



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Marko Sarén

# Startup-yrityksen tuotekehitysproses- sin määrittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK)

Ajoneuvotekniikan tutkinto

Insinöörityö

28.5.2021

Tekijä Otsikko	Marko Sarén Startup-yrityksen tuotekehitysprosessin määrittäminen
Sivumäärä Aika	41 sivua + 3 liitettä 28.5.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Ajoneuvotekniikan tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Lehtori Pasi Kovanen
<p>Tässä opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää tuotekehitysprosessimalli startup-yritys RMK Vehicle Corporation Oy:lle. Yrityksen tarkoituksena on vakiintua sähkömoottoripyörien valmistajaksi tulevien vuosien aikana.</p> <p>Tällä hetkellä yrityksellä on valmisteilla ensimmäinen piensarjatuote, jonka myynnin on määrä alkaa vuoden 2021 lopulla.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkastellaan yleisimpiä teollisuuden alan prosessimalleja ja pohditaan niiden soveltuvuutta RMK Vehicle Corporation Oy:n käyttöön. Koska startup-yrityksessä tuotekehityksen rooli on merkittävä ja se vaikuttaa lähes kaikkiin yrityksen toimintoihin, luodaan työssä myös katsaus tuotekehityksen tukitoimintoihin.</p> <p>Työn tuloksena syntyi tuotekehityksen prosessimalli, joka yhdistää ominaisuuksia erilaisista valmistavalla teollisuuden alalla koetelluista prosesseista. Määritelty tuotekehityksen prosessimalli vaatii vielä jatkokehitystä yrityksen sisällä. Eniten yritykselle tulee olemaan työtä dokumentoinnin ja ohjeistuksen laatimisessa ja siihen integroituvan laatujärjestelmän kehittämisessä. Suursarjatuotteiden valmistajaksi ryhtyminen vaatii myös yrityksen muuntautumisen startup-yrityksestä vähintäänkin pk-yritysten joukkoon.</p>	
Avainsanat	tuotekehitysprosessi, startup-yritys

Author Title Number of Pages Date	Marko Sarén Assessment of Product Development Process of Startup Company 41 pages + 3 appendices 28 <sup>th</sup> of May 2021
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Automotive Engineering
Instructors	Senior Lecturer, Pasi Kovanen
<p>The purpose of this thesis was to write an assessment of a product development process of startup-company RMK Vehicle Corporation Ltd. The goal of the company is to be manufacturer of electrified motorcycles in the coming years.</p> <p>At this moment the company is at a phase where they are looking to deliver first motorcycles to the customers at the end of the year 2021.</p> <p>The theory part of this thesis reviews the most commonly used automotive product development process models and reflects how to use them at RMK Vehicle Corporation Ltd. Because the product development has such a large role in a startup-company, also some of the support functions related to the product development are reviewed.</p> <p>This work developed a process model of product development that combines features from various processes tested in the manufacturing industry. Specified product development model needs further development at the point of implementation. Biggest task being the documentation and the instructions together with the integrated quality system. When becoming serial manufacturer, the company also needs to transform from a startup company to a significantly bigger company to survive in the business.</p>	
Keywords	product development process, startup-company

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	2
2.1	Startup-yrityksen määritelmä	2
2.2	Organisaatio	3
3	Tuotekehitysprosessi teoriassa	4
3.1	V-malli	4
3.2	Tuotekehitysohjelmimalli	7
3.3	Tuotekehitysohjelmimallin vaihteet	9
3.4	Toteutettavuuden arviointi (Proof of concept, Feasibility study)	10
3.5	Konseptisuunnittelu	10
3.6	Prototyypin rakennus	11
3.7	Sarjasuunnittelu	11
3.8	Design release	12
3.9	Testaus	12
3.10	Työn luovutus tuotantoon	12
4	Rmk Vehicle Corporation Oy:n tuotekehitysohjelmimallin määrittely	13
4.1	Tekninen vaatimuserittely	13
4.2	Tuotekehitysohjelmimallin organisaatio	15
4.3	Tuotekehitysohjelmimallin osat	16
4.3.1	Korkeajänniteakku (Team Green)	17
4.3.2	Runko, alusta ja ajettavuus (Team Black)	17
4.3.3	Ohjelmisto (Team Yellow)	17
4.3.4	Moottori (Team Blue)	18
4.3.5	Sähköjärjestelmä (Team Red)	18
4.3.6	Rungon osat (Team Purple)	19
4.4	Integraatio (Integration)	19
5	Tuotekehitysohjelmimalli	20

5.1	Konseptisuunniteluvaihe	21
5.2	Sarjasuunnitteluvaihe	21
5.3	Projektiehdotus (Project idea / One pager)	22
5.4	Projektisuunnitelma (Project plan)	22
6	Projektin tukitoimintoja ja käytänteitä	25
6.1	Muutostenhallinta (Change management)	25
6.2	RASIC-taulukko	25
6.3	Laatu	27
6.4	Dimensional management (DIM)	28
6.5	Riskienhallinta	29
6.6	Toiminnallinen turvallisuus	29
6.7	Lesson learned	30
6.8	Dokumentointi	31
6.9	Salassapito ja tietoturvallisuus	31
6.10	Palaverikäytäntö	32
7	Tuotekehityksen tukitoiminnot	32
7.1	Talous ja ostotoiminnot	32
7.2	Logistiikka (sisäinen ja ulkoinen)	33
7.3	Myynti ja markkinointi	33
7.4	IT	34
7.5	Henkilöstöhallinto	34
7.6	Jälkimarkkinoiden hoito	35
7.7	Tuotanto ja tuotannonkehitys	36
7.8	Tuotanto	36
7.9	Tuotannonlaatu	37
8	Yhteenveto	37
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Projektinseurantaraportti (Project follow-up report)	
	Liite 2. Projekti-idea (Project idea / One-pager)	
	Liite 3. Projektisuunnitelma (Project plan)	

## Lyhenteet

B2C	Business to customers, suorakuluttajamyynä
BOM	Bill Of Material, tuoterakenteenlistaus
CEO	Chief Executive Officer, toimitusjohtaja
COO	Chief Operating Officer, operatiivinen johtaja
CTO	Chief Technical Officer, suunnittelupäällikkö
DC/DC-muunnin	Laite, joka muuttaa tasajännitteen jännitetasoa
DFA	Design for assembly, asennusystävällinensuunnittelu
DFMEA	Tuotteenominaisuuksien FMEA
DIM	Dimensional Management, mitoituksenhallinnan prosessi
EMC	Electromagnetic compatibility, sähkömagneettinen yhteensopivuus
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis, vika- ja vaikutusanalyysi
IGES	Suunnitteluohjelmiston tiedostomuoto
IPR	Intellectual Property Rights, teollis- ja tekijänoikeudet
JIT	Just in time, Juuri oikealla hetkellä tapahtuva toiminta
Lesson Learned	Kerääntynyttä oppia
MBOM	Manufacturing Bill Of Material, tuotantokokonaisuuksien listaus
PBOM	Purchasing Bill Of Material, osto-osien listaus
PDM	Product Data Management, tuotetiedonhallintajärjestelmä
PEP	Product Evolution Process, tuotekehitysprosessi
PFMEA	Prosessi FMEA, tuotantoprosessin riskianalyysi
PM	Product Manager, tuotepäällikkö
PMO	Project Management Office, projektien hallinnasta vastaava osasto
PO	Purchase Order, ostotilaus
PPAP	Production Part Approval Process, tuotteenhyväksyntäprosessi
R&D	Research and Development
STEP	Suunnitteluohjelmiston tiedostomuoto
STL	Suunnitteluohjelmiston tiedostomuoto
VRML	Suunnitteluohjelmiston tiedostomuoto
VTS	Vehicle Technical Specification, ajoneuvon tekninen vaatimuserittely

## 1 Johdanto

Kun syntyy kuluttajille tarkoitettu idea tai keksintö, on matkalla monta vaihetta, ennen kuin tuote tai palvelu on asiakkailta käytössä. Tyypillisessä tilanteessa keksijä löytää ympärilleen yrittäjähenkisiä tovereita ja he perustavat startup-yrityksen. Tässä työssä on tarkoitus määrittää olemassa olevalle startup-yritykselle tuotekehitysprosessimalli, jonka avulla tuotteen suunnittelu ja kehittäminen voitaisiin toteuttaa.

Kohdeyritys toimii ajoneuvoteollisuuden parissa, mutta yrityksen koon takia ajoneuvoteollisuuden tuotekehitysprosessia ei itsessään ole järkevä siirtää startup-yrityksen prosessiksi. Startup-yrityksen taloudellinen asema ei usein ole niin vakaa, että sillä olisi mahdollisuutta toteuttaa monen vuoden ja usean miljoonan euron hintaista projektia. Yrityksen toimintakulttuurin rakentaminen ja oikeiden henkilöiden löytäminen oikeisiin tehtäviin ovat avainasemassa yrityksen menestymisessä. Tämä tarkoittaa niin rahoituksen kerääjiä, suunnittelijoita kuin tuotannon käynnistäjiä.

Opinnäytetyön tavoitteena on määrittää prosessi, jonka avulla startup-yritys voi ottaa kasvuaskeleen kohti menestystä pk-yrityksenä. Lisäksi tavoitteena on tuoda esiin yrityksen tuotekehitykseen liittyviä tekijöitä ja tukitoimintoja, jotka startup-yrityksen tulee perustaa yrityksen sisälle. Vasta yrityksen kasvun kautta on mahdollista vakiinnuttaa asema ajoneuvoteollisuuden toimijana.

Työn tekijä on toiminut työuransa aikana keskisuurien ja suurien ajoneuvoalan yritysten tuotekehitysprosesseissa eri rooleissa, mm. mekaniikkasuunnittelijana ja projektipäällikkönä. Kokemus on suurista ja konservatiivisesti toimivista keskieuropalaisista ja pohjoismaalaisista ajoneuvoalan projekteista. Teoreettisena taustana on tutustuttu lähdeuuteluissa mainittuihin teoksiin, joita on reflektoitu aiempaan työkokemukseen. Merkityksellisin lähde työn tekemiselle on kuitenkin työkokemuksen myötä karttunut tietotaito. Jokaisessa yrityksessä prosessit ovat muovautuneet kunkin asiakkaan vaatimusten ja yrityksen omien resurssien mukaisiksi. Työkokemuksen kautta opitut yritysten laatuprosessit ovat yritysten omia ja salattuja, joten niihin ei ole suoria viittauksia.

## 2 Yritysesittely

RMK Vehicle Corporatio Oy (myöhemmin RMK) on huhtikuussa 2018 Suomeen perustettu yritys. Tammikuussa 2021 yrityksessä työskentelee täysipäiväisesti 11 henkilöä. RMK:n liikeidea on sähkökäyttöisten moottoripyörien valmistus, myynti sekä jälkimarkkinoiden hoitaminen.

### 2.1 Startup-yrityksen määritelmä

Yleisesti startup-yrityksellä tarkoitetaan kasvuhaluista ja suhteellisen nuorta yritystä. Business Finland on määritellyt startup-yrityksen olevan alle 50 henkilöä työllistävä, alle viisivuotias, jonka henkilöstö omistaa merkittävän osan yrityksestä. Yrityksen tulee omistaa liiketoiminnalleen olennaiset IPR:t (Intellectual Property Rights) ja sillä tulee olla näyttöä lupaavasta liiketoiminnasta. (Nuoret Innovatiiviset yritykset 2021.)

Startup-yrityksen määritelmän mukaan nuoren ja kasvuhaluistaan yrityksen taustalla on perustajajäsenen Teemu Saukkion moottoripyörän takapyörään integroitu sähkömoottori. Tämän idean ympärille on rakentunut startup-yritys, jonka perimmäinen tarkoitus on tuottaa omistajilleen voittoa. Vannemoottoria ollaan kehittämässä myös muihin sovelluksiin kuin moottoripyörään kuten esimerkiksi lavanostimeen. Tätä kehitystyötä tehdään eri yhtiöissä.

Ensimmäistä RMK-nimen alla esiteltyä konseptitutkielmaa esiteltiin Helsingissä helmikuussa 2019 moottoripyörämessuilla, mistä kuva 1.





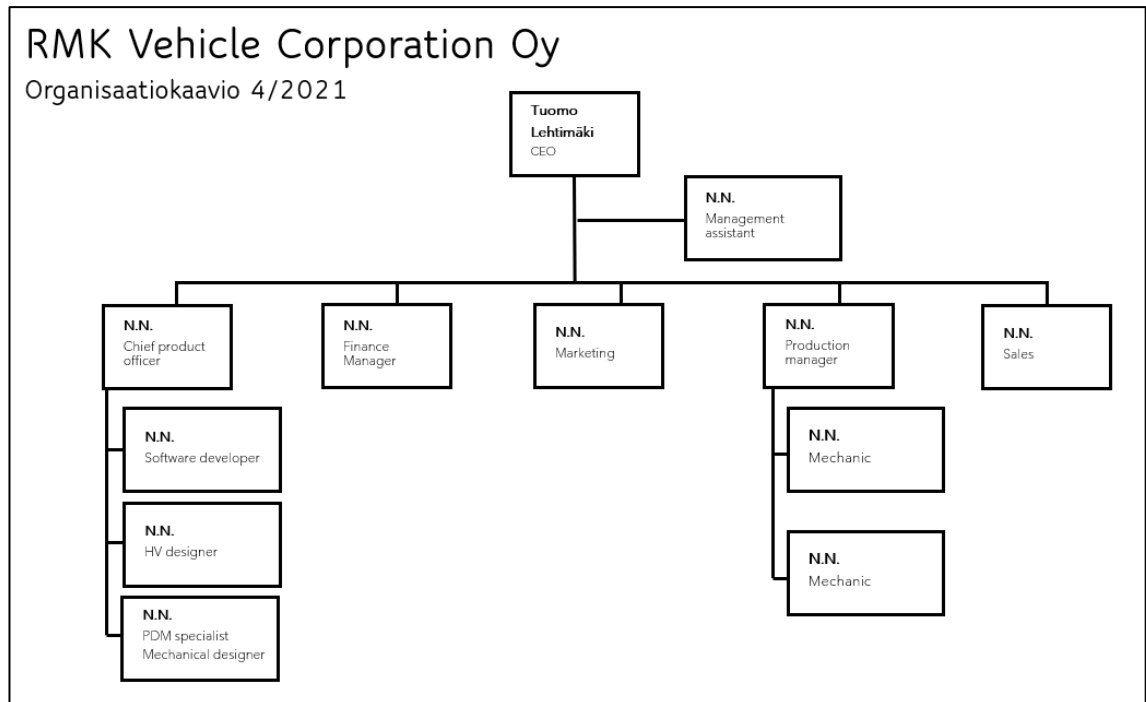
Kuva 1. RMK:n konsepti helmikuussa 2019.

Yksi ensimmäisistä maininnoista takapyörään integroidusta moottorista on Tekniikka & Talous -lehdessä elokuussa 2017 (Tervola 2017).

Startup-yrityksen määritelmään kuuluu, että mukana on vain alusta asti mukana olleita sijoittajia. Tätä kirjoitettaessa on RMK:lla ollut kaksi rahoituskierrosta, joiden myötä mukaan on tullut uusia omistajia ja rahoittajia. Kyse ei siis enää ole puhtaasta startup-yrityksestä. Tuotekehitysprosessin ja tuotannon näkökulmasta yritys ottaa kuitenkin vasta ensiaskeleitaan.

## 2.2 Organisaatio

RMK:n organisaatiokaavio huhtikuussa 2021 on esitetty kuvassa 2. Yrityksen toimitusjohtajana toimi tällöin Tuomo Lehtimäki. Hänen lisäksi yrityksessä on kymmenen palkkaa nostavaa työntekijää. Tuomo Lehtimäki korostaa RMK:n organisaatiossa sitä, että johtamiskulttuuri on merkittävästi erilainen kuin perinteisissä teollisuuden yrityksissä. Hän painottaa yrityksen leadership-johtamista. Pyrkimyksenä on välttää rakenteellisia esimies-alainenasetelmia. (Lehtimäki 2019.)



Kuva 2. RMK:n organisaatiokaavio 4/2021.

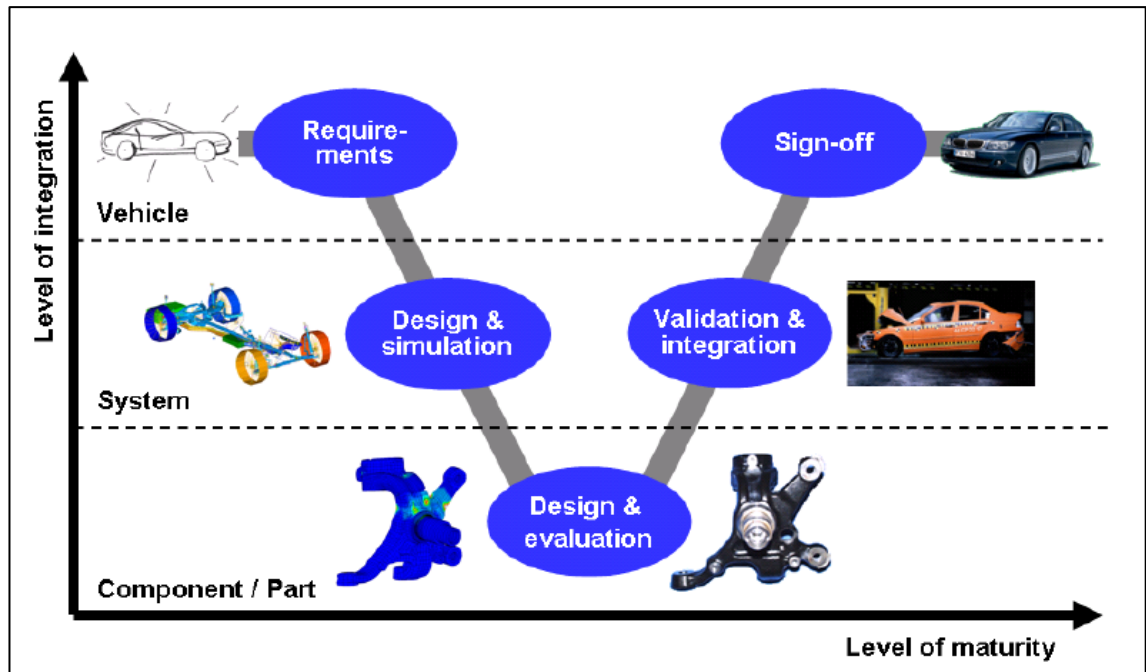
### 3 Tuotekehitysprosessi teoriassa

Perinteisen tuotekehitysprosessin teoreettinen tausta on hyvin samantyylinen riippumatta teollisuuden alasta. Tuotekehittämistä opetetaan eri oppilaitoksissa alkaen alakoulusta ja jatkuen aina korkeakouluihin. Aiheesta löytyy myös kattavasti kirjallisuutta, joista muutamia on mainittu lähdeviitteissä.

#### 3.1 V-malli

Vakiintuneessa yrityksessä, jossa tehdään selkeää uutta tuotetta, tuotekehitysprosessi seuraa ns. V-mallia (kuva 3). On olemassa kirjallinen vaatimuserittely (Requirements) jonka vaatimukset suunniteltavan tuotteen tulee täyttää. Tuotekehitysorganisaatio järjestäytyy täyttämään asiakkaan (sisäinen ja/tai ulkoinen) vaatimukset. Weber mainitsee, että tuotekehitysprosessista käytetään myös nimitystä *time-to-market process* (Weber 2009: 6).

Ollakseen suhteellisen yksinkertainen V-malli kätkee sisäänsä suuria työkokonaisuuksia. Työ lähtee liikkeelle vaatimuserittelystä, jota vasten ensimmäisessä vaiheessa tehdään alustavaa suunnittelua ja simulointeja. Kun työ jalostuu V-käyrän alimmassa kään-  
töpisteessä, tehdään jo lopullista suunnittelua ja arvioidaan sen ominaisuuksia. V-käyrän nousuvaiheessa testauksella varmistetaan, että suunniteltu tuote vastaa vaatimuseritellyssä määriteltyjä ominaisuuksia. Kun kaikki on valmista, työn tilaaja toteaa allekirjoituksellaan työn lopputuloksen vastaavan vaatimuserittelyä.



Kuva 3. Tuotekehityksen V-malli (Weber 2009: 12).

Tällainen projektirakenne on myös tuttu suunnittelutoimistojen toimintatapa, kun kyseessä on ns. avaimet käteen -palvelu. Jos työtä teetetään eri alihankkijoilla, vaatii se sen, että jokainen osapuoli ymmärtää projektirakenteen. Kyvykkäät alan toimijat tuntevat tyypillisesti roolinsa prosessissa.

Kuvassa 4 on tuotekehitysprosessin ja tuotannon projektin samanaikaisesti tapahtuvat vaiheet samassa (Sanders & Klein 2012). Pääpiirteittäin kyse on samasta asiasta, mutta yksityiskohtien määrä on kasvanut Weberin kuvaan nähden. Lisäksi tuotannon samanaikaisten toimintojen ajoitus käy hyvin ilmi Sandersin ja Kleinin kuvasta.

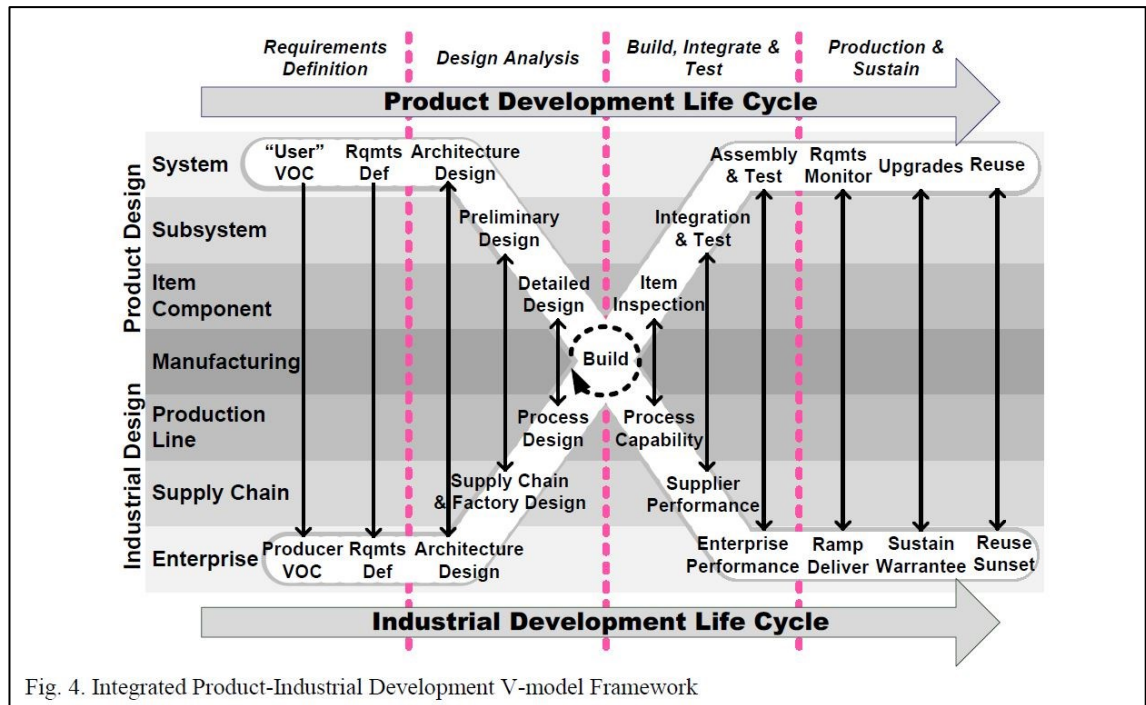
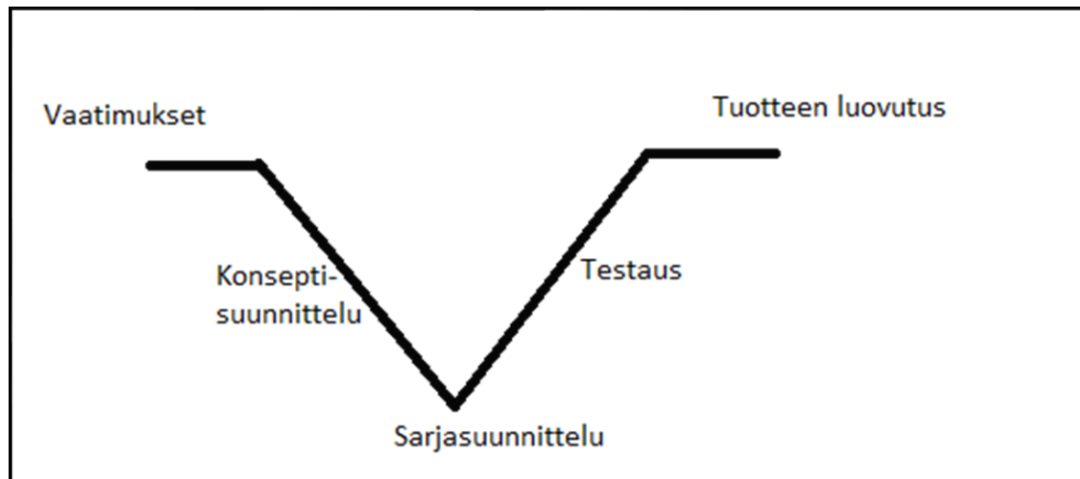


Fig. 4. Integrated Product-Industrial Development V-model Framework

Kuva 4. Tuotekehityksen ns. V-malli (Sanders & Klein 2012).

Tuotekehitysprosessiksi nimitetään usein myös tuotekehitysosaston tekemä ns. jatkuvan parantamisen prosessi. Tällaisessa tapauksessa ei kehitetä useinkaan puhtaasti uutta tuotetta vaan tehdään tuoteparannuksia olemassa olevaan tuotteeseen. Tällöinkin tuotekehitysprosessimalli toimii pääosin saman V-mallin mukaisesti.

Kuvassa 5 on esitetty tiivistetysti V-malli siitä, miten projektin eri vaiheet etenevät. Auto-teollisuudella on vuosikymmenien kokemus tuotekehitysprosessien kehittämisestä, vaikkakin nykyään yhä suurempi osa mallinnuksesta ja suunnittelusta ostetaan alihankkijoilta. Tällöin prosessin hallinta sekä raportoinnin ja seurannan tärkeys korostuvat. Esimerkiksi vaatimukset listaava dokumentti on usein itsessään monistasivuinen ja sisältää runsaasti viittauksia esimerkiksi lakeihin, asetuksiin ja asiakkaan omiin suunnitteluohjeisiin. Asiakkaan suunnitteluohjeet ovat salassa pidettäviä dokumentteja, jotka valittu palveluntarjoaja saa käyttöönsä, kun yhteistyösopimukset on allekirjoitettu.



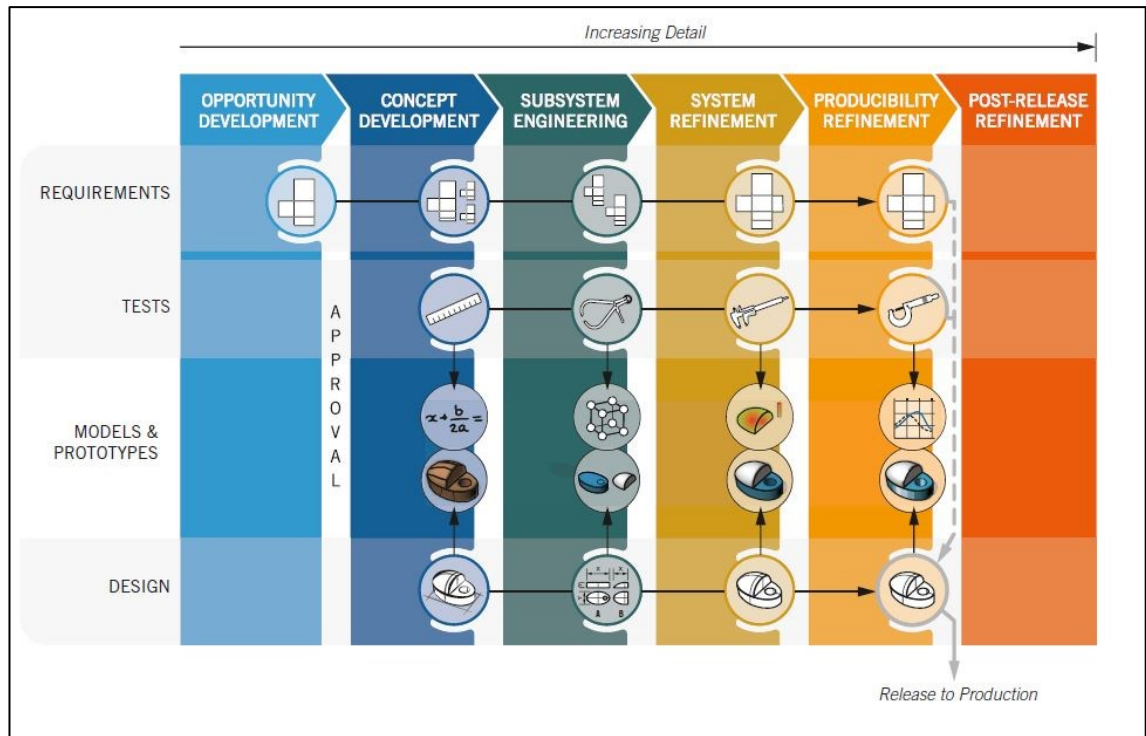
Kuva 5. Yksinkertaistettu V-malli.

### 3.2 Tuotekehitysprojektimalli

Tuotekehitysprojektimalleja on lukuisia, ja sopivan valinta on haastavaa. Usein valmiit mallit kirjallisuudessa lähtevät siitä, että valmiina ei ole mitään ja lähdetään kohti selkeää päämäärää. Useimmiten kuitenkin lähtötilanteessa on olemassa jotain, mitä kehitetään, parannetaan tai korvataan. Tällöin tuotekehitysprosessi on ennemminkin jatkuvan kehittämisen prosessi.

Tuotekehitysprosessin rajaaminen ja määrittely voi osoittautua hankalaksi. Erityisen vaikeaa se on yritykselle, jossa prosesseja ja rakenteita ei ole valmiina. Lopulta kuitenkin kaikki työ on tehtävä, jotta lopputulos vastaa asiakkaan ja sen jälkeen myös rahoittajien odotuksia.

Niin sanottu lineaarinen prosessimalli on erittäin käytetty. Tällaisen mallin ongelmaksi voi muodostua se, että alussa lukitut vaatimukset eivät tarvittaessa jousta riittävästi ja päädytään toteutuksiin, jotka jo suunniteltaessa tiedetään epätäydellisiksi. Toisaalta tämä on suurissa projekteissa koeteltu toimintamalli, jonka toimivuutta itsessään ei voi kiistää. Kuvassa 6 on tyypillinen lineaarinen tuotekehitysprosessi, jossa vaiheet seuraavat toisiaan. (Mattson & Sorensen 2020).

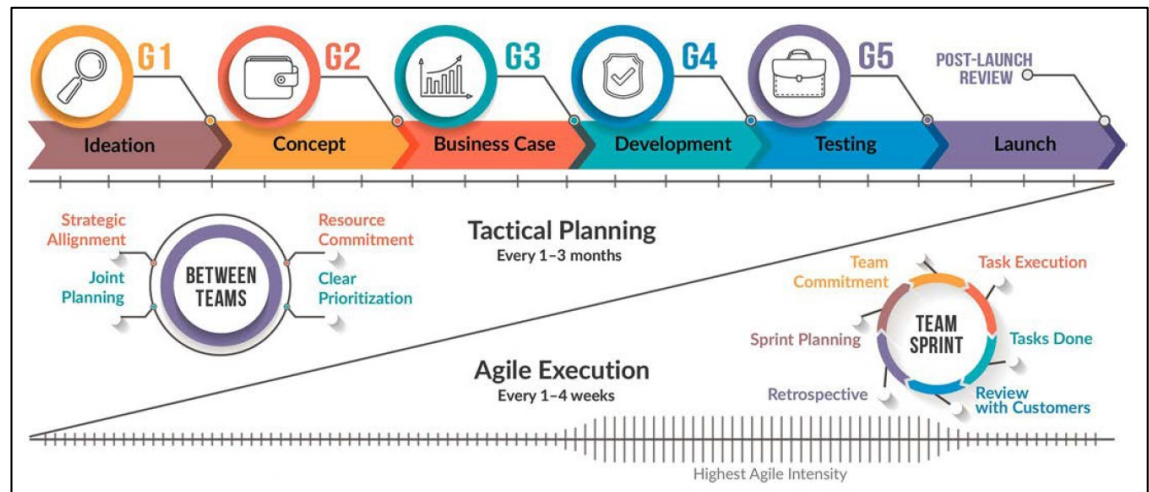


Kuva 6. Tuotekehitysprosessin vaiheet (Mattson & Sorensen 2020: 26).

Tuotekehitysprojektin vaiheiden nimitykset vaihtelevat runsaasti eri lähteissä, ja käännökset suomeksi ovat hankalia. Kuvan 6 ”Opportunity development” on löydettävissä myös termillä ”Feasibility Evaluation”, ”Esitutkimus”, ”Preliminary Assesment” ja ”Ongelman määrittely”.

Cooper ja Sommer ovat yhdistänyt perinteistä valmistavan teollisuuden prosessia sekä ohjelmistoteollisuuden prosesseja (Cooper & Sommer 2018). Tässä hybridimallissa on otteita agileksi nimetystä prosessissa. Agilessa on tarkoituksena tehdä lyhyitä, tyypillisesti kestoltaan yhdestä neljään viikkoon pitkiä kehittämisjaksoja. Jakson aikana työpäivä alkaa yhteisellä palaverilla, jossa käydään läpi päivän tehtävät ja se, mitä edellisenä päivänä on tehty. Jokaisen kehittämisjakson päätteeksi järjestetään ”demo”, jossa tuotokset esitellään johtoryhmälle ja projektivastuullisille. Kehittämisjakson päätteeksi käydään myös eräänlainen kehityskeskustelu siitä, mikä on mennyt hyvin ja miten voitaisiin entisestään parantaa. Cooperin ja Sommerin mallissa he ovat yhdistäneet perinteistä lineaarista prosessimallia agile-prosessin kanssa. Kuva 7 esittää missä tuotekehityksen vaiheessa agile kehittämisjaksot ovat aktiivisimmillaan kehitys- ja testausvaiheessa projektia.





Kuva 7. Cooperin ja Sommerin agile-stage gate -hybridi-malli (Cooper & Sommer 2018).

Tässä hybridimallissa on erilliset virstanpylväät (Gate check) kuten lineaarisessa projektimallissakin. Projekti ei voi siis edetä ennen kuin aiemman vaiheen kaikki toimenpiteet ovat valmiit. Tämä on tärkeä laadunvarmistustoimi, joka varmistaa sen, että mitään tehtäviä ei jää tekemättä.

### 3.3 Tuotekehitysprosessin vaihteet

Tuotekehitysprosessista voidaan eriyttää muutamia eri vaiheita. Tyypillisimmin ajoneuvoteollisuuden parissa vaiheita ovat

- toteutettavuuden arviointi
- konseptisuunnittelu
- prototyypin rakennus
- testaus (sisäinen)
- sarjasuunnittelu
- design release / hyväksyntä
- testaus (ulkoinen)
- tuotteen luovutus.

Vaiheet seuraavat kronologisessa järjestyksessä toisiaan. Seuraava vaihe ei voi alkaa, ennen kuin edellisen vaiheen kaikki kriittiseksi määritellyt osa-alueet ovat dokumentoidusti valmiit.

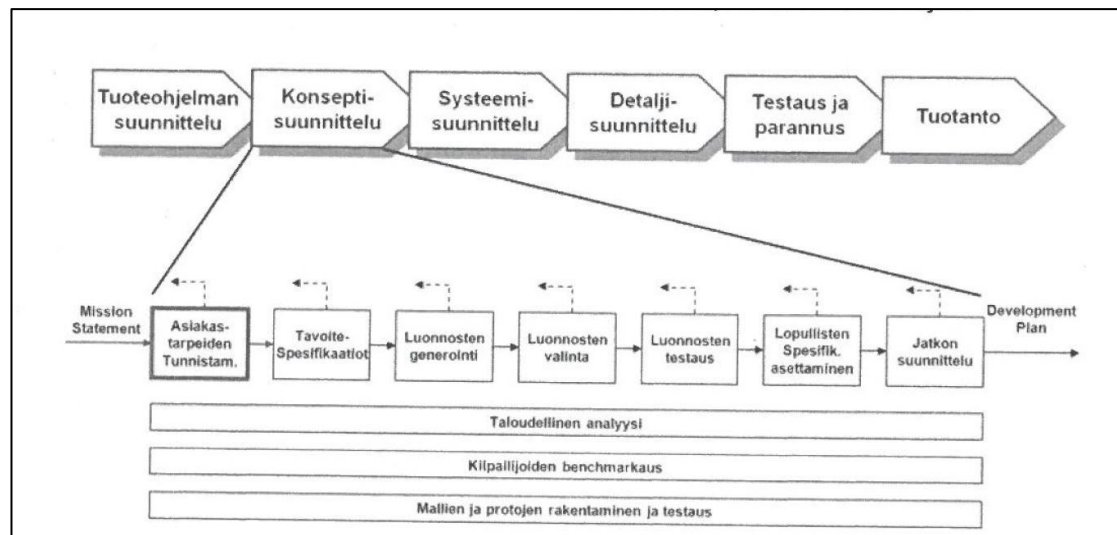
### 3.4 Toteutettavuuden arviointi (Proof of concept, Feasibility study)

Toteutettavuuden arviointi on nimensä mukaisesti vaihe, jossa tarkastellaan yleisellä tasolla, onko projekti toteutettavissa. Tässä vaiheessa on syytä tarkistaa aiheen ympärillä olevat patentit, jotta vältetään mahdollisilta ongelmilta. Laadukkaasti toteutettu ja dokumentoitu toteutettavuussuunnitelma antaa hyvän ja realistisen pohjan varsinaisen projektin toteuttamiselle. Samalla syntyy materiaalia, jonka avulla mahdolliset rahoittajien kanssa käytävät keskustelut helpottuvat. Näiden kohtien sivuuttaminen voi aikaansaada projektin myöhemmässä vaiheessa kivuliaita myöhästymisiä, kun asiat kuitenkin lopulta tulevat hoidettavaksi.

### 3.5 Konseptisuunnittelu

Konseptisuunnitteluvaiheessa suunnittelutyötä tehdään jo tähtäimenä koota yksi yhteinen kokonaisuus, joka on toteuttamiskelpoinen. Kaikkien moottoripyörän komponenttien tulee olla vähintäänkin tilavaraustasolla realistisesti omilla paikoillaan 3D-maailmassa. Kun konseptin suunnittelu on valmis ja konseptivaihe tulee päätökseen, tulee olla tiedossa yksi tai useampi vaihtoehtoinen toimittaja tarvittaville komponentille. Hietikko on pilkkonut konseptisuunnittelun kuvan 8 kaltaisiin osiin (Hietikko 2015: 61).





Kuva 8. Konseptisuunnittelunvaiheet (Hietikko 2015: 61).

### 3.6 Prototyypin rakennus

Prototyypillä tarkoitetaan tässä yhteydessä fyysistä tuotetta, jonka avulla voidaan testata konseptin toimivuutta. Prototyypissä käytetään usein yksittäiskappaleena valmistettuja komponentteja, jotka on valmistettu vain prototyypin varten. Joskus prototyyppi valmistetaan markkinointitarkoitusta varten, esimerkiksi messuille. Tällöin sen lopullinen toiminnallisuus ei välttämättä ole tarpeen, mutta ulkoinen viimeistely on tehtävä kriittistä tarkastelua kestäväksi. Jos prototyyppi tulee käyttöön, tulee sen turvallisuusnäkökulmat miettiä kuten oikean tuotteen. Käyttö tulee mahdollisesti rajata suljetulle alueelle siten, että mahdolliset vahingot rajautuvat mahdollisimman pieniksi. Myös kuljettajien (moottoripyörän tapauksessa) tulee olla hyvin suojautuneita.

### 3.7 Sarjasuunnittelu

Sarjasuunnitteluvaiheessa komponenttien lopullinen suunnittelu tehdään sarjatuotantoajatuksella. Tällöin tärkeään rooliin tulevat myös poikkiorganisatoriset yhteydet (kuva 10), kuten tuotannon, oston, laadun sekä muiden toimijoiden työpanos tuotteen yksityiskohtien suunnittelussa. Tässä vaiheessa myös kaikki yksityiskohdat suunnitellaan kulloistakin tuotantotapaa silmällä pitäen valmiiksi. Kun kyseessä on sarjatuotantotuote,

tulee merkittävää huomiota kiinnittää eri komponenttien kokoonpantavuuteen. Toleranssiketjujen huomioiminen ja sarjatuotannossa saavutettavien toleranssien huomioiminen ovat kriittisiä tekijöitä teknisessä suunnittelussa. Tuotannosuunnittelijat osallistuvat tässä vaiheessa projektin toimintaan ja suunnittelevat tuotannon työvaiheistuksia, kokoonpantavuutta ja tuotannon aputyökaluja sekä tekevät tarkastusohjeita tuotannolle.

### 3.8 Design release

Design release on lähes aina kirjattu tuotekehitysprosessin vaiheena omana kohtanaan. Tässä pisteessä (milestone, quality gate) tuotteen suunnittelu on valmis ja esimerkiksi tuotantotyökalujen fyysinen lopullinen valmistus tai viimeistely voidaan aloittaa. Kaikki suunnitellun komponentin tai kokonaisuuden alussa määritellyt tavoitteet on täytetty tai poikkeamat on dokumentoitu. Tuotteen rakenne on valmis PDM-järjestelmässä (Product Data Management) ja myös PBOM (Production Bill Of Material) ja BOM (Bill Of Material) ovat täydellisiä.

### 3.9 Testaus

Erlaisia testauksia suoritetaan pitkin kehitystyötä tuotteen kehittyessä ja suunnittelun edetessä. Niin kutsuttu hyväksyntätestaus liittyy tuotteisiin, jotka vaativat viranomaisten hyväksyntätestauksia, esimerkiksi EMC-mittauksia. (Electromagnetic Compatibility) Erlaisia elinikätestejä aletaan suorittamaan joskus jo hyvin varhaisillakin prototyyppitason kokonaisuuksilla, jolloin päästään selville suunnittelun laadusta. Tällöin päästään varmistumaan esimerkiksi erilaisista mekaanisista ratkaisuista, materiaalivalinnoista sekä käytettävyydestä.

### 3.10 Työn luovutus tuotantoon

Varsinainen tuotekehitysprojekti katsotaan päättyneeksi, kun tuote on siirretty tuotantoorganisaation vastuulle. Tällöin dokumentaatio on valmis ja tuotteella on tarvittavat sisäiset ja ulkoiset hyväksynät. Tuotteeseen joudutaan joskus tekemään muutoksia vielä

sen jälkeen, kun se on siirretty tuotannolle. Nämä ovat kuitenkin ns. ylläpito- tai jatkuvan parantamisen projekteja eivätkä enää osa tuotekehitysprosessia.

#### 4 Rmk Vehicle Corporation Oy:n tuotekehitysprosessin määrittely

Koska RMK:lla ei ole olemassa valmiita rakenteita eikä sen mukanaan tuomia ”näin on aina toimittu” -toimintatapoja, ei vanhoja rakenteita ole tarvinnut huomioida. Merkittävässä roolissa tuotekehitysprosessin rakentamisessa ovat olleet RMK:n henkilöstön kanssa käydyt keskustelut, jotka ovat antaneet kuvaa siitä, millainen yritys RMK haluaa tulevaisuudessa olla. (Lehtimäki 2019, 2020, 2021.)

Perinteinen vesiputousmalli, jossa aloitetaan vaatimuserittelyllä ja lähdetään tiukasti toteuttamaan siihen kirjattuja vaatimuksia, ei tuntunut RMK:n henkilöstön mielikuvissa oikealta. RMK:lla pelkona oli, että tällaisessa tapauksessa tuote on jo vanha valmistus-  
saan.

Uuden tuotteen kehitystyössä ovat mukana lähes kaikki yrityksen osapuolet jollain työpanoksella. Itse tuotteen suunnittelu on useimmiten tuotekehitysosaston vastuulla. Se tieto, millainen tuotteen tulisi olla tai mihin suuntaan sitä pitäisi muuttaa, saattaa sitten taas tulla esimerkiksi markkinoilta, alihankkijoilta tai tuotannosta. Yrityksen alkuvaiheessa voi olla haastavaa valita haluttua linjaa, koska kaikilla voi olla ”se oikea mielipide”. Tällöin on tärkeää, että joku johtaa määrätietoisesti toimintaa, jotta projekti etenee ja mahdolliset ristiriidat eivät hidasta kehitystä. On erilaisia tapoja tuoda asiakkaan näkökulma tuotteen suunnitteluun. Toiset ajattelevat, että asiakas ei tiedä, mitä haluaa ja suunnittelijat tietävät paremmin. Toinen näkökulma on tehdä asiakaskokemuskysely siitä, millaisia ominaisuuksia asiakas haluaa tuotteeltaan.

##### 4.1 Tekninen vaatimuserittely

Moottoripyörä on erittäin moniulotteinen kokonaisuus, ja lukuisat käyttötilanteet ja erilaiset käyttäjät luovat suunnittelulle monia haasteita. Yksi ohjaava dokumentti, jolla tavoite pysyy mielessä, on tekninen vaatimuserittely. Tekniseen vaatimuserittelyyn on kirjattu

tuotteen rakenne ja ominaisuudet mahdollisimman tarkasti. Vaatimuserittely on jatkuvasti muuttuva ja täydentyvä dokumentti, jota ylläpidetään suunnittelun edetessä.

Erityisesti testaamisen suunnittelu siten, että se vastaa käyttötilanteita ja käytäntöä ja niin sanotun testauskirjaston aikaansaaminen vaatii runsasta testaamista ja kokeilua. Testaamisen dokumentaatioon keskittyminen on tärkeää, jotta testejä voidaan suorittaa toistuvasti ja ne antavat luotettavia tuloksia. Vain näin pystytään varmistamaan, että suunnitellut muutokset todella ovat tuotetta parantavia eikä toisella osa-alueella aleta tinkimään tavoitteista.

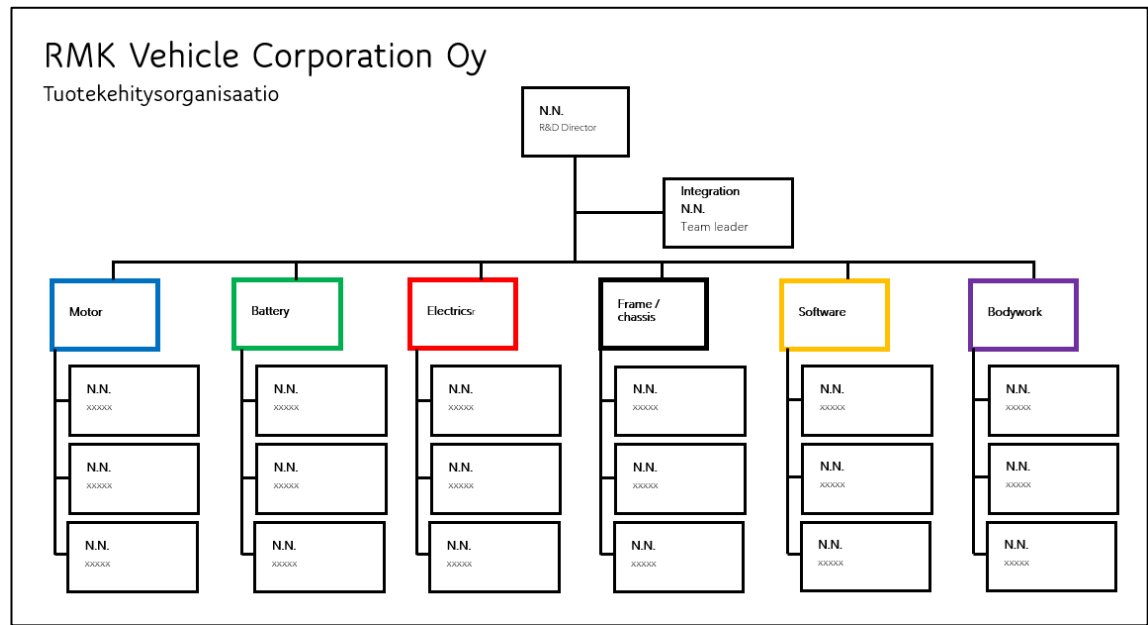
Moottoripyörän muovikatteen kiinnityksen vaurioituminen käy esimerkkinä testauksen dokumentoinnista. Jos todetaan muutaman kuukauden käytön jälkeen, että katteen kiinnike vaurioituu ja kate irtoaa, voidaan rakenteen optimoinnissa ja uudelleensuunnittelun arvioinnissa hyödyntää simulointia. Simulointia varten joudutaan ostamaan värähtelytiedot eri käyttöolosuhteista (mukulakivikatu, kestopäällystetie, soratie), mikä lisää kustannuksia. Simuloimalla katteenkiinnityspisteen rakennetta samalla värähtelyprofiililla saadaan erilaisia kiinnikevaihtoehtoja vertailtua ajallisesti murto-osassa siitä, mitä yhden fyysisen testin suorittamiseen kuluu aikaa. Edullisempi ratkaisu on, että testataan muutosten vaikutus todellisella prototyypillä, jota voidaan kuormittaa esimerkiksi epäkeskötäryttimellä, jonka taajuutta ja amplitudia voidaan säätää. Tällöin testaus saadaan pyörimään tauotta kellon ympäri ja toiminta tehostuu. Molempien tapojen hyöty on siinä, että dokumentoimalla käytettyjen testien parametrit voidaan testejä toistaa luotettavasti myöhemmin.

Tuotekehityksestä vastaavat ryhmät vastaavat eri teknisistä osa-alueista. Tällaista ryhmää nimitetään soluksi. Tätä voisi verrata perinteikkääseen aliprojektiin osana isompaa kokonaisuutta. Tässä tarkoituksena kuitenkin on, että vastuullinen solu hoitaa kokonaisuuden itseohjautuvasti ilman kerroksellista johtamista.

Moniprojektiympäristöllä tarkoitetaan sitä, että yrityksessä on käynnissä useampia toisistaan erillisiä projekteja. Projektien hallinta ja seuranta on tärkeää, jotta kaikki projektit etenevät suunnitelluissa aikatauluissa.

## 4.2 Tuotekehityksen organisaatio

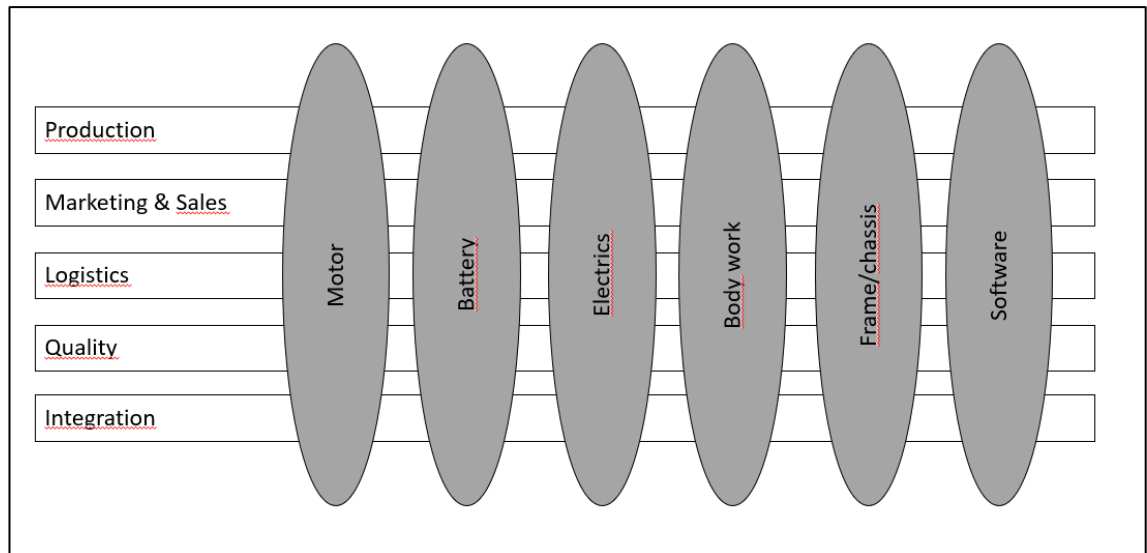
Yrityksen tuotekehityksen organisaatio voisi näyttää kuvan 9 kaltaiselta. Jokainen solu muodostaa oman yksikkönsä, joka toimii suoraan tuotekehitysjohtajan alaisuudessa. Solujen jäsenet ovat yhteisvastuullisia ryhmänsä hallussa olevista projekteista.



Kuva 9. Tuotekehitysorganisaation suunniteltu rakenne.

Organisaatorakenne näyttää hyvin perinteiseltä teollisuudenala huomioon ottaen.

Itse tuotekehitysprojektit rakentuvat matriisinomaisesti kuvassa 10 esitetyllä tavalla.



Kuva 10. Matriisiorganisaatio projekteissa.

Projektit etenevät kuvassa 11 (s. 21) olevalla tavalla. Prosessissa on käynnistyksen lisäksi kaksi tarkastelupistettä, jossa tarkastellaan, jatketaanko projektia vai lopetetaanko se.

#### 4.3 Tuotekehityssolut

Jokainen solu koostuu itsenäisestä ryhmästä työstään vastuullisia henkilöitä, jotka työskentelevät itsenäisesti oman projektisuunnitelman parissa. Raportointi tapahtuu viikon välein integraatiosolulle sekä tuotepäällikölle. Raportointi tapahtuu yhteisellä lomakkeella (liite 1) jotta eri solujen etenemistä pystytään seuraamaan tasavertaisesti.

Tuotekehityssolu koostuu yhdestä tiiminvetäjästä, joka johtaa solun toimintaa kuitenkin olematta varsinaisesti johtaja/esimies asemassa. Tiiminvetäjää voidaan vaihtaa solun projektien mukaisesti, jos jäsenillä on esimerkiksi erilaisia osaamisen vahvuuksia solun sisällä

Solut suunnittelevat kehittävät ja toteuttavat oman alansa kohteita itsenäisesti sovitun prosessimallin mukaisesti. Projektien valmistuttua siirtyvät ne integraatiosolulle, joka vie

ne tuotantoon erillisen suunnitelman mukaan. Itsenäiset solut hoitavat dokumentoinnin siten että ratkaisu on valmis toteutukseen.

#### 4.3.1 Korkeajänniteakku (Team Green)

Esimerkkejä korkeajänniteakkusolun projekteista ovat

- uusien akkuteknologioiden (kemia) integroiminen järjestelmään
- mekaanisen rakenteen optimointi
- kapasiteetin lisäys
- kuormituksen sietämisen parantaminen.

Muiden alan valmistajien akkustandardien kehityksen seuranta ja mahdollisiin yhteishankkeisiin verkostoituminen ovat myös olennainen osa korkeajänniteakkusolun tehtäviä. Akunhallintaohjelmiston ohjelman kehitys kuuluu ohjelmistosolulle. Yhteistyö on erittäin tiivistä korkeajänniteakku- ja ohjelmistosolun välillä.

#### 4.3.2 Runko, alusta ja ajettavuus (Team Black)

Rungolla tarkoitetaan kantavaa rakennetta, johon akku, etuhaarukka, takarunko ja takahaarukka jousituksineen kiinnittyvät. Alustalla tarkoitetaan renkaita, vanteita, jarruja, iskunvaimentimia ja niiden kiinnityskomponentteja sekä jousia. Myös ohjaustanko, istuimet ja jalkatapit kuuluvat tämän solun vastuullisiin komponentteihin. Rungon rakenteen optimointi painon ja valmistuskustannusten osalta ovat tärkeimpiä tämän solun tehtävistä. Myös rungon käyttäytyminen ääriolosuhteissa tulee simuloitavaksi ja testattavaksi. Kun moottoripyörä kaatuu paikallaan tai suuresta nopeudesta, tulee selvitettäväksi, vaurioituu ko runko tällöin siten, että sen turvallinen käyttö ei ole enää mahdollista.

#### 4.3.3 Ohjelmisto (Team Yellow)

Kuljettajan infonäytön ohjelmiston päivittäminen ja eri markkinaversioiden luominen ovat ohjelmistosolun vastuulla, akunhallintaohjelmiston kehitys ja päivittäminen sekä erilaisten tietojen kerääminen eri käyttötilanteista erityisesti myydyistä ja käytössä olevista

ajoneuvoista. Tiedostojen analysointi ja kehittäminen saadun palautteen perusteella ovat olennainen osa ohjelmistosolun työnkuvaa.

#### 4.3.4 Moottori (Team Blue)

Moottorisolu kehittää vannemoottoria sekä sen eri versioita. Kyseeseen tulee eri materiaalivaihtoehtojen vertailu sekä erilaisten valmistustekniikoiden tutkiminen. Tarkkuusvalaminen, takominen, koneistaminen ja näiden yhdistelmät saattavat mahdollistaa kokonaisuuden keventämisen ja näin ollen kokonaishyötysuhteen ja ajettavuuden parantamisen. Myös moottorin tiivyyden kehitys ja sen ratkaisuvaihtoehtojen kehittäminen ovat tärkeä osa-alue. Moottorisolulle ei kuulu vastuu korkeajännitejohtimista, vaan rajapinta kulkee johtimien liitoksessa.

#### 4.3.5 Sähköjärjestelmä (Team Red)

Sähköjärjestelmäsolulle kuuluvat kaikki sähköiset komponentit paitsi korkeajänniteakku. Johdinjärjestelmien suunnittelun ja kehityksen lisäksi erityisesti huomiota tulee kiinnittää johtosarjojen mekaaniseen asennettavuuteen tuotannossa. Myös käytönaikaisen rasituksen kesto ja erilaiset tilanteet, esimerkiksi moottoripyörän kaatuessa tapahtuva johtimien suojakuoren vaurioituminen tulee otettavaksi huomioon. Erilaisten liittimien valinta eri kohteisiin kuuluu tälle solulle. Sekä omana erityisalueenaan korkeajännitejohtimien huomioiminen niin tuotannossa kuin jälkimarkkinoilla. Eri markkina-alueille tulee selvitettäväksi etu- ja taka-ajovalojen sekä suuntavalojen säädökset ja määräykset (vasemmanpuoleinen liikenne). Hallintalaitteiden sähkökatkaisimet sekä äänimerkkilaitteisto kuuluvat sähköjärjestelmästä vastuulliselle solulle. Sähkökäyttöisessä moottoripyörässä tarvittavien komponenttien määrittely ja testaus kuuluvat myös sähköjärjestelmäsolulle. Näitä komponentteja ovat esimerkiksi

- akunhallintajärjestelmä
- DC/DC-muunnin
- invertteri
- latauslaite
- matalajänniteakku
- asentoanturit.



#### 4.3.6 Rungon osat (Team Purple)

Rungon osat -solulle kuuluu ajoneuvoissa olevien liitännäisosien ominaisuuksien kehittäminen niin valmistus- kuin materiaalitekniikan osalta. Tähän ryhmään kuuluvat erityisesti moottoripyörässä käytettävät niin sanotut katteet. Tyypillisesti katteet ovat kertamuovista ruiskupuristamalla valmistettuja kappaleita. Nämä osat ovat osin kosmeettisia, ja tyypillisesti moottoripyörän väriyty ja sen vaihtaminen perustuu näiden katteiden värien muuttamiseen. Katteilla voi olla myös toimintoja, joista tyypillisimpiä ovat jäähdytysilmanohjaus akustolle sekä ilmanohjaus kuljettajan ohi. Tässä kohtaa simuloinnilla voidaan erilaisia toteutusvaihtoehtoja kokeilla suhteellisen edullisesti. Myös 3D-tulostamalla voidaan tehdä protokappaleita, joita päästään kokeilemaan liikenteessä samaan tapaan kuin mallisarjanpäivitysosia.

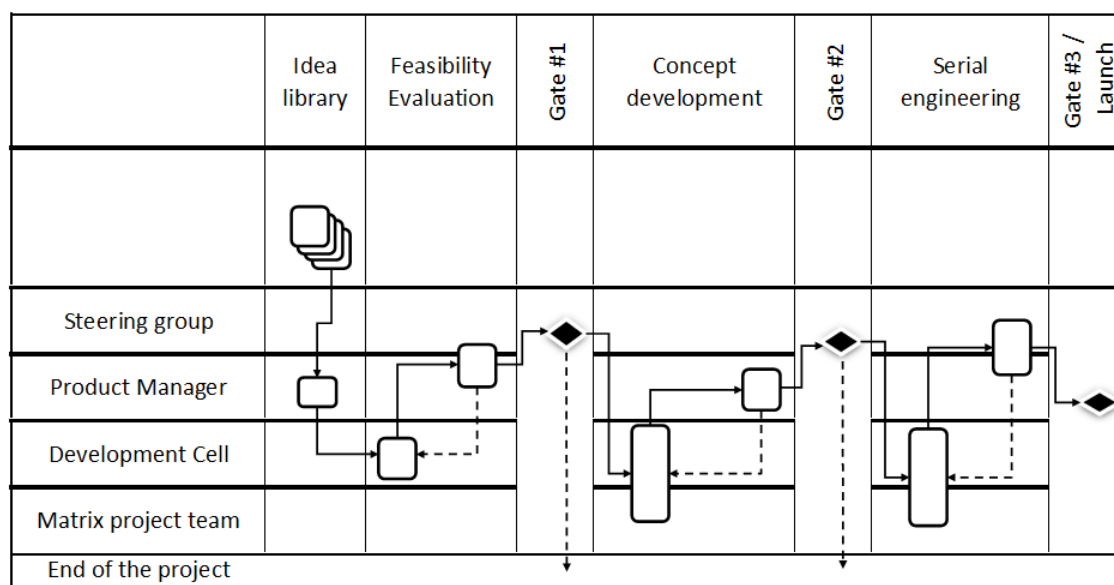
#### 4.4 Integraatio (Integration)

Integraatiosolun toiminta on kuin ”pääsuunnittelija” rakennustyömaalla. Tehtävänä on tarkistaa, että kokonaisuus toimii. Eräällä tavalla tämän solun tehtävät ovat yhdistelmä tyypillisesti laatu- tai PMO-organisaatiolle (Project Management Office) kuuluvia tehtäviä.

Tämän solun tehtävänä on viedä solujen tekemiä projekteja tuotantoon. Esimerkiksi muutos voi olla sellainen, että alihankkijoilla valmiina olevat osat kannattaa käyttää tuotannossa ennen kuin uusia aletaan käyttämään. Käytetään siis niin sanottua FIFO-periaatetta. (First In First Out) Joissain tapauksissa taas voi olla, että päätetään romuttaa valmiiksi tehty varasto ja muutos viedään tuotantoon niin nopeasti kuin mahdollista. Muutostenhallinta ja dokumentointi erityisesti mahdollisia viranomaistarkastuksia varten on erityisen tärkeä osa solun toimintaa. Ajoneuvon teknisen vaatimuserittelyn ylläpitäminen ja päivittäminen kuten myös muutostenhallintaprosessi ja dokumentointi kuuluvat integraatiosolun vastuulle.

## 5 Tuotekehitysohjelmamalli

Jotta yrityksen strategia toteutuu ja resursseja käytetään oikea-aikaisesti ja laadukkaasti, tulee käynnistettävien projektien noudattaa yhteistä linjaa. Projekteilla tulee olla selkeät vaiheet ja tietyt kriteerit vaiheesta toiseen siirtymiselle. Kuvassa 11 on kuvattu yksi malli, miten RMK:lla voitaisiin toteuttaa tuotekehitysohjelmaa.



Kuva 11. Ehdotus tuotekehitysohjelmamalliksi RMK:lle.

Projektiehdotuksia tehdään valmiiksi ”kirjastoon”, jonne ne kirjataan solu tai aihealuekohtaisesti ns. One Pager -kaavaketta hyväksi käyttäen (liite 2). Tässä vaiheessa idean ei tarvitse olla loppuun asti mietitty, vaan se voi olla esimerkiksi messuilla asiakkaalta kuultu ajatelma. Tarkoitus on, että kirjastoon kertyy kehitysideoita ja ne on dokumentoitu. Jos esimerkiksi henkilö irtisanoutuu, on hänen kirjaamansa kehitysideat kuitenkin dokumentoitu ja tallennettu myöhempää käyttöä varten.

Tuotepäällikkö valitsee projektikirjastosta priorisoiden ne projekti-ideat, joista tehdään toteutettavuusarviointi. Arvioinnin tuloksena kehityssolu esittää toteutettavuuden arvioinnin tuotepäällikölle ja ohjausryhmälle. Tuotepäällikkö yhdessä ohjausryhmän kanssa arvioi projektisuunnitelman sisältöineen. Projekti joko käynnistetään, palautetaan valmisteluun tai lopetetaan. Kun muistamme, että projektisuunnitelma sisältää mm. aikataulun ja ajatuksen projektin resursseista niin investointeina kuin henkilöresursseina, tulee yrityksen johdolle jo hyvä käsitys projektin kokonaiskustannuksista.

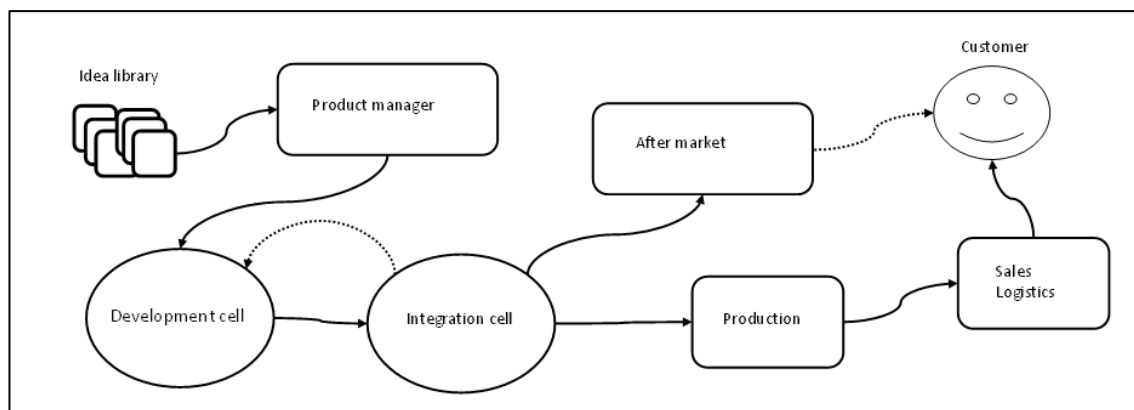
## 5.1 Konseptisuunnitteluvaihe

Tässä vaiheessa mukaan tulevat myös matriisinomaisesti yrityksen muut tuotekehitykseen liittyvät toiminnot kuten osto (toimittajien etsiminen/valinta) ja tuotanto (tuotannon osakokonaisuudet ja menetelmät). Konseptisuunnittelu on valmis siitä vaiheesta, kun koko tuote on virtuaalisessa ympäristössään oikeassa koossa ja oikeassa paikassa. Tässä vaiheessa myös kaikille komponenteille löytyy valmistusmenetelmä ja/tai toimittaja. Riskianalyyysien tekeminen (PFMEA, DFMEA) on aloitettu ja projektisuunnitelma ja sen alaisuudessa oleva aikataulu on päivitetty. Tällöin Gate#2:n vaatimukset täyttyvät ja projekti voi edetä sarjasuunnitteluvaiheeseen.

## 5.2 Sarjasuunnitteluvaihe

Sarjasuunnitteluvaiheessa tuotteen lopullinen mallinnus tehdään sille tuotantomenetelmälle, joka on konseptivaiheessa määritetty. Koko projektin tuote tehdään valmiiksi ja lopputulos testataan niiltä vaatimuksia vasten kuin projektisuunnitelmassa on määritetty. Sarjasuunnitteluvaihe päättyy Gate#3:n läpäisyyn, jota ennen tuotepäällikkö ja ohjausryhmä läpikäyvät dokumentaation ja tulokset. Tämän viimeisen portin läpäisyä voidaan myös kutsua Design release -vaiheeksi. Seuraavana vuorossa on enää projektin jalkauttaminen tuotantoon, jonka tekee integraatiosolu erikseen määriteltävän suunnitelman mukaan.

Kuvassa 12 esitetään tuotteen parannusidean reitti asiakkaalle. Kuvan 12 "Development cell" sisältää kuvan 11 toiminnot. Kun tuotekehityssolu on saanut projektin osaltaan valmiiksi, siirtyy se integraatiosolun vastuulle. Integraatiosolu jatkaa projektin eteenpäin viemistä joko tuotantoon tai jälkimarkkinoille. Lopulta ratkaisu päättyy asiakkaan käyttöön.



Kuva 12. Tuotekehitysprosessi ideasta asiakkaalle.

### 5.3 Projektiehdotus (Project idea / One pager)

Jokaisesta solun tekemästä keksinnöstä tai kehittämisajatuksesta voidaan täyttää kirjallinen yhden sivun mittainen projektiehdotus (liite 1). Projektiehdotuksessa kuvaillaan olennainen projektin sisältö ja tavoite. Tavoitteen olisi hyvä olla mitattavissa. Esimerkiksi painonsäästö, kokoonpanoajan vähentyminen ja takuukustannusten vähentyminen.

Jokainen solu voi tehdä projektiehdotuksia varastoon, kun ideoita solussa syntyy. Sen, missä järjestyksessä projektiehdotuksia toteutetaan, päättää tuotepäällikkö. Tällöin myös yrityksen johto sitoutuu kuluttamaan rahaa käynnistettävään projektiin.

### 5.4 Projektisuunnitelma (Project plan)

Projektisuunnitelma tehdään projektin alussa ja siihen kirjataan olennaiset kohteet, jotka projektiin kuuluvat. Projektisuunnitelmaan voidaan myös kirjata rajoituksia asioista, jotka erityisesti halutaan jättää huomioimatta kulloisenkin projektin osalta. Tiedetään esimerkiksi, että laajentaminen veisi kohtuuttomasti resursseja (aikaa, rahaa) ja käsillä oleva projekti tulee saada nopeasti osaltaan valmiiksi. On tärkeää, että projektisuunnitelma tehdään, jotta siihen voidaan projektin aikana palata tarkastamaan mitä on päätetty. Jos halutaan, että pitkät projektit eivät rönnyile tai muuta suuntaan kulloinkin äänessä olevan vastuullisen ja voimakastahtoisin persoonan mukaan, on hyvä olla selkeät askelmerkit, miten edetään ja miksi.

Projektisuunnitelmaan kirjataan arvioitu resurssien tarve niin työtunteina, rahana (esimerkiksi ostopalvelut) kuin investointeina (hankittavat laitteet). Resurssisuunnitelma ottaa kantaa yleensä viiteen kokonaisuuteen:

- henkilöresurssit
- tilat
- laitteet
- raha
- materiaalit.

Projektisuunnitelmaan kirjataan myös aikataulun pääkohtia, kuten

- tuotannon aloitus
- 0-sarjan aloitus
- testausohjelma
- sarjasuunnittelun valmistuminen
- konseptisuunnittelun valmistuminen
- aliprojektien valmistuminen
- kriittinen polku.

Kriittisellä polulla tarkoitetaan niitä toisiinsa kytkeytyviä projektin vaiheita, joiden myöhästyminen suunnitellusta aikataulusta viivästyttää tuotannon aloitusta. Projektipäällikkö vastaa tyyppillisesti aikataulun päivittämisestä ja siitä, että kaikki asianosaiset ovat tietoisia aikataulusta.

Taloudellisesti projektille määritellään budjetti. Budjetti sisältää sekä suoraan rahallisen resurssin kuin myös henkilöstöresurssit. Myös mahdolliseen rahoitussuunnitelmaan otetaan kantaa. Mahdolliset projektitunnisteet luodaan järjestelmään ja tuntiseurantajärjestelmä aktivoidaan.

Myyntiä ja markkinointia suunnitellaan siten, että se tukee aikataulun toteutumista. Tässä otetaan kantaa esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin: Milloin myyntiverkosto on koulutettu ja milloin ennakkomyynti voi alkaa? Miten myynnin logistiikka toimii? Tuleeko

jälkimarkkinoiden (huolto, myynti) koulutustarpeita ja miten ne asettuvat aikatauluun? Kuka tämän hoitaa, miten ja missä?

Tuotantosunnitelmat kirjataan ja mietitään alustavasti eri tuotantotekniikoita: Onko jokin tuotantotekniikka, jota ehdottomasti ei voida käyttää, ja puolestaan jotain, jota tulee suosia? Miten tuotannonlaatua ja tuotteenlaatua voidaan mitata? Millä aikataululla tärkeät alihankkijat saadaan valittua ja onko tämä kirjattu aikatauluun? Kuinka suurina ovat oletetut valmistusmäärät, entä miten komponenttitoimittajat voivat sitoutua toimitusmääriin? Miten projektin tietoja tullaan säilyttämään, missä muodossa tiedostoja tallennetaan. Millaisissa järjestelmissä niitä käsitellään?

Kantaa tulee ottaa myös, miten hoidetaan tiedonsiirto alihankkijoille tietoturvasääntöjen mukaisesti. Haasteeksi tämä muodostuu erityisesti silloin, kun tiedostokoot kasvavat suuremmiksi kuin sähköposti sallii. Käytettävät tiedostomuodot määritellään projektisuunnitelmassa. Kun alihankkijalle siirrettävä data on muokattu neutraaliin muotoon kuten IGES- tai STEP-muotoon siirtyy niiden mukana myös tarkka geometrinen muoto. Tällöin mallia voidaan käyttää kuten alkuperäistä siinä ohjelmistossa, jossa malli on luotu. Näiden tiedostomuotojen haaste on se, että tiedostokoko kasvaa suureksi. Jos tarve on visuaaliselle tai vähemmän rakenteellisesti tarkalle mallille (kuten aputyökalujen valmistuksessa voi olla kyse), voidaan käyttää myös neutraaleja tiedostomuotoja kuten STL, VRML, jotka sisältävät huomattavasti vähemmän dataa ja ovat näin ollen kevyempiä siirtää. (Hirz ym 2013: 45)

Projektisuunnitelmassa voidaan ottaa kantaa, miten tiedostojen lähettämisen seuranta toteutetaan. Kun alihankkijoille esimerkiksi on lähetetty viisi eri versiota, tulee olla luotettava tapa seurata, mitä tiedostoja on lähetetty, kenelle ja milloin.

## 6 Projektin tukitoimintoja ja käytänteitä

Startup-yrityksen muuntuminen ajoneuvovalmistajaksi vaatii yritykseltä monia toimintoja, jotta projektit voidaan viedä laadukkaasti loppuun.

### 6.1 Muutostenhallinta (Change management)

Tuotteen muuttuminen on luonnollinen osa tuotteen suunnitteluprosessia. Alkuvaiheessa on luonnollista, että tuote muuttuu jatkuvasti ja sitä ei erikseen dokumentoida muuten kuin esimerkiksi työskenneltävään 3D-malliin. Työskenneltäessä solunomaisin tuotekehitystiimein korostuu integroidun ja hyvin dokumentoidun muutostenhallinnan rooli. Perinteisessä tuotekehitysprojektissa muutoksenhallintaa ryhdytään dokumentoidusti tekemään siinä vaiheessa, kun konsepti on lukittu ja ryhdytään sarjasuunnitteluun.

Integrintisolun vastuulla on muutostenhallinnan dokumentointi yhdessä vastuullisen suunnittelusolun kanssa. Suunnittelusolu tarjoaa tekniset yksityiskohdat ja integrintisolun vastaa toteutuksesta.

Muutostenhallinnan tulee olla järjestelmällisesti johdettua, jotta eri osapuolet eivät tee vilttejä ja hallitsemattomia muutoksia.

Muutosten hallinta on ensisijaisen tärkeää, jotta pystytään jälkeenkäin seuraamaan eri suunnitteluratkaisujen etenemistä tuotannossa ja jälkimarkkinoilla. Dokumentoinnilla on tärkeä merkitys esimerkiksi takuu- ja korjaustilastojen analysoinnissa. Voidaan tarkistaa esimerkiksi, ovatko jonkin tietyn ohjelmistopäivityksen muutokset näkyvissä asiakaspalautteissa kuten oletettu.

### 6.2 RASIC-taulukko

Projektin eri tehtävien vastuiden jakamisesta tehdään vastuunjakodokumentti, erityisesti silloin, kun käytetään ostopalveluita. RASIC-matriisitaulukon käyttäminen ja

toteuttaminen vaativat, että kaikki osapuolet ovat hyväksyneet ja täysin ymmärtäneet taulukon sisällön ja vastuut.

RASIC-lyhenne muodostuu seuraavasti:

**Responsible /**

Ne, jotka tekevät työn, jotta tavoite saavutetaan

**Accountable /**

Työn hyväksyjä. On vastuussa lopputuloksesta. Jokaiselle tehtävälle voi olla vain yksi hyväksyjä

**Support /**

Tukee tekemistä

**Inform /**

Ne osapuolet, joille tiedotetaan työstä (useimmiten vasta valmistumisen jälkeen). Tiedonsiirto yksisuuntaista.

**Consulting /**

Ne, jotka voivat antaa tukea tavoitteen saavuttamiseen.

Tyypillisesti RASIC-tilukko tehdään projektin eri osapuolien välille, esimerkiksi jos käytetään alihankintaa täydentämään projektitiimin resursseja. Kaikkien yksityiskohtien kirjaaminen RASIC-tilukkaan ei ole järkevää; ainoastaan ne vaiheet kirjataan, joille tarvitaan erillinen vastuu.

Esimerkki RASIC-tilukon käytöstä on tilukossa 1, jossa muovikatteen kehityksestä on kirjattu vastuiden jakautuminen eri osapuolien välillä.



Taulukko 1. Vastuunjakotaulukko esimerkki muovikatteen kehityksestä.

Tehtävä / toiminto	RMK / Kehityssolu	Työkaluomittaja N.N.	Alihankkijan tuotanto	RMK / Osto	RMK / tuotanto
Kiinnikkeen uudelleen suunnittelu	A	S	R	S	I
Materiaalin vaihtoehtojen tutkiminen	R	C	R	A	I

### 6.3 Laatu

Suunnittelutyön laadunvarmistussuunnitelma on olennainen osa projektinhallintaa. Laadunvarmistussuunnitelmalla saavutetaan varmuus siitä, että projektin eri vaiheiden kaikki tehtävät on saatettu loppuun ennen seuraavan vaiheen alkamista. Samalla varmistetaan siitä, että jokainen projekti on laadukkaasti ja samansisältöisesti viety läpi. Laadunvarmistussuunnitelmaa projektille tehtäessä käydään läpi kirjaukset aiemmista samansisältöisistä projekteista. Uuden yrityksen kohdalla joudutaan luonnollisesti tukeutumaan henkilöstön aiempiin kokemuksiin muista projekteista. Tällöin on tärkeää huomioida salassapitovelvollisuudet aiempiin työnantajiin. Laadunvarmistussuunnitelman tulee ottaa kantaa myös laatujärjestelmän mukaisiin vaatimuksiin kuten esimerkiksi ISO9001 ja ISO 14001. Myös eri valtioiden paikalliset lakivaatimukset tulee huomioida laadunvarmistussuunnitelmassa (esimerkiksi erilainen ajovalokuvio vasemmanpuoleisessa liikenteessä).

Yrityksen laatujärjestelmän suunnittelu ja toteuttaminen on oma erillinen projekti, jonka suunnitteluun ja toteutukseen tulee perehtyä suurella huolella ja antaumuksella.

RMK:n tapauksessa laadunvarmistuksesta tulee huolehtia siten, että järjestelmä pysyy mahdollisimman kevyenä. Yhtään dokumenttia ei tulisi tehdä vain, koska sellainen on aiemmin jossain toisessa yrityksessä tarvittu. Laatujärjestelmän ja laadunvarmistussuunnitelman vaatimusten täyttäminen tulee olemaan jatkuva prosessi, joka muotoutuu parin kolmen ensimmäisen vuoden aikana, kun suunnitteluprojekteja aletaan toteuttaa.

Siinä vaiheessa, kun todellinen sarjatuotanto (> 1000 yksikköä) käynnistyy, tulee vaatimukseksi sertifioida yritykselle IATF 16949:2016 (International Automotive Task Force) mukainen laatujärjestelmä. Tässä kohtaa sopimusvalmistus on varteenotettava vaihtoehto, koska tällöin tuotannon dokumentointi tulee automaattisesti IATF:n mukaisesti hoidettua.

#### 6.4 Dimensional management (DIM)

Dimensional management voidaan ajatella ennalta ehkäisevänä laatujärjestelmän osana, joka varmistaa niin toiminnallisten kuin visuaalisten vaatimusten täyttymisen. DIM-toiminnon eräänä tarkoituksena on hallita geometrista vaihtelua ja täten ennalta estää mahdollisten ongelmien esiintyminen ja niiden aikaansaama uudelleensuunnittelu. DIM:n pääkohdat voidaan jakaa kolmeen osaan:

- vaatimukset – toiminnalliset mitoitukset ja yhteen liitettävyys
- kappaleiden mittapisteet ja paikoituksen määrittely sekä referenssipistejärjestelmä
- toleranssiketjujen tarkastelu.

Tarkoituksena on saavuttaa korkea tuotelaatu ilman, että tuotetta joudutaan muuttamaan ensimmäisten kokoonpanojen jälkeen.

## 6.5 Riskienhallinta

Laatujärjestelmän myötä myös riskien tunnistaminen ja hallinta tulee osaksi jokaisen projektin ja solun toimintaa. FMEA-prosessi antaa rakenteellisen ja systemaattisen dokumentaation projektin eri alueiden riskeistä. FMEA tulee sanoista Failure Mode and Effect Analysis, ja tarkoittaa vika- ja vaikutusanalyysimenetelmää. FMEA:ssa mahdollisesti vikaantuvat kohteet listataan ja pisteytetään. Pisteyttäminen tapahtuu sen mukaisesti miten mahdollinen vikaantuminen vaikuttaa tuotteen toimintaan, ja kuinka todennäköisesti vika esiintyy. Korkeimmat pisteet saaneiden kohteiden suunnitteluun osoitetaan erityistä huomiota jotta riskejä saadaan vähennettyä. Tällöin myös riskienarviointi pisteytetään uudestaan.

Projekti-FMEA kuvailee itse projektin riskejä.

Prosessi-FMEA ennakoii kaikkia tuotantoprosessin mahdollisia riskejä ennen kuin itse tuotanto alkaa.

Design-FMEA keskittyy itse tuotteen suunnitteluun ja sen ominaisuuksiin. Tarkoituksena on karsia mahdollisia riskejä, joihin voidaan vaikuttaa itse tuotteen ominaisuuksia suunniteltaessa. DFMEA-dokumentaatio on projektin aikana useasti läpi käytävä dokumentti, joka muuntuu tuotteen valmiusasteen kasvaessa. Tavoite on, että tuotteen ollessa valmis kaikkiin suuren riskin kohteisiin on löydetty sellainen ratkaisu, että tuote voidaan viedä tuotantoon.

## 6.6 Toiminnallinen turvallisuus

Siitä lähtien kun mekaanisia järjestelmiä on alettu korvaamaan sähköisillä (esimerkiksi mekaaninen käsijarru korvautui sähköisellä toiminnolla), on tullut tarve käsitellä ns. toiminnallista turvallisuutta omana kokonaisuutenaan. Ensimmäiset toiminnallisen turvallisuuden ratkaisut toteutettiin ilmailuteollisuuden parissa 80-luvun alkupuolella. Ajoneuvon toiminnot, joilla on turvallisuuteen liittyvä toiminta, ovat erityisen tarkastelun kohteena. Jos esimerkiksi radio lakkaa ohjelmistovian vuoksi toimimasta, vika ei estä kuljettajaa hallitsemasta ajoneuvoa turvallisesti. Jos kuitenkin esimerkiksi sähköisen kaasukahvan

signaali menetetään, saattaa ajoneuvo jäädä keskelle raideliikenneväylää kohtalokkain seurauksin. Tämän vuoksi tietyt toiminnot ovat kahdennettuja ja jatkuvan järjestelmädiagnostiikan alaisia. Joissain tapauksissa voidaan päätyä kahdentamaan jopa ohjainlaite, jos pelkän signaalin kahdentamisen ei katsota laskevan vikaantumisesta aiheuttavaa riskiä riittävästi. Tällainen ratkaisu nostaa kustannuksia ja on sen takia ei-toivottu ratkaisu. (Bergmiller 2015: 44.)

Toiminnallisesta turvallisuudesta julkaistu standardi vuodelta 2011 on nimeltään ISO 26262: Road vehicles – Functional Safety. Standardin päivitetty versio vuodelta 2018 toi mukanaan vaatimukset henkilöautojen lisäksi myös kaikille muille tieliikenteessä liikkuville laitteille. Tämä standardi ei kuitenkaan määrittele mitään vaatimuksia, jotka ajoneuvon tulisi tietyssä testauksessa täyttää.

Ensimmäisiä tehtäviä on määritellä turvallisuuskriittiset kohteet, joiden myötä kohteelle syntyy niin kutsuttu ASIL-luokittelu. Autoteollisuus puhuu HARA-määrittelystä. Lyhenne tulee sanoista hazard and risk assesment. Tämä tarkoittaa, että kaikki järjestelmät tarkastellaan turvallisuuskriittisesti ja määritellään eri luokkiin (ASIL A - D). Näistä D-luokkaan määritellyt kohteet joutuvat kaikkein rankimpien testien ja vaatimusten kohteeksi niin itse tuotteen kuin myös sitä valmistavien prosessien osalta.

Toiminnallisen turvallisuuden vastuu ei ole vain suunnittelun aikainen eikä se pääty tuotannon aloitukseen. Tuotannonaikainen laadunvalvonta (kriittisten hitsausaumojen parametrien seuranta, säännöllinen rikkova koeistus jne.) ja dokumentointi ovat olennainen osa yrityksen toiminnallisen turvallisuuden toimintoja.

## 6.7 Lesson learned

Lesson learned -tietokannan tarkoitus on tuoda dokumenttitalolle se tieto ja ne kokemukset, joita projektin aikana on syntynyt. Tarkoituksena on listata, mikä on mennyt erityisen hyvin, mikä ollut hankalaa ja mitä voidaan tehdä paremmin. Tässä syntyvä tietokanta ei tietysti heti ole lainkaan niin suuri kuin projektityössä olevien henkilöiden ns. hiljainen tieto on. Tietokannan ja yhteisten kokemusten kasvaessa toimintatapa selkeyttää ja nopeuttaa toimintaa. Jos jokaisesta projektista kirjataan kymmenen kokemusta,

niin kuuden solun vuoden toiminnan jälkeen tietokannassa on jo monta sataa merkintää kokemuksista.

## 6.8 Dokumentointi

Projektin aikana syntyvä dokumentaatio kirjoitetaan aina sillä kielellä kuin on yhteisesti sovittu. Tiedostojen nimeäminen tehdään yhteisen ohjeen mukaisesti. Projektisuunnitelma määrittelee, miten dokumentointia tehdään (ohjelmistot, kieli, tiedostojen nimeäminen).

Tekniset suunnitelmat (2D ja 3D) -tiedostoissa käytetään samoja aloitustiedostoja, joiden myötä koordinaatit ja kuvannot tulevat yhteneviksi. Tiedostojen nimeäminen tehdään yhtenäisesti ja niiden tallennus hoidetaan vain PDM-järjestelmään.

Projektin aikana syntyy mm seuraavia dokumentteja, jotka tulee käsitellä yritykselle luotavan ohjeistuksen mukaisesti, kuten esimerkiksi

- projektisuunnitelma
- palaverimuistiot (sisäiset ja ulkoiset)
- 2D- ja 3D-suunnittelutiedostot
- ohjainlaitteiden ohjelmistot
- projektin seurantaraportit
- laatudokumentaatio.

## 6.9 Salassapito ja tietoturvallisuus

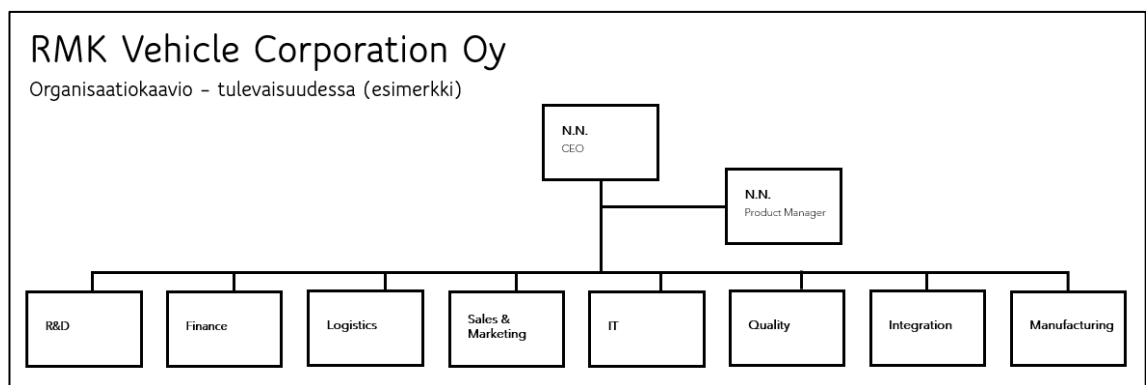
Jokaisen projektin parissa työskentelevän niin yrityksen oman henkilöstön kuin muidenkin osapuolien kanssa on syytä tehdä kirjallinen salassapitosopimus. Projekteista ei yleisesti ole koskaan tarkoituksenmukaista puhua tai jakaa tietoa projektin ulkopuolisten henkilöiden kanssa. Tällaisella toiminnalla voi olla negatiivista vaikutusta yrityksen maineeseen (jos korjataan tuotanto-ongelmia) tai vaikutusta nykyisen tuotteen myyntiin (jos uuden tuotteen suunnittelusta vuotaa tietoa kuluttajille ennen aikaisesti).

## 6.10 Palaverikäytäntö

Palavereista pidetään pöytäkirjaa, joka tallennetaan sovitussa muodossa saavutettavaan paikkaan yrityksen tietojärjestelmässä. Pöytäkirja kirjoitetaan yrityksessä sovitulla kielellä mahdollisimman selkeästi.

## 7 Tuotekehityksen tukitoiminnot

RMK:n organisaatio tulee laajenemaan siten, että kaikki tämänkaltaisen yritystoiminnalle tarpeelliset toiminnot järjestäytyvät esimerkiksi kuvan 13 kaltaisesti.



Kuva 13. Kirjoittajan ajatus RMK:n organisaatiosta tulevaisuudessa.

Kaikkien näiden osapuolien toiminta ja tehtävien hoitaminen ovat välttämättömiä, jotta tuotekehitys voi onnistua ja tuote saadaan valmiiksi sarjatuotantoon ja myyntiin asiakkaille. Alla oleviin lukuihin on kirjattu esimerkinomaisesti, mitä erilaisia tehtäviä näillä soluilla on. Asia vaikuttaa tuotekehitysprosessiin monella tavalla, erityisesti siten, että ns. engineering -tuotekehitysprosessin ei tarvitse jakaa näille tehtäville resursseja.

### 7.1 Talous ja ostotoiminnot

Yrityksen talouden seuranta on avainasemassa yrityksen toimintoja. Projektien kuluja seurataan yksilöllisten jokaiselle projektille annettavan tunnuksen avulla. Projektien kulseurantaan kuuluvat ostojen lisäksi työntekijöiden kulut (onko projektilla 2 vai 12

työntekijää), jotka raportoidaan tehtyinä tunteina projektikohtaisesti. Ostotoimintojen tehtävistä tärkeimpiä ovat

- toimittajien valinta
- toimitus- ja maksuehdoista sopiminen
- PPAP-prosessi hoitaminen.

PPAP on lyhenne sanoista, Production Part Approval Process. PPAP-prosessi on ajoneuvoteollisuuden toimintatapa, jolla pyritään varmistamaan toimittajien laadukas komponenttien toimituskyky.

## 7.2 Logistiikka (sisäinen ja ulkoinen)

Materiaalivirtojen suunnittelu toimittajalta tuotantoon ja asiakkaalle kuuluu ulkoisen logistiikan tehtäviin. Sisäinen logistiikka puolestaan vastaa tehtaan materiaalivirtojen suunnittelusta ja kehittämisestä. Strategisia kysymyksiä ovat, miten pitkiä varmuusvarastoja tuotannossa pidetään mahdollisten toimitushäiriöiden varalta. Erilaisten materiaalipakkausten suunnittelu ja kierrättäminen tehtaan ja toimittajien välillä kuuluu logistiikan vastuualueeseen. Kuljetussopimusten tekeminen eri markkina-alueiden ja eri maiden vaatimien tullimuodollisuuksien selvittäminen ovat myös logistiikkaosaston työtä.

## 7.3 Myynti ja markkinointi

Myynti- ja markkinointiosasto on rajapinta asiakkaaseen, ja niiden kautta tulee ajantasaisin tieto markkinoiden tarpeista. Myynnin ja markkinoinnin rooli on kaksisuuntainen. Niiden kautta tulee asiakaspalautetta ja samalla ne ovat niitä, joiden kautta tuotekehitysprojektien tulokset, tekniset parannukset ja uudet innovaatiot julkaistaan asiakkaiden käyttöön.

1990-luvulla alkanut internetin läpimurto on muuttanut kuluttajakaupankäyntiä siten, että yhtä suurempi osa tuotteista ostetaan suoraan verkosta. Suoramyyynnissä ns. perinteinen tukkuliike jää kokonaan välistä pois ja tästä hyötyvät niin asiakas halvemman hinnan

kuin valmistaja paremman katteen muodossa. RMK:n tapauksessa kauppaa on suunniteltu käytävän ns. B2C-periaatteella.

#### 7.4 IT

IT-osasto hoitaa erilaisten käytössä olevien laitteiden ylläpidon. Koneet ovat mahdollisesti yrityksen omia tai leasing-sopimuksella hankittuja. Eri palvelimien ja laitteiden infrastruktuurin kehittäminen kuuluu IT-osaston toimialaan. Käyttäjien tukeminen ja kouluttaminen tai koulutusten järjestäminen kuuluvat myös osaston toimenkuvaan sekä uusien ohjelmistojen asennus ja lisenssien hankkiminen ja niiden päivittäminen tarpeen mukaan. Tietoturvallisen toimintakulttuurin luominen ja ylläpito sekä jatkuva koulutus kuuluvat IT-osastolle.

Myös yrityksen matkapuhelimien ja tablettien hallinnointi ja järjestelmien tietoturallinen käyttö on IT-osaston vastuulla. Tähän kuuluu mm pakotettu etähallinnan asennus laitteisiin, joilla on pääsy yrityksen sähköposteihin ja tietokantoihin.

#### 7.5 Henkilöstöhallinto

Yrityksen alkuvaiheessa ei erillisen henkilöstöhallinnon puuttuminen varmasti ole kenenkään mielessä. Kuitenkin siinä vaiheessa, kun startup-yritys alkaa kasvamaan ja lähestyttään keskisuuren pk-yrityksen henkilöstömäärää, tulee eteen erillisen henkilöstöhallinnon perustaminen. Henkilöiden rekrytointi erilaisiin tehtäviin vaatii runsaasti resursseja, joka taas on pois muualta yrityksen päämäärien saavuttamisen kannalta tärkeistä toiminnoista.

Eri tehtävissä toimivien henkilöiden niin kutsutut roolikehät auttavat ymmärtämään ja rajaamaan työtehtäviä, jotta ne eivät rönsyile hallitsemattomasti eri puolille. Tämä myös auttaa kunkin henkilön tehokkuuden optimoimisessa. Henkilöstöhallinto pitää myös kirjata erilaisista koulutustarpeista ja organisoii tarvittaessa koulutuksia henkilöstölle.



## 7.6 Jälkimarkkinoiden hoito

Kuluttajatuotteiden tapauksessa tulee huomiota osoittaa myös jälkimarkkinoiden hoitamiseen. Median ja ns. puskaradion kokemukset voivat parhaimmillaan auttaa mielikuvan rakentamisessa tuotteesta. Vastaavalla tavalla mielikuva tuotteesta pystytään tehokkaasti rapauttamaan, jos jälkimarkkinoita hoidetaan huonosti. Verkkoympäristössä viestit kulkevat erittäin nopeasti ja vanha sanonta kuuluukin, että huonosta kokemuksesta kerrotaan useimmiten huomattavasti suuremmalle joukolle kuin vastaavasti hyvästä palvelusta ei viestitä lainkaan yhtä aktiivisesti.

Huoltokumppanuussopimuksen tekeminen yhteistyössä eri markkina-alueilla paikallisesti toimivien toimijoiden kanssa on jälkimarkkinoinnin ensimmäisiä tehtäviä. Huoltopisteiden kouluttaminen tulee järjestää ennen moottoripyörien toimitusta. Tulee myös selvittää maakohtaisesti, miten lainsäädäntö suhtautuu sähköajoneuvon korjauksiin. Koska RMK:n moottoripyörän käyttöjännite on  $> 50$  V, tarvitaan erillinen sähkötyöturvallisuuskoulutus. Suomessa liikkuvan kaluston korjauksessa tunnustetaan SFS6002-sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka antaa valmiudet ja tiedon, että korjaajan tulee tutustua ajoneuvovalmistajan merkkikohtaiseen ohjeeseen. Tämän merkkikohtaisen ohjeistuksen laatiminen ja ylläpitäminen huoltokorjaamoille kaikilla tarvittavilla kielillä on yksi jälkimarkkinoiden tehtävä. Myös pelastustoimen käyttämä ns. Rescue Datasheet tulee tehdä ja saatata saataville.

Jälkimarkkinoilla tarvittavien varaosien tulee olla saatavilla hyvin nopeasti sen jälkeen, kun ensimmäiset tuotteet on toimitettu asiakkaille. Varautuminen varaosien tilauksiin ja toimituksiin sekä mahdolliset logistiset sopimukset tulee hoitaa valmiiksi ennen pyörien toimituksia.

Takuukäytäntöjen järjestäminen on lisäksi yksi jälkimarkkinoiden hoitamisessa selvitetävistä asioista. Jos asiakas on ostanut tuotteen verkosta suoraan valmistajalta, tulee hänelle olla selvää, minne hän voi reklamoida tuotteessaan mahdollisesti olevan puutteen.

## 7.7 Tuotanto ja tuotannonkehitys

Onko oma tuotantolaitos tarkoituksen mukaista perustaa, on oma kysymyksensä. RMK ei tätä kirjoitettaessa ole itse valmistamassa tuotteita vaan ainoastaan kokoonpanemassa alihankkijoidensa valmistamia komponentteja. Tästä on käyty keskusteluja eri aloilla valmistavaa liiketoimintaa tekevien kuin RMK:n edustajienkin kanssa (Lehtimäki 2021; Kyläkaila 2021). Tuotannon näkökulma on kuitenkin olennainen tekijä tuotteen kehittämisessä ja mahdollistaa kustannustehokkaan valmistuksen ja tekee kokoonpanon sitten kuka tahansa. Oma tuotanto on RMK:n tavoitteena, ja sen takia tämä osio on kirjoitettu.

## 7.8 Tuotanto

Jos yrityksellä on tavoitteena valmistaa esimerkiksi 4000 yksikköä tuotetta vuodessa päivävuorojen aikana, tulee yhden tuotteen tuotantoajaksi noin 30 minuuttia. Nopeasti asiaa pohdittuna käy nopeasti selväksi, että tuotannossa komponenttien asennuksen tulee olla sujuvaa. Tuotantosuunnitelma lasketaan noin 80 %:n käyttöasteelle, koska realistista on, että muutoksia ja haasteita tuotannon ylösajossa ensimmäisen vuoden aikana varmasti on. (Welin 2021.)

Tuotantocyklinä 30 minuuttia vaatii hyvää suunnittelua ja asennusystävällisyyden (DFA, Design For Assembly) tarkkaa huomioimista jo tuotekehitysvaiheessa. Tuotannon kokoonpanolinjojen ja työkalujen tulee olla suunnitellut joustavan ja laadukkaasti toistettavan kokoonpanotyön tekemistä varten. Tehtaan layout ja materiaaalivirtojen optimointi ovat tärkeässä osassa tuotannosuunnittelussa. Tuotannontyökalujen suunnittelu ja niiden jatkuva kehittäminen ja tarvittaessa tuotemuutosten tekeminen yhdessä tuotesuunnittelijoiden kanssa ovat osa toimivaa tuotantojärjestelmää. Tuotekehitysprojektien aikainen tuotannon näkemys ja kokemus ovat avainasemassa siinä, miten asennusystävällisiä ratkaisuja tulee. Mitä aikaisemmin kokoonpanon kommentit tulevat huomioiduksi, sen halvemmaksi, paremmaksi ja/tai laadukkaammaksi lopputulos tulee. Toyotan tuotantoprosessia pidetään vertailukohtana monessa vastaavassa projektissa. Toyotan filosofia lyhyesti on: ”Tehdään vain sitä mitä tarvitaan, silloin kun sitä tarvitaan ja vain se määrä mitä tarvitaan” (Toyota 2021).

## 7.9 Tuotannonlaatu

Tehokas laadunhallintajärjestelmä, joka antaa selkärankaan erityisesti tuotekehityksen prosesseihin ja mahdollistaa yrityksen sertifiointin, on olennainen osa RMK:n kaltaista yritystä. Suunnittelun laatua seuraa ja tukee laatuorganisaatio. Kehitysvaiheessa yhtenä tehtävänä on valvoa, että jokainen solu täyttää suunnittelun vaatimukset ja tarkastuslistat ovat ajantasaiset. Tuotannonlaatu ja toimittajalaatu ovat omat lukunsa, jota ei tässä yhteydessä käsitellä. Suunnittelulaadun tehtävänä on laatia tarkastuslistat, joilla varmistetaan, että solut ovat huomioineet tarpeelliset laadukkaan suunnittelun osa-alueet. Erityisesti huomiota tulee kiinnittää PFMEA-dokumentteihin sekä prosessin, suunnittelun, että itse projektin osalta. FMEA-dokumentaatiot tulee päivittää ennen jokaisen laatuportin läpäisyä.

## 8 Yhteenveto

Tällä työllä pyrittiin määrittämään tuotekehitysprosessi startup-yritykselle, joka on ryhtymässä ajoneuvovalmistajaksi. Tämän lisäksi työssä tuotiin esille toimintoja, jotka mahdollistavat yrityksen kasvun pk-yritysten joukkoon.

### Pohdinta

RMK on lähtenyt mukaan sähköisen liikenteen mullistamiseen ja on suunnitellut ensimmäisen oman myytävän tuotteensa. RMK:lla ei ole perinteikkäiden ennestään alalla toimivien yritysten toimintoja ja liikevaihtoa, joita yrityksen pitäisi suojella, joten se voi toimia kaikin keinoin vain edistääkseen omaa uutta liikeideaansa. Koska liikevaihdon positiivinen osa puuttuu, on yritys vielä vahvasti rahoittajien uskon varassa.

Tulevat ajat haastavat RMK:n kuten monen muunkin vastaavassa vaiheessa olevan startup-yrityksen. Ajoneuvoteollisuuden lainalaisuudet tuovat vielä omat haasteensa matkan alkuun. Jotta RMK voi saada ajoneuvovalmistajan statuksen ja moottoripyörä saa myyntiluvan, tulee tuotannon olla viranomaisten taholta auditoituina.

Ensimmäinen tuote on saatu juuri sen verran valmiiksi, että sen piensarjatuotannon tulisi lähteä suunnitellusti liikkeelle, ja luonnollisesti asiakkaiden tulee olla tuotteeseen tyytyväisiä. Samanaikaisesti tulisi tuoteportfolion seuraavien projektien lähteä välittömästi käyntiin, tai näin tapahtuisi, jos yrityksessä olisi kaikki toiminnot valmiina. Tässä on heti muutamia ns. sudenkuoppia väisteltäväksi. Miten saada tuotanto pyörimään, miten laajentaa tuoteportfoliota ja samanaikaisesti taata asiakkaiden tyytyväisyys? Sarjatuotannon käynnistäminen vaatii suuria pääomainvestointeja, ja pohdittavaksi tuleekin, onko RMK:n tarkoituksenmukaista tässä kohtaa lähteä itse kokoonpanemaan tuotettaan vai olisiko sopimusvalmistuskumppani parempi vaihtoehto. Etenkin kun itsevalmistettavia komponentteja ei kirjoittajalla ole tiedossa, vaan kaikki ostetaan alihankkijoilta. Kyse on siis puhtaasti kokoonpanolinjasta.

Toinen syvällistä pohdintaa vaativa seikka on tuoteportfolion laajentamisen mielekkyys tilanteessa, jossa yrityksen organisaatio ei ole kypsä projektin läpiviemiseen.

Kaikki tämä kehitys tietysti edellyttää, että rahoitus saa positiivisia signaaleja ensimmäisen version tultua myyntivalmiiksi ja rahoittajille pystytään näyttämään positiivista kasvavirtaa.

Ratkaisevaa yrityksen tulevaisuuden menestyksen ja olemassaolon säilymisen kannalta on se, miten muuntautuminen startup-yrityksestä pk-yritykseksi onnistuu. Tässä kohtaa yrityksellä on ns. kasvun paikka. Sen lisäksi, että yrityksen organisaation koko kasvaa, tulee myös toimintatapojen muuttua.

Muutamia avainkohtia, jotka voivat aiheuttaa erikokoisia joskus jopa kohtalokkaaksi osoittautuvia ongelmia ovat johtaminen ja organisaatio, aikataulut, vaatimuserittely ja projektisuunnitelma sekä rahoitus. Nämä kaikki liittyvät yhteen, mutta lopuksi pohdin vielä muutamia pääkohtia kustakin alueesta.

#### Johtaminen ja organisaatio

Kun yrityksen koko kasvaa, tulee toiminnan johtamisen olla aktiivista ja määrätietoista. Jotta ryhmä saadaan toimimaan yhteisen päämäärän eteen, tulee tuloksia aktiivisesti vaatia. Vaatiminen on välittämistä. Säännölliset, rutiininomaiset, hyvin valmistellut

palaverit projektien etenemisestä antavat mahdollisuuden ohjata toimintaa tehokkaasti. Organisaation rakenteen tulee tukea yrityksen prosesseja ja mahdollistaa tehokas päätöksenteko ja toiminta. Muutos pienestä startup-yrityksestä pk-yrityksen raameihin saattaa olla haastavinta yrityksessä ennestään oleville henkilöille. Heille voi tulla tunne, että kaikki ei olekaan enää niin rentoa, joustavaa ja nopeaa kuin aiemmin. Myös uusille rekrytoituille voi tulla yllätyksenä se, että yrityksestä puuttuu toimintaohjeistus moneen vakiintuneeseen yritykseen verrattuna. Johtamisessa RMK:lla painotetaan leadershipiä ja vältellään esimies-alainen-, johtaja-työntekijäasettelua. Yrityksen koon kasvaessa tietyn tasoinen hierarkkinen ja kerroksellinen johtamiskulttuuri kuitenkin mielestäni tarvitaan. Se, millaiseksi johtamiskulttuuri muotoutuu, riippuu kuitenkin paljon muusta kuin siitä, millaiset organisaatiokaaviot yrityksestä on piirretty. Jos ja kun halutaan, että kaikki ovat avoimesti samalla tasolla, niin on se kyllä mahdollista, vaikka toinen tietyssä tilanteessa toimisikin esimiesasemassa. Henkilöiden ominaisuudet ratkaisevat, miten johtamiskulttuuri toteutuu. Toki asiaan voi ja todennäköisesti pitääkin kiinnittää huomiota ja mahdollisesti jopa kouluttaa rekrytoitavia henkilöitä. Vähintäänkin perehdyttää pitää perusteellisesti.

#### Aikataulut

Startup-yrityksellä aikataulut ovat tyyppiä ”kaikki mahdollisimman nopeasti, jotta saadaan tuote myyntiin”. Kun yrityksen koko kasvaa ja toimijoita on useita mukaan lukien alihankintatyö, tulee työllä olla selkeästi määritelty aikataulu, johon tähdätään. Aikataulujen rehellinen kertominen esimerkiksi rahoittajille ja asiakkaille voi olla kivuliasta, mutta usein johtaa parhaaseen lopputulokseen.

#### Vaativuserittely ja projektisuunnitelma

Oli tehtävä kuinka yksinkertainen tahansa, ennen tehtävän aloittamista tulee olla tarkasti määritelty, mitä ollaan tekemässä. Ilman kirjallista suunnitelmaa voidaan olla lähes varmoja, että tavoitetta ei saavuteta – ei ainakaan aikataulussa ja sovituin kustannuksin. Projektisuunnitelma luo selkärangan projektin parissa työskentelevälle ryhmälle.

## Rahoitus

Rahoitus määrittelee tietysti sen, kuinka suuria panostuksia tuotteen kehittämiseen voidaan tehdä. On epärealistista lähteä kehittämään tuotetta, jos kassassa ei ole katetta projektien läpiviemiseen. Startup-yrittäjä on mahdollisesti tottunut sietämään epävarmuutta rahoituksen suhteen jo aiemmin. Kun resurssit kasvavat, tulee talouden lukuja tarkastella päätoimisesti ja ennakoiden. Ennen kuin rahoituksen saaminen on realistista, tulee organisaation rakenteen ja kyvykkyyden olla uskottavalla ja realistisella tasolla.

Uusia projekteja tulee seurata niin aikataulujen kuin kustannusten kertymisen kannalta ja mahdollisiin poikkeamiin tulee tarttua aikaisessa vaiheessa. Näin saadaan paras mahdollinen tuotto käytetylle pääomalle.

## Päätelmät

RMK:n ensimmäinen tuote on tätä kirjoitettaessa saavuttamassa sellaisen kypsyyden, että ensimmäiset asiakkaat saavat omat moottoripyöränsä seuraavan puolen vuoden aikana. Tämä nykyinen tuote on valmistettu hyvin pienellä henkilömäärällä ja ilman tarkkoja dokumentoituja projektisuunnitelmia. Toiminta on ollut enemmän learning by doing -periaatteella tapahtuvaa. Tuotteita on kuitenkin saatu kokoon, ja niitä on tarkoitus toimittaa asiakkaille, mikä on jo hieno saavutus sinänsä.

Seuraava kysymys on, miten RMK:n muuttuminen startup-yrityksestä pk-yritykseksi käytännössä onnistuu. Organisaation kasvattaminen on erittäin tärkeää, jo nykyisenkin henkilöstön kuormituksen takia. Organisaation laajentuessa tärkeimpänä pitäisin laatuorganisaation perustamista. Laatuorganisaatio keskittyisi niin suunnittelun laatuun kuin tuotannon tuleviin tehtäviin.

Tuoteportfolion laajentaminen ja oman sarjatuotannon käynnistäminen saisivat mielestäni odottaa siihen saakka, kunnes organisaation kyvykkyys on valmis näihin projekteihin.

Tuotekehityssolujen ja tuotekehityksenprosessimallin kehittämiseen on nykyisen tuotteen jatkuva parantaminen hyvä kohde. Samalla projekti-ideakirjasto täyttyy, nykytuote paranee ja asiakkaat ovat entistä tyytyväisempiä.

Samanaikaisesti nykyisen tuotteen myynti ja sen tuoma liikevaihto auttavat rahoittajien hankkimisessa. Rahoitus mahdollistaa kyvykkään organisaation rakentamisen, joka valmistaa yritystä tuoteportfolion täydentämisessä. Tärkeä tehtävä on löytää oikeanlaiset, riittävän projektityöskentelykokemuksen omaavat työntekijät organisaation oikeille paikoille.

## Lähteet

Bergmiller, Peter. 2015. Towards Functional Safety in Drive-by-Wire Vehicles. Nandlstadt: Springer.

Cooper, Robert & Sommer, Anita. 2018. Agile-State-Gate for Manufacturers. Verkkoaineisto. <<http://www.bobcooper.ca/articles/agile-stage-gate>>. Päivitetty huhtikuu 2018. Luettu 5.11.2020.

Hietikko, Vesa. 2015. Tuotekehitystoiminta. Helsinki: BoD – Books on Demand.

Hirz, Mario; Dietrich, Wilhelm; Gferrer, Anton; Lang, Johann. 2013. Integrated Computer-Aided Design in Automotive Development. Graz: Springer.

Kyläkaila, Jyri. 2021. Toimitusjohtaja, EPEC Oy. Naantali. Keskustelu 10.5.2021.

Lehtimäki, Tuomo. 2019. Toimitusjohtaja, RMK Vehicle Corporation Oy, Seinäjoki. Keskustelu 12.6.2019, 16.2.2020, 28.1.2021.

Maximini, Dominik. 2014. The Scrum Culture. Wendingen: Springer.

Mattson, Christopher & Sorensen, Carl. 2020. Product Development. Provo UT USA: Springer.

Nuoret innovatiiviset yritykset. Verkkoaineisto. Business Finland Oy. <<https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/rahoitus/nuoret-innovatiiviset-yritykset-niy>>. Luettu 20.5.2021.

Piippo, Ville. 2021. Tuotepäällikkö, RMK Vehicle Corporation Oy, Helsinki. Keskustelu 16.12.2019, 28.1.2021.

Sanders, Albert & Klein, John. 2012. System Engineering Framework for Integrated Product and Industrial Design Including Trade Study Optimization. St. Louis, MO.: Elsevier.

Sörensen, Daniel. 2006. The Automotive Development Process. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.



Tervola, Janne. 2017. Suomen ensimmäinen omavalmisteinen sähköprätäkä ei toimi teoriassa – mutta se toimii käytännössä. Verkkoaineisto. Tekniikka & Talous. <<https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/suomen-ensimmainen-omavalmisteinen-sahkopratka-ei-toimi-teoriassa-mutta-se-toimii-kaytannossa/c8bbf4a1-2101-3326-98f1-74a4579f8f42>> Päivitetty 28.8.2017. Luettu 8.8.2020.

Toyota production system. Verkkoaineisto. Toyota Motor Corporation. <<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>>. Luettu 12.2.2021.

Varma, Tathagat. 2021. Agile Product Development. New York: Apress.

Weber, Julian. 2009. Automotive Development Processes. Berlin: Springer.

Welin, Janne. 2021. Toimitusjohtaja, Janne Welin Engineering Oy, Turku. Keskustelu 25.5.2021.

## Projektinseurantaraportti (Project follow up report)

Yhden sivun viikkoraporttipohja esimerkiksi PowerPoint-ohjelmistolla.

Esitettävät tiedot:

Viikko:

Tekijä:

Osa-alue:

Kehityksen kohde:

Käytetyt tunnit: € kustannus

Ostetut palvelut: €

Aikataulu:

Avainkohdat, mikä menee hyvin, missä haasteita.

**Projekti-ideapohja (Project One pager)**

Esimerkkikaavakkeen kirjastoon vietävät tiedot projekti-ideasta. Voivat sisältää vaikka käsin hahmoteltuja luonnoksia. Pituus yksi A4.

Päiväys:

Tekijä:

Osa-alue:

Kehityksen kohde/kuvaus:

-

-

-

-

Arvioitu hyöty: \_\_\_\_\_ €

Arvioidut WC-työtunnit: \_\_\_\_\_ h (toimihenkilö)

Arvioidut BC-työtunnit: \_\_\_\_\_ h (tehdastyöntekijä)

Arvioidut kulut: \_\_\_\_\_ € (osto-osat, protopalvelut jne)

## Projektisuunnitelma (Project plan)

Esimerkki projektisuunnitelman sisällysluettelosta:

- Tausta ja tavoitteet
- Aihe (mikä tämä projekti on?)
- Päätehtävät
  - o Konseptisuunnittelu
  - o Sarjasuunnittelu
  - o Testaus
  - o Tuotannon suunnittelu
  - o Tilaus-toimitusketju
  - o Laatusprosessi
  - o Jälkimarkkinat
  - o Projektin päätös
- Rajaukset mitkä eivät kuulu projektiin
- Projektin tavoitteet
  - o Tuotteen tekniset vaatimukset
  - o Aikataulu
  - o Laatu
  - o Talous
- Projektin vaiheistus
- Projektin organisaatio
  - o Projektihenkilöiden roolit ja vastuut
- Muutosten hallinta projektissa
- Dokumentointisuunnitelma
  - o Käytettävät työkalut ja kieli
  - o Standardit