

Henri Mykkänen

# Koestuksen asiakasdokumentaatioprosessin nykytilan kuvaus ja hukan tunnistaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinööriytyö

31.10.2014

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Henri Mykkänen Koestuksen asiakasdokumentaatioprosessin nykytilan kuvaus ja hukkan tunnistaminen 30 sivua + 10 liitettä 31.10.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Koestamon päällikkö Tero Väisänen Lehtori Eero Kupila
<p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli kuvata ABB Oy, Moottorit ja generaattorit -yksikön Induktiokoneet- sekä Tahtikoneet-tulosyksiköiden koestuksen asiakasdokumentaatioprosessit sekä tunnistaa kyseisten prosessien hukka. Tämän lisäksi tavoitteena oli avata tulosyksiköiden prosessien keskinäisiä eroavaisuuksia.</p> <p>Tutkimuksen teoreettinen viitekehys muodostui liiketoimintaprosessin johtamisen, kehittämisen ja kuvauksen teorioista ja menetelmistä. Teoreettisen viitekehysten pääpaino kohdistui Lean-toimintatapaan, johon sisältyvät työssä prosessien kuvaukseen käytetyn arvovirtakuvauksen ja hukkan ideologiat.</p> <p>Työ toteutettiin pääosin laadullisena tutkimuksena, jossa tutkimusaineisto kerättiin valittujen koestusinsinöörien haastatteluin. Tutkimus aloitettiin prosessien nykytilojen kartoituksella, jonka yhteydessä prosessien rakenteet sekä hukkaa aiheuttavat ongelmat määriteltiin. Haastattelujen yhteydessä keskusteltiin ongelmien mahdollisista syistä sekä kehitysideoista. Esille tulleiden ongelmien suuruuksien selvitys toteutettiin laadulliseen riskianalyyysiin pohjautuvien kysymyksin. Haastateltavat koestusinsinöörit arvioivat prosessien tehtäviin kuluvat ajat. Prosessien läpimenoaikojen määrittämiseen tarvittavat tiedot saatiin ABB:n tietojärjestelmistä.</p> <p>Työn tuloksena koestuksen asiakasdokumentaation prosessit kuvattiin ja esille tulleet hukkaa aiheuttavat ongelmat kategorisoitiin. Ongelmat järjestettiin niiden suuruusluokkien mukaan jatkotoimenpiteiden priorisoinnin tueksi.</p> <p>Prosessien keskinäisiä eroavaisuuksia sekä niissä ilmeneviä ongelmia pohdittiin. Työssä ehdotettiin myös ideoita esille tulleiden parannusehdotusten toteuttamiselle.</p>	
Avainsanat	Prosessi, Lean, hukka

Author Title Number of Pages Date	Henri Mykkänen Current State Mapping and Waste Recognition of Customer Documentation Process of Testing 30 pages + 10 appendices 31 October 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructor	Tero Väisänen, Test Field Manager Eero Kupila, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to illustrate ABB Motors and Generators unit's Induction Machines' and Synchronous Machines' profit centres customer documentation processes of testing, and to recognize waste in the processes as issue. In addition to this the aim was to open up differences between the profit centres' processes.</p> <p>The theoretical framework of the study was based on theories and methods in management, improvement and description of business processes. The main theme of the theoretical framework focused on Lean - management which includes the ideologies of waste and value stream mapping used in processes' description in this study.</p> <p>This study was conducted mainly as a qualitative research where the research material was collected by interviewing selected Test Engineers. The research was opened by mapping out the processes' current states, which included the definition of both the processes' structures and the problems causing the waste in them. In pursuance of the interviews both the possible causes of the waste and the improvement ideas were discussed. The clearing up of the magnitudes of the occurred problems was carried through questions based on a qualitative risk analysis. The interviewed Test Engineers estimated the activity times of the processes' tasks. The information needed in determining the lead times of the processes' were acquired from the ABB data systems.</p> <p>As a result of this study the customer documentation processes were described and occurred problems causing the waste were categorized. Problems were put in order by their magnitudes for the prioritization of further actions.</p> <p>The differences between the processes and the occurring problems in them were speculated. Additionally ideas for implementations of the occurred improvement ideas were suggested.</p>	
Keywords	Process, Lean, waste

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoreettinen viitekehys	2
2.1	Prosessi ja prosessijohtaminen	2
2.2	Prosessikuvaus	3
2.3	Asiakas, arvo ja lisäarvo	4
2.4	Lean	4
2.4.1	Toyotan tuotantojärjestelmä	5
2.4.2	Hukka	6
2.4.3	Arvovirtakuvaus	8
3	Tutkimusmenetelmät	13
3.1	Laadullinen tutkimusmenetelmä	13
3.2	Tutkimusaineiston keruu	13
4	Tutkimusaineiston käsittely	15
5	Tulokset	16
5.1	Koestuksen asiakasdokumentaatioprosessi	16
5.1.1	Koestusohjelman tuottaminen	17
5.1.2	Koestusraportin tuottaminen	20
5.1.3	Koestusdokumentaation nykytila	22
5.2	Prosesseissa ilmenevä hukka	22
5.3	Tulosyksiköiden prosessien keskinäinen vertailu	25
6	Pohdinta	26
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Koestusohjelman prosessi, Induktiokoneet	
	Liite 2. Koestusohjelman prosessi, Tahtikoneet	
	Liite 3. Koestusraportointiprosessi, Induktiokoneet	
	Liite 4. Koestusraportointiprosessi, Tahtikoneet	
	Liite 5. Koestusdokumentaation nykytila, Induktiokoneet	
	Liite 6. Koestusdokumentaation nykytila, Tahtikoneet	
	Liite 7. Koestusdokumentaation ongelmat, Induktiokoneet	

Liite 8. Koestusdokumentaation ongelmat, Tahtikoneet

Liite 9. Koestusdokumentaation kalanruotokaavio, Induktiokoneet

Liite 10. Koestusdokumentaation kalanruotokaavio, Tahtikoneet

## 1 Johdanto

Tämä insinööri työ tehtiin Helsingin Pitäjänmäen ABB:n Moottorit ja generaattorit - yksikön koestamoon. Työn tavoitteena oli tuottaa arvovirtakuvaus sähkökoneen koestuksen asiakasdokumentaatioiden nykytilasta Induktiokoneet- sekä Tahtikoneet-tulosyksiköissä. Arvovirtakuvauksen tavoitteena oli mallintaa tulosyksiköiden koestuksen asiakasdokumentaation tuottamisprosessit sekä tuoda esille dokumentaatioprosessien hukka. Työssä tutkittiin lisäksi tulosyksiköiden dokumentaatioprosessien vaikutusta sähkökoneen tuotannon läpimenoaikaan sekä kyseisten prosessien keskinäisiä eroavaisuuksia.

ABB on johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä, joka toimii yli 100 maassa työllistäen yhteensä noin 150 000 henkilöä. Suomessa ABB:llä työskentelee noin 5500 henkilöä. ABB valmistaa tuotteita useille eri toimialoille, kuten kaivos-, meri-, metalli- sekä metsäteollisuudelle. (ABB Oy 2014b: Verkkodokumentti.)

ABB:n toiminta on jaettu viiteen divisioonaan, jotka koostuvat eri tuoteryhmiin ja teollisuuden aloihin keskittyvistä liiketoimintayksiköistä. Divisioonat ovat Sähkövoimatuotteet, Sähkövoimajärjestelmät, Sähkökäytöt ja Kappaletavara-automaatio, Pienjännite tuotteet sekä Prosessiautomaatio. (ABB Oy 2014d: Verkkodokumentti.)

ABB muodostettiin vuonna 1988, kun ruotsalainen ASEA ja sveitsiläinen Brown Boveri yhdistyivät. Suomessa ABB:n historian tärkeänä tekijänä on Strömberg, joka aloitti toimintansa 1889 Helsingin Kampissa tuottaen tasavirtakoneita sekä valaistusratkaisuja. Vuonna 1930 toiminta siirtyi Helsingin Pitäjänmäen teollisuusalueelle. Liiketoiminnassa oli tällöin mukana generaattorit ja moottorit. Strömberg siirtyi ASEA:lle vuonna 1986. (ABB Oy 2014e: Verkkodokumentti.)

Nykyään ABB on pääkaupunkiseudun suurin teollisuuden työnantaja, ja sen toiminta on jakautunut Suomessa yli 30 paikkakunnalle tehtaiden sijaitessa Helsingissä, Vaasassa ja Porvoossa. Helsingissä on kaksi tehdasta, joista Pitäjänmäen tehdas tuottaa esimerkiksi moottoreita, generaattoreita sekä taajuusmuuttajia. Toinen Helsingin tehdas sijaitsee Vuosaarella, jossa valmistetaan meriteollisuuden tuotteita ja ratkaisuja, kuten Azipod-ruoripotkurijärjestelmiä. Vaasan tehtaalla valmistetaan esimerkiksi moot-

toreita, erikoismuuntajia, kytkintuotteita sekä sähkönsiirto- ja jakelujärjestelmiä. Porvoon tehdas valmistaa sähköasennustuotteita. (ABB Oy 2014a: Verkkodokumentti.)

## 2 Teoreettinen viitekehys

### 2.1 Prosessi ja prosessijohtaminen

”Prosessi on joukko toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla syötteet muutetaan tuotoksiksi.” (Laamanen & Tinnilä 2009: 121.) Prosessisanaa voidaan käyttää useissa eri asiayhteyksissä. Sillä voidaan tarkoittaa lähes mitä tahansa muutosta, kehitystä tai toimintaa kuten oppimis-, kehitys-, tai kasvuprosessia. Tässä insinööriyössä prosessisanalla tarkoitetaan organisaatioissa tapahtuvaa liiketoimintaprosessia. (Laamanen 2001: 19; Laamanen & Tinnilä 2009: 10.)

Prosessiajattelun perusnäkemys on, että on olemassa tietty toimintojen ketju, jolla organisaatio luo arvoa asiakkaalleen. Tässä prosessissa syntyy organisaation operatiivinen tulos. Jotta organisaatiolla olisi mahdollisuus menestyä, tulee sen luoda riittävästi arvoa suhteessa toimintansa kustannuksiin. Nykypäivän muuttuvassa maailmassa organisaatiot joutuvat kehittämään toimintatapojaan tämän lähtökohdan täyttämiseksi. Tähän vaikuttavat useat erilaiset tekijät, kuten kansainvälinen kilpailu, tiedon digitalisointi, raaka-aineiden saatavuuden vaikeutuminen ja muut ympäristötekijät, asiakkaiden ostokäyttäytymisten muutokset sekä liikkuvuuden lisääntyminen. Monissa organisaatioissa on otettu käyttöön erilaisia kehitysohjelmia johtamisen ja järjestelmien parantamiseen. Kun organisaatiot tunnistavat ja mallintavat liiketoimintansa tapahtumien ketjut sekä asettavat tavoitteet niiden toteutumiselle ja kehittämiseksi, puhutaan usein prosessijohtamisesta. (Laamanen & Tinnilä 2009: 5-10.)

Prosessijohtamisella pyritään parantamaan organisaation taloudellista tulosta, asiakkaiden ja henkilöstön tyytyväisyyttä sekä tuottavuutta. Vaikka nämä tavoitteet eivät juuri eroa yleisistä johtamisen tavoitteista, ovat niiden saavuttamiseen käytetyt keinot kuitenkin muuttuneet merkittävästi aiempaan nähden. Kun aikaisemmin on korostettu kustannustehokkuutta, pidetään nykyään tärkeänä tämän lisäksi myös nopeutta sekä joustavuutta. Asiakasta ja toimittajia pidetään nykyisin yhteistyökumppaneina, kun taas

aiemmin toimittajia kilpailutettiin ja asiakasta pidettiin vain välttämättömänä osana liiketoimintaa. Aiemman henkilökohtaisten päämäärien tavoittelun sijaan nykyisin panostetaan koko organisaation toimintatapojen sekä tiimien kehittämiseen. (Laamanen & Tinnilä 2009: 6-8)

Toiminnan parantaminen vaatii sen muuttamista. Prosessiajattelussa huomio kohdennetaan suoraan toimintaan ja sen muuttamiseen. Tämä erottaa prosessiajattelun muista johtamisen konsepteista. Muutos voi olla esimerkiksi resurssien käytön pienentäminen tai tietojärjestelmien kehittäminen. Prosessiajattelussa ihmistä ei kuitenkaan pyydetä tekemään enemmän, vaan eri tavoin. (Laamanen & Tinnillä 2009: 11-12.)

Organisaation liiketoimintaa kehittävien keinojen toteuttamiseen on käytössä useita prosessijohtamisen malleja, kuten laadun hallinta (Quality Management), Six Sigma, liiketoimintaprosessien johtaminen (Business Process Management) sekä kevyt toimintatapa (Lean Management; myöhemmin Lean -ajattelu) (Laamanen & Tinnilä 2009: 5).

Tässä insinööriyössä tavoitteena oli muodostaa arvovirtakuvaus eli VSM (Value Stream Map). Arvovirtakuvaus on osa Lean-ajattelua, jonka vuoksi työssä perehdytään tarkemmin vain kyseiseen johtamisen malliin.

## 2.2 Prosessikuvaus

Kun prosessin arvoa luovaa toimintaa pyritään parantamaan, on selvitettävä sen kriittiset toiminnot arvonluonnin näkökulmasta. Ei kuitenkaan ole tehokasta lähestyä asiakkaan kokemaa arvoa suoraan, vaan sen sijaan tulisi ensin tutkia arvonluontiin liittyvää toimintaa mallintamalla se. Tätä kutsutaan prosessin kuvaamiseksi. Prosessijohtamista ei käytännössä voida toteuttaa ilman prosessin kuvausta. Prosessin kuvaus on keino, jolla voidaan mallintaa organisaation toimintaa. Se sisältää prosessin kannalta kriittiset asiat ja niiden väliset sidokset. Prosessin kuvausta käytetään viestinnän välineenä, kun halutaan ymmärtää ja kehittää yrityksen toimintaa. Onnistunut prosessin kuvaus kehittää prosessissa toimivien ihmisten yhteistyötä ja auttaa heitä ymmärtämään prosessia kokonaisuutena. Teknisesti prosessin kuvauksen on hyvä olla looginen ja helposti ymmärrettävä. Sen termit ja käsitteet tulee esittää yhtenäisesti ja sovitun mukaisesti. Jotta prosessin kuvaukseen olisi mielekästä paneutua, tulee sen lisäksi olla riittävän lyhyt. (Laamanen 2001: 75-78; Laamanen & Tinnilä 2009: 10.)



### 2.3 Asiakas, arvo ja lisäarvo

Organisaatiot luovat erilaisten liiketoimintamallien ja -prosessien avulla arvoa asiakkailleen. Se mitä arvo on, määrittyy sen mukaan, mitä arvostamme. Vaikka taloudellista arvoa voidaan mitata rahassa, ei esimerkiksi loppuasiakkaan ostaman tuotteen tai palvelun tuomalle käyttöarvolle ole absoluuttista mittaria. Myyjän näkökulmasta arvo tarkoittaa hintaa, jonka hän saa tuotteistaan tai palveluistaan markkinoilla. (Laamanen & Tinnilä 2009: 17, 139.)

”Kaikki lisäarvoa tuottavat ketjut päättyvät kuluttajaan, jonka tarpeet ovat siis kaiken liiketoiminnan lähtökohta” (Laamanen & Tinnilä 2009: 99). Lisäarvolla tarkoitetaan asiakkaan kokeman tuotteen tai palvelun arvon suhdetta sen hankinta- ja käyttökustannuksiin. Sillä voidaan tarkoittaa myös asiakkaan kokemaa arvon lisäystä silloin, kun tuotteeseen tai palveluun kohdistuu muutoksia tai niitä verrataan kilpailevan yrityksen vastaaviin tuotoksiin. Kun prosesseja parannettaessa pyritään selvittämään ketjun lisäarvoa tuottavat osat, on palattava kysymykseen, miten kyseisen prosessin asiakas määrittellään. (Laamanen & Tinnilä 2009: 17,99; Liker 2006: 278-280.)

Organisaatioiden näkökulmasta asiakkaalla tarkoitetaan yrityksen tuotteiden ja palveluiden hyödyntäjää. Asiakas on organisaation sidosryhmä, joka asiayhteydestä riippuen voi olla joko kuluttaja tai toinen yritys, joka käyttää tuotteita tai palveluita omassa liiketoiminnassaan. Asiakkaita voivat olla myös liiketoimintakumppanit, joiden kanssa tehdään yhteistyötä toimintoketjun seuraavan asiakkaan palvelemiseksi. Myös maahan tuojat, myyntiyhtiöt ja muut jakeluun liittyvät yhteistyökumppanit voivat olla asiakkaita. Organisaation sisällä prosessin seuraavan vaiheen suorittajaa kutsutaan usein sisäiseksi asiakkaaksi. (Laamanen & Tinnilä 2009: 99.)

### 2.4 Lean

Lean on yritystoiminnan kehittämismenetelmä, jossa keskitytään asiakaslähtöiseen arvon luontiin tuottaen mahdollisimman paljon mahdollisimman vähällä vaarantamatta kuitenkaan laatua, turvallisuutta tai yrityksen pidemmän aikavälin vakautta. Leanajattelun perustana on ollut japanilaisen autonvalmistaja Toyotan kehittämä TPS (Toyota Production System) eli Toyotan tuotantojärjestelmä. (Eaton 2013: 24; Liker 2006: 7.)

### 2.4.1 Toyotan tuotantojärjestelmä

Toyota alkoi toisen maailmansodan jälkeen kehittää tuotantoaan nostaakseen kilpailukykyään länsimaisten autoyhtiöiden rinnalla. 1950-luvulla autoteollisuutta dominoivat massatuotannoillaan Ford, General Motors ja Chrysler. Tuolloin Toyotan insinööri Eiji Toyoda vieraili Fordin tehtaalla ottaakseen oppia heidän tuotannostaan. Kolmen kuukauden vierailun jälkeen hän kuitenkin huomasi, ettei massatuotanto sopisi japanilaiselle yritykselle. (Womack ym. 2007: 9, 41, 47-48.)

Eiji Toyoda alkoi yhdessä Taiichi Ohnon kanssa kehittää aivan uudenlaista tuotantojärjestelmää, joka toisin kuin Ford ja General Motors, ei panostaisi massatuotannon tapaan tehdä mahdollisimman paljon mahdollisimman pienin kustannuksin, vaan tuottaisi samalla kokoonpanolinjastolla erilaisia ajoneuvoja asiakkaiden tarpeiden mukaan. Tavoitteen täyttämiseksi Toyotan oli kehitettävä tuotantolinjansa valmistamaan ajoneuvoja lyhyellä läpimenoajalla, mutta silti joustavasti. Uuden tavan huomattiin lopulta parantavan tuottavuutta, laatua ja asiakastyytyväisyyttä auttaen samalla optimoimaan tilaa sekä välineistöä. Tästä kehittyi Toyotan tuotantojärjestelmä, joka nykyään tunnetaan myös Lean-tuotantona. (Liker 2006: 7-8; Womack ym. 2007: 48.)

Liker (2006: 37) on kirjassaan Toyotan tapaan jakanut Toyotan tuotantojärjestelmän toimintatavat neljään osaan: pitkän tähtäimen filosofiaan, prosessin kehitykseen, ihmisiin ja yhteistyökumppaneihin sekä jatkuvaan parantamiseen ja oppimiseen. Nämä osat pitävät sisällään yhteensä 14 periaatetta, jotka kiteyttävät yhteen Toyotan tavan, sekä antavat kuvan kulttuurista sen takana.

Ensimmäisen osan (1) periaate on pitkän tähtäimen filosofian vieminen lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden edelle. Tämä periaate neuvoo ohjaamaan ja kasvattamaan koko organisaatiota seuraavalle tasolle kohti yhteistä tarkoitusta, ja se on kaikkien muiden periaatteiden perusta. Toinen osa pitää sisällään prosessin kehittämisen periaatteet 2–8, joissa tärkeänä tekijänä on hukan eliminoiminen. Periaatteet ovat (2) virtauksen luominen suunnittelemalla työprosessit uudelleen, jotta materiaali ja tieto saadaan kulkemaan nopeasti läpi koko tuotannon. Virtauksen luominen mahdollistaa myös prosessien ja ihmisten kytkeytymisen yhteen niin, että ongelmat tulevat välittömästi ilmi. Kolmas periaate (3) on ylituotannon välttäminen käyttämällä imujärjestelmää, jonka avulla voidaan minimoida turhia varastoja. Kolmannen periaatteen kulmakivenä toimii Juuri Oikeaan Aikaan eli JIT (Just In Time) -ajattelutapa, jossa tarkoitukse-

na on tuottaa prosessin asiakkaalle eli sen seuraavalle työvaiheelle, ”mitä he haluavat, silloin kun he haluavat ja sen verran kuin he haluavat”.(Liker 2006: 37) Neljäs periaate (4) neuvoo tasapainottamaan työmäärän eli poistamaan ihmisten ja välineiden ylikuormittamisen sekä epätasaisuuden tuotantoaikataulussa. Viides periaate on (5) sellaisen järjestelmän luominen, jossa ongelmat pysähdytään korjaamaan niiden ilmetessä, jotta varmistutaan tuotteiden laadusta sekä parannetaan tuottavuutta pidemmällä aikavälillä. Kuudes periaate ohjaa (6) käyttämään standardoituja työtehtäviä virtauksen ja imujärjestelmän perustana, seitsemäs (7) käyttämään visuaalista ohjausta ja kahdeksas (8) käyttämään vain luotettavaa teknologiaa. Kolmannen osan, eli ihmisten ja yhteistyökumppaneiden periaatteet ovat (9) päivittäisen työn tuntevien sekä yrityksen toimintatapojen roolimalleina toimivien johtajien valitseminen, (10) ihmisten kehittäminen toimimaan yhteistyössä sekä ymmärtämään yrityksen filosofia ja yhteinen päämäärä, (11) yhteistyökumppaneiden sekä alihankkijoiden kunnioittaminen ja kohteleva yrityksen jatkeena. Neljännen osan, eli jatkuvan parantamisen ja oppimisen periaatteet ovat (12) itse paikan päälle meneminen ongelman lähteelle, (13) eri ratkaisuvaihtoehtoihin perehtyminen läpikotaisin yhdessä kaikkien kanssa, joita asia koskee, sekä (14) yrityksen kehittäminen arvioinneilla ja jatkuvalla parantamisella. (Liker 2006: 6, 37-41.)

#### 2.4.2 Hukka

Likerin mukaan (2006: 28, 280) kaikki työ, joka ei tuota lisäarvoa, on joko hukkaa tai pakollista lisäarvoa tuottamatonta työtä, jolla tarkoitetaan prosessin välttämätöntä toimintaa, joka ei kuitenkaan tuota lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta. Tällaista toimintaa voi olla esimerkiksi työkalun tavoittelu ja sen liikuttaminen ennen varsinaista toimenpideä. Toisaalta myös erilaiset tarkastukset, valvontajärjestelmät, välttämättömät koulutukset sekä hallinnolliset tehtävät luokitellaan tähän kategoriaan. (Eaton 2013: 35; Liker 2006: 28, 280.)

Lean-ajattelun yksi keskeisimmistä osa-alueista on hukan eliminoiminen. Hukka lisää tuotantojärjestelmän kustannuksia tuottamatta lisäarvoa. Tuomisen (2010: 86) mukaan useimmissa prosesseissa jopa 90 % on hukkaa. Hukka voidaan tunnistaa seuraamalla ja havainnoimalla prosessin kulkua ja sen vaiheita. Mikäli hukka on vaikeasti havaittavissa, voidaan myös pyrkiä tunnistamaan lisäarvoa tuottava työ, jolloin muu on hukkaa. (Laamanen & Tinnilä 2009: 26; Tuominen 2010: 86-87.)

Toyotan tuotantojärjestelmässä hukka on alun perin jaettu seitsemään päätyyppiin. Myöhemmin tätä jaottelua on kuitenkin täydennetty kahdeksannella hukan muodolla (Eaton: 37-8; Liker 2006: 28-29):

- Ylituotanto. Tuotetaan liikaa tai liian aikaisin, mikä johtaa ylimääräiseen kuljetteluun ja varastointiin. Ylituotantoa voi olla myös ”ylihankkiminen”, kun tarvittavia materiaaleja tai tuotteita ostetaan ennen aikaisesti tai liikaa.
- Odottelu. Kaikenlainen toimettomuus, jossa työntekijä esimerkiksi odottaa koneen työsuorituksen päättymistä, vapautuvaa työkalua, saapuvaa toimitusta tai informaatiota.
- Tarpeeton kuljettelu. Ylimääräiset varastot tai tuotannon toimintapisteiden huono sijoittelu johtaa tuotteiden tai materiaalien tarpeettomiin tai liian pitkien matkojen kuljettamiseen.
- Ylikäsittely tai virheellinen käsittely. Kun tuotetta käsitellään virheellisesti, syntyy hukkaa, jos tuote joudutaan käsittelemään uudelleen. Hukkaa syntyy myös silloin, kun käsitellään tuotetta enemmän kuin on tarvetta.
- Tarpeettomat varastot. Liika tuotteiden tai materiaalien varastointi kielii prosessin ongelmista, kuten tuotannon epätasapainosta ja ylituotannosta. Tämä lisää esimerkiksi varastointi- ja kuljetuskustannuksia sekä pidentää läpimenoaikoja.
- Tarpeeton liikkuminen. Työntekijä tekee turhia liikkeitä tai liikkumista, mikäli työkalut tai tuotteen osat ovat huonosti sijoitettuna työpisteellä. Myös kävely ajatellaan hukkana.
- Viat. Vialliset tuotteet tai osat johtavat ylimääräisen työhön, kun tuote käsitellään ja tarkastetaan uudelleen.
- Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen. Mikäli työntekijöitä ei kuunnella tai heitä ei sitouteta työhönsä, hukataan uusia ideoita ja oppimismahdollisuuksia.

Toimistotyössä lisäarvoa tuottava työ ja hukka havaitaan ja määritellään hieman eri tavoin kuin valmistusprosesseissa. Lisäarvoa toimistotyössä tuottaa esimerkiksi pää-

töskohdat, jotka vaikuttavat suoraan tuotteeseen tai analyysit ja testit, jotka vaikuttavat kyseisiin päätöksiin. Hukkaa ilmenee esimerkiksi tilanteissa, joissa työ tehdään uudelleen, suunnitelmiin tehdään muutoksia tai informaatio odottaa käsittelyä. Myös tilanteet joissa selvitetään ongelmia, jotka ovat syntyneet siitä, ettei jotakin asiaa olla tehty ensimmäisellä kerralla oikein, ovat hukkaa. (Liker 2006: 89, 276.)

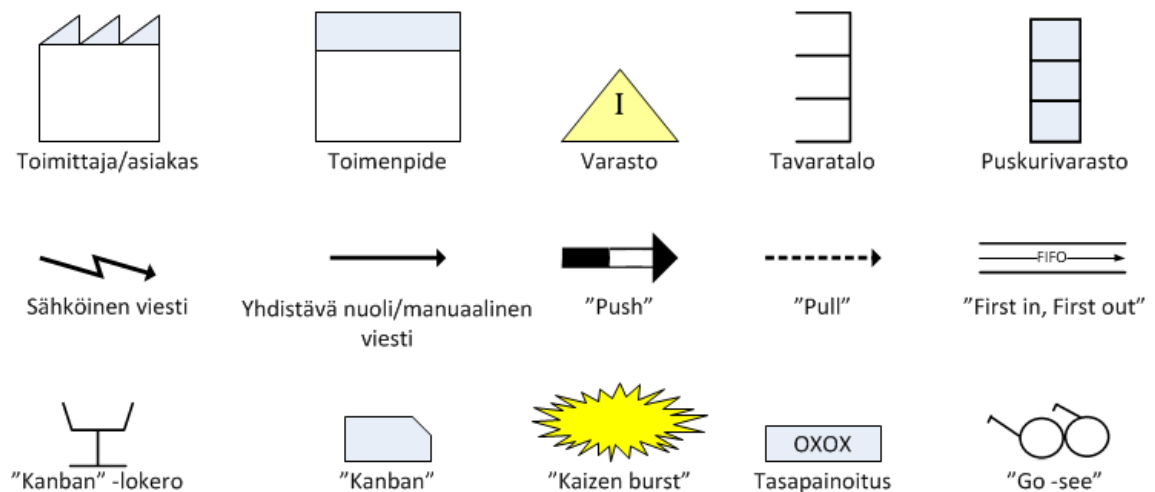
### 2.4.3 Arvovirtakuvaus

Arvovirta tarkoittaa kaikkia niitä vaiheita, jotka sisältyvät arvon tuottamiseen prosessissa. Lean-ajattelun metodeihin kuuluva arvovirtakuvaus eli VSM (Value Stream Mapping) on prosessien kuvauksessa käytetty tekniikka, joka pohjautuu Toyotan kehittämään materiaalin ja informaation virtauksen kaavioon. Arvovirtakuvausta käytetään prosessin sisältämien materiaalin sekä tiedon kulun kartoitukseen ja ymmärtämiseen. Sen toteuttamisella pyritään ymmärtämään, kuinka prosessi kokonaisuudessaan toimii ja miten sitä tulisi kehittää. Lisäksi sitä käytetään apuna prosessin kehitystoimenpiteiden suunnittelussa. Arvovirtakuvaus käsittää tiedot, mistä prosessi alkaa, mitä se sisältää sekä minne prosessin lopputulos toimitetaan. Arvovirtakuvaus voi prosessin luonteesta riippuen sisältää tiedot materiaalin, informaation tai molempien kulusta prosessin sisällä ja sitä voidaan soveltaa valmistusprosessien lisäksi myös esimerkiksi tuotekehitykseen. Tällöin kyseessä on prosessi, jossa ei tapahdu fyysisiä muutoksia materiaalin, jolloin voidaan puhua myös informaativirtakuvauksesta. (Eaton 2013: 44, 86; Liker 2006: 275; Tuominen 2010: 93.)

Arvovirtakuvaus voidaan Eatonin (2013: 85 – 86) mukaan toteuttaa usealla eri tavalla, ja se sisältää yleensä joko kaksi tai kolme vaihetta. Kolme vaihetta sisältävä arvovirtakuvaus koostuu prosessin nykytilan kuvauksesta, ideaalitalan ("blue sky") kuvauksesta sekä realistisen tulevan tilan kuvauksesta. Näitä vaiheita voidaan niiden merkitysten ymmärtämiseksi kutsua edellä mainitussa järjestyksessä seuraavasti: miten prosessi toimii tällä hetkellä, miten se voisi toimia, mikäli kaikki olisi mahdollista ja miten prosessi tulee toimimaan realististen muutosten jälkeen. Kaksivaiheinen arvovirtakuvaus sisältää prosessin nykytilan ja tulevan tilan kuvauksen.

Arvovirtakuvauksessa prosessista muodostetaan graafinen kartta sen nykytilasta, mahdollisesta ideaalitalasta sekä tulevasta tilasta. Karttaa muodostaessa käytetään yleisesti määriteltyjä arvovirtakuvauksen symboleja (ks. kuva 1). Ensimmäisenä muodostetaan nykytilan kuvaus, jonka aikana prosessin nykytilaa analysoidaan ja siitä pyri-

tään erottamaan lisäarvoa tuottava ja lisäarvoa tuottamaton työ. Tämän vaiheen aikana esille tulleet prosessin kehitysideat kirjataan ylös. Kolmivaiheisessa arvovirtakuvauksessa seuraava vaihe on ideaalitalan kuvaus, jossa pyritään luovasti kehittämään ideoita prosessin tulevan tilan kuvausta varten. Tässä vaiheessa lähtökohtana on tuoda esille ideoita ajatellen lähes kaiken olevan mahdollista. Pitää kuitenkin muistaa, että esitetyn ratkaisun on vastattava kysymykseen, jotta välttyttäisiin täysin vitsiksi luokiteltavilta ehdotuksilta. Seuraava vaihe on realistisen tulevan tilan kuvaus, mikä tarkoittaa prosessin tilaa tulevaisuudessa siihen kohdistettujen parannustoimenpiteiden jälkeen. Tässä vaiheessa edellisissä vaiheissa esille tulleet parannusideat käydään läpi ja muodostetaan tulevaa tilaa kuvaava kartta toteuttamiskelpoisten ideoiden pohjalta. Ennen parannusten toteuttamista on tärkeää arvioida tulevan tilan toimivuutta sekä luokitella ja priorisoida toteuttamiskelpoiset parannukset niiden vaatimien toimenpiteiden laajuuksien sekä prosessia parantavien vaikutusten mukaan. (Eaton 2013: 85-109.)



Kuva 1. Esimerkkejä arvovirtakuvauksessa käytetyistä symboleista.

Arvovirtakuvauksessa käytetyillä symboleilla voidaan ilmaista prosessin vaiheita tehokkaasti, sillä symboli itsessään sisältää jo paljon tietoa: (Eaton 2013: 88-92, 293)

- Toimittaja/asiakas. Tällä symbolilla ilmaistaan prosessin alkua tai loppua. Se voi olla esimerkiksi saapuva materiaali tai mikä tahansa prosessin syöte tai tuotos, joka aloittaa/lopettaa prosessin.

- Toimenpide. Tällä kuvataan prosessin sisällä tapahtuvaa toimenpidettä/työvaihetta. Laatikon yläosaan kirjoitetaan toimenpiteen nimi ja alaosaan toimenpidettä kuvaava mahdollinen lisätieto.
- Tavaratalo. Tällä ilmaistaan esimerkiksi tehtaalle saapuvien materiaalien ”pinoa”, jota jollain tavalla kontrolloidaan.
- Varasto. Tämän symbolin merkitys on lähellä tavarataloa. Erona edelliseen on se, ettei varastona ilmaistua esimerkiksi materiaalipinoa yleensä kontrolloida tai hallinnoida. Varastosymbolilla voidaan ilmaista esimerkiksi ylijäämätuotantoa kahden työvaiheen välillä tai käsittelyä odottavia dokumentteja.
- Puskurivarasto. Tällä ilmaistaan mitä tahansa materiaalia, joka toimii ”puskurina” estäen prosessiin tarvittavien materiaalien loppumista kesken.
- Sähköinen viesti. Tämä ilmaisee sähköisen informaation/tiedon siirrosta laitteesta toiseen. Tällä voidaan ilmaista esimerkiksi sähköpostiviestin lähetystä.
- Push. Tällä ilmaistaan esimerkiksi materiaalin tai informaation eteenpäin siirtämistä prosessin seuraavalle vaiheelle ”työntämällä”, eli ennen kuin seuraava vaihe on valmis käsittelemään tätä.
- Pull. Tämän symbolin merkitys on edellisen vastakohta. Se ilmaisee prosessin seuraavan vaiheen ”vetävän” edelliseltä vaiheelta tulevan materiaalin tai informaation itselleen.
- Yhdistävä nuoli/manuaalinen viesti. Tällä ilmaistaan materiaalin tai informaation kulkua prosessin vaiheelta toiselle, ottamatta kantaa onko kyseessä *push*- vai *pull*-tyyppinen tapahtuma.
- Kanban. Tätä symbolia voidaan käyttää kahdessa merkityksessä: Kuvan 1 mukaisella *kanban*-kortilla kuvataan indikaattoria, esimerkiksi korttia tai laitetta, joka viestittää sen vastaanottavalle taholle pyynnön tuottaa jotakin. Tällöin kyseessä on tuotantokanban (production kanban). Toisessa tapauksessa *kanban*-symbolia peittää vinoruudukko, joka ilmaisee kyseessä olevan siirtokanban

(withdrawal kanban). Tällä kuvataan indikaattoria, jolla pyydetään siirtämään esimerkiksi materiaalia paikasta A paikkaan B.

- Kanban -lokero. Tällä ilmaistaan *kanban*-korttien sijoituspistettä.
- Kaizen burst. Tämän symbolin sisään kirjoitetaan prosessiin liittyvä hyvä idea. Termi *kaizen* tarkoittaa Likerin (2006: 26) mukaan lyhyesti ilmaistuna muutosta parempaan suuntaan.
- Tasapainotus. Tämä symboli liittyy läheisesti *heijunkaan*, jolla pyritään poistamaan tuotannon haitallista epätasapainoa kontrolloimalla esimerkiksi sen volyymin. Symbolilla ilmaistaan tuotannon vaihe, jossa edellä mainittua tasapainotusta käytetään.
- "Go -see". Tällä ilmaistaan toimintaa, jossa tapahtuu fyysistä tarkastelua kyseiseen prosessin osaan liittyen. Tällä voidaan kuvata esimerkiksi tapahtumaa, jossa työntekijä käy tarkastamassa tuotteen tai materiaalin tilan.

Symbolien lisäksi arvovirtakarttaan voidaan lisätä informaatiolipukkeita (ks. kuva 2). Lipukkeen tarkoitus on kuvata kyseessä olevaa prosessin toimenpidettä tarkemmin. Lipuke sisältää prosessin vaiheeseen olennaisesti liittyvää tietoa, kuten sitä kuvaavia tunnuslukuja ja lisätietoja esimerkiksi kyseisen työvaiheen ongelmista. (Eaton 2013: 93.)

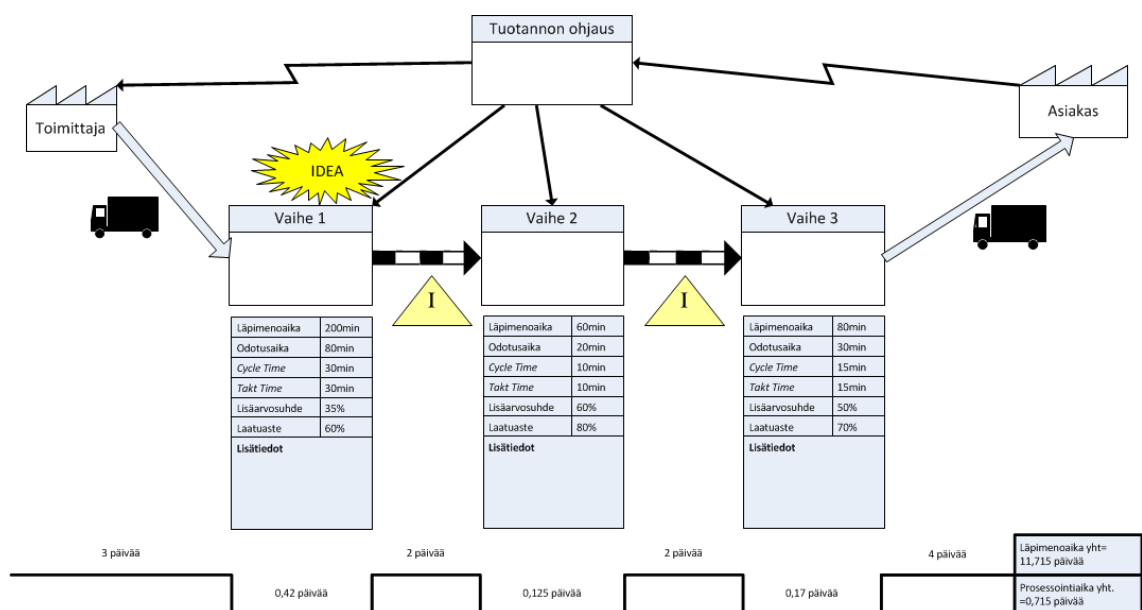
TYÖVAIHE/VAIHEET	
Läpimenoaika	
Odotusaika	
Cycle Time	
Takt Time	
Lisäarvosuhde	
Laatuaste	
Lisätiedot	

Kuva 2. Esimerkki prosessin työvaihetta kuvaavasta lisätietolipukkeesta.



Kuvassa 2 mainittujen tunnuslukujen merkitykset ovat seuraavat: *Läpimenoaika* (*Lead Time*) kertoo kokonaisajan, jonka tuote pysyy kyseisessä prosessin vaiheessa. *Odotusaika* kertoo työvaiheessa ilmenevän odottamisajan määrän joko ihmisen tai koneen toimesta. *Cycle Time* kertoo ajan, joka keskimäärin kuluu tuotteen valmistumiseen kyseisestä prosessin vaiheesta. Luku ilmoitetaan kulutetun ajan suhteena tiettyyn toimintoon. Esimerkiksi työvaiheelle, joka kykenee tuottamaan tunnin aikana keskimäärin kuusi tuotetta, laskettu *Cycle Time* olisi 10 minuuttia. *Takt Time* eli *tahtiaika* eroaa *Cycle Timesta* siten, että luvulla ilmoitetaan kyseisen prosessin tai sen osan *vaadittua* tuottamisnopeutta. Esimerkiksi tuotannon osa saa tilauksen, jossa pyydetään toimittamaan 120 kappaletta tuotetta 20 tunnissa (1200 minuuttia). Tällöin *Takt Time* olisi 10 minuuttia. *Lisäarvosuhde* ilmoittaa lisäarvoa tuottavan ajan suhteen läpimenoaikaan. *Laatuaste* kertoo ilman vikoja prosessin tai sen osan läpi kulkevien tuotteiden osuuden kaikista tuotteista. (Eaton 2013: 92-95; Liker 2006: 279-281.)

Arvovirtakuvauksessa muodostetun arvovirtakartan alareunaan voidaan sijoittaa myös tuotannon eri vaiheiden ja prosessin kokonaisajan ilmoittava aikajana (ks. kuva 3.) Kuvan 3 arvovirtakartan esimerkissä on aikajanan lisäksi käytetty toimitusta kuvaavia vaaleita nuolia sekä ajoneuvoja, joita esimerkiksi Voehl ym. (2014: 388) ovat omassa esimerkkikuvassaan käyttäneet.



Kuva 3. Esimerkki kuvitteellisen prosessin arvovirtakartasta.

### 3 Tutkimusmenetelmät

#### 3.1 Laadullinen tutkimusmenetelmä

Tämä insinööriyö toteutettiin pääosin laadullisena tutkimuksena. Hirsjärven ym. (2009: 161-164) mukaan laadullinen, eli kvalitatiivinen tutkimus on kokonaisvaltaista tiedonhankintaa, jossa tiedon lähteenä suositaan ihmistä. Laadullisessa tutkimuksessa tutkija suosii enemmän omiin havaintoihinsa sekä tutkittavien kanssa käytyihin keskusteluihin pohjautuvaa tietoa kuin mittausvälineillä kuten kynällä ja paperilla saatua aineistoa. Tästä huolimatta monet tutkijat kuitenkin käyttävät apuna tiedon hankinnassa erilaisia testejä sekä lomakkeita.

Tutkimuksen tarkoituksena ei niinkään ole tietyn teorian tai oletuksen testaaminen, vaan kerätyn tiedon monitahoinen tarkastelu. Tutkijan tavoitteena onkin tuoda ilmi odottamattomia asioita tutkimusympäristöstä. Tutkimuksessa suositaan sellaisia metodeja, joissa tutkittavien omat tuntemukset ja näkökulmat pääsevät esille, kuten osallistuva havainnointi ja erilaiset haastattelumuodot. (Hirsjärvi ym. 2009: 161-164.)

Laadulliseen tutkimukseen osallistuva kohdejoukko valitaan tarkoituksenmukaisesti, kyseiseen tutkimukseen sopivaksi, ei sattumanvaraisesti. Laadullisen tutkimuksen kokonaisuus muotoutuu tutkimuksen edetessä olosuhteiden mukaan muuttuen. Tutkittavia tapauksia käsitellään ainutlaatuisina ja aineisto tulkitaan tämän mukaisesti. (Hirsjärvi ym. 2009: 161-164.)

#### 3.2 Tutkimusaineiston keruu

Tämän insinööriyön tutkimusaineiston keruu toteutettiin pääosin haastatteluin. Prosessien nykytilan kuvantamiseen tarvittavat dokumentaation läpimenoajat käsittävät tiedot saatiin ABB:n tietojärjestelmästä insinööriyön ohjaajan kautta. Tutkimusta varten haastateltiin kuutta insinööriyön ohjaajan etukäteen valitsemaa koestusinsinööriä. Haastattelut toteutettiin yksilöhaastatteluina sekä sähköpostilla lähetettyjen kyselylomakkeiden muodossa. Osa yksilöhaastatteluista nauhoitettiin haastateltavan suostumuksella. Nauhoitukset tehtiin Smart Voice Recorder -nimisellä Android-sovelluksella.

Yksilöhaastattelut toteutettiin teemahaastatteluin, joita varten muodostettiin ennalta määritetyt kysymykset. Kysymysten avulla haastattelujen sisältö rajattiin eri teemoihin. Koska tutkimuksessa haluttiin saada mahdollisimman realistinen käsitys koestusdokumentaatioprosessista ja sen etenemiseen vaikuttavista tekijöistä, eteni yksittäisten haastattelujen sisältö tarvittaessa myös haastateltavan vastausten mukaisesti. Haastatteluissa esitettiin lisäksi täydentäviä kysymyksiä. Kun tutkimuksen edetessä tutkittavan aiheen tuntemus kehittyi, muokattiin osaa haastattelukysymyksistä paremmin aihetta kuvaavaan muotoon, säilyttäen kuitenkin ennalta määritellyt teema-alueet. Yksilöhaastattelujen pohjalta muodostettiin lisäksi täydentäviä kysymyksiä sisältävät kyselylomakkeet, jotka lähetettiin haastateltaville sähköpostitse.

”Kun haluamme kuulla ihmisten mielipiteitä, kerätä tietoa, käsityksiä ja uskomuksia tai kun haluamme ymmärtää, miksi ihmiset toimivat havaitsemallamme tavalla tai miten he arvottavat tapahtumia, on luonnollista keskustella heidän kanssaan.” (Hirsjärvi & Hurme 2000: 11). Haastattelua käytetään usein laadullisen tutkimuksen päämenetelmänä. Haastattelu on keskustelua, jolla on päämäärät ja jonka avulla haastattelija pyrkii saamaan mahdollisimman luotettavaa ja pätevää tietoa. Tutkimustarkoituksiin käytettyä haastattelua nimetään tutkimushaastatteluksi, joka tulee ymmärtää järjestelmällisenä tiedonkeruun menetelmänä. (Hirsjärvi ym. 2009: 205-208.)

Haastattelu on joustava menetelmä, jonka vuoksi se sopiikin moniin erilaisiin tutkimustarkoituksiin. Haastattelun etuna on sen säädeltävyys tiedon keruussa. Haastatteluaiheiden järjestystä voidaan tarvittaessa muuttaa haastateltavia myötäillen. Haastattelussa tutkittavilla on lisäksi mahdollisuus ilmaista itseään koskevia asioita vapaammin, sekä laajemmin kuin tutkija on pystynyt ennakoimaan. Haastattelun aikana voidaan myös esittää lisäkysymyksiä vastauksia mukaillen, sillä tutkijan on vaikea tietää etukäteen vastausten suuntia, tällöin aiheesta saadaan syvempää tietoa. Käsiteltävän aiheen syvempään ymmärtämiseen tutkijan apuna ovat myös haastateltavan ei-kielelliset ilmaisut, jotka voivat jopa muuttaa aiemmin saatuja näkökantoja toisenlaisiksi. (Hirsjärvi & Hurme 2000: 34; Hirsjärvi ym. 2009: 204-207.)

Haastattelun käyttäminen tutkimusmetodinä sisältää myös omat haittapuolensa: Haastattelu on aikaa vievää ja haastattelujen teko edellyttää haastattelijan roolin omaksu- mista. Haastattelussa on lisäksi taipumus antaa sosiaalisesti suotavia vastauksia, joka saattavat heikentää haastattelun luotettavuutta. Haastateltava voi myös kokea haastattelutilanteen epämukavana. (Hirsjärvi ym. 2009: 204-207.)

Tutkimushaastattelu voidaan jakaa eri tyyppeihin haastattelukysymysten sekä haastattelutilanteen muodollisuuden ja jäsentelyn perusteella. Hirsjärvi ym. (2009: 208-209): ovat jakaneet tutkimushaastattelun kolmeen ryhmään lomakehaastattelu, teemahaastattelu sekä avoin haastattelu. Lomakehaastattelussa haastattelukysymysten muoto ja esittämisjärjestys on ennalta täysin määritelty. Tämän vuoksi lomakehaastattelusta käytetään myös nimeä strukturoitu haastattelu. Avoimessa, eli strukturoimattomassa haastattelussa aiheen määrittely on väljää ja haastattelun rakenne muodostuu haastateltavan vastausten mukaan edeten. (Hirsjärvi & Hurme 2000: 43-46.)

Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelu, eli avoimen ja strukturoidun haastattelun välimuoto. Teemahaastattelun erottaa edellä mainituista se, että haastattelulle on ennalta määritellyt aihepiirit eli teema-alueet, mutta kysymyksillä ei ole tarkkaa muotoa tai esittämisjärjestystä. Teemahaastattelussa korostuu tutkittavien tilanteiden määrittely haastateltavien omien tuntemusten mukaan. Teemahaastattelua ei käsitteenä ole sidottu vain laadulliseen tai määrälliseen tutkimukseen, eikä siinä oteta kantaa haastattelukertojen määrään tai tutkittavan aiheen käsittelyn ”syvyyteen”. Teemahaastattelu tuo avoimuudellaan tutkittavien äänen paremmin kuuluviin, jonka vuoksi se onkin lähempänä avointa kuin strukturoitua haastattelua. (Hirsjärvi & Hurme 2000: 48; Hirsjärvi ym. 2009: 208.)

#### **4 Tutkimusaineiston käsittely**

Tutkimuksessa nauhoitetut haastattelut litteroitiin. Litteroitua haastattelumateriaalia kertyi yhteensä 57 sivua, jossa fonttina käytettiin koon 11 Calibria. Litteroitu teksti kirjoitettiin puhtaaksi ja tiivistettiin. Virheiden välttämiseksi haastateltavia pyydettiin varmentamaan puhtaaksi kirjoitettujen haastattelumateriaalien asiasisällön oikeellisuus. Näin toimittiin myös puhtaaksi kirjoitettujen nauhoittamattomien haastattelujen materiaalien kohdalla.

Kerätyn aineiston pohjalta muodostettiin lomakkeet, joihin kirjattiin molempien tulosityksiköiden koestusdokumentaatioprosessien työvaiheiden runko sekä tietoa esimerkiksi eri työvaiheissa käytettävistä ohjelmista sekä tiedostosijainneista. Näiden lomakkeiden tietojen oikeellisuus varmistettiin haastateltavilta insinööreiltä. Lisäksi muodostettiin Excel-taulukot, joihin kerättiin tutkimusmateriaalista ilmenneet tutkittavan prosessin kulkuun vaikuttavat ongelmat molempien tulosityksiköiden kohdalla. Taulukkoa täyden-

nettiin myöhemmin laadulliseen riskienhallinnan menetelmään pohjautuvin kysymyksiin: jokaista haastateltavaa pyydettiin arvioimaan nimettyjen ongelmien yleisyyttä sekä niiden vaikutusta ajallisesti prosessiin numeerisesti väillä 1 - 3. Nämä kaksi lukua keskenään kertomalla saatiin arviot nimettyjen ongelmien kokonaisvaikutuksille prosessiin. Taulukko lähetettiin haastateltaville sähköpostitse ja sen mukana toimitettiin ohjeet sen täyttöön. Ohjeissa annettiin vaihtoehdoksi kirjoittaa sarakkeisiin myös arvo 0, mikäli haastateltava ei tunnistanut nimettyä ongelmaa tai koki sen merkityksettömäksi. Taulukkoon jätettiin lisäksi tyhjiä rivejä, jotta myös siinä nimeämättömät ongelmat saataisiin esille.

Tutkimusaineiston pohjalta muodostettiin koestusohjelma-, sekä koestuksen raportointiprosessien arvovirtakartat Induktiokoneet-, ja Tahtikoneet-tulosyksiköissä. Prosessikarttojen lisäksi prosessien nykytilat kuvattiin yksinkertaisempaan muotoon, jossa tuotiin esille haastateltavien arviot eri tehtäviin kuluville ajoille, sekä tietojärjestelmästä saadut tiedot dokumentaatioprosessien läpimenoajoille. Haastattelujen aikana ilmenneet prosesseissa hukkaa aiheuttavat ongelmat kuvattiin kalanruotokaavioihin. Laadulliseen arviointiin perustuvasta kyselystä tuotettiin ongelmien suuruusluokkia ilmentävät kuvaajat. Kaikki tuloksissa esitetyt arvovirtakartat sekä kuvat muodostettiin käyttäen apuna Microsoftin Visio, sekä Excel -ohjelmia.

## 5 Tulokset

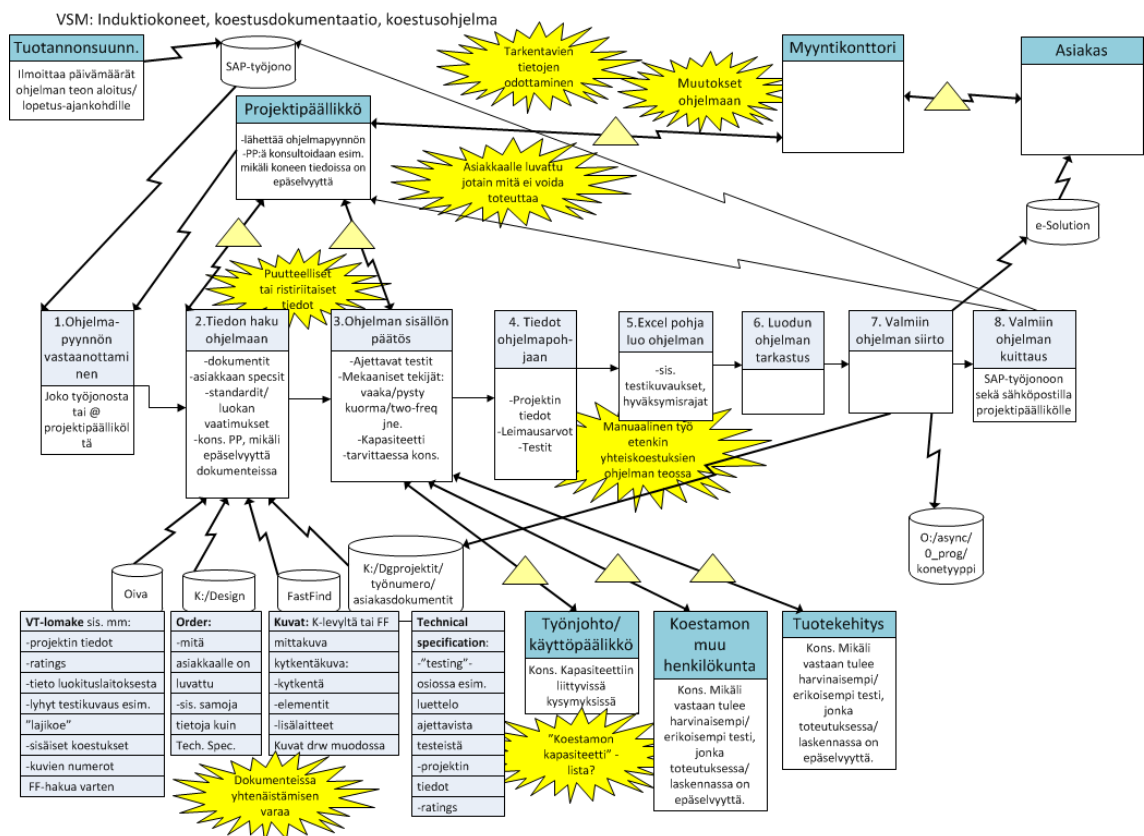
### 5.1 Koestuksen asiakasdokumentaatioprosessi

Koestamo tuottaa kahta asiakasdokumenttia, koestusohjelmaa sekä koestusraporttia. Koestusohjelma sisältää tiedot koestettavalle koneelle suoritettavista testeistä käsittäen lyhyet testikuvaukset sekä eri testien hyväksymisrajat. Koestusohjelman sisältö vaihtelee riippuen, suoritetaanko koestettavalle koneelle kappale- vai lajikoestus. Kappale- eli rutiinikoestus käsittää yleiset testit, jotka suoritetaan kaikille tuotetuille koneille. Lajikoestus, joka sisältää rutiinitestien lisäksi myös esimerkiksi lämpenemääjon, suoritetaan yleensä yhdelle konesarjan identtisistä koneista. Asiakas voi halutessaan tilata koneelle suoritettavaksi lisäksi normaaleihin kappale- ja lajikoestuksiin sisältymättömiä erikoistestejä. Mikäli kyseessä on rutiinikoestus, jota asiakas ei tule seuraamaan, ei koestusohjelmaa välttämättä tehdä. Koestuksen raportti sen sijaan tuotetaan kaikille

koestetuille koneille. Raportti kertoo asiakkaalle, kuinka kone on suoritunut sille tehdystä testeistä.

### 5.1.1 Koestusohjelman tuottaminen

Tuloksikoiden koestusohjelman tuottamisprosessien arvovirtakartat nähdään kuvissa (kuvat 4 ja 5). Suuremmat kuvat ovat liitteinä (liitteet 1 ja 2). Kuvat sisältävät prosessin työvaiheet sekä tiedon informaation kulusta prosesseissa. Vaikka koestusohjelman tuoton työvaiheet ovat pääpiirteittäin samat riippumatta koestettavasta koneesta, vaihtelevat sen tuotton kuluvat ajat paljon. Vaihtuvuutta prosesseihin tuovat pääosin koneelle suoritettavat testit ja niiden määrä, sekä koneen mekaaniset ominaisuudet. Tämän vuoksi prosessikuvat (kuvat 4 ja 5) eivät sisällä tietoa koestusohjelman tuottoon kuluva ajasta, vaan asiaan perehdytään makrotason prosessikuvissa (liitteet 5 ja 6).



Kuva 4. Koestusohjelman tuottoprosessi, Induktiokoneet

Koestusohjelman teko aloitetaan ohjelmaympyrän vastaanottamisella. Pyyntö sisältää tiedon koestusohjelmaa vaativasta koneesta, ja se haetaan joko SAP-työjonosta tai vastaanotetaan sähköpostitse projektipäälliköltä. Mikäli kyseessä on useamman ko-

neen sarja, selviää pyynnöstä lisäksi mille koneille suoritetaan kappale-, laji-, ja mahdolliset erikoistestejä sisältävät koestukset. SAP-työjono käsittää tiedot kaikista tuotannon läpi kulkevista koneista sekä siitä, missä järjestyksessä koestusohjelmat tulisi tehdä. Tuotannosuunnittelu ilmoittaa työjonoon päivämäärät kunkin koestusohjelman tuoton toivotuille aloitus- ja lopetusajankohdille.

Ohjelmapyynnön vastaanottamisen jälkeen haetaan tarkemmat tiedot ohjelman tekoa varten. Koestusohjelmaa varten tarvitaan yleiset tiedot projektista, koneen koestukseen vaikuttavista mekaanisista ominaisuuksista sekä koneelle pyydetyistä testeistä. Lisäksi tarvitaan tiedot siitä, minkä standardin mukaan kone on valmistettu ja onko kyseessä jonkin luokituslaitoksen alainen projekti. Edellä mainitut tiedot löytyvät dokumenteista, jotka haetaan joko suoraan dokumenttien sijaintikansioista tai tiettyjä hakuohjelmia apuna käyttäen. Tarvittavat dokumentit ovat valmistustietolomake (VT-lomake), technical specification sekä koneen kuvat. Induktiokoneet-tulosyksikössä tietoa saadaan lisäksi määräyksestä (order).

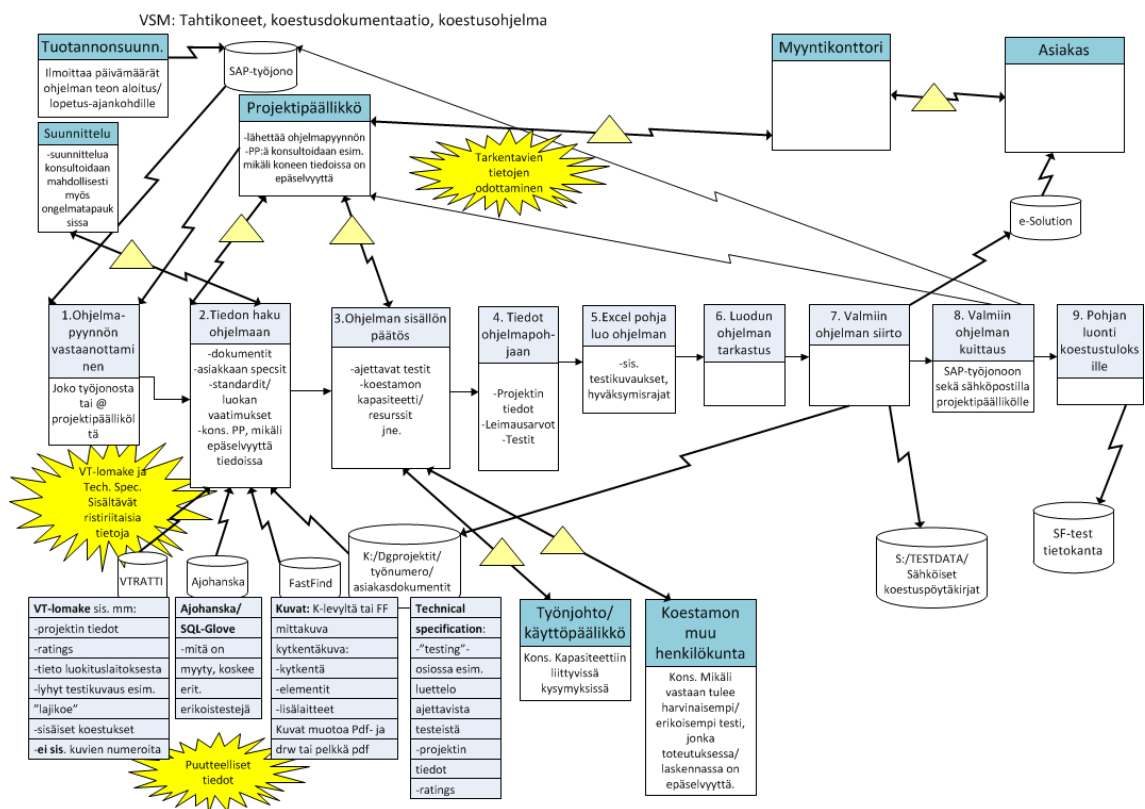
VT-lomake sisältää yleiset tiedot projektista, koneen leimausarvot, tiedon mahdollisesta luokituslaitoksesta sekä standardista, jonka mukaan kone on suunniteltu. Lomakkeessa on lyhyen testikuvauksen lisäksi tiedot mahdollisista tehtaan sisäisistä koestuksista. Mikäli kyseessä on vesijähdytteinen kone, sisältää lomake tiedot myös veden virtauksesta sekä lämpötilasta. Induktiokoneet-tulosyksikössä VT-lomake sisältää lisäksi kuvien numerot, joiden avulla kuvat voidaan hakea Fast Find -ohjelmaa käyttäen. Technical specification sisältää "tests and certificates" -osion, josta koestuksen sisältö ilmenee VT-lomaketta kattavammin. Määräys sisältää tiedot siitä mitä asiakkaalle on luvattu ja käsittää osin samoja tietoja kuin technical specification.

Koestuksen kannalta oleellista tietoa sisältävät kuvat ovat kytkentäkuva sekä mittakuva. KytKentäkuva sisältää tiedot pääkytkennästä, lämpötilaelementeistä, erillistuulettimista, sekä muista lisävarusteista kuten lämmitinvastuksista. Mittakuvasta nähdään koestuksen käytännön toteutukseen vaikuttavia tekijöitä kuten akselin tyyppi.

Mikäli koestukseen tarvittavissa tiedoissa ilmenee puutteita tai epäselvyyksiä, konsultoidaan projektipäällikköä asian selvittämiseksi. Myös suunnittelua konsultoidaan joissain tapauksissa. Koestamon kapasiteettiin liittyvissä asioissa konsultoidaan tarvittaessa työnjohtoa tai käyttöpäällikköä. Muissa koestukseen liittyvissä asioissa, jotka liittyvät esimerkiksi harvinaisempien testien toteutukseen, konsultoidaan koestamon muuta

henkilökuntaa kuten muita koestusinsinöörejä. Dokumenttien tietojen läpi käymisen, sekä mahdollisten lisätietojen selvittämisen jälkeen saadaan kuva projektista ja koestuksen sisällöstä, jonka jälkeen koestusohjelman teko voidaan aloittaa.

Koestusohjelma luodaan syöttämällä tiedot projektista, koneen leimausarvoista sekä koneelle suoritettavista testeistä ohjelmapohjaan. Tietojen syötön yhteydessä numeroidaan kappalekoestukseen ja lajikoestukseen sisällytettävät testit. Tämän jälkeen automatisoitu Excel-pohja luo koestusohjelman annettujen tietojen perusteella. Luodun koestusohjelman sisällön tarkastamisen, sekä mahdollisen manuaalisen muokkauksen jälkeen valmis dokumentti siirretään verkkolevyille sekä asiakkaan nähtäväksi e-Solutions-ohjelmaan. Tämän jälkeen SAP-työjonoon ja projektipäällikölle ilmoitetaan koestusohjelman valmistumisesta. Tahtikoneet-tulosyksikössä luodaan lisäksi SF-test-ohjelman tietokantaan pohja koestustulosten tallentamista varten.



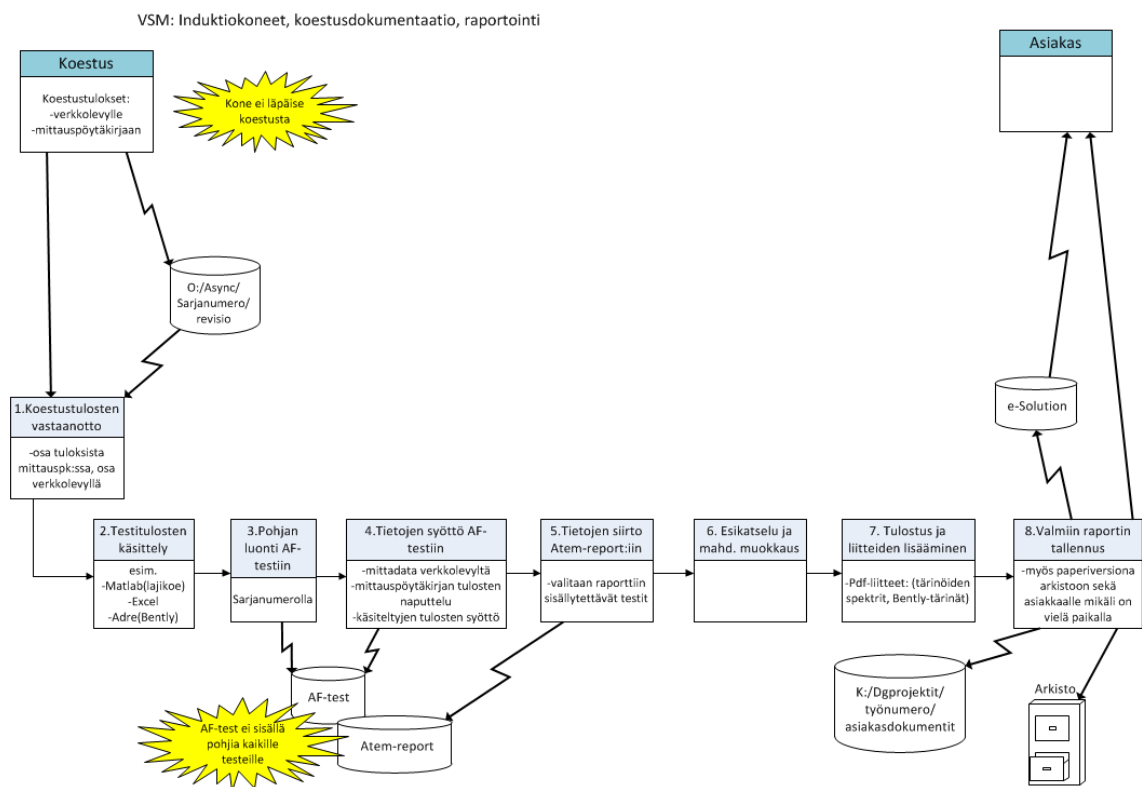
Kuva 5. Koestusohjelman tuotto prosessi, Tahtikoneet



### 5.1.2 Koestusraportin tuottaminen

Tulosityksiköiden koestusraporttien tuottamisprosessin arvovirtakartat ovat prosessikuviin (kuvat 6 ja 7) lisäksi liitteinä (liitteet 3 ja 4). Koestuksen raportointiprosessiin kuluva aika vaihtelee paljon riippuen pääosin koneelle suoritettavista testeistä sekä niiden määrästä. Tämän vuoksi koestuksen raportointiprosessia kuvaaviin aikoihin on koestusohjelmajärjestelmän tapaan perehdytty prosessien makrotason kuvien (kuvat 8 ja 9) yhteydessä.

Koestustulosten raportoinnissa käytetään Induktiokoneet-tulosityksikössä apuna AF-test-ohjelmaa. Tahtikoneet -tulosityksikössä vastaava ohjelma on nimeltään SF-test. Raportin tulostuksessa käytetään molemmissa tulosityksiköissä Atem-report-ohjelmaa.

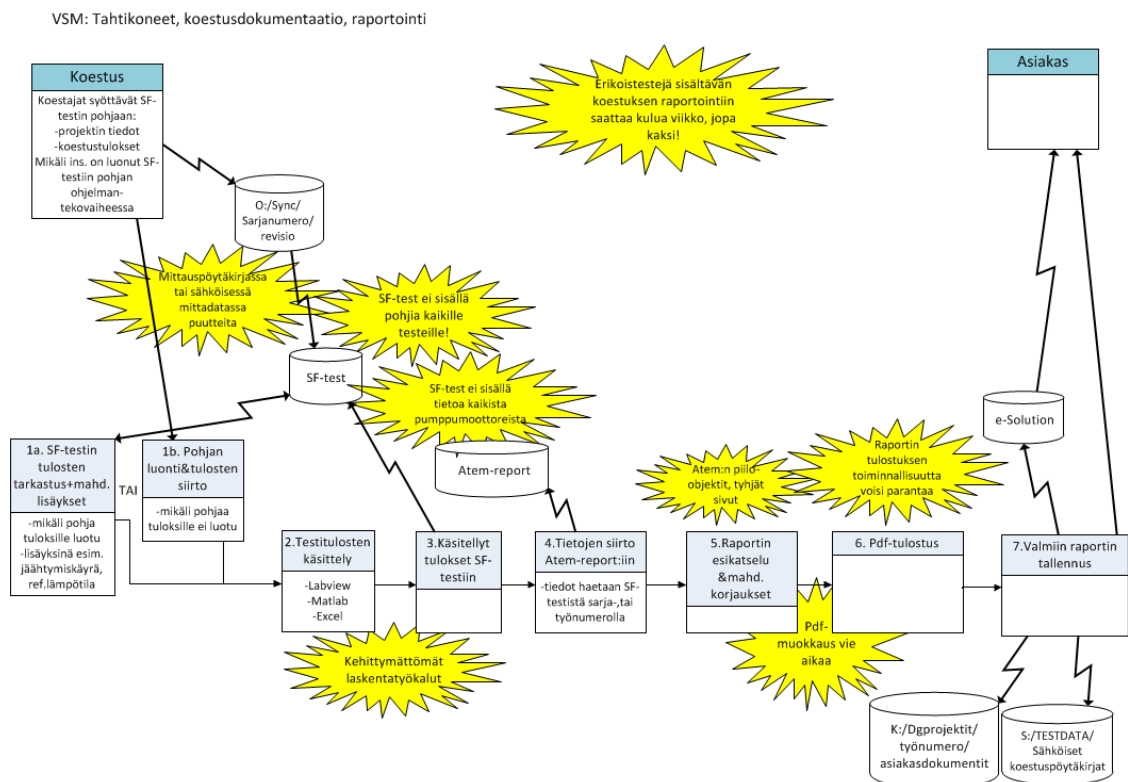


Kuva 6. Koestusraportin tuottoprosessi, Induktiokoneet

Kone koestetaan sille tuotetun koestusohjelman mukaan. Koestuksen aikana osa mitaustuloksista tallentuu verkkolevylle, osa kirjataan mittauspöytäkirjaan. Raportin tuottaminen (ks. kuvat 6 ja 7) aloitetaan raporttipohjan luonnilla AF/SF-test-ohjelmaan. Pohja luodaan syöttämällä ohjelmaan koestettuun koneeseen sarjanumero. Tämän jälkeen ohjelma hakee tietokannasta joitain tietoja, esimerkiksi koneen leimausarvoja. Ohjel-

masta valitaan sopiva välilehti, joko ruutini tai lajikoestus, jonka jälkeen mittaustulokset syötetään kullekin testille varattuun paikkaan. Tahtikoneet-tulosyksikössä pohja luodaan jo ohjelman teon yhteydessä jolloin koestajat syöttävät mittaustulokset suoraan SF-test-ohjelman raporttipohjaan (ks. kuva 7). Koestusinsinööri käy raporttia tehdesään koestajien SF-testin pohjaan tallennetut tiedot vielä läpi, joten tämä toimintatapa ei nopeuta raportointia merkittävästi.

Kaikkien testien mittausdataa ei voida suoraan syöttää AF/SF-test-ohjelman raporttipohjaan, vaan osa käsitellään Matlab-, Excel-, tai Labview-ohjelmilla. Käsitelyn jälkeen saadaan tiedosto, joka voidaan siirtää AF/SF -testiin samaan tapaan kuin valmiiksi verkkolevyille tallennetut mittausdatat. Saatuja testituloksia verrataan koneelle luvattuihin suoritusarvoihin, jonka jälkeen tiedot siirretään Atem-report-ohjelmaan. Atem-report-ohjelmalla valitaan ensin raporttiin sisällytettävät testit, esikatsellaan tiedosto ja muutetaan tarvittaessa testien tulostusjärjestystä sekä tulostetaan raportti pdf-muotoon. Tämän jälkeen osa testituloksista liitetään suoraan pdf-muotoiseen raporttiin. Valmis raportti tallennetaan verkkolevyille, sekä asiakkaalle luettavaksi e-Solution-ohjelmaan. Asiakas saa koestusraportin myös paperiversiona, mikäli hän on tullut seuraamaan koestusta ja on raportin valmistuessa vielä paikalla.



Kuva 7. Koestusraportin tuottoprosessi, Tahtikoneet

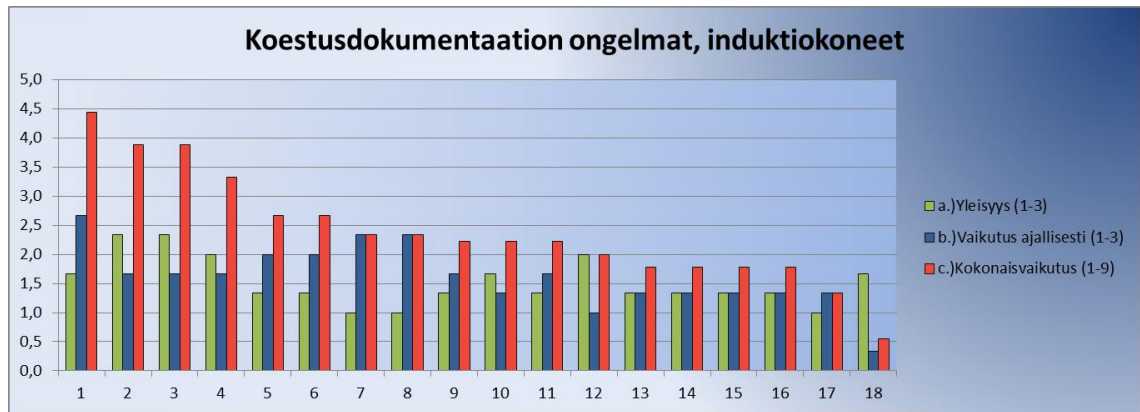
### 5.1.3 Koestusdokumentaation nykytila

Tulosityksiköiden nykytiloja kuvaavat arvovirtakartat ovat liitteinä (liitteet 5 ja 6). Liitteissä koestusohjelman sekä koestuksen raportin tuottamisprosessit ovat kuvattuina makrotasoisissa, joissa tehtäviin kuluvat ajat kertovat koko prosesseihin kuluvat ajat ilman eri työvaiheiden erittelyä. Työvaiheet on jaettu sen mukaan, onko kyseessä koestusohjelman teko vai koestuksen raportin teko. Jaottelussa on eroteltuina tilanteet, joissa kyseessä on joko ruutini, laji tai erikoistestattava kone. Jaottelussa on lisäksi otettu huomioon dokumentaation kestoon vaikuttavat konetyypin mekaaniset ominaisuudet.

Koestusdokumentaation nykytilaa tarkasteltaessa on otettava huomioon, että koestusinsinöörin työtehtävät sisältävät koestusdokumentaation teon lisäksi myös muita tehtäviä. Näitä ovat esimerkiksi tiettyjen erikoistestien suorittaminen ja tukeminen, muiden tehtaiden sekä osastojen konsultointi sekä asiakkaille koestustapahtumista kertominen.

## 5.2 Prosesseissa ilmenevä hukka

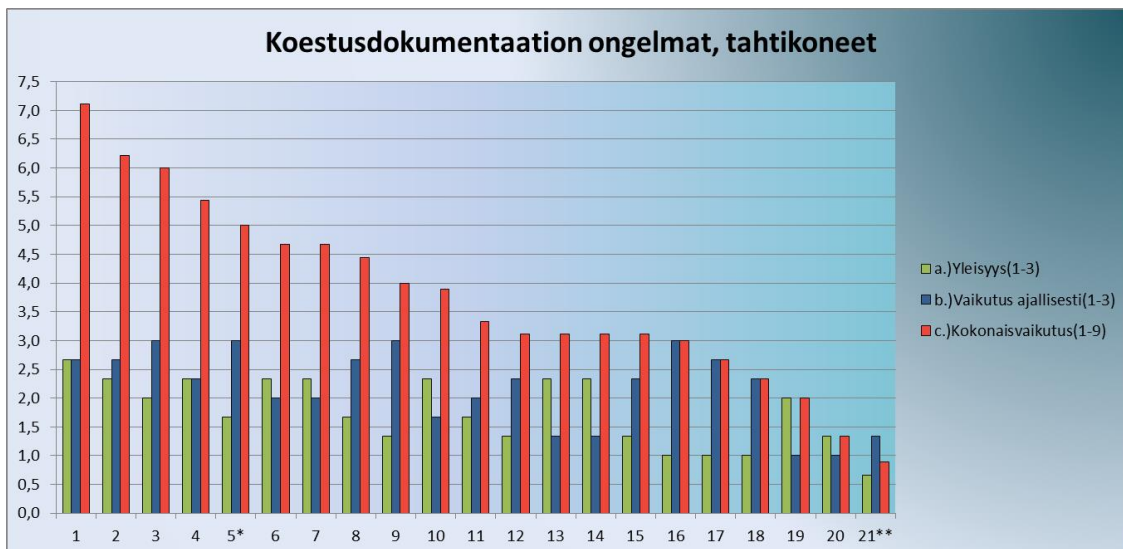
Hukkaa aiheuttavia ongelmia ilmeni Induktiokoneet-tulosityksikössä etenkin koestusohjelman tuottamisprosessissa. Tahtikoneet-tulosityksikössä suurimmat ongelmat ilmenivät pääosin testiraportin tuottamisprosessissa. Hukkaa aiheuttavien ongelmien laatua ilmentävissä kuvaajissa vaakarivin numeroita vastaa kutakin tietty ongelma. Kuvaajien pystysuuntainen muuttuja ilmentää ongelmien yleisyyden ja ajallisen vaikutuksen arvoja välillä 1-3 sekä kokonaisvaikutuksen arvoja välillä 1-9. Kuvaajat ovat kuvien (kuvat 8 ja 9) lisäksi liitteinä (liitteet 7 ja 8), joissa kaikki kuvaajien vaakarivien numerointia vastaavat ongelmat ovat lueteltuina. Hukkaa aiheuttavat ongelmat esitetään lisäksi kalantutokaavioissa (liitteet 9 ja 10), joissa ongelmat ovat kategorisoitu luokkiin menet, materiaalit ja tieto, koneet ja ohjelmistot sekä ihmiset ja viestintä.



Kuva 8. Koestusdokumentaatiossa hukkaa aiheuttavat ongelmat, Induktiokoneet

Yllä olevassa kuvassa (kuva 8) on Induktiokoneet-tulosyksikön ongelmien suuruusluokkia esittävä kuvaaja, jossa vaakarivin 18 numeroa vastaa kutakin tietty ongelma. Näistä osaa on avattu sattumanvaraisessa järjestyksessä seuraavaksi: Koestusohjelmaan halutaan muutoksia ensimmäisen revision jälkeen. Tästä seuraa tehdyn koestusohjelman päivittäminen, johon kuuluu lähes sama aika kuin dokumentin alusta asti tekemiseen. Tiedot muutoksista kulkevat projektinhoidon kautta koestamoon sähköpostitse.

Koestuksen raportointiin vaikuttaa puute AF-test-ohjelmassa. AF-test ei sisällä pohjia kaikille erikoistesteille, josta seuraa kyseisten testien manuaalinen raportointi. Tämä tarkoittaa käytännössä Excel- ja pdf-muokkausta. Ongelmaksi voi muodostua myös tapaus, jossa koestusohjelman tekoon tarvittavat kuvat eivät ole valmiina. Ongelma voi esiintyä, mikäli koestusohjelma halutaan tuotettavaksi poikkeuksellisen varhaisessa vaiheessa tilauksen jälkeen, jolloin suunnittelu ei ole välttämättä ehtinyt julkaista kyseisiä kuvia. Koestusohjelman tekoon vaikuttavat myös tilanteet, joissa ohjelman tekoon tarvittavat dokumentit sisältävät ristiriitaisia tietoja. Nämä tilanteet ovat todennäköisesti seurausta siitä, että osa koestusohjelman tekoon tarvittavista dokumenteista sisältää päällekkäisiä tietoja keskenään. Mikäli yhteen dokumenttiin tehdään versiomuutos, esimerkiksi koneen sähköisten arvojen päivitys, ei kaikki dokumentit välttämättä päivity samanaikaisesti. Tämä johtaa ristiriitaisiin tietoihin eri dokumenttien välillä. Oikean tiedon selvittämiseksi joudutaan konsultoimaan projektipäällikköä.



Kuva 9. Koestusdokumentaatiossa hukkaa aiheuttavat ongelmat, Tahtikoneet

Kuvassa (kuva 9) on Tahtikoneet-tulosyksikön koestusdokumentaation hukkaa aiheuttavien ongelmien suuruusluokkia esittävä kuvaaja. Kun tulosyksiköiden ongelmakuvaajien (kuvat 8 ja 9) pystypalkkien korkeuksia verrataan keskenään huomioiden pystyvirin tulosasteikko, voidaan todeta Tahtikoneet-tulosyksikön koestusdokumentaation sisältävän merkittävämpiä ongelmia kuin Induktiokoneet-tulosyksikössä.

Kuvaajan (kuva 9) vaakarivin 21 numeroa vastaa kutakin tietty hukkaa aiheuttava ongelma. Näistä osaa on avattuna sattumanvaraisessa järjestyksessä seuraavaksi: VT-lomake ja technical specification sisältävät ristiriitaisia tietoja. Tämä koestusohjelman tuottoon vaikuttava ongelma esiintyy myös Induktiokoneet-tulosyksikössä, ja ongelman esiintymisen mahdollistaa samaan tapaan kyseisten dokumenttien päällekkäiset tiedot. Koestusohjelman tekoon vaikuttaa myös tilanteet, joissa koneelle pyydetään ajettavaksi lajikoestus, vaikka rutiinikoestus riittäisi. Tapauksiin liittyy toimintatapa, jossa kone voidaan koestaa rutiinikoestuksena, mikäli tietyn aikarajan sisällä on vastaavalle koneelle jo suoritettu lajikoestus. Samantyyppinen tiedon kulun ongelma voi esiintyä myös tilanteissa, joissa koestamoon on ilmoitettu, että koneelle tehdään lajikoestus, mutta myöhemmin koestusohjelman teon jälkeen ilmoitetaan, että kyseiselle koneelle suoritetaan kappalekoestus. Tästä seuraa koestusohjelman uudelleen tuottaminen, sekä mahdollisten koneelle suoritettavien lajikoevalmistelujen purku ja siirto toiselle koneelle. Koestusohjelman tekoa hidastavat myös tilanteet, joissa Excel-koestusohjelmapihja ei sisällä jotakin testiä. Tästä seuraa kyseisen testin manuaalinen lisäys tulostettuun koestusohjelmaan.

Koestuksen raportointiin puolestaan vaikuttavat suuresti tilanteet, joissa mittauspöytäkirjassa tai sähköisessä mittausdatassa ilmenee puutteita, tai SF-test ei sisällä pohjaa raportoitavalle testille. Jälkimmäisestä seuraa aikaa vievää datan käsittelyä Excel- ja Matlab-ohjelmilla sekä pdf-muokkausta. Ongelma ilmenee myös Induktiokoneet-tulosyksikössä, mutta haastattelujen sekä kyselyistä muodostettujen kuvaajien perusteella Tahtikoneet-tulosyksikössä tämä ongelma on selvästi merkittävämpi. SF-test-ohjelman puutteet vaikuttavat etenkin erikoistestien raportointiin, ja toinen ongelma ilmeneekin tilanteissa, joissa SF-test sisältää pohjan tietyille testille, mutta pohja on puutteellinen. Joidenkin testien osalta SF-testin pohjaan voidaan lisätä vain yhden aaltomuodot, vaikka olisi tarpeen lisätä esimerkiksi viidet. Tästä aiheutuen jäljelle jäävät neljä aaltomuotoa joudutaan lisäämään raporttiin manuaalisesti, joka vie enemmän aikaa. Vaikka ongelma on tulosten mukaan harvinaisempi, on sen ilmetessään arvioitu vaikuttavan raportoinnin ajankäyttöön yksimielisesti paljon. Raportointiin vaikuttaa SF-testin osalta lisäksi se, ettei SF-test sisällä tietoa kaikista pumpumootoreista. Tämän vuoksi kyseiset tiedot joudutaan muokkaamaan raporttiin manuaalisesti.

Koestuksen raportin tuottamista hidastaa SF-test-ohjelman puutteiden lisäksi testitulosten kehittymättömät laskentatyökalut. Matlab-ohjelmaan ei ole tehty valmiita laskentamakroja tietyille testeille. Tämä aiheuttaa testitulosten manuaalista käsittelyä Excel- ja Matlab-ohjelmilla, joka vie enemmän aikaa kuin valmiilla laskentamakrolla suoritettu käsittely. Testit, joille valmista laskentamakroa ei ole, ovat lueteltuna liitteessä (liite 8). Ongelmana koettiin myös kaikille generaattoreille suoritettavan säätäjätestin laskennassa ilmenevä puute. Mikäli kyseessä on tuplasäätäjä, tallentuu pääsäätäjän ja vaihtosäätäjän vaihtotilanne erillisille käyrille, josta aiheutuu ylimääräistä Excel-ohjelman käyttöä raportoinnissa. Erikoistestien osalta raportointiin vaikuttaa ohjelmistojen puutteiden lisäksi puute toimintatapojen ohjeistuksessa. Osalle erikoistesteistä ei ole selkeää ohjeistusta testien mittaamiseen ja laskentaan, josta seuraa aikaa vievä oikeiden menetelmien selvittäminen.

### 5.3 Tulosityksiköiden prosessien keskinäinen vertailu

Koestusdokumentaatioprosessit sisältävät molemmissa tulosyksiköissä pääpiirteittäin samat työvaiheet. Pieniä eroavaisuuksia työvaiheissa kuitenkin ilmeni. Induktiokoneet-tulosyksikössä koestusohjelman tekoon tarvittava VT-lomake haetaan Oiva-ohjelmalla. Tahtikoneet-tulosyksikössä tämä tapahtuu VTRATTI-nimisellä ohjelmalla. Lisäksi lo-

make itsessään eroaa tulosityksiköiden välillä hieman toisistaan. Induktiokoneiden VT-lomake sisältää koestusohjelman tekoon tarvittavien kuvien numerot, joka nopeuttaa kuvien etsimistä FastFind-ohjelmalla. Kuvat löytyvät molemmissa tulosityksiköissä kuitenkin myös asiakasdokumentit-kansiosta, jossa Tahtikoneet-tulosityksikön kuvat ovat myös pdf-muodossa. Induktiokoneiden osalta kuvat ovat vain drw-muotoisia. Induktiokoneet -tulosityksikkö käyttää lisäksi order-dokumenttia, josta koestusinsinööri voi nähdä asiakkaalle luvatut testit. Tahtikoneet-tulosityksikössä tätä dokumenttia ei ole, mutta asiakkaalle myytyjä testejä voi tarkastella technical specification -dokumentista, tai erityisesti erikoistestien osalta myös Ajohanska-ohjelmalla.

Koestusohjelman raportoinnissa Tahtikoneet-tulosityksikössä on käytössä jo aiemmin tässä työssä mainittu toimintatapa, jossa koestusinsinööri luo SF-test-ohjelmaan koestettavalle koneelle testitulosohjan. Koestajat syöttävät mittaustulokset luotuun pohjaan. Induktiokoneet-tulosityksikössä koestusinsinööri luo vastaavan pohjan mittaustuloksille, mutta syöttää testien tulokset siihen itse. Koestusraporttia tehtäessä on Tahtikoneet-tulosityksikössä Matlab-ohjelman käyttöä yleisesti ottaen enemmän. Esimerkiksi kappalekoestetun induktiokoneen raportoinnissa ei Matlab-ohjelmaa tarvita lainkaan, kun taas vastaavan laajuisesti koestetun tahtikoneen kohdalla näin tapahtuu aina. Lisäksi koestetun koneen häviöiden laskenta on Tahtikoneet-tulosityksikössä työläämpää.

## 6 Pohdinta

Koestuksen dokumentaatioon vaikuttavat ongelmat ovat tulosten perusteella Tahtikoneet-tulosityksikössä selvästi merkittävämpiä kuin Induktiokoneet-tulosityksikössä. Etenkin koestusraportin tekoon vaikuttavien ongelmien määrä ja laatu toi eroa tulosityksiköiden välille. Tulosten perusteella voidaan sanoa raportoinnin ongelmien johtuvan pääosin raportointiin käytettävien ohjelmistojen puutteista. Koestusohjelman tuotossa puolestaan suurimmat ongelmat liittyivät yksinkertaistettuna kysymykseen: Mitä koestamolta pyydetään ja onko tämä pyyntö mahdollista toteuttaa?

Jotta tähän kysymykseen voisi vastata, tulisi ensin olla yksiselitteisesti tiedossa koestettavaksi tulevan koneen ominaisuudet, sekä mitä testejä kyseiselle koneelle halutaan suoritettavan. Nämä tiedot löytyvät useimmiten koestusohjelman tekoon tarvittavista dokumenteista, mutta tiedot eivät aina ole yksiselitteisiä. Kuten jo aiemmin on mainittu, sisältää osa dokumenteista päällekkäisiä tietoja, jotka voivat toisinaan poiketa

toisistaan. Tarkentavia tietoja pyydetessä ei projektipäällikköä välttämättä heti tavoiteta, jolloin seuraa odottelua kyseisen koestusohjelman tuottoprosessissa. Tarkentavia tietoja ei jouduta kysymään vain ristiriitaisten tietojen perusteella, vaan toisinaan osa tiedoista voi olla myös vaillinaisia.

Koestusohjelman tekoon tarvittavien tietojen saannin kehittämisessä ilmeni haastattelujen aikana parannusehdotus: tietoja joudutaan hakemaan eri dokumentista, eri poluista käyttäen eri ohjelmia, jonka vuoksi järjestelmässä voisi olla yksinkertaistamisen varaa, esimerkiksi tarvittavien dokumenttien tiivistäminen yhteen. Tämä idea on mielestäni hyvä. On kuitenkin huomioitava, että samoista dokumenteista saadaan oletettavasti tarvittavia tietoa myös muille tuotannon dokumentaation vaiheille.

Koestusohjelma luodaan automatisoidulla Excel-pohjalla, joka tuottaa syötettyjen tietojen perusteella koneelle dokumentin, joka on järjestetty koneelle suoritettavien testien mukaan ensimmäisestä testistä alkaen. Tätä menetelmää voisi mielestäni käyttää sähkökoneen tuotannon dokumentaatioissa myös laajemmin. Mikäli olisi kootusti tiedossa, mitä tietoja kukin osasto toiminnassaan tarvitsee ja kyseisten tietojen sijainti olisi tiedossa, olisi todennäköisesti mahdollista luoda koestusohjelman tekoon käytetyn Excel-pohjan tyyppinen esimerkiksi ”sähkökoneen tuotannon dokumentaatio” -nimisen tiedoston luova automatisoitu pohja. Dokumentissa olisi koestusohjelma-dokumentin lailla kohdat 1, 2,... jne., mutta suoritettavien testien sijasta dokumentti järjestyisi sähkökoneen valmistuksessa tehtävän dokumentaation työvaiheiden mukaan. Jokaisen työvaiheen 1, 2,... jne. alla sijaitsisivat kaikki kyseisen osaston toimintaan tarvittavat tiedot.

Oletettavasti jotkin tiedot esiintyisivät dokumentissa useammassa kohdassa, mutta automatisoinnin avulla dokumentin luonnissa kyseiset tiedot tarvitsi syöttää pohjaan vain kerran, jonka jälkeen pohja sijoittaisi kyseiset tiedot jokaisen sitä tarvitsevan osaston kohdan alle. Toimiessaan oikein dokumenttia ei eri osastoilla tarvitsi lukea alusta loppuun, vaan vain omaa osastoa koskevan kohdan lukeminen riittäisi. Lisäksi mahdollisten muutosten ilmetessä, tiedot muutoksista etenisivät dokumenttia päivitettäessä kaikille osastoille. Osa tiedoista, kuten projektin yleiset tiedot tai muut useammalla osastolla tarpeelliset tiedot voisivat sijaita kootusti vain yhdessä kohdassa esimerkiksi etusivulla.

Toinen haastatteluissa ilmennyt parannusehdotus liittyi koestamon kykyyn toteuttaa pyydetty koestus. Koestusohjelman tuoton yhteydessä koestusinsinööri voi joutua tie-



dustelemaan työnjohdolta tai käyttöpäälliköltä koestamon kapasiteettiin liittyviä asioita. Parannukseksi ehdotettiin tuotettavaksi listaa, josta ilmenisivät tarkat tiedot koestamon kapasiteetista. Idea on mielestäni hyvä ja sen toteuttamisen voisi mahdollisesti viedä myös pidemmälle. Listaa tarkasteltaessa tulee koestusinsinöörillä olla tiedossa, mitä koestamolta pyydetään. Tämä tieto sisältää käytännössä samat asiat kuin koestusohjelman tuotossa automatisoituun Excel -pohjaan syötettävät tiedot. Oletetaan, että koestamon kapasiteettia kuvaavat tiedot saadaan koottua sähköiseen muotoon. Mikäli kyseiset tiedot saataisiin lisäksi sisällytettyä esimerkiksi koestusohjelman tuottopohjaan, olisi mahdollista saada nopea vastaus koestamon kykyyn toteuttaa pyydetty koestus. Kyseinen automatisointi tuottaisi siis koestusohjelman lisäksi tiedot mahdollisista kapasiteettiin liittyvistä ongelmakohdista. Todennäköisesti kaikkien kapasiteettiin liittyvien tietojen muuttaminen sähköiseen muotoon olisi projekti jo itsessään, mutta saatu hyöty olisi pidemmällä aikavälillä varmasti merkittävä. Järjestelmän voisi mahdollisesti myös kehittää toimimaan niin, että jokaisesta ”ei ole mahdollista toteuttaa, koska...” -tapauksesta kerättäisiin tilastotietoa, jota voitaisiin hyödyntää suunniteltaessa koestamon kapasiteettiin liittyviä päivityksiä.

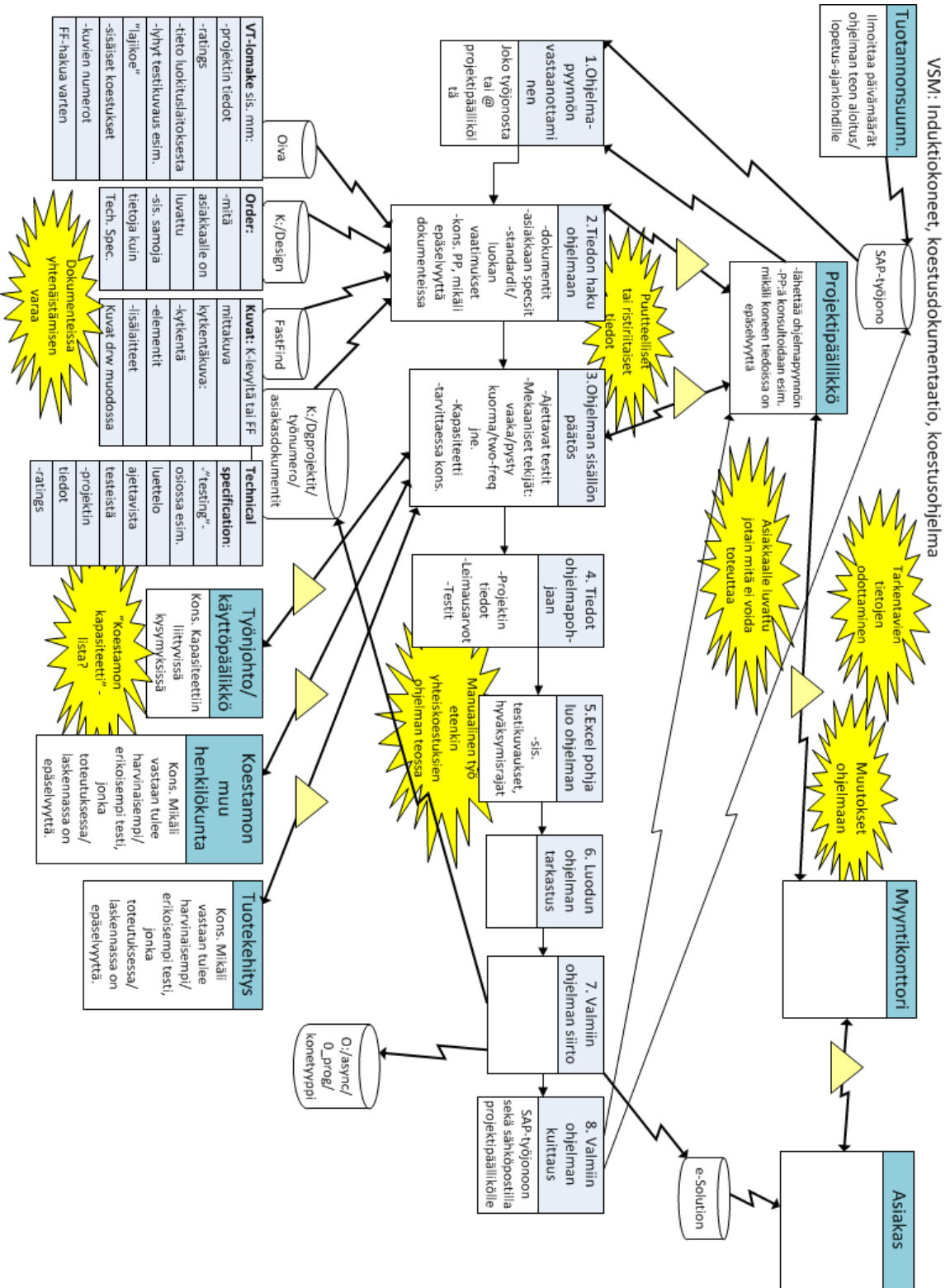
Haastatteluissa ilmenneet koestuksen raportointiin liittyvät kehitysideat koskivat pääosin raportoinnissa käytettävien ohjelmistojen puutteita. Haastattelujen mukaan AF/SF-test-ohjelmasta puuttui testien pohjia, ja ohjelma vaatisi päivityksiä etenkin erikoistestien osalta. Lisäksi puutteita ilmeni raportointivaiheessa käytetyissä laskentatyökaluissa. Mielestäni näiden ongelmien ratkaisuun tulisi panostaa. Raportointiin liittyen Tahtikoneet-tulosityksikön ongelmia kuvaavan kuvan 11 mukaan toiseksi suurimmaksi ongelmaksi koettiin mittauspöytäkirjan tai sähköisen mittadatan puutteet. Tätä ongelmaa ratkaistaessa tulisi mielestäni ottaa huomioon mahdollinen yhteys Tahtikoneet-tulosityksikön toimintatapaan, jossa koestajat syöttävät mittaustulokset SF-test-ohjelman pohjaan itse. Toimintatavan mahdollista muuttamista pohdittaessa tulee mielestäni huomioida jo aiemmin tässä työssä mainittu koestusinsinöörin arvio, ettei kyseinen toimintatapa juurikaan nopeuta koestuksen raportointia, sillä koestusinsinöörin tulee kuitenkin käydä koestajien tallentamat tiedot vielä läpi koestuksen raporttia tehdessään.

## Lähteet

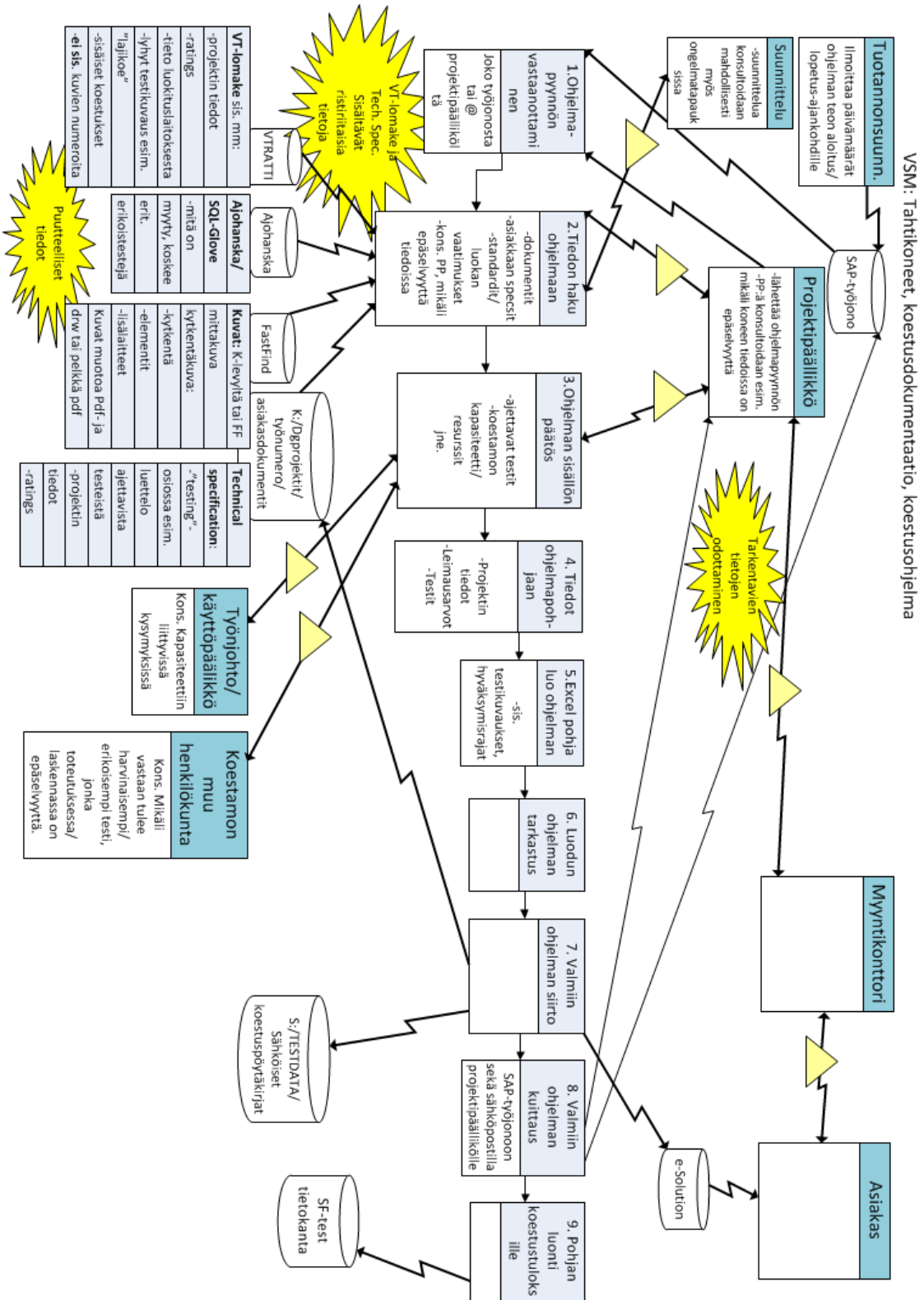
- 1 ABB Oy. ABB Suomessa. Verkkodokumentti. 2014a. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa> >. Luettu 3.8.2014.
- 2 ABB Oy. ABB-yhtymä. Verkkodokumentti. 2014b. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/yhtyma>>. Luettu 3.8.2014.
- 3 ABB Oy. Historia. Verkkodokumentti. 2014c. <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia>>. Luettu 3.8.2014.
- 4 ABB Oy. Our Businesses. Verkkodokumentti. 2014d. <<http://new.abb.com/about/our-businesses>>. Luettu 3.8.2014.
- 5 ABB Oy. Suomalaiset juuret: Strömbergin jalanjäljillä vuodesta 1889. Verkkodokumentti. 2014e <<http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/historia/suomalaiset-juuret>>. Luettu 3.8.2014.
- 6 Bicheno, John & Holweg, Matthias. 2009. The lean toolbox. The essential guide to lean transformation. 4th ed. Buckingham: PICSIE Books.
- 7 Eaton, Mark. 2013. The Lean Practitioner's Handbook. London, Philadelphia, New Delhi: Kogan Page.
- 8 Hirsjärvi, Sirkka., Hurme, Helena. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Helsinki University Press.
- 9 Hirsjärvi, Sirkka., Remes, Pirkko., Sajavaara, Paula. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- 10 Laamanen, Kai. 2001. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. Ideasta käytäntöön. Helsinki: Suomen Laatu keskus Koulutuspalvelut Oy.
- 11 Laamanen, Kai., Tinnilä, Markku. 2009. Prosessijohtamisen käsitteet. Terms and concepts in business process management. 4. uudistettu painos. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- 12 Liker, Jeffrey K. 2006. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi.
- 13 Tuomi, Jouni., Sarajärvi, Anneli. 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki: Tammi.
- 14 Tuominen, Kari. 2010. Lean. Kohti Täydellisyyttä. Helsinki: Readme.fi.

- 15 Tuominen, Kari. 2010. Tehoa ja laatua hukkan vähentämiseen. Helsinki: Read-me.fi.
- 16 Vilkka, Hanna. 2005. Tutki ja kehitä. Helsinki: Tammi.
- 17 Voehl, Frank., Harrington, James H., Mignosa, Chuck., Charron, Rich. 2014. The Lean Six Sigma Black Belt Handbook: Tools and Methods for Process Acceleration. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- 18 Womack, James P., Jones, Daniel T., Roos, Daniel. 2007. The Machine that Changed the World. New York: Free Press.

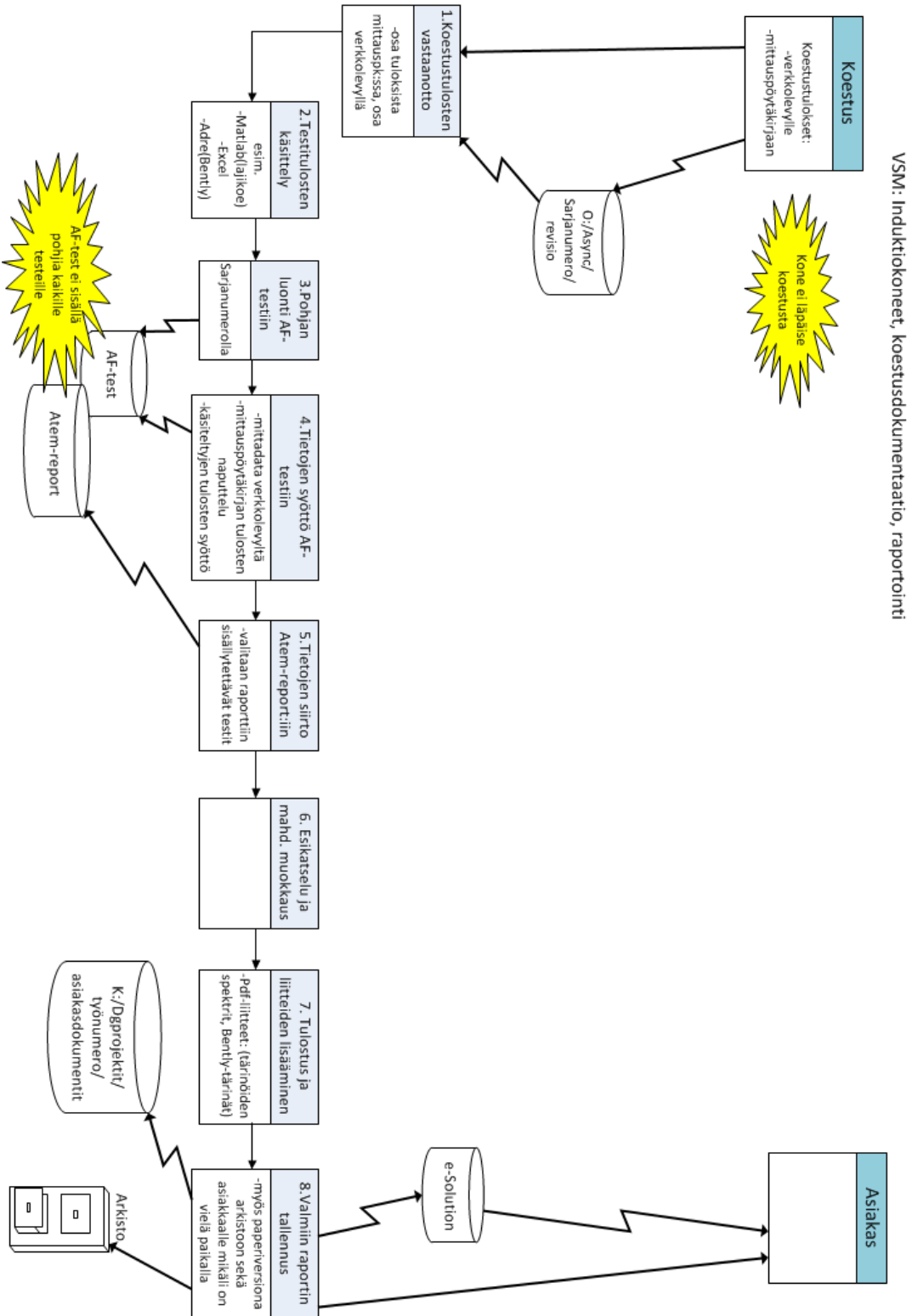
# Koestusohjelmajoinnissa, Induktiokoneet



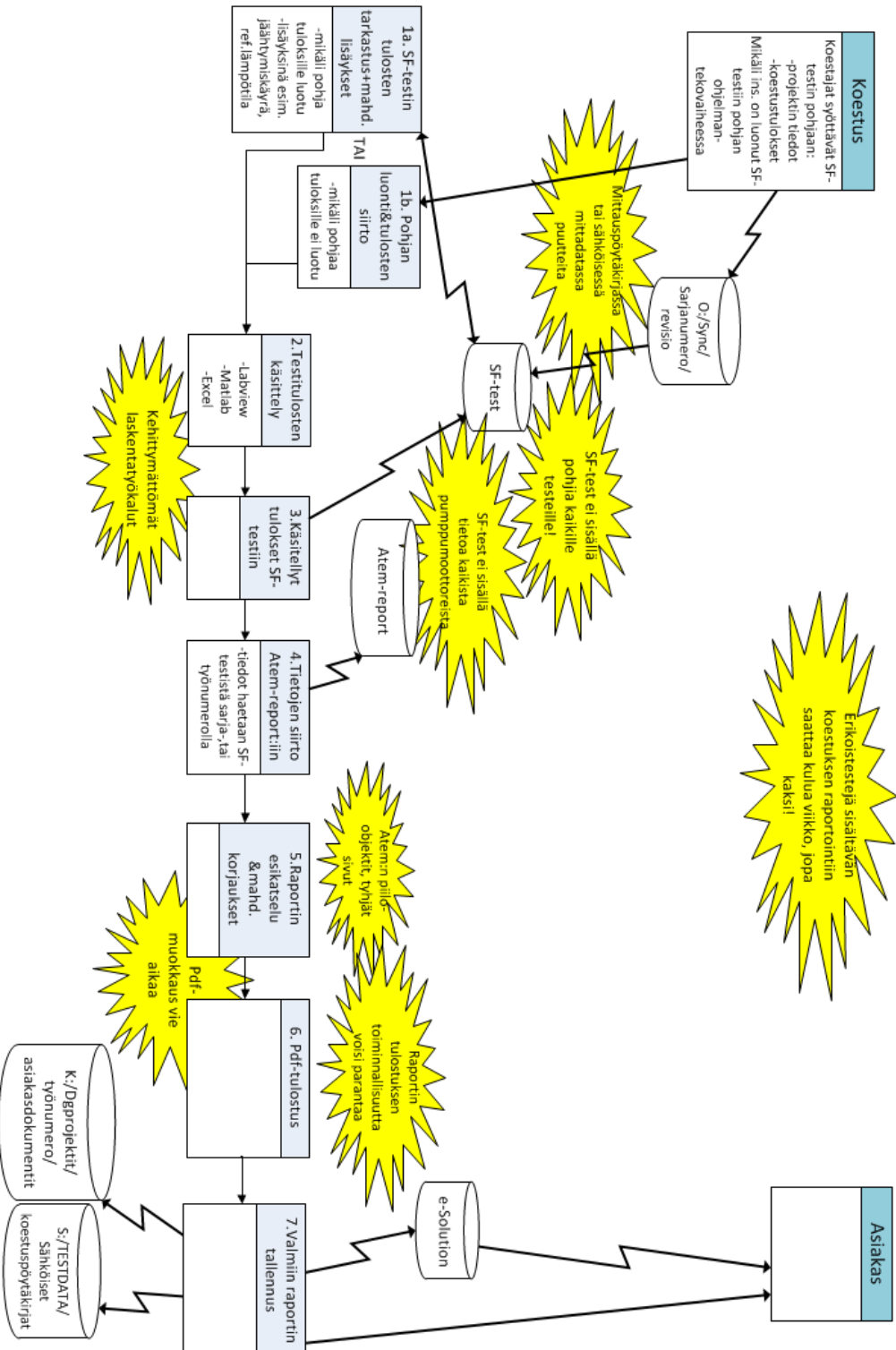
# Koestusohjelmaprosessi, Tahtikoneet



## Koestusraportointiprosessi, Induktiokoneet



## Koestusraportointiprosessi, Tahtikoneet



VSM: Tahtikoneet, koestusdokumentaatio, raportointi

