

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaosaamisen johtaminen

Toni Näppi

PROSESSIMALLIN KÄYTTÖ PROJEKTIJOHTAMISESSA

Opinnäytetyö 2014

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan ylempi AMK-tutkinto / Teknologiaosaamisen johtaminen

NÄPPI, TONI

Prosessimallin käyttö projektijohtamisessa

Opinnäytetyö

34 sivua

Työn ohjaaja

Yliopettaja Simo Ollila

Toimeksiantaja

Etteplan Design Center Oy

Toukokuu 2014

Avainsanat

Tuotekehitys, prosessi, elektroniikka, projekti

Opinnäytetyön tehtiin Etteplan Design Center Oy:n elektroniikan suunnitteluosastolle ja sen tarkoituksena oli tutkia valmiin prosessimallin toimintaa elektroniikan tuotekehitysprojektissa. Prosessimallina toimi yrityksen sisällä tähän käyttöön räätälöity malli, jonka uusinta versiota ei ole aikaisemmin testattu käytännössä. Työn tulosta käytettiin prosessimallin kehittämiseen ja yrityksen sisäisenä oppimateriaalina. Tuotekehitysprojekti kattoi kuitenkin vain osan koko prosessivuosta ja työssä keskityttiin vain vaiheisiin, jotka ovat varsinaisen projektin alla.

Prosessin toimintaa tarkasteltiin käytännön tasolla projektijohtamisen näkökulmasta toimimalla projektipäällikkönä 400W teholähteen suunnitteluprojektissa sekä selvittämällä yleisesti tuotekehitysprosessin määritelmiä ja periaatteita. Prosessissa havaitut ongelmat analysoitiin korjaustoimenpiteiden selvitystä varten. Työssä myös selvitettiin prosessitoiminnan tärkeitä periaatteita, kuten laadunhallintaa, projektisuunnittelua ja dokumentaatiota.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Master of Engineering Degree Programme in Technology Administration

NÄPPI, TONI

Project management by using process model

Master's Thesis

34 pages

Supervisor

Simo Ollila, Principal Lecturer

Commissioned by

Etteplan Design Center Oy

May 2014

Keywords

Process, product development, electronics, project

This Master's Thesis was made for Etteplan Design Center Oy electronics designer unit and its purpose was to research the usage of process model in electronics product development project. Process model was designed for company's internal use, which newest version was never tested before. The result was used to develop the project model and for internal studying purposes. The development project included only partially in the process structure and this work concentrated only for this part of the project model.

The usage of the process was observed in practical level by working as a project manager in a development project of 400W power supply and by studying the principles and definitions of product development process in general. Observations were analyzed for further amendments. This work also specified some of the main principles of process working like quality management, project planning and documentation.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	5
2	PROSESSI ELEKTRONIIKAN TUOTEKEHITYKSEN APUVÄLINEENÄ	6
2.1	Tuotekehityksestä yleisesti	6
2.1.1	Elektroniikan tuotekehitys	7
2.2	Organisaatio ja sen rakenne	10
2.3	Prosessi laadun varmistamisessa	11
2.3.1	Laadun mittarit	14
2.3.2	Dokumentaatiomallit	15
2.4	Prosessin kehittäminen	17
3	JOHTAMINEN TUOTEKEHITYSPROJEKTISSA	18
3.1	Johtamisesta yleisesti	18
3.2	Projektipäällikön ominaisuudet	20
3.3	Projektin suunnitteleminen	20
3.3.1	Aikataulutus	21
3.3.2	Resursointi	22
3.3.3	Kustannusten hallinta	23
3.4	Projektin seuranta	23
3.5	Prosessimallin käyttö projektissa	24
4	PROSESSIMALLI	25
4.1	Prosessin kuvaus	25
4.2	Prosessin toteutuminen	28
4.3	Prosessin keskeiset ongelmat	29
4.4	Kehitysehdotukset	31
5	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Työ tehtiin 2013–2014 aikana tarkoituksena saada kehitetyksi prosessimallin mukaista toimintaa elektroniikan tuotekehitysprojekteissa. Prosessimallin valmistuminen ja kehitystyön tilausajankohta sattuiivat samaan aikaan, kun olin etsimässä päättötyön aihetta opinnoilleni.

Insinööriksi valmistumisen jälkeen olen ollut Etteplan Design Center Oy:n palveluksessa vuodesta 2007, josta lähtien olen toiminut elektroniikkasuunnittelijana. Työkokemusta minulle on kerääntynyt vuosien aikana jo kymmenistä erilaisista projekteista ja jatko-opintojen myötä minulle avautui nyt myös mahdollisuus toimia projektijohdossa.

Tehtäväni tässä projektissa oli toimia projektipäällikkönä samalla, kun sovelsin prosessimallia käytäntöön. Työn aikana kirjasin havaintoni ylös ja niiden pohjalta ryhdyin tekemään tätä päättötyötä. Projektin osoittautui kuitenkin huomattavan haasteelliseksi ja tätä työtä kirjoittaessani projektia ei ole vielä saatu täysin päätökseen.

2 PROSESSI ELEKTRONIIKAN TUOTEKEHITYKSEN APUVÄLINEENÄ

Prosessi on tärkeä osa onnistunutta tuotekehitysprojektia. Sen avulla voidaan seurata työvaiheita ja sillä määritetään vaadittavat dokumentit projektille. Prosessin avulla saadaan kokonaiskuva projektista ja siitä selviää eri ryhmien väliset rajapinnat. Onnistuneessa tuotekehitysprojektissa lopputuloksena on prosessin avulla syntynyt tuote. Prosessia tarvitaan myös loogisen ja yhteneväisen suunnittelutyön tueksi ja sitä käytetään tärkeänä apuvälineenä hyvän ja suoraviivaisen lopputuloksen saamiseksi. Prosessin käyttöä vaaditaan myös yrityksen laatuvaatimusten täyttämiseksi.

2.1 Tuotekehityksestä yleisesti

Tuotekehityksen tarkoituksena on tuottaa yrityksen markkinoille uusia ja kilpailukykyisiä tuotteita. Tuotekehityksen kustannukset vaihtelevat yrityksittäin suuresti ja moni yritys on ulkoistanut tuotekehitystoimintansa sen vaihtelevan tarpeen vuoksi. Tuotekehitysprosessin halutaan olevan nopeaa, kun hyvä idea jalostetaan tuotantoon mahdollisimman nopealla aikataululla.

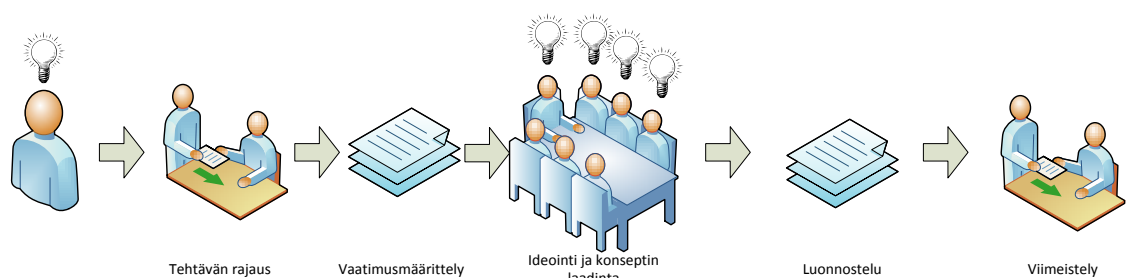
Tuotekehitys aloitetaan selvityksellä siitä, mitä uutta tarvitaan. Selvitys saattaa sisältää markkinaselvityksen tai kokemuksen markkinoilla tarvittavasta tuotteesta. Kun kuvaus tuotekehittävästä tuotteesta alkaa hahmottua, voidaan laatia vaatimusmäärittelyjä, jotka voivat koskea sähkötekniisiä ominaisuuksia, mekaanisia mittoja tai muotoja tai esimerkiksi tuotteen kustannustavoitteita.

Tuotekehittelyn alkuhetkillä kokoonpanoluonnoksella ja optimoinnissa etsitään tuotteen valmistuskustannuksiin tai teknisiin ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät. Luonnoksen tuloksena on konstruktioehdotus, jonka jälkeen tehdään viimeistelyosuus. Sarjavalmistukseen tulevista laitteista tehdään prototyyppi, jonka ominaisuudet tutkitaan ja tarkistetaan.

Tuotekehityksen työvaihetta, jossa luodaan työpiirustukset, työselitykset, asennus- ja käyttöohjeet jne. kutsutaan viimeistelyksi. (Jokinen 2001) Tuotekehityksen loppuvai-

heena työ siirtyy tuotteistusvaiheeseen, jossa suunnitellaan tuotekehityksen prototyyppi sellaiseksi, että sitä voidaan valmistaa tuotannossa. Tuotteesta tehdään tällöin usein ns. nollasarja, jolla testataan valmistuksen kannalta tärkeitä menetelmiä. Tuotekehitysprojehti päättyy, kun käsissä on sarjavalmistukseen sopiva tuote.

Tuotekehitysprojehtin erikoisuus on tavoitteiden vaikea asettaminen ja tavoitteiden täsmentyminen projektin aikana. Tavoitteet voivat myös muuttua täysin projektin edetessä. Ohjattavuutta parannetaan jakamalla työ vaiheisiin, joiden välillä pidetään jatkokäytön tekevät katselmoinnit. Muita tuotekehitysprojehtin ominaisuuksia ovat mm. työtavan luovuus, korkea riski ja ajankäytön arvioimisen vaikeus. (Pelin 2011)



Kuva 1. Tuotekehityksen vaiheet

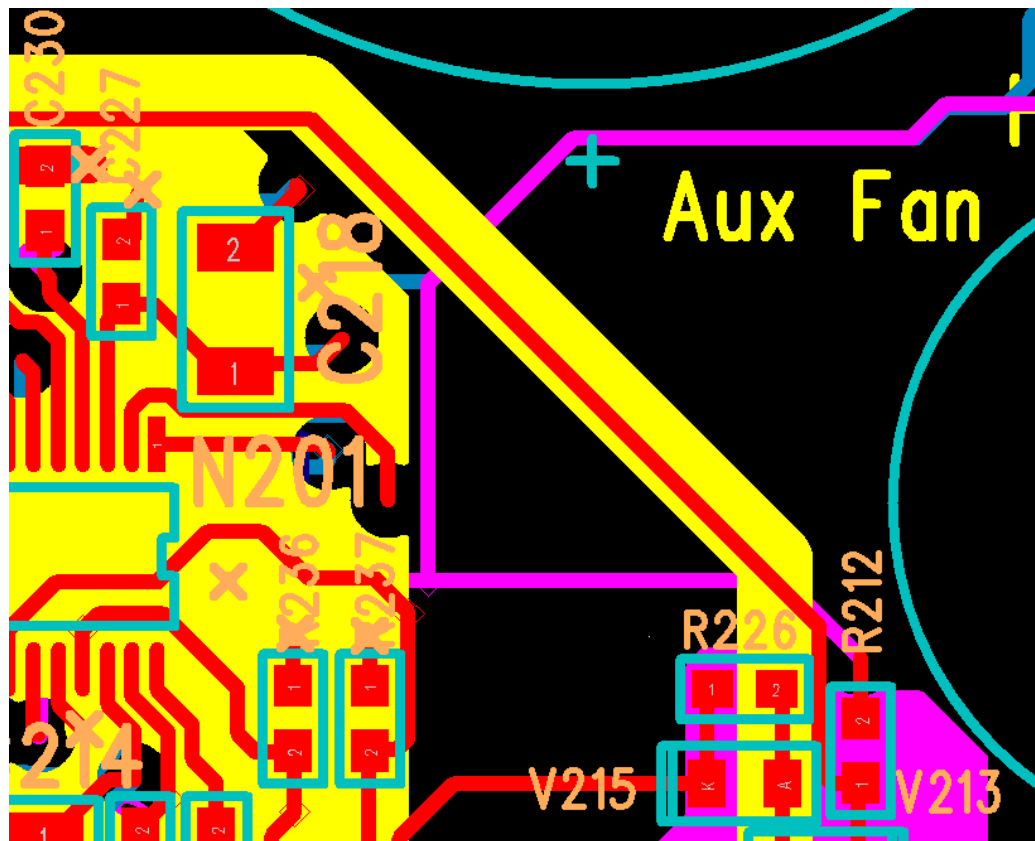
2.1.1 Elektroniikan tuotekehitys

Elektroniikan tuotekehitysprojehtissa usein sähköteknisten ominaisuuksien vaatimusmäärittely on jo valmiina. Joskus kuitenkin asiakas haluaa aloittaa kehitystyön järjestelmäkuvauksella tai vaatimusmäärittelyllä. Silloin lähtökohtana voi olla vain palaveri tai innovaatiotyöryhmän kokoontuminen. Usein kuitenkin varsinainen tuotekehitysprojehti alkaa virallisesti vasta prototyypin tilauksesta.

Ensimmäinen prototyyppi voidaan tehdä mahdollisimman nopeasti, jolloin kesken olevia asioita päästään kokeilemaan ja testaamaan käytännössä. Tällöin on oltava erityisen huolellinen siitä, että dokumentaation puutteet korjataan prosessin edetessä kohti seuraavaa prototyypin tilausta. Viimeistelyvaihe voi kestää jopa 80-90% koko projektin aikataulusta. Hyvällä esisuunnittelulla saadaan jo alussa mahdollisimman hyvä lopputulos ja sillä voidaan vähentää testaus-korjaus-kierroksien määrää.

Elektroniikkasuunnittelussa kaikkia asioita ei kuitenkaan voida etukäteen ennustaa. Tämänlaisia asioita ovat mm. layout-suunnittelun aiheuttamat ominaisuudet, jotka

vaikuttavat sähkömagneettisiin säteilyihin ja kytkentöjen toimintaan. Tällöin prototyypin layoutilla joudutaan korjaamaan komponenttien arvoja ja palaamaan takaisin prosessissa uuteen piirikaavion ja layoutin suunnitteluun. Suunnittelijoiden kokemuksella ja hyvällä osaamisella voidaan jo ensimmäisessä prototyypissä huomioida layoutin vaatimukset sekä vaikutukset prototyypin toimintaan. Joihinkin muutoksiin voidaan kuitenkin varautua tekemällä layoutiin varaus komponenteille, mutta ne jätetään vain latomatta valmistuksessa. Näin voidaan selvittää pelkällä osaluettelon muutoksella ja vältetään ylimääräinen layout-suunnittelukierros säästämällä aikaa.



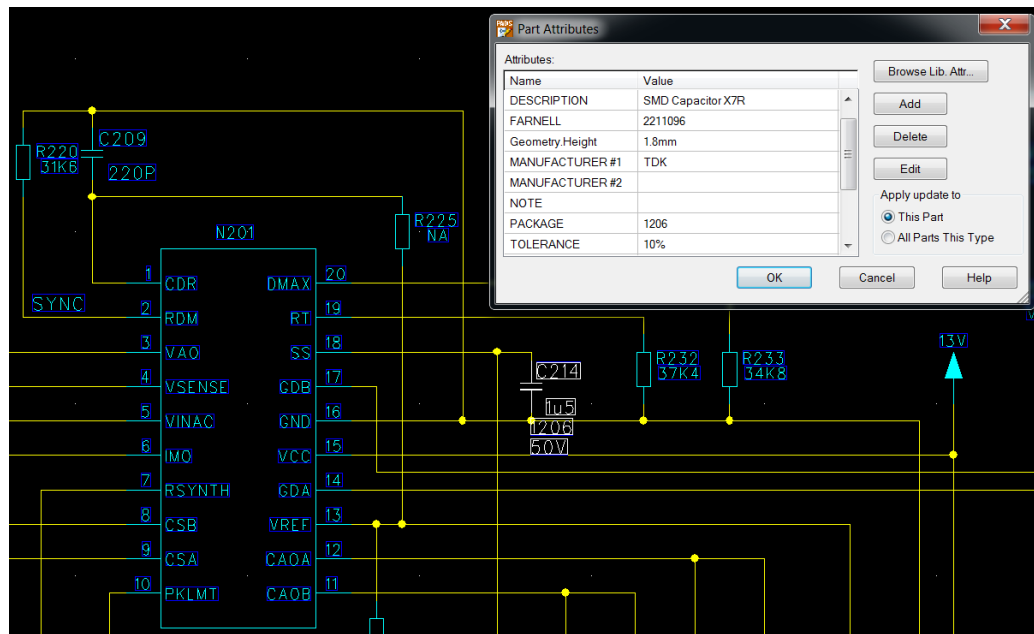
Kuva 2. Esimerkki piirilevysuunnitelmasta (layout)

Mekaniikkasuunnittelu voidaan yleensä aloittaa vasta layout-suunnittelun jälkeen, ellei mekaniikassa ole sellaisia syötteitä, jotka vaikuttavat layoutin suunnitteluun. Usein layoutin ja mekaniikan viimeistely joudutaan tekemään yhtä aikaa siten, että muutokset vaikuttavat toisiinsa, kunnes mekaniikka ja layout ovat toimivia ja omilta lähtökohdiltaan valmiiksi suunniteltuja.

Viimeistelyvaiheessa ongelmatilanteet ratkotaan joko korjaamalla viallinen kytkentä vaihtamalla komponentteja, korjaamalla itse kytkentää tai pahimmillaan koko kytken-

tä rakennetaan alusta alkaen uusiksi. Huolellinen suunnittelu, varautuminen ja simulointi ennen rakentamista vähentävät korjattavan työn laajuutta. Kun prototyyppi on toimiva ja ainakin pääosin toimivaksi testattu, tehdään korjaukset varsinaisiin suunnitteludokumentteihin, joilla päästään tilaamaan seuraava prototyyppikierros hankittavaksi.

Viimeistelyn viimeinen osuus on prototyypin valmistelu tuotantoon ja riippuen sarjan koosta, voi viimeistelyvaiheessa olla mukana elektroniikkatuotannon 0-sarja, jossa otetaan suunnittelun korjauksessa huomioon tuotannon aloituksessa ilmi tulleet epäkohdat. Projektin suunnitteluosuus päätetään katselmointipalaverissa, jossa kaikki prototyypin valmistusdokumentaatio tarkastetaan ja hyväksytään asiakkaan toimesta.



Kuva 3. Esimerkki piirikaaviosta (schematics)

2.2 Organisaatio ja sen rakenne

Suunnitteluorganisaatio käsittää myyntiosaston, johtajat, dokumentoijat ja eri alojen suunnittelijat. Suunnittelijat voivat olla yhtenäistä ryhmää joko fyysisen rakennusten sijainnin perusteella, ammattikuntansa perusteella tai näiden yhdistelmänä. Usein myyntiosasto on integroitu johtoryhmään ja suunnittelijoihin, jolloin saadaan hyvä asiantuntemus heti asiakaskontaktin alkaessa. Suunnitteluprojekti on aina prosessi, jossa edetään tiettyjen vakiintuneiden tai määriteltyjen kaavojen perusteella.

Prosessijohtaminen on toimintatapa, jossa organisaatiota johdetaan prosessien avulla. Prosessit kytkeytyvät toisiinsa siten, että niiden tulos toimii syötteenä seuraavalle prosessille. Prosessijohtamisen etuna on organisaation ja käytännön toiminnan yhtenevyys. (Lecklin 2006). Prosessijohtaminen sopii erityisesti malliksi projektijohtamiselle.

Prosessikuvaukset ovat osa johtamisjärjestelmää ja siihen kuuluu itse toimintaprosessin lisäksi myös mittaus- ja ohjausjärjestelmä, jolla kerätään palaute prosessista. Esimerkiksi asiakaspalautteen yhteydessä voidaan pyytää asiakkaan arvio yrityksen prosessista. Asiakkaan tyytyväisyydellä voidaan arvioida ne prosessin vaiheet jotka vaikuttavat asiakkaan näkökulmasta prosessin kokonaisuunnistumiseen. (Lecklin 2006)

Projektiorganisaatioon kuuluu projektin asettaja, johtoryhmä, projektipäällikkö, projektiryhmä ja mahdollisesti projektiassistentti. Asettaja toimii rahoittajana, käynnistää projektin ja nimittää johtoryhmän. Yleensä asiakas toimii asettajan roolissa. Johtoryhmään kuuluu sekä asiakkaan että toimittajan johtoryhmä ja ne koostuvat niiden yksiköiden keskeisistä jäsenistä joihin projekti vaikuttaa. Sen tarkoitus on tehdä projektin keskeiset päätökset. Projektipäällikkö on päävastuussa projektista, suunnittelusta ja tehtävistä. Projektipäällikkö raportoi edelleen johtoryhmälle, laatii projektisuunnitelman, ohjaa ryhmää sekä huolehtii dokumentoinnista. Projektiryhmä koostuu jäsenistä, jotka ovat kukin vastuussa omasta tehtäväalueestaan ja he raportoivat työn edistymisestä projektipäällikölle. Projektiassistentin tehtävänä on hoitaa osa projektipäällikön tehtävistä. (Pelin 2011)

Projektinhallintaprosessi koostuu projektin alustuksesta, projektisuunnittelusta, projektin työvaiheesta, ohjauksesta ja varmennuksesta sekä päättämisestä ja arvioinnista. Alustusvaiheessa panostetaan siihen, että projekti saadaan myydyksi ja siihen yrittään vaikuttaa pitämällä aktiivisesti yhteyttä asiakkaaseen sekä antamalla mahdollisimman hyvä kuva yrityksestä ja sen ammattitaidosta.

Tilauksen jälkeen projekti suunnitellaan aikataulullisesti, budjetäärisesti sekä vaatimuksellisesti. Suunnittelun jälkeen alkaa työvaihe, jolloin työ etenee projektisuunnitelman mukaisesti, kunnes työ on suoritettu ja voidaan varmistaa työn laatu. Varmennuksessa käydään läpi työn dokumentaatio ja lopputulokset, jonka jälkeen mikäli toimittaja ja asiakas ovat tyytyväisiä projektin tulokseen, voidaan projekti päättää.

Projektin päätteeksi arvioidaan projektin onnistuminen ja kirjataan ylös projektin aikana havaitut muutostarpeet prosesseissa sekä muut korjausta vaativat toimenpiteet. Arvioinnissa otetaan ensisijaisesti huomioon aikataulun ja budjetin pitävyys sekä huomioidaan toimenpiteet tuloksen parantamiseksi.

2.3 Prosessi laadun varmistamisessa

Työprosessien kehittäminen on tärkeä osa laadun ja kannattavuuden parantamista. Prosessikartta havainnollistaa toimintojen väliset rajapinnat ja vuorovaikutukset. (Sarala, Sarala 1996). Prosessikartan avulla voidaan määritellä osastojen väliset yhteydet sekä tilanteet, jossa arvioidaan prosessin eri vaiheiden onnistuminen.

Kokonaisvaltaisessa laadunhallinnassa korkealaatuinen toiminta luo tyytyväisiä asiakkaita. Tyytyväiset asiakkaat auttavat yritystä ymmärtämään asiakkaita ja markkinoita, joista voidaan prosessien avulla luoda korkealaatuista toimintaa. (Lecklin 2006) Ilman laadunhallintaa yrityksen on vaikea parantaa toimintaansa ilman ulkopuolista konsultointia.

Tuotelaatu korostaa suunnittelun osuutta, arvolaatu määrittää parhaimman kustannus-hyötysuhteen tuotteelle ja asiakaslaatu täyttää asiakkaan odotukset sekä tarpeet. (Lecklin 2006). Elektroniikan tuotekehityksessä keskitytään kaikkiin kolmeen edellä mainittuun laatumääritelmään. Tuotelaatu vaikuttaa suoraan yrityksen antamaan kuvaan sen osaamisesta, kun taas arvolaatu vaikuttaa asiakaslaatuun.

Kriittisiä menestystekijöitä on yrityksellä rajallinen määrä, näitä ovat mm. ammattitaitoiset työntekijät, alhaiset tuotantokustannukset, nopea tuotekehitys, asiakastyytyväisyys, hyvät markkinointikanavat, kilpailukyky tai ympäristöystävällisyys. (Lecklin 2006)

Elektroniikan tuotekehityksessä laadun tunnusmerkkejä ovat tehokas ajankäyttö, asiakkaille toimitettavat virheettömät dokumentit sekä selkeä ja siisti suunnittelutyö. Hyvän piirikaavion tai layoutin tunnistaa myös maallikko. Dokumenteissa on syytä olla yhtenäinen rakenne, selkeä ja toimiva yrityksen oma pohja sekä selkeä ja ymmärrettävä teksti. Esimerkiksi englanti dokumentaatiokielenä antaa kuvan maailmanlaajuisesta osaamisesta sekä ammattikielentaidosta. Tarkemmin dokumentaation laadusta kerrotaan kappaleessa 2.3.2 dokumentaatiomallit.

Elektroniikan tuotekehityksessä menestystekijöinä voi pitää osaamista ja tehokkuutta. Laaja osaaminen kertoo korkeasta koulutustasosta ja tehokkuus kertoo siitä, että työkokemusta on kertynyt niin paljon, että perustyöt sujuvat rutiininomaisesti. Nopea reagointi asiakkaan pyyntöihin tekee vaikutelman, että asiakas on ensisijalla.

Laadulla luodaan kannattavuutta. Hyvä laatu voi vaikuttaa yrityksen myyntikatteeseen ja kannattavuuteen kustannustehokkuuden noustua. Hyvä laatu on myös etu markkinoilla. (Lecklin 2006). Tämä korostuu erityisesti pienillä markkina-alueilla kuten Suomessa, jossa tieto laadukkaasta toiminnasta kantautuu yleensä myös toimittajan ja asiakkaan kilpailijoille sekä mahdollisesti uusille asiakkaille.

ISO9000-standardissa laadunhallinta tarkoittaa koordinoituja toimenpiteitä organisaation ohjaamiseksi laatuun liittyvissä asioissa, laadunhallintajärjestelmä tarkoittaa johtamisjärjestelmää, jolla ohjataan organisaatiota laatuun liittyvissä asioissa. (Lecklin 2006)

Laatu ei ole pelkästään hyvää johtamista ja toimivia prosesseja vaan inhimilliset tekijät ovat suuressa roolissa laadun synnyssä. Paras tae laadukkaalle työlle on motivoitunut, kouluttautunut ja harjaantunut henkilöstö. Tekijöitä, jotka vaikuttavat työntekijän laatuun ovat:

- osaaminen ja pätevyys
- koulutus
- harjoittelu ja valmennus
- kehityssuunnitelmat
- eteneminen ja urakierto
- palkkausjärjestelmät
- yhteistoiminta
- motivointi
- työolosuhteet
- työtyytyväisyys ja työilmapiiri
- terveydenhuolto ja vapaa-ajan toiminnot (Lecklin 2006)

Työterveys ja työntekijän hyvinvointi on tärkeässä asemassa motivaation ylläpidon kannalta. Tasapainoinen ja rentouttava vapaa-ajan vietto edesauttaa mielen pysyessä virkeänä työelämässä. Hyvässä työympäristössä ilmanvaihto, lämpötila ym. ympäristöpuutteet ovat kunnossa. Hajuhaitat, mahdolliset juotoksessa tai muussa kemiallisessa prosessissa syntyvät kaasut ovat erillään suunnittelu- ja testaustiloista. Työergonomia ei saa aiheuttaa sairastumisia ja esimerkiksi virusepidemian aikana sairastuneet ovat kotona.

Yhteistoiminnalla saadaan aikaan yhteishenkeä. Yhteistoimintaa voi olla esimerkiksi yrityksen kesätaapahtuma, illanvietto yhdessä tai jopa pelkkä yhdessä lounastaminen. Yrityksen johdon ja työntekijöiden välinen hierarkkinen muuri on oltava niin matala, että esimerkiksi yhdessä ruokailu on mahdollista.

2.3.1 Laadun mittarit

Mittaus on osa prosessinhallintaa sillä, jos prosessia ei voida mitata, sitä ei myöskään voida ohjata. Tulostittareilla voidaan tarkastella lopputuotteen laatua. Mittauskohteina ovat jokainen prosessin osa. Prosessiin osallistuva tiimi pystyy parhaiten osoittamaan kehittämisen kannalta olennaiset mittarit ja seurauksena on tiimin sisällä motivaation kasvu omien mittareiden tulosten parantamiseksi. Laatumittareita voi olla esimerkiksi tuotteen kehittämisäika, kehittämiskustannukset, toimitusaika, virhekapaleiden lukumäärä, uusintakierrosten lukumäärä, tuotteen luotettavuus, tyytyväisten asiakkaiden määrä, työpoissaolot, laskujen ja alihankintatilausten määrä jne. (Lecklin 2006)

Tärkein mittari elektroniikan tuotekehityksessä ja konsultaatiossa on asiakastyytyväisyys. Asiakkaiden tyytyväisyyttä voidaan selvittää kyselyillä, joiden tuloksista saadaan selkeät mittarit tyytyväisyydelle. Toinen tärkeä mittari tuotekehityksessä on käytetty aika eli toiminnan tehokkuus. Sitä voidaan mitata esimerkiksi vertaamalla työhön käytettyä aikaa siihen alun perin suunniteltuun aikatauluun. Luotettavuutta voidaan mitata suunnitteluvirheiden määrällä esimerkiksi katselmointipalaverissa laskemalla virheet. Prototyyppien korjauskierrosten määrä on myös hyvä laatumittari, jos lähtökohtaisesti yksi korjauskierros on hyvä tulos ja neljä korjauskierrosta erittäin huono tulos.

Laatukustannukset koostuvat ulkoisista virhekustannuksista, kuten esimerkiksi takuuasioista ja myöhästymissakoista, sisäisistä virhekustannuksista, esimerkiksi korjaamisista, virheiden määrästä, tietojärjestelmähäiriöistä tai yleisesti virheistä. Laadun ylläpitokustannukset ovat osa prosessijärjestelmää mutta ilman laadun ylläpitoa kasvaisi virhekustannusten määrä. Prosessin kehittyessä ja jalostuessa myös laadun ylläpitokustannukset pienenevät ja tyypillisesti virhekustannusten määrä puolittuu kolmessa vuodessa. (Lecklin 2006)

Mittareiden tulosten käsittely sekä henkilötason reflektointi on tärkeää laadun kehittämisessä. Mittareiden tulisi toimia motivaation nostajina kannustaen virheettömyyden ja laadukkaaseen työskentelyyn. Mittareiden pitäminen esillä pitää tulokset mielessä päivittäin. Mittareiden tuloksia on hyvä käydä läpi yhdessä työntekijöiden kanssa mm. kuukausittaisessa johtoryhmän pitämässä tilanpalaverissa.

Virhekustannuksien minimoinnissa aikataulussa pysyminen on erittäin tärkeää. Asiakas maksaa vain sovitusta ajasta, jolloin siitä poikkeaminen aiheuttaa konfliktitilanteita tai kuten yleensä sopimuksissa mainitaan, sopimussakkoa tekijäosapuolelle tai rahallista hyvitystä asiakkaalle. Työntekijätasolla voidaan sopia ylityökorvauksista tarvittaessa ja hyvin usein ylityö on yritykselle halvempi vaihtoehto, kuin asiakkaalle maksettavat tappiot.

Prototyyppien testaukseen ja rakentamiseen kuluvat kustannukset voivat olla myös virhekustannuksia. Huonolla suunnittelulla voidaan hankkia väärä komponentteja, jotka voivat jäädä yrityksen itsensä maksettaviksi. Mittalaitteiden huono tunteminen ja huolimaton käyttö voi rikkoa niitä ja korjaus on usein erittäin kallista. Myös mittalaitteiden vuokrakustannukset voivat nousta mikäli niitä joudutaan vuokraamaan aiottua pidempään. Nämä kustannukset muodostuvat suoraan projektin virhekustannuksiksi.

2.3.2 Dokumentaatiomallit

Dokumentaatioiden lähtökohtana on yksinkertaisuus ja selkeä luettavuus. Eri suunnittelualoilla on omia säännöksiä, joita on syytä noudattaa. Pohjana käytettävä yrityksen oma pohja on oltava ajan tasalla ja yhteneväinen kaikkien dokumenttien välillä. Suositeltava dokumentaatiokieli on englanti, ellei asiakas muuta halua. Joskus projektit tehdään asiakkaan omille pohjille, jolloin noudatetaan asiakkaan dokumentaatio-ohjetta.

Dokumenttien nimeämiskäytännössä viitataan prosessimallin vaiheisiin, jolloin dokumenttien nimet ja otsikot alkavat numeroviittauksella prosessiin. Versionumeroinnissa hyvä tapa on käyttää päivämäärää ja sen jälkeen mikäli on tarvetta, aakkosellista versiointia muodossa yyyyymmdd_a.

Virheiden välttämiseksi katselmoinnit ja tarkastukset näyttelevät suurta osaa. Dokumentin tekijänä, tarkastajana ja hyväksyjänä olisi oltava eri henkilöt. Oman puumerkin sijoittaminen tarkastus/hyväksymiskenttiin lisää motivaatiota perehtyä dokumenttiin.

Piirikaavioissa ja layoutissa kuten myös muissa vastaavissa suunnitteludokumenteissa noudatetaan ”hyvää insinööritapaa”, jossa on selkeät ryhmittelyt, pystyyn sijoitetut tekstit, jotka ovat yhtenevät joka puolella dokumenttia, suorat linjat sekä selkeät referenssit lisätietoihin.

Elektroniikan tuotekehitysprojektin eri vaiheissa syntyviä dokumentteja on mm:

- Systemivaatimukset (System specification)
- Systemikuvaus (System description)
- Piirikaaviot (Schematics)
- Osaluettelo (BOM, Bill of Materials)
- Piirilevykuvat (PCB Layout)
- Piirilevyn vaatimukset (PCB specification)
- Prototyypin valmistustiedostot (Manufacturing files, Gerber and Assembly)
- Testisuunnitelmat (Test plan)
- Muutosluettelot (Change request list)
- Testiraportit (Test report)
- Edellisten tarkistusdokumentit (Checklist)

2.4 Prosessin kehittäminen

Oppivassa laatuorganisaatiossa tarvitaan koulutusta. Kehitys on toimintaa, joka edellyttää oppimista ja johtaa oppimiseen. Imuperiaatteella tarkoitetaan tilannetta, jossa henkilöstö kehittää omaa työtään synnyttäen oppimistarvetta, joka aiheuttaa aktiivisen uuden kokemuksen hakemisen. (Sarala, Sarala 1996)

Itseoppiminen on tärkeä osa kasvamista prosessityöskentelyyn. Työntekijät voidaan haastaa parantamaan omaa työtapaansa käyttäen mallina prosessin mukaista dokumentaatiota sekä selkeää työjärjestystä. Työntekijän omaa aktiivisuutta prosessin parantamiseksi on syytä kannustaa ja motivaation nostamiseksi lisää tiimin sisällä, on hyvä saada prosessin kehitys esille siten, että jokainen voi ehdottaa parannuksia ja muut voivat kommentoida parannusehdotuksia.

Säännöllisessä yhteenvetopalaverissa on syytä käydä myös prosessimallin toimintaa läpi ja kirjata välittömästi ylös havaitut ongelmat ja puutteet, jotta niihin voidaan palata projektin jälkeisessä prosessin kehitysvaiheessa.

Työssä oppiminen on luonteva tapa kehittää henkilöstön osaamista. Kokemusoppiminen on syklinen tapahtuma, jossa omakohtaiset kokemukset aiheuttavat reflektiivisen havainnoinnin, joka taas muodostuu abstraktiksi käsitteellistämiseksi aiheuttaen uutta aktiivista ja kokeilevaa toimintaa aiheuttaen edelleen uusia kokemuksia. Reflektio eli ”peiliin katsominen” on yksi kokemusoppimisen pääprosesseista. Sen avulla arvioidaan omaa toimintaa. Myös epäonnistumisesta saadaan tärkeää tietoa kehittymistä varten, kunhan niitä tarkastellaan objektiivisesti ilman syyttelyä. Analysoimalla epäonnistumista saadaan selville kuinka seuraavalla kerralla asiat voidaan toteuttaa paremmin. (Sarala, Sarala 1996)

Epäonnistuneissa töissä tai projekteissa on enemmän annettavaa, kuin onnistuneissa. Oikeaoppinen analysointi siitä, mikä on mennyt pieleen kehittää prosessin ongelmakohtia tai aiheuttaa henkilökohtaisen reflektion työntekijässä itsensä kehittämiseksi. Epäonnistumisen jälkeen työntekijää ja tiimiä on kannustettava yrittämään ensi kerralla paremmin.

Benchmarking on järjestelmällistä työtä, jossa omia toimintoja verrataan kilpailijoihin tai muihin vastaaviin organisaatioihin. Benchmarkingia voi myös toteuttaa yrityksen

sisällä eri osastojen välillä. (Sarala, Sarala 1996) Benchmarking osastojen välillä voi olla kehittävää, missä voidaan huomata oman osaston ongelmalliset tilanteet. Benchmarkingin seurauksena voidaan heikompia osastoja kehittää, joka taas tasapainottaa yrityksen koko toiminnan tasapainoisuutta.

Prosessianalyysissä käytetään nykytilasta kerättyjä tietoja prosessin toiminnan kehittämiseen ja parantamiseen. Menetelmiä kehittämiseen ovat mm. kehitystiimin ja muiden henkilöiden kokemuksen hyödyntäminen, prosessikaavion analysointi ja em. benchmarking, jossa vertaillaan prosessin tehokkuutta muiden vastaavien prosessien toimintaan. (Lecklin 2006)

3 JOHTAMINEN TUOTEKEHITYSPROJEKTISSA

Tuotekehitysprojektin johtajan tehtävänä on pitää kehitystyö suunnitelman mukaisena valvoen samalla siihen käytettyä aikaa, toiminnan laatua ja resurssien käyttöä. Projektipäällikön tehtävänä on toimia rajapintana asiakkaalle ja projektipäällikkö on ensisijaisesti vastuussa projektin etenemisestä sekä valmistumisesta.

3.1 Johtamisesta yleisesti

Vanhan ajan johtamismalleissa, kuten Taylorismissa ja Fordismissa, mekanistisella johtotavalla ei saada työntekijöitä ponnistelemaan tuottavuuden kehittämiseksi. Mekanistisessa toimintatavassa tehokkuus perustuu ositettuun työnjakoon ja tehokkaiseen valvontaan. Nämä taas aiheuttavat työvoiman voimakasta vaihtuvuutta, lakkoilua ja poissaoloja. (Sarala, Sarala 1996)

Elektroniikan tuotekehitys on pääosin luovaa suunnittelua, jossa tulosta ei synny säännöllisesti vaan ajatuskehittelyn jälkeen askeleittain. Työn valvonta ja työajan seuranta saattaa aiheuttaa stressaavan ympäristön luomishenkiselle työskentelylle ja todennäköisesti se huonontaa työn tehokkuutta. Liiallinen painostus ahkeruuteen aiheuttaa ajatukseen lukttilanteita, jotka näkyvät heikoissa tuloksissa tai jopa virheinä suunnittelussa.

Korkeakoulutetut tekevät eniten ylitöitä ja mikäli kaikki työhön käytetty aika kirjattaisiin, kustannukset ajankäytöstä kasvaisivat. Akavan syksyn 2013 tutkimuksessa viikon aikana tehdään keskimäärin seitsemän tuntia ylitöitä – yhden työpäivän verran ja YTN:n jäsenistä kolmasosa on työajan seurannan ulkopuolella. (Hautamäki, Männikkö 2014)

Laatujohtamisen peruselementtejä ovat perusarvot, visio, missio, strateginen päämäärä, strategiset tavoitteet sekä laatu politiikka. Perusarvoilla määritetään yrityksen periaatteet kuten mm. yksilön kunnioitus ja asiakaspalvelu. Visio on johdon näkemys siitä, mitä yritys haluaa olla tulevaisuudessa, missio taas on näkemys siitä, mikä on toiminnan päämäärä tai mikä on tarkoitus vision toteuttamiseksi. Missio toteutuu strategian avulla. Strategia määrää suuntaviivat ja kehykset, jotka ohjaavat operatiivista toimintaa. Strategian toteutumista seurataan säännöllisesti tavoitteiden avulla. Laatu politiikka on johdon julkituoma tarkoitus tai suunta yrityksessä. (Lecklin 2006)

Etteplanin missio on tehostaa teollisten asiakkaittensa liiketoimintaa toteuttamalla asiakkaiden ideat ja tuotteet. Arvoja ovat asiakastyytyväisyys, henkilöstön hyvinvointi ja ammattitaitoinen toimintatapa. Yrityksen strategian neljä kulmakiveä ovat asiakas keskeisyys, palveluratkaisut, yksi Etteplan ja suunnittelumenetelmät. Asiakas keskeisydessä on tavoitteena koko palvelutarjonnan myyminen olemassa oleville asiakkaille. Pitkät ja luottamukselliset asiakasuhteet ovat yritykselle tärkeitä. Palveluratkaisuilla tarkoitetaan, että Etteplan on teollisuuden edelläkävijä innovatiivisten palvelutuotteiden ja ratkaisujen kehittämisessä, joilla voidaan tuoda asiakkaalle kustannussäästöjä ja tehokkaampia toimintatapoja. Yksi Etteplan -ajatuksessa hyödynnetään sisäisiä synergioita ja tarjotaan kehitysmahdollisuuksia henkilöstölle maailmanlaajuisessa toimintaympäristössä. Suunnittelumenetelmissä tavoitteena on olla markkinajohtajana edistyksellisten suunnittelumenetelmien kehittämisessä, jotka edustavat laatua ja kustannussäästöjä asiakkaalle.

3.2 Projektipäällikön ominaisuudet

Kaikki projektit ovat prosesseja ja projektin rakenteen tehtävänä on ohjata ja tukea prosessia. Systemaattisen työskentelyn vastakohtana on sekasorto, jossa kaikki tekevät kaikkea ilman järjestystä. Rakenne on järjestystä ja selkeyttä, prosessi on luovuutta ja on kronologinen. Kokenut projektipäällikkö tasapainoilee prosessin ja rakenteen välillä. Liika ohjeistus eli rakenteen noudattaminen estää kehitystyön ja liika vapaus luovuuteen estää päämäärään pääsemisen. (Karlsson – Marttala 2001) Kokenut projektipäällikkö toimii itsenäisesti ja hänellä on tarvittavat johtamisominaisuudet. (Pelin 2011)

Projektipäällikön on oltava aktiivinen ja häneltä edellytetään useita eri tehtävärooleja, kuten esimerkiksi esimiehenä, neuvottelijana, myyjänä, tilaajana tai asiantuntijana olemista. Hyvä projektipäällikkö osaa antaa tehtävät siten, että suorittaja motivoituu tekemiseen, hän osaa hahmottaa projektin tekniikan kokonaisuutena, haluaa ottaa vastuuta, ottaa kriisitilanteet haasteena ja kestää niiden aiheuttaman stressin. Projektipäällikön ominaisuutena on myös kyky ennakoida ja vähentää ongelmia sekä pystyä toimimaan sosiaalisessa kanssakäymisessä yhteistyökykyisesti. Tavallisia projektipäällikön puutteita ovat mm. delegoinnin osaamattomuus, tiedottamisen ja valvonnan laiminlyöminen, päätöstenteon välttely sekä oman ajankäytön hallitsemattomuus. (Pelin 2011)

3.3 Projektin suunnitleminen

Projektin käynnistämisessä (engl. Kick-off) laaditaan projektisuunnitelmat ja suunnitellaan projektinhallintamenetelmät. Aloituspalaverissa eli käynnistysseminaarissa perehdytetään projektin jäsenet projektin tavoitteisiin, jaetaan tehtävät, tutustutaan ryhmän muihin jäseniin ja selvitetään työtavat. (Pelin 2011)

Projektisuunnitelma luodaan heti projektin alussa ja se sisältää projektin tavoitteet sekä tiedon siitä mitä tehdään, ketkä tekee, milloin tehdään ja miten tehdään. Projektisuunnitelman yleiskuvauksessa kerrotaan mm. esiselvitykset ja vastuualueet. Suunnitelmassa kerrotaan myös projektiorganisaation rakenne sekä mahdolliset alihankkijat. Projektisuunnitelman toteutussuunnitelmassa käydään läpi aikataulut, resursoinnit ja

riskien kartoitus. Lisäksi suunnitelmassa selvitetään kustannusarviot ja budjetti sekä määritellään projektin dokumentointi ja projektikokoukset. (Pelin 2011)

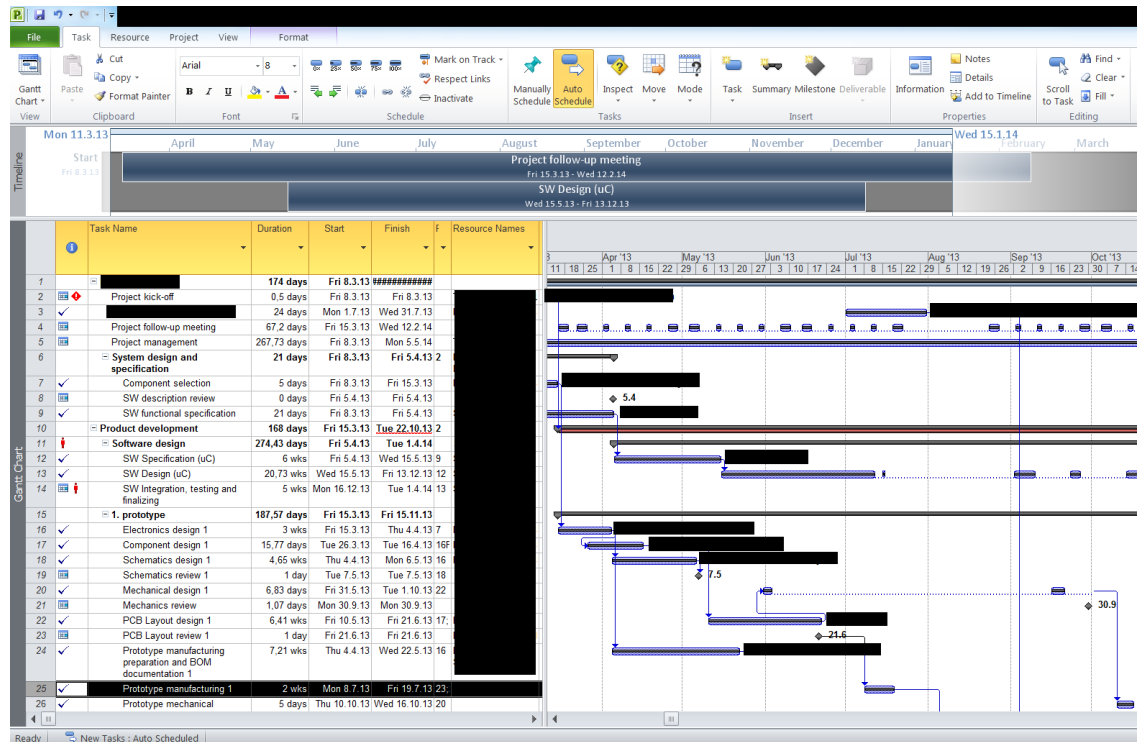
Hyvässä projektisuunnittelussa tunnistetaan ja selvitetään mahdolliset riskit ja ongelmat. Apuna voi käyttää aikaisempia ongelmia, usein samat ongelmat toistuvat myös tulevaisuudessa. Riskien tunnistamisessa selvitetään projektin kriittiset alueet, joita voivat olla aikataulun kriittinen polku, uusi teknologia, vastuuasiat tai avainresurssien kuormitus. Riskienhallinnan apuna voidaan käyttää tarkistusluetteloita. (Pelin 2011)

3.3.1 Aikataulut

Projektin osituksessa (engl. WBS, Work Breakdown Structure) projekti jaetaan eri osiin joko jakamalla työ eri työvaiheisiin, järjestelmiin, työlajeihin tai rakenteellisiin osiin. Vaiheittaisessa osituksessa projekti jaetaan peräkkäisiin vaiheisiin kuten esimerkiksi esitutkimus, suunnittelu, toteutus ja käyttöönotto. Järjestelmäosituksessa projekti jaetaan eri systeemeihin, kuten esimerkiksi tiedonsiirtojärjestelmään, ohjausjärjestelmään jne. Työlajin osituksessa projekti jaetaan työn mukaisesti, kuten esim. projektihallinto, sähkösuunnittelu, mekaniikkasuunnittelu jne. Rakenteellisessa osituksessa projekti pilkotaan fyysisiin osiin ja yhä edelleen pienempiin osiin. Rakenteellinen ositus on yleinen perusta projektin aloituksessa. (Pelin 2011)

Yleinen projektin vaiheistus on ajallinen jaksotus, jonka etuna on eri vaiheiden jälkeen mahdollisuus tehdä päätöksiä projektin jatkon suhteen. Tämänlaisen rakenteen pienin osa on ns. työpaketti, joka koostuu yksityiskohtaisista tehtävistä. Työvaiheiden lopuksi syntyy aina lopputulos, joka on mitattavissa. (Pelin 2011)

Osituksessa työpaketit muodostavat aikataulullisesti hierarkkisen kokonaisuuden, jossa jokainen vaihe pitää sisällään oman aikataulunsa ja työpaketit koostuvat aikataulutetuista tehtävistä. Kokonaisuus muodostaa projektin pääaikataulun. Projektinhallinta-ohjelmat tukevat WBS-rakennetta, kuten esimerkiksi MS Project. (Pelin 2011)



Kuva 4. Projektisuunnitelman aikataulu (Gantt chart)

3.3.2 Resursointi

Resurssisuunnittelussa huomioidaan aikataulussa käytettyjen resurssien saatavuus eri vaiheissa. Samalla huomioidaan avainresurssien käyttö siten, että kuormitus on mahdollisimman tasainen koko projektin ajan. Resursoinnissa on otettava myös huomioon todellinen työaika vähentämällä kalenterista mm. vapaapäivät ja vuosilomat. ”STTK:n työaikakatsauksen mukaan suomalainen työntekijä on työpaikallaan 1716 tuntia vuodessa”. (Pelin 2011)

Sairastapaukset ja äkilliset poissaolot tai jopa eroamiset ovat yllättäviä tilanteita, joihin on vaikeaa, yleensä jopa mahdotonta, varautua resurssisuunnittelussa. Resursointisuunnitelmassa otetaan myös huomioon se, voiko osan työstä vaiheistaa aikataulussa eri aikaan, kuin se järjestelmällisesti olisi suoritettavissa. Tämä voi olla tarpeen, mikäli avainhenkilöiden kuormitus on suuri ja on riski, että pienikin ongelma ja sen ratkaisu aiheuttaa avainhenkilöiden kautta aikataulun venymisen.

3.3.3 Kustannusten hallinta

Kustannusten seuranta tehdään vertaamalla viikkoraportoituja tunteja arvioituun työmäärään. Poikkeamat arviosta aiheuttavat muutoksen tunti-arvioon, jolloin projektin päällikön tehtävänä on varmistaa sekä uudelleenarvioida aikataulu, jotta projektin aiheuttamat alaskirjaukset saadaan tietoon mahdollisimman nopeasti. Kustannussuunnittelussa selvitetään tarkasti mitkä osat tuotekehityskustannuksista kuuluvat projektille ja mitkä voidaan laskuttaa erikseen asiakkaalta. Kustannussuunnittelussa on myös huomioitava resurssien kustannukset, missä eri työntekijöillä voi olla eri tuntikustannus kuin toisella. Oikealla kustannussuunnittelulla saadaan resurssit jaettua niin, että kalliimpien työntekijöiden työmäärä pysyisi mahdollisimman pienenä ja, että osa arvokkaammasta suunnittelutyöstä voidaan siirtää halvemmille tekijöille.

3.4 Projektin seuranta

Projektin aikana asetetut tavoitteet tai vaatimukset voivat muuttua. Muutosten tekeminen pitää kuitenkin tehdä hallitusti käyttäen muutosehdotusta. Muutosehdotus laaditaan omalle lomakkeelle ja sen tulee sisältää yleistiedot tarvittavasta muutoksesta, syy muutokseen, muutoksen vaikutukset sekä käsittely- ja hyväksymismerkinnät. Muutoksesta tiedottaminen projektin sisällä on erityisen tärkeää. (Pelin 2011)

Säännöllinen projektinseuranta sisäisesti ja asiakkaan kanssa estää projektin jäämisen tilaan, jossa ongelmiin ei saada ratkaisuja. Yhteisessä tapaamisessa voidaan ideoida uusia toimintamalleja ja apukeinoja tavoitteeseen pääsemisessä. Ongelmatilanteissa hyvä keino ratkaista tilannetta on pilkkoa tehtävät pienempiin osiin, kunnes tehtäväluettelossa on vain ongelmatehtävä sekä siihen kuluva aika. Ongelman konkretisoiminen yhdessä auttaa selventämään ratkaisua sekä saadaan välitön palaute sen aiheuttamaan aikataulun muutokseen.

Projektia seurataan myös tuntikirjausjärjestelmän kautta ja sillä tarkistetaan, että käytetyt tunnit täsmäävät aikataulun ja resurssisuunnitelman kanssa. Viikoittainen raportointi pitää tilanteen hallinnassa, tätä harvempi raportointi voi aiheuttaa vääristymää tuntikirjauksissa ja jäljellä olevia todellisia tunteja voi olla vaikea arvioida.

Viikoittaisessa tehtävälistassa merkitään viikkopalaverin aikana tarvittavat tehtävät, niiden suorituksen vastuuhenkilöt, kriittisyys sekä aika, jolloin tehtävän tulee olla suoritettu. Tarvittaessa tehtäviä voidaan yhdistää tai jakaa yhä pienempiin osiin seurannan helpottamiseksi.

3.5 Prosessimallin käyttö projektissa

Projektin vaiheet ovat selvittäminen, suunnan valinta, toteutuksen suunnittelu, toteuttaminen ja tuloksen luovuttaminen. Selvitysvaiheessa ongelmaa ja sen ympäristöä analysoidaan ja jäsenellään. Suunnan valinnassa etsitään vaihtoehtoisia ratkaisumalleja luovalla toiminnalla ja lopuksi valitaan se vaihtoehto, joka ratkaisee parhaiten ongelman. Toteutuksen suunnittelussa keskitytään valittuun vaihtoehtoon ja aletaan yksityiskohtaisesti tutkia menetelmiä tavoitteeseen pääsemiseksi. Toteutusvaiheessa ongelma ratkaistaan suunnitellulla menetelmällä. Tuloksen luovutusvaiheessa on oltava yksimielisyys siitä, että ratkaisu täyttää alkuperäiset tarpeet. Lisäksi tilaajan täytyy seurata miten ratkaisu toimii käytännössä ja tästä voidaan antaa palaute projektin teki-jälle. (Karlsson – Marttala 2001)

Prosessin kuvaus on viestinnän väline ja hyvä prosessimalli auttaa ymmärtämään organisaatiota. Hyvässä prosessimallissa ilmenee prosessin kannalta kriittiset asiat, se esittää asioiden väliset riippuvuudet. Sillä voidaan hahmottaa kokonaisuus ja siten edistää ryhmien välistä yhteistyötä. Prosessimallin arvioinnissa selvitetään, että kaikki tärkeät asiat ovat prosessissa, onko prosessi looginen ja ristiriidaton ja ovatko siinä kuvatut käsitteet ymmärrettäviä. Samalla kiinnitetään huomiota siihen, onko prosessi realistinen ja käytännössä toimiva. (Laamanen 2001)

4 PROSESSIMALLI

Prosessimalli on yksinkertainen dokumentti, jossa kaavion muodossa esitetään toimintaprosessi, sen osat ja sen osien väliset rajapinnat sekä kunkin osan syötteet ja tulokset. Prosessimalliin kuuluu myös esimerkit, mallit ja ohjeet dokumentaatiosta sekä työtavoista eri prosessin vaiheissa.

4.1 Prosessin kuvaus

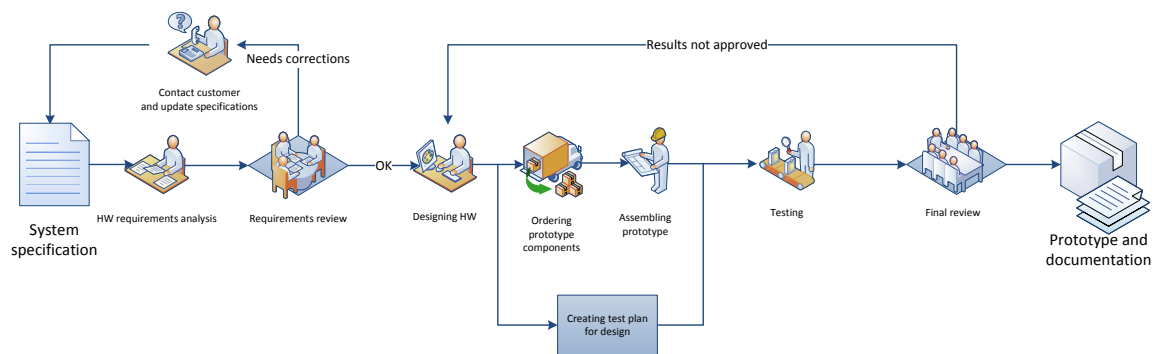


Kuva 5. Etteplanin prosessimallin päävaiheet

Etteplanin elektroniikan tuotekehitys ja tuotteistusprosessi käsittävät kokonaisuudessaan seitsemän eri vaihetta, josta varsinaisen projektijohtamisen osuus on viisi vaihetta. Ensimmäinen vaihe alkaa asiakkaan toimittamalla tarjouskyselyllä, joka voi olla myös suullinen tai tapaamisen yhteydessä esitetty tarjouspyyntö. Vaatimusten selvityksen jälkeen tehdään ensimmäinen dokumentti, vaatimusmäärittely. Vaatimusmäärittelyn ja suunnittelijoiden avustuksella rakennetaan WBS (Work Breakdown Structure), jonka pohjalta tehdään tarjous myytävästä projektista. Hyväksynnän jälkeen tarjous toimitetaan asiakkaalle ja mikäli tarjousta tarvitsee muuttaa, palataan päivityksen jälkeen takaisin hyväksyntään ja korjattu versio toimitetaan uudestaan asiakkaalle.

Hyväksytyn tarjouksen jälkeen käynnistyy projektin alustusvaihe, jossa luodaan projektin kuvaus. Kuvauksessa myös määritellään projektin tarpeet projektin aloitusta varten, kuten verkkokansiot projektitiedostoille, tarvittavat ohjelmistolisenssit, laboratoriovälineet sekä muut mahdolliset työkalut. Samalla projekti avataan yrityksen tunkirjausjärjestelmään. Prosessin mukaisesti alustusvaiheen viimeinen osuus on aloituspäätös, joka pidetään sisäisesti yhdessä projektipäällikön ja resursoitujen suunnittelijoiden kanssa.

Projektijohtaminen alkaa kolmannessa vaiheessa riskienhallintasuunnitelmalla, kommunikaatiosuunnitelmalla, dokumentointisuunnitelmalla sekä laadunhallintasuunnitelmalla. Em. dokumenttien jälkeen vaihe jatkuu projektisuunnitelman luomisella, joka sisältää myös aikataulu- ja resurssisuunnitelman. Samaan aikaan suunnittelijat koostavat pääsuunnittelijan tai pääsuunnittelijoiden johdolla systeemitason suunnitelman, jossa päätetään raudan toiminnot lohkokatasolla sekä valitaan eri vaihtoehtojen väliltä toteutus. Systeemisuunnitelman lähtökohtana on asiakkaan toimittama vaatimusmäärittely. Tämän tason suunnitelmassa valitaan jo toteutustavat sekä mahdollisesti pääkomponentit. Lisäksi viimeistellään tai luetaan vaatimusmäärittely sekä tehdään integrointisuunnitelma, FMECA (Failure mode, effects, and criticality analysis) ja systeemitason testaussuunnitelma. Dokumentit hyväksytään ko. prosessivaiheen lopussa katselmointipalaverissa.



Kuva 6. Etteplanin elektroniikan tuotekehityksen prosessimalli, projektin suunnittelu-vaihe

Neljäs vaihe on itse suunnittelutyö, joka jaetaan kolmeen osioon: HW design eli elektroniikan suunnittelu, SW design eli ohjelmiston suunnittelu sekä mekaniikkasuunnittelu, jossa elektroniikan suunnittelun kanssa yhteistyössä suunnitellaan tarvittavat mekaaniset komponentit ja työvaiheet. Elektroniikan suunnitteluprosessi koostuu aina elektroniikan suunnitteluvaiheesta mutta siihen ei välttämättä sisälly SW- tai mechanical design – osuutta. HW-suunnitteluvaiheen lähtödokumenttina on systeemisuunnitelma sekä asiakkaan vaatimusmäärittely. Analyysin jälkeen suunnittelijat

ryhtyvät tekemään varsinaista suunnittelutyötä, jossa simuloinneista, laskelmista ja rakennesuunnitelmista työstetään kirjallinen raudan kuvaus (HW design description). Piirikaavion suunnitteluvaiheessa tehdään samaan aikaan myös komponenttisuunnittelua sekä komponenttien sourcingia, ammattislangissa ”sorsastusta”. Piirikaavion valmistuttua se katselmoidaan ja hyväksytään katselmointipalaverissa ja siirretään piirilevy- eli layout-suunnitteluun. Samalla tehdään komponenttikirjaston komponenttien tarkastukset sekä BOM eli osaluettelo (Bill of Materials). Katselmoinnissa esille tulleet virheet palauttavat prosessissa taaksepäin, kunnes virheet ovat korjattu. Myös layout sekä piirilevyn valmistuksen vaatimusdokumentti katselmoidaan ja hyväksytään lopuksi palaverissa.

Neljännän vaiheen puolivälissä tilataan prototyypit joko asiakkaan tai suunnittelijoiden toimesta kolmannen osapuolen elektroniikkatehtaasta. Pienet sarjat voidaan myös tehdä ja/tai kalustaa käsin, joka voi mahdollisesti nopeuttaa aikataulua ja halventaa pienen prototyypisarjan hintaa. Prototyyppien valmistuttua on vuorossa prosessin mukaan testausvaihe ja loppukatselmointi. Testauksessa esille tulleet virheet pyritään korjaamaan ja prototyypikierroksen loppukatselmoinnin jälkeen tarvittaessa palataan takaisin suunnitteluvaiheeseen, jossa tehdään uusi versio mm. piirikaavio- ja layout-dokumentaatiosta.

Viides vaihe käsittää systeemiin integroimisen, mikäli järjestelmä koostuu useista eri osa-alueista. Integroinnissa myös mekaniikka ja lopullinen ohjelmisto testataan yhtenä kokonaisuutena. Kuudes vaihe käsittää systeemin verifiointin, jossa syntyy testien jälkeen koko järjestelmän testiraportti. Loppukatselmoinnissa käydään läpi tuotettu dokumentaatio, joka hyväksytään asiakkaan toimesta. Viimeinen vaihe on projektin päättäminen, jossa tarjouksessa mainitut dokumentit toimitetaan asiakkaalle. Mikäli dokumenteissa ei ole korjattavaa, projekti voidaan asettaa päätöstilaan. (Aura 2013)

4.2 Prosessin toteutuminen

Omassa projektissani tarkoituksena oli tehdä asiakkaan ja yrityksemme yhdessä tekemän vaatimusmäärittelyn pohjalta 400W teholähde. Pääsin mukaan projektiin, kun asiakas oli tehnyt tilauksen työstä ja lähtökohtana oli jo valmiiksi äärimmäisen tiukka aikataulu. Aikataulun mukaisesti oli tarkoitus tehdä projekti viidessä kuukaudessa tuotantovalmiiksi tuotteeksi. Suunnittelu oli kuitenkin huomattavasti vaativampaa mitä aikaisemmin oli arvioitu ja työ venyi tuotekehityksen prototyypikierteen vuoksi puolella vuodella.

Prosessin toteuttaminen käytännössä on erittäin vaativaa ja johtamassani projektissa kohtasin useita eri ongelmia, joista osa jalostui prosessin parannusehdotuksiksi. Suurin prosessin toteutumisen epäonnistumisessa ovat projektin työntekijät itse ja tiimin toimiminen kokonaisuutena. Suuri osa projektiryhmän jäsenistä ei tuntenut koko prosessia ja motivaatio tehdä työ prosessin mukaisesti oli olematonta.

Aikataulusuunnitelman toteuttaminen oli äärimmäisen vaikeaa passiivisen ilmapiirin vuoksi. Samasta syystä dokumenttien tekeminen piti jokaisen dokumentin kohdalta erikseen vaatia.

Ensimmäinen prototyyppi ei toiminut odotetulla tavalla ja oikeanlaisten resurssien puutteen vuoksi suuri osa suunnittelua jouduttiin uusimaan, koska osa työntekijöistä vaihtui kesken projektin. Toisella kierroksella saatiin toimiva prototyyppi mutta testaus-korjaus –kierrosten jälkeen aikataulu oli useita viikkoja myöhässä suunnitellusta.

Komponenttien ja prototyyppien toimitusaikataulu venytti myös aikataulua suhteettoman paljon. Monen toimittajan varastoon merkittyä tuotetta ei ollutkaan saatavilla ja toimitukset venyivät pahimmillaan kuukausien mittaiseksi, jolloin hankalasti saatavien komponenttien osalta jouduttiin tekemään suunnittelua uusiksi.

4.3 Prosessin keskeiset ongelmat

Etteplanin elektroniikan tuotekehityksen malli pohjautuu varsin pitkälle vanhoihin toimivaksi todettuihin toimintoihin ja dokumentteihin. Prosessimallin ideana on seurata prosessipolkua ja tuottaa kunkin työvaiheen vaatimat dokumentit verkkoasemassa olevaan projektikansioon. Prosessimallia voidaan tarvittaessa soveltaa siten, että se sopii meneillä olevaan projektiin. Prosessimallissa on kuitenkin joitakin puutteita ja epäkohtia, joiden korjaaminen parantaa toimintaa. Näihin korjauksiin palataan myöhemmin tässä työssä.

Elektroniikan tuotekehitys poikkeaa muiden alojen tuotekehityksestä siten, että siinä lopputulos ei kovinkaan usein vastaa suunnitelmaa. Prototyyppi ei toimi odotetulla tavalla tai ei ollenkaan, tai ongelmia esiintyy viimeistään testauksen aikana. Virheet aiheuttavat muutostarpeen, jota kokeillaan rakentamalla tai korjaamalla kytkentää prototyyppilevyllä. Korjaukset dokumentoidaan ja onnistuneiden testien jälkeen muutokset tehdään alkuperäisiin suunnitteludokumentteihin. Tyypillisesti korjauskierroksia tehdään tuotekehityksen aikana 2-3 kpl.

Palaaminen prosessissa takaisinpäin aiheuttaa ongelmia ja haasteita prosessinmukaiselle toiminnalle. Tuotekehitysvaiheessa voidaan hypätä taaksepäin prosessikaaviossa useitakin askeleita ja vastaavasti hypätä joidenkin vaiheiden yli. Saman prosessivaiheen toistaminen aiheuttaa haasteita myös aikataulutukselle sekä resursoinnille. Siksi prosessissa pitäisi myös tarkasti selvittää mallit tilanteiden ratkaisemiselle sekä menettelmille, joilla prosessin sisäisestä kierteestä päästään pois jatkamaan mallin mukaista työskentelyä.

Tärkeä dokumentti prosessikierteen päättämiseksi on hyväksytty testiraportti. Mikäli prototyypin testaus on onnistunut ja tulokset hyväksyttäviä, ollaan tilanteessa, jossa voidaan jatkaa tuotekehitysprosessin seuraavaan vaiheeseen – integroimiseen. Tai mikäli kyseessä on vain yksi prototyyppikortti, voidaan tuotekehitysvaihe päättää hyväksytyillä ja tarkastetuilla suunnittelu- ja testidokumenteilla. Edellisten jälkeen projekti voidaan päättää tai sitten voidaan jatkaa tuotannollistamisvaiheeseen riippuen siitä, mitä työtä asiakas on tilannut.

Muita ongelmia prosessimallissa ovat työntekijöiden välinpitämättömyys tai osaamattomuus. Prosessimallin toteutumiseen vaaditaan tarkkaa dokumentaatiota jokaisesta työvaiheesta. Mikäli näitä dokumentteja ei tehdä tai niitä ei täytetä oikein, on projektin seuraaminen erittäin haastavaa. Epäselvät tilanteet ja dokumentaation puuttuminen johtaa helposti henkilöstön sisäisiin riitatilanteisiin tai konflikteihin esimiesten kanssa. Mikäli vaadittavaa dokumentaatiota ei saada, on projektipäällikön vaikea seurata tilannetta ja ratkaista, missä vaiheessa voidaan siirtyä seuraavaan prosessin vaiheeseen.

Sulkeutuminen ongelmaan tai omaan työhönsä aiheuttaa helposti tilanteen, jossa työntekijä katsoo, että dokumentaation tuottaminen on sivuasia toimivan prototyypin sijasta. Ongelmanratkaisu saatetaan tehdä niin, että ohitetaan kaikki prosessimallin mukaiset vaiheet ja tällä tavoin yritetään päästä suoraan takaisin vaiheeseen ennen ongelmaa.

Aikataulupaineet aiheuttavat myös helposti tilanteen, jossa dokumentaation tuottaminen tai prosessimallin seuraaminen tuntuu hidastavan projektin etenemistä. Tässä tilanteessa projektihallintaan voi kohdistua painetta myös ylemmältä johdolta aiheuttaen sen, että osa prosessivaiheista suoritetaan puutteellisella dokumentaatiolla tai ohitetaan kokonaan.

Prosessimallin tunteminen työntekijöiden keskuudessa edesauttaa prosessimallin onnistumista. Mikäli prosessi hyväksytään, joka tasolla ainoana oikeana tapana työskennellä, on mahdollista saavuttaa tilanne, jossa työntekijät oma-aloitteisesti tietävät mitä prosessimallin eri vaiheissa tehdään ja mitkä ovat vaiheen lopputulokset.

Prosessimalli itsessään on oltava valmis ennen käyttöönottoa ja vaadittavista dokumenteista on oltava esimerkit sekä mallipohjat, joihin dokumentti tehdään. Näiden käyttäminen nopeuttaa dokumentaation tekemistä sekä yhdenmukaistaa dokumenttien ulkonäön ja sisällön.

Prosessimallin seuraaminen projektin edetessä oli suoraviivaista ja selkeää, mutta joissakin kohdissa todellinen työvaihe oli ristiriidassa prosessimallin kanssa. Ristiriitaiset tilanteet kuten esimerkiksi väärään vaiheeseen sijoitettu osalistan luominen huomioitiin ja se tullaan korjaamaan projektin päätteeksi. Prosessimallista puuttui myös osa tarvittavasta dokumentaatiosta, jolloin ne jouduttiin luomaan täysin tyhjästä.

Prosessin dokumentaatiopohjat olivat hyvin puutteelliset tai vaikeasti muokattavat ja ne aiheuttivat usein ongelmatilanteita, joissa koko pohja jouduttiin tekemään tyhjästä uusiksi. Dokumenttien nimeämisen suhteen tuli myös epäselvyyttä esimerkiksi järjestelmän vaatimusmäärittelyn ja järjestelmäkuvausten välillä (engl. System specification, system description). Epäkohtana prosessimallissa oli erityisesti elektroniikkasuunnittelun työvaiheen sisäinen prosessikaavio sekä vaadittavien dokumenttien puute prosessissa.

4.4 Kehitysehdotukset

Prossimallin käytössä on kaksi ongelmaa: Keskeneräinen tai vääränlainen malli ja työntekijöiden taito käyttää mallia. Keskeneräinen tai vääränlainen prosessi aiheuttaa epäluottamuksen prosessia kohtaan. Työntekijöiden taito käyttää mallia perustuu koulutautumiseen ja prosessityöskentelyn osaamiseen.

Keskeneräinen tai puutteellinen malli olisi välittömästi korjattava, jotta seuraavat prosessia seuraavat eivät törmäisi samoihin ongelmiin. Projektin päätteeksi koostetaan puutteet ja epäkohdat sekä valmistellaan työryhmä tai henkilö korjaamaan prosessimalli vastaamaan sen hetkistä tilannetta toimivasta mallista.

Prossirakenteessa olisi parannettava lohkotason suunnittelun ja piirikaaviosuunnittelun välistä rajapintaa yksisuuntaisesta vuorovaikutteiseksi siten, että molempien työvaiheiden yhteinen tulos olisi HW Design Description sekä piirikaavio. Selecting Components työvaihe on vastaavasti vuorovaikutuksessa piirikaavion piirron kanssa mutta sen tuloksena on BOM. Uusille komponenteille tarvitaan request-dokumentti, joka voi yksinkertaisimmillaan olla nimiehdotus ja datalehti kirjastoon lisättävästä komponentista.

Layout-suunnittelun vuorovaikuterajapinnat tulisi olla piirikaavion työvaiheeseen sekä mekaniikkasuunnittelun työvaiheeseen, jossa mekaniikkasuunnittelun rajapinnan dokumenttina tulisi olla piirilevyn mekaniikkamallinnus ja vastaavasti mekaniikan tilavaatimus piirilevylle. Piirikaavion tuloksena tulisi myös olla layout-ohjeistus, jossa esitetään toiminnallisuuden kannalta tärkeät vaatimukset layout-suunnittelulle.

Työntekijät olisi perehdytettävä valmiiseen prosessiin ja sen vaatimuksiin siten, että jokainen työntekijä tietäisi prosessin eri vaiheissa millaista lopputulosta kunkin vai-

heen päättyessä odotetaan. Prosessimalli tulisi myös olla jokaisen työntekijän nähtävillä ja saatavilla.

Dokumenteista tulisi olla ohjeistus kuinka dokumenttipohjia käytetään ja millaisia dokumentteja eri työvaiheista odotetaan. Yhtenäisellä ohjeistuksella vältetään eroavaisuudet dokumenttien ulkoasussa eri tekijöiden välillä.

5 YHTEENVETO

Oma johtaminen on suunnitteluläheistä ja toimin enemmänkin tiimivetäjänä kuin johtajana. Päätötyön aikaisessa projektissa toimin ensimmäistä kertaa projektin johdossa, aikaisemmin ollessani suunnittelijana. Tästä syystä oli myös helppo lähestyä ongelmia suunnittelijoiden näkökulmasta ja pystyin osallistumaan ongelmanratkaisuun myös suunnittelutasolla. Toisaalta lähtökohta esti minua toimimasta täysivaltaisena johtajana, koska muissa projekteissa toimin suunnittelijana samojen henkilöiden rinnalla. Auktoriteettiongelmissa jouduinkin ottamaan yhteyden suunnittelijoihin oman esimieheni kautta.

Projektinjohtaminen on ollut erittäin opettavainen kokemus myös suunnittelutyötä ajatellen, koska kokonaiskuvan hahmottaminen oli paljon helpompaa projektivetäjää, kuin suunnittelijana. Ongelmatilanteet saatiin selvitettyä yhdessä ja esimiesteni mukanaolo toi tarvittavan lisäauktoriteetin päätöksille.

Koska suunnittelijat ovat myös työtovereitani, minun oli kuitenkin helppo esittää mielipiteeni ja kommenttini työstä. Nimimerkkien vaatiminen katselmoinneissa aiheutti työntekijöiden keskuudessa vakavamman suhtautumisen tehtävään työhön. Jatkossa tulen varmasti olemaan huomattavasti järjestelmällisempi johtajana ja osaan vaatia resursoiduilta henkilöiltä perehdytykset työhön ennen projektin aloittamista.

Prosessimallin ja dokumentaation kehitykseen sain hyviä ajatuksia, joita varmaan tulen toteuttamaan käytännössä. Projektin lopputuloksena syntynyt dokumentaatio työstetään malleiksi ja dokumenttipohjiksi seuraavia projekteja varten. Uskon, että tästä työstä on ollut yritykselle valtavasti hyötyä, josta voidaan nauttia tulevaisuuden tuotekehitysprojektien parissa.

LÄHTEET

- Laamanen K. 2001. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy
- Pelin R. 2011. Projektihallinnan käsikirja. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy
- Sarala A ja Sarala U. 1996. Oppiva organisaatio – oppimisen, laadun ja tuottavuuden yhdistäminen. Tampere: Tammer-paino
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Talentum
- Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. Helsinki: Otatieto
- Karlsson Å ja Marttala A. 2001. Projektikirja – Onnistuneen projektin toteuttaminen. Helsinki: Kauppakaari
- Hautamäki Terhi ja Männikkö Ville. 2014. Kellokortin uusi aika – korkeasti koulutetut tekevät eniten ylitöitä. <http://www.hs.fi/tyoelama/a1393047651020> 13.5.2014
- Aura E. 2013. Product development process_simple_v0.21.pdf. Etteplan Design Center Oy