

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TOMMI NIEMI

Tuotantolinjojen toteutuksessa tarvittavien määrittelyjen ja standardien tunnistaminen

Opinnäytetyö

TEKNIIKAN YAMK TUTKINTO-OHJELMA
2025

TIIVISTELMÄ

Niemi, Tommi: Tuotantolinjojen toteutuksessa tarvittavien määrittelyjen ja standardien tunnistaminen.

Opinnäytetyö, YAMK

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Maaliskuu 2025

Sivumäärä: 48

Työn tavoitteena oli tunnistaa ja tutkia kohdeyrityksessä puuttuvia tai puutteellisia dokumentteja. Työssä perehdyttiin dokumentointiin toiminnallisuuden, käytettävyyden ja logiikkaohjelmoinnin määrittämisen näkökulmasta.

Tutkielma suoritettiin organisaation sisällä pienryhmissäkeskusteluin sekä selvittämällä standardistoa ja yrityksen ohjekirjoja. Havaittuja puutteita tutkittiin konstruktivisen tutkimuksen menetelmin.

Työn tuloksena havaittiin puutteita tuotantolinjan esisuunnittelun ja suunnittelun dokumentoinnissa. Yrityksen sisällä kartoitetaan tarkemmin tarpeet puutteiden korjaamiseksi ja kehitetään toimintaa dokumentoinnin parantamiseksi.

Toiminnallisuuden kuvaus otetaan käyttöön tulevissa projekteissa ja sen pohjalta toteutetaan esikartoitus parhaista käytännöistä. Laitteiden välisen kommunikoinnin määrittelyyn kehitetään oma dokumentaatio, joka liitetään osaksi projektin dokumentaatiota.

Opinnäytetyön aikana kehityskohteita ei päästy toteuttamaan käytännössä, joten löydösten vaikutusta projektien toteutukseen arvioitiin vain teoreettisella tasolla.

Työssä hyödynnettiin kirjoittajan aiempaa työkokemusta automaatiolinjojen toimittajan roolissa sekä tunnistettiin havaittuja puutteita yhteistyössä työkollegoiden kanssa.

Avainsanat: tuotantolinjat, tietojärjestelmät, standardit, suunnittelu, dokumentointi, toiminnallisuus

ABSTRACT

Niemi, Tommi: Identification of the specifications and standards required for the implementation of production lines.

Master's thesis

Master of Engineering

March 2025

Number of pages: 48

The aim of this thesis was to identify and examine missing or incomplete documents in the target company. The thesis focused on documentation from the perspectives of functionality, usability, and logic programming.

The study was conducted within the organization through small group discussions and by examining standards and company manuals. The identified deficiencies were investigated using constructive research methods.

As a result of the work, deficiencies were found in the documentation of the preliminary design and design of the production line. The company will further assess the needs to correct the deficiencies and develop activities to improve the documentation.

The functional description will be implemented in future projects, and a preliminary survey of best practices will be conducted. A specific documentation for defining communication between devices will be developed and included in the project documentation.

During the thesis, the development areas could not be practically implemented, so the impact of these findings on project implementation was only assessed theoretically.

The thesis utilized the author's previous work experience as a supplier of automation lines and identified observed flaws in collaboration with colleagues.

Keywords: production lines, information systems, standards, design, documentation, functionality

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
1.1 Yritys	8
2 TUTKIMUKSEN TAVOITE	10
3 MENETELMÄT	11
3.1 Konstruktiivinen tutkimusote	11
4 KIRJALLISUUSTUTKIMUS JA DOKUMENTTIANALYYSI	13
4.1 Standardi, mitä tarkoittaa	13
4.2 Yrityksen käyttämät standardit	13
4.2.1 Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001	14
4.2.2 Laadunhallintastandardisto IATF 16949:2016	15
4.2.3 Prosessiauditointistandardi VDA 6.3.....	16
4.2.4 Sähkötyöstandardi SFS 6002	16
4.2.5 Koneturvallisuus ja Konedirektiivit	17
4.3 Nykyiset ohjeistukset	17
5 YLEISTÄ TUOTANTOLINJOISTA	18
5.1 Tuotantolinja	18
5.2 Tuotantolinjatyyppien periaatteita	18
5.2.1 Varasto-ohjautuva tuotanto	19
5.2.2 Tilauksesta kokoonpano	20
5.2.3 Tilauksesta valmistus	20
5.2.4 Tilauksesta suunnittelu	20
6 KEHITYSKOHTTEET	22
6.1 Dokumentaatio	22
6.2 Projektin esivalmistelu	23
6.2.1 Tekninen hankintadokumentaatio	24
7 MEGATRENDIEN VAIKUTUKSET	26
7.1 Luonnon kantokyky murenee	27
7.2 Hyvinvoinnin haasteet kasvavat	28
8 TULOKSET JA POHDINTA	31
8.1 Toiminnallisuuden kuvaus	31
8.1.1 Mikä on toiminnallisuuden kuvaus?	31
8.1.2 Toiminnallisuuden kuvauksen merkitys	32
8.1.3 Toiminnallisuuden kuvauksen laatiminen	33
8.1.4 Yhteenveto	36
8.2 Rajapintamäärittely	39

8.2.1 Mikä on rajapintamäärittely?	40
8.2.2 Rajapintamäärittelyn sisältö ja hyödyt.....	40
8.3 Tuotannon asettelu (layout).....	43
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	45
<i>LÄHTEET</i>	47

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

ATO = Tilauksesta kokoonpano

CE = Conformité Européenne

CEN = Eurooppalainen standardoimisjärjestö

ETO = Tilauksesta suunnittelu

EVS = Sähköiset ajoneuvojärjestelmät

ISO = Kansainvälinen standardisoimisjärjestö

IATF = Kansainvälinen autoteollisuuden työryhmä

MES = Valmistuksen ohjausjärjestelmä

MTO = Tilauksesta valmistus

MTS = Varasto-ohjautuva tuotanto

PLC = Ohjelmoitava logiikkaohjain

QMC = Qualitäts Management Center / VDA:n Laadunhallintakeskus

SCADA = Valvonnan ja tiedonkeruun ohjausjärjestelmä

SFS = Suomen standardit ry

VA = Valmet Automotive

VDA = Verband der Automobilindustrie / Autoteollisuusliitto

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on määrittellä ja koota yhteen ohjesäännöt ja standardit, joita tuotantolinjojen suunnittelussa ja toteutuksessa tulisi noudattaa jo hankinta- ja esisuunnitteluvaiheissa. Työn tarkoituksena on myös luoda pohja tarkempien yksityiskohtien määrittelylle jo hankintavaiheen esiselvitysvaiheessa, mikä tukee hankintaprosesseja. Opinnäytetyö ei käsittele yrityksen projektihallintadokumentteja eikä projektihallinnan prosessikaavioita. Työn idea ja ehdotus tulivat nykyiseltä työnantajalta, ja työtä lähdetään kunnianhimoisesti toteuttamaan.

Työ keskittyy Valmet Automotive:n akkuvalmistusliiketoiminnan noudattamiin standardivaatimuksiin, niiden analysointiin ja merkitykseen linjasuunnittelun kannalta. Lisäksi pohditaan, miten yrityksen arvot on otettava huomioon uusia tuotantolinjoja kehitettäessä.

Tuotantolinjan esisuunnittelun määrittelyä kehitettäessä on huomioitava linjan elinkaari eli käyttö- ja ylläpitokustannukset. Näihin opinnäytetyössä tullaan myös ottamaan kantaa jossain määrin. Elinkaareen liittyy vahvasti käytettävien osatoimittajien vastuullisuus ja eettiset kysymykset.

Aihe liittyy vahvasti kirjoittajan osaamiseen ja työhistoriaan. Kirjoittaja on ollut useassa eri roolissa tekniikan, erityisesti sähkötekniikan alalla. Noin vuosikymmenen kokemus automaatiolinjatoimittajana on antanut hyvän tietotaitopohjan sille, miten linjojen toteutus tulisi viedä tehokkaasti loppuun, ja se on tarjonnut näkemyksen siitä, mitä asioita tulisi olla määriteltynä ostajan ja toimittajan välisen toimitussopimuksen syntyessä. Tällä hetkellä työnkuva tukee opinnäytetyön aihetta siinä määrin, että linjanrakennus- ja kehitystyöt kuuluvat nykyiseen organisaatioon. Työtä tehdään yhteistyössä projektihallinnan, hankinnan, tuotannon ja kunnossapidon kanssa.

Aihe on osa VA EVS:n kaltaista valmistusorganisaatiota. VA EVS:n akkuvalmistusliiketoiminta on maailmanlaajuisesti merkittävä ja kehittyvä

liiketoimintamalli. Kestävän kasvun perustaksi on hyvä luoda vakaa alusta. Alustan tulee perustua hyviin toimintatapoihin ja ratkaisuihin, joita yritys voi käyttää pohjana tulevaisuuden tehtaiden rakentamiseen.

Tässä työssä on käytetty tekoälyä sisällönhakemisen apuna. Käyttö on rajattu hakusanojen optimointiin. Työn sisällössä ei kuitenkaan ole käytetty tekoälyn tuottamaa tietoa.

1.1 Yritys

Valmet Automotive on uusikaupunkilaislähtöinen autorakennuksen sopimusvalmistaja, jonka historia juontaa vuoteen 1968 asti. Valmet Automotive perustettiin yhteistyönä ruotsalaisen Saabin ja suomalaisen Valmetin yhteistyönä. Vuonna 1992 Valmet irtautui Saabin yhteistyöstä, vuonna 1995 yritys uudelleen nimettiin Valmet Automotiveksi.

Valmet Automotive -yritysryhmän bruttomyynti oli 2,2 miljardia euroa vuonna 2023. Työntekijöitä yritysryhmällä oli yhteensä 3700 henkilöä ja toimintaa kolmessa maassa, Suomessa, Saksassa sekä Puolassa. Suurimmat osakkeiden omistajat yritysryhmässä ovat suomalainen Pontos, Suomen teollisuussijoitus yhtiö Tesi ja kolmantena kiinalainen CATL.

Valmet Automotiven historian aikana Uudenkaupungin tehtaan valmistuslinjojen päästä on lähtenyt useamman valmistajan logolla varustettuja autoja, Saab automallien valmistuksen loputtua, sen jälkeen valmistusta on jatkettu tunnettujen autovalmistajien kuten Mercedes-Benzin, Porschen, sekä suurta mediahuomiota saaneen Fisker-Karman kanssa.

Nykypäivänä Mercedes-Benzin automalleista autotehtaan linjoilta rullaa ulos A-sarjan henkilöautoja ja urheiluautomainen neliovinen gran turismo, AMG GT, jota ei valmisteta muualla kuin Uudessakaupungissa. Yhteensä eri valmistajien automalleja on valmistunut Uudenkaupungin tehtaalta noin 1,9 miljoonaa vuoteen 2023 mennessä.

Valmet Automotive EVS perustettiin emoyhtiön tytäryhtiöksi omana liiketoimintamallina, ensimmäinen akkuvalmistuslinja aloitti toimintansa Salossa vuonna 2019. Ensimmäinen Uudenkaupungin valmistuslinja aloitti toimintansa vuonna 2021. Viimeisimpänä laajenuksena yritys perusti kolmannen valmistusyksikön Saksan Kircharttiin vuonna 2023. Akkuvalmistusliiketoiminta irtautui Valmet Automotiven alaisuudesta omaksi yritykseksi vuonna 2024. Uuden yrityksen nimeksi tuli IONCOR. Valmet Automotive säilyi kuitenkin suurimpana omistajana uudessa yrityksessä.

Valmet Automotiven ja IONCOR yhtiön yhteistyö jatkuu irtautumisesta huolimatta, ja yhtiöt jakavat yhtenäisen tulevaisuuden vision ympäristöystävällisyyden ja ilmaston suojelemisen kannalta. Tätä pohjavisiota hyödyntäen yhteistyön päämääränä on tulla johtavaksi kansainvälisesti toimivaksi palvelutuottajaksi sähköisen liikenteen ja uusiutuvan energian varastoinnin järjestelmissä

2 TUTKIMUKSEN TAVOITE

Laatia ohjeistus ja määritelmä siitä, mitä tulisi ottaa huomioon hankkeeseen lähdeittäessä, jotta tilaajalla on riittävät tiedot projektin suorittamiseen sille määritellyissä rajoissa, kuten laadulliset vaatimukset, toiminnallisuus, budjetti ja aikataulus.

Työn jälkeen jokaisella osastolla, jotka liittyvät projektiin tai kehittämistyöhön, tulisi olla vastualueet ja niin sanotut tavoiteaskeleet siihen, että projekti voidaan suorittaa onnistuneesti. Tavoitteena olisi toteuttaa projekti yhdenmukaisesti, riippumatta siitä, mihin toimipisteeseen projekti tullaan tekemään. Projektin tulisi olla käytettävyydeltään ja toteutukseltaan samankaltainen muiden toimipisteiden toimintojen kanssa.

Työn tilaajalle yleensä projekti tarkoittaa uuden tuotantolinjan syntymistä, tai vanhan tuotantolinjan päivittämistä. Projektihenkilöstö voi koostua useasta eri toimipisteestä, tällä hetkellä tilaajalla on kolme tuotantotoimipistettä, kaksi Suomessa ja yksi Saksassa.

Kun lähtötiedot ovat luotu samoille pohjille, joka toimipisteessä, voidaan resursseja käyttää helpommin tukemaan toisen toimipisteen toimintoja. Materiaaliin tutustuminen on yksinkertaisempaa, sekä lähtötiedoista tulisi saada kaikki se tieto, mitä tarvitsee saavuttaa projektin aikana.

Oleellista on, että jotakin on jo määritelty yrityksen prosessikaavioihin, kuten laatu- ja turvallisuustasot. Työn aikana selvitetään, miten olemassa olevia asioita on käytetty, ja onko näiden käyttö koettu hyödylliseksi.

Vahvuutena sekä ongelmana voidaan nähdä yrityksen laaja toiminta-alue, joka ulottuu niin maantieteellisesti kuin toimintatapojen saralta yli rajojen. Yrityskulttuuri vaihtelee toimipisteiden välillä.

3 MENETELMÄT

Tämä opinnäytetyö toteutetaan konstruktiiivisella tutkimusmenetelmällä, joka mahdollistaa käytännönläheisten ongelmien ratkaisemisen ja innovatiivisten ratkaisujen kehittämisen. Tutkimusprosessi etenee noudattamalla Lukan (2001) kuvaamia konstruktiiivisen tutkimuksen periaatteita, keskittyen tosielämän ongelmiin, innovatiivisen konstruktion luomiseen ja sen käytännön soveltuvuuden testaamiseen.

Opinnäytetyöntekijän aiempi työkokemus projekteissa eri kokoluokan yrityksille tuo lisäarvoa tutkimukselle. Tämä aiempi kokemus auttaa ymmärtämään käytännön haasteita ja soveltamaan tutkimustuloksia tehokkaasti.

3.1 Konstruktiiivinen tutkimusote

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä on konstruktiiivinen. Tämä lähestymistapa valittiin, koska se sopii hyvin käytännönläheisten ongelmien ratkaisemiseen ja innovatiivisten ratkaisujen kehittämiseen. Konstruktiiivinen tutkimus edellyttää:

- keskittyy tosielämän ongelmiin, jotka koetaan käytännössä tarpeellisiksi ratkaista,
- tuottaa innovatiivisen konstruktion, joka on tarkoitettu ratkaisemaan alkuperäinen tosielämän ongelma,
- sisältää kehitetyn konstruktion toteuttamisyriksen, jolla testataan sen käytäntöön soveltuvuutta,
- merkitsee tutkijan ja käytännön edustajien hyvin läheistä tiimimäistä yhteistyötä, jossa odotetaan tapahtuvan kokemuksellista oppimista,
- on huolellisesti kytketty olemassa olevaan teoreettiseen tietämykseen,
- kiinnittää erityistä huomiota empiiristen löydösten reflektointiin takaisin teoriaan. (Lukka, 2001)

Tutkimusprosessi noudattaa Lukan (2001) kuvaamia konstruktiiivisen tutkimuksen periaatteita:

- Etsi ongelma.

- Selvitä tutkimusyhteistyön mahdollisuudet.
- Hanki syvälinen aineen tuntemus.
- Innovoi ratkaisumalli ja kehitä konstruktio.
- Toteuta ja testaa ratkaisu.
- Pohdi ratkaisun soveltamisalaa.
- Tunnista ja analysoi teoreettinen kontribuutio.

4 KIRJALLISUUSTUTKIMUS JA DOKUMENTTIANALYYSI

Tässä luvussa tarkastellaan kirjallisuustutkimuksen ja dokumenttianalyysin avulla standardeja, joita yritys noudattaa, sekä nykyisiä ohjeistuksia, jotka vaikuttavat tuotantolinjojen suunnitteluun. Luvussa käsitellään keskeisiä standardeja, kuten ISO 9001, IATF 16949, VDA 6.3 ja SFS 6002, sekä niiden merkitystä laadunhallinnassa, turvallisuudessa ja autoteollisuuden erityisvaatimuksissa. Lisäksi tarkastellaan koneturvallisuuteen liittyviä direktiivejä ja niiden vaikutusta tuotantolinjojen suunnitteluun.

4.1 Standardi, mitä tarkoittaa

"Standardit ovat julkaisuja, joihin on kirjattu yhteisesti sovittuja vaatimuksia, suosituksia tai ominaisuuksia esimerkiksi tuotteille, niiden valmistukselle tai testaukselle sekä järjestelmille tai palveluille. Ilman näitä yhteisiä sopimuksia aremme ei olisi lainkaan niin sujuvaa ja turvallista." (SFS ry, 2024a)

SFS kuvailee standardit seuraavanlaisesti:

1. Standardi on kirjallinen julkaisu, jossa määritetään esimerkiksi tuotteiden ja palvelujen ominaisuuksia ja vaatimuksia tai järjestelmien toimintaa.
2. Standardointi on yhteisten toimintatapojen (hyvien käytäntöjen, ratkaisujen ja vaatimusten) laatimista. Standardointiin saa osallistua kuka tahansa alan asiantuntija ja standardoinnin tuloksena syntyy edellä mainittuja asiakirjoja. (SFS ry, 2024b)

4.2 Yrityksen käyttämät standardit

Yritys on sitoutunut noudattamaan liiketoiminnassaan kansainvälisiä standardeja, jotka ohjeistavat yrityksen päivittäisiä toimintoja. Käytettävät standardit ottavat kantaa laadunhallintaan, toimintatapoihin, turvallisuuteen ja muihin yrityksen toimintaa ohjaaviin säännöksiin, kuten ympäristöasioihin.

Taulukko 1, Yrityksen käyttämien standardien vertailu: (ISO/TC176, Technical Committee, 2019a) (Wikipedia, 2024) (SGS Société Générale de Surveillance SA, 2024) (SFS ry, 2024b)

Standardi	Soveltamis-ala	Vaatimukset	Hyödyt
ISO 9001	Laadunhallintajärjestelmät	Asiakaslähtöisyys, johtaminen, ihmisten sitoutuminen, prosessilähestymistapa, parantaminen, tiedolla johtaminen, suhdetoiminta	Parantaa organisaation suorituskykyä, lisää asiakastytyväisyyttä, auttaa tunnistamaan ja hallitsemaan riskejä
IATF 16949	Autoteollisuuden laadunhallintajärjestelmät	Perustuu ISO 9001:een, keskittyy jatkuvaan parantamiseen ja jätteen vähentämiseen	Parantaa laatua, lisää asiakastytyväisyyttä, auttaa tunnistamaan ja hallitsemaan riskejä
VDA 6.3	Prosessiauditoinnit autoalalla	Perustuu prosesseihin, tarkoitettu autoalan toimittajille	Auttaa tunnistamaan ja hallitsemaan prosessien riskejä, parantaa prosessien tehokkuutta
SFS 6002	Sähkötyöt	Ohjeistaa sähköasennuksiin ja sähköturvallisuuteen	Parantaa sähköturvallisuutta, auttaa ehkäisemään sähkötapaturmia

4.2.1 Laadunhallintajärjestelmä ISO 9001

ISO 9001 on maailmanlaajuinen standardi, joka määrittää vaatimukset organisaation laadunhallintajärjestelmälle. Se on tunnetuin ja laajimmin käytetty työkalu laadunhallintajärjestelmien luomiseen ja kehittämiseen, ja se toimii perustana myös muille johtamisjärjestelmille. (SFS ry, 2024b)

ISO 9001 -standardin ylläpidosta vastaavat eurooppalaiset standardointijärjestöt CEN ja CENELEC. Itse lyhenne ISO tulee sanoista International Organization for Standardization, eli Kansainvälinen standardisoimisjärjestö.

ISO 9001 -laadunhallintastandardi määrittelee peruseriaatteen laadun hallinnalle seuraavanlaisesti:

- asiakaslähtöisyys,
- johtaminen,
- ihmisten sitoutuminen,
- prosessin lähestymistapa,
- parantaminen,
- aineistopohjainen päätöksenteko,
- suhteiden hallintaan.

(ISO/TC176, Technical Committee, 2019a)

ISO 9001 ei suoraan anna ohjeistusta linjansuunnitteluun tai toteutukseen, mutta antaa lähtökohdan prosessien määrittelyyn. Tätä lähestymistapaa voidaan noudattaa myös linjan esisuunnitteluvaiheessa. Laadunhallinnan varmistamiseksi automaatiolinjastossa voidaan toteuttaa automaattista raportointia ja määriteltyjen raja-arvojen valvontaa, sekä noudattamista.

ISO 9001 ottaa kantaa tuotteen turvallisuuteen, siten, että organisaatiolla tulee olla dokumentoidut prosessit tuotteen turvallisuudelle ja tuotannollisille prosesseille. (ISO/TC176, Technical Committee, 2019a)

4.2.2 Laadunhallintastandardisto IATF 16949:2016

IATF 16949 -standardi on kansainvälinen tekninen määrittely laadunhallintaan. Se perustuu ISO 9001, mutta keskittyy tuotannon jatkuvaan parantamiseen ja pyrkii vähentämään tuotannosta johtuvia tuotepoikkeamia ja vähentämään jätteen määrää. Määrittely on autoteollisuuden standardi ja pohjautuu ISO 9001 -vaatimukseen.

Tämän standardin tavoitteena on parantaa järjestelmien ja prosessien laatua, lisätä asiakastyytyväisyyttä sekä tunnistaa ja hallita tuotantoprosessien ja toimitusketjun riskejä. IATF 16949:2016 auttaa yrityksiä tunnistamaan ongelmat ja niiden syyt, sekä toteuttamaan tehokkaita korjaavia ja ehkäiseviä toimenpiteitä. (Wikipedia, 2024)

4.2.3 Prosessiauditointistandardi VDA 6.3

VDA 6.3 on VDA-QMC:n ja Saksan autoteollisuuden kehittämä prosesseihin perustuva perusteellinen auditointityökalu, joka on tarkoitettu tuotteita tai palveluita autoalalle toimittaville organisaatioille. Vuonna 2016 julkaistussa kolmannessa versiossa prosessin auditointityökalua päivitettiin käytännöllisemmäksi ja vastaamaan paremmin IATF 16949:2016-vaatimuksia.

Kaikki autoalan organisaatiot voivat käyttää VDA 6.3 -standardia prosessien auditointityökaluna liiketoiminnan laajuudesta riippumatta. Yritys voi keskittyä esimerkiksi toiminnallisten järjestelmien ja tuotteiden tutkimus- ja kehitystyöhön tuotteiden kokoonpanoon käyttämällä erilaisia prosessi- tai valmistustekniikoita ja palveluita.

VDA 6.3 auditointiprosessia käytetään laajalti, ja samanlaisia standardeja on käytössä muilla teollisuuden toimialoilla. (SGS Société Générale de Surveillance SA, 2024)

4.2.4 Sähkötyöstandardi SFS 6002

Koska tuotantolinjat tuottavat jännitteellisiä ja virrallisia komponentteja on otettava huomioon sähköturvallisuus ja sen tuomat määrittelyt. Suomessa voimassa oleva SFS 6002 on eurooppalaiseen standardiin EN 50110-1 pohjautuva kansallinen sähköisten vaaratekijöiden tunnistamisiin toteutettu standardi, joka ohjeistaa sähköasennuksiin ja sähköturvallisuuteen.

SFS 6002 koskee kaikkia jännitetasoja, ja se soveltuu sekä uusiin että olemassa oleviin laitteistoihin. Se tarjoaa ohjeita muun muassa jännitetyön tekemiseen, työskentelyyn jännitteisten osien läheisyydessä sekä henkilöstön turvallisuuteen liittyvistä vaatimuksista.

4.2.5 Koneturvallisuus ja Konedirektiivit

Myös toimittajien ja ratkaisujen on noudatettava turvallisuus- ja valmistusstandardeja. Lähtökohtaisesti Euroopan alueelle saapuville ja valmistettaville tuotteille tulee olla CE-merkintä. CE-merkintä edellyttää vaatimustenmukaisuusvakuutusta.

CE-merkintä on merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu edustaja vakuuttaa, että tuote täyttää tuotetta koskevien EU:n direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset.

CE-merkinnällä varustettu tuote saa liikkua vapaasti EU:n alueella.

Merkinnän kiinnittää valmistaja tai valmistajan valtuuttama edustaja.

CE-merkintää ei myönnä mikään viranomainen tai muu kolmas taho. (TUKES, Turvallisuus- ja Kemikaalivirasto, 2024)

Koneturvallisuus vaikuttaa järjestelmän turvalliseen käyttöön ja turvallisuuteen eniten. Asetuksista on määritelty laitteiden turvallisuuden kannalta oleelliset tilavaatimukset niin sanotut turvaetäisyydet ja pysähtymisajat, sekä näiden käyttöön ja hallintaan oleelliset asiat, kuten hätäseis ja ohjauspainikkeiden käyttämisperiaatteet ja niiden sijoittelu.

4.3 Nykyiset ohjeistukset

Aiemmin tuotantolinjojen suunnittelu on perustunut pääosin sopimusvalmistukseen, jossa asiakas on tilannut tuotteen valmistuksen Valmet Automotive EVS:ltä. Tällöin sekä tuotantolinjan että tuotteen suunnittelu on ollut asiakkaan vastuulla.

Valmet Automotive haluaa kuitenkin kehittyä myös oman tuoteperheen suunnittelussa ja näiden valmistukseen liittyvissä asioissa, jolloin tuotantolinjojen valmistus ja suunnittelu on yrityksen omalla vastuulla. Valmistusta tukevat ohjeistukset ovat osittain Valmet Automotive yritysryhmän sisältä tulleita, jotka pohjautuvat vuosien kokemukseen autovalmistuksen tuotantolinjojen ohjeistuksiin.

5 YLEISTÄ TUOTANTOLINJOISTA

Opinnäytetyössä käsitellään laajasti valmistusta ja tuotantolinjoja. Seuraavissa kappaleissa näitä keskeisiä käsitteitä avataan selkeämmällä ja helpommin ymmärrettävällä tavalla.

5.1 Tuotantolinja

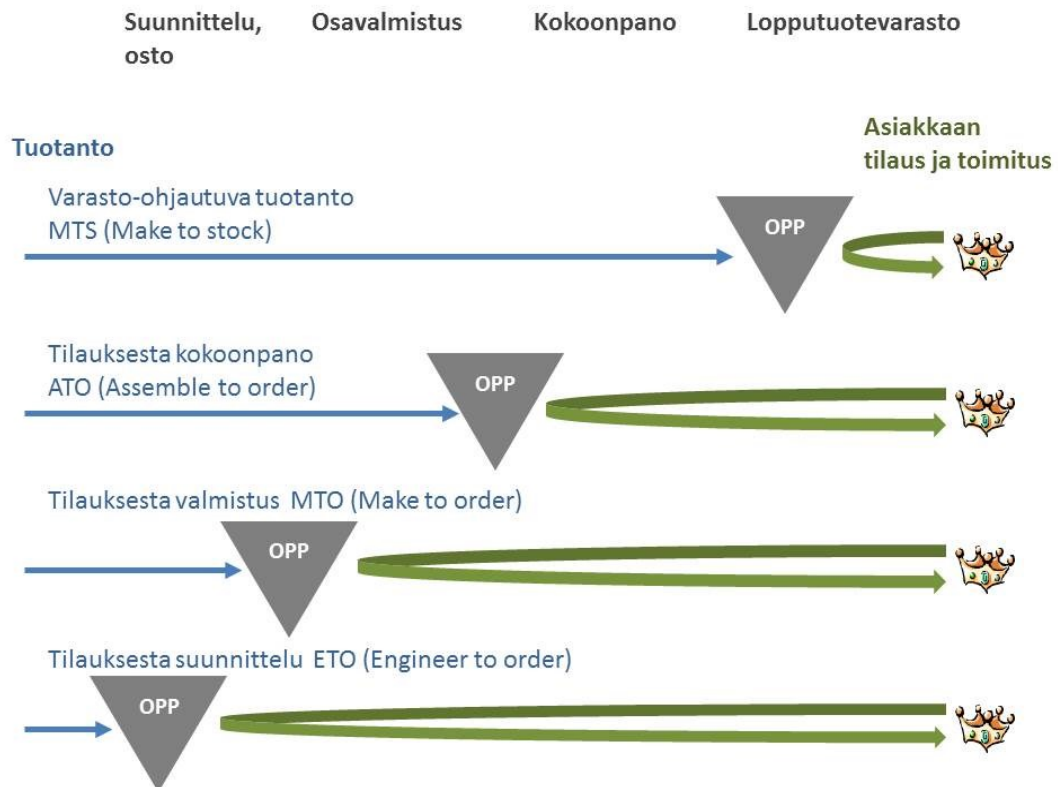
Tehokas logistiikka ja varastonhallinta ovat tuotannonohjauksen ja tuotantolinjan keskeisiä osia. Ne toimivat niiden tärkeänä yhteistyökaluna. Tuotantolinjan tehokkuus ja tuotteiden saatavuus paranevat, kun logistiikka ja varastonhallinta toimivat saumattomasti yhdessä. Lisäksi ne mahdollistavat raaka-aineiden oikea-aikaisen saannin ja valmiiden tuotteiden nopean toimittamisen asiakkaille.

5.2 Tuotantolinjatyyppejen periaatteita

Logistiikan maailman mukaan tuotantolinjat on jaoteltu neljään kategoriaan:

- varasto-ohjautuva tuotanto (MTS = Make to stock),
- tilauksesta kokoonpano (ATO = Assemble to Order),
- tilauksesta valmistus (MTO = Make to Order),
- tilauksesta suunnittelu (ETO = Engineer to Order). (Logistiikan Maailma, 2019b)

Seuraavassa kuvassa esitetään tilauksen kohdennuspistettä (OPP), jolla tarkoitetaan hetkeä, jolloin tuote kiinnitetään asiakkaan tilaukselle.



Kuva 1. Logistiikan maailman laatima esimerkkikuva miten tilauksen kohdennuspiste vaikuttaa tuotannon ja tilauksen suhteeseen. Mitä lähempänä tilauspiste on tilausta, sitä nopeammin tilaaja saa tuotteen.

5.2.1 Varasto-ohjautuva tuotanto

Tässä tuotantomuodossa tuottajalla on tuotteita omassa lopputuotevarastossa, josta tuotteet lähetetään asiakkaalle. Tuotantomuoto perustuu ennakkointiin ja soveltuu tuotteisiin, joissa on hyvin lyhyt toimitusaikavaatimus, menekki on suurta ja tilausmäärät ovat ennustettavissa. Tuotteina ovat esimerkiksi elintarvike- ja monet kuluttajatuotteet. (Logistiikan Maailma, 2018)

5.2.2 Tilauksesta kokoonpano

Tilauksesta kokoonpano tuotantomuoto perustuu kokoonpanoon välivarastoissa olevista komponenteista tai puolivalmisteista. Lopputuotteelle voidaan tehdä vielä testausta ja tarkastamista ennen loppuasiakkaalle lähettämistä. Tämä tuotantomuoto on parhaimmillaan sellaisille tuotteille, jotka koostuvat vakioiduista osista ja komponenteista. Verrattuna varasto-ohjautuvaan tuotantomuotoon taloudellinen riski on pienempi, koska varastoarvoa voidaan pitää pienempänä. Normaalisti toimitusaika tilauksesta on muutamasta päivästä pariin viikkoon. (Logistiikan Maailma, 2020)

Valmet Automotive EV:llä käytetään tätä tuotantomuotoa myös sopimusvalmistuksessa. Komponentit varastoidaan välivarastossa ja tuodaan tuotantolinjalle tarpeen mukaan. Valmiit tuotteet toimitetaan asiakkaalle mahdollisimman nopeasti pitäen varaston minimissä.

5.2.3 Tilauksesta valmistus

Tuotantomuoto tilauksesta valmistus tuotteen valmistus aloitetaan asiakkaan tilauksen pohjalta. Käytännössä lopputuotevarastoa ei ole, vaan tuotannon varastot ovat keskeneräistä tuotantoa sekä materiaaleja.

Tämä tuotantomuoto soveltuu sellaiseen tuotantoon, jossa tuotantomäärä on suhteellisen pieni. Toimitusaika on myös pidempi, kuin aikaisemmin mainituissa. Tällä tuotantomuodolla voidaan myös tuottaa laajempaa tuotevalikoimaa. (Logistiikan Maailma, 2018b)

5.2.4 Tilauksesta suunnittelu

Viimeinen tuotantomuoto, jota Logistiikan maailman sivuilla käydään läpi, on tilauksesta suunnittelu, jossa tuotanto aloitetaan tuotesuunnittelulla. Myöskään tässä tuotantomuodossa loppuvarastoa ei ole.

Tämä tuotantotapa soveltuu sellaiseen tuotantoon, jossa tilaajalle tuotetaan juuri hänelle valmistettua tuotetta. Tämä mahdollistaa olemattoman varastoriskin ja tuottajalta pienempää pääomaa. Teoriassa tällainen tuotantotapa mahdollistaa äärettömän tuotevalikoiman. (Logistiikan Maailma, 2018a)

6 KEHITYSKOhteet

Kehityskohteiksi opinnäytetyössä valikoitui olennaisimmat puutteet, jotka työympäristössä oli huomioitu. Nämä puutteet liittyivät oleellisesti dokumentointiin ja projektin lähtötietoihin sekä seurantatyökaluihin.

6.1 Dokumentaatio

Yrityksellä on tällä hetkellä ohjeistuksille ja standardeille oma järjestelmänhallintatyökalu, jossa versionhallinta ja saatavuus on varmistettu. Valitettavasti kyseistä työkalua tai vastaavaa ei ole aina käytössä projektivaiheessa.

Projekteissa yleisesti dokumentaation säilyttämiseen käytetään Microsoftin toimittamia pilvipalveluita, kuten SharePointia. Pilvipalvelun käyttöön ei ole saatavilla projektikohtaista ohjeistusta, josta saisi selville mitä projektimateriaalia mistäkin löytyy. Materiaalia voi olla useassa hakemistossa ja useaan kertaan. Tämä altistaa riskin sille, että materiaali, jota käytetään tiedon varmistamiseen tai projektin etenemiseen, voi olla vanhaa tai puutteellista.

Dokumentaation parantaminen edellyttää selkeää prosessia projektin dokumentaatiohallinnalle, jossa määritellään projektikohtainen vaatimustaso dokumentaatiolle. Näin varmistetaan, että kaikki tarvittavat tiedot ovat saatavilla ja helposti löydettävissä.

Prosessia tulee kehittää tiettyjen välipisteiden avulla, joilla dokumentit tulevat luoduksi. Prosessi luo myös ohjeet dokumenttien sisällölle, joiden tulee olla kirjattu esimerkki- ja seurantaohjeisiin. Tämänkaltaista toimintaa on harjoitettu jollain tasolla jo yrityksen sisaryhtiön sisällä. Ohjeistus on ottanut kantaa sähkö-, sekä mekaniikkasuunnittelun tasoon ja perusideaan.

Ongelmia prosessin ja vaatimustason luonnissa saattaa ilmetä siinä vaiheessa, kun yritys hankkii kokonaistoimittajan, joka perustaa oman toimituksensa toimittajan omiin standardiratkaisuihin. Yleisesti ottaen toimittajilta

löytyy dokumentaatiota useisiin asiakkaan tarpeisiin ja hankintavaiheessa kysyttäessä materiaali olisi saatavilla asiakkaan käyttöön tarkastettavaksi, pois lukien yrityksen ydinliiketoiminnan tai salattujen tietojen kannalta tärkeät dokumentit.

6.2 Projektin esivalmistelu

Projektin esivaiheessa tulee lisätä dokumentaatiota, ja tässä tärkeimpänä tulisi käyttää toiminnallisuuden kuvausta, järjestelmän vaatimustason selvittämiseksi. Toiminnallisuuden kuvauksesta tulee ilmetä käytettävyyden kannalta oleelliset asiat.

Tällä hetkellä projektin kohteen toiminnallisuuskuvausta ei joko tehdä, tai se ei ole riittävällä tasolla, jotta sitä voisi hyödyntää esimerkiksi hankintaprosesseissa. Toiminnallisuuden kuvaus voi olla tilaajan tai toimittajan vastuulla, riippuen miten vastuu on jaettu näiden kahden välillä. Tämän tulee tulla esille sopimuksesta, joka osapuolten välillä on tehty.

Toiminnallisuuden kuvaus on asiakirja, jossa määritellään projektin tavoitteet ja toiminnallisuudet, ja se on tärkeä osa projektin esivaiheen dokumentaatiota. Sen avulla varmistetaan, että kaikki osapuolet ymmärtävät, mitä projektilta odotetaan, ja se on erityisen tärkeä hankintaprosesseissa. Tilaajan ja toimittajan on molempien hyväksyttävä toiminnallisuuteen tulevat mahdolliset muutokset.

Toiminnallisuuden kuvauksen pääkohdat listattuna:

- toiminnallisuus ja siihen liittyvät tekijät,
- laitteiston työnkuvaus, pääpiirteittäin,
- käyttäjävaatimukset,
- manuaalisen työn listaus, sekä työnkuvaus,
- ohjaus ja hallinnointi,
- tuotannosuunnittelun kuvaus, hallinnointi.

Toiminnallisuuden lisäksi vaatimustason määrittelyssä tulisi esitellä laitteiston kapasiteettivaatimus, sen mittaustavat ja arvot sekä eritellä erikoislaitteiden tahtiaika- sekä kapasiteettivaatimukset.

Mittaustavoiksi lasketaan mittauspisteiden määrittely ja mittausajanjaksot. Esimerkiksi noudatetaanko järjestelmänvaatimuksena järjestelmän tuntikohtaista piikkiarvoa vai pidemmän ajan keskiarvoa, josta myös järjestelmän luotettavuus saadaan paremmin irti, vai näiden yhdistelmää.

Näitä dokumentteja voidaan eriyttää ja pilkkoa pääprojektin kuvauksesta pienemmiksi lohkoiksi, jotka voidaan jakaa omiksi hankinta- ja toimituskokonaisuuksiksi.

6.2.1 Tekninen hankintadokumentaatio

Hankittaessa laite- tai järjestelmätoimittajaa, tulee kokonaisuuden olla yleisellä tasolla selvillä, ja myös toimitusrajojen sisältö on oltava tiedossa. Jos toimitettavalle laitteelle on joitakin erityisvaatimuksia toiminnallisuuden tai turvaominaisuuksien saralta, niiden tulisi olla listattuina jo tarjouskyselyssä.

Jos laitteen vaatimustasoa ei ole itse määriteltä, tulee toimittajalta pyytää laitteen tekniset tiedot, kapasiteetti ja toiminnallisuuden kuvaus, vaikka laitteen toimitus ei sisältäisi laitteen ohjausjärjestelmää. Tässä tapauksessa laitteen toiminnallisuuden vastuu jää tilaajalle, ja tilaajan tehtävänä on huolehtia laitteen ohjelmoinnista ja käyttöönotosta. Kuitenkin siten, että toiminnallisuuden täytyy pohjautua laitteen toimittajan/suunnittelijan toiminnallisuuden kuvaukseen.

Erikois- ja mittauslaitteille saattaa olla vaatimuksia, kuten sertifiointitodistukset, jotka laitteen toimittajan tulee toimittaa laitteiden toimitusten yhteydessä. Tilaajan vastuulla on varmistaa, vastaavatko toimittajan testaus- ja kalibroinnit tilaajan vaatimustasoa, sekä myös mahdollisen loppuasiakkaan vaatimustaso on otettava huomioon. Toimitettava linjasto tai laitteisto voi pitää

sisällään myös toimivia kokonaisuuksia, jotka on toteutettu toimittajan ohjelmointistandardeilla. Yleisesti laitetoimittajat salasanasuojavat osan toiminnallisuuksista, jotka voivat olla esteenä vika- tai jatkokehitystilanteissa.

Jos laite on salasanasuojattu, tulee laitteen hankintavaiheessa määritellä, mitkä osa-alueet laitteen ohjauksesta on salasanasuojattuja. Näin ollen mahdollisissa tuotantopysähdyksistä pystytään selviytymään nopeammin.

Ostosopimusvaiheessa on hyvä selvittää laitteiston ja ohjelmiston omistajuus. Sopimuksen avulla voidaan määritellä, millä rajoitteilla toimitettavaa laitteistoa saa muokata tilaajan toimesta ilman, että muutokset vaikuttaisivat toimittajan laitetakuun raukeamiseen. Ohjelmiston muokattavuus on hyvin yleinen kysymys siinä vaiheessa, kun laitetoimittaja vähentää käyttöönottoväkeä ja valmistautuu luovuttamaan, tai on jo osittain luovuttanut laitteiston asiakkaalle.

Jos tilattavalle laitteelle tai järjestelmälle on rajapintaliityntöjä muihin ohjaus- tai laitekokonaisuuksiin, tulee näistä laatia dokumentaatio, jossa yhteyspisteet, yhteystyyppi ja sisältö tulee esitellä yksityiskohtaisesti.

Tällaisia liityntöjä ylätasojen järjestelmiin voi olla toiminnanohjausjärjestelmät, MES, raportointi- tai tuotannonvalvontaohjelmistot, kuten SCADA.

Tilaaaja vastaa paikallis- IP-osoiteavaruuden hallinnoinnista, palomuuuri- ja tietoturvallisuusvaateista omalta osaltaan. Toimittajan tulee noudattaa yrityksen asettamia vaatimuksia ja tarjota vaihtoehtoisia menetelmiä esimerkiksi etätuen mahdollisuuteen, jos etätuelle on tarve.

7 MEGATRENDIEN VAIKUTUKSET

Tässä kappaleessa käsitellään vuosittain julkaistavien megatrendien vaikutusta ja sisältöä sekä niiden merkitystä opinnäytetyön aiheen kannalta. Megatrendit ovat laajoja maailmanlaajuisia ilmiöitä, jotka muovaavat tulevaisuutta. Niiden vaikutukset ulottuvat kaikkialle maailmaan, ja ne vaikuttavat niin ihmisten elämään, talouteen kuin ympäristöönkin. Megatrendit ovat usein pitkäaikaisia ja niiden vaikutukset voivat kestää vuosikymmeniä. (Dufva & Rekola, Sitra, 2023)

Megatrendien avulla voidaan hahmottaa maailmanlaajuisia kehityssuuntia ja ennakoida tulevia muutoksia. Ne auttavat ymmärtämään, millaisia haasteita ja mahdollisuuksia tulevaisuus tuo tullessaan. Megatrendit tarjoavat myös tietoa siitä, millaisia ratkaisuja tarvitaan, jotta tulevaisuus olisi kestävä ja hyvinvoiva.

Suomessa megatrendit julkaisee SITRA. SITRA on 5.12.1967 perustettu julkinen organisaatio, ja sen tehtävänä on edistää suomalaisten hyvinvointia ja vauhdittaa talouden kasvua luonnon kantokyvyn rajoissa (SITRA, 2024).

Sitran listaamat vuoden 2024 megatrendit ovat samat kuin vuonna 2023 julkaistut eli:

1. Luonnon kantokyky murenee.
2. Hyvinvoinnin haasteet kasvavat.
3. Demokratian kamppailu kovenee.
4. Kilpailu digivallasta kiihtyy.
5. Talouden perusta rakoilee.

(Dufva & SITRA, 2024)

Tarkastellaan näistä viidestä kohdasta tarkemmin kahta aihetta, jotka oleellisesti tai välillisesti vaikuttavat opinnäytetyön aiheeseen eli tuotantolinjan suunnittelun määrittelyyn.

7.1 Luonnon kantokyky murenee

Dufva kirjoittaa Sitran sivuilla artikkelissaan luonnon kantokyvyn murenemisestä ja tiivistää asian seuraavanlaisesti: ”Elämme keskellä ekologista kestävyyskriisiä. Ihmisen toiminta kuormittaa elollista ja elotonta luontoa yli kantokyvyn rajojen ja vaarantaa siten koko taloutemme ja hyvinvointimme pohjan. Meillä on kasvava kiire ekologiselle jälleenrakennukselle, eli siirtymälle luonnon tilaa ja ihmisten hyvinvointia parantavaan yhteiskuntaan.” (Dufva & SITRA, 2024)

Tuotantoprojektin aloituksessa luonnon kantokyvyn mureneminen voidaan huomioida siten, että päätöksiin vaikuttaa vastuullisuustekijät. Valitaan toimittajiksi ja ratkaisuksi sellaisia toimijoita, jotka noudattavat kiertotalouden sääntöjä, ja ovat vastuullisia ja valveutuneita ympärillä tapahtuvista muutoksista. Linjasuunnittelun periaatteeksi voidaan määritellä, että esimerkiksi tietty määrä komponenteista tai laitteista tulee olla joko kierrätettyjä, tai kierrätysmateriaaleista tehtyjä.

Valmet Automotive on yrityksenä sitoutunut vastuullisuusraportointiin. Vastuullisuusraportointi pohjautuu EU:n direktiiviin, ja se velvoittaa edellä mainitut yhtiöt raportoimaan omista toimintalinjoistaan, jotka koskevat ympäristöä, työntekijöitä ja sosiaalisia asioita, ihmisoikeuksia sekä korruption ja lahjonnan torjuntaa. (Työ- ja Elinkeinoministeriö, 2024)

Tällä hetkellä elämme hyvin markkinatalousvetoista maailmaa, jossa teknologian kehitys on nopeampaa kuin aikaisemmin. Tekoälyn tuomat mahdollisuudet nopeuttavat teknologian kehitystä entisestään. Suunnittelu ja päivittäiset työt voidaan automatisoida tekoälyn avulla, mikä lyhentää nykyisten tuotesarjojen elinikää ja lisää tuotantolinjojen päivitystarvetta. Tällainen kehitys heikentää luonnon kantokykyä, kun luontaisia resursseja kulutetaan yhä enemmän uusien, kehittyneempien mallien korvatessa vanhat. Tämä näkyy esimerkiksi autoteollisuudessa uusien automallien julkaisutiheyden nopeassa muutoksessa. Brian Honey kirjoittaa tästä julkaisemassaan blogiartikkelissa. (Honey, 2020)

Honey on artikkelissaan havainnut muutostiheyden muuttuneen vajaassa neljässä kymmenessä vuodessa. Lähtökohtana hän on käyttänyt 1980-lukua, jolloin automallien elinikä on ollut noin 8,6 vuotta. 2020-luvulle tultaessa elinikä on laskenut 6,7 vuoteen. Tämä tarkoittaa kokonaiselinien laskua 1,9 vuodella. Joka on noin kuuden kuukauden vähennys uusien mallien välillä jokaista vuosikymmentä kohden. Todennäköisesti muutos tulee kiihtymään uusien akku-tekniologioiden myötä.

Tihentynyt uusiutumistahti tuo uudenlaisia haasteita tuotantolinjojen rakentamiseen ja näiden ylläpitoon, jolloin jo suunnitteluvaiheessa tulisi ottaa huomioon mahdollisten tuotemuutosten tai päivitysten tarpeet. Tuotantolinjojen osalta tämä näkyy mahdollisina uusien teknologioiden integrointina ja komponenttipäivitysten muodossa.

7.2 Hyvinvoinnin haasteet kasvavat

Ihmisten hyvinvointi on yleisvaikutuksellaan kasvanut ainakin näennäisesti uusien teknologioiden, sekä kehittyneen ymmärryksen takia, mutta kuten Dufva kirjoittaa Sitran artikkelissaan: "Monet muutokset suomalaisessa yhteiskunnassa ja maailmalla haastavat ihmisen hyvinvointia. Väestö ikääntyy, monimuotoistuu ja keskittyy kasvukeskuksiin. Työelämän ja toimeentulon epävarmuudet, ekologinen kestävyyskriisi ja pandemia voimistavat mielenterveysongelmia." (Dufva & SITRA, 2024)

Yleisesti ottaen ihmistä tarvitaan vielä tuotantolinjojen ylläpitämiseen ja tiettyihin työmenetelmiin. Senkin takia linjasuunnittelussa tulisi ottaa huomioon työntekijöiden ergonomia, turvallisuus ja työn vaatimustaso, varsinkin toimialalla, jossa työskennellään akkuteollisuuden parissa, on riskejä kemian, sekä sähkötekniikan saralta. Tuotantotaloudessa yleisesti vaaditaan työntekijöiden saavuttavan tietyt tuotantotavoitteet, mikä saattaa aiheuttaa henkistä rasittumista työntekijöille. Väestön ikääntyminen, tarkoittaa suoraan myös työikäisten ikääntymistä, jolloin fyysinen rasittuminen työelämässä saattaa olla riskitekijä.

Näiden ongelmien ratkaisemiseen voidaan vaikuttaa jo linjasuunnittelun alkuvaiheessa, jos toiminnallisuuden määrittelyssä otetaan huomioon koko henkilöstön moninaisuus. Näin mahdollistetaan monimuotoisuus linjatyöskentelyn yhteydessä.

Esimerkkinä voidaan käyttää tekstimuotoisen ohjeistuksen muuttamista kuvapohjaiseksi. Tällöin linjatyöskentelyssä järjestelmä näyttää esimerkein, mitä työntekijältä odotetaan, tietyin välivaihein sekä välihyväksymisten kautta. Tämänkaltainen toiminnallisuus poistaa väärinymmärrysten mahdollisuutta ja mahdollistaa monikulttuurisessa ympäristössä toimimisen, jossa työntekijöiden äidinkieliä voi olla useita.

Raskaimmat työvaiheet voidaan siirtää koneiden hoidettavaksi, jolloin ihmiselle jäävät kevyemmät työvaiheet hoidettavaksi. Tämä ajatus on varmasti ollut ensimmäisten automaatiokehittäjien mielessä.

Jos laitteisto tai tuotantolinja suunnitellaan alkuvaiheessa käyttäjäystävälliseksi ja turvalliseksi, tällä tavalla saadaan työympäristö käyttäjälle helposti ymmärrettäväksi, joka taas omalta osaltaan vähentää henkistä rasittumista työntekijän osalta.

Työterveyslaitos ohjeistaa hyvinvointia edistävät ratkaisut työympäristölle seuraavanlaisesti: ”Hyvä sisäilmasto, valaistus, keskeytysten hallinta ja akustiikka, ergonomiset kalusteet, hyvät työvälineet sekä esteettömyys luovat pohjaa tehokkaalle työnteolle ja työpaikalla viihtymiselle. Hyvinvoinnin ja terveyden kannalta tärkeää olisi myös suunnitella tilat siten, että ne edistävät fyysistä aktiivisuutta ja vähentävät istumatyön haittoja.” (Työterveyslaitos, 2024)

Työterveyslaitos (2024) on tutkinut työympäristön vaikutuksia ja toteaa, että niillä on sekä lyhyen että pitkän aikavälin vaikutuksia työntekijöiden hyvinvointiin ja työssä suoriutumiseen. Esimerkiksi lyhyellä aikavälillä voidaan havaita virheiden lisääntymistä tai mielialan vaihteluita, kun taas pidemmän aikavälin vaikutukset voivat näkyä yksilöiden ja tiimien suoriutumisessa, työssä viihtymisessä ja jopa työkyvyttömyyseläkkeiden riskissä. On kuitenkin tärkeää

huomata, että työympäristön ja sairauspoissaolojen yhteys ei välttämättä tarkoita suoraa syy-seuraussuhdetta, vaan kuormitustekijät voivat osaltaan alen-
taa työntekijän työkykyä.

8 TULOKSET JA POHDINTA

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyön tulokset ja pohditaan niiden merkitystä. Luvussa tarkastellaan toiminnallisuuden kuvauksen merkitystä ja sen soveltamista Valmet Automotive EV:n linjasuunnittelun alkuvaiheissa. Lisäksi pohditaan, miten toiminnallisuuden kuvausta voidaan hyödyntää tuotantolinjojen suunnittelussa ja toteutuksessa, sekä millaisia hyötyjä sen luomisesta ja käyttämisestä on.

8.1 Toiminnallisuuden kuvaus

Toiminnallisuuden kuvausta käytetään määrittelemään joko koko yrityksen toimintaa ja sen prosesseja, tai tiettyjen kokonaisuuksien toimintaperiaatteita. Tässä työssä perehdytään toiminnallisuuden kuvauksen merkityksellisyyteen linjavalmistuksessa ja sen suunnittelussa. Tällä hetkellä toiminnallisuuden kuvauksen tekemiseen vaatimaa prosessia ei yrityksellä ole käytössä.

8.1.1 Mikä on toiminnallisuuden kuvaus?

Gill kuvailee Xenonstackin artikkelissaan toiminnallisuuden kuvauksen yleisen sisällön. Huomioitavaa on, että toiminnallisuuden kuvauksen ei tule määritellä miten järjestelmä toimii vaan, miten sen halutaan käyttäytyvän ja toimivan. (Gill, 2023)

Toiminnallisuuden kuvausta käytetään järjestelmän ohjelmiston suunnitteluun ja sen toteuttamisen varmistamiseen. Kokemusperäiseen tietoon perustuen oleelliset tiedot Gillin listauksesta ovat:

- Toiminnallisuus, miten se näyttäytyy loppukäyttäjälle.
- Projektin sisältö, mitkä laitteet sisältyvät toiminnallisuuden kuvaukseen.
- Järjestelmän oleelliset tuotetiedot, mitä järjestelmä käsittelee/tuottaa.

- Järjestelmän käyttöpaneelit loppukäyttäjälle, mitä ohjauksia tehdään milläkin tavalla. esimerkiksi logiikkanäytöt tai laitepainikkeet, merkkivalojen merkitykset ja niiden toiminnallisuus.
- Eri järjestelmien vaikutus toisiinsa ja mitä rooleja eri järjestelmillä on esimerkiksi PLC, CRMES, Scada ja PowerBI.
- Kunnossapidolliset edellytykset, kuten luoksepääseväisyys ja kunnossapidettävyyys.
- Turvallisuus ja pelastustoimet.

Toiminnallisuuden kuvauksessa ei tule mennä laitetason liityntöihin, vaan näihin tulee laatia oma kommunikaatio dokumentaatio.

Minimissään toiminnallisuuden kuvauksen tulee pitää sisällään listaus vaatimuksista, joita voidaan käyttää kehitystyöhön, testaukseen ja asiakkaan hyväksyntään. Dokumenttia tulee käyttää jo esikehitysvaiheessa, johon konsepti ja sisältö dokumentoidaan. (Manning, 2006)

Valmet Automotiven tapauksessa, toiminnallisuuden kuvauksen vaatimustason määrittelyyn tulee käyttää prosessikuvausdokumenttia, joka on tärkeää tehdä linjasuunnittelun esivaiheessa. Näin toimitussisällölle saadaan rajattua asianmukaiset laadunhallinnan toiminnot. Laatu ja toimitussisältö otetaan mukaan toiminnallisuuden kuvaukseen.

8.1.2 Toiminnallisuuden kuvauksen merkitys

Toiminnallisuuden kuvaus on tärkeä työkalu ohjelmistokehittäjille laitteiston kehittämisessä ja toteutuksessa sekä apuväline järjestelmän esittelyssä asiakkaille tai tuotannon omistajille.

Hyvin laaditusta toiminnallisuuden kuvauksesta saa selkeän kuvan, miten järjestelmän tulisi toimia käytännössä, sekä toteuttaa haluttu lopputulos. Myös miten järjestelmä toimii muiden ohjelmien ja järjestelmien kanssa. (Gill, 2023)

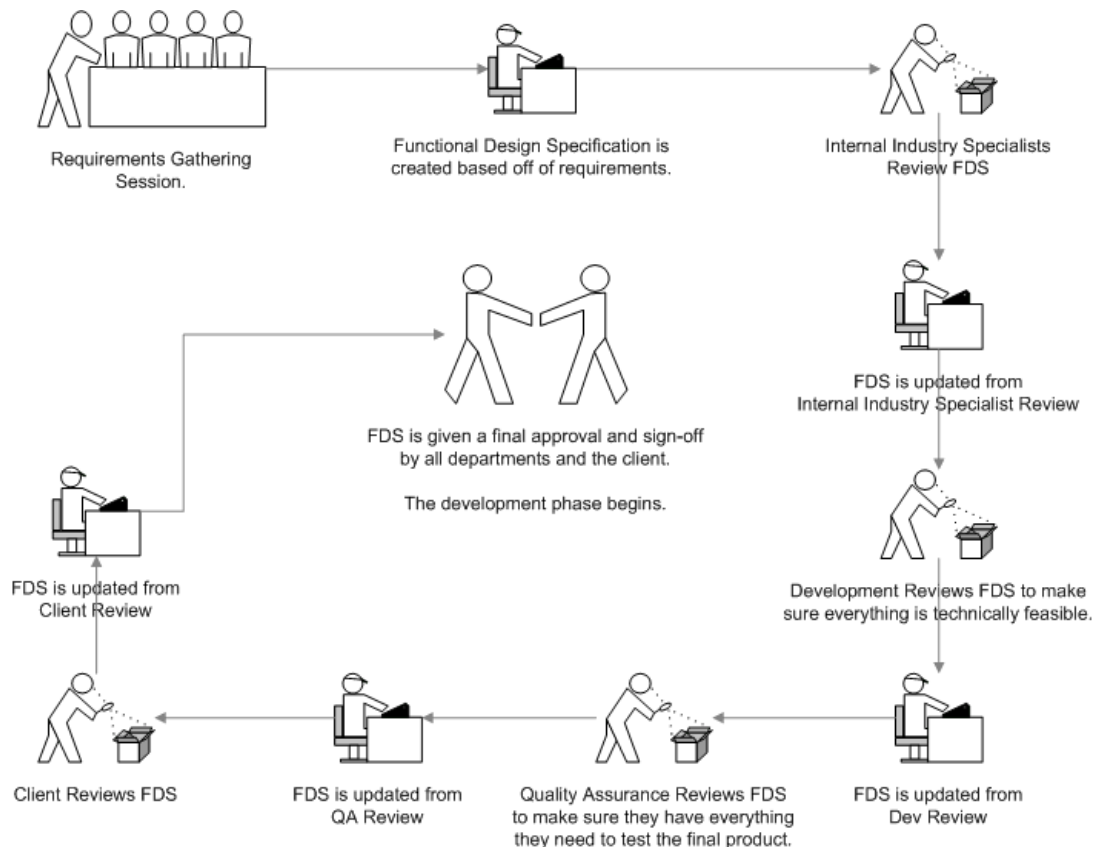
8.1.3 Toiminnallisuuden kuvauksen laatiminen

Toiminnallisuuden kuvauksen laatiminen kuuluu yleensä projektin tekniselle asiantuntijalle tai tuoteomistajalle. Vastuuhenkilöiden määrä vaihtelee yrityksen ja projektin koon mukaan, ja se voi vaihdella yhdestä henkilöstä useaan henkilöön.

Toiminnallisuuden kuvaus sisältää kuitenkin niin paljon tietoa useasta toimialasta, että kuvaukseen kokonaisvaltaiseen laatimiseen tarvitsee asiantuntijoiden tukea, näin ollen toiminnallisuuden kuvaus on usean toimialaltaan eri henkilön laatima, jonka vastuuhenkilö kerää ja dokumentoi. (Gill, 2023)

Tuotantolinjan suunnittelussa ja dokumentaation määrittelyssä asiantuntijoita tai kehittäjiä ovat laitesuunnittelijat, ohjelmoitsijat, ICT-alan asiantuntija, laatuosasto, sekä mahdollisesti myös tuotannon edustajat.

Scott Manning vastaavasti määrittelee toiminnallisuuskuvauksen luomisen ja sen merkityksellisyyden niin, että toiminnallisuuskuvausta tulee kohdella projektin ensimmäisenä ja viimeisenä dokumenttina. Sen tulee käydä läpi useita katseluita ja hyväksyntäprosesseja, kun kaikki projektiin liittyvät vaatimukset on kerättyinä dokumenttiin. (Manning, 2006)



Kuva 2. Scott Manningin laatima esimerkkikuvaus toiminnallisuuden kuvauksen laatimisesta.

(Manning, 2006)

Kuvassa 2 esitetään toiminnallisuuden kuvausdokumentin elinkaari. Toiminnallisuuden kuvauksen määrittely alkaa laatimalla vaatimustaso tehtävälle työlle. Tämän jälkeen kuvauksesta tuotetaan ensimmäinen vedos, joka pohjautuu vaatimukseen. Valmis vedos siirtyy arviointikierrokselle eri alan asiantuntijoille, jotka voivat tarvittaessa hyväksyä tai antaa muutosehdotukset dokumenttiin omien tarpeidensa mukaisesti. Kun dokumentaatiosta on luotu viimeinen versio, se esitellään tilaajalle, tässä vaiheessa tilaaja voi vielä esittää mahdolliset muutokset työn sisältöön tai hyväksyä, jolloin kehitystyö voidaan aloittaa toiminnallisuuden kuvauksen pohjalta.

Toiminnallisuuden kuvaus on tärkeä dokumentti tuotantolinjan suunnittelussa ja toteutuksessa. Se auttaa varmistamaan, että kaikki osapuolet ymmärtävät, miten järjestelmän tulisi toimia ja mitä ominaisuuksia siltä odotetaan.

Toiminnallisuuden kuvauksen laatiminen on monivaiheinen prosessi, johon osallistuu useita eri alojen asiantuntijoita.

Listaus asioista, jotka tulisi huomioida toiminnallisuuden kuvauksen laatimissa:

1. Yleistä:

- Toiminnallisuuden kuvauksen tarkoituksen ja laajuuden käsittely.
- Kohdeyleisön määrittely (esim. ohjelmistokehittäjät, laitesuunnittelijat, tuotannon henkilöstö).
- Toiminnallisuuden kuvauksen rakenteen ja sisällön määrittely.
- Selkeän ja ymmärrettävän kielen käyttö.
- Vastuuhenkilön tulee varmistaa, että kaikki osapuolet ymmärtävät toiminnallisuuden kuvauksen sisällön.

2. Toiminnallisuus:

- Järjestelmän toiminnallisuuden yksityiskohtainen kuvaus.
- Järjestelmän tulot ja lähdöt.
- Järjestelmän käyttöliittymän ja sen toimintojen määrittely.
- Järjestelmän suorituskykyvaatimukset.
- Järjestelmän turvallisuusvaatimukset.

3. Laadunhallinta:

- Laadunhallintaan liittyvät vaatimukset.
- Testaus- ja hyväksymiskriteerit.

4. Muuta:

- Vastuut ja aikataulut.
- Muutostenhallintaprosessi.
- Vastuuhenkilön tulee varmistaa, että toiminnallisuuden kuvaus on aina ajan tasalla.

Lisäksi on hyvä huomioida seuraavat asiat:

- Toiminnallisuuden kuvaus on elävä dokumentti, jota voidaan päivittää projektin edetessä.

- Toiminnallisuuden kuvauksen laatimiseen on hyvä osallistaa kaikki projektin kannalta tärkeät osapuolet.
- Toiminnallisuuden kuvaus on tärkeä työkalu kommunikoinnissa ja yhteistyössä eri osapuolten välillä.

8.1.4 Yhteenveto

Tällä hetkellä yrityksessä ei tehdä toiminnallisuuden kuvausta tuotantolinjoista, mikä aiheuttaa työkuorman kasvua tekevälle osapuolelle. Alihankkijoiden kanssa toimiessa ohjattavuus jää vajavaiseksi, koska opastus ja työnkuvaus on vaikea hahmottaa toiminnallisuuden kuvauksen puuttuessa. Toimituksen sisällön määrittely.

Jos toiminnallisuuden kuvaus olisi tehty riittävällä tarkkuudella, ennen projektien aloittamista, tuotantolinjojen suunnittelu ja toteutus olisi helposti jaoteltavissa eri osapuolille. Projektin aikatauluttaminen ja seuranta helpottuu, koska kehitystyö pohjautuu suunnitelmaan ja esiselvitettyyn toiminnallisuuteen.

Voidaan sanoa, että hyvin tehdyllä toiminnallisuuden kuvauksella työmäärää voidaan vähentää paremman työsuunnittelun ansiosta, sekä oikealla työn ajoittamisella. Kommunikointi projektin osapuolien välillä selkeytyy, koska kommunikoitavat asiat ovat dokumentoitu ja selitetty ymmärrettävälle tasolle.

Projektin aikaiset muutokset selkeytyvät, kun muutospyyntö määritellään ennen niiden tuomista tekijöille, myös muutospyyntö toiminnallisuuteen vaativat kaikkien osapuolien yhteisymmärryksen. Toiminnallisuuden kuvaus on kuitenkin projektin työkalu ja tarvitsee olla hyväksyttynä projektin osallistujien kesken, esimerkiksi tilaajan ja toimittajan välillä. Tämä näkyy positiivisena asiana projektin etenemisessä, kun työn tekevää osapuolta ei kuormiteta muutospyyntöillä kesken kehitystyön, muutospyyntö voidaan myös rajata tiettyihin osa-alueisiin, kun ne ovat tarkasti määritetty. Konseptin hyväksyntä

Toiminnallisuuden kuvauksen hyödyistä on julkaistu artikkeli Essential Data Corporation toimesta, valitettavasti artikkelissa ei näytetä toteen miten paljon toiminnallisuuden kuvauksen tekeminen vaikuttaa projektin tekemiseen. (EDC, 2024)

Essential Data Corporationin artikkeli kategorisoi hyödyt viiteen luokkaan, jotka ovat, kommunikointi, työn korjaamiseen käytetyn ajan vähentäminen, riskien vähentäminen, yhteistyön tehostaminen, sekä viimeisenä jäljitettävyyden.

Ensimmäisenä artikkelissa mainitaan kommunikoinnin merkitettävyys. Huolellisesti laadittua toiminnallisuuden kuvausta voidaan käyttää yleisenä kommunikointivälineenä varmistaen, että kaikki projektin osapuolet jakavat saman ymmärryksen projektin tavoitteista ja toiminnoista. Ammattimaisesti täytetty tekninen dokumentaatio kääntää vaikean teknisen konseptin selkeäksi, tiivistetyksi, poistaen väärinymmärrystä ja yhdistäen ryhmien välistä yhteistyötä.

Toisena artikkeli mainitsee työn korjaamisen käytetyn ajan vähentämisen, uudelleen tehdyn ohjelmiston työn kustannukset voivat olla huomattavat, sekä se voi vaikuttaa kriittisesti projektin aikatauluun.

Kun toiminnallisuus ja työn tavoite on dokumentoitu ammattimaisesti ja selkeästi, voidaan työ jakaa tehtäviksi eri ohjelmistokehittäjille. Näin ollen varmistetaan, että osapuolet ymmärtävät tavoitteet samanlaisena. Korjaamiseen käytetyn ajan väheneminen voidaan mitata käytettyjen resurssien määrässä, kuten henkilöstön ja ajan suhteen.

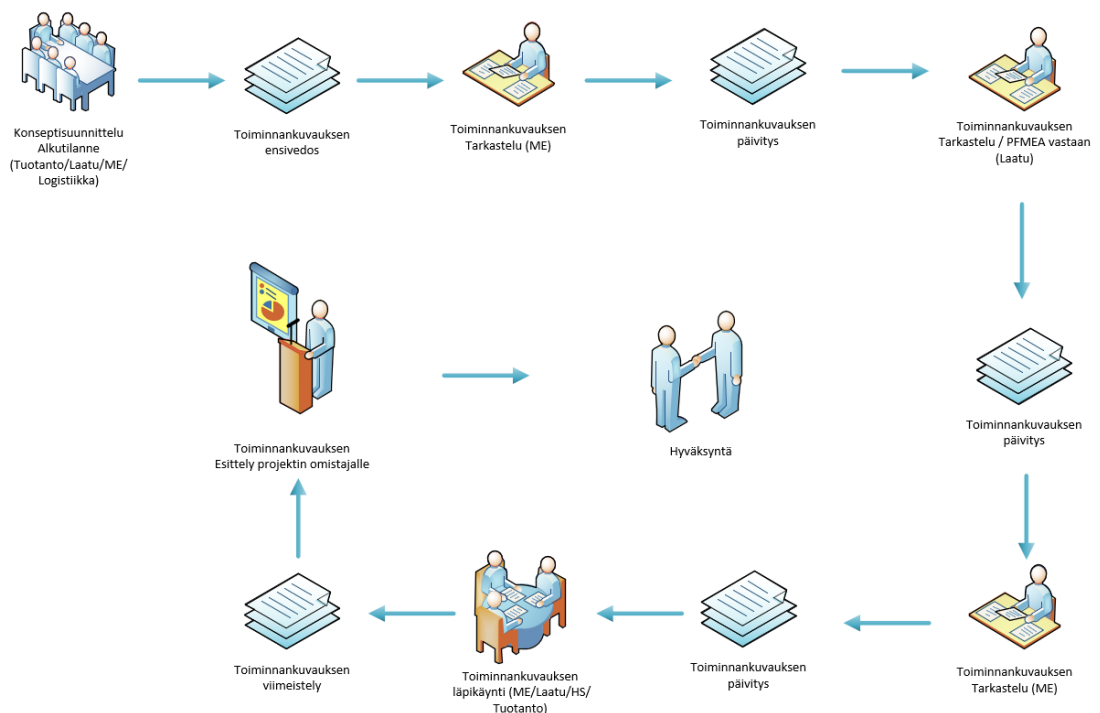
Kolmanneksi hyödyksi on listattu riskien vähentäminen. Ohjelmistoprojektit ovat alun perin luonteeltaan hyvin riskipitoisia, sekä ne vaihtelevat teknisistä haasteista budjettirajoituksiin. Toiminnallisuuskuvaus toimii näissä tapauksissa ennalta ehkäisevänä työkaluna riskien vähentämiseen, kun mahdolliset haasteet ja riippuvuudet on määritelty ja tunnistettu etukäteen.

Neljäntenä mainitaan tehostettu yhteistyö. Toiminnallisuuden dokumentointi palvelee keskeisenä projektin vaatimusten tallennusvälineenä, mikä edistää sidosryhmien, kehittäjien, testaajien ja projektipäälliköiden yhteistyötä.

Dokumentti ei ainoastaan selkeytä ja johdonmukaista projektia, vaan myös mahdollistaa tehokkaan kommunikoinnin ja yhteistyön monialaistimiin välillä, tämä edistää synergioita, sekä linjausta yhteisiä tavoitteita kohden.

Viimeisenä, viidentenä kohtana esille tuodaan jäljitettävyyttä. Jatkuvasti kehittyvän ohjelmistokehityksen piirissä, jäljitettävyyden ylläpito päätöksistä ja vaatimuksista on olennaista vastuullisuuden ja tarkistettavuuden kannalta. Koko projektin elinjakson aikana toiminnallisuuden kuvauksessa tulee pitää yllä merkintöjä päätöksistä, tarkistuksista ja hyväksynnöistä.

Yhteenvedona artikkelissa mainitaan, että toiminnallisuuden kuvaus ei vain ole jokin paperi, vaan se on kulmakivi hyvälle ja onnistuneelle ohjelmistoprojektille.



Kuva 3.

Prosessikaavio miten toiminnallisuuden kuvauksen kehitys voidaan toteuttaa VA EVS:llä.

Toiminnallisuuden kuvauksen kehitys alkaa luomalla konsepti, jossa tarvittavat osastot tai osastoa edustavat henkilöt ovat paikalla. Lopputulemana luodaan konseptuaalinen kuvaus toiminnasta. Näitä palavereita voi olla useampi, jossa käydään läpi tietyt toiminnallisuudet kertaalleen.

Ensivedos tarkastetaan tuotantoinsinöörien toimesta ja yksityiskohtia tarkennetaan. Päivitetty versio tarkastellaan laatuvaastavien kanssa, jotta riittävät määreet ja mitattavat suureet tuotteistamiselle otetaan huomioon. Sekä varmistetaan tuotannon laadun seuranta sekä laadun vaatimustaso.

Seuraavassa vaiheessa toiminnallisuuskuvaus käydään tuotantoinsinöörien toimesta läpi, jotta mahdolliset laatuvaatimukset huomioidaan ja kuvataan mahdollisina toimintoina. Kun toiminnallisuuden kuvaus on riittävällä tasolla, voidaan se vielä käydä läpi isommalla asiantuntijaryhmällä, tällä tavoin voidaan varmistaa, että toiminnallisuus on ymmärretty ja määritelty riittävällä tasolla.

Toiminnallisuuden kuvaukselle voidaan tehdä esittely projektin johtoryhmälle tai mahdolliselle loppuasiakkaalle, miten toimittaja tulee toteuttamaan tuotannon toteutuminen. Loppuvaiheessa toiminnallisuuskuvaus allekirjoitetaan osapuolten välillä ja hyväksytään, jotta projektin kehitystyö voidaan aloittaa.

Mahdolliset muutokset toiminnallisuuden kuvaukseen projektin alkamisen jälkeen tulee käsitellä erillisinä muutospyyntöinä ja näitä muutospyyntöjä täytyy käsitellä sille määritellyin prosessein, tämä prosessi voi noudattaa samaa kaavaa kuin alkuperäisen toiminnallisuuden kuvauksen määrittelyprosessi.

8.2 Rajapintamäärittely

Rajapintamäärittely on toiminnallisuuden kuvauksen tavoin merkittävä dokumentti kehitystyön ja toiminnallisuuden kannalta. Rajapintamäärittelyllä luodaan projektin kommunikaatiosäännöt toimitettavien järjestelmien välille.

8.2.1 Mikä on rajapintamäärittely?

Rajapintamäärittely voi olla laitekohtainen tai laajempi kokonaisuus, joka koskee koko linjatoimitusta. Sen avulla määritellään laitteiden, laitteistojen ja järjestelmien rajapinnat.

Dokumentissa tulee esiintyä selkeästi, miten laitteet liittyvät toisiinsa. Tällainen rajapinta voi olla joko ohjelmoitava, käyttäen apuna teollisuuden tiedonsiirto-protokollia, kuten PROFINET, PROFIBUS tai jokin muu tiedonsiirto-protokollaa, vaihtoehtoisesti rajapinta voidaan myös toteuttaa sähköisesti johdottamalla, jolloin tiedonsiirto toteutuu I/O pohjaisesti. I/O tulee sanoista Input/Output (Tulo/Lähtö), jolloin sanoma tai tieto siirretään käyttäen laitteistoiden tulo- ja lähtötietoja.

Yleisesti I/O rajapintaa käytetään yksinkertaisissa rajapintaratkaisussa, jolloin välitettävää tietoa on vähän tai se on yksinkertaista päällä/pois tilatietoa. Monimutkaisempi datankeräys, sekä sanomaviestintään pohjautuvat rajapinnat käyttävät tiedonsiirtoon vaativampia yhteysratkaisuja.

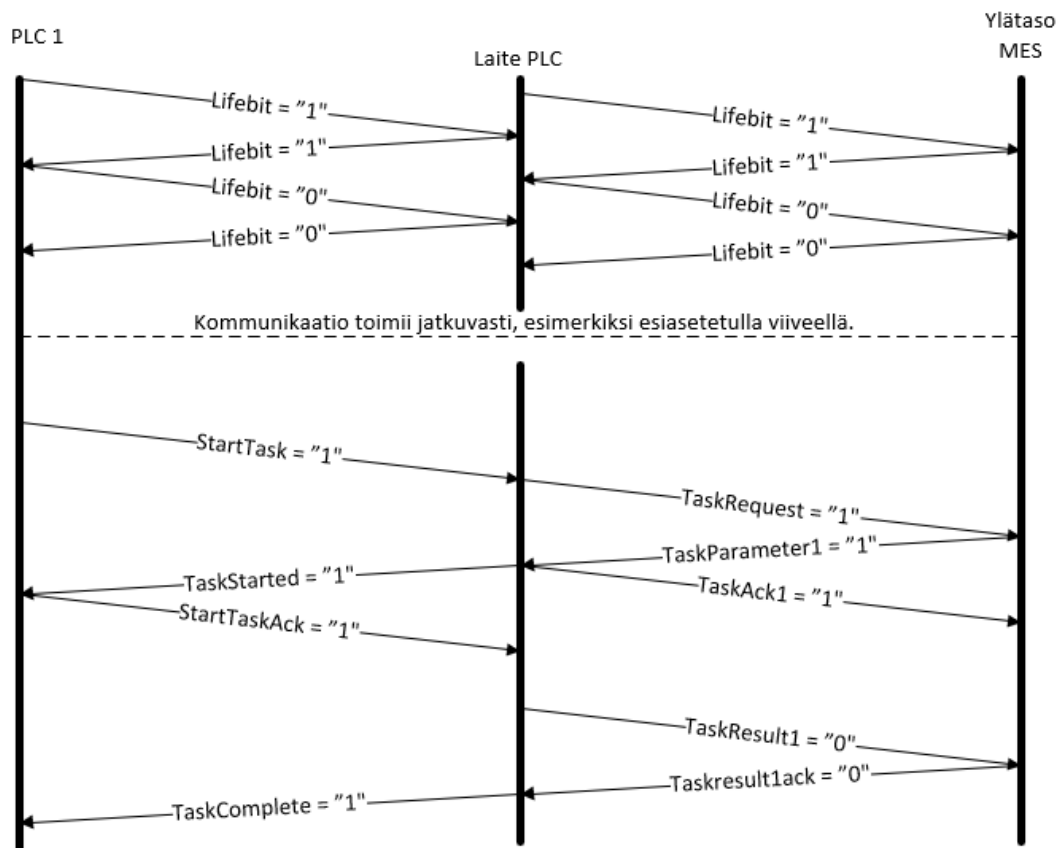
8.2.2 Rajapintamäärittelyn sisältö ja hyödyt

Dokumentissa on määritelty laitekohtaisesti, miten laite keskustelee muiden laitteiden ja järjestelmien kanssa. Tämä antaa laitteiston ja järjestelmän toimittajalle selkeän ymmärryksen siitä, mitä laitteelta halutaan ja miten sen kuuluu kommunikoida osana laitekokonaisuutta. Laite voi kommunikoida useamman järjestelmän kanssa samanaikaisesti, tämä tulee tulla esille rajapintamäärittelyssä.

Toimittaja ja tilaaja määrittelevät yhteystyyppin ja siihen liittyvät lisätoimenpiteet. Esimerkiksi Ethernet ratkaisuihin pohjautuvissa kokonaisuuksissa määritellään laitteiden yksilölliset osoitteet, yleensä osoiteavaruus on asiakkaan, tai laitteiston omistajan määrittelemä. Tärkeimpiä asioita rajapintamäärittelyssä on tuoda esille, mitä tietoa laitteelta vaaditaan ja miten viestittelyn tulee sujua, esimerkiksi aikakaavion avulla.

Tiedonvaihdon tahti aika ja sille määritellyt vaatimukset, ovat myös sellaisia asioita, jotka tulee tulla esille määrittelyissä. Nämä kohdat vaikuttavat tarvittavaan laskentatehoon laitetoimittajan ohjausjärjestelmissä. Tämä näkyy kasva-neissa vasteajoissa, jotka mahdollisesti hidastavat järjestelmän toimintaa oleellisesti ja syövät tuotantokapasiteettia.

Yhteystyyppin valintaa määrittelee tarvittava tiedonsiirtokapasiteetti, jos tiedon-siirtoa tapahtuu usein ja siirrettävän tiedon määrä on merkittävää. Tiedonsiir-ron sujuvuuden kannalta on ratkaisevaa pitää tiedonsiirto yksinkertaisena ja tiedon määrää pienenä. Aina tämä ei ole mahdollista, jolloin tarvittavan nopeu-dun ja kapasiteetin saavuttamiseksi on ratkaisuna rakentaa valokuitupohjai-nen yhteys järjestelmien välille, yleisesti laitepohjaisille tiedonsiirroille riittää parikaapelipohjaiset kaapeloinnit.



Kuva 4. Esimerkki siitä, miten laitteiden välinen viestintä voidaan määritellä. Kaaviossa rajapintakuvaus voitaisiin esittää siten, että siitä ilmenee, mitä tie-toja laitteet lähettävät ja mitä vastauksia ne saavat eri järjestelmien välillä.

Rajapintamäärittely on kriittinen osa järjestelmien ja laitteiden integrointia tuotolinjalla. Se varmistaa, että eri komponentit voivat kommunikoida keskenään saumattomasti ja turvallisesti. Hyvin laadittu rajapintamäärittely vähentää virheitä, helpottaa vianmääritystä ja mahdollistaa järjestelmän tehokkaan toiminnan.

Rajapintamäärittelyn laatimisessa on hyvä huomioida seuraavia asioita:

1. Yleistä:

- Tarkoituksen ja laajuuden määrittely.
- Rajapintamäärittelyn rakenne ja sisältö
- Varmista, että kaikki osapuolet ovat osallisena rajapintamäärittelyssä.

2. Rajapintojen kuvaus:

- Kaikkien rajapintojen määrittely ja niiden tyypit (esim. ohjelmoitavat, sähköiset).
- Kunkin rajapinnan tiedonsiirtoprotokollan määrittely (esim. PROFINET, PROFIBUS, I/O)
- Kunkin rajapinnan tiedonsiirtoformaatin määrittely (esim. datapaketit, signaalit).
- Kunkin rajapinnan tiedonsiirtonopeus ja -tiheys.
- Kunkin rajapinnan virheenkäsittelymekanismit.

3. Laite- ja järjestelmäkohtaiset tiedot:

- Kunkin laitteen tai järjestelmän roolin määrittely rajapinnassa (lähettäjä, vastaanottaja).
- Kunkin laitteen tai järjestelmän tarvittavat osoitteet ja tunnistetiedot.
- Kunkin laitteen tai järjestelmän tarvittavat konfiguraatioparametrit.

4. Muuta:

- Vastuiden ja aikataulun määrittely
- Rajapintamäärittelyn tulee olla aina ajan tasalla.

8.3 Tuotannon asettelu (layout)

Tuotantolinjan suunnittelu alkaa valmistettavan tuotteen tarpeista, mutta myös linjasuunnittelussa tulisi ottaa muita asioita huomioon. Logistiikan maailman artikkelissa määritellään hyvän tuotannon layoutin kriteereiksi seuraavat asiat:

- on turvallinen työntekijöille ja mahdollisille vierailijoille,
- on organisoitu siten, että materiaalivirta on mahdollisimman tehokas materiaaleja ja tuotteita ei kuljetella pitkiä matkoja eikä edestakaisin,
- usein suora tai U:n muotoinen päämateriaalivirta on tehokas,
- minimoi tuotteen läpäisyajan,
- minimoi työntekijöiden turhan liikkeen,
- auttaa tuottamaan hyvää laatua,
- hyödyntää käytettävissä olevan tilan tehokkaasti.

(Logistiikan Maailma, 2019a)

Tuotannon layoutin suunnittelulla on myös iso vaikutus automatisoinnin ja sen toiminnallisuuden kannalta. Suunnittelijalla tulisi olla jo käsitys, miten ja mistä linjan tavaravirta kulkee, onko käytössä automatisoidut vihivaunut ja jne.

Eri kokonaisuuksien yhdistäminen layoutiksi on hyvin vaativa prosessi, jossa tulee ottaa myös mahdollinen käyttöryhmä, onko työntekijöiden työpisteiden ergonomia mahdollista toteuttaa, kuten hyvät työpistesuunnittelun määrittelyt ohjeistavat.

Useasti myös tehtaiden pohjakuvat tuovat omat haasteensa tuotantolinjan suunnitteluun. Yleensä tehtaat ovat olemassa olevia rakennuksia, joissa automaatioasteen tarpeeseen on herätty myöhemmin kuin alun perin tuotannon aloittaessa, tai tehtaan tuotantolinjoilla on tehty aiemmin jotain muuta tuotetta.

Layout suunnittelussa tulee ottaa huomioon koneturvallisuuden asettamat turvallisuusmääräykset, sekä eri laitteiden vaatima tila. Jos suunnitteluvaiheessa on tiedossa mahdolliset päivitys- tai muutostyöt lähitulevaisuudessa, on nämä hyvä hahmottaa jo alkuperäiseen layouttiin. Layout suunnittelussa tulee

huomioida myös sähkö-, tietoliikennekaapeloinnit sekä paineilma-verkon rakentaminen.

Suunnittelussa tulee huomioida kohderyhmät ja layoutia katselmoimaan kohderyhmien kanssa, kuten teknistä toimenkuvausta. Näin ollen jokainen sidosryhmä pääsee vaikuttamaan ja tuomaan huomiot linjasuunnittelun alkuvaiheessa. Mahdollisia kohderyhmiä projektihenkilöiden lisäksi on logistiikka, kunnossapito ja tietysti käyttäjät eli tuotannon henkilöstö.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää projektin dokumentaatiota ja luoda toimintatavat sen kehittämiseen. Lisäksi tavoitteena oli saada löydökset ja mahdolliset kehitysideat käyttöön koko VA EVS -yhtymässä riippumatta siitä, mihin tai kenen toimesta tuotantolinja pystytetään.

Työn tekemistä haastoivat yhtymän toimipisteiden välinen etäisyys ja työkuorma opinnäytetyön tekemisen aikana. Nämä asiat johtivat siihen, että työtä tehtiin enemmän Uudenkaupungin toimipisteen havaintojen pohjalta. Kuitenkin dokumentaation kehitystä lähdettiin toteuttamaan myös koko yhtymän keskusorganisaation toimesta. Opinnäytetyön tekeminen herätti kiinnostusta ja sen merkitys ymmärrettiin, opinnäytetyö myös tarkasteltiin kollegan toimesta yrityksen sisällä.

Opinnäytetyön tekemisen aikana huomioitiin, että virallista toiminnallisuuskuvasta ei ole vaadittu aiemmin, kun tuotantolinjoja on toteutettu itse tai kolmannen osapuolen toimittajan puolesta. Kuitenkin prosessista on luotu prosessikuvaukset, jotka ovat toimineet prosessi-insinöörien työkaluna, kun asemakohtaisia työohjeita on laadittu.

Prosessikuvaus on yleisesti laadittu vasta, kun projekti on jo lähtenyt käymään ja projektin laitteisto osittain toimitettu. Tämän takia toiminnallisuuden kuvaukselle nähdään tarvetta ja se tulisi olla jo valmiina ennen kuin tuotantolinjan projekti on toimitus- tai käyttöönottovaiheessa.

Toiminnallisuuden kuvauksen lisäys projektidokumentoinnin viralliseksi dokumentiksi lisää myös osastojen vastuullisuutta sekä asioiden oikean aikaista valmistumista, esimerkiksi laadun hallinnoimaa prosessin riskien arviointi ja niiden vähentämisen seuranta dokumentaatiota.

Toiminnallisuuden kuvauksen lisäksi rajapintamäärittely, sekä tuotannon pohjapiirroksen viimeistely tulee ottaa viralliseksi dokumenteiksi. Näillä kahdella

dokumentilla on merkitystä kunnossapidollisissa tehtävissä, sekä tuotannon mahdollisissa päivitystarpeissa.

Yrityksen sisäisesti tulee sopia, miten toiminnallisuuskuvausta käytetään seuraavissa tuotantoprojekteissa. Projektikohtaisesti myös määritellään ketä tai ketkä, ovat vastuullisina opinnäytetyössä käsiteltyjen dokumenttien asianmukaisesta täyttämistä ja niiden ajantasaisuudesta projektin vaiheiden mukaisesti.

Kuten opinnäytetyössä asia ilmaistaan, että ajantasaisella ja asianmukaisesti täytetyllä toiminnallisuuden kuvauksella voidaan säästää arvokkaita resursseja projektin aikana. Näiden resurssien säästämällä voidaan varmistaa, että projekti etenee aikataulun mukaisesti ja toiminnallisuus on sellainen kuin projektin osapuolet ovat yhdessä sopineet.

Työn tekemisessä noudatettiin opinahjon ohjeistuksia opinnäytetyön tekemiseen, niistä poikkeamatta. Ohjeistuksia noudattamalla voitiin työn tekemisen todeta olevan hyvien tapojen mukaista.

Opinnäytetyöhön liittyviä keskusteluja ei tallennettu, eikä niistä kirjoitettu muita muistiinpanoja kuin pääkohtia, joihin työssä keskityttiin. Työssä ei mainittu nimiä eikä tietoja, joilla olisi voitu aiheuttaa haittaa osapuolille.

Työtä tehdessä yhteyttä pidettiin koulusta nimetyn ohjaajan kanssa, ja etenemistä seurattiin väliarvioinnein. Samoin toimittiin myös työtä valvojan yrityksen edustajan kanssa.

LÄHTEET

- Dufva, M. & Rekola, S. (1. 1 2023). *Sitra*. Noudettu osoitteesta Megatrendit: <https://www.sitra.fi/julkaisut/megatrendit-2023/>
- Dufva, M. & SITRA. (2024). *Megatrendit 2024*. Noudettu osoitteesta SITRA: <https://www.sitra.fi/blogit/megatrendit-2024/>
- EDC. (2024). *What is a Functional Specification Document (FSD)?* Noudettu osoitteesta Essential Data Corporation: <https://essentialdata.com/what-is-a-functional-specification-document-fsd/>
- Gill, N. S. (26. 9 2023). *Functional Specification Document*. Noudettu osoitteesta Xenonstack: <https://www.xenonstack.com/blog/functional-specification-document>
- Honey, B. (22. 9 2020). *How the Automotive Product Life Cycle Is Changing*. Noudettu osoitteesta <https://blog.flexis.com/automotive-product-life-cycle-changing>
- ISO/TC176, Technical Committee. (2019a). 0.2 Quality management principles. Teoksessa *EN ISO 9001:2015* (s. 13).
- ISO/TC176, Technical Committee. (2019b). 4.4.1.2 Product safety. Teoksessa *EN ISO 9001:2015* (s. 22).
- Logistiikan Maailma. (7. 8 2018). *Logistiikan Maailma*. Noudettu osoitteesta Varasto-ohjautuva tuotanto (MTS): <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/varasto-ohjautuva-tuotanto-mts/>
- Logistiikan Maailma. (7. 8 2018a). *Tilauksesta suunnittelu (ETO)*. Noudettu osoitteesta Logistiikan Maailma: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-suunnittelu-eto/>
- Logistiikan Maailma. (7. 8 2018b). *Tilauksesta valmistus (MTO)*. Noudettu osoitteesta Logistiikan Maailma: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-valmistus-mto/>
- Logistiikan Maailma. (22. 5 2019a). *Tuotannon layout*. Noudettu osoitteesta Logistiikan Maailma: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>
- Logistiikan Maailma. (24. 6 2019b). *Tuotantomuodot: Tilauksen kohdennuspiste (OPP)*. Noudettu osoitteesta Logistiikan maailma:

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/>

Logistiikan Maailma. (19. 12 2020). *Tilauksesta kokoonpano (ATO)*. Noudettu osoitteesta Logistiikan Maailma:

<https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-kokoonpano-ato/>

Lukka, K. (2001). *Konstruktiiivinen tutkimusote*. Noudettu osoitteesta Metodix:

<https://metodix.fi/2014/05/19/lukka-konstruktiiivinen-tutkimusote/>

Manning, S. (1. 4 2006). *Scott Manning*. Noudettu osoitteesta Functional Design Specification: <https://scottmanning.com/content/functional-design-specification/>

SFS ry. (2024a). *Mikä on standardi?* Noudettu osoitteesta

<https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

SFS ry. (2024b). *SFS ISO 9001*. Noudettu osoitteesta SFS:

<https://sfs.fi/standardeista/tutustu-standardeihin/suosittu-standardit/iso-9001-laadunhallinta/>

SGS Société Générale de Surveillance SA. (2024). *SGS*. Noudettu

osoitteesta SGS VDA 6.3: <https://www.sgs.com/fi-fi/services/vda-6-3-prosessiauditoinnit>

SITRA. (2024). *Perustietoa Sitrasta*. Noudettu osoitteesta Sitra:

<https://www.sitra.fi/aiheet/kysymyksia-ja-vastauksia-sitran-toiminnasta/#>

TUKES, Turvallisuus- ja Kemikaalivirasto. (2024). *Tukes*. Noudettu

osoitteesta Tukes CE-merkintä: <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>

Työ- ja Elinkeinoministeriö. (2024). *vastuullisuusraportointi*. Noudettu

osoitteesta tem.fi: <https://tem.fi/vastuullisuusraportointi>

Työterveyslaitos. (2024). *Hyvinvointia edistävä työympäristö*. Noudettu

osoitteesta TTL: <https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/tietotyon-tyoymparistot/hyvinvointia-edistava-tyoymparisto>

Wikipedia. (26. May 2024). *Functional specification*. Noudettu osoitteesta

https://en.wikipedia.org/wiki/Functional_specification#cite_note-1

Wikipedia. (22. 10 2024). *IATF_16949*. Noudettu osoitteesta Wikipedia:

https://en.wikipedia.org/wiki/IATF_16949