen)

- Kokoonpanotuntien kehittyminen ramp up-suunnitelmaan
- Läpimenoajan kehittyminen ramp up-suunnitelmaan
- Tuotannosta tehdyt laaturapalautteet, komponenttitoimittajat
- Tuotannosta tehdyt laaturapalautteet, sisäinen laatu (osaaminen)
- Muutoksenhallinta, muutoksista tiedottaminen
- Suunnittelupalautteet

Visuaalinen ohjaus- ja kommunikointitaulu (valkotaulu)

- Työn sisällön (optiot) ja osaamisen (toistot) vaikutusten seuranta kokoonpanotunteihin ja läpimenoaikoihin
- Ylösajon tehtävien seuranta
- Turvallisuushuomiot asennettavuudesta
- Ongelmien ilmenemisen ja poistumisen seuranta
- Kehitysehdotusten seuranta
- Muu tiedottaminen

Tiimitaulun tulee tukea päivittäisjohtamisessa kommunikaatiota, yhteistyötä ja koordinoitua, ja sitä että kaikki osapuolet tietävät tavoitteet ja missä mennään tehtävien etenemässä ja kehityksessä. Kaikkia kehitystehtäviä tulee seurata säännöllisesti ja niille pitää olla kuittaus. H3: ”pitäisi löytyä pakote säännölliselle päivittäiselle”. Kommentointi on tärkeää ja tilanne tulee olla näkyvässä, ettei generoidu turhia kyselyjä. Tulisi olla yhteisesti selvillä kuka tekee, mitä ja millä aikataululla. On tärkeää tiedottaa asentajia, missä mennään (H3.)

6.4 Ylösajon kokoonpanoasentajien työnkuvan määrittäminen

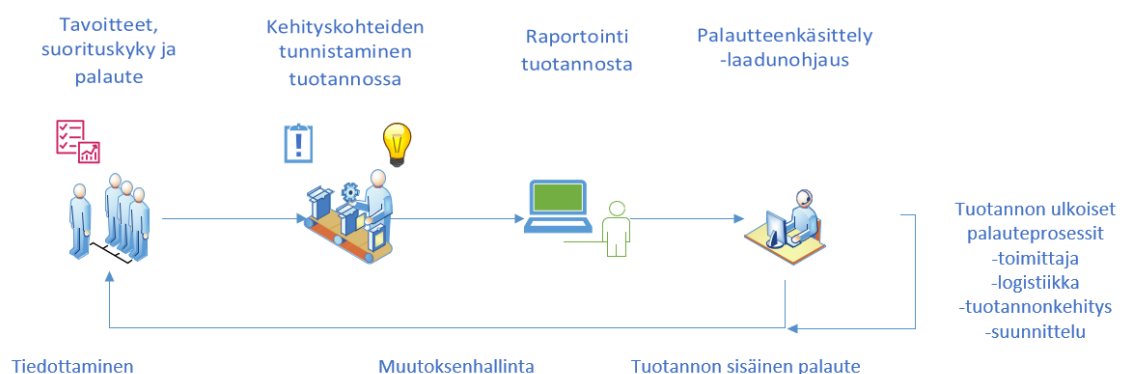
Tuotannon ylösajon työntekijöiden tehtävät tuotannossa voidaan kohdeyrityksessä jakaa viiteen osa-alueeseen;

- 1) Tavoitteisiin perustuva kokoonpanotyön tekeminen, ja palautteesta kehittyminen
- 2) Tuotannon, tuotteen ja laadun jatkuvan parantamisen tehtävät, laatu- ja suunnittelupalautteiden sekä kehitysehdotusten tekeminen

- 3) Tuotteen kehittämisen tehtävät; uusien optioiden sovittaminen ja suunnittelupalautteiden tekeminen
- 4) Työntekijöiden asiantuntemusta vaativat tehtävät; turvallisten työmenetelmien ja standardityön tunnistaminen yhteistyössä työnjohdon ja NPD-insinöörin kanssa sekä dokumentointia avustavat tehtävät.
- 5) Jatkuvan oppimisen ja osaamisen laajentaminen; aktiivinen tiedon päivittäminen ja osaamisen laajentaminen, tiedonjakaminen ja perehdytystehtävät.

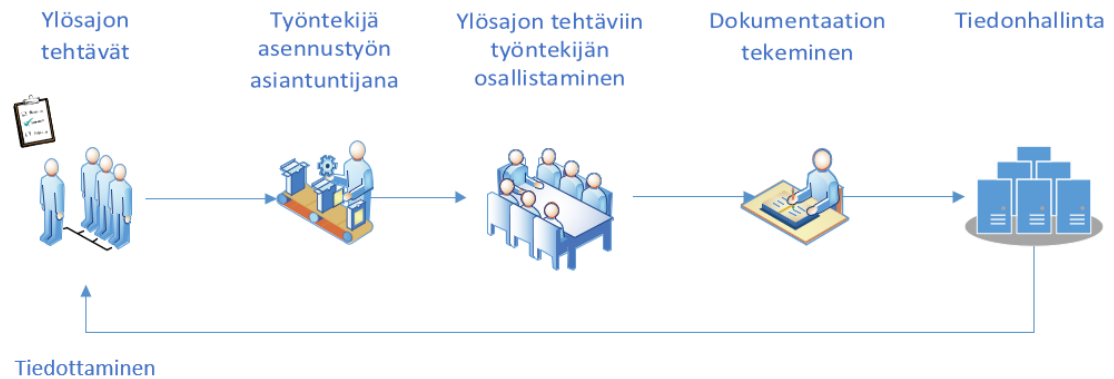
6.5 Päivittäisjohtamisen määrittäminen

Päivittäisjohtamisen tarkoituksena on tukea niitä toimintoja, jotka on asetettu tavoitteiksi organisaatiossa. Tavoitteiden asettamisella ja suoriutumisen seurannalla ja palautteenannolla pyritään pääsemään tavoitteisiin. Tietoa jakamalla tuetaan suorituskykyä ja kehitetään osaamista. Kuviossa 20 on esitetty jatkuvan parantamisen PDCA-sykliä mukaileva päivittäisjohtamisen kulku tavoiteasetannasta tuotannon tehtäviin, palautteiden raportointiin ja palaute- ja muutoksenhallintaprosessista tiedottamiseen, prosessin seurantaan sekä suorituskyvyn osoittamiseen. Tätä mallia voidaan soveltaa edellisen luvun kohtien 1, 2 ja 3 johtamiseen.



KUVIO 20. Jatkuvan parantamisen prosessi

Kuviossa 21 on esitetty työntekijän kehitystehtäviin osallistamisen prosessi, tehtävään liittyvä dokumentointi, tiedonhallinta sekä tiedon jakaminen. Mallia voidaan käyttää kohdassa 4, tilanteessa kun työntekijän osaamista kannattaa käyttää ylösajon kehittämistehtävissä.



KUVIO 21. Työntekijän osallistaminen kehitystehtäviin

Edellä mainituissa malleissa johtamisella tulisi tukea organisaation oppimista ja jatkuvaa oppimista, sillä yksilön ja tiimin oppiminen on merkittävässä roolissa ylösajossa kun muutoksia, häiriöitä sekä tiedon ja osaamisen puutetta kohdataan päivittäin. Osaamisen kasvaessa kehittämiseen vaikuttamisen mahdollisuudet paranevat ylösajon edetessä. Ramp up-vaiheen johtaminen voidaan jakaa neljään osa-alueeseen;

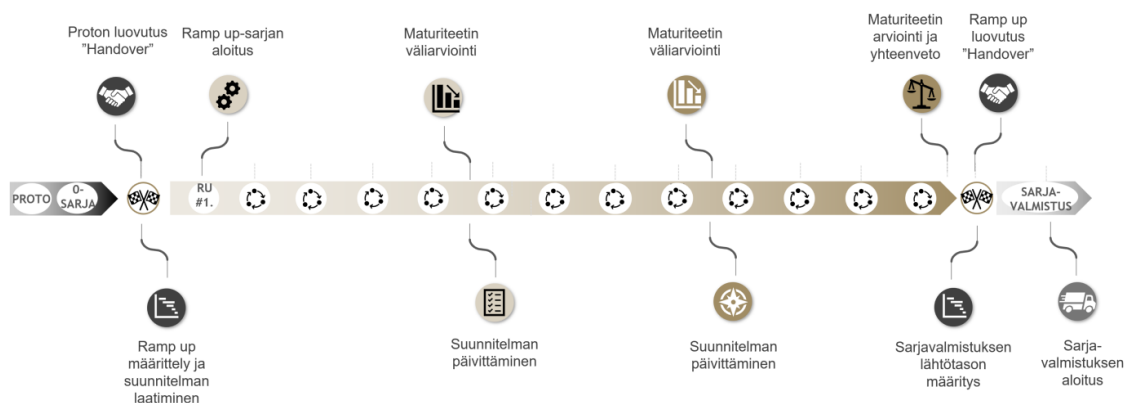
- Tiedonhallinta, tiedon saavuttaminen ja jakaminen
- Henkilöstön, yksilön ja tiimin, osaamisen hallinta ja ohjaus muutoksessa
- Tavoitteellinen jatkuvan parantamisen toiminnan ohjaus
- Tavoitteellisen kehittymisen tukeminen, suorituskyvyn seuranta ja ohjaus

Johtamisen tarkoituksena on mahdollistaa optimaalinen ylösajo, jossa häiriöiden ja muutosten vaikutukset suorituskykyyn jäisivät mahdollisimman pieniksi. Suorituskyvyn lasku viivästyttää kehitystä.

6.6 Ylösajon prosessin kehittäminen

Tiedon ja osaamisen siirtäminen uustuoteprojektilta ja protovaiheelta

Uustuotteen ylösajossa tiedontarve on suuri, kun tuotetta ja sen valmistusmenetelmiä ei vielä tunneta kovin hyvin. Ramp up-vaiheen aloittamiseksi tarvitaan tietoa aikaisemmilta vaiheilta tuotekehityksestä ja prototyypin valmistuksesta, jotta aloitus olisi mahdollisimman sujuva, ja tiedossa olevat asiat, kuten tunnistetut haasteet ja tehdyt toimenpiteet ja niiden keskeneräisyydet tiedostetaan. Työntekijöiden ryhmähaastattelun perusteella koettiin tarvetta tiedolle, joka liittyy työmenetelmiin, tuotteen tuntemiseen sekä turvallisuuteen (taulukko 3). Prototyypin valmistuksessa tunnistetaan jo näitä tekijöitä, minkä takia prosessin vaiheiden, protovalmistuksen ja ylösajon, välillä tulee olla linkitys tiedon ja osaamisen siirtämiseksi (kuvio 22). Tiedon saavuttaminen edistää nopeaa ylösajossa kehittymistä sekä parantaa työturvallisuutta uuden tuotteen kokoonpanoa aloitettaessa. Protovaiheen tuotannollistamisesta tiedon siirtäminen tehdään tuotannollistamisen Hand Over-palaverissa. Sama tarve tiedon ja osaamisen siirtämisessä kohdataan sarjavalmistukseen siirryttäessä. Tutkimuksen haastatteluissa tunnistettiin myös tarve palautteen antamiselle (engl. Lessons learn) prosessin jatkuvan parantamisen mielessä, minkä takia seuraavalta vaiheelta tulisi myös antaa palautetta tuotannollistamisen onnistumisesta.

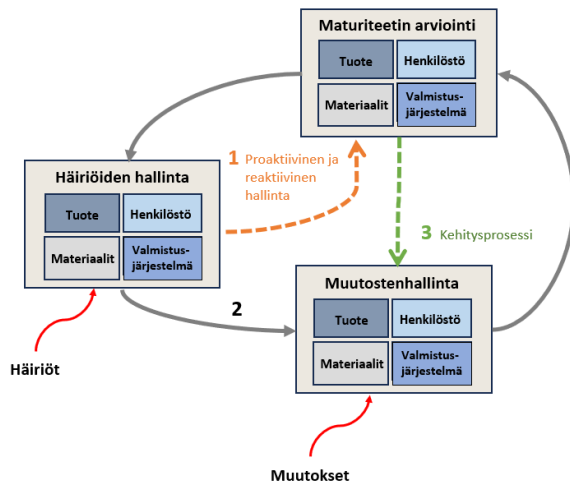


KUVIO 22. Ramp up prosessi

Edellisen vaiheen onnistuminen ja siltä saatu tieto määrittää ramp up-vaiheen tehtävät ja tavoitteet. Ramp up sarjan tavoitteet määritellään ennen prosessin

aloitusta. Tuotteen, moduulin ja ramp up-sarjan pituuden perusteella tulee määrittää myös maturiteetin tarkastelupisteet, jotka myös toimivat ajurina ramp up-suunnitelman päivittämiselle.

Ylösajon maturiteetin arvioinnin tarkoituksena on arvioida ylösajon valmiusastetta ja onko tarvetta tehdä jatkokehitystä. Ylösajon maturiteetin arviointiin voidaan käyttää 3-syklin mallia (kuvio 23), joka tehtiin von Gleich ym. (2012) esittelemän mallin pohjalta. Malliin lisättiin teoriapohjalta häiriöiden ja muutosten aiheuttajat sekä proaktiivinen ja reaktiivinen häiriöiden hallinta. Tarkoituksena on ensin tarkastella sykliä (1) ylösajon häiriöitä, joita hallitaan proaktiivisesti ja reaktiivisesti. Tämän jälkeen tarkastellaan sykliä (2) häiriöitä ja muutoksia. Ja viimeisenä tarkastellaan sykliä (3) kehitysprosessissa olevia muutoksia.



KUVIO 23. Maturiteetin arvioinnin 3-syklin malli

7 PÄÄTELMÄT

Kehittämistehtävän tarkoituksena oli luoda ylösajon suunnittelu- ja seurantatyökalu sekä määrittää visuaalisen ohjaustaulun tarpeet päivittäisjohtamisen tueksi, tavoitteiden asettamiseen, kehittämisen, ongelmien ja kehitysehdotusten seurantaan tukemaan ylösajon suorituskykyä. Tutkimuksen lähestymistapana oli kohdeyrityksen tavoitteet tuotannon ylösajoon, prosessiin vaikuttavat läpinäkyvyyden häiriötekijät sekä tiedonhallinta. Näistä aihealueista nousseet oleelliset tekijät huomioitiin seurantatyökalun rakentamiseksi ja ohjaustaulun määrittämiseksi. Lisäksi esitettiin kehitysehdotukset prosessin läpinäkyvyyden kehittämiseksi tukemaan päivittäisjohtamista.

7.1 Tulosten yhteys teoreettisiin lähtökohtiin

Tutkimustuloksilla on merkittävä yhteys kirjallisuudessa esitettyyn tuotannon ylösajon häiriötekijöihin ja niihin liittyvään tiedonhallintaan (Fjällström et al 2009), sillä niiden todettiin haastavan ylösajoprosessin hallintaa ja päivittäisjohtamista. Päivittäisjohtamisessa haasteet todettiin kohdistuvan muutoksen hallintaan, tiedonhallintaan ja osaamiseen hallintaan. Erityisesti osaamisen ja muutostenhallinta voitiin todeta vaikuttavan ylösajon tehokkuuteen. Tuotannon ylösajossa tiedonhallinta ja tiedon saavuttaminen on ylösajon oleellisimpia suorituskykyä tukevia toimintoja, jota pitäisi tukea niin johtamisella, tietojärjestelmien käytettävyydellä, prosesseilla sekä organisaation sidosryhmien välisellä yhteistyöllä. Kompleksisen tuotteen kohdalla todettiin olevan tarvetta ylösajon hallinnalle, mikä voitiin tutkimuksen perusteella myös vahvistaa. Kompleksisen tuotteen kohdalla muutoksia tapahtuu myös ylösajossa, minkä takia varhaisella tuotekehitykseen panostamisella ja muutostenhallinnalla on iso merkitys ylösajon onnistumisessa. Tuotteeseen kohdistuvat muutokset aiheuttavat tarvetta niin osaamisen tukemiselle kuin dokumentaation päivittäiselle, jossa ennakoivan tiedon saavuttaminen on kehittämistarpeiden tunnistamisessa tärkeää.

7.2 Yhteenveto tuloksista ja vaikutukset johtamiseen

Tutkimustuloksista voidaan päätellä, että tiedonhallinnalla ja tiedon saavuttamisella on merkittävä vaikutus tuotannon ylösajon onnistumiseen, sekä lähtötietojen saamisessa, muutosten ja häiriöiden etukäteen tunnistamisessa, jatkuvassa parantamisessa että jatkuvassa osaamisen kehittämisessä. Tiedon saavuttaminen on edellytys, kun johtamista halutaan kehittää reaktiivisesta mallista proaktiiviseksi. Päivittäinen tavoitteiden asettaminen, seuranta ja tiedon aktiivinen päivittäminen on ylösajossa tarpeellista, sillä ylösajon aikana tapahtuu jatkuvasti muutoksia ja toimenpiteitä, jolloin tarvittava tieto ja tehtävät muuttavat muotoaan.

Ylösajon suunnittelu ja seuranta lisää prosessin hallintaa, ja oikeanlaisella seurannalla voidaan tunnistaa kehittyminen ja kehittämiskohteet. Tuotannon ylösajon kehityksen arvioiminen vaatii jatkossakin hyvää käsitystä ylösajossa ilmenevistä ongelmista ja tehtävistä toimenpiteistä, koska kehitystä tapahtuu tuotteessa, valmistusmenetelmissä, materiaaleissa ja osaamisessa eikä näiden kehityksestä saada kaikkea tietoa järjestelmistä. Tämän takia yhteistyö kokoonpanon ammattilaisten eli asentajien kanssa on erityisen tärkeää.

7.3 Tutkimuksen rajoitteet ja luotettavuuden arviointi

Tutkimustulosten luotettavuutta arvioidessa tulee huomioida, että tutkijan kokemus ja työnkuva kohdeyrityksen ylösajotoiminnassa on saattanut vaikuttaa tuloksiin huolimatta siitä, että tutkija tiedosti vaikutusmahdollisuuden koko tutkimuksen ajan.

Tutkimuksessa keskityttiin ylösajon tavoitteiden määrittämiseen sisäisten ja ulkoisten asiakkaiden sekä valmistuksen sidosryhmien näkökulmista, mutta haastattelut kohdistettiin tutkimuksen rajausten takia sisäisiin tuotannon sidosryhmiin. Tutkimustulokset olisivat voineet olla erilaisia, jos haastatteluiden kohderyhmää olisi laajennettu esimerkiksi yrityksen johtoon tai tuotteen loppuasiakkaaseen. Tutkimustulokset saattavat olla aikaan sidottuja perustuen muutoksiin yrityksen tavoitteissa ja strategiassa sekä asiakastarpeissa.

Haastattelutuloksista voidaan kuitenkin todeta, että vastaajilla oli hyvin yksiselitteinen näkemys asioista eikä eriäviä näkökantoja haastatteluista juuri noussut. Tutkimushaastatteluihin valituilla henkilöillä voitiin todeta olevan monipuolinen kokemus ja he edustivat eri sidosryhmien näkökulmia, mikä tuki haastatteluvastauksien monipuolisuutta. Haastattelutuloksia analysoitaessa voitiin yleisesti huomata, että haastateltavat antoivat monipuolisimmat vastaukset niiltä osa-alueilta, joita he työkokemuksellaan ja asemallaan edustivat.

Tutkimuksen validiteettia voidaan kyseenalaistaa, sillä tutkimuksessa määritetyt päivittäisjohtamisen tuloksia eikä kehitysehdotusten vaikuttavuutta voitu työn aikana todeta käytettävissä olevan ajan puitteissa.

7.4 Arvio työn onnistumisesta

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli luoda seurantatyökalu päivittäisjohtamisen, ylösajon seurannan ja raportoinnin tueksi sekä määritellä visuaalisen ohjaustaulun tarpeet. Ylösajon prosessin kehittämiseksi tunnistettiin tiedonsiirron tarpeet proton, ramp up-sarja ja sarjavalmistuksen välillä. Excel-työkalun ja visuaalisen kommunikointitaulun tarpeiden määrittely onnistui, mutta nämä saattavat vaatia käyttöönoton jälkeistä jatkokehitystä. Johtamiseen vaikuttavia läpinäkyvyyden haasteita tunnistettiin, joista tehtiin kehitysehdotukset jatkoa ajatellen. Voidaan arvioida, että edellytykset ylösajon johtamiseksi paranivat sillä ymmärrys ylösajon suorituskykyyn vaikuttavista tekijöistä parani tämän tutkimuksen myötä. Lisäksi ylösajon suunnittelun, seurannan ja tavoitteen asettamisen edellytykset paranivat.

7.5 Kehittämissuositukset

Tuotteeseen kohdistuvien muutosten hallinnan kehittäminen oli tutkimuksen mukaan yksi oleellisimmista tekijöistä, jotka aiheuttavat reaktiivista toimintaa tuotannossa eikä se tue johtamisen suunnitelmallisuutta ja ennakoitavuutta. Tuotannon ylösajon aikana tuotteeseen kohdistuu paljon muutoksia, mutta tutkimuksessa todettiin, ettei muutoksiin ole tuotannossa näkyvyyttä, mikä useimmiten aiheuttaa

keskeytyksiä ja lisäselvittelyä tuotannossa. Tuotteeseen kohdistuvien muutoksien hallintaa ja siihen liittyvää tiedon jakamista tulisi kehittää, jotta tuotteessa tapahtuvat muutokset tunnistettaisiin tuotannossa ennalta, on sitten kyse tuotannon ylösajosta tai sarjavalmistuksesta. Rakenteelliset muutokset ja komponenttien revisiopäivitykset vaikuttavat asennustyön sujuvuuteen, mutta aiheuttavat myös tarpeen tarkastella muutoksen vaikutuksia asennustyöhön, sen menetelmiin, kokoonpanoaikoihin, kokoonpano-ohjeisiin ja työn turvallisuuteen. Kehittämällä muutoksenhallintaa voidaan tuotannon keskeytyksiä vähentää, ja hallitusti suunnitella toimenpiteet ja tunnistaa muutosten vaikutukset. Muutoksenhallinnan kehittämiseksi on todennäköinen tarve tarkastella sen prosesseja sekä tietojärjestelmien yhteensopivuutta.

Tutkimuksessa todettiin, että tuotannosta tehtävien palautteiden käsittelyketjun etenemään ja ongelmien poistumiseen ei ole näkyvyyttä, eteneekö laatuvalute, ja mitkä ovat toimenpiteet laadun parantamiseksi. Tuotantoa kiinnostaa uusiutuuko ongelma ja aiheuttaako se jatkossakin tarpeita korjaaville toimenpiteille. Tämän lisäksi laatuvaluteiden läpinäkyvyyttä voitaisiin parantaa siinä mielessä, että ilmenevistä ongelmista voitaisiin jakaa tietoa myös muihin vastaaviin kokoonpanopaikkoihin, missä valmistetaan samoja kokoonpanoja, sillä tiedon saavuttaminen mahdollistaa ongelmaan reagoimisen proaktiivisesti ja ennakoiden. Omaan tuotantoon kohdistuvien laatuvaluteiden läpinäkyvydellä parannettaisiin mahdollisuuksia hyödyntää saatua tietoa kokoonpano-ohjeiden päivittämisessä ja osaamisen kehittämisessä.

Tuotannon ylösajon aikana saavutettu uustuotteen ja tuotannon kyvykkyys kiinnostavat tuotekehityksen onnistumisen, tuotannonsuunnittelun ja kustannusten näkökulmasta. Työlle kertyvät kustannukset muodostuvat työntekijän työajan leimausten perusteella, mutta tutkimuksen hetkellä ei ollut näkymää, kuinka paljon ylösajon aikana käytetään aikaa asennustyöhön, ongelmien ratkaisuun, kehittämiseen tai tuotantoa ylläpitävään työhön. Työajan leimausten kehittämisellä ja työajan käytön jakautumisen perusteella voitaisiin tunnistaa, tuleeko kehittää tuotetta, komponenttilaatuja, tuotannon menetelmiä vai työntekijöiden osaamista, jotta päästään kustannustavoitteisiin.

7.6 Jatkotutkimuksen tarve

Ylösajossa koettiin haasteelliseksi päällekkäiset ylösajot ja usean työvaiheen samanaikainen hallinta, joihin vaikuttava myös muuttuvat tuotannon aikataulut. Ylösajon aikataulun ja tuotannollistamisen tehtävien aikatauluhallintaa tulisi tutkia enemmän ylösajon suunnittelun, seurannan ja johtamisen selkeyttämiseksi edelleen. Onko esimerkiksi projektinhallinnan menetelmissä ja tuotannonohjausjärjestelmän integroinnissa parantamisen mahdollisuuksia.

LÄHTEET

- Anderson, D. 2020. Design for Manufacturability: How to Use Concurrent Engineering to Rapidly Develop Low-Cost, High-Quality Products for Lean Production, Second Edition. New York, NY: Routledge, Taylor & Francis.
- Babcock, D. L., & Morse, L. C. 2002. Managing engineering and technology: an introduction to management for engineers (3rd ed.). Prentice Hall.
- Badiru, Adedeji., Badiru, S. Abidemi., & Badiru, I. Adetokunboh. 2008. Industrial project management: concepts, tools, and techniques. CRC Press.
- Basse, I., Schmitt, S., Gartzten, T. & Schmitt, R. 2014. Solution Principles for Managing Instabilities in Ramp-up. *Procedia CIRP*, 20(C), 93–97.
- Bellgran, M. & Säfsten, K. 2010. Production development design and operation of production systems. Springer.
- Bramley, A., Brissaud, D., Coutellier, D., & McMahon, C. 2005. Advances in Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering (1st ed. 2005.). Springer Netherlands.
- Clausen, P. 2023. Towards the Industry 4.0 agenda: Practitioners' reasons why a digital transition of shop floor management visualization boards is warranted. *Digital Business* (Amsterdam).
- Cube, J. P. von, & Schmitt, R. 2014. Execution of Ramp-up Projects in Day-to-Day Operations through a Quantitative Risk Management Approach. *Procedia CIRP*, 20(C), 26–31.
- Dombrowski, U., Wullbrandt, J. & Krenkel, P. 2018. Industrie 4.0 in production ramp-up management. *Procedia manufacturing*, 17, 1015-1022.
- Errasti, A. 2013. Global production networks: operations design and management (2nd ed.). CRC Press.
- Eskola, J & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Vastapaino.
- Fasser, Y. & Brettner, D. 2002. Management for Quality in High-Teghnology Enterprises. Wiley Interscience
- Fenner, S., Arellano, M., von Dzengelevski, O., & Netland, T. 2023. Effect of lean implementation on team psychological safety and learning. *International Journal of Operations & Production Management*, 43(2), 308–331.
- Fjällström, S., Säfsten, K., Harlin, U. & Stahre, J. 2009. Information enabling production ramp-up: IMS. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(2), 178-196.
- Gemba Academy. Luettu 18.2.2024. <https://www.gembaacademy.com>.

- Gesinger, S. 2016. Experiential Learning: Using Gemba Walks to Connect with Employees. *Professional Safety*, 61(2), 33–36.
- Glock, C. H., & Grosse, E. H. 2015. Decision support models for production ramp-up: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, 53(21), 6637–6651.
- Gobetto, M. 2014. *Operations Management in Automotive Industries*. New York; Springer.
- Heraud, J., Medini, K. & Andersen, A.-L. 2023. Managing agile ramp-up projects in manufacturing – Status quo and recommendations. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 45, 125–137.
- Investopedia 2024. Luettu 1.2.2024. <https://www.investopedia.com/terms/r/ramp-up.asp>
- Kahn, K., Kay, S., Slotegraaf, R., & Uban, S. 2012. Section Two: Starting. In *The PDMA Handbook of New Product Development*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Kamauff, J. W. 2010. *Manager's guide to operations management (1st edition)*. McGraw-Hill.
- Klenke, K. 2008. *Qualitative research in the study of leadership*. Emerald.
- Klocke, F., Stauder, J., Mattfeld, P., & Müller, J. 2016. Modeling of Manufacturing Technologies During Ramp-up. *Procedia CIRP*, 51, 122–127.
- Klotz, L. & Horman, M. 2007. Transparency, Process Mapping and Environmentally sustainable building Projects. *Lean Construction: A New Paradigm for Managing Capital Projects - 15th IGLC Conference*, 322–331.
- Laine, T. 2001. *Miten kokemusta voi tutkia?: fenomenologinen näkökulma*.
- Lanza, G. & Sauer, A. 2012. Simulation of personnel requirements during production ramp-up. *Production Engineering (Berlin, Germany)*, 6(4-5), 395–402.
- Nicholas, J. M. 2011. *Lean production for competitive advantage: a comprehensive guide to lean methodologies and management practices*. Productivity Press.
- Prajogo, D., Toy, J., Bhattacharya, A., Oke, A., & Cheng, T. C. E. 2018. The relationships between information management, process management and operational performance: Internal and external contexts. *International Journal of Production Economics*, 199, 95–103.
- Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., & Samuel, D. 2006. *Lean Evolution; Lesson from the workplace*. Cambridge.
- Summers, D. C. S. 2011. *Lean six sigma: process improvement tools and techniques*. Prentice Hall.

- Torres, D., Pimentel, C. & Duarte, S. 2020. Shop floor management system in the context of smart manufacturing: a case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(5), 823–848.
- Yang, J. 2010. The knowledge management strategy and its effect on firm performance: A contingency analysis. *International Journal of Production Economics*, 125(2), 215–223.
- Varto, Juha. 1992. *Laadullisen tutkimuksen metodologia*. Kirjayhtymä.
- Verhaelen, B., Martin, M., Peukert, S. & Lanza, G. 2023. Practice-oriented methodology for increasing production ramp-up efficiency in global production networks of SME. *Production Engineering (Berlin, Germany)*, 17(1), 145–177.
- Vilkkä, H. 2021. *Tutki ja kehitä (5., päivitetty painos)*. PS-kustannus.
- Von Gleich, C. F., Schütt, A. & Isenberg, R. 2012. SMART ramp-up: methods to secure production ramp-up in the aircraft industry. *CEAS Aeronautical Journal*, 3(2–4), 125–134.
- Winkler, H., Heins, M. & Nyhuis, P. 2007. A controlling system based on cause–effect relationships for the ramp-up of production systems. *Production Engineering (Berlin, Germany)*, 1(1), 103–111.

LIITTEET

Liite 1. Tulokset, tuotannon ylösajon operatiiviset tavoitteet

Tuotannollistamisen tavoitteet	Haastattelulähde
Asiakkaiden palveleminen uusilla tuotteilla	(H6)
<ul style="list-style-type: none"> Nopea toimitusaika, toimitusvarmuus 	(H3, H4, H5, H6, H7)
<ul style="list-style-type: none"> Tuotteen toiminnallisuus ja turvallisuus 	(H2, H4, H6, H7)
<ul style="list-style-type: none"> Laatu ja toimintavarmuus 	(H1, H2, H4, H6)
Sarjavalmistuksen varmistaminen	(H3, H5)
<ul style="list-style-type: none"> Prosessin koetteleminen, toistettava prosessi 	(H1, H3, H4)
<ul style="list-style-type: none"> Tuotteen kypsyyden varmistaminen 	(H4)
<ul style="list-style-type: none"> Laatu ja asennettavuus 	(H1, H2)
<ul style="list-style-type: none"> Kustannustehokkuus 	(H3, H4, H5, H6)

Liite 2. Tulokset, tuotannon ylösajon tehtävät

Tuotannon ylösajon tehtävät	Tehtävän luokittelu	Haastattelulähde, asiantuntijat
Laadun kehittäminen, laatupalautteet (osaamisen kehittäminen)	Henkilöstö	(H1, H2, H5, H6)
Osaamisen siirtäminen	Henkilöstö	(H3, H5)
Tuotteen kehittäminen, suunnittelupalautteet (toimivuus, asennettavuus, turvallisuus, piirustukset, rakenteet)	Tuotekonsepti	(H2, H3, H4, H5, H6)
Toimittajalaadun/-osaamisen kehittäminen, laatupalautteet	Materiaalihankinta	(H3, H4)
Komponenttien varmistaminen, uudet nimikkeet, (ostokomponentit, 2-laattikonimikkeet)	Materiaalihankinta	(H3, H4)
Sarjavalmistuksen ennakointi, tuotantotilatarpeiden arviointi	Valmistusjärjestelmä	(H3, H6)
Valmistusrakenteiden ja vaihemallin varmistaminen	Valmistusjärjestelmä	(H4, H7)
Prosessien kehittäminen, testausmenetelmät ja tarkastuspöytäkirjat	Valmistusjärjestelmä	(H3, H6)
Kokoonpano- ja moduulikonaisuuksien kehittäminen	Valmistusjärjestelmä	(H1, H3)
Standardityön määrittäminen ja työmäärän arviointi	Valmistusjärjestelmä	(H1, H3, H5, H7)
Dokumentointi; nosto- ja kokoonpano-ohjeet	Valmistusjärjestelmä	(H1, H2, H3, H4, H5)
Materiaaliyhäyksen kehittäminen, materiaaliyhäyset	Valmistusjärjestelmä	(H3, H5, H7)
Apuvälineiden kehittäminen ja standardointi	Valmistusjärjestelmä	(H3, H5)
Turvallisuuden kehittäminen	Valmistusjärjestelmä	(H6)
Kehittymisen arviointi; kokoonpanotunnit, läpimenoaika, kustannukset	Valmistusjärjestelmä	(H1, H2, H4, H6, H7)

Liite 3. Tulokset, Läpinäkyvyyden haasteet, muutokset tuotanto-ohjelmassa

Tunnistetut haasteet läpinäkyvyydessä	Miten haaste ilmenee?	Miten vaikuttaa läpinäkyvyyteen?	Haastattelu-lähde
Muutokset tuotanto-ohjelmassa	<ul style="list-style-type: none"> Töiden aikataulut muuttuvat tuotanto-ohjelmassa Ramp up-laitteiden järjestys saattaa muuttua Laitteita poistuu tuotanto-ohjelmasta 	<ul style="list-style-type: none"> Muutoksia ylösajon suunnitelmien aikatauluihin Ei nähdä kehittymistä, kun tehdään poikkeavassa järjestyksessä Muutoksia ylösajon suunnitelmien aikatauluihin 	(H3, H7) (H3, H7) (H7)
Päällekkäiset ylösajot	<ul style="list-style-type: none"> Tehtävien hallinnassa ja resursoinnissa haasteita Kehitystä ei tapahdu laitteiden valmistuksen välillä 	<ul style="list-style-type: none"> Ei ehditä tekemään kaikkia tehtäviä, tekemättömät asiat huomataan sarjavalmistuksessa Kehitystä ei tapahdu tuotteessa eikä osaamisessa 	(H3, H6, H7) (H2, H3)
Pitkäkestoinen ylösajo	<ul style="list-style-type: none"> Pitkäjänteistä seurantaa vaikkei kehitystä välttämättä tapahdu Kehittämistyössä etenemisen osoittaminen haasteellista Kehittämistehtävän riittävän kypsyyden toteaminen haasteellista 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii jatkuvaa aikataulujen seurantaa Toimenpiteiden vaikutuksia ei nähdä heti Tuote voi siirtyä keskeneräisenä sarjavalmistukseen 	(H3) (H3, H7) (H4)

Liite 4. Tulokset, läpinäkyvyyden haasteet; muutokset työsisällössä

Tunnistetut haasteet läpinäkyvyydessä	Miten haaste ilmenee?	Miten vaikuttaa läpinäkyvyyteen?	Haastattelu-lähde
Kokoonpanojen vaihtuva työsisältö (optiot)	<ul style="list-style-type: none"> Laitteet eivät välttämättä ole vertailukelpoisia keskenään 	<ul style="list-style-type: none"> Laitteiden välisen kehittymisen arviointi haasteellista 	(H7)
Muutokset tuotteessa	<ul style="list-style-type: none"> Suunnittelun resursointi ylösajon aikaisten muutosten läpiviemiseksi Uusia optioita ja muutoksia tulee kesken ramp up-sarjan, tavoitteita ei tunnisteta ajoissa 	<ul style="list-style-type: none"> Muutokset kestävät pitkään, ei nähdä odotettua kehitystä ylösajossa Muutokset vaativat lisäselvittelyä aiheuttaen keskeytyksiä 	(H1) (H3)

Liite 5. Tulokset, läpinäkyvyyden haasteet; muutokset tuotantosuunnitelmissa

Tunnistetut haasteet läpinäkyvyydessä	Miten haaste ilmenee?	Miten vaikuttaa läpinäkyvyyteen?	Haastattelu-lähde
Tuotannollistamisen tehtävien epäselvyys	<ul style="list-style-type: none"> Ei jaeta tietoa uustuoteprojektilta tai protovalmistuksesta, lähtötiedot puuttuvat Projektin häntiä jatketaan yösajossa 	<ul style="list-style-type: none"> Ei tunnisteta yösajon lähtötasoa ja tavoitteita Vaikuttaa yösajon suunnitteluun ja optimaaliseen yösajoon 	(H1, H2) (H1, H2)
Kehittämisen aikapaine	<ul style="list-style-type: none"> Kuitataan tehtävä liian helposti turhaksi tai tehdyksi 	<ul style="list-style-type: none"> Vääristää yösajon maturiteettia 	(H2, H3)
Tuotannon monivaiheisuus	<ul style="list-style-type: none"> Tuotteen kompleksisuuden ja tuotannon monivaiheisuuden hallinta samanaikaisesti, resurssihaasteet 	<ul style="list-style-type: none"> Jotain saattaa jäädä tekemättä tai aikataulu vanyy 	(H6, H7)

Liite 6. Tulokset, läpinäkyvyyden haasteet; tiedon hallinta

Tunnistetut haasteet läpinäkyvyydessä	Miten haaste ilmenee?	Miten vaikuttaa läpinäkyvyyteen?	Haastattelu-lähde
Tiedon ja osaamisen hallinta	<ul style="list-style-type: none"> Osaamisen kehitys alkaa alusta kun siirrytään seuraavaan vaiheeseen (proto – ramp up – sarjavalmistus) Työntekijöiden osaaminen vaihtelee 	<ul style="list-style-type: none"> Oppiminen alkaa alusta, näkyy kestoissa ja läpimenoissa Vaikuttaa ylösajon kehittymisen seurantaan, esim. vaihtelu kestoissa ja läpimenoissa 	(H3, H5) (H5, H6)
Tiedon kerääminen useista lähteistä	<ul style="list-style-type: none"> Paljon manuaalista työtä kerätä tietoa, tiedon sirpaleisuus Ei ole välttämättä tietoa kaikista lähteistä eikä ole pääsyä kaikkiin lähteisiin Eri organisaatiot käyttävät eri järjestelmiä (suunnittelu/ tuotanto) Tieto ei päivity automaattisesti, tiedon kerääminen vaatii keskustelua ihmisten kanssa 	<ul style="list-style-type: none"> Selvittäminen vaatii paljon aikaa Ei ole mahdollisuutta saavuttaa tarvittavaa tietoa Vaatii kyselyjä tiedon selvittämiseksi Tietoa tai kokonaiskuva ei saada nopeasti 	(H2, H4, H6) (H3, H6) (H2) (H6)
Henkilöillä omia tehtävälistoja ja hiljaista tietoa	<ul style="list-style-type: none"> Kaikki tieto ei ole saatavilla tai yhteisesti nähtävillä Organisaation muutoksissa riski menettää tärkeää tietoa 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii kyselyjä tiedon selvittämiseksi Voidaan menettää hiljaista tietoa 	(H3, H6) (H1, H3, H6)
Tuotannon palautteet	<ul style="list-style-type: none"> Tuotannosta tehtävien palautteiden etenemään ei ole näkyvyyttä, esim. laatu palautteet Palautteiden henkilöityminen, palautteita ei voi käsitellä suoraan "asentajan toiveen" mukaisesti 	<ul style="list-style-type: none"> Ei tunnisteta, milloin ongelmat on ratkaistu ja mitä toimenpiteitä tehtiin Laatupalautteista saatavaa tietoa pitää kyseenalaistaa, palautteen sisältöön vaikuttaa työntekijän kokemus 	(H2) (H3)
Tuotannon etenenemän arviointi perustuu arvioon	<ul style="list-style-type: none"> Arvion luotettavuus, mihin tietoon arvio perustuu Aina ei tiedetä tarkkaan, minkä perusteella etenemää tulisi arvioida 	<ul style="list-style-type: none"> Vaatii asiantuntijan selvityksen Arvion luotettavuus 	(H2, H4) (H2)
Mittareiden luotettavuus	<ul style="list-style-type: none"> Mittareiden käyttämän tiedon luotettavuus, dataa joudutaan muokkaamaan vastaamaan todellisuutta Mittarit sisältävät virheitä. 	<ul style="list-style-type: none"> Data saattaa sisältää virheitä, käsittely vaatii asiantuntemusta Mittareista ei tunnisteta syy-seuraussuhteita, esim. osapuutteiden vaikutuksia, esim. töiden kestoihin. 	(H4, H6, H7) (H7)
Tiedon jakamisen heikkous	<ul style="list-style-type: none"> Seurantapalaverit, tiedon päivittäminen isolle asentajaryhmälle haasteellista Tiedon jakamisessa "rikkinäisen puhelimen" mahdollisuus Tiedon jakamisen varmistaminen, miten saadaan kaikille tieto jaettua ja sisäistettyä Tiedon jakaminen sidosryhmille vähäistä tai heikkoa, ei käytetä riittävästi aikaa Henkilöitä tuuratessa joutuu kysymään selvittääkseen asioita 	<ul style="list-style-type: none"> Paljon läpikäytäviä asioita, vaati aikaa ja töiden keskeyttämisen Tieto saattaa vääristyä Tiedon sisäistämisen ja hyödyntämisen vaikeus, kysytään uudelleen Ei saavuteta tietoa, joka edesauttaisi työntekoa Työllistää muita asian selvittämiseksi 	(H5) (H1, H6) (H3, H4, H6, H7) (H3, H6) (H4)

Liite 7. Tulokset, asentajien ryhmähaastattelu, tiedon tarve tuotannossa

Tuotannossa tarvittava tieto ylösajossa	Mihin tarvitaan?
Tieto virheistä tai puutteista kokoonpanokuvissa (asennus, turvallisuus)	Kohdattavien ongelmien tunnistaminen
Tieto ongelmista, korjaamisesta ja aikataulusta	Kohdattavien ongelmien tunnistaminen
Tieto rakenneongelmista, mitä kokoonpanot sisältävät	Kohdattavien ongelmien tunnistaminen
Tieto materiaaliapuusteista	Kohdattavien ongelmien tunnistaminen
Tieto uusista nimikkeistä, 2-laatikkonimikkeet	Ongelman ratkaisevan tiedon saaminen
Tiedon jakaminen suunnittelun ja tuotannon välillä	Ongelman ratkaisevan tiedon saaminen
Tieto uusien komponenttien toiminnasta	Osaaminen, tuotteen tunteminen
Tieto uuden kokoonpanon toiminnallisuuksista	Osaaminen, tuotteen tunteminen
Tieto kokoonpanojen ja rakenteiden sisällöstä	Osaaminen, tuotteen tunteminen
Lähtötiedot uudesta tuotteesta (perehdytys, aloituspalaveri)	Osaaminen, tuotteen tunteminen
Lähtötiedot protolta, kuvat	Osaaminen, tuotteen tunteminen
Laatupalautteet omasta tuotannosta ja asiakkaalta	Osaaminen, työmenetelmät
Tieto turvallisista työmenetelmistä	Osaaminen, työmenetelmät
Tieto hyvästä työjärjestyksestä	Osaaminen, työmenetelmät
Hyvien toimintatapojen jakaminen	Osaaminen, työmenetelmät
Tietotaidon jakaminen	Osaaminen, työmenetelmät