

**Mekaniikkasuunnittelun tuottama data
sekä suunnittelun ja hankinnan välinen viestintä**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen toimipiste, Konetekniikan tutkinto

Syyslukukausi, 2019

Ville Tammi

Konetekniikan tutkinto
Riihimäen toimipiste

Tekijä	Ville Tammi	Vuosi 2019
Työn nimi	Mekaniikkasuunnittelun tuottama data sekä suunnittelun ja hankinnan välinen viestintä	
Työn ohjaajat	Paula Häkänen, Teppo Syrjäaho	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin mekaniikkasuunnittelun tuottamaa dataa sekä suunnittelun ja hankinnan välistä toimintaa ABB Oy:n Induktiomoottorit toimintayksikössä. Opinnäytetyössä tutkittiin suunnittelu- ja hankintaosaston välistä viestintää ja keskitytään näiden osastojen välillä syntyviin ongelmakohtiin. Tutkimuksessa otettiin huomioon myös muiden osastojen toiminnan vaikutuksia ongelmatilanteissa. Opinnäytetyön tavoitteena oli selkeyttää sekä yhtenäistää suunnittelun toimintaa ja selvittää yleisimpiä ongelmakohtia suunnittelun sekä hankinnan välisessä toiminnassa. Työssä avattiin niitä asioita, joista hankintatoimen sekä suunnitteluosaston välinen viestintä muodostuu. Tärkeimpinä tutkimusmenetelminä käytettiin haastatteluja, kyselyä, sisäistä ohjekantaa eri osastojen toiminnasta sekä aikaisemmin tehtyjä opinnäytetöitä. Tukena käytettiin myös työssä kerrytettyä osaamista ja tietotaitoa. Työssä selvisi, että suunnittelun tuottamassa datassa on varsinkin muutoksien aikana kohtia, joissa virheitä voi tapahtua. Suunnittelun kyselystä selvisi, että mikään varsinainen rakenteen osio ei ole syytä syntyvään kysymykseen vaan virhe tapahtuu mahdollisesti järjestelmätasolla. Ratkaisuehdotuksina työssä ehdotettiin osien ja nimikkeiden oikeanlaista käyttöä sekä nimikkeiden käytön lisäämistä, hankinnan kysymysten mukaista kouluttamista suunnitteluosastolle, paremmin seurattavan informaatioväylän kehittämistä hankinnan sekä suunnittelun välille, parametrusten kuvien tekemisen lisäämistä sekä yksilöllisen osaajan tietotaidon helpomman jakamisen väylää.

Avainsanat suunnittelu, hankinta, viestintä, tilausohjautuva tuotanto
Sivut 46 sivua, joista liitteitä 2 sivua

Mechanical Engineering
Riihimäki

Author	Ville Tammi	Year 2019
Subject	Data compiled by the mechanical engineering department and communication between procurement and engineering.	
Supervisors	Paula Häkänen, Teppo Syrjäaho	

ABSTRACT

The main goal in this thesis project was the data compiled by the mechanical designing department and also the interaction between mechanical designing and procurement, in the induction motors business unit of ABB Ltd. This project examined the communication between the mechanical designing and procurement departments and focused on the problematic issues between these two departments. The study also took a look at other departments that might have caused problematic situations between the said departments. The main goal of the project was to clarify and unify the work of the mechanical designing department and to find out the most common problematic situations that occurred in the communication between the aforementioned departments. An additional goal was to clarify issues that the communication between the departments contained. Main tools used for this work were: interviews, a survey, the ABB database and other thesis works made for ABB induction machines. The knowledge and experience obtained from working in the mechanical designing department were also largely used in the making of this work. The work made clear that the data compiled by the mechanical design department has some issues specially when working on change orders. The survey revealed that the issue is not any particular part of the structure but is possibly on using of the system properly. The conclusions that were suggested were: the proper using of parts and items and adding more items to use, training of engineering on the subjects that procurements questions have, adding an information lane that is more effortless to access by others, adding more parametric drawings to the designing and possibility to share the knowledge of senior design engineers to others.

Keywords Communication, make-to-order production, mechanical design, procurement.

Pages 46 pages including appendices 2 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	ABB SUOMESSA	2
2.1	HXR	3
2.2	AXR	4
2.3	AMI	5
3	TEORIA	6
3.1	Logistiikka tilausohjatuussa tuotannossa	6
3.2	Tilaus-toimitusprosessi.....	7
3.3	Järjestelmät	8
3.3.1	Toiminnanohjaus- sekä tiedonhallintajärjestelmät.....	8
3.4	Suunnittelu	10
3.4.1	Piirtäminen sekä rakennesuunnittelu	10
3.5	Hankinta	11
3.6	Tuotannon suunnittelu.....	11
4	NYKYTILANNE.....	12
4.1	Toimintaprosessi	13
4.2	Suunnittelu	14
4.2.1	Perusteet	14
4.2.2	Tiedonhallintajärjestelmä sekä rakenteen muodostuminen	15
4.2.3	Osat, nimikkeet, piirustukset.....	16
4.3	Tuotannon suunnittelu.....	18
4.4	Hankinta	19
4.5	Muutokset	20
4.5.1	Asiakaskuvamuutokset.....	21
4.5.2	Rakenteelliset muutokset.....	21
5	ONGELMAN KARTOITTAMINEN.....	22
5.1	Kysely suunnitteluosastolle	24
5.1.1	Rakenteeseen liittyvät kysymykset	25
5.1.2	Ostaja vai toimittaja	30
5.2	Järjestelmät sekä niiden rakenteet	31
5.2.1	Tiedonhallintajärjestelmän rakenne muutostapauksissa	31
5.2.2	Toiminnanohjausjärjestelmän rakenne muutostapauksissa.....	34
6	RATKAISUEHDOTUKSET	34
6.1	Osatunnuksien oikeanlainen käyttäminen	34
6.2	Nimikkeet	36
6.3	Informaatioväylät	37
6.4	Parametristen kuvien tekeminen.....	39
6.5	Koulutus.....	40
6.6	Yksilöllisen osaajan tiedon jakaminen	41

7 YHTEENVETO	41
LÄHTEET	43
HAASTATTELUT	44

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa Janne Jääskeläisen diplomityöstä Value stream of demanding customer projects in the order-to-delivery process (Jääskeläinen, 2019), joka tehtiin ABB Oy:n toiminnasta. Tutkimuksessa paljastui suuri määrä viestintää hankintatoimen sekä suunnitteluosaston välillä, suunnittelun valmistumisen jälkeen.

Tästä huomiosta syntyi opinnäytetyön tilaus suunnittelun tuottaman datan oikeellisuuden selvittämisestä sekä toteutuneesta viestinnästä osastojen välillä, kohdeyrityksen toimesta.

Opinnäytetyö tehdään ABB Oy:n Pitäjänmäen toimipisteellä induktiomootoriti-yksikölle. Työn aiheena on tutkia ja kehittää suunnittelun tuottamaa dataa sekä selvittää toimintatapoja että järjestelmien käyttöön liittyviä epäkohtia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on nostaa esille mahdollisia epäkohtia osastojen välisessä toiminnassa ja antaa pohjaa niiden kehittämiseksi tulevaisuudessa kestävä kehityksen periaatteiden mukaisesti.

Opinnäytetyön ensimmäisessä osiossa käsitellään ABB Oy:n toimintaa Suomessa sekä erityisesti tutkittuun yksikköön liittyviä tuotteita ja toimintoja.

Työn toisessa osiossa käsitellään tilausohjautuvan tuotannon periaatteet, jotka antavat pohjan suunnittelun sekä hankinnan välisen toiminnan tutkimiselle. Pääpaino työssä on suunnittelun tuotokseen keskittyminen sekä suunnittelun toiminnan parantaminen hankinnan työn selventämiseksi sekä keventämiseksi.

Teoreettisen osuuden jälkeen tarkastellaan induktiomootoriti-yksikön toiminnan nykytilannetta ja selvitetään vallitsevia toimintatapoja osastoitain. Nykytilanteen tarkasteluosiossa käydään läpi myös toimintaan vaikuttavia järjestelmätason asioita kokonaiskuvan hahmottamisen selkeyden vuoksi.

Neljännessä osiossa selvitetään osastojen välillä syntyvien kysymysten lähteitä ja epäkohtia prosessin toiminnassa sekä analysoidaan suunnittelulle tuotettu kysely.

Viimeisissä osioissa kartoitetaan ongelmia, esitetään korjaavia toimenpiteitä saatavilla olevien mahdollisuuksien mukaan sekä tehdään yhteenveto opinnäytetyön tuloksista.

2 ABB SUOMESSA

ABB Suomessa on teknologiajohtaja, joka edistää teollisuuden digitalisointia. ABB Oy on toiminut Suomessa jo vuodesta 1987, alku ulottuu kuitenkin yli 130 vuoden taakse. Toiminnan alkuna voidaan pitää Gottfrid Strömbergin perustamaa sähkötekniikan alan yhtiötä vuonna 1889 Helsingissä. Gottfrid Strömbergin kehittämät sähkökoneet nostivat alkuun neljän miehen konepajan Suomen merkittävimpien teollisuusyritysten joukkoon ja sähkötekniikan teollisuuden tiennäyttäjäksi. (ABB, 2019a)

ABB toimii yli sadassa maassa ja työllistää noin 147 000 henkilöä ympäri maailman. Liiketoimintaa on teknologiateollisuudessa usealla eri alueella, jotka on jaettu neljään asiakaskeskeiseen liiketoimintaan: Electrification, Industrial Automation, Motion ja Robotics & Discrete Automation. Tutkittu aihealue liittyy Motion -liiketoimintaryhmään. (ABB, 2019b)

Motion liiketoiminta on jaoteltu kolmeen ryhmään: Drives, Motors & Generators sekä Mechanical Power transmission. Tutkittu aihealue on Motors & Generators -ryhmä, jonka alla tutkitaan induktiomootorit-yksikköä. Induktio-mootorit-yksikössä valmistuu keskijännitemootoreita usean eri runkokoon valikoimalla sekä kolmella eri tuotelajilla HXR, AXR, sekä AMI. Kaksi näistä on ripajähdytteisiä ja yksi on modulaarinen. (ABB, 2019g; ABB, 2019h)

2.1 HXR

Ripajäähdytteinen HXR-moottori (kuva 1) on valurautarunkoinen ripajäähdytetty moottori, jonka tyypillisiä käyttökohteita ovat pumput, puhaltimet, kompressorit, kuljettimet, jauhimet sekä laivojen ohjauspotkurit ja vaihtovirtageneraattorit. HXR-moottorit soveltuvat erittäin hyvin voimalaitosten sekä teollisuuden prosessisovelluksiin, mutta myös useimpiin muihin sovelluksiin. (ABB, 2019c)

Runko jäähdytetään useimmiten ripoihin puhaltavalla akseliin kiinnitetyllä tuulettimella (IC411) mutta on myös mahdollista tilata erillispuhaltimella jäähdytettävänä (IC416). Runkokokoja HXR-moottoriin tarjotaan akselikorkeudella 355–560 mm ja asennusmahdollisuuksina ovat pysty- sekä vaakasennus. Suojaluokkana on vakiona IP55 mutta se voidaan nostaa jopa IP66 pyynnöstä. HXR-ripamoottorit räätälöidään aina vastaamaan asiakkaan tarpeita parhaiten. (ABB, 2018, ss. 123-125)



Kuva 1. HXR- ripajäähdytteinen moottori (ABB, 2018, s. 123).

2.2 AXR

AXR (kuva 2) on seuraavan sukupolven valurautarunkoinen ripajähdytteinen moottori HXR:stä. AXR-moottorit ovat soveltuvia kaikille teollisuudenaloille. Monikäyttöisten moottoreiden tehotehous on suuri sekä niiden käyttöominaisuudet ovat helposti muunneltavissa. Mukautuvan rungon vuoksi myös asennuksen jälkeen tehtävät muutokset ovat mahdollisia. AXR-tuotteet ovat myös tilattavissa IP55-IP66 luokituksilla sekä IC411 & 416 jäähdytysmahdollisuuksilla. Parempi lämpötasapaino rungon molempien päiden välillä on kasvattanut laakereiden käyttöikää sekä rasvausväliä verrattuna vanhemman sukupolven laitteisiin. Sisäiset ja ulkoiset ilmavirtaukset ovat uudelleenohjattu sekä rivat ovat uudelleenmuotoillut parhaimman jäähdytyksen aikaansaamiseksi. AXR-moottoria on saatavilla runkokoilla 355–450 mm sekä pysty- että vaaka-asennuksella. (ABB, 2019d; ABB, 2019e, ss. 1-2)



Kuva 2. AXR-ripajähdytteinen moottori (ABB, 2018, s. 19).

2.3 AMI

AMI on modulaarinen hitsattu teräsrunkoinen induktiomoottori (kuva 3). AMI on tällä hetkellä saatavilla runkokoilla, joiden akselinkorkeus on 400–710 mm. Jäähdytysmahdollisuuksia AMI-tuotteelle on standardina IC01, IC611, IC81, sekä IC31 mutta muitakin mahdollisuuksia on. Modulaariset koneet ovat suunniteltu kaikista haastavimpiin tilanteisiin sekä toimintoihin, modulaarisuutensa vuoksi ne voivat vastata eri vaatimuksiin helpommin kuin valurautarunkoiset koneet. Modulaarisen rungon ansiosta AMI pystyy vastaamaan asiakkaan vaativimpiinkin projekteihin. Tyypillisiä käyttökohteita modulaarisille koneille ovat puhaltimet, tuulettimet, kompressorit, pumput, kuljettimet, nostimet, sekoittajat sekä potkurit. Tyypillisimmät teollisuudenalat, joilla moduulikoneita näissä käyttötarkoituksissa on, ovat sähköntuotanto, ilmanerotusprosessit, öljy-, kaasu-, metalli-, meri-, kaivos- sekä paperiteollisuus. (ABB, 2019f, ss. 1-2)



Kuva 3. Modulaarinen AMI-moottori (ABB, 2019f, ss. 1-2).

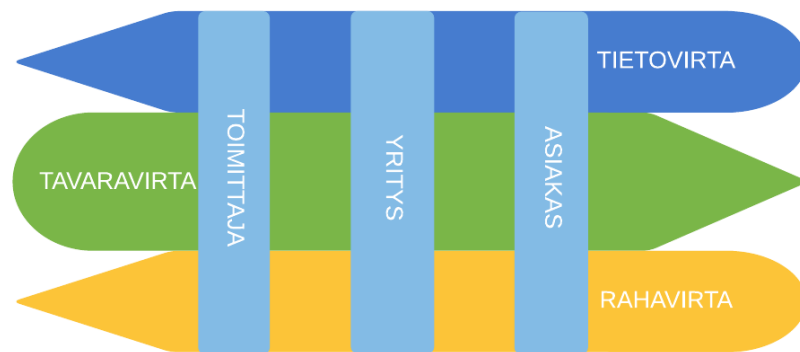
logistiikkakeskukselle, selkeyttäen sitä suunnittelua varten. Suunnittelu vaihtelee tuotteen suunnittelussa kahden erilaisen suunnittelun välillä, tilausohjautuvan sekä kokoonpano-ohjautuvan. Tilausohjautuvassa suunnittelussa tuotteen suunnittelu tapahtuu alusta lähtien. Kokoonpano ohjautuvassa suunnittelussa kerätään tuotannolle vain tarvittavat dokumentit kokoonpanoa varten. Logistiikkakeskus vastaa myös tuotannon koordinoinnista sekä komponenttitilauksista, joko omista yksiköistään tai ulkopuolisilta toimittajilta. (Luhtala; Kilpinen; & Anttila, 1994, ss. 10-11)

3.2 Tilaus-toimitusprosessi

Toimenpiteet logistiikassa perustuvat kolmen eri asian liikehdintään prosessissa toimijoiden välillä.

- Tietovirta
- Tavaravirta
- Rahavirta

Näihin kolmeen aiheeseen on sisällytetty käytännössä koko liiketoiminnan ydin. Tilaus-toimitusprosessi sekoittaa näitä kaikkia keskenään mutta jokaisella aiheella on aina oma suuntansa (kuva 5) riippuen siitä, mikä on haluttu päämäärä ja kenen lähtökohdista asiaa katsellaan. (Sakki, 2009, ss. 21-24)



Kuva 5. Kolme virtaa. (Sakki, 2009, ss. 21-24)

Tietovirta aloittaa prosessin kulun, kun asiakas tekee tilauksen yritykselle. Tämä tieto jatkaa matkaansa koko prosessin läpi alusta loppuun. Yritys tekee omat hankintansa valmistaakseen asiakkaan haluaman tuotteen ja tekee niistä omat tilauksensa osana tietovirtaa. Kaikki tieto mikä yrityksen sisällä sekä ulkona kulkee, liittyen tilaukseen ovat osana tietovirtaa. Tiedon täsmällisyys osana prosessia on erityisen tärkeää virheiden ja viivästysten välttämiseksi sekä parhaan mahdollisen laadun takaamiseksi. (Sakki, 2009, ss. 21-24)

Tavaravirta kulkee pääasiassa yritykseltä asiakkaalle, pienemmässä mittakaavassa suunta voi kääntyä mahdollisten tuotepalautusten muodossa sekä tavaran kierrättämisessä. Konkreettisesti tavaravirta tarkoittaa fyysisten tavaroiden liikuttamista sekä varastoimista. Tavaravirran hallinta osana nykyistä tilaus-toimitusprosessia on vaativa. Just In Time (JOT) sekä Lean prosessijohtamisessa tavaroiden toimittamisen yhteen saattaminen samanaikaisesti luo parhaiten toimivaa sekä kannattavaa tuotantoa. (Sakki, 2009, ss. 21-24)

Rahavirta kulkee asiakkaalta yritykselle. Rahavirtaan liittyy muutakin kuin vain maksu toimitetusta tavarasta. Tiedonkulun parantaminen ja paremman tiedon välittäminen nopeuttaa rahavirran kulkua. Asiakas saa haluamansa tuotteen nopeammin sekä tekee maksun siitä aikaisemmin. Jos omalta asiakkaalta saadaan maksu aiemmin kuin mikä on maksuaika toimitetusta tuotteesta, tarvitaan koko liiketoiminnan ylläpitämiseen vähemmän pääomaa. (Sakki, 2009, ss. 21-24)

3.3 Järjestelmät

Tässä osiossa käydään läpi yleisesti tuotantotaloudessa käytettyjen tietotekniikkajärjestelmien toimintaa sekä niiden sovellusalueita. Järjestelmiä on monenlaisia ja niiden nimi voi muuttua mutta peruseriaatteet säilyvät samoina. Tutkinnan alla ovat yleisesti suunnittelun tukena sekä yrityksen tiedon- sekä toiminnanhallintaan käytettävät järjestelmät.

3.3.1 Toiminnanohjaus- sekä tiedonhallintajärjestelmät

Nykyään toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP-järjestelmä on osa sitä kokonaisuutta, jonka tarkoituksena on käytännössä toteuttaa halpa ja hyvälaatuinen tuote asiakkaalle. Toiminnanohjauksen kohteena ovat yrityksen perustoiminnot kuten hankinta, varastointi, tuotanto, jakelu, myynti ja laskutus. Yrityksen toimintaa kuvataan tietojärjestelmässä prosessina, jossa luodaan hyödykkeitä tai palveluja ihmisten ja koneiden avulla. Toiminnanohjausjärjestelmän avulla nämä prosessit voidaan automatisoida sekä myös integroida toisiinsa. Toiminnanohjausjärjestelmä helpottaa merkittävästi yhtenäisen ja oikeellisen tiedon jakamista välittömästi koko yrityksessä. (Lehtonen, 2004, s. 128)

ERP-järjestelmät ovat toiminnanohjausjärjestelmiä, jotka usein toimivat tiedonhallintajärjestelmien ohella. Toiminnanohjausjärjestelmää käyttäen koko organisaatio. Suunnittelun käyttämästä tiedonhallintajärjestelmästä syötetään yleensä erillisellä toiminnolla tietoa toiminnanohjausjärjestelmään. Joissakin tiedonhallinta järjestelmissä on myös toiminnanohjaustyökaluja mutta raja PLM- ja ERP-järjestelmien välillä on olemassa. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, s. 2/41)

Suunnittelutiedon hallintaan on saatavilla erilaisia tiedonhallintajärjestelmiä, jotka ylläpitävät kaiken tiedon sekä avustavat tiedon yhdistelemisessä sekä kokoonpanossa suunnitteluasteella. Näitä järjestelmiä on useita erilaisia useaan eri käyttötarkoitukseen. Suunnittelun käyttämiä CAD-ohjelmistoja voi käyttää myös ilman liitännäistä tiedonhallintajärjestelmään, mutta tästä seuraa yleensä kestävätilanne suunnitelmien sekä suunnittelijoiden määrän kasvaessa. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 1) esitellään muutamia erilaisia tiedonhallintajärjestelmiä:

Taulukko 1. Järjestelmiä (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, ss. 2/38-2/41)

EDM	Engineering Data Management	Suunnittelutiedon hallinta
PDM	Product Data Management	Tuotetiedon hallinta
PLM	Product Lifecycle Management	Tuotteen elinkaaren hallinta
ERP	Enterprise Resource Management	Yrityksen resurssienhallinta
DM	Document Management	Dokumenttien hallinta

Yksinkertaistetusti voidaan sanoa, että EDM-järjestelmät ovat keskittyneet suunnittelutiedon, eli pääasiassa CAD-mallien ja muiden teknisten dokumenttien hallintaan, ja ovat tiukasti integroituneet CAD-järjestelmiin. Niiden käyttäjät ovat pääasiassa suunnittelijoita. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, ss. 2/38-2/41)

PDM-järjestelmillä voidaan hallita muutakin tuotteeseen liittyvää tietoa, kuin suunnittelutietoa ja sitä käyttävät muutkin, kuin suunnittelijat. PDM-järjestelmät ovat usein muutenkin laajempia kuin EDM-järjestelmät ja sisältävät enemmän ominaisuuksia esimerkiksi muutoshallintaan. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, ss. 2/38-2/41)

PLM-järjestelmillä voidaan hallita tuotteen tietoja ja dokumentaatiota koko sen elinkaaren ajan. PLM-järjestelmä palvelee paljon useampaa sidosryhmää kuin edellä mainitut, ollen käytännössä koko organisaation käytössä. PLM-järjestelmät voivat myös sisältää enemmän yrityksen eri toimintojen käyttöön tarkoitettuja moduuleja kuin PDM-järjestelmät. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, ss. 2/38-2/41)

Todellisuudessa järjestelmien jaottelu ei ole näin yksinkertaista. Termejä on vaikea määritellä tarkasti ja lisäksi eri järjestelmissä on usein

ominaisuuksia, joiden vuoksi niitä on vaikea asettaa eri ryhmiin. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, ss. 2/38-2/41)

3.4 Suunnittelu

Suunnittelun tärkeimpänä toimintana voidaan pitää suunnitellun asian helppoa muuntamista todelliseksi. Tämä tieto tulee pitämään sisällään käyttötarkoitusta varten piirretyt piirustukset sekä kokoonpanopiirustukset, joissa näiden piirustusten mukaan valmistetut osat sekä vakioidut komponentit (esim. ruuvit) muodostavat kokonaisuuden. Tähän on ollut kautta aikain erilaisia tapoja mutta nykyään suurin osa suunnittelusta tapahtuu CAD-mallinnuksen sekä nimikepohjaisen tiedonhallinnan avulla. Näiden yhdistelmänä luodaan tiedonhallintajärjestelmään todellisuutta vastaava digitaalinen rakenne, joka sisältää kaiken tarvittavan tiedon, jotta suunnitelma saadaan muutettua todellisuudeksi. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, s. 2/38)

Nimikkeisiin pohjautuvassa tiedonhallinnassa tiedon perusyksikkö ei ole CAD-malli, vaan nimike. Nimike voi pitää sisällään CAD-mallin lisäksi lähes mitä tahansa digitaalista informaatiota, kuten kuvia raportteja ja muita dokumentteja. Nimikkeet voivat pitää sisällään sellaista attribuuttitietoa, mitä CAD-malliin ei voida tai haluta liittää. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, s. 2/38)

3.4.1 Piirtäminen sekä rakennesuunnittelu

Geometrian laatiminen 2D-piirtämisellä aloitetaan piirtämällä kappaleen muotoa kuvaava malli, eli geometrinen malli tai suunnittelumalli. Malli muodostetaan piirtämällä viivoja halutun kappaleen ulkomuotoja seuraten. Malliin lisätään kaikki vaadittavat piirteet esim. viisteet, pyöristykset, joita lopputuotteen toiminnallinen käyttäminen edellyttää. (Pere, Koneenpiirustus 1&2, 2012, s. 2/51)

Monien tutkimuksien mukaan piirtämistyötä voidaan merkittävästi vähentää, sen perusteella, minkälaiselta alalta piirustuksia laaditaan, kuinka paljon on käytettävissä aikaisemmin laadittuja piirustuksia ja minkälainen on tehtaan sisäinen standardisointi. Tästä voidaan päätellä, miten itse piirtämistyön määrää voidaan vähentää ja piirtämistyötä nopeuttaa. Kaikkien näkökohtien puutteesta huolimatta voidaan todeta, että piirtämistyön rationalisointi kohdistuu kahteen pääasiaan:

- Piirtämistyömäärän vähentämiseen.
- Piirtämistyön nopeuttamiseen.

Piirtämistyömäärän vähentämiseen voidaan tehdä seuraavia toimenpiteitä:

- Aikaisempien konstruktioiden hyväksikäyttöä, jolloin vältytään sekä kappaleiden suunnittelulta että piirtämiseltä joko osittain tai kokonaan, aikaisempien konstruktioiden käyttö edellyttää tehokasta piirustusten hakujärjestelmää.
- Käyttämällä muunnelmapiirustuksia.
- Käyttämällä mahdollisimman paljon standardiosia.
- Käyttämällä alihankintavalmisteita.

Piirtämistyötä voidaan nopeuttaa mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- Pidetään alaa selvittäviä koulutustilaisuuksia.

Kehitetään tai luodaan piirustuskonttorin työsuunnittelu-, työnopastus-, ohjaus- ja työnvalvontajärjestelmiä. (Pere, Koneenpiirustus 2, 1998, s. 22/1)

3.5 Hankinta

Tärkeimpiä osahankinnoille asetettavia vaatimuksia, joihin hankintatoiminnan tavoitteena on vastata, ovat laatu, toimituskyky, joustavuus, pieni sitoutunut pääoma sekä alhaiset hankinnan kokonaiskustannukset. (Lehtonen, 2004, s. 82)

Laadulle on olemassa useita määritelmiä ja tarkastelutapoja. Tässä yhteydessä laadulla tarkoitetaan hankittavien tuotteiden virheettömyyttä ja sopevuutta käyttötarkoitukseensa. Osahankinnoissa laadun tulee olla sellainen, että osia voidaan käyttää lopputuotteen valmistuksessa. Osien tulee lisäksi täyttää lopputuotteelle asetetut toiminnalliset ja visuaaliset vaatimukset. Kun osahankinta perustuu ostajayrityksen tekemiin piirustuksiin ja määrittäisiin, on tärkeää kiinnittää huomiota myös näiden piirustusten laatuun ja määrittysten selkeyteen. Laatuongelmat voivat tällöin yhtä hyvin olla lähtöisin ostajayrityksen virheellisistä tai puutteellisista spesifikaatioista, toimittajayritysten tuotannosta tai tuotteiden käsittelystä, kuljetuksesta ja varastoinnista. Osahankintojen laadun hallinnassa keskeisenä periaatteena on sekä ostaja- että toimittajayrityksen prosessien laaduntutkimuksen parantaminen erillisen laaduntarkastustyön eliminoimiseksi. (Lehtonen, 2004, s. 82)

3.6 Tuotannon suunnittelu

Tuotannosuunnittelussa myynnin tarpeiden pohjalta ajoitetaan materiaali- ja kapasiteettitarpeet sekä tehdään tarvittavat sopeutustoimenpiteet. Keskeisinä lähtötietoina ovat tuotantotarpeen lisäksi tuoterakenne, reititys sekä valmistusvaiheiden kestot. Tuloksena ovat hankintatilaukset sekä tuotantotilaukset, joille voidaan edelleen laatia tarkemmat aikataulut. (Lehtonen, 2004, s. 78)

Materiaalisuunnittelua on hallinnut jo 1970-luvulta alkaen materiaalitarkvelaskenta, joka tunnetaan yleisesti nimellä MRP (Material requirements planning). Sen perusajatus on yksinkertainen: kun tiedetään tuotteen todellinen tuoterakenne, voidaan suunnitella osien valmistus- ja hankintatarpeet. Jos lisäksi osien valmistusajat sekä hankintojen toimitusajat tiedetään, voidaan valmistus- sekä hankintatarpeet ajoittaa myös tarkasti. (Lehtonen, 2004, s. 74)

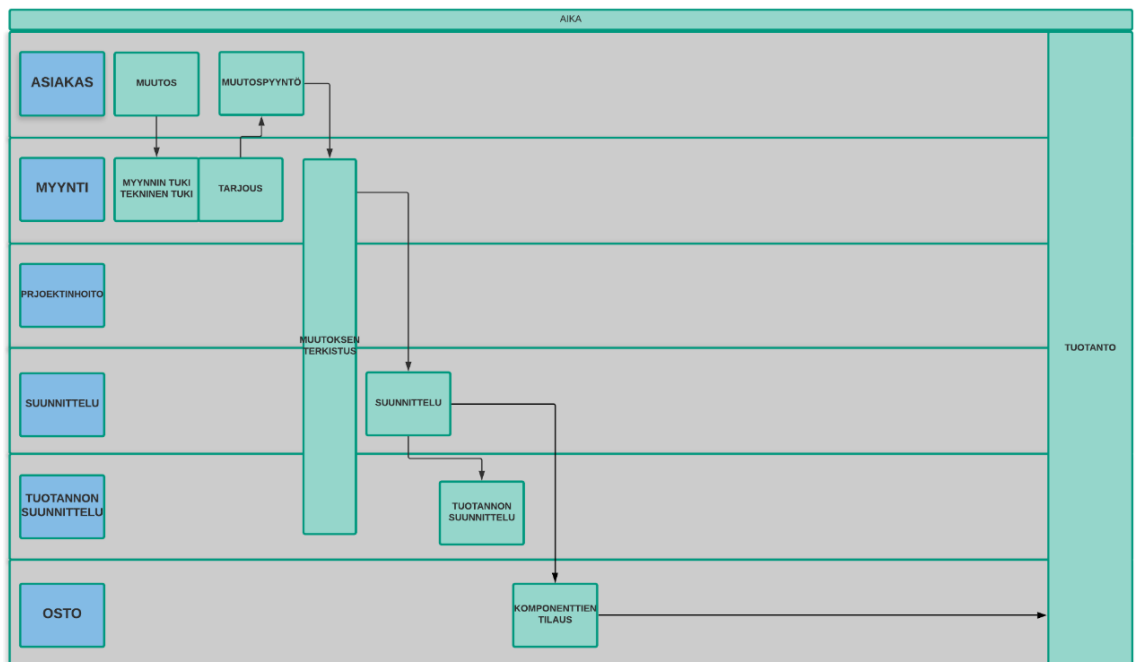
Tuoterakenteella tarkoitetaan puumaista rakennetta. Siinä voi olla useita eri tasoja, jotka koostuvat eri komponenteista, kokoonpanoista sekä materiaaleista. Tarvittavien osien ja aineiden lukumäärät voivat olla suuria, mutta tarveajankohtia voidaan ennakoida valmistusaikataulujen sekä läpimenoaikojen avulla. Tarvelaskenta vaikuttaa loogiselta mutta sen toteuttaminen on usein pulmallista. Osa tulevasta tarpeesta voi olla oikeita tilauksia ja osa ennusteeseen perustuvaa arvausta. Muutokset ovat todennäköisiä. Tuoterakenteissa voi olla useita tasoja ja usean työvaiheen valmistuksessa voi tuotantokapasiteetissä syntyä äkillisiä pullonkauloja. Myös tuotantovaiheiden läpimenoajat sekä komponenttien valmistusajat voivat muuttua kesken kaiken. Nämä kaikki aiheuttavat uudelleen laskentaa ja muutostarpeita suunnitelman muihin osiin. (Sakki, 2009, ss. 128-129)

Imuohjaus sekä siihen liittyvä käsite just-in-time konkretisoituu kanban-korteissa, joiden avulla kokoonpanon työvaiheet tilaavat tarvittavat määrät osia edelliseltä työvaiheelta. Se vaikuttaa myös hankintatoimintaan ja ulkopuolisiin toimittajiin, jotka joutuvat sopeutumaan epävarmuuteen ja valmistusmäärien äkillisiin vaihteluihin. JOT- valmistuksen yksi tavoite on pienemmät keskeneräisen työn varastot, sen johdosta varastoimisen kulut vähenevät ja varastotilaa tarvitaan vähemmän. (Sakki, 2009, ss. 128-129)

Imuohjauksen ja tarvelaskennan toimintaa kuitenkin yhdistää se, että kumpikaan ei loppujen lopuksi toimi ilman varastoja. Sopivalla ohjauksella vaihto-omaisuuden kierto on ja varastomääriin voidaan kuitenkin merkittävästi vaikuttaa, mutta teollista toimintaa ilman mitään varastoja on lähes mahdoton toteuttaa. (Sakki, 2009, s. 108)

4 NYKYTILANNE

Tässä osiossa kartoitetaan todellista, kohdeyrityksen toimistoprosessin kulkua. Alkuosio käsittelee koko toimintaprosessia, jossa keskitytään osastoihin, jotka vaikuttavat eniten havaittuun epäkohtaan. Toisessa osassa avataan osastojen toimintaa yleisesti. Osastojen toiminta käydään läpi suunnittelusta tuotannon suunnitteluun sekä hankintaan. Tärkeimpinä tekijöinä tämän opinnäytetyön tutkinnassa ovat toimistoprosessin viimeisimmät toimijat eli suunnittelu-, tuotannosuunnittelu- sekä



Kuva 7. Muutosprosessi (Jokinen, 2012)

4.2 Suunnittelu

Tässä osiossa käydään suunnittelun perustoiminnot läpi. Perusteisiin liittyy tekninen piirtäminen, tiedonhallintajärjestelmän toiminta sekä rakenteen muodostuminen siihen sekä yleistä asiaa käytettävistä tiedonhallintajärjestelmän nimikkeistä, osista ja piirustuksista.

Varsinaisesta selvityksestä on karsittu pois sähkösuunnittelu, joka on tärkeä osa suunnittelua mutta ei suoraan liity tutkittuun ongelmaan. Tutkimus keskittyy vain mekaniikkasuunnittelun työhön ja työvaiheisiin.

4.2.1 Perusteet

Suunnittelija seuraa aikataululistaa, johon on ajoitettu alkavien töiden suunnittelu. Työt erotellaan toisistaan työnumeroilla, jotka ovat konekoh-
taisia. Suunnittelija tarkistaa hänelle ajoitetun työnumeron, jolle tehdyn määräyksen mukaan aloitetaan suunnittelu. Suunnittelu tapahtuu kahdessa vaiheessa, esisuunnittelussa sekä rakennesuunnittelussa.

Esisuunnittelussa luodaan halutut asiakaskuvat tilatusta sähkömoottorista sekä tehdään määritellyt pitkän toimitusajan komponentit.

Rakennesuunnittelussa kasataan lopullinen oikeata vastaava, digitaalinen rakenne, joka muodostuu erilaisista osista, työkorteista, nimikkeistä sekä piirustuksista.

Suunnittelun tärkeimpinä työkaluina ovat jo teoriaosiossakin läpikäytyt toiminnanohjaus- sekä tiedonhallintajärjestelmät. Informaatio luodaan tiedonhallintajärjestelmässä digitaalisen rakenteen muodossa. Toiminnanohjausjärjestelmää voi käyttää myös tiedonhallintajärjestelmänä mutta erillinen tiedonhallintajärjestelmä antaa huomattavasti etua suunnitellun helpon ja visuaalisesti selkeän pohjan ansiosta. Muut osastot, jotka koskevat tutkittavaa aluetta käyttävätkin toiminnanohjausjärjestelmää myös tiedonhallintajärjestelmänä.

Tiedonhallintajärjestelmästä siirretään esisuunnittelun jälkeen pitkän toimitusajan komponentit toiminnanohjausjärjestelmään ja rakennesuunnittelun jälkeen loput komponentit. Toiminnanohjausjärjestelmään muodostuu näistä oma rakenteensa, jota hankinta ja tuotannonsuunnittelu hyödyntää omassa työssään. Nämä osat myös yhdistellään toiminnanohjausjärjestelmässä eri työvaiheille ja työvaiheiden ajoituksen jälkeen osat siirtyvät hankittaviksi. Tästä lisää tuotannonsuunnittelun selvityksessä kohdassa 4.3.

Kaikissa suunnitteluvaiheissa luodaan hankinta-aloitteita, jotka siirtyvät tuotannon suunnittelun kautta ostajille hankittavaksi. Kaikista komponenteista ei suunnittelun tarvitse luoda ostopyyntöjä vaan ne ovat ns. varastokomponentteja, näille komponenteille nousee hankinta-aloite toiminnanohjausjärjestelmässä ajetun MRP-toiminnon perusteella. MRP-toiminto tarkistaa rakenteen komponenttimäärät sekä varastomäärät ja luo hankinta-aloitteita niiden perusteella. Suunnittelun tekemiin hankittaviin komponentteihin lukeutuvat myös osat, joita ei olisi järkevää hankkia varastoon jo etukäteen niiden hinnan, menekin, työkohtaisen räätälöinnin tai muun syyn vuoksi.

4.2.2 Tiedonhallintajärjestelmä sekä rakenteen muodostuminen

Tiedonhallintajärjestelmään muodostuvaan rakenteeseen tulevien komponenttien valinta alkaa hyvin varhaisessa vaiheessa prosessia ja siihen liittyy useita eri ohjelmia sekä konfiguraattoreita, joihin asetetuista valinnoista muodostuu suunniteltavan sähkömoottorin perusta.

Projektinhoito sekä myynti muodostavat CUUSAMO-konfiguraatio-ohjelmaan määräyspohjan, johon tehdään valintoja asiakkaan pyyntöjen mukaan. CUUSAMO avustaa määräyksen luomisessa ja siihen asetettuja perustavanlaatuisia tietoja siirtyy myös tiedonhallintajärjestelmään muodostuvaan rakenteeseen. CUUSAMO valinnat muokkaavat rakennetta myös toimivammaksi riippuen siihen tehdyistä valinnoista esim. muuttaa

varastonimikkeen tilattavaksi osaksi siihen tarvittavien erityisominaisuuksien mukaan. (Johansson, 2011, ss. 8-11)

Suunnittelun tukena käytetään Oikku- sekä Ratti-konfiguraattoreita. Oikku on AutoCadiin integroitu konfiguraattori ja sen tehtävänä on avustaa asiakaskuvien sekä rakenteen tekemisessä. Oikussa on suuri määrä valintoja, joita suunnittelija valitsee määräyksen ohjastamana. Oikku osaa sijoitella tulevaan piirustukseen komponentteja suhteellisen hyvin paikoilleen mutta lopullisen piirustuksen tekee kuitenkin suunnittelija. Oikussa tehdyt valinnat vaikuttavat myös myöhemmin luotavaan tiedonhallintajärjestelmän rakenteeseen. Kun Oikku valinnat ovat tehty määräyksen mukaisesti aloitetaan Ratti-konfiguraattorin ajaminen, jossa tehdään lisää valintoja liittyen muodostuvaan rakenteeseen. Rakenteen muodostumiseen myös vaikuttaa VT-lomake-ohjelma, joka luo sähkömoottorille tiiviin valmistustietolomakkeen mutta, jossa myös asetetaan oikeita valintoja liittyen rakenteeseen. Kun nämä kaikki valinnat on tehty, muodostetaan tiedonhallintajärjestelmään rakenne siirtojärjestelmän avulla. (Malen, 2013)

Tiedonhallintajärjestelmään muodostuva alustava rakenne on siis CUUSAMON-, VT-lomakkeen-, Oikku- sekä Ratti- konfiguraatio ohjelmien valintojen yhdistelmä. Kuitenkin mahdollisia ominaisuuksia koneelle on niin paljon, että rakenteen muodostuminen ei ole koskaan täydellistä, vaan se antaa käytännössä varmasti toimivan rakenteen sellaisilla komponenteilla, jotka tiedetään toimivaksi. Jos valinnat ovat ristiriidassa keskenään tai sellaisia, joissa valinta on mahdollinen mutta sitä vastaava suora nimikkeistöä ei ole, antaa Ratti virhelistan. Näissä tilanteissa useimmiten Ratti tekee rakenteelle vakioratkaisun tai jättää sen rakenteen osuuden, josta virhe on tullut, kokonaan tekemättä. (Malen, 2013)

Suuresti vaikuttavana tekijänä suunnittelussa on tiedonhallintajärjestelmän käyttö, sekä tiedonhallintajärjestelmän ja toiminnanohjausjärjestelmän keskinäinen toiminta. Käytössä oleva tiedonhallintajärjestelmä mahdollistaa digitaalisen rakenteen luomisen täydellisesti oikeata vastaavaksi. Tiedonhallintajärjestelmässä ei vain hallita hankittavia osia ja nimikkeitä vaan jotkin tiedonhallintajärjestelmään tehtävät osat toimivat työkortteina, jotka yhdistävät työvaiheissa asennettavat komponentit yhdeksi helppolukuiseksi materiaalilistaksi. (Malen, 2013)

4.2.3 Osat, nimikkeet, piirustukset

Tiedonhallintajärjestelmään halutaan rakenne, joka sisältää jokaisen osan, nimikkeen, kuvan, materiaalin sekä määritellyt työt, joita valmistettavaan sähkömoottoriin tarvitaan.

Tuotekehitysosasto sekä suunnittelu luovat yleisesti uusia vakionimikkeitä, joita pyritään käyttämään niin usein kuin on mahdollista.

Kaikista halutuista komponenteista ei ole kuitenkaan olemassa vakioitua nimikettä, mahdollisten tarvittavien komponenttien suuren määrän vuoksi. Tässä tapauksessa suunnittelu nimensä mukaisesti joutuu suunnittelemaan tarpeelliset osat ja luomaan niistä tiedonhallintajärjestelmään vastaavan osan tai nimikkeen sekä asettamaan sille halutun materiaalin. Tiedonhallintajärjestelmään tallentuu jokainen osa ja nimike, jota kukin suunnittelija on luonut tehtäviensä aikana. Osia on siis todella mittava määrä referenssimateriaalina ja niitä käytetään usein suunnittelun tukena.

Uusia osia luodaan järjestelmään päivittäin useita ja mitä erikoisempaan paikkaan sähkömoottori on menossa, sen erikoisempia komponenttejakin sille tullaan tekemään.

Käydään läpi muutamia eroja nimikkeen, työkortin sekä osan välillä. Keskille luoduille asioille tiedonhallintajärjestelmässä tulee oma yksittäinen koodinsa, joka vastaa luotua myös muissa järjestelmissä, että loppujen lopuksi todellisuudessa.

Nimike on yleisesti PLM-järjestelmään luotu versio komponentista, jotka ovat usein vakioituja ja näiden muokkaamista ei suositella. Nimikkeitä on useita erityyppisiä mutta esiin nousevat, hankittavat nimikkeet, varstonimikkeet sekä materiaalinimikkeet. Nimikettä luodessa syntyy nimikkeelle oma koodinsa, joka seuraa sitä aina. Koodi säilyy muuttumattomana niin kauan kun nimikkeen oikeellisuus pätee. Samaa nimikettä samalla koodilla voidaan käyttää useiden työnumeroiden rakenteella.

Osa on tiedonhallintajärjestelmän rakennepuusta löytyvä nimikkeiden, piirustusten sekä töiden kokonaisuus. Osilla on myös oma koodinsa, jonka osa saa, kun se luodaan. Osien koodi on kuitenkin sidottu työnumeroon eikä samalla koodilla olevaa osaa voi käyttää toisella työnumerorakenteella. Osat toimivat kokonaisuuksien yhdistäjänä rakennepuussa ja osan alle muodostuu myös osakohtainen BOM, joka kertoo mitä tämä kokonaisuus sisältää. Osa voi sisältää useita nimikkeitä tai jopa muita osia, joista muodostuu haluttu kokonaisuus.

Osan toiminnan määrittää sille asetettu toiminnallinen tunnus, joka kertoo mitä toimintoa osa, koneessa tai kokoonpanossa toteuttaa. Jotkut osatunnukset muuttavat osan hankittavaksi osaksi ja jotkut osatunnukset määrittävät sille alueen rakenteesta, jonka nimikkeitä, kuvia ja osia se sitoo toisiinsa. Osille luodut BOM:it ovat yleensä työkortteja eli niihin on kerrytetty kaikki informaatio haluttua osaa varten kokoonpanopiirustuksesta jokaiseen mutteriin. Hankittavilla osilla muodostunut BOM selittää samaa kuin työkortissakin mutta ennen kaikkea toimii hankinnan tukena oikeanlaisen osan tilaamiseksi alihankintana. Tässä tutkimuksessa osia kutsutaan usein parteiksi.

Näillä nimityksillä induktiokoneet toimintayksiköllä muodostuu tiedonhallintajärjestelmään digitaalinen versio sähkömoottorin rakenteesta.

4.3 Tuotannon suunnittelu

Tuotannon suunnittelun tarkoitus on tehdä tuotantosuunnitelma koneelle sekä arvioida tuotantovaiheiden ajoitukset koneelle haluttujen ominaisuuksien perusteella. Tuotetyypeille on esivalmisteltuja läpimenoaikamalleja useine variaatioineen, joita pyritään noudattamaan. Tuotannonsuunnittelija joutuu ottamaan huomioon läpimenoaikamallin valinnassa myös asiakkaan pyytämän toimituspäivämäärän sekä tehtaan kapasiteetin ja kuormitustilanteen. Myös hankinnan varmistamat toimitusajat arvioiduille halutuille alihankittaville komponenteille, selvitetään projektin alkuvaiheessa koneen toimitusajan varmistamiseksi. Varsinaiset hankinnat tapahtuvat työvaiheille sen perusteella mikä työvaihe on kyseessä ja sen työvaiheen ajoituksen loppuun mennessä pyritään saamaan hankinnat tehtaalle ja valmiiksi asennusta varten

Tuotannon suunnittelu jakautuu neljään eri työvaiheeseen projektin aloituspalaveri sekä sen kanssa tehtävä suunnitteluvaiheiden ajoitus, tuotannon kuormitussuunnittelu, ajoitussuunnittelu sekä tuotantokelpoisuuden tarkastus ja konvertointi

Alkupalaverissa tehdyn projektin hyväksynnän jälkeen, toiminnanohjausjärjestelmään muodostuu myyntitilaus, jolle tuotannonsuunnittelija tekee suunnitteluvaiheiden ajoituksen. Tämän ajoituksen tarkoituksena on päivittää mekaniikkasuunnittelun sekä tuotannonsuunnittelun työvaiheet projektin toimitusajan kannalta parhaaseen ajankohtaan.

Kuormitussuunnittelu aloitetaan sähkösuunnittelun jälkeen. Sen tarkoituksena on selvittää reitityksiä, joilla ohjataan kuormaa oikeille tuotantolinjoille sekä tarkistaa alihankinnan mahdollisuudet ja tunnistaa mahdolliset erikoistyövaiheet. Joissain tapauksissa hyvin pitkän toimitusajan komponentteja voidaan vapauttaa hankintaan jo kuormitussuunnittelun jälkeen.

Ajoitussuunnittelun tärkein tarkoitus on tehdä hienokuormitus tuotantoa varten sekä päätös alihankintojen hyödyntämisestä aikataulujen puitteissa. Hienokuormitusvaiheessa myös tutkitaan kokoonpanovaiheen ajanjaksoa, joka on tehtaan pullonkaula. kokoonpanovaiheen aikana on mahdollista painottaa tuotantoa eri suuntiin aikajanalla tai kuormittaa eri tuotantolinjaa, jotta viikkotasoinen kuorma pysyisi tasaisena. Ajoitussuunnittelun jälkeen vapautetaan rakennesuunnittelussa muodostetut hankinta-aloitteet hankintaa varten.

Konvertointivaiheessa rakennesuunnittelussa muodostuneet suunnitellut työvaiheet muutetaan toteutettaviksi työvaiheiksi ja varsinainen tuotanto voi alkaa. (Järvinen, 2017, ss. 19-25)

Tuotantovaiheiden paljous johtuu siitä, että projektin toimitusajat ovat lyhentyneet mutta eri komponenttien ja materiaalien toimitusajat pidentyneet ulkomaisen alihankinnan seurauksena. Erittäin lyhyen toimitusajan projekteissa pitkän toimitusajan toimittajat eivät tule kysymykseen. Tuotannonsuunnittelun tärkeä aihe on antaa hankinnalle mahdollisimman paljon aikaa hankinnan tekemiseksi halvalla ja hyvällä toimitusvarmuudella.

Kaikki tämä tapahtuu kilpailukyvyn ylläpitämisen vuoksi kansainvälisillä markkinoilla.

Lyhyen läpimenoajan koneilla suunnittelun hyväksyminen ja työvaiheen kuittaaminen voi olla päivistä kiinni. Sopimusasiakkaille erittäin lyhyen läpimenoajan koneiden tekeminen saattaa viedä projektin katteet muutamien päivien venymisajalla. Näissä tapauksissa tuotannonsuunnittelu laittaa alihankinnat hankintaan erittäin aikaisessa vaiheessa. Jo sähkösuunnittelun jälkeen voidaan tehdä erilaisia reitityksiä ja aktiiviosien jälkeen kärkeä alustava ajoitussuunnitelma. Joissain tapauksissa toimenpiteitä ei pääse tekemään sähkösuunnittelun jälkeen, joten joudutaan odottamaan esisuunnitteluun asti. (Pöckä, haastattelu 26. 10 2019)

4.4 Hankinta

Hankinta hankkii kaikki tarvittavat komponentit koneen valmistamiseksi suunnittelun luomien hankinta-aloitteiden perusteella. Hankintaosaston toiminta ei perustu työnumerokohtaiseen komponenttihankintaan, vaan osastolla on määritelty tietyt aihealueet, jotka on jaoteltu eri ostajille. Hankinta tekee hankinnat suunnittelun nostamien hankinta-aloitteiden perusteella osilta ja nimikkeiltä, varastomateriaalien ylläpito tapahtuu erillisen osaston toimesta.

Hankinta-aloitteiden materiaalikoodi määrittää hankinnan purchasing group -tunnuksen, jonka perusteella taas määritellään, kuka on vastuussa hankinta-aloitteen ostoprosessin toiminnoista kyseisellä hetkellä. Tämä mahdollistaa tietyn materiaalialueen ostajan osaamisen sekä toimittajatuntemuksen kasvattamisen.

Hankittavissa vakionimikkeissä toimittaja on tiedossa ja kiinnitettyä hankinta-aloitteen tietoihin ja myös hinta on yleisesti tiedossa.

Tapauksissa, joissa tilatuissa osissa ei ole määritelty toimittajaa joutuu ostaja tarkastaman hankinta-aloitteella olevan BOM:in sekä mahdollisesti myös valmistuskuvan ja määrittelemään toimittajan arvioitujen valmistustapojen sekä valmistuksen haastavuuden perusteella. Ostaja pyrkii kuormittamaan vaativiin töihin pystyviä toimittajia vain vaativilla töillä ja vähemmän vaativat toimitukset pyritään tekemään muilta.

Hankinta myös arvioi mahdollista hintaa halutulle valmistettavalle komponentille ja asettaa sen hankinta-aloitteen tietoihin. Hankinnan

tarkastuksen jälkeen tilaus siirretään eri osastolle, joka avustaa tilausten yhteen sitomisessa sekä siirtää tilaukset eteenpäin toimittajille.

Ostajilla on vastuualueellaan kahden työjonon tarkistaminen, toinen niistä on ostajan omilla materiaalikodeilla tulevat hankinnat ja toinen jono on ”määrittelemättömän” hankkijan työjono. Työjono, joka on ”määrittelemättömän” koostuu yleisesti hankittavista osista, jotka nostetaan osatunnuksella ”ZZPART”. Ostaja joutuu siis tarkistamaan ja etsimään työjonosta oman materiaaliensa hankinnat ja lisäämään ne omaan työjonoonsa. (Törmäkangas, haastattelu 25.10.2019)

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2) esimerkki siitä miten ostotoiminnot jakautuvat hankintaosaston sisällä.

Taulukko 2. Ostajien jakautuminen eri materiaaleille (Salmela & Haikara, 2013)

Ostajan nimi	Tunnus	Hankittavat materiaalit
Ostaja 1	U10	Materiaalit 1
Ostaja 2	U20	Materiaalit 2
Ostaja 3	U30	Materiaalit 3
Ostaja 4	U40	Materiaalit 4
Ostaja 5	U50	Materiaalit 5
Ostaja 6	U60	Materiaalit 6
Ostaja 7	U70	Materiaalit 7
Ostaja 8	U80	Materiaalit 8
Ostaja 9	U90	Materiaalit 9
Ostaja 10	U100	Materiaalit 10

4.5 Muutokset

Tässä luvussa käydään läpi muutoksien tekemisen vaiheet sekä toimintatavat, jotka riippuvat koneen valmistusvaiheesta.

Muutokset voidaan jaotella muutamaa eri ryhmään, jotka vaativat erilaisia toimenpiteitä sen loppuun saattamiseksi. Yleisryhminä toimivat asiakaskuvamuutokset sekä rakenteelliset muutokset. Alaryhminä näissä muutoksissa toimivat koneen valmistusvaiheet. Näitä ovat ennen rakennesuunnittelua tehty muutos, rakennesuunnittelun jälkeen tehty muutos sekä myöhäinen muutos.

4.5.1 Asiakaskuvamuutokset.

Asiakaskuvamuutoksissa koneen valmistusvaihe ei vaikuta suuresti tehtävän työn määrään. Jos kyseessä on ennen rakennesuunnittelua tehty muutos, voidaan asiakaskuvat päivittää ”rakenteellisia” muutoksia tekemällä ilman että varsinaista PLM-järjestelmän rakennetta olisi tarvetta muuttaa koska muutettavaa rakennetta ei ole vielä edes tehty. Työnumeron määräys päivitetään projektihoiton toimesta siten että rakennesuunnittelija pystyy ottamaan muutokset huomioon rakennesuunnittelua tehdessä.

Jos asiakaskuvamuutos tulee vaiheessa rakennesuunnittelun jälkeen tehty muutos, kyseessä voi ainoastaan olla tietojen päivittämistä kuviin. Esimerkiksi mittojen lisäämistä, asiakasreferenssin päivittämistä, ylimääräisiä projektioita tai muuta vastaavaa rakenteeseen vaikuttamatonta kuvamuutosta.

4.5.2 Rakenteelliset muutokset

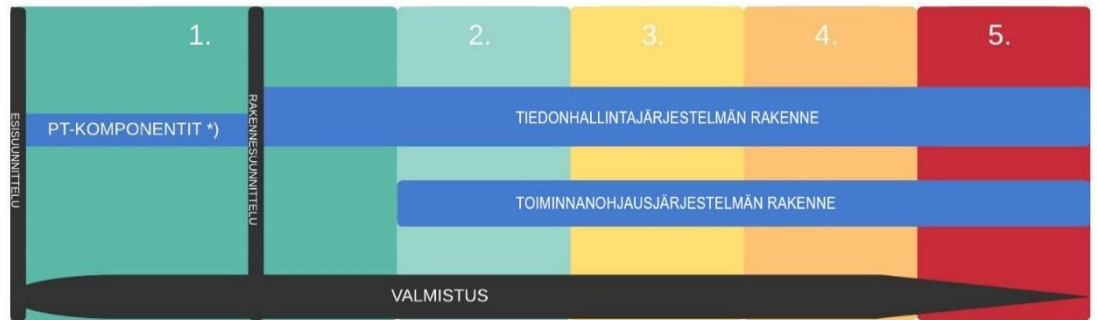
Rakenteellisissa muutoksissa on usein asiakaskuvan päivittäminen mukana ja koneen valmistusvaihe vaikuttaa työn määrään.

Ennen rakennesuunnittelua tehty muutos vaikuttaa pitkän toimitusajan komponentteihin koska varsinaista kokonaisrakennetta ei ole suunniteltu eikä hyväksytyt. Hyväksytyt osat avataan revisiomenettelyllä ja päivitykset tehdään sekä tiedonhallintajärjestelmään, että asiakaskuviin.

Rakenteellisista muutoksista ilmoitetaan tuotannon suunnittelulle sekä hankinnalle muutosmääräyksellä olevan rakenteelliset muutokset -osion kautta, johon lisätään kaikki rakenteella tapahtuneet muutokset. Mitä nimikkeitä ja osia on lisätty tai poistettu rakenteelta ja kuinka monta kappaletta.

Kun muutos on tehty rakennesuunnittelun jälkeen tehty muutos -vaiheessa, rakenne sekä asiakaskuvat päivitetään samankaltaisesti kuin ennen rakennesuunnittelua -vaiheessa. Kuitenkin tässä vaiheessa tuotannon suunnittelu on mahdollisesti lisännyt jo suunnitellut osat toiminnanohjausjärjestelmään muodostuneen työvaiheen rakenteelle, joten pelkkä tiedonhallintajärjestelmän rakenteen päivittäminen ei riitä vaan toiminnanohjausjärjestelmän rakenne täytyy päivittää myös.

Toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen päivittämisen tarve riippuu siitä missä vaiheessa valmistus on. Seuraava kuva (kuva 8) näyttää karkeasti toiminnan muutoksien käsittelyssä rakennesuunnittelun jälkeen.



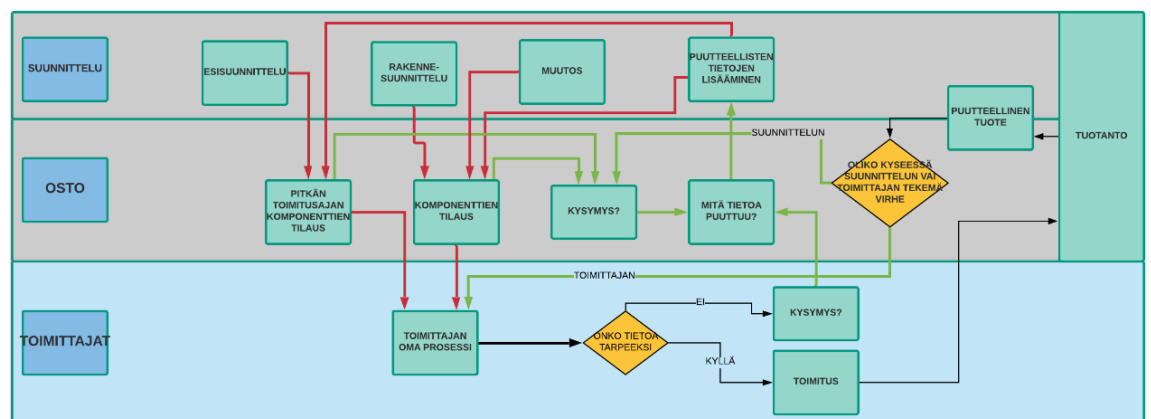
Kuva 8. Valmistusvaiheen vaikutus muutokseen

1. Vaihe: ei toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen päivitystarvetta.
2. Vaihe: toiminnanohjausjärjestelmän rakenne päivittyy automaattisesti.
3. Vaihe: toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen päivitys työkalun avulla.
4. Vaihe: toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen päivitys käsin.
5. Vaihe: myöhäisen muutoksen työvaiheen luominen sekä sen toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen päivittäminen käsin.

5 ONGELMAN KARTOITTAMINEN

Varsinaisena ongelmana voi olla informaatiopuutos suunnittelun tuottamassa datassa ja informaatiöväylien sekä järjestelmien oikeanlainen käyttö.

Seuraavassa kaaviossa (kuva 9) esitellään kysymyksen syntyminen ja niiden liikehdintä prosessissa sekä miten asiat etenevät tuotantoon. Datan siirtymistä on kuvattu kaaviossa punaisilla nuolilla ja kysymyksen syntyminen ja liikehdintää on kuvattu vihreillä nuolilla:



Kuva 9. Kysymyksen syntyminen

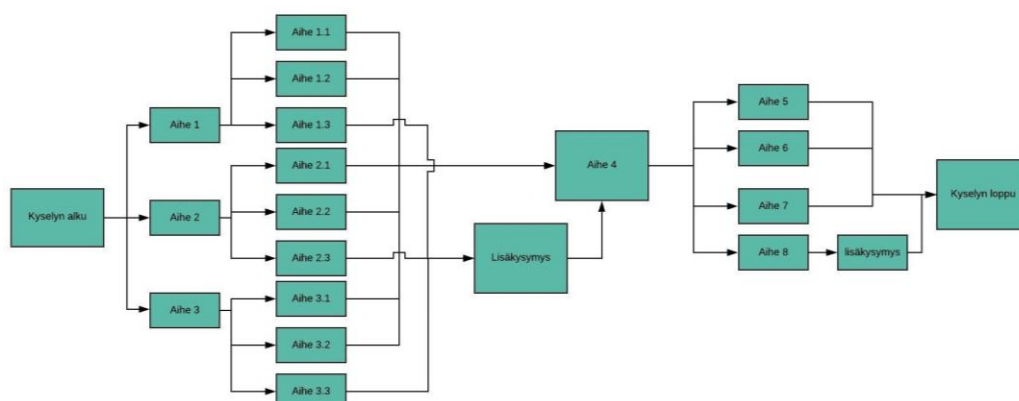
5.1 Kysely suunnitteluosastolle

Suunnitteluosastolle on toteutettu kysely, joka käsittelee hankinnan esittämiä kysymyksiä. Kyselyssä on eroteltu aihealueita liittyen siihen missä kohdassa suunnittelua kysymys on syntynyt sekä minkä rakenteen osion komponentteihin kysymys liittyy.

Kyselyssä selvitetään myös, onko kysymys toimittajan vai ostajan tekemä. Kyselyssä on eroteltu yleisimmät aiheet hankinnan kysymyksistä, mutta vastaajat ovat saaneet kertoa hankinnan kysymyksistä myös vapaalla vastauksella.

Kyselyssä annetut vastaukset ohjaavat kyselyä vielä yksityiskohtaisempiin kysymyksiin.

Oheisessa kaaviossa (kuva 11) havainnollistetaan, kuinka kyselyn rakenne toimii:



Kuva 11. Kyselyn muodostuminen

Kyselyn tavoitteena on selkeyttää kuvaa siitä, minkälaisista komponenteista järjestelmätasolla ja todellisuudessa, kysymyksiä syntyy.

Tässä osiossa käydään läpi kyselyn tärkeimmät kohdat esisuunnittelusta rakennesuunnitteluun sekä muutoksiin. Lopuksi kyselystä otetaan yhteenveto ja arvio siitä minkälaista ja kuinka luotettavaa saatu data on.

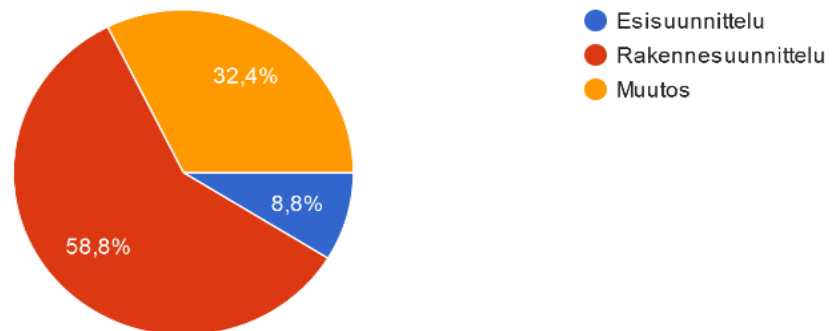
5.1.1 Rakenteeseen liittyvät kysymykset

Ensimmäisestä kaaviosta (kuva 12) selviää, että suurin osa kysymyksistä kohdistuu rakennesuunnittelun aikana luotuihin osiin ja komponentteihin. Suurin osa komponenteista luodaan rakennesuunnittelussa, joten suurempi prosentuaalinen osuus oli odotettavissa.

Muutoksen aikana syntyneitä kysymyksiä on myös paljon, asiaa käsitellään lisää myöhemmin. Esisuunnittelun hyväksyttävien komponenttien vastaukset ovat vähäiset, vain muutamia kysymyksiä on liittynyt pitkän toimitusajan komponentteihin.

Mihin suunnittelun vaiheeseen kysymys liittyi

34 vastausta



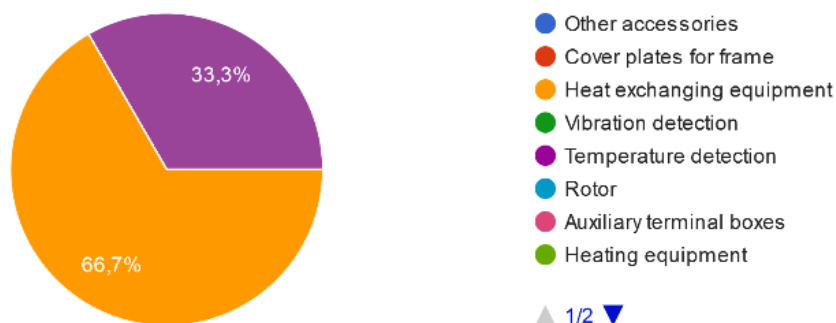
Kuva 12. Kyselyn ensimmäinen osuus

Seuraavaksi käydään läpi esisuunnittelun, rakennesuunnittelun ja muutoksien kysymykset. Kysymysten järjestys kyselyssä mukaillee todellista työjärjestystä.

Esisuunnitteluosioon kertyi vain vähän vastauksia esisuunnittelussa hyväksyttävien komponenttien vähäisyyden vuoksi. Vastausten määrä myös vähentää kyselyn luotettavuutta, joten esisuunnittelun vastauksiin perehtyminen on pidetty lyhyenä.

Mihin rakenteen osioon kysymys liittyi?

3 vastausta

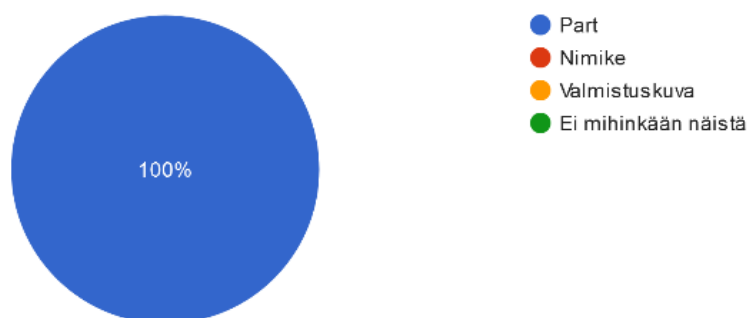


Kuva 13. Kyselyn toinen osuus

Pääasiassa esisuunnittelussa kuitenkin tuli ilmi ”parteista” (kuva 14) nousseet kysymykset. Rakenteen osiona olivat lämmönvaihdin sekä staattori ja runko (kuva 13).

Mihin aihealueeseen kysymys liittyi

3 vastausta

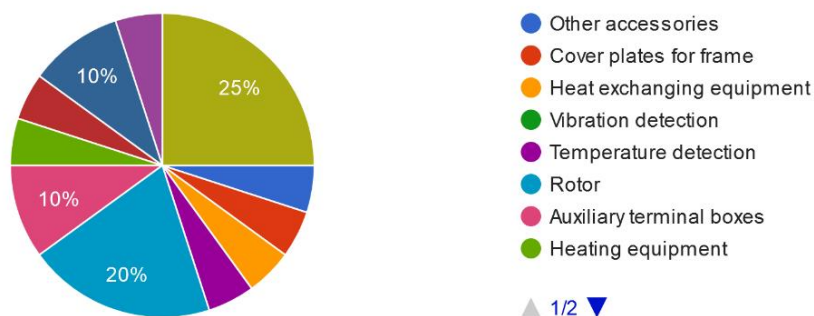


Kuva 14. Kyselyn kolmas osuus

Rakennesuunnittelu-osiossa kysymyksiä nousi huomattavasti enemmän sekä hyvin erilaisista asioista (kuva 15). Rakenteen osioina olivat aluksi yleisimmät hyväksyttävänä olevat rakenteen osiot sekä ”muu” vaihtoehdolla kysely toi vastaajalle erikoisempia osuuksia rakenteesta sekä mahdollisuuden omin sanoin selittää mitä kysymys koski, jos haluttua vaihtoehtoa ei löytynyt.

Mihin rakenteen osioon kysymys liittyi?

20 vastausta

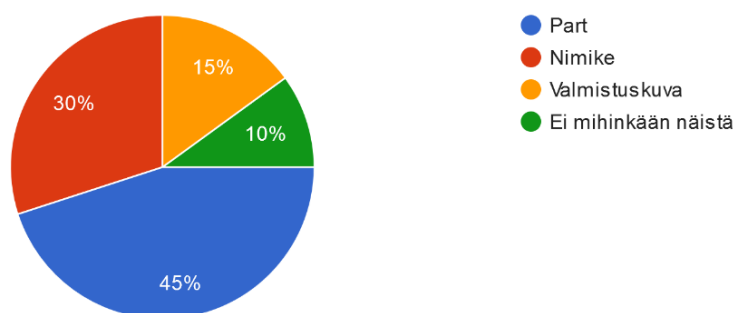


Kuva 15. Kyselyn neljäs osuus

Kaavio (kuva 15) osoittaa, että kysymykset ovat suhteellisen tasaisesti leviittäytyneet koko rakenteen osuudelle. Suurimpana osuutena on muu-osio, joka käydään läpi myöhemmin. Toiseksi suurimpana vaihtoehtona nousi esille roottoria koskevat kysymykset. Tämä on erikoista koska yleisesti sähkösuunnittelu vastaa roottorin osista pois lukien akselin. Kolmantena rakenteen osiona ovat apukotelot sekä D- sekä N- pään laakerikilvet. Kysely ei ikävä kyllä selvitä, minkälaista asiaa tiettyyn rakenteen osioon liittyvä kysymys on koskenut, mutta arvioita siitä, mitä kysymys on mahdollisesti koskenut, voidaan tehdä.

Mihin aihealueeseen kysymys liittyi

20 vastausta



Kuva 16. Kyselyn viides osuus

Seuraava vastaus rakennesuunnittelun-osiossa on aihealue (kuva 16). Tämän kysymyksen tarkoitus oli selvittää mitä suunnittelu tekee hankinnan kannalta epäselvästi. Esille nousee suurimpana osiona hankinta-aloitteen nostavat "partit".

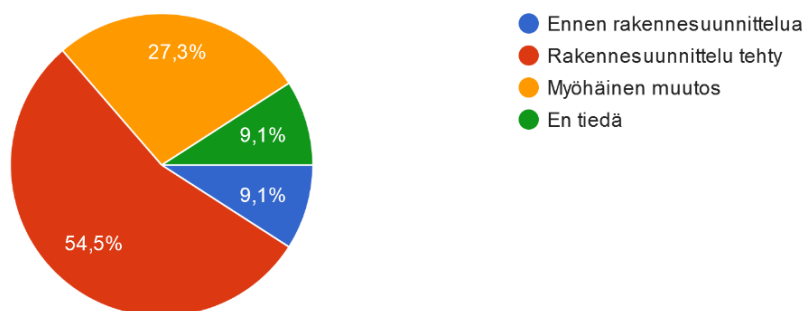
Seuraavana kyselyssä nousee nimikkeet. Nimikkeitä tehdään yleisesti hyvin ja loppuun asti mietittynä mutta jostain syystä niiden nostattamat kysymykset rakennesuunnittelun aikana ovat jopa enemmän kuin valmistuskuvien. Nimikkeiden nouseminen kysymyksissä voisi mahdollisesti liittyä nimikkeiden uusimiseen tai niiden sisältämien tietojen vanhenemiseen. Myös joissain tapauksissa nimike saattaa nostaa myös ei halutun hankinta-aloitteen.

Vastausvaihtoehto ”ei mihinkään näistä” oli laaja mutta tästä voidaan päätellä, että kysymys on liittynyt hankinta-aloitteeseen tai muuhun, ei vahvasti tiedonhallintajärjestelmän rakenteeseen liittyvään osioon.

Muutos-osiossa yritettiin selvittää kysymykseen liittyvää rakenteen osiota mutta myös koneen valmistusvaihetta. Valmistusvaiheen tärkeyttä käytiin läpi osiossa 4.5 Muutokset ja sen vuoksi kysymyksen syntymisen vaiheen selvittäminen on muutoksien osalta tärkeä.

Mihin valmistusvaiheen osioon kysymyksessä ollut komponentti liittyi?

11 vastausta



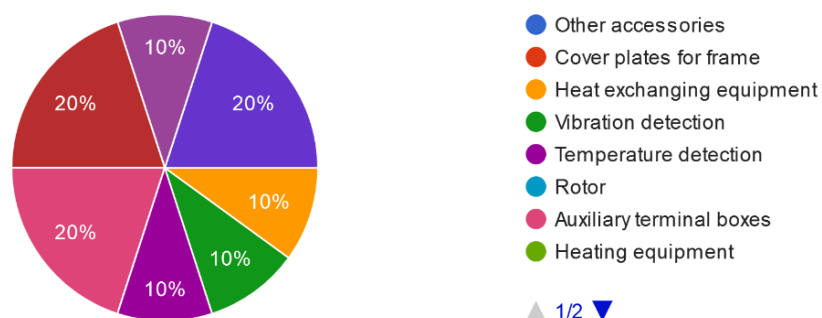
Kuva 17. Kyselyn kuudes osuus

Muutoksissa (kuva 17) suunnittelun osuudet näyttävät suhteellisen samalta kuin yleisesti kyselyssä selvinneet asiat. Ennen rakennesuunnittelua tehdyt muutokset vaikuttavat vain pitkän toimitusajan komponentteihin, joita oli vähän, verrattuna kokonaisuuteen. Jälleen kysymyksiä liittyy esisuunnitteluvaiheen komponentteihin, on vähäinen.

Rakennesuunnittelun jälkeen tehty muutos saattaa vaikuttaa mihin tahansa komponenttiin, joten niitä oli paljon. Myöhäinen muutos on myös rakennesuunnittelun jälkeen mutta vaatii tiettyjä toimenpiteitä, kuinka muutos täytyy tehdä.

Mihin rakenteen osioon kysymys liittyi?

10 vastausta

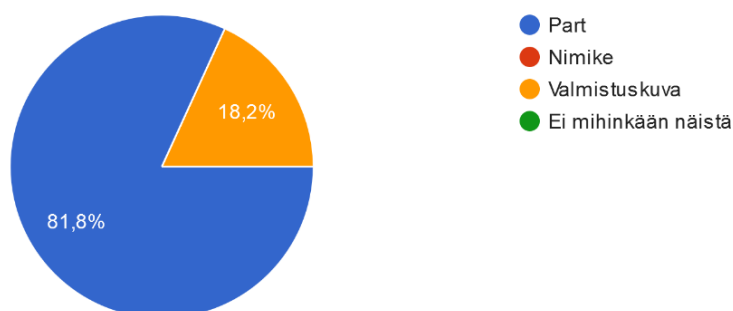


Kuva 18. Kyselyn seitsemäs osuus

Rakenteellisesti kysymykset ovat levinneet suhteellisen hyvin ympäri rakennetta (kuva 18) eikä varsinaisia kohoajia ole.

Mihin aihealueeseen kysymys liittyi

11 vastausta



Kuva 19. Kyselyn kahdeksas osuus

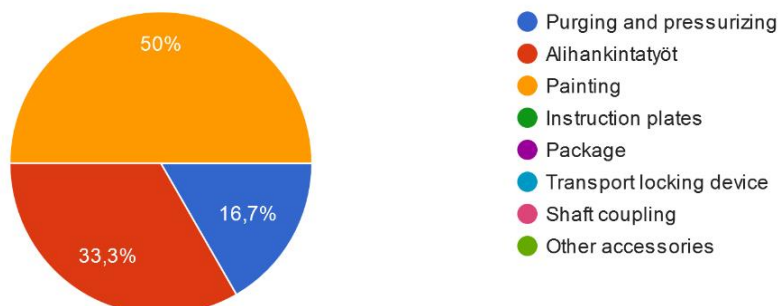
Hankinta-aloitteen nostavat partit ovat selkeästi kysytyimpänä materiaalina ja valmistuskuvat toisena (kuva 19). Rakennesuunnittelun aikana nousseissa kysymyksissä oli huomattavasti nimikkeitä, mutta muutoksen aikana lisätyt nimikkeet eivät ole nostaneet yhtään kysymystä kyselyssä vastaajien osalta.

Tässä kohtaa käydään läpi valinnoista löytyvä rakenteen ”muu” kohta. Tämä on yhdistelmä esisuunnittelun sekä rakennesuunnittelun ”muu”-osien vastauksista. ”Muu”-osioon on lisätty osia, jotka ovat ulkona

selkeistä rakenteen osioista ja kaikkiin koneisiin ei jokaista näistä tule, maalausta lukuun ottamatta.

Lisävaihtoehdot

6 vastausta



Kuva 20. Kyselyn yhdeksäs osuus

Maalaus on ”muu”-osiossa kysytyin kysymys (kuva 20). Maalaus on lisätty tähän osioon siitä syystä, että se voidaan merkitä tilaukseen monipuolisemmin kuin normaali osa tai nimike.

Kyselyssä seuraavana on alihankintatyöt. Alihankittavissa töissä tilataan yleisimmin erilaisia putkituksia. Putkitusten tekijällä on oma alueensa tehtaalla, vaikka se on yrityksen ulkopuolelta ostettua työtä. Tämän vuoksi tehdään hankinta-aloite alihankkijalle, joka tulee tekemään putkituksen paikan päälle.

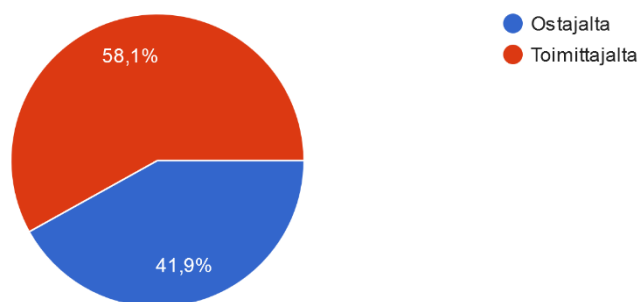
Kyselyn rakenne- osiosta voi päätellä, että rakenteen osioita ei tehdä välttämättä virheellisesti. Ongelmakohtat voivat olla suunnittelun laajoissa vaihtoehdoissa, joilla hankinta-aloitteet voidaan tehdä, jotka puolestaan saattavat lisätä hankinnan kysymyksiä.

5.1.2 Ostaja vai toimittaja

Tässä osiossa tarkastellaan, syntyikö kysymys ostajan vai alihankinnan toimittavan yrityksen tekemänä (kuva 21). Kohdassa 5 ongelman kartoittaminen käytiin läpi mahdollisia tapahtumia ja ulostuloja siitä minkälainen kysymys syntyy toimittajalla vai ostajalla. Kysymykset ovat jakaantuneet suhteellisen tasaisesti ostajille sekä toimittajille.

Tuliko alkuperäinen kysymys toimittajalta vai ostajalta?

31 vastausta



Kuva 21. Kyselyn kymmenes osuus

Yhteenvedona kyselystä voi kertoa, että vastauksia kertyi 34 kappaletta koko suunnitteluosastolta noin kolmen viikon aikana. Kysely oli suunnattu koko osastolle, mutta varmuutta koko osaston osallistumisesta ei ole. Todennäköistä on, että kiireellinen ympäristö on vaikuttanut haastavien asiakastöiden tekijöiden vastaamiseen. Kysely antaa yleiskuvaa syntyneistä kysymyksistä mutta todellista luotettavuutta sille ei voi asettaa.

5.2 Järjestelmät sekä niiden rakenteet

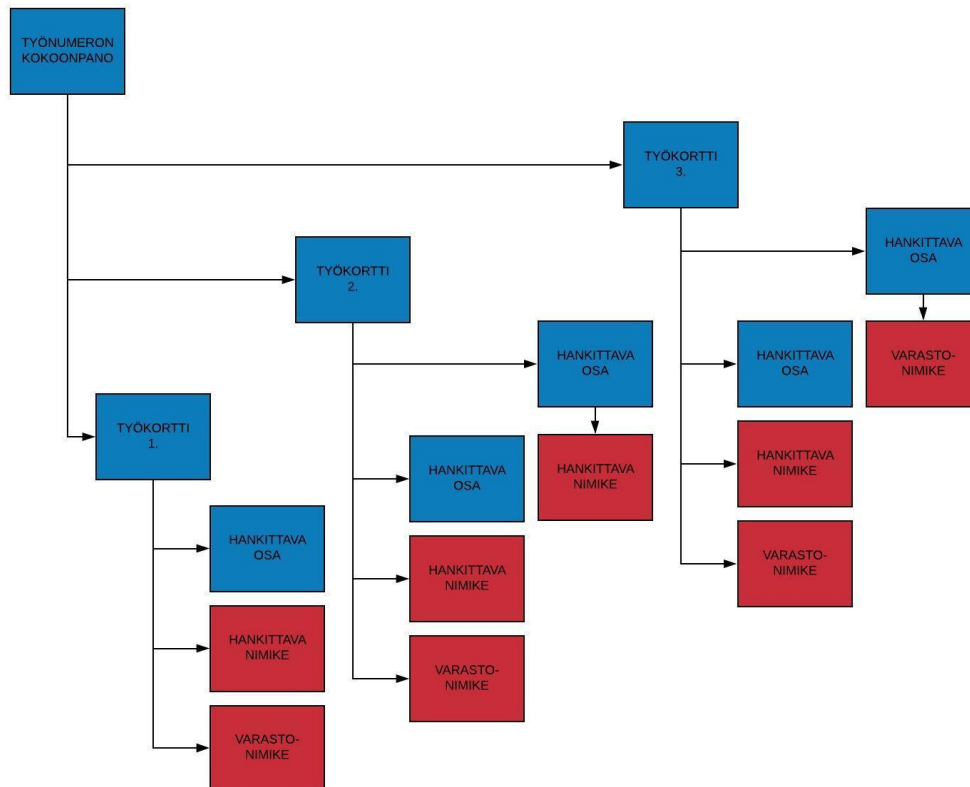
Tässä osiossa selvitetään käytössä olevien järjestelmien rakenteiden toimintaa ja havainnoidaan ongelmakohtia. Osiossa sivutaan myös toiminnanohjausjärjestelmän muutosmääräyksen toimintaa, joka on tärkeä informaation etenemisen väylä prosessissa. Nämä rakenteet muodostuvat muutostilanteissa erittäin tärkeäksi osaksi suunnittelun toimintaa sekä suunnittelun ja hankinnan välistä viestintää. Molempien järjestelmien ylläpitäminen muutostilanteissa on työlästä ja eri järjestelmien täysi tuntemus vaatisi suuren määrän koulutusta koko osastolle.

5.2.1 Tiedonhallintajärjestelmän rakenne muutostapauksissa

Tämä osio käsittelee tiedonhallintajärjestelmän rakenteen toiminnan ymmärtämistä käytännössä sekä siinä esiin nousevia mahdollisuuksia virheellisen hankinnan tapahtumiseksi.

Työnumerorakenne muodostuu useista erilaisista osista sekä nimikkeistä (kuva 22). Osa näistä osista on alihankittavia osia ja osa työkortteja. Osa nimikkeistä on myös hankittavia nimikkeitä sekä osa on varastonimikkeitä. Työnumeron alle kasataan rakennesuunnittelussa tarvittavat osat ja

nimikkeet. Rakenteen ymmärtäminen on kriittinen osa muutostapauksissa tapahtuvaa viestintää, jotta hankinta ymmärtää täysin halutun toimenpiteen muutoksessa.



Kuva 22. Rakenteen osat ja nimikkeet

Työkortti 1. Hankittavan osan muuttaminen tapahtuu siten että osa revisoidaan, toteutetaan muutos ja ilmoitetaan hankinnalle toiminnanohjausjärjestelmässä kulkevan muutuskäskyn sisältämällä rakenteelliset muutokset-osiolla se, että tämän osan tietoja on päivitetty. Tämänkaltaisen hankittavan osan ainoat tiedot ovat sen sisältämät tekstitiedot tai valmistuskuvat ja materiaalinimikkeet, joiden mukaan osa tulisi toteuttaa. Rakennesioon siis ilmoitetaan työnumerokohtainen koodi kyseiseltä hankittavalta osalta ja merkitään se ”päivitettyksi”.

Niin kuin osiossa 4.2.3 Osat, nimikkeet ja piirustukset kerrotaan, nimikkeitä ei päivitetä suoraan, niitä ei siis revisioida ilman painavaa syytä. Kun muutuskäskyssä työkorttia 1. pyydetään päivittämään, nimikkeitä joudutaan vaihtamaan eri nimikkeisiin, jotka vastaavat haluttua muutosta. Tämänkaltaisen muutos merkitään toiminnanohjausjärjestelmään siten että rakennesioon merkitään aikaisemman nimikkeen koodi ja asetetaan se ”poistetuksi” ja vastaavasti uusi työkortille laitettu nimike asetetaan ”lisätyksi”.

Työkortti 2. Tässä työkortissa hankittavan osan alle on asetettu hankittava nimike. Erittäin usein on tapauksia, joissa halutaan tietynlainen nimike mutta jonkinlaisella lisätyöllä tai eri maalauksella kuin itse nimike on. Tällöin otetaan työnumerokohtainen hankittava osa, laitetaan sen alle nimike

ja lisätään osan tietoihin haluttu lisätyö, jota nimikkeelle halutaan tehtävän. Tämänkaltaisissa tapauksissa toiminnanohjausjärjestelmän muutuskäskyn rakenteelliset muutokset-osioon merkittävän tiedon lisääminen on usein epäselvää. Hankinta-aloite nousee tässä tapauksessa siis hankittavalta osalta eikä hankittavalta nimikkeeltä koska nimike on osan alla.

Kun tietoja päivitetään ja nimikettä osan alla muutetaan, tulisi toiminnanohjausjärjestelmän rakenneosioon merkitä hankittavan osan koodi ja merkitä se ”päivitetyksi”. Samankaltaisuus työkortin päivittämisessä tuo ongelmia hankittavan osan päivittämiseen. Toiminnanohjausjärjestelmään merkitään siis virheellisesti hankittavan osan alta poistettu nimike ”poistetuksi” ja sen alle lisätty nimike ”lisätyksi” vaikka merkittävä tieto liikkuu hankittavan osan tietojen mukana eikä sen alla olevien nimikkeiden. Näissä tapauksissa hankinta-aloite jää päivittymättä ja toimittaja etenee muutoksesta tietämättömänä vanhan osan tiedoilla. Tehtaalle saapuu vanhoilla tiedoilla hankittu osa, joka johtaa poikkeamaan sekä ylimääräiseen viestintään hankinnan kanssa.

Työkortissa 3 on samanlainen tilanne kuin työkortissa 2 ja toiminta on täysin samankaltainen, vaikka kyseessä onkin varastonimike. Hankinta-aloite nousee osalta ja varastonimikkeen sekä osan yhdistelmätietoja käytetään oikeanlaisen komponentin hankkimiseksi.

Osiossa 4.5.2 kerrottiin rakenteellisista muutoksista sekä sen käyttäytymisestä eri valmistusvaiheiden aikana. Kun näihin rakenteellisiin muutoksiin yhdistetään hankittavan osan päivittämisen merkitseminen toiminnanohjausjärjestelmän muutuskäskyn rakenneosioon, on usean vaiheen aikana helppo tehdä virheitä.

Kun hankittavaa osaa päivitetään sellaisessa vaiheessa, että osa on saapunut jo tehtaalle ei sen revisiointi sekä muokkaaminen ole enää järkevää koska prosessi on jo samalla osan koodilla saatettu loppuun. Varastolle on tehty merkintä osan vastaanottamisesta, ja tiedot ovat siirtyneet järjestelmässä eteenpäin. Jos tässä vaiheessa hankittavaa osaa revisioidaan, voi jo kertaalleen samalla koodilla läpi menneen osan tiedot häiritä uutta hankintaa, sen vastaanottoa ja asentamista. Näissä tapauksissa hankittavan osan päivittäminen tapahtuu siten että työkortti revisioidaan ja tehdään uusi hankittava osa uudella koodilla, ja toiminnanohjausjärjestelmään merkitään vanha hankittava osa ”poistetuksi” ja uusi osa ”lisätyksi”.

Työkortissa 2. tapahtuvan virheen tapahtumista jotkut suunnittelijat ovat vähentäneet ottamalla aina uusi hankittavan osan koodi, kun rakennetta päivitetään. jolloin toiminnanohjausjärjestelmään ei koskaan tarvitse merkitä osaa ”päivitetyksi” vaan vanhan koodin voi aina asettaa ”poistetuksi” ja uuden ”lisätyksi”.

Tällöin kuitenkin seurattavuus katoaa ja hankinta ei käsittele osaa enää päivitettyinä vanhana osan vaan se tarkoittaa sitä, että vanha hankinta-

aloite on poistettava ja uusi on käsiteltävä. Osan tiedot näkyvät työkortin revisiohistoriassa mutta itse osalle ei revisiohistoriaa kerry sen uusimisen vuoksi.

5.2.2 Toiminnanohjausjärjestelmän rakenne muutostapauksissa

Toiminnanohjausjärjestelmään muodostuu rakenteen osioita eri työvaiheiden alle, tämän rakenteen avulla tuotannonsuunnittelun määrittelee toimitusaikoja sekä reititystä valmistettavalle työlle. Työvaiheiden rakenteen muodostumisesta sekä päivittämisestä kertoo tarkemmin kuva 8. kohdassa 4.5.2 Rakenteelliset muutokset. Toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen avulla myös hankinta-aloitteet vapautetaan tuotannonsuunnittelusta hankinnalle.

Muutostapauksissa tiedonhallintajärjestelmän rakenteen muuttaminen yksinään ei riitä kuten 4.5 Muutokset-osiossa jo kerrottiin.

Kuitenkin ongelmakohtaksi toiminnanohjausjärjestelmän rakenne muodostuukin, kun alkaa sen päivittäminen ja riippuvuus siitä, miten työ on tehty tiedonhallintajärjestelmässä. Osiossa 5.2.1 Tiedonhallintajärjestelmän rakenne, kerrottiin siitä, miten päivitykset tapahtuvat ja miten ne lisätään toiminnanohjausjärjestelmän muutuskäskylle. Tässä osiossa käydään läpi toimenpiteitä ja mahdollisia virheellisiä toimintatapoja, kun toiminnanohjausjärjestelmän rakennetta päivitetään.

Jos hankittava osa on merkitty muutuskäskylle ”päivitetyksi” voidaan toiminnanohjausjärjestelmän rakenteen päivittäminen unohtaa koska aikaisempi revisio osasta on jo rakenteella. Tuotannonsuunnittelu sekä hankinta tarkistavat päivitetyn osan ja hankinta-aloite päivittyy.

Jos hankittavalle osalle otetaan uusi koodi ja muutuskäskylle merkitään vanha osa ”poistetuksi” ja uusi osa ”lisätyksi”, joudutaan myös toiminnanohjausjärjestelmän rakenne päivittämään, jos sellainen on muodostunut työvaiheelle.

6 RATKAISUEHDOTUKSET

6.1 Osatunnuksien oikeanlainen käyttäminen

Kappaleessa 4.2.3 Osat, nimikkeet ja piirustukset kerrottiin osien tunnuksesta, joka ohjaa osan toimintaa. Hankinnoissa osatunnuksen käyttäminen näkyy siinä, miten toiminnanohjausjärjestelmä käsittelee osaa sen jälkeen, kun se on hyväksytty tiedonhallintajärjestelmässä.

Toiminnanohjausjärjestelmään on tehty jokaiselle käytettävissä olevalle toiminnalliselle tunnukselle masterdata, jossa on määritelty perustavanlaatuiset tiedot osan toimintaa varten. Kun tiedonhallintajärjestelmästä siirretään tietyllä toiminnallisella tunnuksella oleva osa toiminnanohjausjärjestelmään, sen ohjautuminen eteenpäin prosessissa perustuu masterdatan tietoihin.

Osatunnus liittyy tarkasteltuun ongelmaan niin, että se määrittelee hankittavat osat valmistettavista osista. Järjestelmä tuottaa rakenteelle usein joitain hankittavia osia oikealla osatunnuksella mutta suunnitteluvaiheessa usein tarvitaan kuitenkin hankittavia osia huomattavasti enemmän kuin mitä järjestelmä tekee jo valmiiksi. Joitain osatunnuksia on kerrottu suunnittelun tukena käytettävässä "Osien vakioitu hierarkia" tiedostossa, joka on yleisessä käytössä suunnittelussa mutta sen tarkoitus saattaa olla osalle suunnittelijoita epäselvä. Yleisesti hankittavia osia tilataan osatunnuksella "ZZPART". "ZZPART" tunnuksena tarkoittaa sen masterdatan mukaan "alihankittava komponentti" eikä suunnittelun tai hankinnan kannalta muuta tietoa ole. Toiminnallisissa tunnuksissa ZZ on määritelty tarkoittamaan muut varusteet -osiota. Osatunnuksella "ZZPART" tilataan kuitenkin tällä hetkellä melkein kaikki alihankittavat komponentit työnumerokohtaisesti.

Ongelmat "ZZPART":in käytössä tulevatkin siitä, että koska sillä tilataan mitä tahansa osia, sen nimeämisen vakiointi, seuraaminen ja ohjaaminen on käytännössä mahdotonta. Hankinnan kannalta "ZZPART" on myös haasteellinen, koska se voi tarkoittaa mitä tahansa hankittavaa komponenttia. "ZZPART" ohjautuu masterdatan mukaan ostajatunnukselle "U01" joka on hankintaan luotu "määrittelemätön" ostaja. U01-tunnuksella ei siis ole todellista toimijaa hankintaosastolla vaan se vastaanottaa sellaiset hankintaaloitteet, jotka periaatteessa ovat määrittelemättömiä eikä suoraa ostajaa pysty nimeämään.

U01-tunnuksen hankintalistan tarkistaa päivittäin kaikki todelliset hankinnan työntekijät ja ohjaavat hankittavat osat tarkistuksen jälkeen oikealle hankkijalle, jolle hankittava materiaali on määritelty.

Toiminnanohjausjärjestelmässä on n. 1500 eri masterdataa erilaisille hankittaville osille ja kuitenkin käytössä on vain järjestelmän etukäteen tuottamat hankinnan nostavat osatunnukset sekä "ZZPART". Osatunnuksien oikeanlainen käyttäminen johtaisi seuraaviin asioihin suunnittelussa sekä hankinnassa:

- Hankittavan materiaalin ohjaaminen oikealle hankkijalle tapahtuisi jo tiedonhallintajärjestelmässä, joten "haamuostajan" työkuorma pienentyisi ja vähentäisi oikeiden ostajien tekemää työmäärää.
- Osia saataisiin selkeämmin määriteltyä suunnittelussa ja osatunnuksille saataisiin esivalmistellut kysymykset, joihin vastaamalla tiedon poisjäämisen sekä virheen syntymisen mahdollisuus pienentyisi.

- Suunnittelun referenssimateriaalin etsiminen helpottuisi koska tietyn materiaalin osatunnuksella olisi mahdollista käyttää hakutoimintoja.
- Jatkuvan parantamisen periaatteita voitaisiin hyödyntää paremmin selkeämmän tutkimuskannan löytymistä helpottamalla.
- Ostotoimintojen tarkempi kohdentaminen eri toimittajille mahdollisesti helpottuisi suuremman ja seurattavamman osatunnuksen käyttämisen avulla.
- Oikeanlainen nimeäminen olisi helpompaa koska perustavanlaatuisen määrittely olisi jo suoritettu osatunnuksen avulla.

Viikossa suunnittelussa luodaan noin 103 osatunnuksen ”ZZPART” sisältävää osaa, eli vuodessa noin 5356 ja näistä jokainen joudutaan käymään hankinnan toimesta läpi BOM:ia sekä mahdollisesti valmistuskuvaa myöten, halutun hankinnan selvittämiseksi. Joissain tapauksissa jopa kaksi kertaa. Hankinnassa ”määrittelemättömän” ostajan listan tarkistaminen vie noin 30 min levytuotemateriaalien ostajalta ja voi vaihdella muiden materiaalien ostajien välillä.

Viiden viikon aikana luoduista ”ZZPART” osatunnuksella olevista osista karkeasti noin 38 % olisi korvattavissa oikealla osatunnuksella, jolla olisi jo masterdata toiminnanohjausjärjestelmässä. Suunnittelun kannalta selkeiden uusien masterdatojen ja osatunnusten luominen olisi myös suositeltavaa.

6.2 Nimikkeet

Ratkaisuehdotuksena on tehdä toimintatapa, jolla lisättäisiin suunnittelussa tehtävien nimikkeiden määrää. Nimikkeet mahdollistavat ostajille kattavamman referenssimateriaalin sekä antavat myös enemmän tietoa hankinnasta kuin osatunnukset. Suunnittelussa on tällä hetkellä suositeltuna toimintatapana, että jos samankaltaista komponenttia tilataan enemmän kuin viisi kertaa osalla, siitä tulisi tehdä nimike. Kuitenkin nimikkeiden tekemisen koetaan olevan tuotekehitysosaston vastuulla ja viiden osan ”sääntöä” ei yleisesti noudateta. Mahdollisesti koulutuksen lisääminen nimikkeiden tekemiseen voisi tuoda samankaltaisia kehitysaskelaita kuin oikeanlaisten osatunnusten käyttäminen, sillä lisäyksellä että osto voisi käyttää aiempaa hankinta-aloitetta samalta nimikkeeltä referenssinä uutta hankintaa tehdessä, toimittajan ja hinnan puolesta. Nimikkeen ohjautuvuus olisi parempaa, nimikkeen hankinta-aloitteen ohjautuessa suoraan sille ostajalle, jonka materiaalialueeseen nimikkeelle asetettu materiaalkoodi olisi annettu.

Nimikkeen tekemiseen liittyy kuitenkin huomioitavia asioita enemmän kuin kertakäyttöisen osan tekemiseen, joten nimikkeen luominen olisi enemmän aikaa vievää. Nimikkeen hukkuminen järjestelmään on

mahdollista hakutyökalujen jähmeyden vuoksi, jolloin menetetään myös sen tuomat edut hankinnassa.

Rakennekansio yleisille nimikkeille on erittäin hyvä työkalu oikeanlaisen nimikkeen löytämiseksi. Sen ylläpito kuitenkin on enemmän tai vähemmän hidastunut koska määrättyä päivittäjää ei ole asetettu. Jos jokainen suunnittelija tekisi omaa rakennekansiotaan nimikkeille olisi jossain vaiheessa mahdollista yhdistää nämä kansiot yhdeksi kattavaksi rakenteeksi.

6.3 Informaatiöväylät

Tämä osio käsittelee informaatiöväylien käyttöä suunnittelu- hankinta, välillä. Käsitteilyn alla on myös se, minkälaisia väyliä on käytössä, minkälaisia väyliä olisi mahdollista käyttää sekä se minkälaisia hyvä ja huonoja puolia näillä väylillä olisi käytännössä. Hankinnan kysymyksissä näkyy usein perustavanlaatuisia virheitä suunnittelun toimintaan liittyen. Tämä olisi erinomaisten tärkeä mahdollisuus saada suoraa tietoa tehdyistä virheistä sekä prosessin epäkohdista järjestelmän toimintaa myöten. Ehdotuksena olisi-kin tehdä hankinnan kysymyksistä korkean prioriteetin omaavia kehityskohteita.

Vaikeaa seurattavuudesta tällä hetkellä tekeekin suuri määrä sähköpostiviestittelyä sekä suullisesti käytyjä keskusteluja liittyen epäkohtiin hankinta-aloitteissa tai halutuissa komponenteissa. Sähköpostiviestit jäävät hankkijan ja suunnittelijan väliseksi informaatioksi eikä seuranta onnistu käytännössä mitenkään.

Viestinnän seuraamiseksi ja epäkohtien esilletuomiseksi on esitetty ehdotuksia sekä niiden hyviä ja huonoja puolia.

Poikkeamamenettely hankinnan viestinnän väylänä. Tällä tarkoitetaan siis toiminnanohjausjärjestelmässä tehtävää poikkeamailmoitusta, johon merkitään poikkeava tilanne normaalissa menettelyssä ja taho jonka tulisi korjata tämä.

Hyvät puolet:

- Selkeä seurattavuus.
- Informaation säilyminen.
- Informaation kiinnittäminen työnumeroon sekä rakenteen osioon olisi mahdollista.

Huonot puolet:

- Poikkeaman tekeminen on työlästä.
- Varsinainen seuranta jouduttaisiin tekemään käsin.
- Poikkeamien ylenpalttinen määrä.
- Työnumeron poikkeamien myöhempi läpikäynti tekisi rakenteellisesti merkittävien poikkeamien löytämisestä haastavaa.

Uuden viestintäohjelman tekeminen

Hyvät puolet:

- Saataisiin juuri sellainen kuin tarvitaan.

Huonot puolet:

- Hyvin korkea hinta.

Kysely johon suunnittelu vastaisi jokaisen hankinnan tekemän kysymyksen jälkeen.

Hyvät puolet:

- Selkeä seurattavuus.
- Datan helppo irti ottaminen esimerkiksi exceliin.
- Helppokäyttöisyys.

Huonot puolet:

- Työläs tehdä.
- Haastavaa saada sellainen kuin tarvitaan osien ja ongelmien moninaisuuden sekä erikoisuuden vuoksi.
- Kyselyn ylläpito alati muuttuvassa suunnittelutoimistossa.
- Suunnittelun osallistaminen.
- Täyttämisen pakosta täytetty kysely asettaa sen alttiiksi välinpitämättömyydestä johtuville virheille.
- Kyselyyn erityistä harkintaa käyttämällä vastaaminen on mahdollisesti aikaa vievää.

Sähköpostin käyttäminen perinteisessä muodossa viestinnän väylänä on käyty läpi aiemmin. Uusi toimintatapa sähköpostin käyttämisessä olisikin seuraavanlainen. Suunnittelulle luodaan Kehittäjän sähköposti, joka asetettaisiin vastaanottamaan hankinnan kysymyksiä suunnittelulle, ostajan itsensä merkitsemänä kirjesalaisuuden sisäpuolisena osanottajana.

Hyvät puolet:

- Selkeä seurattavuus.
- Tietojen helppo kerryttäminen.
- Ei suurempia muutoksia prosessissa.
- Ei varsinaista lisätyötä suunnittelijalle tai ostajalle.
- Helppo tehdä työn tekemisen ohella.
- Selkeä epäkohdan selittäminen oleellista sen ratkaisemiseksi, joten erittäin hyvä lähde suoran juurisyyntä löytämiseksi.
- Useampien samojen aiheiden esille nouseminen kertoo aihealueen koulutuksen tarpeesta ohjelmiston käyttämisessä sekä varsinaisessa suunnittelutyössä.

Huonot puolet:

- Saadun datan läpikäyminen on työlästä.
- Kehittäjän sähköpostin vastaanottajaksi lisääminen on altis unohtumiselle.

6.4 Parametristen kuvien tekeminen

Kohdassa 3.4.1 Piirtäminen sekä rakennesuunnittelu on tehty selvitystä piirtämisestä ja siihen liittyvistä asioista. Pere (2012, s. 22/1) on ottanut esille jo pitkän aikaa sitten huomatuun epäkohdan suunnitelmien piirtämisessä ja niiden yhä näkyminen suunnittelutyössä on merkittävä.

ABB Oy:llä tehdään räätälöityjä valmistuskuvia noin 45 kpl viikossa eli noin 2340 vuodessa. Suunnitteluun toteutetussa kyselyssä on selvinnyt että 58 % kysymyksistä on tullut alun perin toimittajalta. Vastauksista on selvinnyt, että suuri osa kysymyksistä on liittynyt tekstien mukaan tai muulla tavalla tilattuihin osiin mutta valmistuskuvilla on todennäköisesti suuri merkitys myös tämän takana.

Ehdotuksena onkin siis selvittää mahdollisuuksia osaohjautuvien kuvien käyttämisestä, jolloin olisi mahdollista saada täysin vakioitu kuva vapailla mitoilla ja mittojen merkitseminen tapahtuisi ”Part Dims” osioon tiedonhallintajärjestelmässä. Kuvan mittojen ohjautuminen olisi mahdollista tehdä myös moottorityypin sekä runkokoon mukaan.

Valmistuskuvien etsimisessä on samoja ongelmia mitä on ”ZZPART”:in kaltaisten osien etsimisessä. Suunnittelija nimeää kuvan sillä tavalla, minkä kokee itse kuvaavimmaksi valmistettavaa komponenttia varten. Tämänkaltaisen nimeäminen luo epäselkeyttä etsimisessä useiden eri mahdollisuuksien takia.

Usein on myös tilanteita, joissa kuvan etsiminen jätetään kokonaan tekemättä ja piirretään suoraan uusi kuva. Etsimisen lopettaminen ja uuden kuvan piirtäminen saattaa myös tapahtua yhden tai kahden haun jälkeen yhdellä tai kahdella eri työkalulla. Hakeminen koetaan työläämmäksi ja mahdollisuus oikeanlaisen kuvan löytämiseksi koetaan pienemmäksi kuin mitä se saattaisi todellisuudessa edes olla.

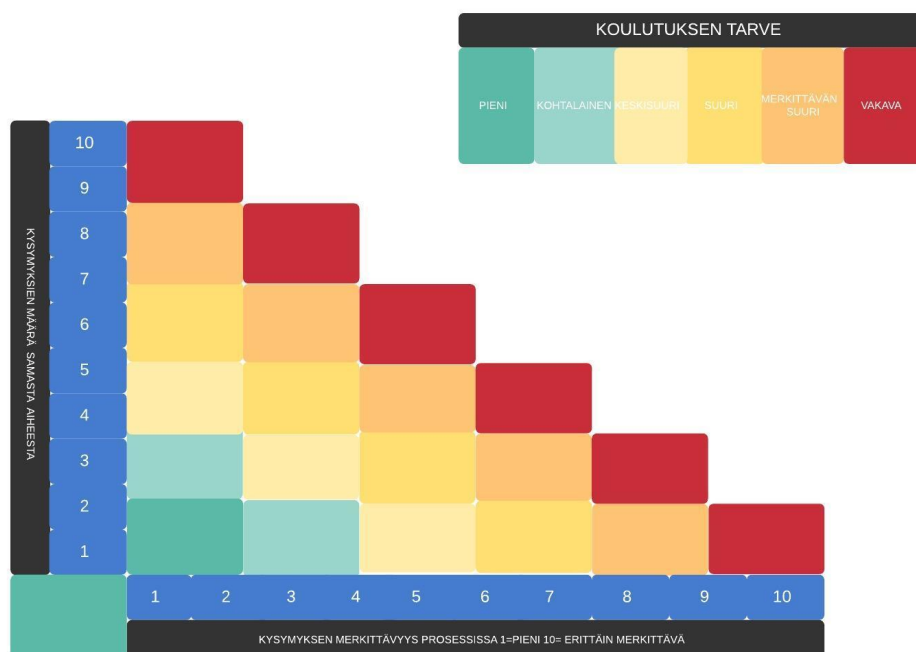
Valmistuskuvien haku tiedonhallintajärjestelmästä on työläämpää kuin muilla työkaluilla mutta siihen on mahdollisuus laittaa tarkempia tietoja, kuitenkin kuvan piirtäjällä ei aina ole täydellistä tuntemusta tarkempien hakutietojen lisäämisestä kuvaan, esimerkiksi minkälaista toiminnallista tunnusta pitäisi käyttää valmistuskuvaa tehdessä.

6.5 Koulutus

Koulutuksen lisääminen toisi huomattavasti etulyöntiasemaa suunnittelun toimintaan. Koulutuksien aiheiden järjestäminen matalalla kynnyksellä olisi ideaalista hankinnan kysymyksiens minimoimiseksi. Kohdassa 6.3 Informaatioväylät sivuttiinkin jo aihetta hankinnan kysymyksiens korkeasta priorisoimisesta ja tätä priorisointia voisi myös yhdistää koulutuksien pitämiseen ja niiden aiheiden valitsemiseen. Hankintaan tehdyssä haastattelussa selvisi, että usein kysymykset saattavat liittyä toistuvasti samoihin asioihin. Näissä tilanteissa jo lyhytkin täsmäkoulutus saattaisi vähentää syntyvien kysymysten määrää.

Pikakoulutuksiin, esimerkiksi viikoittaisen palaverin jälkeen olisi syytä panostaa. Tällä tavalla saataisiin mahdollisesti myös yhtenäistettyä suunnittelun toimintaa koska jokainen saisi tiedon selvinneestä epäkohdasta nopeasti ja samasta lähteestä. Myös pikakoulutuksen materiaaliin olisi helppo päästä käsiksi uudestaan sen mahdollisesti unohtuessa viikkopalaverien agendan kautta.

Oheisessa kuvassa (kuva 23, Liite 2) kysymyksiin liittyvä kaavio koulutuksen tarpeen ja samasta aiheesta syntyneiden hankinnan kysymyksiens määrän sekä niiden merkittävyyden suhteen.



Kuva 23. Määrä, merkittävyys suhde koulutuksen tarpeena.

Myös yleisesti muiden osastojen toiminta sekä niiden vaikutus suunniteluun tulisi huomioida koulutuksissa.

On vaikeampaa ymmärtää toiminnan tarkoitusta, jos ei tiedä minkälaista informaatiota käytännössä suunnittelijalta toivotaan. Kun ymmärrys

seuraavan prosessissa olevan osaston toimintaa kohtaan lisääntyy, lisääntyy myös oikeanlaisen tiedon välittäminen.

Muutoksien tekemisen kouluttaminen vähentäisi muutostilanteissa syntyvien kysymyksien ja myös suunnittelussa tehtävän työn määrää. Oikeanlaisten työkalujen käyttäminen ja yhtenäisen toimintatavan löytäminen muutostilanteissa parantaisi toimintaa ja vähentäisi hukkatyötä merkittävästi.

6.6 Yksilöllisen osaajan tiedon jakaminen

Induktiokoneet-tulosityksiköllä on kokeneita suunnittelijoita, joiden tietotaidon jakamiseen tulisi kehittää jonkinlainen väylä. Ratkaisuehdotuksena on tehdä kokonaisrakenne, jonne kokeneiden suunnittelijoiden toimintatapoja voisi lisätä rakennekohtaisesti.

Tiedon jakamisessa tärkeätä olisi ymmärrys siitä, että minkälaisia asioita kokenut suunnittelija ottaa huomioon, kun hän aloittaa tietynlaisen rakenteen osion tarkastelun tai kohtaa tietynlaisen ongelman suunnittelun aikana. Jos rakenteen osiot jaoteltaisiin ensin kokeneille suunnittelijoille ja niistä kirjoitettaisiin mahdolliset näkemykset sekä toimintatavat, olisi tätä mahdollista jakaa sekä myös helppo etsiä kokemattomien suunnittelijoiden toimesta. Tässä tosin pätee vain perustavanlaatuisiin asioihin perehtyminen ja erityisen seikkaperäiset ohjeet tulisi jättää variaatioiden ja virheen varan vuoksi pois.

7 YHTEENVETO

Työ pitää sisällään suunnittelun tuottaman datan sekä suunnittelun ja hankinnan välisen viestinnän selvittämistä.

Suunnittelun tuottamaa dataa pystyi lähestymään useasta näkökulmasta sen monimuotoisuuden vuoksi. Työssä pyrittiin pitämään tuotetun datan selvittäminen laaja-alaisena eikä yksittäisiin osioihin haluttu keskittyä.

Tuotettuun dataan liittyy valmistettavat osat, nimikkeet, valmistuspiirustukset sekä näistä muodostuvien kokonaisuuksien hallinta. Järjestelmien käyttö, rakennesuunnittelun ja piirtämisen lisäksi oli oleellinen osa tutkimuksen selvitystä. Suunnittelun tuottaman datan tutkimisessa perehdyttiin yleisesti tiedonhallintajärjestelmän rakenteen tekemiseen ja sen muodostumiseen. Muutostilanteiden-osiossa perehdyttiin ongelmatilanteisiin sekä toiminnanohjausjärjestelmän käyttämiseen oikeanlaisesti.

Suunnitteluun tehtiin kysely, johon suunnittelijat vastasivat heti saatuaan kysymyksen hankinnasta, kysymyksien laadun selvittämiseksi. Kyselyssä selvisi, että mikään tietty rakenteen osio ei erityisesti nouse esille kysymyksissä, vaan kysymykset jakautuvat suhteellisen tasaisesti koko rakenteen osioille. Kysymykset jakoutuivat myös tasaisesti hankinnan sekä toimittajien välillä. Kyselyn vastauksien vähäisyys asettaa sen luotettavuuden kuitenkin kyseenalaiseksi, myös mahdollisesti kokeneempien suunnittelijoiden työkuorma vähentää osallistamista kyselyyn ja vähentää siten kyselyn tarkkuutta.

Ratkaisuehdotuksia tehtiin useampia kappaleita eri prosessin kohtiin liittyen, niitä tehtiin myös silmällä pitäen tulevaisuudessa tehtäviä selvityksiä hankinnan kysymyksiin. Ratkaisuehdotuksissa nousee esille järjestelmän käyttämiseen liittyviä kohtia sekä varsinaisesta suunnittelutyöstä esiin nousevia epäkohtia. Kouluttaminen sekä tiedon jakaminen olisi erityisen tärkeää, ja sillä voitaisiin vähentää syntyviä epäkohtia lisätyn osaamisen sekä yhtenäisemmän toimintatavan muodossa.

LÄHTEET

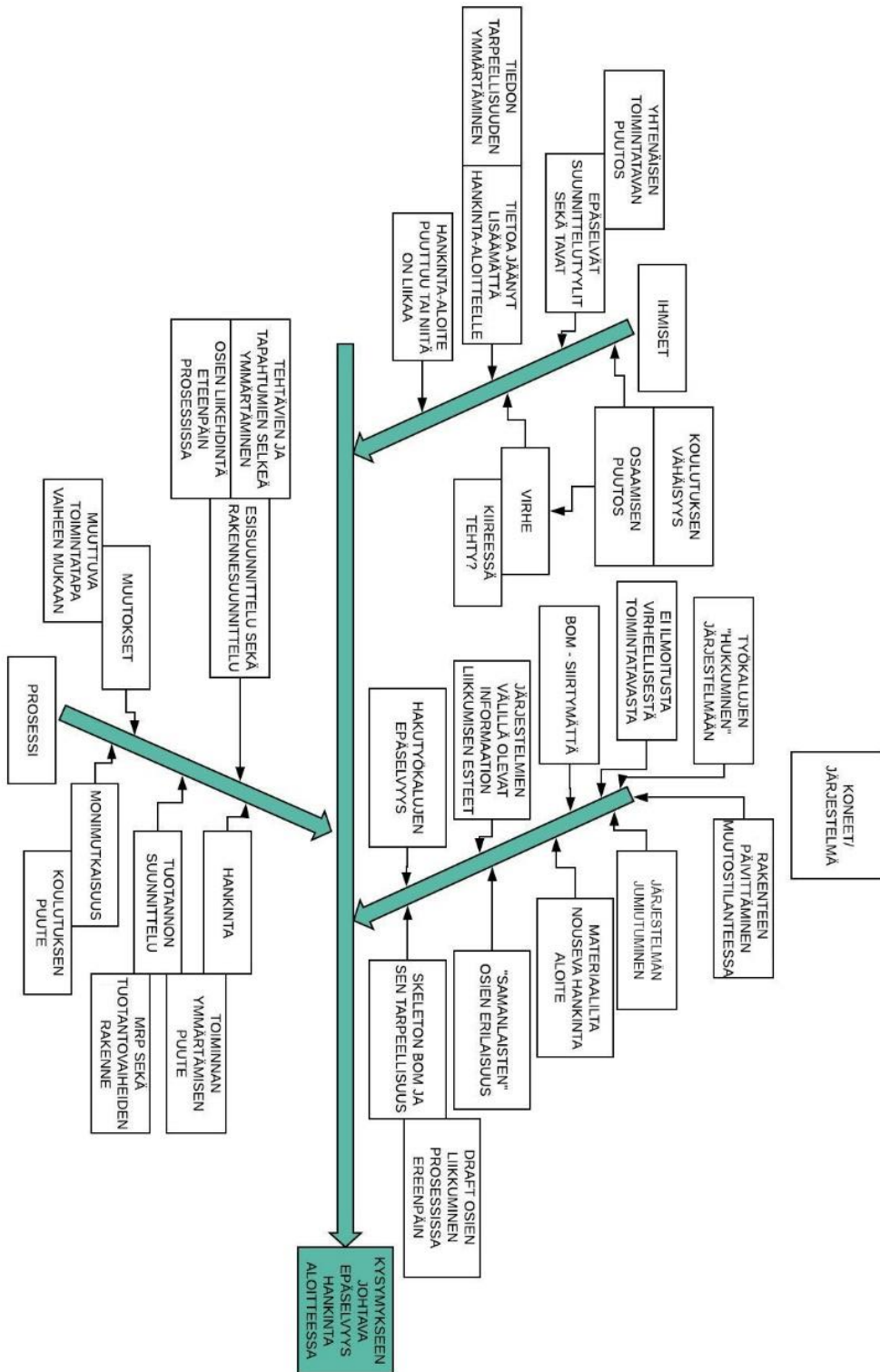
- ABB. (2018). Technical catalog: High voltage engineered induction motors.
- ABB. (2019a). Haettu 09. 10 2019 osoitteesta ABB suomalaiset juuret: <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret>
- ABB. (2019b). *ABB:stä lyhyesti*. Haettu 09. 10 2019 osoitteesta <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti>
- ABB. (2019c). *Keskijännitemoottorit HXR*. Haettu 06. 10 2019 osoitteesta <https://new.abb.com/motors-generators/fi/keskij%C3%A4nnitemoottorit/hxr>
- ABB. (2019d). *ABB keskijännitemoottorit NXR*. Haettu 06. 10 2019 osoitteesta <https://new.abb.com/motors-generators/fi/keskij%C3%A4nnitemoottorit/nxr>
- ABB. (2019e). *ABB:n "Product note" lehtinen tuotteelle NXR*. Haettu 09. 10 2019 osoitteesta <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105513&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- ABB. (2019f). *ABB:n "product note" lehtinen tuotteelle AMI*. Haettu 27. 11 2019 osoitteesta <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105513&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>
- ABB. (2019g). *Motion*. Haettu 08. 12 2019 osoitteesta <https://new.abb.com/about/our-businesses/motion>
- ABB. (2019h). *Motors and Generators*. Haettu 08. 12 2019 osoitteesta <https://new.abb.com/motors-generators>
- Johansson, L. (2011). *Asiakasspesifikaatioiden tuotteistaminen tuotannon virtauttamisen parantamiseksi*. Insinööriyö. Kone- ja tuotantotekniikka. Metropolia. Haettu 13. 12 2019 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011122719185>
- Jokinen, T. (2012). *Prosessikoulutus tuotanto, ABB*. Helsinki: ABB.
- Järvinen, S. (2017). *Tuotannosuunnittelun optimointi tilaus- toimitusprosessissa*. Insinööriyö. Tuotantotalous. Metropolia. Haettu 12. 13 2019 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201705127940>
- Jääskeläinen, J. (2019). *Value stream of demanding customer projects in the order-to-delivery process*. Pro gradu -tutkielma. Konetekniikan Diplomi-insinööri. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Haettu 13. 12 2019 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2018121450878>

- Lehtonen, J.-m. (2004). *Tuotantotalous*. Helsinki: Werner Söderström Oy.
- Luhtala, M.; Kilpinen, E.; & Anttila, P. (1994). *Logi: Tehokkuutta tilausohjautuviin toimitusketjuihin*. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus.
- Malen, H. (2013). *Ohjelmien väliset riippuvuussuhteet, Present application architecture, MoGe Helsinki*, . Helsinki: ABB.
- Pere, A. (1998). *Koneenpiirustus 2*. Espoo: Kirpe Oy.
- Pere, A. (2012). *Koneenpiirustus 1&2*. Espoo: Kirpe Oy.
- Ritvanen, V.; & Koivisto, E. (2007). *Logistiikka PK-yrityksissä, Hankinta kilpailutekijänä*. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Sakki, J. (2009). *Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B vähemmällä enemmän*. Espoo: Jouni Sakki Oy.
- Salmela, H.; & Haikara, J.-P. (4. 2 2013). *Oston ja hankinnan esittely*. Helsinki.

HAASTATTELUT

- Pökkä, J. (2019). Tuotannonsuunnittelun Team Leader, ABB Oy. Haastattelu 26.10.2019
- Törmäkangas, H. (2019). Ostaja, purchaser, ABB Oy. Haastattelu 25.10.2019

Syy seurauskaavio kysymyksen syntyminen merkityksestä



Määrä, merkittävyys suhde koulutuksen tarpeena.

