



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ESA-PEKKA HUHTANEN
MUUTOKSEN HALLINTA, TAPAUSTUTKIMUSTEN ANALYSOINTI

Kandidaatintyö

Tarkastaja: Antti Pulkkinen
Tarkastaja ja aihe hyväksytty

21. maaliskuuta 2018

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
2.	TAPAUSTUTKIMUS 1: KETTERYYS TUOTEKEHITYKSESSÄ.....	2
2.1	Referaatti: ketteryys tuotekehityksessä	2
2.2	Analysointi: ketteryys tuotekehityksessä	5
2.3	Mahdolliset parannukset: ketteryys tuotekehityksessä	6
3.	TAPAUSTUTKIMUS 2: VAIKEAT TUOTTEET	7
3.1	Referaatti: vaikeat tuotteet	7
3.2	Analysointi ja vertailu: vaikeat tuotteet	11
3.3	Mahdolliset parannukset: vaikeat tuotteet.....	12
4.	TAPAUSTUTKIMUS 3: RUOTSIN YRITYKSET	13
4.1	Referaatti: Ruotsin yritykset.....	13
4.2	Analysointi ja vertailu: Ruotsin yritykset.....	16
4.3	Mahdolliset parannukset: Ruotsin yritykset	17
5.	YHTEENVETO	18
	LÄHTEET	20

1. JOHDANTO

Muutoksen hallinta (Engineering Change Management) tarkoittaa mahdollisten muutosten suunnittelua, analysointia, hallintaa ja käyttöönottoa erilaisissa yritysten toiminnoissa ja tietojärjestelmissä. Ytimessään muutoksen hallinnan tarkoitus on tukea muutoksen käsittelyä ja jäljitettävyyttä yhdeksi toisiinsa liitettyiksi toimenpiteiden joukoksi. Tässä työssä tutkitaan ja analysoidaan muutoksen hallintaa. Työssä on tehty kolme referaattia eri tapaustutkimuksista muutoksen hallinnan aiheesta. Jokaista tapaustutkimusta on myös analysoitu ja tutkittu tarkemmin.

Työssä tutkitaan ja analysoidaan eri tutkijoiden tekemiä tapaustutkimuksia, ja verrataan niitä toisiinsa ja muuhun aiheen kirjallisuuteen. Työ keskittyy erityisesti muutoksenhallinnan kuuden pääkohdan tunnistamiseen ja arviointiin valituissa tapaustutkimuksissa. Nämä kuusi pääkohtaa ovat:

1. potentiaalisen muutokseen mahdollisuus
2. muutoksen analysointi
3. muutoksen arviointi
4. muutoksen suunnittelu
5. muutoksen käyttö
6. muutoksen uudelleenarviointi ja lopetus

Työn lopussa vastataan kysymykseen, miten kuutta pääkohtaa hyödynnetään eri tapaustutkimuksissa ja kuinka hyödyllisiä nämä vaiheet ovat muutoksen hallinnan kannalta.

Kandidaatintyön rakenne perustuu kolmeen tapaustutkimukseen. Jokainen työn luku alkaa esittelemällä käsiteltävä tapaustutkimus lyhyesti, jonka jälkeen tulee tutkimuksen referaatti. Referaatin jälkeen jokaista tutkimusta analysoidaan ja vertaillaan toisiin aiheen teksteihin. Tämän jälkeen jokaisesta tapaustutkimuksesta on kirjoitettu osuus, jossa kerrotaan mahdollisia parannusideoita tapauskohtaisesti. Työn lopussa tehdään jokaisesta tutkimuksesta ja sen analyysistä yhteenveto, jossa esitetään löydetty vastaukset asetettuihin tutkimuskysymyksiin muutoksen hallinnasta ja sen kuudesta pääkohdasta.

2. TAPAUSTUTKIMUS 1: KETTERYYS TUOTEKEHITYKSESSÄ

Ensimmäinen tapaustutkimus perustuu tutkimukseen *Enabling agility in product development through an adaptive engineering change management* [1] (tapaustutkimus 1). Tekstissä tutkitaan ketterää kehittämistä ja sitä, kuinka tärkeää muutoksen hallinnan käyttö on ketterän tuotannon kannalta. Tutkimuksen mukaan sen tarkoituksena on luoda mukautuva muutoksen hallintamalli nopeille muutoksille [1]. Ketterässä kehityksessä tarkoituksena on jakaa kehittäminen lyhyisiin iteraatioihin ja pitää suora yhteys muihin projektissa työskenteleviin osiin. Ketterää kehittämistä hyödynnetään paljon tietokoneohjelmien kehittämisessä [2], mutta tutkimuksessa halutaan tuoda esiin ketterän kehittämisen hyödyntäminen fyysisten tuotteiden suunnittelussa.

2.1 Referaatti: ketteryys tuotekehityksessä

Tutkimuspaperi alkaa kertomalla innovatiivisen tuotekehityksen tärkeydestä nykyajan markkinoilla ja kertoo ketterän tuotekehityksen toimintatavasta yleisellä tasolla: miten sen käyttämisellä saadaan vähennettyä epävarmuutta markkinoilla ja teknisen toteutuksen osalta. Ketterän tuotannon lisäksi tutkimus esittelee muita tuotantoprosesseja, kuten deterministinen-normatiivinen kehitys. Tutkimus tuo esiin näiden tuotantoprosessien ongelmia ja kertoo, miten epävarmuuden vähentämisestä olisi suuri hyöty näiden prosessien kannalta. Tutkimus kertoo myös, miten ulkoisten ja sisäisten lähteiden hyödyntämistä tulisi hyödyntää tilaisuuksina systemaattisesti parantaa järjestelmän suunnittelua. Näin saadaan nopeaa palautetta suunnitteluosastoille. Tämän pohjalta sanotaan, että ketterän kehityksen yhdistäminen tehokkaan muutoksen hallinnan kanssa luo mahdollisesti lyhyemmän markkinointiajan ja tasaisemman ylösajon. [1]

Tämän jälkeen tutkimus kertoo nopean tiedonsiirtymisen tärkeydestä. Erityisesti tiedonsiirto suunnittelusta tuotantoon ja työntekijähenkilökunnalta suunnitteluun ovat erityisen tärkeitä. Isommaksi ongelmaksi tulee, että strategiat ja lähestymistavat eivät tarjoa yksityiskohtaista, tehokasta ja kestäväää ratkaisua tehokkaaseen muutokseen hallintaan. Tämän jälkeen tutkimus tuo esiin kysymyksen muutoksen hallinnasta ketterässä suunnittelussa, jotta voidaan suunnittelun ja tuotannon tehokkaan vuorovaikutuksen kautta saada nopea tuotteiden optimointi. [1]

Seuraavaksi esitellään lyhyesti, miten tutkimus on suoritettu, ja muita taustatietoja. Esiin tuodaan, että siinä on käytetty hyväksi aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja tutkittavan yrityksen työntekijöitä. Tässä kohtaa esitellään myös tutkimuksen kohde ja milloin se on aloitettu. Tällöin myös tuodaan esiin, että tutkimuksessa pyritään korjaamaan ongelma tehostomassa muutoksen hallinnassa, joten tutkimus keskittyy suunnittelun ja tuotannon välisen yhteistyön ongelmien analysointiin. [1]

Tutkimuksen seuraava osa on erityisen tärkeä, sillä siinä kerrotaan sen tuloksista ja keskusteluista. Ensimmäiseksi tuodaan esiin, miten tutkimuksen suorittaminen ja kirjallisuuden analysoiminen ovat parantaneet aihealueen ongelmien ymmärtämistä. Tämän perusteella ehdotetaan ongelmien jakamista kolmeen eri kategoriaan: kommunikointiin, pro-

sesseihin ja rooleihin sekä tiedon rakenteisiin. Tämä jako perustuu uskoon siitä, että näiden kategorioiden sisällä olevat ongelmat ovat ratkaisevia laadukkaan ja nopean tietorakenteen tekemiseen suunnittelun ja tuotannon välillä. [1]

Ensimmäinen kategoria, kommunikointi, johtuu pääosin henkilökunnan ja suunnitteluosaston välisistä kommunikoinnin esteistä. Nämä esteet aiheuttavat puutteellisen, harhaan ohjaavan ja käsittämättömän tiedon kertymistä. Nämä johtuvat asiaan liittyvän tiedon huonosta saatavuudesta, standardien puuttumisesta ja vähäisestä järjestelmällisestä tuesta ja henkilökunnan tehtävien laajuuden epäselvyydestä. Tiedon huono saatavuus johtuu siitä, että prototyypivaiheessa perusmetatieto ei usein ole saatavilla tuotantoryhmille. Tämä tapahtuu, koska halutaan välttää työtä ja vaivaa tämän tiedon tekemisestä fyysiseen muotoon. Standardien puuttuminen ja vähäinen järjestelmällinen tuki osuudessa käytetään tutkittavaa yritystä esimerkkinä. Tutkittavassa yrityksessä tuotekohtaisen vian sattuessa ongelma merkitään tuotteen piirustukseen. Tästä aiheutuu useita ongelmia, kuten rakenteen puuttuminen tiedonsiirtämisestä ja lukukelvoton käsiala. Näiden lisäksi nähdään paljon vaivaa tiedon digitalisointiin, mutta sen käyttö henkilökunnalla on vähäistä prototyypivaiheessa. Tämä johtuu ajan aiheuttamasta paineesta ja hallinnollisesta vaivasta, jotka liittyvät digitalisoinnin valmistumiseen. Henkilökunnan tuntematon tehtävälaajuus johtuu rutiinitehtävien muuttumisesta sääntely- ja ohjaustehtäviksi. Tämä puolestaan lisää vaatimuksia ongelmanratkaisuun, viestintään ja itseorganisointiin. Käytännössä tämä on johtanut työntekijöiden ylläilyyn lisäntyvän vastuun takia. [1]

Toinen kategoria tutkimuksen esittämissä ongelmissa ovat prosessit ja roolit, mitkä saavat alkunsa siitä, että organisaatorakenteet ja työnkulku eivät useinkaan ole mukautettu tiettyihin vaiheisiin. Tämäkin kategoria jaetaan osaongelmiin samalla tavalla kuin kommunikoinnissa. Nämä osaongelmat ovat puuttuvat tai liian jäykät ja tehottomat prosessit ja lukuisat organisaatioliittymät, epäselvät roolit ja vastuut. Prosessien suunnittelu on tärkeää, kun luodaan yhteistyötä eri osastojen välillä ensimmäistä kertaa. Tällöin ongelmina ovat usein selkeät kanavat ongelmien välittämiseen puuttuvat tai ne ovat liian muodollisia ja byrokraattisia. Lukuisat organisaatioliittymät, epäselvät roolit ja vastuut puolestaan korostuivat tutkittavassa yrityksessä niin, että yritysrakenne on liian hierarkkinen nopeaan päätöksentekoon ja ei ole selvää käsitystä prosessin omistajasta. Näiden kahden ongelman yhdistelmä johtaa tilapäisiin ongelmanratkaisuihin, väärinkäsityksiin ja päätösten lykkäämiseen. [1]

Kolmantena ongelmana on tietorakenneongelma, joka johtuu prosessien välisistä tiedonsiirroista. Tutkimuksen mukaan suunnittelupuolella data pohjautuu pitkälti computer-aided designin (CAD) hyödyntämiseen, kun taas tuotantopuolella käytetään erillistä ohjelmaa tuotannon suunnittelussa. Tästä seuraa kahden osaston datamuotojen yhteensopimattomuus ja datan jaon monimutkaistuminen. Tässäkin kategoriassa on osa ongelmia, jotka on esitetty seuraavalla tavalla: laadukkaan digitaalisen geometrisen datan puute, sekä läpinäkyvä ja epä johdonmukainen tiedonhallinta. Laadukkaan digitaalisen geometrisen datan puutteen ongelmat tutkittavassa yrityksessä johtuivat manuaalisista tiedonsiirroista suunnittelun ja tuotannon välillä. Näitä ongelmia ovat esimerkiksi mediahäiriöt 2D-piirustusten muodossa, jotka on johdettu alkuperäisestä 3D-mallista johtuvat epätarkkuuksiin. Tämän lisäksi on tulkintavirheitä, kun piirustukset on luotu tuotantoa varten. Läpinäkyvä ja epä johdonmukainen tiedonhallinta johtuu eri osastojen eri näkemyksistä ja erilaisista tiedon hallintasovelluksista. Tietojen vertaaminen ja siirtäminen järjestelmästä toiseen on välttämätöntä, mutta erittäin aikaa vievää ja virheille altis prosessi. Niinpä

suunnittelumuutosprosessi johtaa epäjohdonmukaisuuksiin ja tietojen avoimuuteen datanhallintajärjestelmissä. [1]

Tutkimus esittää seuraavaksi tuloksensa tästä tapaustutkimuksesta. Tuloksena tunnistettiin kokonaisvaltainen prosessi, joka voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri kypsyysasteeseen. Tässä uudessa ketterässä lähestymistavassa fyysinen tuotekehitys muuttuu vähitellen rajoittavammaksi ja kontrolloivammaksi. Sen lopussa toimitetaan täysin dokumentoitu tuote valmiina sarjan nousuun ja sertifiointiin. Ensimmäisessä kypsyysasteessa aloitetaan suunnittelu nollassa. Tämän vaiheen pitää olla sopiva radikaaleihin innovaatioihin ja suureen epävarmuuteen. Tämä vaihe on kolmesta vaiheesta ketterin, ja dokumentointia on vähän. Tämän vaiheen lopputuloksena saadaan simulaatioita, malleja ja toiminnallisia osajärjestelmän prototyyppijä. Toinen kypsyysaste on olemassa lähinnä siirtovaiheena hyvin ketterän ja jäykän vaiheen välillä. Tämän vaiheen alkuosa on tarkoitettu vahvistamaan osajärjestelmien vuorovaikutus ja niiden rajapinnat. Progressiivisesti on välttämättömää aloittaa siirtymävaiheen valmistusprosessit ja optimoida osaluettelopohjat (Bills of material). Toisen vaiheen lopputuloksena saadaan funktionaaliset tuotteet, jotka ovat valmiita siirtymään esisarjan tuotantoon vaiheessa kolme. Vaiheessa kolme suunnittelu on tehty vastaamaan sertifiointien vaatimukset, vaaditaan yksityiskohtainen dokumentaatio ja muutoksen hallinta pitää olla hyvin ohjattua. Tällöin siirrytään sarjatuotantoon. Kolmannen vaiheen tuloksena saadaan tuote, joka on valmis lähetettäväksi asiakkaalle. Tämän kaltaiset tuotteet ovat tarkoitettu suurten volyymien sarjatuotantoihin. [1]

Tutkimuksen tarkoituksena on luoda rakenne tehokkaalle muutoksen hallinnalle ketterässä tuotantoympäristössä. Rakenne on suunniteltu näiden havaintojen perusteella, ja tämä on seuraava asia, jota tutkimus käsittelee. Malli pitää suunnitella välttämään tutkimuksessa aiemmin mainittuja ongelmia. Näitä kolme ongelmakategoriaa käytetään siis suunnitteluelementteinä. Sopiva malli vaatii viestintävälineiden sisältöön liittyvien tietojen saatavuutta, standardit dokumentointia varten pitää antaa ja työtätekevää henkilökuntaa pitää kannustaa kommunikointiprosessissa. Prosessin tehokkuuden kannalta niitä on muokattava vastaavasti, ja organisaation jäsenillä on oltava selkeä käsitys vastuualueestaan. Virheettömän tiedonhallinnan saamiseen geometrinen data on digitalisoitava, ja sovellusjärjestelmissä on oltava yhteiset tietorakenteet. Toinen ratkaiseva tekijä mallin käyttöön on kyky vaihtaa vaiheiden yksi, kaksi ja kolme välillä. [1]

Rakenteen määrittämisen jälkeen tutkimuksessa käsitellään tämän rakenteen käyttöä. Tutkimuksessa annetaan tarkka malli rakenteen käytöstä. Prosessin missä tahansa vaiheessa CAD ja tuotteen elinkaaren hallintadata suunnitteluosastolta on saatavilla mobiililaitteiden avulla. Tämän lisäksi mallipohjaista määritelmän pohjalta suunnittelu osastolla tarkennukset määritellään ja lisätään CAD:iin geometrinen mittojen ja toleranssien avulla. 2D-piirustusten tiedot digitalisoidaan. Epävirallinen ja puolivirallinen palaute nähdään sopiviksi, koska kyseessä on vähän dokumentoiva ketterä vaihe. Suunnittelija on jatkuvasti yhteydessä tuotantotyöntekijöihin ja jatkuvasti integroi heidän palautettaan suunnitteluun. Myöhemmissä vaiheissa kaikki tarvittava tieto on saatavilla suoran linkin kautta ja valokuvat selityksien kanssa on lisätty tuoteisiin. Keskivaiheessa prosessit ja roolit on päätetty informaation tarpeen perusteella organisaation sisällä, ja tuotannon kannalta on vähän oleellista informaatiota. Lähestyessä sarjatuotantovaihetta tarvitaan enemmän osastoja osallistumaan ja ylimääräistä laadunvarmistusta. Loppupuolella on oltava riittävä datarakenne eri vaiheista saatavaa kasvavaa datatarvetta varten. Kypsyysvaiheen

kasvamisen takia on myös otettava huomioon kaupalliset näkökohdat, jotka liittyvät tuotannon suurempaan määrään. Tämän lisäksi prosessisuunnitelmat, resurssit, työohjeet ja tavoitteajat tulevat oleellisiksi. [1]

2.2 Analysointi: ketteryys tuotekehityksessä

Tässä alaluvussa esitetään analyysi tapaustutkimuksesta 1 [1]. Aloittaen tapaustutkimuksen analysoinnin kuuden pääkohdan kannalta, jonka jälkeen tapaustutkimusta analysoidaan yleisemmällä tasolla. Tapaustutkimusta analysoidaan myös muun aiheeseen perustuvan kirjallisuuden ja tutkimusten avulla. Loput tapaustutkimukset käsitellään samalla tavalla.

Ensimmäisenä kuudesta pääkohdasta on potentiaalisen muutoksen mahdollisuus. Tämä pääkohta sisältää kaikki syyt, jotka aiheuttavat muutoksen syntymisen. Tämä voi esimerkiksi olla asiakkaan uusi tarve tai vika tuotteen rakenteessa. Yleensä muutoksia halutaan välttää, koska näistä aiheutuu lisää työtä. Tapaustutkimus 1 on kuitenkin eri mieltä. Tapaustutkimus 1 kehottaa ihmisiä näkemään nämä potentiaaliset muutokset mahdollisuuksina parantaa järjestelmän suunnittelua ennen kuin ylösajovaihe saavutetaan [1]. Tämä on mielenkiintoinen näkemys aiheesta, joka yleensä nähdään useissa tutkimuksissa riesana.

Seuraava pääkohta on muutoksen analysointi. Tämä kohta sisältää muutoksen kannattavuuden arvion. Tapaustutkimuksessa 1 keskitytään muutoksen hallinnan ongelmiin ja haasteisiin. Nämä ongelmat ja haasteet voidaan yhdistää tähän ja seuraavaan pääkohtaan muutoksen arviointiin, jossa tehdään päätös muutoksen käyttöönottamisesta. Molemmat vaiheet sisältävät paljon analysointia ja tarkkailua, joten kaikenlaiset ongelmat häiritsevät tätä toimintaa. Tämä koskee erityisesti kommunikoinnin ongelmia. Artikkelin mukaan informaatiopalaute kaupasta suunnitteluosastolle on usein epätäydellistä, harhaanjohtavaa ja käsittämätöntä [1]. Muutoksia ja näiden hyödyllisyyksiä analysoidessa informaatiokulku on tärkeää. Hintahyötysuhteen ja muutoksen arvioiminen vaikeutuvat, kun saatavilla oleva tieto on virheellistä tai sitä ei päästä lukemaan. Hyvällä kommunikoinnilla nämä vaiheet saadaan suoritettua nopeammin ja virheellisiä päätöksiä tehdään vähemmän. Tämä nopeuttaa yrityksen toimintaa ja vähentää yrityksen kuluja.

Neljäntenä pääkohtana tutkitaan muutoksen suunnittelua. Tässä kohdassa arvioidaan tapahtuvan muutoksen mahdollista laajuutta. Pienikin muutos voi vaikuttaa moneen yrityksen osastoon. Tapaustutkimuksessa 1 tämän voi huomata suunnittelun ja tuotannon välisestä kanssakäymisestä [1]. Kommunikointi on siis tässäkin pääkohdassa olennaista. On tärkeää saada tieto kulkemaan eri osastojen välillä hyvin, jotta muutoksen laajuudesta ja vaikutuksesta tullaan tietoiseksi mahdollisimman nopeasti. Tapaustutkimus 1 ehdottaa oman tapauksensa ratkaisuksi, että missä tahansa vaiheessa CAD-tiedot ja tuotteen elinkaarenhallinnan tiedot ovat suunnitteluosaston saatavilla mobiililaitteiden avulla [1]. Tiedon jakaminen eri osastojen välillä tunnetaan usein vaikeaksi monissa yrityksissä. Tämä on kuitenkin saatava toimimaan mahdollisimman hyvin, jotta mahdolliset viat muiden osastojen kohdalla saadaan huomioitua.

Viidentenä pääkohtana tutkitaan muutoksen käyttöä. Tämä kohta sisältää kaikki muutokset yrityksen prosesseihin ja toimintoihin, jotka syntyvät halutusta teknisestä muutoksesta. Tapaustutkimus 1 ei sisällä selvää yhteyttä tähän vaiheeseen. Tämä johtuu osittain siitä, että tapaustutkimus ei käsittele tutkittavan yrityksen eri prosesseja yksityiskohtaisesti.

Viimeisenä pääkohtana tutkitaan muutoksen uudelleenarviointia ja lopetusta. Tällöin tarkistetaan viimeisen kerran muutoksen hyödyllisyys ja muutossykli suoritetaan loppuun. Tapaustutkimuksessa 1 ei löytynyt kohtaa, mikä olisi yhteydessä tähän vaiheeseen. Tämä voi johtua osittain siitä, että tapaustutkimus oli julkaisuhetkellään vielä käynnissä.

Tapaustutkimus 1 on lyhyt artikkeli, mutta tämä voi johtua aiemmin mainitusta tutkimuksen käynnissä olosta. Rakenteeltaan raportti vastaa tavallista tapaustutkimusraporttia ja on samanlainen muiden tutkimusten kanssa [3,4,5]. Tutkimuksessa esitetty näkökanta, jonka mukaan potentiaaliset muutokset pitäisi nähdä mahdollisuuksina parantaa järjestelmän suunnittelua [1], on kohtuullisen harvinainen näkemys. Useat tutkimukset näkevät potentiaaliset tulevat muutokset kustannuksia aiheuttavina häiriöinä [3, 6]. Muutokset aiheuttavat paljon paperityötä, joka puolestaan kuluttaa työaikaa. Muissakin tutkimuksissakin on silti todettu, että näistä teknisistä muutosilmoituksista on hyötyä esimerkiksi turvallisuuden, hinnan, tuotettavuuden, käytettävyyden ja korjattavuuden parantamisen kannalta [3]. Verrattuna muihin muutoksen hallinnan tutkimuksiin, tapaustutkimuksessa ei käsitelty tuotetietojen hallintaa. Tämä on omitusta, koska tutkimuksessa puhuttiin CAD-ohjelmistoista ja tuotetietojenhallinta on yleensä yhdistetty muutoksen hallinta tutkimuksiin. Tapaustutkimus suoritettiin haastatelluilla ja prosessien tarkkailuilla [1]. Nämä tutkimustavat ovat kohtuu yleisiä ja soveltuvat muunkinlaisiin tutkimuksiin. Tutkimuksen havaitsemat muutoksen hallinnan ongelmat kommunikoinnin, prosessien ja datarakenteen kohdalta voidaan huomata muissakin tutkimuksissa [6]. Tutkimuksen tulokset tarjoavat uuden rungon mukautuvaan muutoksen hallintaan, jonka avulla ketterää tuotekehitystä pitäisi pystyä hyödyntämään [1]. Tutkimuksen aihe on kohtuullisen moderni. Tämän takia on vaikea löytää tutkimusta joka olisi vertailtavissa tämän tuloksen kanssa. Yleisesti ratkaisu vaikuttaa pätevältä ja vastaa tutkimuksen antamia vaatimuksia mukautuvasta muutoksen hallinnasta [1]. Tarvitsee kuitenkin muistaa, että tutkimus on vielä kesken ja tutkimuksen tarjoama runko on siis osittain teoreettinen.

2.3 Mahdolliset parannukset: ketteryys tuotekehityksessä

Tässä alaluvussa esitetään lyhyesti tapaustutkimukseen 1 mahdollisia parannuksia. Parannukset liittyvät raportointiin, tutkimuksen suorittamiseen ja yleiseen tutkimukseen. Yleisellä tutkimuksella tarkoitetaan raportin uskottavuuden ja esittämisen parantavia asioita.

Raportointimielessä olisi kannattanut hyödyntää tuotetietojen hallintaa. Tuotetietojen hallinta on olennainen osa muutoksen hallintaa ja tätä hyödynnetään useissa tutkimuksissa [3, 6, 7]. Tutkimuksessa tutkittiin uuden rungon käyttöönottoa. Tämän kaltaisissa tutkimuksissa voidaan myös hyödyntää erilaisia mallinnussysteemejä [6]. Yleisellä tasolla tutkimus vaikuttaa uskottavalta, mutta uskottavuutta laskee paljon tutkimuksen keskenäisyys.

3. TAPAUSTUTKIMUS 2: VAIKEAT TUOTTEET

Tämän luvun tapaustutkimus perustuu tutkimukseen *Managing and supporting product life cycle through engineering change management for a complex product* [6] (Tapaustutkimus 2). Tekstissä tutkittiin automaattisia junajärjestelmiä yrityksessä. Tarkoitus on kertoa, miten monimutkaisten tuotteiden elinkaarta voidaan hallita ja tukea muutoksen hallinnan avulla. [6]

3.1 Referaatti: vaikeat tuotteet

Artikkeli alkaa kertomalla teknisen muutoksen oleellisuudesta kaikissa tuotesuunnittelu ja tuotantotoiminoissa. Tuotesuunnittelussa havaittiin teknisen muutoksen lisääntyvän tuotesuunnittelun lopussa. Tämä on rinnakkaissuunnittelun ja samanaikaisen suunnittelun päätapaus. Artikkeli esittää, että noin 70% tuotesuunnittelun kuluista tapahtuu loppuvaiheissa. On myös huomattu tuotesuunnittelun loppupuolen kustannusten olevan kalliimpia verrattuna alkupuolen kustannuksiin. Kaikkien ulkoisten muutosten ennakointi on mahdollonta, mutta sisäisten muutosten minimointi on useiden rinnakkaissuunnittelulähestymistapojen ja samanaikaisensuunnittelu lähestymistapojen päätavoite. Tutkimuksessa oletetaan teknisen muutoksen olevan kriittisessä asemassa tuotteen muokkauksen ja tuotestrategian ylläpitämisen kannalta koko elinkaaren ajan, ja pitkäikäisille tuotteille tekninen muutos on välttämätöntä. Tämä koskee esimerkiksi junia ja lentokoneita. Nämä muutokset ovat välttämättömiä useiden syiden takia, kuten teknologian ja vanhojen osien muuttuminen. Johtopäätöksenä siis tekniset muutosilmoitukset ovat keskeisiä kaikkien tuotteiden elinkaarissa ja näiden vaikutus riippuu tuotteen pääomavaltaisuudesta. [6]

Siirrytään seuraavaksi artikkelin tavoiteisiin tarkemmalla tasolla. Tutkimuksessa pyritään ymmärtämään suunnittelua ja teknistä muutosta automatisoiduille junille eräässä yrityksessä. Artikkeli antaa ratkaisuja yrityksen ongelmiin muutoksen hallinnassa ja tämän parempaan hyödyntämiseen. Nämä ratkaisut ovat enimmäkseen päteviä ainoastaan kyseiselle yritykselle, mutta sisältävät myös yleispäteviä ratkaisuja. Tutkimus uskoo, että jos katsomme muutoksen hallintaa elinkaaren hallinnan kannalta, tulee tarpeelliseksi standardisoida esittämistapoja, jotka ovat kattavampia kuin tällä hetkellä käytettävissä olevat. Artikkeli myös tuo esiin ongelman kommunikoinnissa eri ryhmien välillä suunnitteluprosessin aikana. [6]

Seuraavaksi esitellään tarkempaa tietoa tutkimuksen aiheesta ja kohteesta. Ensimmäisenä kerrotaan määritelmä tekniselle muutokselle, jota artikkelissa käytetään. Teknisellä muutoksella tässä tarkoitetaan tuotteen tai tuotevalikoiman eritelmän nykyisen tilan muutosta, joka johtuu yhteensopimattomuuksista tuotekehityksen, tuotannon ja huollon eri osa-alueiden välillä. Artikkelin määritelmä tekniselle muutokselle sisältää myös markkinoiden, asiakkaiden mieltymysten ja valmistusmenetelmien muutokset. Samaan määritelmään kuuluu myös myyjien vaihtuminen, toimittajien vaihtumien ja muutokset, jotka johtuvat ihmisen suunnitteluvirheistä. Näiden muutosten ajoitus vaihtelee koko elinkaaren ajan suunnittelun alkuvaiheista aina tuotteen poistoon. Artikkelin tutkimus keskittyy juniin, ja siinä esitetään kolme konseptia teknisistä muutoksista suurille infrastruktuurituotteille. Tämän perusteella on olemassa teknisiä muutoksia, jotka tapahtuvat ensimmäisen tuot-

teen suunnittelun / asennuksen aikana, seuraavan mukautetun mallin aikana, kun mukautus on luotu ja kun nämä uudet muunnellut luodaan erilaisiin muutoksiin. Artikkelin usko, että on olemassa suora yhteys tuotteen monimutkaisuuden ja sukupolvien välisen linkaaren välillä. [6]

Seuraavaksi kerrotaan tapaustutkimus yrityksen taustasta ja muutoksen hallinnan tarpeesta. Tutkittava yritys on vastuussa automaattisten- ja joukkoliikenne järjestelmien suunnittelusta ja toimituksesta. Näillä kahdella on hyvin erilaiset piirteet ja yrityksellä on enemmän hallintaa automaattisten systeemien tuotetiedoista. Tämän takia tapaustutkimus keskittyy ainoastaan automaattisiin systeemeihin. Tällä alalla tuotekehitys on lähinnä muutoskeskeinen, jotta voidaan tyydyttää tarve tuottaa halutut eri variaatioita tuotteista. Muutokset ovat luontaisia, mutta näiden muutosten hallinta on olennaista ja kriittistä eri varaosien kustannusten ja logistiikan takia. [6]

Tämän jälkeen kerrotaan suunnittelun määrittelyprosessista, jonka ymmärtäminen on oleellista teknisen muutoksen syntymisen ymmärtämiseen. Tämä prosessi on ensisijainen prosessi, joka perustuu täydellisten kauttakulkujärjestelmien suunnitteluun. Prosessissa koko järjestelmä jaetaan pienempiin osiin ja tästä vielä komponenttien määrittelyyn. Tämän tarkoitus on kokeilla komponenttien yhteensopivuutta. Tämän jälkeen, kun järjestelmän yleinen konfigurointi on valmis, prosessi otetaan käyttöön vain sellaisten muunnelmien mukauttamiseksi, jotka edellyttävät täydellistä uudelleensuunnittelua. Tällöin kaikki kommunikoinnissa tapahtuvat virheet voivat aiheuttaa teknisen muutosilmoituksen. Artikkelin esittää prosessin tiedonkulun, joka on hyvin monimutkaista. Tiedon pääasiainen kulku on eri osastojen, johtavan insinöörin, toimittajien ja myyjien välillä. Tämä monimutkainen tiedonkulkusysteemi on myös altis teknisille muutosilmoituksille. Tämä johtuu siitä, että tekninen muutosilmoitus voi syntyä, jos näiden yksiköiden välisessä tiedonkulussa tapahtuu virhe. Artikkelin mukaan suunnitteluinsinöörien on pakko käyttää projektin tehtäväkansiota päätiedonlähteenä ja itse yrittää täyttää puuttuvat tiedot. Artikkelin mukaan nämä puutteelliset tiedot projektin tehtäväkansiossa ovat yksi syy teknisille muutosilmoituksille myöhemmissä kehitysvaiheissa. Projektin tehtäväkansio sisältää projektin kannalta kaiken tiedon. Eli tiedon puuttuessa sen etsiminen on työlästä ja vaikeaa. [6]

Seuraavaksi artikkeli käsittelee insinöörien näkökulmasta tiedon kulkua tarkemmilla tasoilla. Ensimmäisenä käsitellään tiedon kulkua suunnittelijainsinöörin ja johtavan insinöörin välillä. Näiden kahden välinen suhde sisältää paljon puutteellista tietoa. Ongelma tulee erityisesti esiin ajankohtaista tietoa etsittäessä. Johtavat insinöörit ilmoittivat kokemattomuuden ja ymmärtämisen puutteen järjestelmän yleisestä laajuudesta ongelmana projektin tehtäväkansiota luodessa, mikä johtaa tiedon puutteeseen. Tämän jälkeen kerrotaan osajärjestelmäinsinöörien välisestä tiedonjaosta. Osajärjestelmäinsinöörien tiedon siirtyminen tapahtuu useammin ja on myös altis virheille. Nämä virheet johtuvat samoista asioista, kuin johtavien insinöörien ongelmat. Tämän lisäksi tietoa ei saada nopeasti. Artikkelissa mainitaan myös tiedonkulku osastoihin. Insinöörien ja osastojen väliset tiedonjako-ongelmat johtuvat puuttuvasta kommunikointitavasta. Artikkelin mukaan ihmisten oli vaikea keskustella eri osastojen välillä. Toimittajan ja insinöörien välinen tiedonkulku on kohtuullisen vähäistä. Toimittajat voivat kuitenkin aiheuttaa tuotannon ja suunnittelun välisen tiedonkulkuongelman. Tuotannon ja suunnittelun väliset tiedonpuutteet johtavat häiriöihin yhtiön rakenteessa ja lisäävät tällä tavalla teknisiä muutosilmoituksia. Tämän perusteella artikkeli tekee johtopäätöksen, että enemmistö teknisistä muutosilmoituksista johtuu sisäisistä ongelmista. [6]

Seuraavaksi käsitellään teknistä muutosilmoitusprosessia tutkittavassa yrityksessä. Tutkittavan yrityksen tekninen muutosilmoitusprosessi on kokoelma eri toiminta- ja menettelytapoja ja artikkeliin perustuva mekanismi, jolla varmistetaan sekä osien että osajärjestelmien valvonta. Vuosien aikana yritykselle on tapahtunut useita muutoksia, jotka ovat vaikuttaneet yrityksen osaamisen, taitojen ja kokemuksen tasoon. [6]

Tämän jälkeen artikkeli haluaa tarkentaa teknisen muutosilmoituksen lähteitä aiemmin mainitun suunnittelun määrittelyprosessin ulkopuolelta. Tähän on sovellettu kolmen vuoden aikana kerättyä dataa teknisistä muutosilmoituksista ja kyselyistä kerättyä dataa. Nämä voidaan jakaa kahdella tavalla; yksi vastaa muutoksen luokitusta ja toinen teknisen muutosilmoitusten käsittelemien ongelmien tyyppejä. Artikkelin mukaan hyvin suuri määrä vastaajia havaitsi virheitä järjestelmän rajapinnoissa, asiakkaiden vaatimusten tulkinnassa, alkupeäisten asiakasspesifikaatioiden noudattamisessa ja teknisten tehtävien määrittelyssä. Tämä johtui sekä viestinnän vioista että ongelmista valmiiden tehtäväkansioiden luomisessa. Muutoksia voi aina tapahtua, kun suunnittelu on valmis, ja ihmiset tekevät virheitä, joten teknisiä muutosilmoituksia tullaan aina kirjoittamaan. Tässä pyritään kuitenkin muutosilmoitusten minimointiin. Artikkelitoteaa, että ongelmia on mahdollon tarkentaa, jos ne kaikki laitetaan yhteen kategoriaan. Eli olisi tarpeellista lisätä uusia luokkia, joita insinöörit voivat tarkistaa. [6]

Artikkelissa yritys on jakanut teknisten muutosilmoitusten aiheuttamat muutokset kahteen luokkaan. Luokan 1 muutokset voivat vaikuttaa useihin projekteihin ja asennuksiin, joissa osaa on käytetty. Luokan 2 muutokset ovat vaihtoja ja usein muutoksia piirustuksiin. Luokan 2 muutoksilla ei ole paljon suoraa vaikutusta suunnitteluun tai valmistukseen. Tämän kaltainen luokkaan 1 ja 2 jako on yksi teknisten muutosilmoitusten lähde. Moni ei ollut ymmärtänyt luokitusjärjestelmää. Vanhemmat insinööritkin tekivät parhaita arvausluokituksista. Tämän lisäksi luokan 1 tapauksissa tarvittava informaatio on leviytynyt ympäri eri tiedonlähteitä, ja luokan 1 tarvitsema tiedon määrä on huomattavasti suurempi verrattuna luokan 2 muutokseen. Tämän takia osa yksiköistä on palkannut erilistä apua näiden selvittämiseen, mutta tämä vain siirtää ongelmaa eikä ratkaise sitä. [6]

Tämän jälkeen artikkelissa kerrotaan teknisten muutosilmoitusten ongelmista. Isoimmat ongelmat ovat paperityön suuruus, reititysprosessin monimutkaisuus ja prosessin katkamattomuus tai joustamattomuus. Paperityön suuruus johtuu aiemmin mainitusta luokittelusta. Erityisesti luokan 1 muutokset aiheuttavat paljon paperityötä. Prosessin monimutkaisuus johtuu monimutkaisista kaavakkeista. Yrityksen teknisten muutosilmoitusten kaavakkeet eivät ole hyvin suunniteltuja ja aiheuttavat tarpeetonta hämmennystä. Monimutkaisesta kaavakeprosessista johtuen useat insinöörit ”luovuttivat” teknisten muutosilmoitusten kunnollisen raportoinnin. [6]

Artikkeli luokittelee yrityksen kolme suurinta teknisten muutosilmoitusten lähdeä seuraavasti. Ensimmäisenä on huono koordinointi ja tiedon puuttuminen. Huonon koordinaation takia moni insinööri joutuu tekemään useita tehtäviä samanaikaisesti, joka johtaa heidän kokonaistehokkuuden laskemiseen. Ratkaisuksi esitetään tuotannon mukaan ottaminen suunnitteluun. Näin saataisiin tuote suunniteltua tuotantoa mielessä ja vähennettyä teknisten muutosilmoitusten määrää. Toinen on resurssien saatavuus. Useat yrityksen mallit perustuvat vanhoihin malleihin. Vanhoja malleja hyödyntäessä teknisiä muutosilmoituksia käytetään vanhojen osien vaihdossa ja uusia ominaisuuksia lisättäessä. Tämän takia uusien työntekijöiden on vaikea tietää, mitkä vanhat mallit ovat sovellettavissa eri tilanteissa. Kolmantena ovat erityistapaukset. Erityistapaukset tarkoittavat ohjelmistoa

koskevia ongelmia. Yrityksen ohjelmisto-osasto ei yleensä käytä teknisiä muutosilmoituksia ja tavallaan pakotetaan käyttämään niitä. [6]

Seuraavaksi artikkeli kertoo vaatimukset suunnitellulle muutoksen hallinnalleen. Tarvitaan muutospohjainen tekninen muutosilmoitusprosessi. Tällä tarkoitetaan sitä, että prosessien pitää olla taipuvia muutoksiin. Tarvitaan tarkistettu luokittelupuu. Uusi modifioitu luokittelujärjestelmä, joka perustuu kolmeen luokkaan kahden sijaan. Tämä kehitettiin luokituksen vaihtelun huomioon ottamiseksi. Tällöin varmistetaan muuttuvien tietojen saatavuus. Elektroninen tekniikan muutosjärjestelmä vähentää kustannuksia tiedonhakemisessa ja hakuja yrityksen tuotetietokannoista. Tarvitaan roolipohjainen tiedon näyttö ja tarve tarjota teknisten muutosilmoitusten hyväksyjien kannalta olennaisia tietoja ja kykyä muuttaa tekniset muutosilmoitukset projektipohjaisiin tarpeisiin ja vaatimuksiin. Pitää pystyä myös muuttamaan kontekstipohjaista työnkulkua ja tietoisuusprosessia. Järjestelmän on vähennettävä teknisen muutosilmoituksen taakkaa, joka edellyttää tietämys- ja hyväksymisprosessin parantamista. Pitää pystyä muutosten luokituksen automaattiseen tarkistamiseen. Tämä sisältää valvontaosaston konfiguroinnin korvaamisen tarkistusprosessilla. Viimeisenä tarvitaan mittarit teknisten muutosilmoitusten ja prosessien arviointiin. Mittaukset ovat ehdottoman välttämättömiä teknisten muutosprosessien jatkuvaan parantamiseen ja hallintaan. [6]

Seuraavaksi artikkelissa käsitellään muutoksen hallintajärjestelmää. Tämä on kokoelma erilaisia palveluita, jotka ohjaavat teknisen muutosilmoituskaavakkeen luomisessa, hyväksymisessä ja käyttämisessä. Ensimmäisessä vaiheessa ohjataan luomaan tekninen muutosilmoitus, joka luokitellaan luokkaan 1, 2 tai 3. Tämän jälkeen se luovutetaan hyväksyttäväksi. Tämän jälkeen järjestelmä arvioi keitä tekninen muutosilmoitus koskee. Tutkimusprosessin jälkeen ilmoitus lähetetään seuraavalle ihmiselle hyväksyttäväksi. [6]

Viimeiseksi artikkeli esittelee tutkimuksen lopputuloksen. Tässä tapaustutkimuksessa havaittu merkittävä vikatapahtuma on, että rakenteellinen organisaatiomuutos edellyttää muutoksia käyttöliittymän tieto-objektien ominaisuuksissa. Pelkästään teknisen muutospyyntökaavakkeen uudelleen tekeminen ei riitä. Artikkelin mukaan tapaustutkimuksen ensisijainen opetus on, että tuotteen elinkaaren hallinta edellyttää vakaita ja rikkaita esityksiä, jotka mahdollistavat teknisen muutoksen hallinnan koko tuoteryhmän elinkaaren ajan. Tämä on erittäin tärkeää pääomavaltaisille infrastruktuurituotteille. Tämä johtuu siitä, että nämä tuoteperheet saattavat kestää satoja vuosia. Ilman kattavaa muutoksen hallintaprosessia, joka on sidottu tuotteen elinkaareen, ei ole mahdollista luoda ekonomisesti hyviä tuotteita, jotka kestävät useita sukupolvia, ja lopputulokset saattavat johtaa katastrofeihin. [6]

Lopuksi artikkeli kertoo tutkimuksen suoritusmetodeista. Tutkimusta suoritettiin selvittämällä yli kolmen peräkkäisen vuoden teknisiä muutosilmoituksia, analysoimalla ajan-kohtaisia teknisen muutosilmoituksen kaavakkeita, suorittamalla kyselyitä ja haastatteluita. Kyselyiden suorittajina oli 25 insinööriä ja kyselyt perustuivat tekniseen muutosilmoitusprosessiin. Haastateltavana oli 25 henkilökunnan jäsentä, jotka valittiin tehtyjen kyselyiden perusteella. [6]

3.2 Analysointi ja vertailu: vaikeat tuotteet

Tapaustutkimus 2 esittää potentiaalisen muutoksen mahdollisuuden kannalta kaksi hyvää lähdettä teknisiin muutosilmoituksiin. Ensimmäisenä on puutteellinen tieto tehtäväkansi-ossa, ja toisena on osajärjestelmäinsinöörien kommunikoinnin huono ajantasaisuus [6]. Molemmissa tapauksissa muutos sai alkunsa huonon tiedonkäsittelyn takia. Tapaustutkimus 1 nosti virheellisen tiedon yhdeksi muutoksen hallinnan ongelmaksi [1]. Tapaustutkimus 2 havainnot tukevat tätä. Näiden ongelmien lisäksi tapaustutkimus 2 esittää, että isoimmat syyt teknisen muutosilmoituksen syntymiseen tutkittavassa yrityksessä ovat tekniset ongelmat. Tutkimuksen mukaan tekniset ongelmat kattavat hieman yli 50 % teknisistä muutosilmoituksista. Tämän lisäksi tunnistettuja syitä ovat tekniset parannukset, valmistettavuus ja asiakkaan haluama muutos. [6]

Muutoksen analysoinnin ja arvion pääkohdista ei löydy juurikaan uutta asiaa. Tapaustutkimuksessa 2 ei kerrota paljoa yrityksen päätöksentekoprosessista, joten näihin kahteen pääkohtaan ei löydy tarkkaa tietoa. Muutoksen analysointia tukemassa on yrityksen hyväksyntäpäällikkö, jonka tehtävänä on arvioida ja hyväksyä muutos riippuen sen luokituksista. Voidaankin sanoa, että tapaustutkimus 2 esittää samoja tiedonkulkuongelmia kuin tapaustutkimus 1. Tämä auttaa varmentamaan aiemmin tehtyjä huomioita. [6]

Tapaustutkimus 2 esittää, miten tutkittava yritys jakaa tekniset muutosilmoituksensa kahteen luokkaan. Yrityksessä oli luokan 1 ja 2 muutoksia. Luokan 1 muutokset vaikuttivat useampaan projektiin ja luokan 2 muutokset olivat pienempiä muutoksia. Muutoksen tapahtuessa hyödynnettiin päätöspuuta, mikä opasti muutoksen luokittamisessa. Tutkimuksen aikana tämä jako osoittautui ongelmalliseksi ja sekoittavaksi. Tämän takia kehitellään luokka 3, joka sisältää pakolliset muutokset. [6] Muutoksen laajuutta selvittämään tämän kaltainen jako on yleisesti hyvä idea, mutta jakojärjestelmistä syntyy ongelmia, mikäli käyttäjät eivät ole selvästi perillä, mihin luokkiin muutos kuuluu.

Muutoksen käyttö tapaustutkimuksessa 2 tulee esiin tietokantojen muutoksissa. Muutoksen tapahtuessa siitä tehdään merkintä yrityksen tietokantaan. Tämä johtaa suureen dokumentointiin ja suureen työmäärään. [6] Tutkitun yrityksen prosesseista ei puhuta yksityiskohtaisesti. Tämän takia on vaikea huomata muita muutoksen käytön pääkohtaan liittyviä asioita.

Tässäkään tapaustutkimuksessa muutoksen uudelleenarviointi ja lopetus eivät korostu [6]. Tämä voi johtua siitä, että tutkittavan yrityksen päätöksentekoprosesseista ei puhuta paljoa. Voi myös olla, ettei yritys näe tätä tarpeelliseksi.

Tapaustutkimus 1:n tavoin isoimmiksi muutoksen hallinnan ongelmiksi nousivat tiedonkulku ja kommunikointi, mutta tapaustutkimus 2 tarjosi kattavamman ja selvemmän raportin näiden ongelmien lähteistä ja ratkaisuista. Tapaustutkimus 2 tutki insinöörien vuorovaikutuksia yrityksen sisällä ja ulkona, kun tapaustutkimus 1 tutki tätä vain suunnittelun ja tuotannon välillä yrityksen sisällä. Tämän lisäksi molemmat tutkimukset tarjosivat rungon parannelulle muutoksen hallinta suunnitelmalleen. Molempien tutkimusten rungot ovat myös rajattuja sen suhteen minkälaiset yritykset ovat sopivia käyttämään niitä. [1, 6] Tämä on normaalia, sillä monet tutkimukset tehdään erityisesti tietyn tyyppisille yrityksille ja yritysten väliset muutoksen hallintaprosessit voivat olla hyvinkin toisistaan poikkeavat. On kuitenkin olemassa tapauksiakin, joissa kehitettyä ratkaisua tarjotaan yleisesti käytettäväksi kaikenlaisille yrityksille [8]. Molemmat tutkimukset tuovat esiin

paljon tietotekniikan ja automatisoinnin hyötyjä muutoksen hallinnasta [1, 6]. On kuitenkin hyvä muistaa, että muutoksen hallinta on inhimillinen prosessi, jossa on paljon ongelmia, jota automatisointi ei voi korjata [7]. Dokumentoiduissa muutoksen hallinnan ohjelmistoissakin on olemassa ”roskadokumentteja”, jotka hidastavat muutoksen hallintaprosessia [3]. Tapaustutkimus 2 käsittelee tätä aihetta ja uskoo näiden ”roskadokumenttien” syntyvän liian monimutkaisista käyttöprosesseista ja henkilökunnan tiedon ja koulutuksen puutteesta [6].

3.3 Mahdolliset parannukset: vaikeat tuotteet

Tapaustutkimus 2 oli huomattavasti laajempi verrattuna muihin aiheen kirjallisuuksiin [1,3,7]. Tutkimus on hyvin kattava monella tavalla, mutta joitain asioita olisi voinut tiivistää. Rakenteellisesti tapaustutkimus 2 eroaa tavallisesta tutkimusmuodosta, ja on hie-man sekava [6]. Esimerkiksi olisi suositeltavaa laittaa tutkimuksen suorittamismetodiikat alkuun eikä loppuun.

Tutkimus on uskottava. Uskottavuutta haittaa kuitenkin raportin sekava rakenne. Tutkimuksen suorittamisessa ei ole mitään vikaa. Olisi kuitenkin suositeltavaa kertoa miten tutkimuksen suorittaminen vaikutti tuloksiin. Tämä auttaisi lisäämään myös tutkimuksen uskottavuutta.

4. TAPAUSTUTKIMUS 3: RUOTSIN YRITYKSET

Tämän luvun tapaustutkimus perustuu *A Comparative study of engineering change management in three swedish engineering companies* [4] (Tapaustutkimus 3) tutkimukseen. Tekstissä on tutkittu kolmen ruotsalaisen yrityksen teknistä muutoksen prosessia. Tutkimus esittää myös erilaisia strategioita teknisen muutosprosessin parantamiseen. [4]

4.1 Referaatti: Ruotsin yritykset

Artikkelin alussa kerrotaan markkinoista ja tuotekehityksestä. Markkinat ovat muuttuneet entistä kilpailumaisemmiksi. Yritysten kuuluu valmistaa suorituskykyisiä, monimutkaisia ja laadukkaita tuotteita halpaan hintaan pysyäkseen kilpailussa. Tuotekehitys on muuttunut näiden uusien markkinoiden takia. Nykyään tuotekehityksen pitää tarjota asiakkaille variaatioita tuotteista ja pystyä vastaamaan jatkuvasti muuttuvaan kysyntään. Tämä kaikki vaatii, että tekninen muutosprosessi voidaan suorittaa mahdollisimman nopeasti. Artikkelit etenee tästä tekniseen muutosprosessiin ja sen tärkeyteen yrityksissä. Teknisen muutosprosessin pitää myös seurata kasvavaa digitaalista trendiä, joka varmasti aiheuttaa muutoksia muutosprosessiin. Tuotekehitysmielessä olisi myös tärkeä saada tuote suunniteltua kerralla oikein. Muutoksia tulee kuitenkin tapahtumaan. Näistä muutoksista tapahtuvat seuraukset voivat pahimmillaan pysäyttää tuotteen kulun ja aiheuttaa näin kuluja yritykselle. Tätä varten yrityksillä on muutoksen hallintaprosessi. Muutoksen hallintaprosessi tuo esiin tärkeimmät huomioitavat asiat päätöstä tehtäessä. Muutoksen hallintaprosessi vaatii paljon kommunikointia eri ryhmien välillä yrityksen sisällä. Tämä tehdään usein teknisellä muutoskomitealla, joka sisältää jäseniä useista eri yksiköistä. Yksi tämän artikkelin tavoitteista on määrittää, voidaanko prosessi yleistää vai ei. [4]

Seuraavaksi artikkeli kertoo, miksi muutoksen hallinta on oleellista. Muutosta tapahtuu yrityksissä paljon. Tämä muutos voi johtua lukuisista syistä. Artikkelit luokittelee syiksi esimerkiksi: osan muutos, uuden osan lisäys, osan poisto, virheen korjaus, asiakkaan mielen muuttuminen, vaikeudet osan luonnissa tai asennuksessa ja heikkouden löytäminen prototyyppivaiheessa. Nopeuttaakseen näiden muutosten läpikäyntiä yritykset käyttävät yksinkertaistettua muutoshallintaprosessia ja jakavat muutoksia eri luokkiin. Muutoksen hallintaprosessissa on omat ongelmansa. Prosessi alkaa, kun asiakirjat on laitettu liikkeelle. Asiakirjat liikkuvat useille eri osastoille, joten muutos asiakirjoissa vaikuttaa kaikkiin näihin osastoihin. Tekninen muutosprosessi kuuluisi tästä syystä rajata toiminnallisuudessa ympäristössä. Tämä on kuitenkin vaikeaa, koska osastoilla on usein eri tavoitteita. Prosessi sisältää myös paljon dokumentointia, mikä on aikaa kuluttavaa. Monimutkaisissa prosesseissa uusien työntekijöiden kouluttaminen prosessin hallintaan on vaikeaa. Muutoksen hallinta on myös eräänlainen ärsyke suunnitteluisinööreille, jotka joutuvat tämän takia suunnittelemaan saman osan useita kertoja. [4]

Seuraavaksi kerrotaan menetelmistä. Erilaisten yritysten muutoksen hallintaprosesseja varten käytettiin standardoitua mallinnustekniikkaa. Tämä mallinnustekniikka perustuu kolmeen eri asiaan: aktiivisuuteen, tietoon ja aiheeseen. Tätä on vielä laajennettu ottamaan huomioon prosessi, järjestelmä ja roolit. Näin vertailu yritysten välillä onnistuu helpommin. Tässä kyseisessä tutkimuksessa mallinnus tehtiin käyttäen neljää mittaria:

prosessit, roolit, järjestelmät ja tieto. Prosessi mallinnettiin käytettävällä IDEF0-menetelmää. Jotta saataisiin kattavampi tutkimus, tärkeitä mittareita nostettiin IDEF0-mallista ja näille annettiin omat mallit. Tämän mallin avulla voidaan tunnistaa tietoteknisen tuen käytön ja mahdollisten järjestelmien välisen tiedonvaihdon päätelmät. Tietomalli on myös erittäin kiinnostava, koska eri yhtiöillä on erilaisia näkemyksiä siitä, miten tiedot on luokiteltava ja jäsennettävä. Prosessimittari havainnollistaa, miten näkökohdat toimivat vuorovaikutuksessa keskenään eri prosesseissa. Roolimittari osoittaa, mitkä tehtävät ovat muutoksen hallinnassa mukana eri yrityksissä. Tämän lähestymistavan etuina ovat hyvä yleisnäkymä kappaleista näkymän sisällä ja se, että täydellinen malli antaa virallisen kuvan koko prosessista. Esineiden välisiä suhteita voidaan edustaa suhteiden matriiseissa. Lisäksi mallinnukseen voidaan käyttää olemassa olevia atk-työkaluja. Näin luodut yksittäiset mallit osoittavat yritysten asiakirjojen, roolien, prosessien ja atk-tukien väliset erot, kun taas resurssien käyttöä voidaan analysoida täydellisessä mallissa. Esimerkiksi IDEF0-metodiikka antaa huonon tuen rinnakkaisten osaprosessien mallinnukseen ja epäviralliseen viestintään osaprosesseissa. [4]

Seuraavaksi kerrotaan tapaustutkimuskohteista. Tapaustutkimusten kohteet olivat Volvo Car Corporation (VCC), CelsiusTech Electronics (CTE) ja FFV Aerotech (FFVA). Tutkimukset aloitettiin tapaamiskokouksessa, jossa prosessiasiakirjat otettiin vastaan. Tämän jälkeen aikaa käytettiin prosessiasiakirjojen tutkimiseen. Luotiin alustava malli saadun tiedon pohjalta. Sitten tavattiin yritysten kanssa varmentamassa malli. Mallia tämän jälkeen parannellaan ja muokataan tarpeen mukaan. Prosessi päättyy lopulliseen todentamiskokoukseen yrityksen kanssa, jossa käydään läpi lopputulokset. [4]

Ensimmäinen tapaustutkimus artikkelissa on VVC. Tässä osassa kerrotaan VCC:stä ja tämän tuotetietohallinnasta. VVC:n kaltaiset suuret teollisuusyritykset haluavat parantaa viestintää tavarantoimittajiensa kanssa ja siirtää osien suunnitteluvastuun toimittajilleen. Tämä on ongelma VCC:lle koska toimittajat ovat osien lähde useille autoja valmistaville yritykselle. Tuotetietojen hallintajärjestelmällä voidaan antaa toimittajille pääsyoikeus valittuihin osiin. VCC:llä ei ole suoraa vaatimusta tuotetieto hallinnasta sen loppuasiakkailta, mutta autojen mukauttaminen yksittäisten asiakkaiden mieltymyksiin edellyttää, että tuotetaan monenlaisia vaihtoehtoja. Tämä pakottaa VCC:n hallitsemaan suuria määriä asiakirjoja, jotka vastaavat eri versioita. VCC on äskettäin ottanut käyttöön työmenetelmät, jotka perustuvat rinnakkain sijoitettuihin ristinfunktionaalisiin moduuliryhmiin. Ryhmät ovat keskittyneet auton osajärjestelmiin ja jokainen ryhmä koostuu edustajista suunnittelusta, tuotannosta ja markkinoinnista. Ryhmät muodostetaan maksimaalisen rinnakkaisuuden luomiseen. VCC:ssä tehdyt tekniset muutospyyntö ovat ongelmakeskeisiä, eivätkä osia tai asiakirjoja. Tämä tarkoittaa, että jokaiselle muutokselle on kirjoitettu yksi tekninen muutospyyntö sen sijaan, että kirjoitettaisiin pyyntö kaikkiin artikkeleihin, joihin muutos vaikuttaa. VCC:llä on mahdollisuus parantaa tietojen jakamista suunnittelun ja julkaisun aikana. Tämä voitaisiin saavuttaa tuotetietohallintajärjestelmillä. Tämä järjestelmä antaisi myös helppokäyttöisemmän käyttöliittymän, joka antaa enemmän tietoa ja voidaan käyttää ilman laajaa koulutusta. [4]

Toinen tapaustutkimus oli FFVA. Artikkeliki kertoi FFVA:sta samalla tavalla kuin VCC:stä. FFVA valmistaa lentokoneiden varusteita Ruotsin puolustusvoimille. Tämän takia monet FFVA:ssa kehitetyt tuotteet luokitellaan kriittiseksi lentoturvallisuuden kannalta, mikä näkyy teknisessä muutosprosessissa. FFVA:n tuotetietohallinta eroaa myös useista muista yrityksistä. Tuotekehitys on riippuvainen lentokoneen valmistajan asiakirjoista. Testattava varustus tehdään yhtäaikaaisesti lentokoneen kanssa, mikä voi kestää

jopa 15 vuotta. FFVA:ssa kokoonpanon hallinta on avainkysymys, koska informaation on oltava yhdistetty oikeaan versioon suunnittelumallista FFVA:ssa. Tämän lisäksi tuotetietohallinnalta halutaan äärimmäistä varovaisuutta lentoturvallisuusmääräysten vuoksi. Artikkelin tutkimuksessa keskityttiin muutoksiin toimitetuissa tuotteissa. Tämä johtuu siitä, että muutosprosessi tässä vaiheessa on monimutkaisempi ja se on myös hyvin dokumentoitu. Muutoksen hallinta FFVA:ssa on enimmäkseen asiakkaan hallussa. Päätavoitteena on tarkastaa ja dokumentoida teknisiä muutoksia ennen tuotteen käyttöönottoa. Kun vikailmoitus hyväksytään, ehdotetaan useita muutostarpeita. Ehdotuksia tarkastellaan ja parhaan muutoksen valitsee tekninen muutostarpeita. Asiakas on usein mukana tässä vaiheessa, koska ratkaisun valinta voi vaihdella taloudellisesti ja muutokset maksaa asiakas. FEVA:n informaation käsittely teknisessä muutosprosessissa eroaa normaalista kahdella tavalla. Ensimmäinen on erityinen asiakirja kiireellisistä toimenpiteistä jo toimitetuille laitteille. Toisena on asiakkaan asettamien asiakirjojen vaatimusten korkeus, mikä pakottaa FFVA:n tuottamaan ylimääräisiä tuoteasiakirjoja ja raportteja. FEVA:ssa nykyisiä atk-työkaluja käytetään vain tietojen luomiseen ja sähköpostien lähettämiseen käyttäjien keskuudessa. PDM-työkalun käyttöönotto teknisen muutosprosessin tukemiseksi FFVA:ssa antaisi vain eristyneitä pieniä parannuksia, kuten esimerkiksi tietojen katselua, omien asiakirjojen versioiden hallintaa ja arkiston tallennusta. [4]

Viimeinen tapaustutkimus oli CTE:stä. Artikkelin kertoi yrityksestä kuten aiemmista yrityksistä. CTE toimittaa tuotteita lähinnä puolustusvoimille. Suunnittelu tehdään enimmäkseen asiakkaiden tilauksiin. Muutoksen hallinnassa luotuja ja hallinnoituja asiakirjoja on vähennetty korvaamalla kolme eri vikailmoitusta yhdellä. Muutoksen hallinnan atk-tuki on nykyään huono. CTE on kuitenkin tutkinut mahdollisuutta ottaa käyttöön tuotetietojen hallintajärjestelmää prosessien tukemiseksi. Tietokoneen tuki muutoksen hallinnassa tuotetietojen hallinnan kannalta antaa CTE:lle nopeamman muutosprosessin. [4]

Seuraavaksi artikkelissa käydään läpi aiemmin valittujen mittareiden huomiot. Ensimmäisenä käydään läpi prosessit. Ero prosesseissa osoittaa, että muutoksen hallinnan yleinen ratkaisu ei ole mahdollista, jos optimaalinen prosessi on ensisijainen tavoite. Seuraavana artikkeli käy läpi tapaustutkimusten tiedon. Teknisessä prosessissa käsitellyt tiedot ovat suurelta osin samat kustakin yrityksestä. Kaikki yritykset ovat samaa mieltä, että sekä tuotteen dokumentaatio ja tuotteen rakenne ovat alttiita muutoksiin. Tämä tarkoittaa, että kaikki yritykset ovat hyvin tietoisia siitä, että suurin osa tuotteen dokumentaatioon tehdyistä muutoksista aiheuttaa muutoksia myös tuotteen kokoonpanossa. Kolmantena mittarina tutkitaan rooleja. Suunnittelijainsinöörillä on keskeinen rooli muutoksen hallinnassa kaikissa yrityksissä. Päätöksen muutoksen tekemisestä valtuuttaa projektin johtaja teknisen muutoksen hallituksen tukemana. FFVA:lla ja CTE:lla on nimetty rooli tiettyjen asiakirjojen ulkoasun takaamiseksi. Tämä johtuu puolustusteollisuuden luonteesta, jossa kaikkien asiakirjojen on oltava oikein pitkän aikaa. Tämän roolin merkitys on kuitenkin vähentynyt, koska modernit atk-työkalut tarjoavat mallipohjia. Näin vastuu voidaan jättää suunnittelijoille. Viimeisenä mittarina oli atk-tuki. Muutoksen hallinnan potentiaalista atk-tukea kolmessa yrityksessä ei täysin käytetä. [4]

Viimeisenä esitetään tutkimuksen lopputulokset. Huomataan, että yritysten teknisiin muutosprosesseihin vaikuttaa yrityskeskeiset vaikuttajat. Jos yritys tuottaa turvallisuuden kannalta kriittisen tuotteen, prosessi keskittyy paljon enemmän laatuun kuin nopeuteen. Teknisen muutoksen prosessissa käsitellyt tiedot ovat suurelta osin samoja kaikissa tutkituissa yrityksissä. Asiakirjojen nimet ovat erilaiset, mutta tiedot ovat yleensä samat.

Muutoksen hallinnan atk-tuki on vähäistä tutkituissa yrityksissä. Syynä tähän on luultavasti alueen laajuus. Mukana on monia eri osastoja, joilla on erilaisia atk-työkaluja, jotka on integroitava. Yritysten muutoksen hallinta on hyvin riippuvainen yritysten tekijöistä. Tämä vaikeuttaa optimoidun teknisen muutosprosessin sovittamista kaikkiin yrityksiin. Kaksi strategiaa voidaan tunnistaa teknisen muutosprosessin tueksi. Yritys voi halutesaan muokata tuotetietojen hallintajärjestelmää, johon liittyy muokkauskuluja, tai yritys voi ottaa käyttöön standardoidun prosessin, joka lisää tehokkuutta, mutta ei ehkä optimaalista prosessia. [4]

4.2 Analysointi ja vertailu: Ruotsin yritykset

Tapaustutkimusta 3 analysoitaessa on huomioitava pari asiaa. Tapaustutkimus 3 on julkaistu vuonna 1998 [4]. Tutkimus on siis yli kymmenen vuotta vanhempi kuin tapaustutkimukset 1 ja 2. Tämä valinta tehtiin tarkoituksella, jotta tähän työhön saataisiin vertailtavaksi vanhempi tutkimus. Tutkimuksen analysointi ja vertailu keskittyvät siis erityisesti tähän. Tapaustutkimus 3 perustui kolmen eri yrityksen tutkimiseen Volvo Car Corporation (VCC), CelsiusTech Electronics (CTE) ja FFV Aerotech (FFVA) [4]. Tämän takia jokaista pääkohtaa tutkiessa käsitellään kaikki yritykset samassa kohtaa.

Potentiaalisen muutoksen mahdollisuuden pääkohtaa käsitellään vähän. Tämä voi johtua siitä, että jokaisesta yrityksestä on kirjoitettu suhteellisen lyhyt artikkeli. Tähän vaikuttaa myös se, että tapaustutkimus 3 keskittyi valmiiden tuotteiden muutoksiin, jotka ovat yleensä paremmin dokumentoitu kuin suunnitellussa olevat tuotteet. [4]

Muutoksen analysointia löytyi FEVA:sta ja CTE:stä. FEVA:ssa muutoksen hallinta jätettiin enimmäkseen asiakkaan hoidettavaksi. Tämä johtuu siitä, että lentoturvallisuus otetaan todella vakavasti ja asiakas maksaa muutoksen tekemisestä. [4] Muutoksen analysointi on tärkeässä asemassa tämän kaltaisissa tapauksissa. Lentokoneissa muutosta ei voi tehdä, ellei siitä olla varmoja. Vääränlainen muutos voi koitua kohtalokkaaksi, joten muutokset analysoidaan huolella. CTE:ssä muutoksen analysoinnista on vastuussa teknisten muutosten komitea. Komitea analysoi ja tutkii muutosehdotuksia ja ratkaisuja ongelmiin. Näistä ratkaisuista valitaan parhaat ja näistä kirjoitetaan tekniset muutosilmoitukset. [4] Tämän kaltaiset komiteat tuntuvat normaaleilta, mutta uudemmissa tutkimuksissa niiden mainitseminen on loppunut. Komiteoiden käyttämisestä mainitaan ainoastaan vanhemmissa tapaustutkimuksissa [4, 5]. Voi olla, että komiteoiden käyttäminen on loppunut tietokoneiden ja tietokantojen kehittymisen takia.

Muutoksen arviointia ei käsitelty paljoa [4]. Muutoksen käyttöönotonpäättökseen käsittely jää vähäiseksi, kun käsitellään valmiiden tuotteiden muutoksia. Valmiiden tuotteiden käsittely sisältää vähemmän arviointia, koska muutokset valmiisiin tuotteisiin usein jäävät pienemmiksi.

Muutoksen suunnittelua käsitellään jonkin verran yleisellä tasolla, mutta tapaustutkimus keskittyi valmiiden tuotteiden muutoksiin, joten muutoksen laajuus jää vähäiseksi. Artikkelit mainitsee kuitenkin muutoksen hallinnan ongelmaksi keskustelut toisten osastojen kanssa. [4] Muutoksen hallinta on aina laajalti vaikuttava asia, koska se vaikuttaa lähes aina moniin osastoihin. Tämä on jälleen yhtäläistä aiemmin mainittujen tapaustutkimusten 1 ja 2 kanssa.

Muutoksen käyttö on tapaustutkimuksessa 3 vähäisessä roolissa. Yrityksistä kirjoitetut kohdat ovat lyhyitä ja eivät sisällä paljon yksityiskohtaista tietoa yritysten prosesseista tai tuotteista. Yleisellä tasolla tapaustutkimus 3 kertoo, miten yritykset raportoivat tehdyistä muutoksista. Raportointi muutoksista tehtiin yrityksissä yleisesti paperiteknologialla [4]. Tämä on vanhanaikaista, mutta vuonna 1998 ei välttämättä ollut hyviä muutoksen hallinta ohjelmistoja käytössä.

Muutoksen uudelleenarviointi ja lopetus ovat lähes olemattomia yrityksissä [4]. Tämä ei tule yllätyksenä. Kuten aiemmin mainittiin, yrityksistä kirjoitetut raportit ovat lyhyitä. Tämän takia ei ole yllättävää, jos tällainen ”ylimääräinen” tarkastusvaihe ohitetaan raportoinnissa. Etenkin kun aiemmissa pidemmissä raporteissakin tämä vaihe on lähestulkoon ohitettu [1, 6].

Tapaustutkimus 3 sisältää paljon yhteisiä asioita tapaustutkimusten 1 ja 2 kanssa. Kaikki tutkimukset toteavat muutoksen hallinnan ongelmaksi kommunikoinnin ja tiedonkulun. Tapaustutkimus 3 tuo esiin halun hyödyntää atk-ohjelmia yritysten muutoksen hallinnassa. Tämä pätee myös tapaustutkimuksissa 1 ja 2. Tapaustutkimuksissa 1 ja 2 tietokoneohjelmistojen käyttö tulee lähinnä esiin näiden ohjelmien parantelussa ja käytön helpottamisessa. Tapaustutkimuksessa 3 on vaikea valittaa huonoista ohjelmista, sillä vuonna 1998 näitä ohjelmia oli olemassa vähemmän. Tapaustutkimukset 1 ja 3 nostavat myös esiin ongelmia, jotka syntyvät huonojen ohjelmien käytöstä [1, 4, 6]. Tutkimuksen vanhuus ei nouse esiin niin paljoa kuin alustavasti oletettiin. Raportti vaikuttaa suhteellisen modernilta, mutta satunnaiset maininnat paperiraportoinnista herättävät huomiota.

4.3 Mahdolliset parannukset: Ruotsin yritykset

Mahdollisista parannuksista on vaikea tehdä kattavaa arviota, koska tapaustutkimus 3 on vanha. Raportointi saattoi sisältää tällöin erilaisia standardeja kuin nykyään, mikä vaikuttaa raportin rakenteeseen. Tutkimus arvioidaan tästä huolimatta nykyisten tutkimusten standardeilla.

Rakenteeltaan raportti on normaali, eikä sisällä mitään outoa [6]. Tällaista vaikeaa tutkimusta suorittaessa olisi kuitenkin suositeltavaa aloittaa yksinkertaisempien tuotteiden analysoinnista, eikä jättää huomioimatta keskeneräisiin tuoteisiin tapahtuvia muutoksia. Tutkimuksen suorittaminen perustui erilaisten mittojen mallinnukseen ja analysointiin [6]. Vertaillen useita erilaisia yrityksiä tämä on yksi ainoista tavoista yrittää suorittaa tutkimusta uskottavasti. Tutkimus ei vaikuta niin uskottavalta kuin 1 ja 2. Tutkittaessa kolmea yritystä on normaalia jättää asioita pois raportista, mutta tämä vähentää raportin uskottavuutta. On myös selvää, että aikaa ei ole niin paljon yhtä yritystä kohtaan kuin tutkimuksissa, joissa tutkitaan vain yhtä yritystä.

5. YHTEENVETO

Muutoksen hallinnan suurimpana ongelmana on kommunikointi ja tiedonkulku. Yrityksen sisällä eri osastojen välinen kommunikointi koetaan vaikeaksi ja tämä on ollut ongelma jo ainakin viimeiset kymmenen vuotta. Tämän ongelman korjaaminen on vaikeata. Yhdenkään yrityksen muutoksen hallintaprosessi ei ole täysin samanlainen ja yritykset käyttävät paljon eri termejä samoista asioista [9]. Tätä aihetta on tutkittu ja yritetty korjata, mutta on vaikea luoda universaalia tietokantaa tai toimintamallia, minkä kaikki yritykset hyväksyisivät tai pystyisivät käyttämään [5]. Monilla yrityksillä on myös toive hyödyntää tietokoneohjelmia ja muita teknologisia ratkaisuja muutoksen hallinnan helpottamiseen. Valitettavasti tutkimuksista tulee myös esille, että monet yritykset kärsivät muutoksen hallintaprosesseista, jotka ovat liian monimutkaisia. Tähänkin ongelmaan on vaikea löytää yhtä hyvää ratkaisua. Useimmiten tämän ongelman ratkaiseminen edellyttää tutkimuksen suorittamisen omasta yrityksestä, ja oman ratkaisun löytämisen omalle yritykselle.

Kuutta muutoksen hallinnan pääkohtaa tutkiessa muutama kohta nousee esiin paremmin kuin toiset. Taulukkoon 1 on listattu jokainen pääkohta ja miten tämä tuli esiin tutkimuksessa. Yritykset eivät halua raporttien sisältävän tarkkaa tietoa itsestään, joten moni yksityiskohtia tarvitseva seikka jää tämän takia puutteelliseksi. Potentiaalisten muutosten kohta on tarpeeksi laaja, että se saattaa sisällyttää itseensä mitä tahansa. Potentiaalisille muutoksille ei tämän takia löydy mitään selvää yhtäläisyyttä tutkimusten välillä. Muutoksen analysointi tuntuu kärsivän paljon huonosta tiedonkulusta. Analysointia on muutenkin vaikea suorittaa, koska muutos tuotteessa saattaa vaikuttaa koko yritykseen. Tämän takia olisi tärkeä yrittää käyttää tähän tarvittavat resurssit. Muutoksen arviointi- ja suunnittelupääkohdat olisivat tarvinneet lisää yksityiskohtia, jotta niistä olisi saanut paremman käsityksen muutoksen hallinnassa. Muutoksen käyttö näkyi enimmäkseen tietokantojen päivityksinä. Muutoksen uudelleenarviointi ja lopetus olivat lähes olematonta tutkimuksissa. Voi olla, että olisi liian yksityiskohtaista ottaa tämä huomioon tutkimuksissa, tai yritykset näkevät tämän vaiheen turhana. Tämän tutkimuksen perusteella on järkevämpää yksinkertaistaa kuutta pääkohtaa. Tämän tutkimuksen perusteella uusi yksinkertaisempi malli voisi esimerkiksi olla muutoksen tarve, muutoksen analysointi, muutoksen käyttöönotto ja muutoksen tarkastus. Muutoksen tarve sisältää syyt miksi muutos pitää tehdä ja mitä siinä pitää tehdä. Muutoksen analysointi sisältää kaikki ennen muutoksen hyväksyntää sisältävät muutosta tutkivat asiat. Muutoksen käyttöönotto sisältää kaikki muutoksen hyväksyntää seuraavat toiminnot kuten dokumentoinnin. Muutoksen tarkastus sisältää kaikki käyttöönottoa seuraavat tarkastavat toimenpiteet. Tämä uudempi malli on poistanut tutkivia vaiheita. Viimeinen tarkastava vaihe jätettiin malliin siinä uskossa, että enemmistö yrityksistä haluaa olla varmoja tekemästään muutoksesta. Tämä malli ei ole ainoa mahdollinen ratkaisu, mutta tämän tutkimuksen perusteella sisältää kaikki oleelliset vaiheet. Se on myös hyvin samankaltainen kuin *System dynamics modeling of engineering change management in a collaborative environment* [10] esittämä muutoksen hallinnan työn kulun malli.

Taulukko 1. Pääkohdat ja niiden roolit tutkituissa yrityksissä

Pääkohdat	Pääkohdan rooli tapaututkimuksessa 1	Pääkohdan rooli tapaututkimuksessa 2	Pääkohdan rooli tapaututkimuksessa 3
Potentiaalisen muutokseen mahdollisuus	Ristiriitaisesti yleiseen näkemykseen, kehottaa näkemään muutoksen tapana parantaa systeemiä.	Esittää syiksi puutteellisen tiedon tehtäväkansiossa, ja osajärjestelmänsinöörin kommunikoinnin huonon ajantasaisuuden.	Ei sisältänyt infoa aiheesta, koska keskityi enimmäkseen jo valmiiden tuotteiden arviointiin.
Muutoksen analysointi	Sisältää paljon analysointia, ja kärsii huonosta informaation kuluista.	Analysointia tuke- massa on yrityksen hyväksyntäpäällikkö, sisältää tiedonkulkuongelmia	Vastuut muutoksesta jäivät asiakkaille ja muutosten komitealla. Analysointi tärkeässä asemassa, koska virheet vaarallisia.
Muutoksen arviointi	Sisältää paljon analysointia, ja kärsii huonosta informaation kuluista.	Esittää ongelmaksi tiedonkulkuongelmia	Vähemmän arviointia, koska muutokset valmiisiin tuotteisiin usein jäävät pienemmiksi.
Muutoksen suunnittelu	Ehdotti ratkaisukseen, että CAD-tiedot ovat suunnitteluosaston saatavilla mobiililaitteiden avulla.	Hyödyntää muutoksen laajuuden määrittämiseen, teknisten muutosilmoitusten jakamista eri luokkiin.	Ongelmana vaikeus keskustella eri osastojenvälillä tehokkaasti.
Muutoksen käyttö	Ei selvää yhteyttä tähän vaiheeseen, koska prosesseja ei kuvailla yksityiskohtaisesti.	Tulee esiin tietokantojen muutoksissa.	Käsiteltiin vähän, koska prosesseista ei puhuttu yksityiskohtaisesti.
Muutoksen uudelleenarviointi ja lopetus	Ei löytynyt tutkimuksesta.	Ei löytynyt tutkimuksesta.	Ei löytynyt tutkimuksesta.

LÄHTEET

- [1] Schuh Günther, Thomas Gartzzen, Samuel Soucy-Bouchard and Felix Basse, Enabling Agility in Product Development through an Adaptive Engineering Change Management, *Procedia CIRP*, Volume 63, 2017, pp. 342-347.
- [2] Kent Beck, Mike Beedle, Arie van Bennekum, Alistair Cockburn, Ward Cunningham, Martin Fowler, James Grenning, Jim Highsmith, Andrew Hunt, Ron Jeffries, Jon Kern, Brian Marick, Robert C. Martin, Steve Mellor, Ken Schwaber, Jeff Sutherland and Dave Thomas, *Manifesto for Agile Software Development*, 2001, Verkkosivu (viitattu 08.09.2018): <http://agilemanifesto.org/>
- [3] Lauri Jokinen, Ville Vainio and Antti Pulkkinen, Engineering Change Management Data Analysis from the Perspective of Information Quality, *Procedia Manufacturing*, Volume 11, 2017, pp. 1626-1633
- [4] Peter Pikosz and Johan Malmqvist, *A comparative study of engineering change management in three Swedish companies*, Chalmers University of Technology, 1998.
- [5] K Rouibah, K R Caskey, Change management in concurrent engineering from a parameter perspective, *Computers in Industry*, Volume 50, Issue 1, 2003, pp 15-34.
- [6] Eswaran Subrahmanian, Christopher Lee and Helen Granger, Managing and supporting product life cycle through engineering change management for a complex product, *Research in Engineering Design*, Volume 26, Issue 3, 2015, pp. 189-217.
- [7] Mohamed Zied Ouertani, Lilia Gzara Yesilbas, Luc Lossent, Engineering change process: state of the art, a case study and proposition of an impact analysis method, *AN Bramley*, 2004/4/5,
- [8] Hong Joo Lee, Hyung Jun Ahn, Jong Woo Kim and Sung Joo Park, Capturing and reusing knowledge in engineering change management: A case of automobile development, *Information Systems Frontiers*, Volume 8, Issue 5, 2006, pp. 375-394.
- [9] John Stark, Improving the Engineering Change Management Process, 5.10.2015, Verkkosivu (viitattu 13.06.2018): <https://www.linkedin.com/pulse/improving-engineering-change-management-process-john-stark>
- [10] Krishna R Reddi, Young B Moon, System dynamics modeling of engineering change management in a collaborative environment, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 55, Issue 9, 2011, pp. 1225-1239.