



**DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,  
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS  
MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM:

Executive Master of Business Administration  
(EMBA)

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE  
SPESIALISERINGSRETNING:  
Ledelse/Prosjektledelse

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? JA  
(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL:

Effektiv styring av innovasjonsprosjekter

ENGELSK TITTEL:

Effective management of innovation projects

FORFATTER(E)

Kandidatnummer:

941557  
.....

Navn:

Stina Hetland Golf  
.....

VEILEDER:

Tatiana Aleksandrovna Iakovleva

# Sammendrag

Formålet med dette studiet er å belyse innovasjonsprosessen i et høyteknologisk miljø, først og fremst med tanke på hvordan man kan oppnå effektiv styring, gitt den usikkerhet og kompleksitet som eksisterer. Et viktig aspekt vil i tillegg være å vurdere om ulike læringsorienterte tilnærminger i tidlig fase av et prosjekt, kan være med å redusere usikkerhet og på denne måten bidra til en mer effektiv innovasjonsprosess.

I en konkurransesituasjon som preges av *globalisering*, *intensitet* og *dynamikk* er det stadig press på å levere nye produkter *hurtig* til markedet for å skape konkurransefortrinn. I tillegg er det viktig at produktene utvikles på en *produktiv* måte og at de *innfrir* kundens behov og forventning. Disse elementene er med å avgjøre om man har oppnådd en effektiv innovasjonsprosess. Hoved forskningsspørsmålet som fremstilles i denne oppgaven er:

*Hvordan oppnå effektiv styring av innovasjonsprosjekter?*

Studiet analyserer 4 ulike innovasjonsprosjekter i en høyteknologisk bedrift. Disse innovasjonsprosjektene skiller seg fra hverandre ved at de har varierende grad av usikkerhet knyttet til *marked* og *teknologi*. Ett av prosjektene som studeres er av typen *radikal innovasjon* (høy usikkerhet) og tre av de andre prosjektene er av type *evolusjonær innovasjon* (medium usikkerhet). Formålet er å studere hvordan disse prosjektene ble styrt og identifisere faktorer som var med å påvirke innovasjonsprosessen med hensyn på hurtighet og produktverdi. *Kvalitative metoder* benyttes for å innhente datagrunnlaget til avhandlingen og blant disse er *deltagende observasjon*, *intervjuer* og *uformelle samtaler*.

Resultatene i dette studiet indikerer at ulike typer innovasjoner, krever ulik grad av struktur og fleksibilitet for å oppnå en effektiv produktutviklingsprosess. Konklusjonen er at *dess større grad av usikkerhet* innovasjonen er beheftet med, *dess større grad av læring* og *tilpasning* bør prege produktutviklingsprosessen. Det eksisterer særlig potensiale for effektiviseringsgevinst i startfasen ved å ta i bruk læringsorienterte tilnærminger, i form av målbevisste aktiviteter knyttet til læring og tilegnelse av kunnskap, men dette er imidlertid kontekstavhengig.

**Nøkkelord:** radikal innovasjon, evolusjonær innovasjon, usikkerhet, «The Fuzzy Front End», læringsorienterte tilnærminger, effektiv produktutviklingsprosess

# Forord

Bakgrunn for gjennomføring av denne masteroppgaven, ligger i min personlige opplevelse som prosjektleder for innovasjonsprosjekter at det i dagens konkurransesituasjon er økt press om å levere nye produkter hurtig til markedet. I og med at jeg står ovenfor denne problemstillingen i arbeidslivet, har det vært utrolig lærerikt og interessant å gjøre et dypdykk i litteratur og publisert forskningsmateriale knyttet til produktutviklingsprosessen. Dette har utvidet min faglige horisont og gjort meg mer bevisst på hva som grunnleggende karakteriserer innovasjonsprosessen og hvilke faktorer som kan være med å påvirke prosessen - både positivt og negativt. Ekstra givende har det vært og kunne gi et lite bidrag selv til forskningen, gjennom arbeidet med denne masteroppgaven. Det skal imidlertid ikke legges skjul på at det har vært et krevende år, med spor av frustrasjon til tider. Betydningen da av å ha familie rundt som motiverer og stiller opp er ubetalelig. Først og fremst en stor takk til min mann og nummer en motivator, som har latt meg få rom og anledning til å prioritere studier i den hektiske barne- og ungdomstid som vi står midt oppi. I tillegg takk til mine foreldre og svigerforeldre, som stiller opp for barna når mor selv har måtte grave seg ned i studiene. Jeg må også få takke min kunnskapsrike og inspirerende veileder, Professor Tatiana Iakovleva ved Universitetet i Stavanger, for gode råd og innspill jevnt og trutt gjennom studieåret. Dette har hatt stor betydning for det oppgaven er blitt i dag. Sist, men ikke minst så er jeg utrolig takknemlig for muligheten jeg har fått til å studere innovasjonsprosessen i aktuell bedrift. Spesielt interessant har det vært å få et dypere innblikk i historiske prosjekter og den utrolige kreativiteten og driven som har preget miljøet. Jeg setter stor pris på informasjonen som er blitt delt av respondentene og tenker at muligheten til å kunne vurdere funnene opp mot teoriene på området, har gitt meg verdifull innsikt som jeg vil ta med meg videre i min rolle som prosjektleder.

Takk.

# Innholdsliste

Sammendrag.....	2
Forord.....	3
Liste over forkortelser.....	7
Figur og tabell liste.....	8
1 Introduksjon.....	10
1.1 Bakgrunn.....	10
1.2 Formål.....	10
1.3 Avgrensninger og begrensninger.....	11
1.4 Oppbygging av oppgaven.....	11
2 Problemformulering.....	12
2.1 Introduksjon til organisasjon.....	12
2.2 Problemdefinisjon.....	12
2.3 Forskningsspørsmål.....	13
3 Teoretisk rammeverk.....	15
3.1 Karakteristiske trekk ved produktinnovasjon.....	15
3.1.1 Kreativitet, innovativitet og iterasjoner.....	16
3.1.2 Kompleksitet, tvetydighet og usikkerhet.....	17
3.1.3 Læring.....	18
3.2 Typer av produktinnovasjon.....	19
3.3 Produktutviklingsprosessen.....	20
3.3.1 Prosjektfaser.....	20
3.3.2 Effektiv produktutviklingsprosess.....	21
3.3.3 Formell og faseorientert prosess.....	22
3.3.4 Fleksibel og iterativ prosess.....	23
3.3.5 Agile-Stage-Gate Hybrid.....	24
3.3.6 Produktutviklingsprosess som funksjon av usikkerhet.....	26
3.3.7 Kreativitet og formalisering.....	27
3.4 Læringsorienterte tilnærminger i Fuzzy Front End.....	28
3.4.1 Fuzzy Front End.....	29
3.4.2 Kryssfunksjonelt samarbeid.....	31
3.4.3 Involvering av kunder.....	33
3.4.4 Involvering av leverandører.....	34
3.4.5 Prototyping og eksperimentering.....	35
4 Metode.....	38
4.1 Forskningstilnærming.....	38

4.2	Case-studier.....	39
4.2.1	Case-studie A - Radikal innovasjon .....	40
4.2.2	Case-studie B, C, D - Evolusjonær innovasjon .....	40
4.3	Litteratur review .....	41
4.4	Innsamling av data .....	41
4.4.1	Dybdeintervju og uformelle samtaler .....	41
4.4.2	Deltagende observasjon og erfaring .....	42
4.5	Validitet .....	43
5	Presentasjon av case-studier.....	45
5.1	Case-studie A - Radikal innovasjon .....	45
5.1.1	Ide og konsept .....	45
5.1.2	Usikkerhet.....	46
5.1.3	Produktutviklingsprosessen .....	47
5.1.4	Læringsorienterte tilnærminger .....	53
5.1.5	Prosjektresultat .....	59
5.1.6	Oppsummering Case-studie A.....	60
5.2	Case-studie B - Evolusjonær innovasjon .....	62
5.2.1	Ide og konsept .....	62
5.2.2	Usikkerhet.....	62
5.2.3	Produktutviklingsprosessen .....	63
5.2.4	Læringsorienterte tilnærminger .....	66
5.2.5	Prosjektresultat .....	69
5.2.6	Oppsummering Case-studie B.....	70
5.3	Case studie C - Evolusjonær innovasjon.....	73
5.3.1	Ide og konsept .....	73
5.3.2	Usikkerhet.....	73
5.3.3	Produktutviklingsprosessen .....	74
5.3.4	Læringsorienterte tilnærminger .....	77
5.3.5	Prosjektresultat .....	80
5.3.6	Oppsummering Case-Studie C .....	81
5.4	Case-studie D - Evolusjonær innovasjon .....	84
5.4.1	Ide og konsept .....	84
5.4.2	Usikkerhet.....	84
5.4.3	Produktutviklingsprosessen .....	85
5.4.4	Læringsorienterte tilnærminger .....	89
5.4.5	Prosjektresultat .....	94
5.4.6	Oppsummering Case-studie D.....	94

6	Diskusjon og analyse .....	97
6.1	Effektiv styring .....	97
6.1.1	Klar produktdefinisjon .....	97
6.1.2	Unngå endringer sent i prosessen .....	98
6.1.3	Ekspandere og optimalisere .....	99
6.2	Produktutviklingsprosessen .....	100
6.2.1	Formell eller fleksibel? .....	101
6.2.2	Resultater eller dokumentasjonskrav? .....	102
6.2.3	Faseorientert eller iterativ? .....	103
6.2.4	Mennesket eller prosess? .....	106
6.3	Læringsorienterte tilnærminger .....	107
6.3.1	Kryssfunksjonelt samarbeid .....	108
6.3.2	Involvering av kunder .....	110
6.3.3	Involvering av leverandør .....	111
6.3.4	Prototyping og eksperimentering .....	113
6.4	Oppsummerende tabell .....	117
6.5	Svar på forskningsspørsmål .....	118
6.5.1	Effektiv styring av innovasjonsprosjekter .....	118
6.5.2	Hvilken produktutviklingsprosess? .....	119
6.5.3	Læringsorienterte tilnærminger i FFE .....	121
7	Konklusjon .....	125
7.1	Praktiske implikasjoner .....	126
7.2	Teoretiske implikasjoner .....	126
7.3	Fremtidig forskning .....	127
	Litteraturliste og referanser .....	128
	Vedlegg .....	131
	Vedlegg A – Intervjuguide .....	131
	Vedlegg B – Utdrag fra valideringsrapporter (Produkt C) .....	138
	Vedlegg B.1 Utdrag fra valideringsrapport (Customer A) .....	138
	Vedlegg B.2 Utdrag fra valideringsrapport (Customer B) .....	140
	Vedlegg C – Eksempel på sjekkliste Gate 3 .....	142

# Liste over forkortelser

NPD - New Product Development

R&D - Research and Development

TtM - Time to Market

PDMA - Product Development & Management Association

MRS - Market Requirement Specification

PRS - Product Requirement Specification

FFE - Fuzzy Front End

VS. - Versus

## Figur og tabell liste

<b>Nummer</b>	<b>Tittel</b>	<b>Side</b>
Figur 3.1	Produktinnovasjon som kobling av teknologisk kompetanse og kundekompetanse	16
Figur 3.2	Posisjonering av radikal, evolusjonær og inkrementell innovasjon i henhold til deres nivå av usikkerhet	19
Figur 3.3	«Development funnel» modell for ny produktutvikling	21
Figur 3.4	Stage-Gate system	22
Figur 3.5	Den integrerte Agile-Stage-Gate Hybrid modellen	25
Figur 3.6	Visualisering av foreslått utviklingsprosess for de tre typene av innovasjon	26
Figur 3.7	The Fuzzy Front End	29
Figur 3.8	Fuzzy Front End sin direkte og indirekte virkning på prosjekt suksess	32
Figur 3.9	Scrum rammeverket i kontekst av fysisk produktutvikling	36
Figur 4.1	Case-studie metode	39
Figur 5.1	Kube basert lagring	45
Figur 5.2	Tidslinje og leveranser i Case-studie A	48
Figur 5.3	Oppsummering Case-studie A	61
Figur 5.4	Tidslinje og leveranser i Case-studie B	64
Figur 5.5	Oppsummering Case-studie B	70
Figur 5.6	Tidslinje og prosjektfaser i Case-studie C	74
Figur 5.7	Oppsummering Case-studie C	83
Figur 5.8	Produktutviklingsprosessen Case-studie D	85
Figur 5.9	Tidslinje og prosjektfaser i Case-studie D	86
Figur 5.10	Produktutviklingsprosess bestående av 3 lag	86
Figur 5.11	Oppsummering Case-studie D	96
Figur 6.1	Case-studie A, B, C, D sin anbefalte produktutviklingsprosess	105



Figur B.1	Gjennomsnittlig Produkt B feil versus Produkt C feil	138
Figur B.2	Gjennomsnittlig Produkt B feil versus Produkt C feil	140
Tabell 6.1	Oppsummerende tabell	117
Tabell B.1	Kundetilbakemeldinger på Produkt C	138
Tabell B.2	Sammenligning Produkt C med Produkt B	139
Tabell B.3	Kundetilbakemeldinger på Produkt C	140
Tabell B.4	Sammenligning Produkt C med Produkt B	141

# 1 Introduksjon

Dette kapittelet vil gi en kort beskrivelse av bakgrunn for oppgaven og formålet med å gjennomføre dette studiet. Videre vil noen avgrensninger og begrensninger presiseres, før det til slutt gis en oversikt på oppgavens oppbygning.

## 1.1 Bakgrunn

Dagens konkurransesituasjon preges av *globalisering*, *intensitet* og *dynamikk* og derfor vil produkter som utvikles *hurtig* og som treffer kundens *behov* og *forventninger*, betraktes som et signifikant konkurransefortrinn. Utvikling av nye produkter bidrar til å styrke en organisasjon sin overlevelsessevne. Samtidig er produktinnovasjon en kompleks affære som preges av vanskeligheter og barrierer og hvor det endelige resultatet og målet ofte er uklart. Det er knyttet stor *usikkerhet* og *kompleksitet* til utviklingen, noe som gjør det vanskelig å planlegge og optimalisere prosessen. Under slike omstendigheter er det interessant å se nærmere på hvordan prosessen bør *styres* og hvilke *tilnærminger* en kan ta for å imøtekomme krav om hurtighet til markedet og produktverdi.

## 1.2 Formål

Formålet med dette studiet er å belyse innovasjonsprosessen i et høyteknologisk miljø, først og fremst med tanke på hvordan den mest effektivt kan styres. I tillegg vil et viktig aspekt være å se på hvordan læringsorienterte tilnærminger kan benyttes for å redusere den kompleksitet og usikkerhet som eksisterer, med tanke på å få redusert utviklingstiden og øke produktverdien.

Studiet utføres i en høyteknologibedrift som utvikler og leverer automatiserte lagersystemer globalt. Utviklingsprosessen krever interaksjon mellom flere fagdisipliner (mekanikk, elektronikk, firmware og software) og samspill mellom de ulike funksjonene (Salg, Service, R&D og Produksjon) for å løse produktutvikling oppgaven. Dette studiet vil konkret kartlegge og analysere fire prosjekter som har vært gjennomført med tanke på hvordan prosessen ble styrt og hva som spesifikt kan ha vært med å bidra til at disse prosjektene ble en suksess eller ikke, vurdert opp mot hva litteraturen antyder på dette området.

### 1.3 Avgrensninger og begrensninger

Studiet er avgrenset til å kun inkludere analyse av prosjekter innenfor *en* spesifikk bedrift. Dette betyr at resultatene og konklusjonen som gjøres i dette studiet ikke nødvendigvis er universelle og direkte kan overføres til andre organisasjoner. I tillegg har også forfatter av dette studiet vært prosjektleder for to av prosjektene og dette kan ha hatt en påvirkning på analyse og diskusjon, som ligger til grunn for konklusjonen. Det at også et av innovasjonsprosjektene startet opp så langt som 20 år tilbake i tid kan også ha påvirket datainnsamlingen ved at situasjoner og informasjon som gjengis er blitt farget av tiden som er gått. Til sist må det nevnes at produktutvikling er et område som har vært gjenstand for omfattende forskning opp igjennom tidene. I og med at dette studiet kun har pågått en avgrenset periode på 9 måneder, har det ikke vært mulig å få oversikt på alle relevante teorier innen området. Dette vil selvsagt ha en begrensende effekt på diskusjonen og bidra til at konklusjonen trekkes på et mulig ufullstendig grunnlag.

### 1.4 Oppbygging av oppgaven

Innholdet i denne oppgaven er i forsetningen strukturert på følgende måte: I **kapittel 2** vil *problemformuleringen* og *forskningsspørsmålene* bli presentert. I **kapittel 3** vil det teoretiske rammeverket presenteres, hvor det først gis et kort innblikk i *hva produktinnovasjon er* og grunnleggende rundt hva som er dens *karaktistikker*. Videre presenteres ulike *innovasjonstyper*, før en gjør nærmere rede for *produktutviklingsprosessen*. Derneft fokuseres det på startfasen i et prosjekt, som betegnes i litteraturen som *The Fuzzy Front End* (FFE), og *læringsorienterte tilnærminger* som i denne fasen kan bidra til å redusere usikkerhet og bidra til økt effektivitet i innovasjonsprosessen. I **kapittel 4** gjøres det rede for forskningstilnærmingen og datainnsamlingsmetodene som benyttes i avhandlingen. I **kapittel 5** presenteres case studiene og hovedfunnene gjøres rede for. I **kapittel 6** diskuteres og analyseres resultatene opp mot det teoretiske rammeverket. I **kapittel 7** vil konklusjonen presenteres i lag med teoretiske og praktiske implikasjoner, samt forslag til fremtidige forskning innen området.

## 2 Problemformulering

I dette kapittelet vil det gis en kort introduksjon til organisasjonen hvor studiet gjennomføres og med dette som utgangspunkt vil problemdefinisjonen formuleres. Til sist konkluderer kapittelet med å fremstille forskningsspørsmålene til studiet.

### 2.1 Introduksjon til organisasjon

Høyteknologibedriften, hvor det kvalitative studiet finner sted, er en global aktør som leverer et automatisert lagersystem til småvare markedet. Bedriften har vært en pioner innenfor sitt felt og produktutviklingen skjer i R&D avdelingen til morselskapet, som er lokalisert i Norge.

Produksjonen er flagget ut til et datterselskap i Polen, hvor det eies en produksjonsfabrikk med ca. 110 ansatte. Salg, installasjon og support av systemet håndteres av et antall ulike eksterne distributører, hvor noen av disse opererer globalt, mens andre kun opererer lokalt i sine regioner. I tillegg har morselskapet en egen funksjon som ivaretar salg- og markedsføring, det være seg kontakt og oppfølging av distributører, samt planlegging og gjennomføring av representasjon på messer. Morselskapet har også en egen service-avdeling i Norge, som tilbyr tjenester til distributører i form av opplæring, support ved driftsproblemer og support ved installasjon av anlegg. Per i dag har morselskapet totalt på tvers av de ulike avdelingene nærmere 90 ansatte.

### 2.2 Problemdefinisjon

Studiet utføres i en høyteknologibedrift, hvor innovasjon er sentralt og stadig nye produkter må tilføyes produktporteføljen for å imøtekomme *markedskrav* knyttet til et optimalisert, effektivt og automatisert lagersystem. I tillegg er det kritisk å stadig presentere nye produkter hurtig til markedet, slik at en opprettholder det teknologiske *forspranget* selskapet i dag har innenfor sin nisje, som er i vekst og har et stort potensial. Men det er ikke bare hurtighet til markedet som er essensielt, produktene som introduseres må også møte kravene markedet har til *verdi, pålitelighet* og *ytelse*. Bedriften opplever for tiden en enorm vekst i antall ansatte. Fra å være en gründerbedrift på 5-15 personer til å i dag ha en egen R&D avdeling på nærmere 70 personer, vil det settes krav til en *effektiv styring av innovasjonsprosessen* for å tilfredsstille markedet og interessenter. Et annet element som er viktig å presisere er at utvikling av et spesifikt produkt krever *interaksjon* mellom flere fagdisipliner. Koordinering og synkronisering mellom de ulike disiplinene (mekanikk, elektronikk, firmware og software) er svært viktig, da de er svært avhengige av hverandres fremdrift med tanke på å totalt sett levere hurtig til markedet.

Fokuset til dette studiet er å se på styring av innovasjonsprosesser, og hvilke produktutviklingsprosesser som er mest effektive når grad av usikkerhet i marked og teknologi varierer. I tillegg vil det fokuseres på startfasen, som i litteraturen refereres til som «The Fuzzy Front End» (FFE) i produktutviklingsprosjekter. Front End «fuzziness» kan defineres som *usikker informasjon* knyttet til *kunde, teknologi og konkurranse* (Zhang & Doll, 2001). Usikkerhet og tvetydighet er størst i startfasen og for å redusere nivået er man avhengig av *læring og tilegnelse av kunnskap* (Tang, 1998). De målbevisste aktivitetene som forløper i et prosjekt, knyttet til læring og tilegnelse av kunnskap, vil i denne oppgaven refereres til som *læringsorienterte tilnærminger*. Litteraturen fremmer FFE som en fase med potensiale for å oppnå effektiviseringsgevinst, i form av å kunne slippe et produkt med kunde verdi hurtigere ut i markedet.

## 2.3 Forskningsspørsmål

Bedrifter utfordres til å balansere sin prosjektportefølje. Med dette menes at det er essensielt at porteføljen består av en miks med prosjekter, som har varierende grad av usikkerhet (høy - lav), for å oppnå en fornuftig balanse på investeringene som gjøres (Cooper, 2017). Grad av usikkerhet er med å definere ulike typer innovasjoner. *Radikale innovasjoner* er prosjekter som det er knyttet høy usikkerhet til både med tanke på marked og teknologi, *evolusjonære innovasjoner* er forbundet med medium usikkerhet og *inkrementelle innovasjoner* er forbundet med lav usikkerhet (Gartzen, Brambring & Basse, 2016). Det er større grad av usikkerhet knyttet til radikale og evolusjonære innovasjoner og dette gjør dem vanskeligere å planlegge og styre enn inkrementelle innovasjoner. I tillegg benytter inkrementelle prosjekter i dag mye mindre tid på hver fase i utviklingen enn de andre to kategoriene (Barczak, Griffin & Kahn, 2009). Det vurderes derfor som mest interessant å bruke ressursene på å undersøke radikale og evolusjonære innovasjoner ved innhenting av data til denne avhandlingen.

Videre, med fokuset som ble definert i avsnittet ovenfor vil hoved forskningsspørsmålet for denne avhandlingen være:

*FS1: Hvordan oppnå effektiv styring av innovasjonsprosjekter?*

Sekundære forskningsspørsmål som det i denne forbindelse er av interesse å belyse for å kunne utdype hoved forskningsspørsmålet videre er:

***FS1a:** Hvilken produktutviklingsprosess kan være med å bidra til effektiv gjennomføring av radikale og evolusjonære innovasjoner?*

***FS1b:** Kan læringsorienterte tilnærminger i FFE være med å bidra til effektiv gjennomføring av radikale og evolusjonære innovasjoner?*

Forskningsspørsmålene blir diskutert og besvart i kapittel 6.

### 3 Teoretisk rammeverk

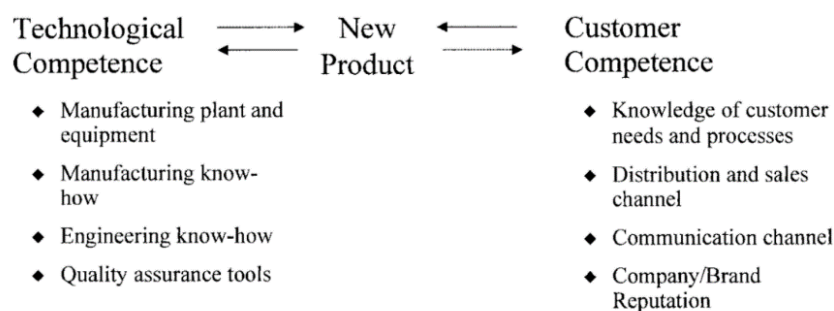
Som nevnt innledningsvis så anses *innovasjon* som nøkkelen til et firma sin økonomiske suksess og overlevelse. Innovative firma vokser raskere og oppnår en større fortjeneste. Dette skyldes den overlegne fordelene produktene som skapes representerer (Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht, 2003). For å utnytte fortrinnet man har skapt, er det kritisk å kunne presentere produktet raskt til markedet, for å vinne størst mulig markedsandeler før konkurrentene kommer på banen. I en globalisert og svært dynamisk konkurransesituasjon blir dette aspektet stadig viktigere. Det er derfor svært interessant å studere innovasjonsprosessen, som omfatter hele løpet fra ide til lansering på markedet, for å få en *forståelse rundt hva en skal forbedre*. Dette kan igjen gjøre det tydeligere hvilke virkemidler en har til å forbedre og effektivisere prosessen.

Teoridelen av oppgaven vil ha fokus på først og fremst å gi en oversikt på hva som karakteriserer innovasjonsprosessen, hvilke ulike typer det skiller mellom og gjennom hvilke faser innovasjonsprosessen vanligvis forløper. Videre vil det gjøres rede for ulike modeller for å styre produktutviklingsprosessen, da dette er med å legge føring for *tid* og *kostnad* som vil medgå og *kvaliteten på produktet* som vil være resultatet av prosessen. Til sist fokuseres det på *læringsorienterte tilnærminger i FFE*, som litteraturen fremhever som kandidat til å kunne fremme hurtig leveranse av nye produkter til markedet.

#### 3.1 Karakteristiske trekk ved produktinnovasjon

*Innovasjon* finnes overalt og handler om *endring*. Tidd & Bessant (2014, s.3) definerer innovasjon på følgende måte: «*the process of creating value from ideas*». For å kunne skape verdi ut av en ide, må det en *styrt prosess* til for å oppnå det - det er ikke kun en hendelse som vil skje.

*Produktinnovasjon* involverer to nøkkelaktiviteter. Den ene aktiviteten er fysisk å lage det nye produktet (noe som er mulig hvis *teknologisk kompetanse* er tilstede). Den andre aktiviteten er å selge produktet til spesifikke kunder (noe som gjøres mulig ved tilstedeværelse av *kunde kompetanse*). Danneels (2002) viser til omfattende litteratur som trekker frem disse to aktivitetene som kjernen i produktinnovasjon og hvorpå nøkkel ressursene som trengs for å oppnå dem klassifiseres som *teknologiske* og *markedsrelaterte*.



**Figur 3.1 Produktinnovasjon som kobling av teknologisk kompetanse og kundekompetanse**

(Danneels, 2002)

Proessen som leder frem til et nytt produkt, refereres gjerne også til som *New Product Development (NPD)* i litteraturen. Marsh & Stock (2003) ser på NDP som en *dynamisk og iterativ* problemløsningsprosess hvor det kreves *komplekse interaksjoner* for å kombinere og utnytte et firma sine *teknologiske og markedsrelaterte kapabiliteter* for å skape nye produkt funksjoner og egenskaper som møter markedsbehov. Videre trekker de inn *prosjektledelse kapabiliteter*, som gjør det mulig for en organisasjon å lede den dynamiske prosessen, slik at en oppnår effektiv integrering av teknologiske og markedsrelaterte oppgaver. Denne integreringen har en betydelig innvirkning på hurtighet og suksess i produktutvikling.

### 3.1.1 Kreativitet, innovativitet og iterasjoner

I følge J. Wang & Lin (2009) består en moderne produktutviklingsprosess vanligvis av hundre eller tusenvis av aktiviteter, hvor aktivitetene kan være avhengig eller uavhengig av hverandre. I motsetning til produksjonsprosesser så er produktutvikling en *kreativ oppdagelsesprosess*, som har til intensjon å skape noe nytt ut fra «prøving og feiling», hvor man lærer av sine feil. Det samme trekker også Browning & Eppinger (2002) frem i sin studie; produktutviklingsprosesser har en underliggende struktur, hvor en viktig karakteristikk er at de beskrives som *kreative, innovative og iterative*. Yang, Lu, Yao & Zhang (2014) definerer iterasjoner som repetisjon av aktiviteter eller omarbeidelse og påpeker at iterasjoner og det å gjøre om igjen aktiviteter er store drivere til at prosjektplanen overskrider og til assosierte risiko. På den annen side vil også iterasjoner i produktutviklingen forbedre produktkvaliteten og tilfredsstillende markedsbehov (J. Wang & Lin, 2009).



### 3.1.2 Kompleksitet, tvetydighet og usikkerhet

På tross av den enorme økonomiske suksessen som kan følge med lansering av et innovativt produkt, så er det likevel firma som ikke tør å innovere på grunn av den store risikoen forbundet med slike prosjekter. De ulike typene risiko og usikkerhet som er involvert i slike prosjekter, utgjør en stor sannsynlighet for å mislykkes (Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht, 2003). En hindring i å oppnå rask, effektiv og høy-kvalitets utvikling er den *kompleksitet* og *usikkerhet* som ingeniører, markedsførere og produsenter møter i utviklingsprosessen (Wheelwright & Clark, 1992). Ved økende nivå av kompleksitet, øker også usikkerheten (Wysocki, 2011).

Ser man på produktutviklingsprosessen mer detaljert så består den av aktiviteter som samspiller ved å forveksle informasjon (Browning & Eppinger, 2002). Dataene som aktiviteter trenger for å kunne utføre arbeidet effektivt må være tilgjengelig på rett plass, til rett tid og på riktig format. *Strukturen* på denne informasjonsflyten har en avgjørende effekt på prosess effektivitet og forutsigbarhet. Produktutvikling kan dermed beskrives som *et komplekst nett av interaksjoner*. Florèn, Frishammar, Parida & Wincent (2017) viser spesielt til kompleksiteten som eksisterer i *startfasen* av innovative prosjekter, som refereres til som «The Fuzzy Front End» (FFE) i NDP. Denne fasen karakteriseres av *kompleks informasjonsprosessering*, *ad-hoc beslutningstaking* og *konfliktfylt organisatorisk press* forårsaket av for eksempel høy grad av kompleksitet og usikkerhet. Disse utfordrende karakteristikene fører ofte til feilbeslutninger, forsinkelser i tid og at produktet feiler.

Selv om *usikkerhet* og *tvetydighet* er relatert til kompleksiteten i utviklingsprosessen, er de ulike konsepter (Yang, Lu, Yao & Zhang, 2014). *Usikkerhet* er en karakteristik av situasjoner hvor sannsynlige fremtidige utfall eller prosess strukturer er identifisert, men hvor relaterte sannsynligheter for at det skal inntreffe er ukjent. *Tvetydighet* er definert som manglende bevissthet fra prosjekt teamet rundt visse tilstander i produktutviklingsprosjektet eller årsakssammenhenger. Tvetydighet relateres til situasjoner hvor problemstrukturen ikke er godt nok definert, noe som kan være et resultat av manglende og for lite detaljert informasjon, samt struktur for å kunne vurdere tilstander. Cooper (2017) mener at det særlig for de innovative prosjektene eksisterer *høyt nivå av tvetydighet og usikkerhet* i starten. NPD prosessen karakteriseres videre av at det skjer en *gradvis reduisering i usikkerhet* gjennom en serie av problemløsningsfaser (Tidd & Bessant, 2014).

### 3.1.3 Læring

Reduksjon av tvetydighet og usikkerhet er avhengig av *læring* og *tilegnelse av kunnskap* (Tang, 1998). Tilegnelse av kunnskap er tett knyttet til de målbevisste aktivitetene som forløper i et innovasjonsprosjekt.

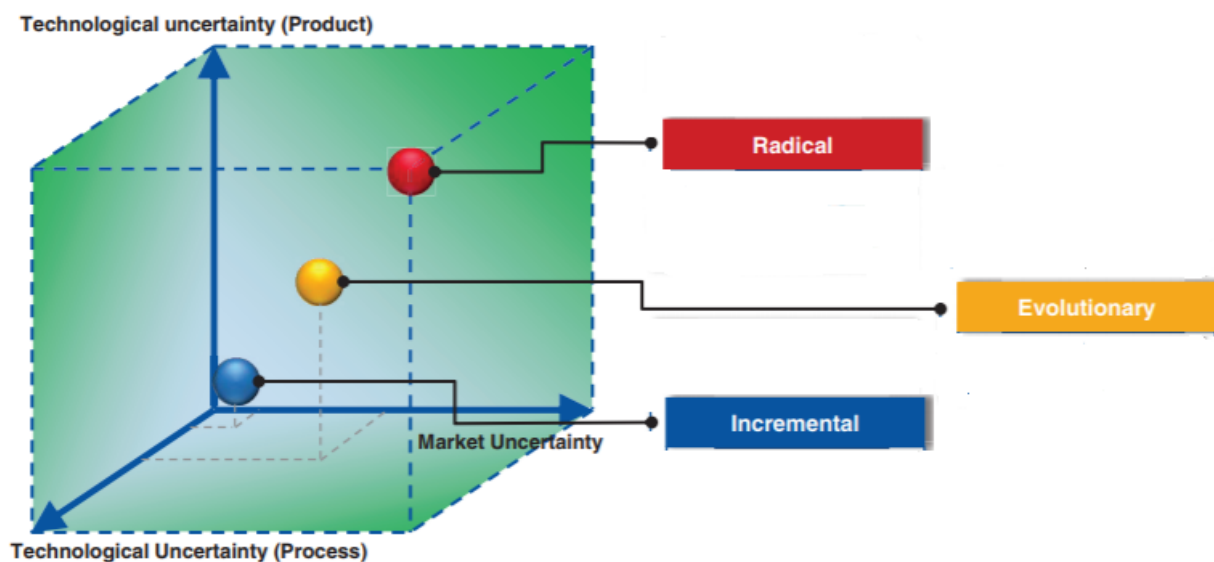
Det er tre hovedmetoder for å sekvensere aktiviteter i en produktutviklingsprosess; *sekvensiell*, *overlappende* og *parallell* (Yang, Lu, Yao & Zhang, 2014). Disse ulike prosess strukturene kan representere ulike nivå av tvetydighet. Yang, Lu, Yao & Zhang (2014) argumenterer med at dersom prosjektleder har tilstrekkelig informasjon, erfaring og problemløsning kapasitet, så vil en ha mulighet til å dekomponere koblede aktiviteter i flere sub-aktiviteter og identifisere detaljerte avhengighetsforhold mellom aktivitetene. På denne måten kan en da implementere høyt nivå av *overlappende/parallele aktiviteter for å akselerere prosjektet*. Høyt nivå av parallelle aktiviteter representerer altså lav grad av tvetydighet. I motsatt fall mener Yang, Lu, Yao & Zhang (2014) at en sekvensiell prosess eller lavt nivå av overlappende aktiviteter impliserer at det eksisterer stor grad av tvetydighet ved at prosjektleder mangler kunnskap om informasjonsflyt i produktutvikling prosjektet og dermed ikke har anledning til å implementere annet enn en sekvensiell prosess. *Kunnskap, erfaring og problemløsning kapasitet* til prosjektledere kan altså være med å avgjøre hva som er fornuftig nivå av samtidig sekvensering av aktiviteter. Videre mener Yang, Lu, Yao & Zhang (2014) at prosjektleder og prosjektteamets *læringskurve* i form av erfaring fra tidligere lignende prosjekter, kan være med å redusere usikkerheten i et prosjekt betydelig og dermed på denne måten være med å redusere prosjektvarigheten.

Som tidligere nevnt viser Danneels (2002) til omfattende litteratur som trekker frem at kjernen i produktinnovasjon er aktivitetene som går på det å fysisk lage produktet (teknisk kompetanse) og selge det til spesifikke kunder (kunde kompetanse). Videre mener hun at utvikling av nye produkter er en organisasjon sitt middel for å *lære om teknologi og kunder* - og i prosessen kan man *utnytte* eksisterende kompetanse eller *utforske* ny kompetanse. Ved utnyttelse av eksisterende kompetanse gjør en nytte av organisasjonens nåværende levedyktighet. I motsatt fall når man utforsker ny kompetanse, søker man ny kompetanse ute hva angår teknologi og marked. I et dynamisk miljø kan eksisterende kompetanse bli foreldet, mens krav om ny kompetanse dukker opp. Utforsking forbedrer dermed organisasjonen sin evne til å tilpasse seg endringer i omgivelsene, på grunn av at man på denne måten øker variansen i organisasjonens aktiviteter. Danneels (2002) sine studier viser at utvikling og markedsføring av nye produkter er aktiviteter som kan ekspandere kompetansebasen til et firma, som igjen legger til rette for nye produkter. Produktinnovasjon leder altså til

*organisatorisk fornyelse over tid*. Denne evnen en organisasjon har til å kunne tilegne ny kunnskap og respondere på endring kalles *dynamiske kapabilitet* (Tidd & Bessant, 2014).

## 3.2 Typer av produktinnovasjon

Produktinnovasjon kan kategoriseres som tre ulike typer. Det være seg *radikale innovasjoner*, *evolusjonære innovasjoner* og *inkrementelle innovasjoner* (Lynn & Akgün, 1998; Gartzen, Brambring & Basse, 2016). Det som avgjøre hvilken kategori en innovasjon plasseres i, er grad av usikkerhet som eksisterer. Da i form av *markedsusikkerhet* og *teknologisk usikkerhet*.



**Figur 3.2 Posisjonering av radikal, evolusjonær og inkrementell innovasjon i henhold til deres nivå av usikkerhet** (Modifisert figur, hentet fra Gartzen, Brambring & Basse, 2016)

Høy grad av markedsusikkerhet eksisterer når det er uklarhet rundt målgruppe og markedspotensial. Kunde krav er ukjente og betalingsvilligheten kan heller ikke enkelt estimeres. Gartzen, Brambring & Basse (2016) kategoriserer videre teknologisk usikkerhet i form av *produkt* og *prosess*. Når det gjelder produktet så eksisterer det gjerne lite informasjon angående tekniske spesifikasjoner og teknisk gjennomførbarhet for radikale innovasjoner. Tekniske utfordringer er ofte vanskelig å forutse, samme også med kostnaden av utviklingen. Når det gjelder prosess, så eksisterer gjerne flere alternative produksjonsprosesser og produksjonskostnadene er gjerne også uklare ved radikale

innovasjonsprosesser. I figuren ovenfor er de ulike typene innovasjon posisjonert ut fra grad av usikkerhet for dimensjonene marked, teknologi (produkt) og teknologi (prosess).

Radikale innovasjoner er den mest ekstreme formen for nye produkter (Lynn & Akgün, 1998). Det eksisterer flere utfordringer for denne type innovasjoner med tanke på at markedet ikke er forstått, samtidig som produktet endrer seg i stadig takt med markedet. Evolusjonære innovasjoner karakteriseres av enten høy grad av markedsusikkerhet og lav teknologisk usikkerhet (evolusjonær markedsinnovasjon) eller høy grad av teknologisk usikkerhet og lav grad av markedsusikkerhet (Evolusjonær teknologi innovasjon). Totalt sett medium grad av usikkerhet, i form av at det er kontroll på den ene dimensjonen, men hvor det er behov for stor grad av læring og evolusjon for å få kontroll på den andre dimensjonen. Den siste type innovasjon er inkrementelle innovasjoner. For denne type innovasjoner eksisterer lav grad av markedsusikkerhet og lav grad av teknologisk usikkerhet. Eksempler er typisk produkt endringer eller forbedringer, produktlinje utvidelser og produkter som er like de som allerede eksisterer på markedet.

Desto høyere grad av usikkerhet, desto vanskeligere er det å styre produktutviklingsprosessen. Radikale innovasjonsprosesser er vanskeligere å styre sammenlignet med evolusjonære og inkrementelle innovasjoner (Gartzen, Brambring & Basse, 2016). I neste kapittel vil det gjøres nærmere rede for ulike modeller for å styre utviklingsprosessen.

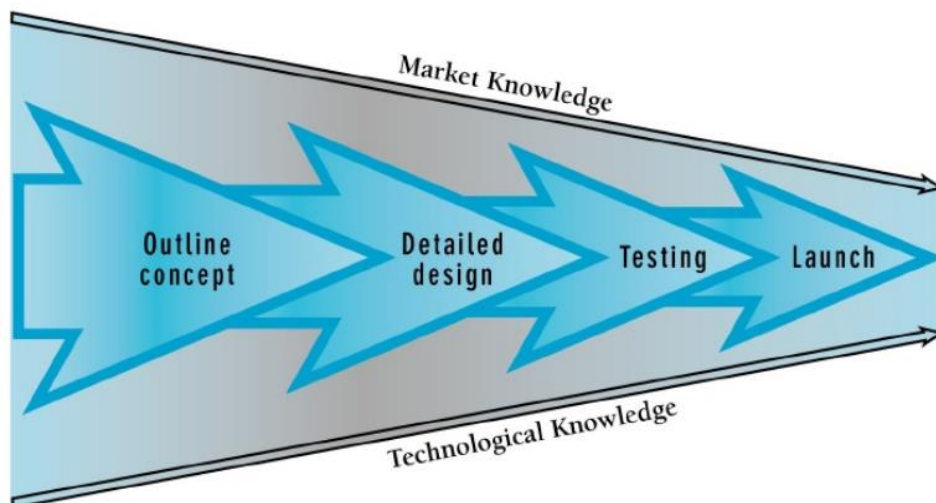
### 3.3 Produktutviklingsprosessen

For at en organisasjon skal klare å skape innovative produkter med fremragende ytelse og pålitelighet, hurtig levert til markedet, så er en organisasjonens sammenhengende utviklingsstrategi avgjørende (Cooper, 2017; Wheelwright & Clark, 1992).

#### 3.3.1 Prosjektfaser

En produktutviklingsprosess vil bestå av en sekvens med steg/aktiviteter hvor nye/inkrementelle, produkter blir *unnfanget, undersøkt, tatt gjennom designprosessen, produsert, markedsført og supportert*. Hele denne prosessen som starter fra markedsundersøkelser til leveranse er betegnet som *produktutviklingsprosessen* (Tyagi, Cloudhary, Cai & Yang, 2015). I sin ytterste form kan denne prosessen være helt ustrukturert og basert på ad-hoc beslutninger. Erfaring og forskning viser imidlertid at en eller annen form for strukturert utviklingssystem, med klare beslutningspunkter og

aksepterte regler for hva en skal basere go/no-go beslutninger på, er en mer effektiv tilnærming. Gemünden (2015) presiserer imidlertid at en *over-formalisering* av prosessen kan medføre at man går glipp av muligheter og reduserer entreprenørskap aktiviteter og initiativer til radikale innovasjoner. Fokus på interne mekanismer for å integrere og optimalisere denne prosessen er svært kritisk (Tidd & Bessant, 2014). Figuren nedenfor, «*Development funnel*», illustrerer hvordan markedsusikkerhet og teknologisk usikkerhet reduseres ettersom prosessen skrider frem:



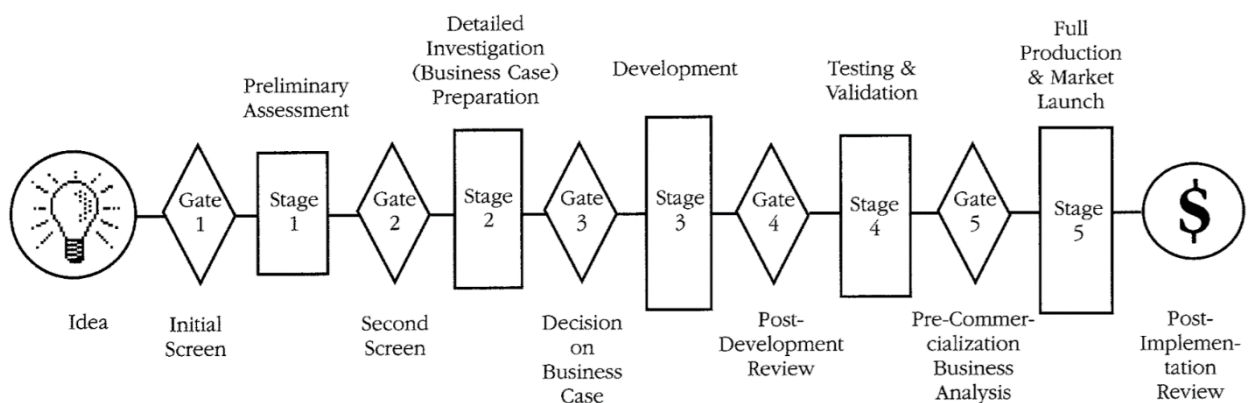
**Figur 3.3 «Development funnel» modell for ny produktutvikling** (Tidd & Bessant, 2014)

### 3.3.2 Effektiv produktutviklingsprosess

Et produkt sin effektivitet blir gjerne målt ut fra tre kriterier: *kvalitet, kostnad* og *ledetid*. Forenklet kan en da gjerne påstå at forutsetningene for å kunne opprettholde suksess i et tøft konkurranseutsatt marked er høyere produktkvalitet, redusert kostnad og redusert ledetid (Tyagi, Cloudhary, Cai & Yang, 2015). *En effektiv produktutviklingsprosess er rett og slett en tilrettelegger for bedre produkter med forbedret kvalitet, rimeligere kost og kortere utviklingstid.* Gitt kompleksiteten og usikkerheten som karakteriserer produktinnovasjon, vil det eksistere mange hindringer for å kunne oppnå en produktutviklingsprosess som er under kontroll og godt styrt (Tyagi, Cloudhary, Cai & Yang, 2015).

### 3.3.3 Formell og faseorientert prosess

Det har vært utført omfattende akademiske studier rundt hva som er med å påvirke et nytt produkt sin utviklingssuksess siste 30 år. Tidlige studier som ble gjennomført ledet til utforming av en *stage-gate modell* for å styre utviklingen (MacCormack & Verganti, 2003). En plan-basert modell hvor prosessene er delt inn i et antall separate faser (stages), som hver for seg blir gjennomført sekvensielt. Milepælene kalles «gates» som markerer overgangen til en ny fase, hvor en status på fremdrift finner sted og en «go/no-go» beslutning blir tatt med hensyn til å fortsette prosjektet (Cooper, 1990). Hensikten ved hver gate er å samle informasjon for å *reducere prosjekt usikkerheter*. Det legges opp til en stegvis prosess, hvor man lærer mer ved gjennomføring av hver fase og dess mer du lærer, dess mer tørr man investere. På denne måten kan man redusere usikkerheter underveis og sikre at risiko blir effektivt håndtert.



**Figur 3.4 Stage-Gate system** (Cooper, 1990)

En ulempe med slike stage gate-modeller er at de har noen fundamentale begrensninger når det kommer til å korte ned utviklingssyklusen. De utelukker nemlig muligheten til å *overlappe aktiviteter*, som er en av de mest effektive måtene å redusere utviklingstiden på, da de ved en gate krever at alle aktiviteter skal være avsluttet før neste fase kan starte (Smith & Reinertsen, 1992). Selv om en evolusjon av denne modellen foreslår mer uklare gates mellom fasene og på denne måten kan tillate samtidighet av aktiviteter, så er basis prinsippet det samme; fryse designet så tidlig som mulig i utviklingsfasen for å unngå endringer i designet etter dette punktet (MacCormack & Verganti, 2003).

Når en står ovenfor en *inkrementell innovasjon*, som er basert på eksisterende markedskunnskap og god teknologisk kunnskap, er det passende å bruke en tilnærming som systematiserer innovasjonsprosessen (Gartzen, Brambring & Basse, 2016). Ved å systematisere og standardisere, kan man redusere utviklingstiden og utviklingskostnader ved å for eksempel kjøre *fasene i parallell*.

Den tradisjonelle stage-gate modellen har vist seg å fungere bra i en kontekst som preges av stabile omgivelser og basert på slike studier er det blitt oppfordret til at stage-gate er «en beste praksis» for organisering av aktiviteter i produktutvikling (MacCormack & Verganti, 2003). En slik «one-size-fits-all» løsning er noe kontekst teoriene kritiserer, da denne forskningen viser at *konteksten* som et prosjekt opererer i har betydning for hva som er en effektiv prosess.

### 3.3.4 Fleksibel og iterativ prosess

Ifølge MacCormack & Verganti (2003) har nyere studier av effektivitet i utviklingsprosesser i *usikre og dynamiske miljøer* demonstrert at en effektiv prosess ser ganske annerledes ut enn en tradisjonell stage-gate modell. I stedet for en sekvensiell prosess som vektlegger planlegging og gjennomføring, viser det seg at suksessrike firmaer har en tendens til å bruke mer *iterative prosesser, som vektlegger læring og tilpasning*. MacCormack & Verganti (2003) kaller disse problemløsningsstrategiene for *fleksible prosesser*, hvor fleksibilitet refererer til evnen å generere og respondere på ny informasjon for en lengre periode av utviklingssyklusen.

#### 3.3.4.1 AGILE

I agile (smidige) metoder, som inntil nylig primært har vært brukt i innen IT utvikling, er et viktig element å akseptere at *endringer skjer* i løpet av en utviklingsprosess. Agile metoder ble innført for å møte utfordringer som tradisjonelle plan-baserte metoder møtte på i *hektiske og stadig endrede omgivelser*. Omfattende planlegging og «spikring» av design og funksjoner i starten av prosjektet, viste seg 12 - 18 måneder senere ved prosjektets slutt, ikke å være gyldig lenger. I tillegg ville en kontraktfestet detaljert spesifisering, blant annet kreve formell endringshåndtering og re-planlegging i løpet av utviklingsperioden, noe som igjen ville medføre ineffektivitet og sakke ned farten på utviklingsprosessen (Cooper & Sommer, 2016). Som svar på disse utfordringene la agile metoder opp til *tilpasningsdyktig planlegging, kontinuerlige leveranser, tidsbestemte iterative sykluser og fleksibel respons* på endring. Grunntankene i agile metoder defineres av det Agile Manifesto (Cooper, 2017, s.186):

*Individuals and interactions over processes and tools*  
*Working software over comprehensive documentation*  
*Customer collaboration over contract negotiation*  
*Responding to change instead of following a plan*

#### 3.3.4.2 SCRUM

En av de mest populære agile metodene, *Scrum*, legger opp til å bryte utviklingsfasen til prosjektet opp i en serie av korte tidsbestemte iterasjoner eller sprinter (typisk 2 - 4 uker), hvor målet ved hver sprint er å levere et «potentially shippable product increment». Et kryss-funksjonelt dedikert team er i fokus, som helst skal sitte i samme rom og møtes hver morgen til en daglig stand-up for å diskutere utfordringer og hva de har som mål å oppnå den dagen. Det gjennomføres en sprint-planlegging sesjon i forkant av hver sprint, hvor teamet avgjør hva som er realistisk å kunne oppnå de neste ukene, basert på en prioritering fra kunden. Interessenter er involvert i prosjektet hele veien, ved at den får presentert produktet underveis og kan gi løpende tilbakemeldinger. Produktendringer introduseres underveis og tas med i prioriteringen til neste sprint (Cooper & Sommer, 2016). På denne måten hevdes det at Scrum rammeverket hjelper til med å bidra til en rask og responsiv prosess, som kan *korte ned utviklingstiden og sørge for at produktet har kunde verdi ved release*.

#### 3.3.5 Agile-Stage-Gate Hybrid

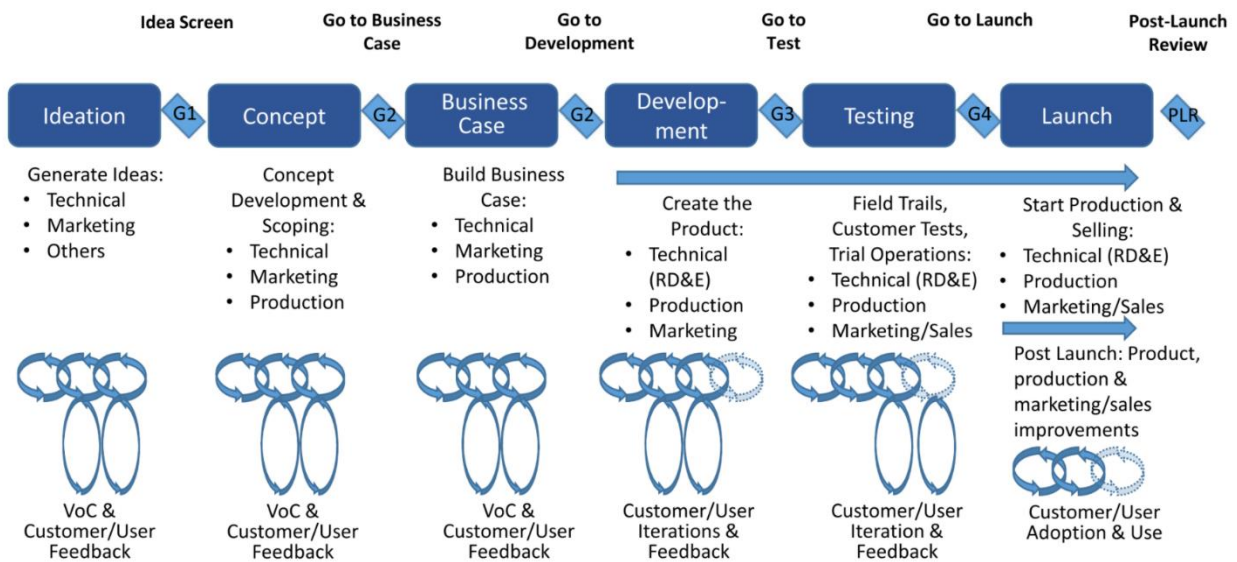
Siden introduksjon av Stage-Gate modellen for 30 år siden er det nå i den nyere tid blitt lansert en justert stage-gate modell som integrerer *agile metoder* som del av konseptet og denne refereres til som en integrert *Agile-Stage-Gate Hybrid* modell (Cooper & Sommer, 2016).

##### 3.3.5.1 EN INTEGRERT MODELL

Som gjort rede for i tidligere avsnitt, er Stage-Gate modellen et omfattende ide-til-lansering system som tar hånd om makro-planleggingen i et prosjekt. *Agile* representerer mikro-planleggingen, dag til dag arbeidskontroll og fremdriftsrapportering (Cooper & Sommer, 2016). Dette er årsaken til at studier har kommet frem til at disse to systemene kompletterer hverandre, i form av at *agile* tilbyr effektivitet og fokus, samtidig som *Stage-Gate* sørger for en struktur som bidrar til koordinering utenfor teamet og overordnet planlegging (Cooper, 2017). Cooper & Sommer (2016) påpeker at det til nå eksisterer begrensede empiriske bevis, men tidlige studier viser at denne integrerte hybride



modellen gir positive resultater i form av *raskere, mer produktiv og mer responsiv produktutvikling* - også ved bruk innen *fysisk* produktutvikling og ikke bare innenfor *software*.



**Figur 3.5 Den integrerte Agile-Stage-Gate Hybrid modellen (Cooper & Sommer, 2016)**

### 3.3.5.2 AGILE-STAGE-GATE VS. STAGE-GATE

Det er nyttig å til sist å få et innblikk i hva som fremstår som hovedforskjellen mellom Agile-Stage-Gate hybridmodellen og den tradisjonelle Stage-Gate modellen. Cooper (2017) gjengir kritikken som har eksistert rundt Stage-Gate og lister da opp at modellen anses for å være for *lineær, rigid* og for *planlagt* til å kunne håndtere dagens hektiske og dynamiske omgivelser. Stage-Gate modellen har ikke vært tilpassningsdyktig nok, oppfordrer ikke til eksperimentering og systemet er for kontrollerende, byråkratisk og med innslag av for mye arbeid som ikke tilfører verdi (papirarbeid, sjekklister etc.). Cooper (2017) argumenterer videre for at noe av denne kritikken bunner i feil implementering av Stage-gate, men viser samtidig til at noen svakheter ved den tradisjonelle modellen er korrigert i senere evolusjoner av Stage-Gate.

Ifølge Cooper (2008) preges neste generasjons Stage-Gate modell av å være mer *fleksibel, tilpassningsdyktig* og *skalerbar*. Det legges opp til å håndtere ulike prosjekttyper og størrelser, samtidig som en oppnår fleksibilitet og tilpassningsdyktighet via *spiral utvikling og samtidig eksekvering av aktiviteter*. Kontinuerlig forbedring er bygd inn i Stage-Gate modellen ved gjennomføring av obligatorisk post-review etter prosjektets slutt. Til sist legger også modellen til rette for inkludering av åpen innovasjon, hvor man utnytter interne og eksterne kompetanseressurser

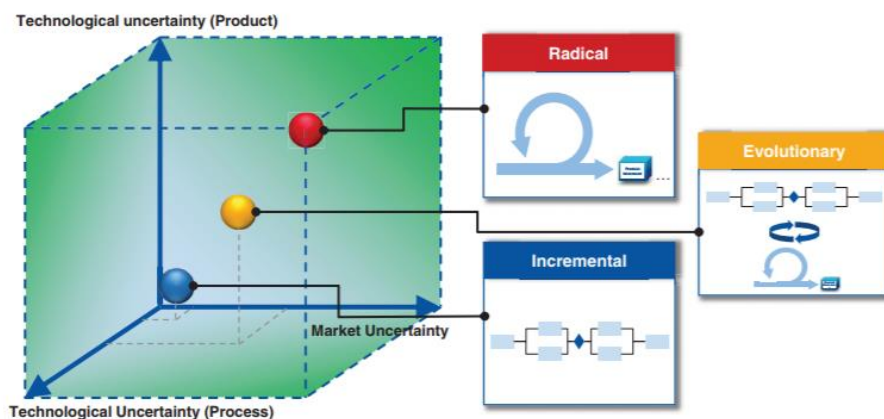
for å tilegne seg kunnskap fra omgivelsene og utnytte denne til intern forbedring i alle faser av en utviklingsprosess.

Cooper (2017) trekker frem at hovedforskjellen mellom Agile-Stage-Gate og tradisjonelle gate systemer er erkjennelsen av realiteten som mange prosjekter, særlig de innovative, opererer i: det eksisterer *høyt nivå av tvetydighet og usikkerhet* i starten, slik at det ofte er umulig å vite alt i forkant. Derfor håndteres usikkerheten rundt produktleveransen i form av å akseptere og supportere produkt- og prosjektinnhold endringer, så lenge disse endringene ikke endrer overordnet prosjekt plan, budsjett og prosjektets finansielle attraktivitet. Dersom slike avvik inntreffer, vil prosjektet flagges for re-evaluering med mulighet for determinering.

### 3.3.6 Produktutviklingsprosess som funksjon av usikkerhet

Ifølge MacCormack & Verganti (2003) er det en økende interesse i litteraturen rundt begrepet *kontekst tilnærming* til prosess design i produktutvikling. Denne interessen stammer fra realiseringen rundt at ulike typer prosjekter, gjennomført i ulike miljø, mest sannsynlig vil kreve ulike prosessdesign for å lykkes. Med andre ord så mener MacCormack & Verganti (2003) å kunne bevise at en kontekst tilnærming impliserer at effektiviteten av ulike produktutviklingsprosesser påvirkes av hvilken kontekst praksisene opererer i.

Gartzen, Brambring & Basse (2016) foreslår at produktutviklingsprosessen bør justeres i henhold til det spesifikke nivå av usikkerhet som preger konteksten. I figuren nedenfor visualiserer Gartzen, Brambring & Basse (2016) spesifikke typer produktutviklingsprosesser for spesifikke typer innovasjoner (radikale, evolusjonære og inkrementelle).



**Figur 3.6 Visualisering av foreslått utviklingsprosess for de tre typene av innovasjon**  
(Gartzen, Brambring & Basse, 2016)

Ved *radikale innovasjoner* anbefales en læringsorientert tilnærming, hvor høyt nivå av *fleksibilitet*, i stedet for tradisjonelle hierarkiske strukturer for daglig styring av prosjektet, er nødvendig for å kunne gi utviklingsteamene frihet til kreativitet. Det å være åpen for nye ideer, i tillegg til å jobbe *målorientert* i stedet for *faseorientert* er en forutsetning for suksess ved slike innovasjoner mener Gartzen, Brambring & Basse (2016). Når det gjelder *evolusjonære innovasjoner* foreslår Gartzen, Brambring & Basse (2016) en *miks av faseorienterte og agile prosesser*, som i denne oppgaven kan sidestilles med en Agile-Stage-Gate Hybrid modell som beskrevet ovenfor. For *inkrementelle innovasjoner*, som baseres på eksisterende markedskunnskap og eksisterende teknologisk kunnskap, er det passende å benytte tilnærminger som systematiserer innovasjonsprosessen. Eksempel på en slik utviklingsprosess er den tradisjonelle Stage-Gate modellen, som *strukturerer innovasjonsprosessen inn i separate faser*. For å redusere utviklingstid i slike tilfeller kan man i større grad kjøre parallelle aktiviteter og faser, da man har bedre oversikt på hva som skal gjøres og større anledning til å forutse hva som bør gjøres når.

Overordnet sett ut fra forskningen til MacCormack & Verganti (2003) vil det være en fallgrube å tenke «beste praksis» for utviklingsprosesser. En må ta hensyn til konteksten prosjektene opererer i. Det betyr at ulike prosjekter innenfor samme bedrift bør gjennomføres etter ulike typer prosessdesign for å være mest effektive. I tillegg må en være observant på at det å være fleksibel ikke nødvendigvis vil sammenfatte med det å kunne gjøre endringer sent i utviklingsprosessen. *En bør bygge inn fleksibilitet i tidlig design fase og sørge for å få teknologisk input og markeds input, dersom usikkerheten er stor*. Dersom endringer gjøres sent i utviklingsprosessen vil dette gi en lavere effektivitet. For å avgjøre hvilket prosessdesign som er mest effektivt er anbefalingen fra MacCormack & Verganti (2003) at en som første fase i prosjektet bør sette av tid til å *evaluere nivå og kilder til usikkerhet* for det spesifikke prosjektet og deretter designe den mest passende prosessen for gjennomføring.

### 3.3.7 Kreativitet og formalisering

I følge Tidd & Bessant (2014) er nøkkel til innovasjon mennesket. Spørsmålet de stiller er hvordan man kan legge til rette for at menneskene kan få realisert sin *kreativitet* og *delt sin kunnskap* for å kunne skape endring? Svaret på dette mener de ligger i å finne den *mest hensiktsmessige organisasjonsstruktur, gitt organisasjonens driftsmessige forutsetninger*. Det er nødvendigvis ikke slik at innovasjon fungerer best i organiske, løse, uformelle miljø. Slike «kaos-tilstander» kan i visse tilfeller virke mot sin hensikt når det gjelder suksessrik innovasjon. På den annen side kan kvelende byråkrati og verdiløse strukturer også være årsaker til at *ideer stoppes fra å realiseres*. I

følge Tidd & Bessant (2014) erkjenner suksessrike organisasjoner at for lite struktur kan være like ødeleggende som for mye, og de benytter derfor en serie strukturer, verktøy og teknikker for å hjelpe dem i å oppnå denne balansen mellom system (som har en tendens til å bringe rigiditet) og ad-hoc prosesser (som gjør det mulig å gripe muligheter underveis).

Et annet element med tanke på innovasjon og prosjekt organisering er rollen til en *product champion*. Kim & Wilemon (2002) definerer en *product champion* som en person som har «drive», aggressivitet, politisk sans, teknisk kompetanse og kunnskap om markedet. Flere forskere foreslår at en suksessfull radikal innovasjon er et produkt av *sammenstillingen av unik teknologi og visjonen til en sterk product champion* (Holahan, Sullivan & Markham, 2014). Ifølge Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht (2003) er R&D team som er støttet av en individuell som fremstår som en innvasjonsdedikert intern entreprenør tydeligvis mer suksessrike, enn team som mangler denne støtten. Gitt den lengre utviklingstiden, større ressursbruken og høyere nivået av usikkerhet som eksisterer for radikale innovasjoner, så kan rollen til en *product champion* fremstå mer kritisk for radikale enn inkrementelle innovasjoner ifølge Holahan, Sullivan & Markham (2014)

Empiriske studier viser videre at suksessrike innovative firma opprettholder en løs og uformell struktur i initieringsfasen av utviklingsprosessen og utvikler deretter mer formelle strukturer ettersom produktet blir bedre definert (Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht, 2003). Grad av formalisering er altså en balansegang; så vel for mye, som for lite formalisering ser ut til å kunne skade sjansen for suksess. For mye formalisering kan lede til rigiditet som demper kreativiteten, særlig når det gjelder radikale innovasjoner. I tillegg kan formelt organiserte strukturer hindre en *product champion* i å oppstå (Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht, 2003)

Nyere studier har vist at lav grad av formalisering i starten av en innovasjonsprosess kan være en mulig vei til suksess i denne fasen (Florèn, Frishammar, Parida & Wincent, 2017). *I stedet for et fokus på pre-definerte steg og faser, bør teamet fokusere på intens kommunikasjon og informasjonsdeling med det mål å kunne ta kritiske beslutninger så tidlig som mulig*. Strukturerte faser flyter dermed over i hverandre (Zhang & Doll, 2001).

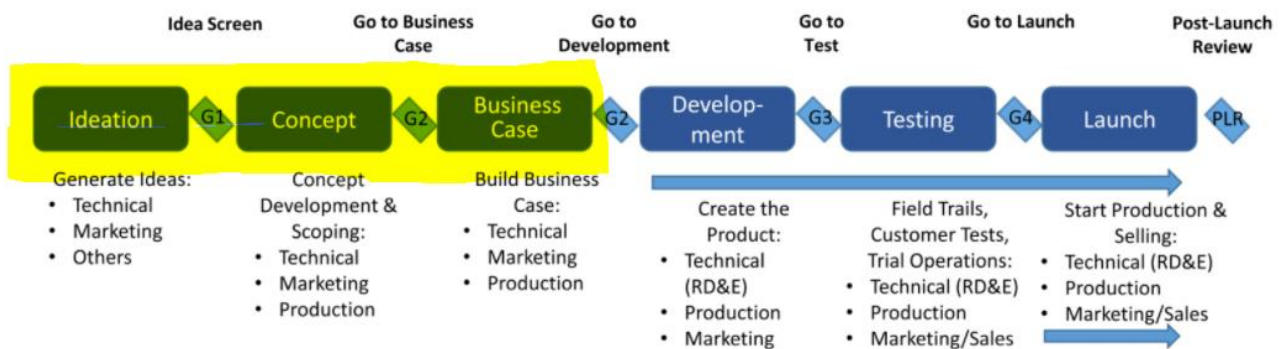
### 3.4 Læringsorienterte tilnærminger i Fuzzy Front End

Hittil i teoridelen er det blitt belyst at kilden til å kunne optimalisere og effektivisere innovasjonsprosessen ligger i det å kunne redusere teknologi- og markedsusikkerhet ved utvikling av et nytt produkt. Grad av usikkerhet man står overfor er med å avgjøre hvilken

produktutviklingsprosess som fremstår som mest effektiv. I tillegg er det klart at innovasjonsprosjekter, særlig de *radikale* og *evolusjonære*, er beheftet med størst tvetydighet og usikkerhet i startfasen av prosjektene. Det er flere forskere som mener at man i denne fasen har potensiale til å ta ut gevinster i form av å kunne redusere utviklingssyklusen, da det kreves liten investering for å optimalisere, mens effekten for hele prosessen blir stor (Smith & Reinertsen, 1992; Kim & Wilemon, 2002; Backman, Börjesson & Setterberg, 2007; Markham, 2013). I dette avsnittet vil startfasen, «The Fuzzy Front End» (FFE), av innovasjonsprosessen belyses, samt hvilke læringsorienterte tilnærminger litteraturen fremhever som kan være med å effektivisere produktutviklingsprosessen.

### 3.4.1 Fuzzy Front End

Florèn, Frishammar, Parida & Wincent (2017) viser til at produktutviklingsprosjekter har en tendens til å feile, enten i siste fase av utviklingsprosessen eller senere i kommersialiseringsfasen. Likevel, så mener de den underliggende årsaken til at man feiler ofte kan spores helt tilbake til startfasen av prosjektet, som refereres til som «*front end*» i NPD. Denne fasen er definert som perioden fra det gjennomføres initielle vurderinger av produktideen til det foreligger en beslutning om å starte eller stoppe utvikling av produktet (markert med gult i Figur 3.7 nedenfor).



**Figur 3.7 The Fuzzy Front End** (markert med gult)  
(modifisert figur, hentet fra Cooper & Sommer (2016))

#### 3.4.1.1 UTFORDRING

I løpet av startfasen i innovasjonsprosjekter, så er «fuzziness» på sitt maksimum og dette er linket til *kundepreferanser, konkurrent aksjoner og reaksjoner, teknologiske løsninger og ledelsens støtte*

for nye ideer (Stevens, 2014). Front end «fuzziness» kan defineres som *usikker informasjon* knyttet til *kunde, teknologi og konkurranse* (Zhang & Doll, 2001). Som tidligere nevnt viser Florèn, Frishammar, Parida & Wincent (2017) til at denne fasen karakteriseres av *kompleks informasjonsprosessering, ad-hoc beslutningstaking, konfliktfylt organisatorisk press* forårsaket av for eksempel høy grad av kompleksitet og usikkerhet. Disse utfordrende karakteristikkene kan føre til feilbeslutninger, forsinkelser i tid og at produktet feiler. Videre trekker Kim & Wilemon (2002) frem at det som karakteriserer FFE fasen er at den er *dynamisk*, ofte *ustrukturert* og har tradisjonelt vært preget av *lav grad av formalisering*, noe som gjør denne fasen spesielt vanskelig å studere. Kim & Wilemon (2002) viser videre til at det er gjort funn på at hurtighet i utviklings-syklusen kan spores tilbake til FFE fasen. Zhang & Doll (2001) lister opp følgende generelle problemområder som kan spores til tidlig fase av et prosjekt:

- 1) Uklar produktstrategi og prosjektprioritering
- 2) Kontinuerlige endrede kundekrav og uløste tekniske usikkerheter
- 3) Uklar «trade off» mellom prosjektenes mål og tildeling av ressurser til prosjekter
- 4) Uklart grensesnitt mellom ulike subsystemer og team medlemmers mangel på retning

#### 3.4.1.2 MÅLSETNING

Gitt utfordringen beskrevet ovenfor, er det vanskelig å ta rasjonelle beslutninger, fordi konsekvensene av valgene som gjøres er umulige å forutse (Stevens, 2014). Ut fra dette perspektivet handler utviklingsprosessen om å redusere usikkerhet, fra maksimum nivå av usikkerhet i starten av utviklingen til et minimum på slutten etter lansering. En overordnet målsetning for FFE fasen er derfor å redusere usikkerheten så pass mye, at selve utviklingen kan ha et *godt utgangspunkt* for å kunne gjennomføres effektivt.

#### 3.4.1.3 KLAR PRODUKTDEFINISJON

Konkret vil dette i praksis bety å få en felles forståelse av prosjekt kravene og gjennomføre forarbeid som leder til en *klar produktdefinisjon* (Kim & Wilemon, 2002). Utviklingsaktivitetene settes i gang med utgangspunkt i produktdefinisjonen, og det er derfor svært viktig at det som blir resultatet av FFE er grunnlag godt nok til å gi gode retningslinjer for utviklingsfasen. I tillegg er det også viktig at den *riktige ideen/muligheten velges* og at denne utvelgelsesprosessen er rask og effektiv med tanke på tidsdimensjonen. Den tredje dimensjonen som Kim & Wilemon (2002) fremhever er den menneskelige dimensjonen, som går på at en i denne fasen skal bygge gode *relasjoner på tvers av organisasjonen og eksternt*, som vil medføre effektivitet både i FFE fasen og

videre utover i prosjektet. Disse leveransene fra FFE fasen kan videre påvirke *fokus, utviklingstiden* og *relasjoner* i den etterfølgende utviklingsfasen.

Det å komme frem til en *felles forståelse* og *klar produktdefinisjon*, vil kreve en samarbeidsprosess, hvor deling av informasjon og kommunikasjon er viktig. Dette vil konkret involvere aktiviteter som ifølge Zhang & Doll (2001) er:

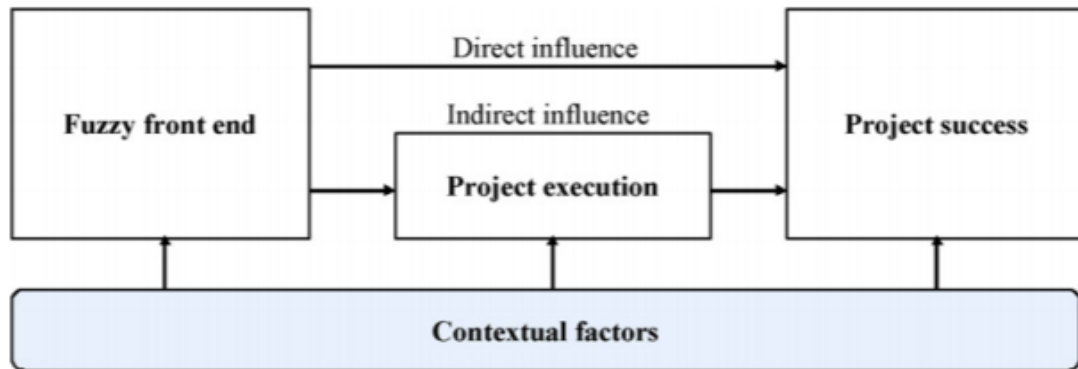
- ❖ Identifisering av kundekrav
- ❖ Identifisering av markedssegmenter
- ❖ Identifisering av konkurransesituasjon
- ❖ Teknologiske vurderinger av nåværende kapabiliteter og krav
- ❖ Oppnå samsvar med eksisterende forretning og teknologi-planer
- ❖ Identifisering av kjerne produktkrav
- ❖ Testing av konseptet
- ❖ Spesifisering av ressurser som er påkrevd for å gjennomføre prosjektet
- ❖ Identifisering av risiko, utfordringer og muligheter

Prosessene som er involvert for å adressere *usikkerhet, tvetydighet* og *kompleksitet*, er *tilegnelse av informasjon, kunnskapsformidling, felles forståelse og tolkning*, samt *utvikling av organisasjons minne* (Stevens, 2014). Spørsmålet er da videre hvilke læringsorienterte tilnærminger man kan benytte for å tilrettelegge for at dette skjer så tidlig som mulig i innovasjonsprosessen? Det å oppnå en *robust produktdefinisjon* vil kreve *informasjon* og *kommunikasjon* både *internt* og *eksternt*.

### 3.4.2 Kryssfunksjonelt samarbeid

Initiell planlegging i startfasen av et prosjekt bør samle sammen team medlemmer med forskjellig bakgrunn for å dele informasjon og forståelse rundt ulike synspunkt. De ulike funksjonene har ulik kunnskap om områdene som må belyses. Markedsfolk har til eksempel mye informasjon om kunder og konkurransesituasjonen. Ingeniørene har kunnskap om produkter og teknologi, mens produksjon kjenner produksjon kapabilitetene og leverandørene. Slik delt informasjon vil hjelpe teamet i å redusere usikkerhet angående marked og teknologi og dette vil bidra til at det blir enklere for prosjektteamet å komme opp med et klart og realistisk mål, samt riktig strategisk posisjonering (Zhang & Doll, 2001). I tillegg vil et mer fullstendig bilde av prosessen være med å bidra til at en på et tidligere stadium kan klare å forutse potensielle produksjonsutfordringer eller uoverensstemmelser i forhold til markedet, og dermed få gjort justeringer når problemene fortsatt er

av mindre karakter og enklere å fikse (Brown & Eisenhardt, 1995). En slik tidlig integrering av funksjonene, hvor en bringer konfliktene til overflaten og får etablert felles visjon og målsetning, vil videre i utviklingsfasen føre til forbedret kommunikasjon og færre konflikter på tvers av funksjoner. Dette vil igjen ha en indirekte positiv effekt på prosjektsuksess (Verworn, 2009).



**Figur 3.8 Fuzzy Front End sin direkte og indirekte virkning på prosjekt suksess**  
(Verworn, 2009)

Samtidig er det også viktig å være klar over at det å bruke kryssfunksjonelle team til å gjennomgå og undersøke hver ide tidlig i fasen, kan være ekstremt *kostbart* med tanke på tiden som går med. Det er kostnader assosiert med integrasjon, for eksempel gjennom økt frekvens av møter for å fasilitere informasjonsflyt og felles beslutningstaking. For mye integrasjon kan også lede til for lange beslutningsprosesser (Brettel, Heinemann, Engelen & Neubauer, 2011). Dette må vurderes opp mot fordelene et slikt tidlig kryssfunksjonelt samarbeid vil gi (Kim & Wilemon, 2002):

- ❖ Legger til rette for felles forståelse
- ❖ Bidrar til kommunikasjon
- ❖ Bygger relasjoner
- ❖ Forbedrer ide- og teknologioverføring mellom funksjonelle grupper
- ❖ Minimerer motstand
- ❖ Fjerner tvetydighet gjennom tidlig forståelse av andre funksjoners kapabiliteter og begrensninger



### 3.4.2.1 KONTEKSTAVHENGIGHET

Kryssfunksjonelle team har vist seg effektive både ved inkrementelle og radikale innovasjoner, men studiet til Tidd & Bodley (2002) viste at ved tilfellene hvor *grad av nyhet knyttet til produktet var stor*, så gav bruk av kryssfunksjonelle team en signifikant økning i effektivitet. Brettel, Heinemann, Engelen & Neubauer (2011) mener derimot at kryssfunksjonell integrasjon er et svært komplekst fenomen som ikke tillater generelle konklusjoner i forhold til påvirkning på effektivitet og har identifisert fire parametere som må hensyn tas når fordelene med kryssfunksjonell integrasjon skal vurderes:

- a) effektivitetsparameterne sin prioritet
- b) grad av innovasjon
- c) prosjektfase
- d) funksjonene som er involvert

Det er altså viktig å forstå alle disse kontekst faktorene før en vurderer om kryssfunksjonelt samarbeid er med å påvirke effektiviteten i positiv retning.

### 3.4.3 Involvering av kunder

Gjennom å ha en ofte og tett kommunikasjon med kunder, så vil prosjektmedlemmene få innsyn i differensierte syn utover prosjektteamets egne. Kundeinvolvering i FFE hjelper prosjekt teamet å få en klarere forståelse av både nåværende og fremtidige kundebehov, sannsynlige markedsstørrelser og vekst (Kim & Wilemon, 2002). Informasjon fra fokusgruppe intervjuer, direkte kontakt med kunder og «lead users», kan hjelpe organisasjonen med å velge riktige produkt ideer og korte ned FFE fasen. I tillegg vil også kjennskap til kundens behov på et tidlig stadium føre til et bedre produkt design som samsvarer med det kunden vil ha og dermed større sjanse for å suksess i markedet (Brown & Eisenhardt, 1995). Trass i at deltagelse er viktig, er det uklart når kunder/leverandører er tilstrekkelig involvert i utviklingsprosessen. Dette gjør det vanskelig å måle denne effekten, mener Brown & Eisenhardt (1995). Selv om det er flere studier som kan dokumentere at kundeinvolvering vil fremme et produkts levedyktighet, så er det også de som advarer mot at for sterk kundeinvolvering kan dra innovasjonsprosessen i retning av imitasjon og undergrave innovatørens kreativitet. Dette fordi kundepreferanser er sterkt formet av produkter de allerede er kjent med. Det er derfor avgjørende at et firma finner balansen mellom *technology-push* og *need-pull* faktorer (Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht, 2003).

### 3.4.3.1 KONTEKSTAVHENGIGHET

Chang & Taylor (2016) finner bevis for at kundeinvolvering *i en tidlig konsept- og idefase* fører til raskere «time to market», som igjen vil øke det nye produktets økonomiske suksess. Imidlertid så finner de også at kundeinvolvering *i selve utviklingsfasen* forsinker prosessen og fører til at «time to market» øker, noe som igjen forverrer produktets økonomiske suksess. De har i tillegg også funnet at andre betingelser er med å avgjøre hvor stor effekt kundeinvolvering har. Effekten av kundeinvolvering er *kontekstavhengige* og Chang & Taylor (2016) har funnet at kundeinvolvering har størst effekt i teknologisk turbulente NDP prosjekter, i fremvoksende land og i lav-teknologi industrier. Et oppsiktsvekkende funn, som er motsatt av tidligere litteratur på dette området, er at kundeinvolvering har lavere effekt i høyteknologiske industrier. Argumentasjonen bak dette er at kunnskapen i disse miljøene er mer kompleks og dermed blir det vanskeligere å forstå og integrere denne kunnskapen. Nyttene av kundeinvolvering har dermed lavere effekt enn i lav-teknologi industrier, hvor kunnskapen lettere kan utnyttes og integreres. Menguc, Auh & Yannopoulos (2014) undersøkte også høyteknologi bedrifter og fant at involvering av kunder i design ved *radikale* innovasjoner hemmet NPD effektivitet og anbefalingen var derfor å begrense involveringen til de kunder eller «lead users» som i tilfelle var kapable til å utforske behov som enda ikke var identifisert og kjent blant mengden. Derimot ved *inkrementelle* innovasjoner var kundeinvolvering i designfasen fordelaktig og bidro til økt NPD effektivitet. En annen kontekst faktor som betyr noe for NPD effekten er i hvilken grad kunden er involvert. Kunden kan enten kun være en *kilde til informasjon* eller involveres som en *medutvikler* (Anna Shaojie Cui & Wu, 2017). Forskningsresultater indikerer at å bruke kunden som *kilde til informasjon* er *fordelaktig ved eksperimentering* i NPD og at en får større utbytte av å involvere kunden som *medutvikler* ved *lavere grad av eksperimentering*. Det er altså en anbefaling å ta hensyn til læringsstrategiene en benytter når en skal avgjøre i hvilken grad kunden skal involveres (Anna Shaojie Cui & Wu, 2017).

### 3.4.4 Involvering av leverandører

Involvering av leverandør på et tidlig stadium i prosessen har betydning for en raskere og mer produktiv utviklingsprosess (Brown & Eisenhardt, 1995). Argumentasjonen er blant annet at leverandører sitter på førstehåndskompetanse, som kan være med å redusere kompleksiteten i design fasen, samtidig som en tidlig kan få identifisert potensielle problemer senere i prosessen og dermed raskere og enklere designe seg rundt det når man er tidlig i prosessen. I tillegg kan sterke bånd til leverandører bidra til *reduerte utviklingskostnader, bedre kvalitet på produserte varer, redusere TtM og gi tilgang til innovasjon* som har sin opprinnelse hos leverandør (Kim & Wilemon,

2002). Et tidlig samarbeid vil også kunne bidra til langsiktige relasjoner basert på tillit og informasjonsdeling.

#### 3.4.4.1 KONTEKSTAVHENGIGHET

Tidlig involvering av leverandører er spesielt viktig når en er avhengig av andre for de innkjøpte delene som trengs til produktet (Kim & Wilemon, 2002). Når usikkerhetene i omgivelsene øker, vil leverandører involveres tidlig i løpet av utviklingsprosessen og gjerne også kunne være ansvarlige for utviklingen av del-sammenstillinger for kundene. Få leverandører benyttes, men de blir sett på som langsiktige partnere (Zhang & Doll, 2001). Menguc, Auh & Yannopoulos (2014) sin studie utført hos høyteknologi-bedrifter dokumenterer at leverandør involvering er fordelaktig for NPD effektivitet *både* ved *radikale* og *inkrementelle* innovasjoner.

#### 3.4.5 Prototyping og eksperimentering

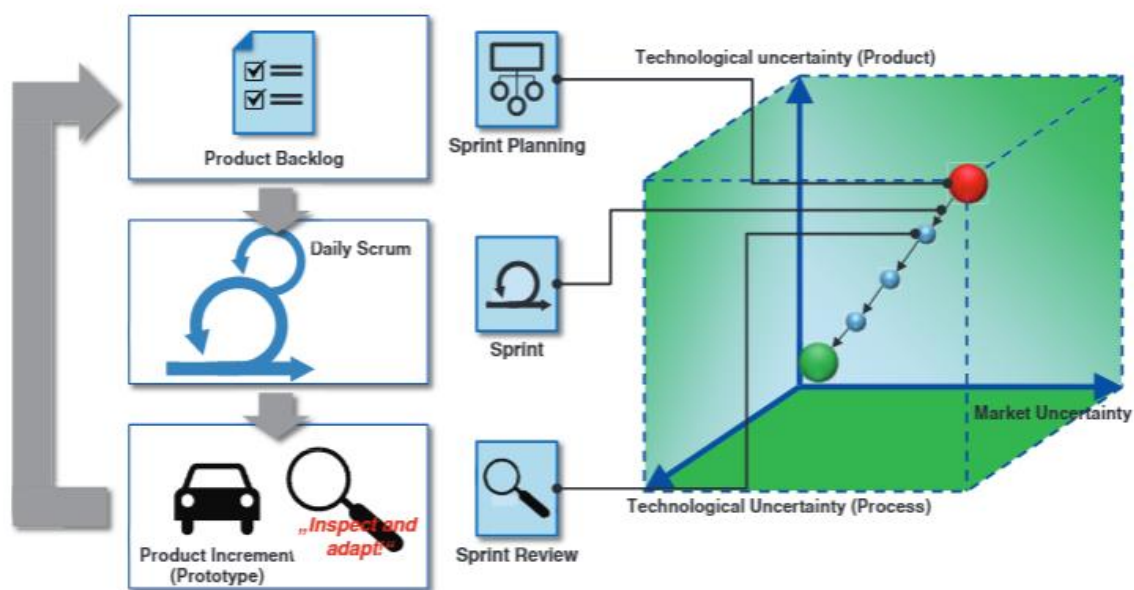
Det å utvikle fysiske prototyper er selve kjernen i utviklingen av nye produkter. Prototyping representerer *en av de største usikkerhetene for designerne*, enten de jobber alene eller i team (J. Menold et al., 2017). Prototype aktiviteter er kritisk i design fasen da de er med å transformere «fuzzy» ideer om til fysiske artefakter som støtter kommunikasjon og forbedrer design utvikling. I tillegg kan de sees på som et hjelpemiddel i beslutningsprosessen (J.D Menold, 2017).

Generelt kan prototyping anses å ha følgende formål: *Læring, kommunikasjon, integrasjon* og markering av *milepæler for fremdrift* (Christiansen & Gasparin, 2017). Tradisjonelt sett i innovasjon litteraturen har prototyping blitt ansett som et verktøy som brukes etter at produktspesifikasjonen er ferdig etablert og mot slutten av innovasjonsprosessen for å *teste* konseptet. Nyere studier gjort på dette området anbefaler å inkludere prototyping som del av FFE, hvor det kan fungere som et effektivt verktøy til å *utforske* og *eksperimentere* (Christiansen & Gasparin, 2017). Det finnes eksempler på at firma investerer i fungerende prototyper før detaljerte business case forberedes (Kim & Wilemon, 2002).

Prototyping blir ansett i økende grad som et sentralt element i innovasjonsprosessen, særlig dersom det brukes i tidlig fase til å inkludere eksterne interessenter og brukes som en kryssfunksjonell tilnærming for å samle folk fra ulike funksjoner, slik at usikkerhet reduseres. Prototyper kan også brukes som et verktøy for å få tilbakemelding fra kunder i tidlig fase av et prosjekt, i stedet for mot slutten, slik som det gjerne tradisjonelt sett er blitt anbefalt (Christiansen & Gasparin, 2017).

Likevel, det påpekes også av Christansen & Gasparin (2017) at å bygge fysiske prototyper kan være svært kostbart og derfor blir det gjerne kun brukt i senere faser av utviklingsprosessen. I noen industrier er man derfor gått over til å bygge *virtuelle* prototyper, som også har vist å kunne bidra til økt NPD effektivitet.

Gartzen, Brambring & Basse (2016) foreslår en målorientert tilnærming til prototyping, hvor en i henhold til scrum rammeverket, benytter seg av *sprinter* for å strukturere prototype prosessen. En sprint kan tilpasses å gjelde leveranse av prototyper og etter hver sprint kan teamet sin lærdom og utnyttelse av innsamlet informasjon, styre retningen og målsetningen for neste sprint. Potensielle kunder og interessenter kan integreres i tidlig fase av utviklingsprosessen og få komme med viktig informasjon angående behov og krav i *sprint review*. Som tidligere nevnt kan prototypene brukes til å representere milepæler og være en kommunikasjonskanal mellom ulike interessenter i utviklingsfasen. Usikkerheten reduseres ved realisering av hver prototype (blå runding), helt til en når den grønne rundingen som representerer et minimum nivå av usikkerhet og hvor en da er klar til å starte serieproduksjon (Gartzen, Brambring & Basse, 2016).



**Figur 3.9 Scrum rammeverket i kontekst av fysisk produktutvikling**

(Gartzen, Brambring & Basse, 2016)

#### 3.4.5.1 KONTEKSTAVHENGIGHET

For radikale innovasjoner, hvor kompleksiteten og usikkerheten er stor, har prototyping vist seg å være et effektivt verktøy for å demonstrere, kommunisere og utforske. Man får etablere en felles

forståelse mellom parter tidlig, gjerne da på kritiske komponenter som er involvert (Bessant, Möslein, Neyer, Piller & Stamm, 2009) Det å tillate prøving og feiling for slike typer innovasjoner er kritisk, slik at en ikke kun satser alt på ett kort. Ved prøving og feiling vil en ta små steg og tilegne seg informasjon om hva som fungerer/ikke fungerer. Slik kan en bygge informasjon rundt det aktuelle caset og få et bedre grunnlag for en go/no-go beslutning. Bessant, Möslein, Neyer, Piller & Stamm (2009) mener videre at å bruke tradisjonelle stage gates kriterier, som kan ha en tendens til å være altfor strenge ved slike typer innovasjoner, vil kunne føre til at gode ideer forkastes. En må heller kunne tillate læringsløkker, hvor en for neste steg avgjør hva som må utforskes videre/hva som skal være neste steg for læring.

## 4 Metode

For å kunne studere temaet og besvare forskningsspørsmålene i denne oppgaven, må informasjon og data samles inn. Dette kapittelet forklarer hvilke metoder som ble brukt for å samle inn data. Først vil forskningstilnærmingen og oversikt over metodene presenteres. Deretter vil det bli beskrevet nærmere hvordan en gikk frem, før validiteten til sist diskuteres.

### 4.1 Forskningstilnærming

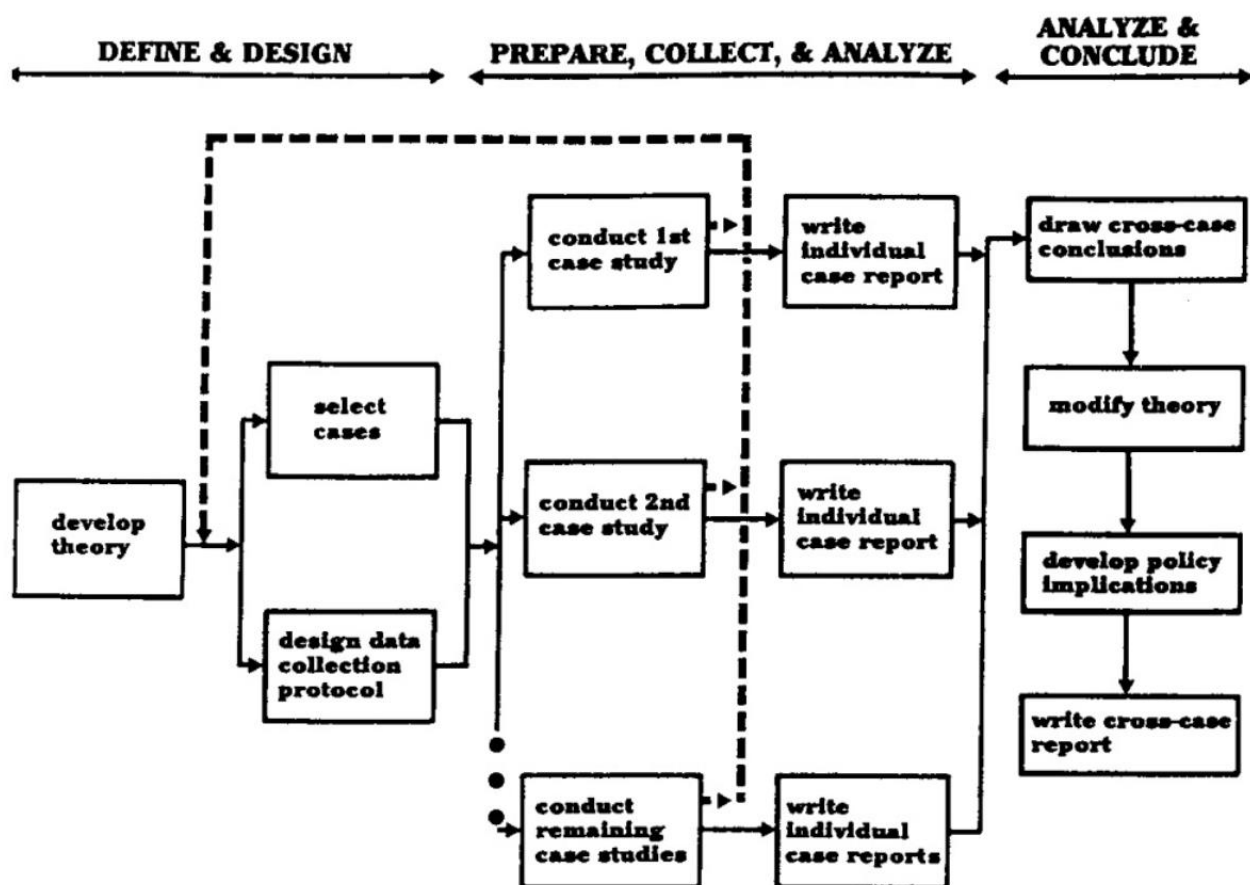
I og med at dette studiet fokuserer på et omfattende og komplekst tema, som har blitt viet stor akademisk interesse de siste 30 år, foreligger det en jungel av litteratur på dette området. Ved å gjøre et dypdykk i noe av dette, blir det veldig raskt tydelig at å generalisere og kvantifisere vil være svært vanskelig, da konteksten studiene gjennomføres i har veldig mye å si. Det blir derfor mer interessant å studere enkelte tilfeller i en bestemt kontekst, analysere og sammenligne, og basert på dette forhåpentligvis kunne dra noen slutninger som spesifikt gjelder for disse tilfellene. Samtidig er også et viktig formål med dette studiet å kunne *lære* underveis i forskningen og basert på informasjon som fremkommer, avgjøre videre steg for områder som det er interessant å undersøke for å belyse problemstillingen så grundig som mulig.

Med dette som utgangspunkt er det derfor vurdert som mest hensiktsmessig å benytte en *kvalitativ tilnærming* og basere studiet på et *eksplorerende forskningsdesign*. Bidraget til forskningen blir dermed spesifikke *case-studier*, hvor det fokuseres på å finne årsaker til at prosjektene oppnådde suksess/ikke suksess og hvordan produktutviklingsprosessen ble gjennomført, samt hvilken kontekst som var gjeldende på tidspunktet. Ifølge Yin (1994) er case-studier en foretrukken strategi, særlig når spørsmålene relatert til *hvordan* og *hvorfor* er kjernen i undersøkelsene.

De kvalitative dataene som case-studiene baserer seg på inkluderer *intervjuer*, *uformelle samtaler*, *deltagende observasjon* og *erfaring*. I tillegg er det også utført et *litteratur review* i forkant av feltundersøkelsene for å kunne ta utgangspunkt i allerede utført forskning på området når analysen av resultatene skulle gjøres. Hver av disse metodene vil bli beskrevet nærmere i avsnittene nedenfor.

## 4.2 Case-studier

Dette studiet presenterer 4 ulike enkelttilfeller av prosjekter som er gjennomført i en og samme høyteknologi bedrift. Prosjektene er gjennomført i løpet av en periode på 20 år og konteksten er derfor unik for hvert prosjekt. Rasjonale bak å velge nettopp disse prosjektene innenfor samme bedrift er å kunne få mulighet til å studere om det er noen fenomener som går igjen i disse prosjektene og som er med å bidra til prosjektens suksess eller fiasko. Prosjektene ble valgt ut fra kriteriene om at de måtte representere radikal og evolusjonær innovasjon. Videre var det interessant å både kunne studere prosjekt som leverte positive resultater og prosjekt som leverte negative resultater. Dette for å kunne sammenligne, med utgangspunkt i *hvorfor* og *hvordan*, og på denne måten forhåpentligvis avdekke et mønster. I avsnittene som følger vil det gis en nærmere begrunnelse for hvorfor nettopp disse prosjektene ble valgt som analyseenheter.



Figur 4.1 Case-studie metode (Yin, 1994)

#### 4.2.1 Case-studie A - Radikal innovasjon

Dristige innovasjoner som virkelig er en «game changer» i forhold til andre produkter, prosesser og tjenester er sjeldnere å oppdrive i dagens globale konkurranse markeder. Innovasjonsinnsatsen som bedrifter legger ned har blitt mindre og er ikke fullt så ambisiøs som tidligere mener Cooper (2017). Han mener videre at dette henger sammen med at dagens ledelsespraksiser styrer bedriftene mot mindre, ikke så risikofylte prosjekter, som gir den største kortsiktige lønnsomhet. Poenget med å trekke frem dette er at *utvalget* knyttet til radikale innovasjoner ikke nødvendigvis er veldig stort. Høyteknologi bedriften hvor dette studiet er gjennomført har kun et prosjekt som per nå vurderes til å kunne regnes som type *radikal innovasjon*. Produktet har med sin kube lagring og automasjon revolusjonert måten å drive moderne lager på. Etter at produktet ble introdusert i markedet i 2002 har bedriften hatt en kraftig vekst - også globalt. Gitt produktet sin tekniske kompleksitet, unike ide og suksessen som fulgte i kjølvannet av lanseringen, vurderes dette prosjektet til å være en svært aktuell kandidat med tanke på å kunne øke innsikt rundt problemstillingen knyttet til effektiv produktutviklingsprosess for radikale innovasjoner. Prosjektet refereres til som *Case-studie A* videre i oppgaven.

#### 4.2.2 Case-studie B, C, D - Evolusjonær innovasjon

I 2003 utførte PDMA (Product Development & Management Association) sitt tredje beste praksis studie for å avdekke trender innen NPD. Ut fra dette studiet bekreftes det at radikale prosjekter bruker betydelig mye mer tid på hver fase i utviklingsprosessen enn evolusjonære prosjekter. Likeså bruker evolusjonære prosjekter betydelig mer tid på hver fase enn inkrementelle prosjekter (Barczak, Griffin & Kahn, 2009). Basert på denne informasjonen utpeker evolusjonære prosjekter seg som den kategorien hvor det er størst grunnlag for å undersøke problemstillingen knyttet til effektivisering. Dette også på grunn av at slike prosjekter gjennomføres hyppigere enn radikale prosjekter og utvalget av slike prosjekter er derfor større i bedriften som her studeres. For denne kategorien undersøkes derfor multiple caser, for å øke robustheten i analysene. Det vil studeres et *Case-studie B* med et produkt som ikke ble en suksess i markedet og et påfølgende *Case-studie C* hvor produktet som utvikles skulle erstatte produktet i *Case-studie B*. Dette produktet fikk gode resultater fra validering ute hos kunde og det er derfor interessant å kunne sammenligne disse to prosjektene med tanke på *hvorfor* og *hvordan*. Det siste prosjektet, *Case-studie D*, er et pågående og ikke avsluttet prosjekt. Resultatet av prosjektet er derfor ikke kjent, men årsaken til at det er interessant å studere dette caset ligger i at bedriften har innført en ny produktutviklingsprosess, som



baserer seg på en Agile-Stage-Gate Hybrid modell og det er svært relevant for problemstillingen å kunne vurdere resultatene fra startfasen til dette prosjektet.

### 4.3 Litteratur review

For å prøve å få et overblikk på allerede utført forskning, var det viktig i startfasen av studiet å gjennomføre et *litteratur review*. Dette for å øke kunnskapsnivået rundt problemstillingen i forkant av feltundersøkelsen og forhåpentligvis på denne måten kunne være bedre rustet til å gjenkjenne og tolke viktige elementer som dukket opp i løpet av undersøkelsene. Det teoretiske rammeverket for denne oppgaven baserer seg på akademisk litteratur knyttet til *effektive NPD prosesser* og hvordan *usikkerhet, kompleksitet og ulike innovasjonstyper* spiller en avgjørende rolle for effektivitet. På grunn av omfattende akademisk litteratur på området, var det nødvendig å begrense søket ytterligere med utgangspunkt i hvor i utviklingsprosessen det er størst potensiale for å effektivisere; «*The Fuzzy Front End*» er et av områdene som blir fremhevet i nyere forskning.

Inspirasjon til problemdefinisjonen er i hovedsak hentet fra bøkene *Winning at new products* (Cooper, 2017), *Strategic innovation management* (Tidd & Bessant, 2014) og *Effective project management: traditional, agile, extreme* (Wysocki, 2011). Begrep og referanser fra disse bøkene er videre brukt til å søke opp forskningsartikler i fagdatabasene *Oria* og *Google Scholar*.

Forskningsartiklene har vært verdifulle kilder på den måten at de har bidratt med utfyllende informasjon innenfor mer spissede problemstillinger, samt at de også har gitt tilgang til nyere forskning på området.

### 4.4 Innsamling av data

For å samle inn kvalitative data til case-studiene ble det benyttet følgende metoder; *dybdeintervju, uformelle samtaler, deltagende observasjon og erfaring*. I avsnittene nedenfor gjøres det nærmere rede for hvordan dette har foregått.

#### 4.4.1 Dybdeintervju og uformelle samtaler

Kvalitative data som er blitt analysert i dette studiet er i hovedsak samlet inn via *intervjuer*.

Uformelle samtaler, og deltagende observasjon har mer fungert som supplerende metoder for å utfylle datagrunnlaget. Formålet med *dybdeintervju* er ifølge Hennink, Hutter & Bailey (2010) å få detaljert innsikt i visse emner knyttet til undersøkelsen ved å bruke en *semistrukturert intervjuguide*.

Er en dyktig i å utføre slike intervjuer, vil dette oppleves som en *samtale* for den som blir intervjuet. Videre mener Hennink, Hutter & Bailey (2010, s. 109) at dybdeintervjuer involverer følgende:

- ❖ en semistrukturert intervjuguide for å gjøre datainnsamlingen
- ❖ etablere tillitsforhold mellom intervjuer og respondent
- ❖ stille spørsmål på en åpen og empatisk måte
- ❖ motivere respondenten til å fortelle sin historie ved å stille oppfølgingsspørsmål

Med dette som retningslinjer er det blitt gjennomført en rekke dybdeintervju i løpet av studiet. Det er utviklet en *intervjuguide* (se Vedlegg A) i forkant av undersøkelsene og selv om denne fremstår som strukturert i utgangspunktet, er denne guiden kun tenkt som en liste over emner en ønsker å komme innom i løpet av intervjuet. Alle spørsmål er derfor ikke besvart av alle respondenter. For hvert case-studie ble *prosjektleder* intervjuet. I tillegg også representanter fra hver av de involverte funksjonene, det være seg Salg, R&D og Service. Det ble intervjuet i alt 7 respondenter i prosjektperioden. Noen av disse hadde vært deltagere på flere av prosjektene og ble derfor intervjuet i flere omganger. For Case-studie A og Case-studie B ble 5 respondenter intervjuet, mens det for Case-studie C og Case-studie D ble intervjuet 4 respondenter. Formålet med å sammenligne intervjuer fra personer tilknyttet samme prosjekt var å få en oversikt over hovedlinjene i utviklingen. I tillegg ved å inkludere perspektiver fra ulike funksjoner ville dette forhåpentligvis avdekke koordineringsmekanismer og hendelser som ble utslagsgivende for suksess eller fiasko. Det ble benyttet *lydopptaker* under intervjuene, men etter at intervjuene var transkribert ble disse slettet, som etter avtale med de som ble intervjuet.

I perioden studiet pågikk ble også uformelle samtaler benyttet til å samle inn data. Interessante uttalelser ble da notert umiddelbart, som for eksempel hva prosjektdeltakerne tenker rundt den nye produktutviklingsprosessen, samt frustrasjoner og gleder knyttet til de involverte case-studiene. Det er imidlertid ikke blitt gjengitt kommentarer i oppgaven, som ikke har blitt akseptert av den som har uttalt det.

#### 4.4.2 Deltagende observasjon og erfaring

Hennink, Hutter & Bailey (2010, s. 179) definerer deltagende observasjon som

*«the process of learning through exposure to or involvement in day-to-day or routine activities of the participants in the research setting»*. Videre anbefaler Hennink, Hutter & Bailey (2010, s.184)

at man som deltakende observatør

- ❖ har et åpent sinn; gjennomfører detaljerte observasjoner og ikke tar observasjoner for gitt
- ❖ etablerer et nært forhold basert på tillit og empati for å kunne delta på lik linje
- ❖ lærer å skille tolkning fra observasjon

I perioden studiet pågikk hadde forfatter av denne avhandlingen rolle som prosjektleder i Case-studie D og fulgte derfor prosjektet tett i perioden fra September 2017 til Januar 2018. Denne fasen defineres som startfasen av prosjektet. Deltagende observasjon, i tillegg til dybdeintervju og uformelle samtaler, utgjør derfor en del av datagrunnlaget knyttet til dette case studiet. Aktuelle observasjoner ble loggført underveis. Disse observasjonene er knyttet til hva som fungerte/ikke fungerte i prosjektet, i form av en prosjektleders vurdering knyttet til effektivitet. Det ble ikke loggført observasjoner knyttet til andre prosjektdeltakers atferd. Informasjon hentet fra andre deltakere i prosjektet er kun basert på dybdeintervjuer med vedkommende. Dette på grunn av at det for denne oppgavens problemstilling er viktigere å samle inn deltakernes egne vurderinger og erfaringer - og dette er ikke godt å få frem i et observasjonsstudium.

Forfatter av denne oppgaven hadde også rollen som prosjektleder for Case-studie C. Dette prosjektet pågikk fra August 2016 til Januar 2018 og kun fra September 2017 ble det derfor notert observasjoner underveis. For den tidlige fasen av prosjektet, som er spesielt interessant for denne problemstillingen, vil deler av diskusjon og analyse derfor baseres på erfaring som prosjektleder i denne perioden. Det er likevel viktig å presisere at også for dette case-studiet ble datagrunnlaget i hovedsak basert på dybdeintervjuer.

## 4.5 Validitet

Kvalitative metoder kan ikke summeres i en formel, ei heller kan resultatene presenteres i en statistikktabell hvor leseren kan undersøke gyldigheten/validiteten til forskningen (Hennink, Hutter & Bailey, 2010). På den annen side er fokuset å se på fenomener og å få kartlagt detaljert informasjon om «hvordan». Dermed kan man identifisere tendenser som man ikke ville fått svar på ved bruk av kvantitative metoder. Det bør uansett gjøres rede for noen aspekter som kan ha hatt betydning for integriteten til konklusjonene i denne avhandlingen og de fremlegges i dette avsnittet.

Det bør blant annet noteres at forfatter av denne avhandlingen selv var prosjektleder for Case-studie C og Case-studie D. Dette kan ha påvirket datainnsamlingen i form av at respondentene som har blitt intervjuet angående disse casene, kanskje ikke har turt å være helt ærlige i sine svar. Når det er

sagt så kan det samtidig argumenteres for at forfatters innsikt i prosjektene kan ha vært med å bidra til at fokus i intervjuene har blitt penset inn på relevante områder som er av betydning for problemstillingen. Det nære og kollegiale forholdet til respondentene kan også ha påvirket resultatet i form av at forfatter har fått tilgang til informasjon, som intervjuer gjerne ikke hadde fått tilgang til hvis det ikke hadde vært for relasjonen. Til sist så bygger noe av datagrunnlaget på forfatterens egne prosjektleder erfaringer i forbindelse med Case-studie C og Case-studie D og dette kan påvirke integriteten til konklusjonen i form av at tolkningen av respondentenes informasjon skjer med utgangspunkt i egne erfaringer fra prosjektene.

Det må også nevnes at teknologiopppfinner, som ble intervjuet i forbindelse med Case-studie A, var syk i perioden hvor intervjuene fant sted. Dette kan ha hatt en innvirkning på noe av informasjonen som ble delt, i form av at relevant informasjon ikke ble formidlet eller at svarene ikke kan regnes som helt presise. Intervjuet skjedde imidlertid i nærvær av en kollega, som har jobbet tett på han i prosjektperioden for Case-studie A, slik at informasjonen som er samlet inn derfor regnes som verifisert og korrekt.

Et annet aspekt ved datainnsamlingen som kan være verdt å nevne er at toppledelsen kun har vært involvert som respondenter i forbindelse med Case-studie A. For resten av prosjektene i denne avhandlingen har fokuset vært å få frem teamets perspektiv på hvordan styringen har påvirket kreativitet og produktivitet. Toppledelsens perspektiver mangler derfor i resultatene og vurderingene som er gjort for Case-studie B, C og D.

## 5 Presentasjon av case-studier

### 5.1 Case-studie A - Radikal innovasjon

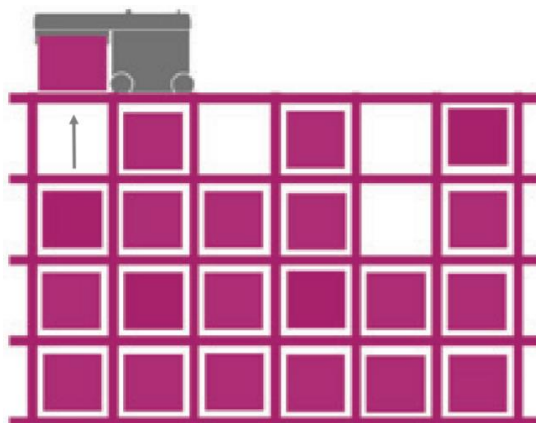
#### 5.1.1 Ide og konsept

Den unike ideen som oppsto på midten av 90-tallet og som senere skulle vise seg å revolusjonere måten å drive lager på, hadde sitt utspring fra et stadig *presset behov for mer lagerplass* i egen bedrift. I tillegg så man behov for å kunne *effektivisere selve plukke prosessen* - da plukking av varer tok tid, det ble gjort mye feil og en opplevde at det var vanskelig å få tak i plukkere.

Oppfinneren og teknologiutvikleren bak ideen uttaler:

*«Filosofien bak det hele var at varene skulle komme til oss, i stedet for at vi måtte gå etter varene. I tillegg så vi at varene måtte lagres oppå hverandre for å kunne utnytte plassen i høyden»*

Ideen utviklet seg fra et konsept som først gikk ut på å hente og lø om på kasser som stod oppå hverandre ved hjelp av *traverskraner* i taket. Tanken var at flere traverskraner skulle stue om på kassene. En prototype på en slik heisekran ble utviklet med hjelp fra en ekstern leverandør, men denne første prototypen fikk de ikke til å fungere slik som tiltenkt. En gikk derfor bort ifra dette konseptet og over til ideen om å utvikle *frittstående roboter* som skulle gjøre jobben med å grave frem og håndtere kassene. Dette var fortsatt på et tidspunkt hvor det var få som drev med robotteknologi. Selv om det i løpet av utviklingsprosjektet har skjedd en strøm av endringer knyttet til tekniske detaljer i utformingen av systemet, har konseptet, etter at en bestemte seg for å utvikle roboter i stedet for traverskraner, overordnet sett vært ganske spikret.



**Figur 5.1 Kube basert lagring**

(hentet fra [www.mhi.org/downloads/industrygroups/as-rs/infographic.pdf](http://www.mhi.org/downloads/industrygroups/as-rs/infographic.pdf))

## 5.1.2 Usikkerhet

### 5.1.2.1 TEKNOLOGI

Produktet som er utviklet bygger på en enkel filosofi og samtidig er utførelsen av systemet komprimert, standardisert og modulisert. Dette kan få produktet til å fremstå som enkelt i utgangspunktet, men ved nærmere kjennskap er det ingen tvil om at systemet innbefatter krevende teknologi på alle nivå, det være seg elektronikk, mekanikk, firmware, software og radio. Et komplekst og høyteknologisk system, med flere moduler som var avhengige av hverandre og som skulle spille sammen. Det kommer frem under intervjuene at oppfinner aldri tvilte på at produktet teknologisk sett var gjennomførbart.

*«Jeg var helt sikker på at jeg skulle få det til. Ikke i tvil om det (...) men jeg visste ikke hvor langt tid det ville ta og hvor mange problemer det kunne bli»*

Teknologioppfinner hadde hele veien tro på at dette skulle han få til og søkte til og med patent på produktet helt i startfasen, for å sikre at ingen kunne kopiere ideen. Det som det ifølge han var knyttet størst usikkerhet til var hvor *lang tid* det ville ta å utvikle produktet, da det var utrolig mange ting som skulle fungere sammen. Selv om han selv var av oppfatning at produktet var teknisk gjennomførbart var det andre som uttrykte skepsis:

*«En var litt i tvil om roboter i starten. De trodde at det ville bli trøbbel, at de ville kjøre seg fast, gå tom for strøm og så måtte en ut på grid for å ordne opp. (...) Hvordan får du tak i varene når systemet står?»*

En annen større usikkerhet knyttet til den teknologiske utviklingen som bekymret, var hvor *kostbart* produktet til slutt ville bli å produsere.

*«Prisen og hva det ville koste var jeg ikke sikker på i begynnelsen. Det var en av de større bekymringene. For hvis ikke disse maskinene ble noenlunde billige, så kunne det rett og slett bli for dyrt å gjøre det på den måten. (...) Det måtte være økonomi i det. Det var en betingelse»*

Det var derfor et stort fokus i prosjektet å velge økonomiske løsninger og mye måtte utvikles internt for å unngå fordyrende mellomledd. En annen like god grunn til at mye måtte utvikles internt, var at det ikke eksisterte løsninger som kunne kjøpes. Usikkerheten knyttet til teknologi vurderes som *høy*.

### 5.1.2.2 MARKED

Når det gjelder usikkerhet knyttet til marked kommer det frem av intervjuene at det internt aldri var tvil om at det var markedspotensiell for et slikt radikalt produkt. Over 20 års erfaring innen logistikk og distribusjon gav trygghet for at det eksisterte et prekært behov for effektive lagersystemer. En av prosjektdeltakerne husker teknologioppgifter uttalte:

«Hvis vi får til dette, så har vi laga en industri!»

Ressurser på markedsundersøkelser ble ikke brukt. En var sikker på at det fantes et marked der ute. En usikkerhet som eksisterte var imidlertid *hvor mye kunden var villig til å betale* for produktet. En var overbevist om at det lå økonomi i produktet, men det var knyttet stor usikkerhet til hvor mye penger det var mulig å tjene på det. I og med at det dette var et produkt som ikke eksisterte i markedet fra før, vurderes usikkerheten som *høy*.

## 5.1.3 Produktutviklingsprosessen

### 5.1.3.1 PROSJEKTFASER

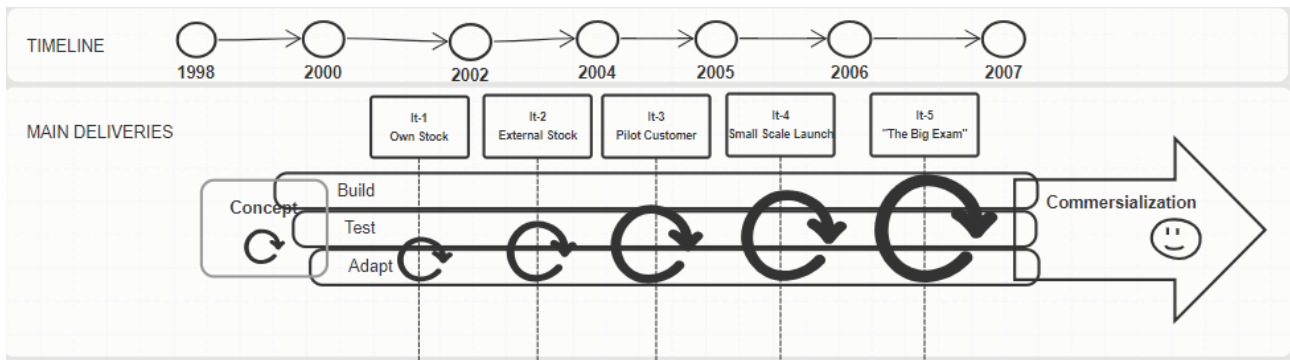
#### 5.1.3.1.1 Konseptfase

Som nevnt ovenfor var konseptet tidlig klart. En prosjektdeltaker uttaler:

«Selve konseptet er akkurat likt den dag i dag, som den dagen vi begynte, etter at vi gikk over fra traverskraner til kube med roboter»

Som del av å få verifisert konseptet tidlig ble det utviklet *matematiske modeller* for å beregne robotkrefter som krevdes, optimal høyde på kubene, rotasjon av varer osv. Disse beregningene gav tidlige indikasjoner på hva som ville kreves og hva som ville være optimalt med tanke på å utforme et effektivt system.

Videre kommer det frem at det var en glidende overgang fra *konseptfasen* til selve *utviklingsfasen*. Det som nevnes som en mulig markering av startpunkt og overgang til selve utviklingsfasen er punktet hvor en hadde bestemt seg for størrelse på kassene og størrelsen på grid, som en i første omgang fikk installert på eget lager. Fra dette punktet handlet det om å *utvikle, teste og lære* - og tilpasse løsningen mot det optimale, i form av en iterativ læringsprosess. Hele veien styrt av ambisjonen om å strekke seg til et nytt nivå med produktet, i form av reelle kundeleveranser. Dette kan illustreres i form av følgende diagram, som kun viser hoved-iterasjonene. Nedenfor gis en nærmere forklaring til hver iterasjon.



**Figur 5.2 Tidslinje og leveranser i Case-studie A (egenprodusert figur)**

#### 5.1.3.1.2 Første iterasjon - Drift av eget lager

Hovedmålet var å få systemet til å fungere på eget lager og en kom tidlig i gang med å behandle ordrer, først bare fra den største kunden, via det automatiske lagersystemet. Dette skjedde allerede fra 2000. I perioden frem mot 2002 fikk en på denne måten samlet mye erfaring på hvordan ting fungerte. Dette var i en periode som teknologioppgifter holdt på med andre prosjekter, men kontinuerlig var det en person som testet og fulgte opp dette mini-lageret.

*«I 2000 - 2001 var det jeg som kjørte systemet og samlet en masse erfaring. Jeg var innom <teknologioppgifter> hver dag før jeg gikk hjem. Forklarte hvordan det hadde gått og hvilke problemer vi hadde. Jeg testet om dagen og <teknologioppgifter> fikset om natta. (...) Dette var en lærerik periode»*

De kritiske problemene som dukket opp ble styrende for videreutviklingen. Hele rammeverket for hvordan systemet skulle opereres var i denne perioden på plass.

*«Jeg kan huske at vi en dag fikk 800 plukk på systemet. Det var en kjempedag!»*

#### 5.1.3.1.3 Andre iterasjon - Drift av eksternt lager

I 2002 overtok en drift av en eksternt kunde sitt lager som var lokalisert på samme næringsområde. Heller ikke da var systemet ferdigutviklet og stabilt. En prosjektdeltaker ser tilbake på denne perioden som *svært lærerik*, hvor en fikk identifisert elementer som måtte forbedres med tanke på *effektivitet, driftssikkerhet og servicevennlighet*:

*«Det var helt avhengig av at vi som kunne systemet ut og inn var på jobb og fikset problemene etter hvert som de oppstod. Noen ganger plukket jeg varer manuelt om natten, hvis systemet hadde stått hele dagen og kunden ikke fikk ut varene. Det var utvikling og*



*testing parallelt i høyeste grad. Det var akkurat som å leve i en sentrifuge jobbmessig. Utrolig kjekt. Voldsom «driv» og «go» hele tiden, men det var jo krevende og travelt»*

#### *5.1.3.1.4 Tredje iterasjon - Første pilot*

Det første salget av systemet til en pilotkunde kom høsten 2004. Lagersystemet skulle installeres hos kunden januar 2005, men heller ikke på dette tidspunktet anså man utviklingsfasen som komplett. Teknologioppfinner forteller:

*«Vi visste at her har får vi jobb. Det var ikke bare å installere og så reise hjem igjen. Men så var vi i den situasjonen at vi måtte gjøre noe nå, ellers så kommer vi oss aldri videre»*

Systemet som skulle i gang hos første pilotkunde bestod av 5-6 roboter og hadde ikke veldig store krav til plukk i timen. Likevel, dette var første gang en måtte sikre at systemet skulle kjøre uten å ha utviklingspersonell tilstede som kunne løse problemer etterhvert som de oppsto: Systemet måtte være driftssikkert. Dette gjorde at det ble gjort endringer på både robot og software like før installasjon. I tillegg oppsto det hendelser i forbindelse med installasjon, som en ikke hadde klart å forutse. En prosjektdeltaker uttaler:

*«Det ble et skippertak og vi jobbet på skift mens vi var der»*

I perioden som fulgte oppstod det problemer på alle nivå; software, firmware, radio, elektronikk, mekanikk:

*«Det var hektisk og alt virket ikke som det skulle den våren. Men det kom seg etterhvert og vi fikk luket ut barnesykdommer.»*

#### *5.1.3.1.5 Fjerde iterasjon - Småskala lansering*

I 2006 fikk en solgt systemet til 2 nye kunder. Også denne gang ble det gjort større endringer på robot og software for å optimalisere, basert på erfaringen fra første installasjon. Ny heis og ladeløsning skulle prøves ut. Volumet av kasser og antall roboter var noe større ved disse installasjonene enn første pilot.

*«Der var så mye endringer at i utvikling sitt hode, så var <pilot kunde> ikke en lansering. Dette ble lanseringen.»*

Distributøren blir mye mer involvert ved disse installasjonene, for å forberedes til å ta over installasjon og support i ettertid. På dette tidspunktet var det 3 anlegg som måtte supporteres.

*«Vi hadde hele veien snakka om at distributør skulle overta dette, ellers så knekker vi nakken.»*

Selv om det oppsto problemer underveis også ved disse installasjonene, klarte man å holde kundene fornøyd ved å være til stede og demonstrere handlekraft:

*«Vi holdt kunden fornøyd fordi vi kommuniserte hele tida. Jeg har mange mailer hvor de skriver: For en fantastisk oppfølging! Så raske dere er! Dere er på ballen hele tiden, det setter vi kjempestor pris på!»*

#### *5.1.3.1.6 Femte iterasjon - Den store eksamen*

I 2007 kom salget som ble ansett som *den store eksamen*. Dette var et anlegg som skulle kjøre 35 roboter og inneholde 30 000 kasser. Dette var stort på den tiden og kravene til driftssikkerhet var på et helt annet nivå enn tidligere. Det ville bli krise om systemet stod. Varene hos denne kunden måtte utleveres kontinuerlig. Også denne gang ble det justert på robot og software og det ble tøffe tak i forbindelse med igangsettingen. Det var likevel størst endringer knyttet til å optimalisere software, da en begynte å få kontroll på det mekaniske. En utvikler var lokalisert ved anlegget i 5-6 måneder og drev førstehjelp, mens det ble utviklet og optimalisert parallelt. Dette skapte tiltro fra kunden.

*«Synliggjøringen av å ha en person som sitter der, som er ekstremt interessert i å lære seg alt. Han satte seg inn i alt. Han var en <teknologiopppfinner> nr 2. (...) Han følger ekstremt godt med - og når det blir implementert noe så skjønner han ganske fort hva som skjer.»*

Selv om det var en heftig oppstart, utviklet det seg etter hvert et tillitsforhold mellom kunde og leverandør:

*«Vi fikk den tilliten sikkert mye i form av at <teknologiopppfinner> også involverte seg. Han var sjelden i «frontline», men han var hos denne kunden. De visste hvem han var. De merket at han brant for det. At han hadde en voldsom «driv» og voldsom kompetanse, så vi fikk den tilliten»*

*«Kunden fleiper i dag med at de er test-siten vår. Og det er mye sant i det. Alle nye ting ble releaset først hos denne kunden, fordi vi hadde så godt forhold til dem.»*

Etter at en var i havn med denne installasjonen, som blir referert til som *den virkelige release av produktet*, starter prosessen med å kommersialisere produktet.

### 5.1.3.2 UFORMELL PROSESS

Det kommer frem av intervjuene at dette radikale innovasjonsprosjektet ikke hadde noen formell prosess på styringen av prosjektet. Det ble ikke utviklet planer eller annen prosjektdokumentasjon. Heller ikke utført noen form for rapportering. En prosjektdeltaker uttaler:

*«Det var ingen byråkrati. Ingen godkjenningprosesser. Ingenting som holdt oss igjen (...) En voldsom effektivitet og «drive». Det skjedde så mye. Det gikk framover så fort og av og til gikk det litt bakover også ...»*

I perioden 2000-2007 var det en kjernegruppe som varierte i størrelse 3-15 stk. Teknologioppfinner var en svært sentral ressurs; *han var «hjernen», knutepunktet og lederen*. Han var den som satt på den totale oversikten på løsningen, kom med ideer, styrte prioritet og delegerte oppgaver. Følgende uttalelser fra ulike prosjektdeltakere bekrefter dette:

*«Vi hadde delegerte områder for hver og en. Det var ikke basert på styring av folk i det hele tatt. Det var basert på at folk var selvgående og initiativrike - at de var i stand til å drive seg selv fremover. Selvsagt i samarbeid med han. Alltid tett dialog.»*

*«Han var ekstrem til å motivere. Veldig kjekk å jobbe med. Fin personlighet. Gravde seg ned, ville være med å bestemme på hver eneste mutter og skive. Men det ble ikke et sånt irritasjonsmoment, slik som det kanskje kan bli hvis noen pirker for mye i tingene dine. Han kunne gjøre det for du hadde slik respekt - han var jo så flink.»*

### 5.1.3.3 FLEKSIBEL, ITERATIV OG MÅLORIENTERT

Det fremkommer helt tydelig av informasjonsinnsamlingen at dette teamet jobbet *målorientert og iterativt*, heller en *faseorientert*. Det var hele tiden fokus på å utvikle ideer, teste og lære, for deretter å *tilpasse* løsningen til noe enda mer optimalt. Stadig var det målsetninger underveis som skulle ta produktet til et nytt nivå.

I perioden før produktet var blitt solgt, var det hele tiden fokus på å dekke *nye krav og behov* for kunden de drev lageret for. Det var ingen planer og milepæler for utviklingen. Teknologioppfinner uttaler:

*«Det var lett å få systemet til å virke, men problemet var at det skulle virke ALLTID. Det var det som var det vanskelige».*

Etter at produktet var solgt og i forbindelse med nye salg, ble *måldatoer* en del av det som ble kommunisert til kundene. En prosjektdeltaker minnes tilbake:

*«<Teknologiopppfinner> lovte at i desember skal vi klare å levere 1000 plukk på en time. Jeg tenkte: Er du sprø, det kommer ikke til å gå. Men vi greide det stort sett alltid, selv om det ble hals over hodet, natt, hverdag og helg»*

*«Vi måtte «pushe» oss selv for å komme videre. <Teknologiopppfinner> er hard på det. Han våger det ingen andre våger»*

Eksempler på slike overordnede målsetninger i løpet av prosjektet er:

- ❖ Håndtere plukking av varer til den største kunden på eget lager
- ❖ Driftssikkert og stabilt system over lengre tid med 5 roboter
- ❖ Driftssikkert og stabilt system over lengre tid med tunge varer
- ❖ Driftssikkert og stabilt system over lengre tid med 35 roboter
- ❖ Håndtere 1000 plukk i timen

#### 5.1.3.4 INVESTERINGSLYST

Teknologiopppfinner, som var deleier, hadde svært tett og uformell dialog med hovedeier av selskapet under hele prosessen. De møttes jevnlig for å planlegge detaljer og bli enige om beslutninger. Hovedeier var aldri i nærheten av å sette foten ned underveis, «*heller motsatt*», uttaler teknologiopppfinner. I tillegg var de begge to del av styringsgruppen i lag med resten av toppledelsen. En av topplederne på den tiden uttaler:

*«Det var ikke tvil om at vi skulle satse. Det vi fikk kjeft for, i den tida vi IKKE solgte, var at vi ikke klarte å ansette flere folk. I motsetning til alle andre som trimmer organisasjonen når det går dårlig (...) Vi skulle ansette enda flere folk, for å gjøre oss klar til at markedet snudde igjen. En voldsom investeringslyst. Vi hadde veldig stor tro på produktet vårt.»*

En prosjektdeltaker uttaler:

*«Det som vi må være uendelig takknemlige for var at <hovedeier> var så tålmodige i denne perioden økonomisk. Det kosta jo masse i mange år dette her»*

## 5.1.4 Læringsorienterte tilnæringer

### 5.1.4.1 KRYSSFUNKSJONELT SAMARBEID

Ut fra intervjuene kommer det frem at utviklingsteamet, som bestod av fagdisiplinene mekanikk, elektronikk, firmware og software, jobbet ganske isolert med hver sine ting. I starten var det gjerne bare en person som representerte hver fagdisiplin. I tillegg var det en person som fokuserte på kontinuerlig testing og evaluering av det totale systemet. Denne personen jobbet veldig tett på teknologioppfinner og gav nødvendig feedback på hvordan produktet fungerte.

#### 5.1.4.1.1 Bindeleddet

På grunn av teknologioppfinner sine ekstreme teknologiske kunnskaper innenfor alle disipliner, ble han *bindeleddet* i utviklingsteamet. Samhandlingen bar mye preg av 1 til 1 kommunikasjon mellom teknologioppfinner og den ansvarlige for hver fagdisiplin. Det spesifikke området ble da diskutert. Det ble ikke holdt fellesmøter. Praten foregikk over kaffekoppen på teknologioppfinner sitt kontor. Teknologioppfinner var til enhver tid oppdatert på alle områder og kunne representere alle sider i diskusjoner med den enkelte.

*«Alle stod i kø på døra hans (...).»*

*«Han ville ha en finger med i alt. På godt og vondt. Når han først hadde tenkt igjennom en ting, så var han veldig bestemt på at det var måten å gjøre det på. Han hørte på innspill. Diskuterte. Involverte enormt.»*

*«Det handlet om å bli sett i det man holdt på med (...) Han var kjempeflink, men han var også veldig flink å prate slik at en ikke følte at det var micro-management. Han gav deg oppgaver, men ville vite om det.»*

*«Vi jobbet tett og intenst og det fungerte stein bra vil jeg påstå. Uformelt absolutt. Ganske flatt når du tenker organisasjonsmessig. Involverte alle.»*

Teknologioppfinner selv uttaler:

*«Jeg brukte mye tid om dagen til kontakt med de andre og fikk ikke gjort så mye selv. Samtidig la jeg opp til at denne delen skal jeg ta meg av, denne delen er jeg best egnet til, og da måtte jeg begynne å jobbe om nettene for å få det til å gå opp.»*

Selv om det ikke var noen struktur over samarbeidet innad i utviklingsteamet, så fremgår det av intervjuene at *informasjonsprosesseringen* var enorm. Hele veien med teknologioppfinner som

sentralen og katalysatoren for denne informasjonen. Han var åpen, involverte og delte informasjon, så lenge man var tett på, tok initiativ og var innom kontoret hans.

*«Han var en stor inspirasjon for de folkene han hadde tett på. Kunne svare på alt: mekanikk, software, firmware, elektronikk, reguleringsteknikk. Han var den flinkeste i klassen på omtrent alle fagområder. Og det er jo helt ekstremt.»*

I oppstarten fungerte teknologioppfinner også som bindeleddet mellom Salg og R&D. Han var med i ledelsen og representerte «begge sider av bordet».

*«Han satt på den sida av bordet også, som sa at dette kommer til å bli bra, dette trenger markedet»*

Egen produksjonsavdeling hadde en ikke på denne tiden, så her var en avhengige av leverandører.

#### 5.1.4.1.2 Kjernegruppen

Etterhvert som utviklingsteamet vokste, så var det ikke alle som automatisk ble en del av kjernen og ble like mye involvert. Teknologioppfinner var svært kreativ og utviklet stadig nye ideer underveis i prosessen, testet de ut og endret gjerne retning. Med sin enorme arbeidskapasitet, kunne dette skje over natten.

*«Han var ikke like god å informere ut i organisasjonen. Så det var nok noen som satt i nivået utenfor, som jobbet i en annen retning, som han allerede hadde gått bort i fra. (...) Så fortsatte kanskje den personen en uke i feil retning. Så jeg tror nok vi hadde misbruk av ressurser på grunn av at vi ikke var godt nok koordinerte»*

I tillegg var det veldig mye opp til eget initiativ å bli del av kjernegruppen, både med tanke på innsatsen du var villig til å legge ned og med tanke på å få tak i informasjon.

*«Her var <teknologioppfinner> flink til å motivere kjernegruppa si, til å få de til å gå på vatnet for å få dette til. (...) Det var tøffe løp. Det var mange som jobbet lange dager, 7 dager i uka, for å få det til og å komme i mål.»*

*«Han var en slags Jira <dagens prosjektstyringssystem>. Han hadde alle kunnskaper om hva som skulle skje i prosjektet. Var bare en måte å få tilgang - og det var å gå å prate med han»*

*«Du måtte engasjere deg for å være en del av kjernegruppa. Jeg kunne ikke jobbe 8-16 for å være del av den kjernegruppa.»*

Teknologioppfinner selv mener at de personene man klarte å knytte til seg i denne perioden var blant suksessfaktorene til prosjektet.

*«Var mange som var interessert i å være med, men ikke alle var egna til det. Måtte få tak på de rette folkene.»*

#### 5.1.4.2 INVOLVERING AV KUNDE

I og med at ideen oppstod ut fra behovet en selv som bedrift hadde for et plasseffektivt lager, representerte innovatør også kundesiden i dette prosjektet fra dag en. Lagersystemet som ble utviklet skulle først og fremst *dekke eget behov*. Etter 20 års erfaring innen logistikk og lager, hadde en svært god kunnskap om prosesser tilknyttet dette. Det var derfor ikke sett på som nødvendig å innhente ytterligere informasjon fra andre potensielle kunder.

##### 5.1.4.2.1 Kontinuerlig verifisering hos kunde

Et karakteristisk trekk ved dette radikale innovasjonsprosjektet er at kundesiden - i en eller annen form - var involvert fra ganske tidlig i prosjektet og kontinuerlig i løpet av hele utviklingsperioden. Selv om systemet ikke var driftssikkert nok, ble det «pushet» ut i drift hos seg selv eller kundene for å drive utviklingen fremover. Problemene som oppstod i de tidlige fasene, ble fikset ved at eksperter på systemet var tilstede og drev førstehjelp for å holde systemet i gang, mens de identifiserte problemene ble lynraskt adressert og løst hos utviklingsteamet. Produktet ble *testet og tilpasset*, samtidig som det egentlig var i *reell drift* (ref. avsnittet om prosjektfaser). Man brukte altså verifiseringen hos kunde til å *samle informasjon* kontinuerlig om hvordan produktet fungerte.

##### 5.1.4.2.2 Ekstern ekspertise hos distributør

Etterhvert som en også fikk den første distributøren opp å gå (iterasjon 4), som skulle ha ansvar for salg, installasjon og support av anlegg, fikk en også tilgang til ekstern ekspertise.

*«Dette har vært en kjempe distributør. De har vært på ballen og gitt tilbakemelding på ting som fungerer og ikke fungerer (...) De hadde en vanvittig flink person som var med helt fra starten av (...) Han har hatt masse ideer og han og vår <mekaniske fagperson> kokte godt i sammen for å finne gode måter å løse ting på.»*

Distributøren kunne dermed i enkelte tilfeller som dette, anses som en *medutvikler*, i form av å gi verdifull input når produktet var etablert og i en driftsfase.

#### 5.1.4.3 INVOLVERING AV LEVERANDØR

Helt i oppstarten på dette innovasjonsprosjektet var intensjonen til teknologioppfinner å sette ut oppgaven med å utvikle robotene. Først og fremst på grunn av at han på den tiden holdt på med et annet stort prosjekt og ikke hadde tid til å holde på denne nye innovasjonen.

##### 5.1.4.3.1 *Tvilende til konseptet*

Å sette ut dette prosjektet skulle imidlertid vise seg enklere sagt enn gjort. Teknologioppfinner oppgir eksempler der de søkte samarbeid med flere potensielle eksterne leverandører, men hvor de blir møtt med at leverandørene uttrykker skepsis til konseptet og heller kommer med forslag til andre måter å løse det på. Konseptet var såpass revolusjonerende at disse leverandørene ikke hadde tro på det. Med tanke på alle disse negative tilbakemeldingene, kunne det å involvere leverandører i denne tidlige fasen vært kroken på døra for ideen. Teknologioppfinner hadde imidlertid en *så sterk tro* på dette produktet at negativiteten han ble møtt med ikke stoppet han fra å ta det videre. I tillegg hadde han kompetansen som skulle til for å kunne utvikle dette selv.

*«Dette er <teknologioppfinner> i et nøtteskall. Han var aldri redd for å gå imot oppleste og vedtatte normer. Han elsker jo å utfordre (...) Det trigget han litt. Han skulle vise omverdenen at dette går faktisk.»*

##### 5.1.4.3.2 *Fruktbart samarbeid*

Selv om det å sette ut utvikling av selve roboten mislykkes, undersøkte han konseptet ved å involvere leverandører på andre mer *isolerte* områder. Det være seg utforming av lagringskasser, aluminiumprofiler, hjul osv. Dette ble et fruktbart samarbeid.

*«Vi fikk knyttet til oss leverandører som var fleksible, flinke og interessert i å være med»*

Teknologioppfinner bekrefter at flere tekniske utfordringer ble løst ved at de fikk involvert ekstern ekspertise og knytta tett kontakt.

#### 5.1.4.4 PROTOTYPING OG EKSPERIMENTERING

Prototyping og eksperimentering fremstår meget sentralt i dette radikale innovasjonsprosjektet. Helt fra tidlig oppstart tilegnes informasjon ved *prøving og feiling*. Første eksempel på hvor en satte i gang å eksperimentere tidlig, var ideen om *traverskraner*. En leverandør fikk i oppgave å produsere en kran, som de til dels fikk installert og prøvd ut. Det fungerte imidlertid ikke slik det skulle og denne ideen ble dermed skrinlagt.



#### 5.1.4.4.1 *Analyse og matematiske modeller*

I neste omgang gikk en over til å spinne videre på konseptet hvor roboter skulle grave frem og presentere lagringskasser til menneske. Teknologioppfinner nevner selve lagringskassene som et av de mest kritiske og usikre elementene, som det var viktig å få svar på tidlig. Til og med før en hadde roboten klar, begynte en å undersøke dette med kassene.

*«Det som jeg følte var mest kritisk var kassen. Kassen ville være så steindyr å lage forma til, for den måtte jo støpes i plastikk da det viste seg å være det eneste fornuftige materialet. Da måtte vi få en plastfabrikk til å gjøre det for oss.»*

Videre var kassen kritisk med tanke på at utformingen hadde mye å si for hvordan roboten skulle plukke den opp:

*«Toleransene. De måtte være så like for at robotene skulle klare å plukke dem opp.»*

Tidspunktet for når en hadde fått avklart utformingen av kassene og størrelsen på selve kuben var definert, blir referert til som et mulig startpunkt for selve utviklingen. Bak dette lå grundige analyser og matematiske modeller, som var med å gi trygghet for konseptet. Teknologioppfinner hadde gjort beregninger av robotkrefter som måtte til og utviklet rotasjonsmodeller som gav svar på hva som ville være en fornuftig høyde på kuben for å gi optimal effektivitet og så videre.

#### 5.1.4.4.2 *Det svake leddet*

I mange av samtalene og intervjuene som er gjort blir teknologioppfinner sin evne til å identifisere *det svake leddet* og konstruere/fikse dette først, trukket frem som en styrke. Ved å eksperimentere med disse kritiske elementene tidlig, fikk man svar på om det var verdt å gå videre med prototyping av resten av konseptet. Risikoen for at produktet som helhet skulle feile ble iallfall betraktelig redusert hvis man klarte å verifisere det svakeste leddet. Teknologioppfinner selv sier:

*«Det er det som er en del av kunsten når du skal utvikle; prøve å se det som vil komme. (...) Det kan være for sent når det skjer. Da kan det lage mye trøbbel ...»*

Dette utsagnet er også noe som prosjektdeltakere bekrefter at teknologioppfinner var god på. Hans evne til å forutse. En prosjektdeltaker uttaler:

*«Det er <teknologioppfinner> som har fått til dette. Det er han som har stått på og gitt oss tydelig beskjed hvis vi har gått i gal retning. Han tok alltid de riktige beslutningene.»*

#### 5.1.4.4.3 Iterativ prototype prosess

En annen karakteristikk ved dette innovasjonsprosjektet som går igjen er at det var *endringer* og *justeringer* hele tiden. For å få dette systemet med alle sine elementer til å spille optimalt sammen, krevde det endringer på alle nivå, etterhvert som en fikk erfaring med driften og lærte hva som fungerte/ikke fungerte, hva som ble slitedeler og så videre. I tillegg på grunn av at det stadig skulle leveres systemer med krav om forbedret kapasitet, fikk dette igjen ringvirkninger blant annet i form av krav til en mer solid mekanisk konstruksjon og effektive algoritmer i softwaren.

*«De jobbet veldig dynamisk. De endret ting underveis. (...)»*

*«Vi kunne snu oss forferdelig fort rundt når det måtte til. Av og til snudde <teknologioppfinner> opp ned på hele prosjektet om natta, så når jeg kom på jobb om morgenen var alt forandret. Det var en voldsom effektivitet i det, men det kunne også være + og - for av og til så gikk det så fort i svingene at vi ikke gjorde det den smarteste veien heller.»*

Det var et enormt fokus på læring og det var en aksept for at ting ikke ville være perfekt på første forsøk:

*«<Teknologioppfinner> var helt åpen: Lag en prototype, så endrer vi det etterpå, for det blir garantert endringer. Bli ikke innertier på første forsøk. En måtte lage det 2-3 ganger før det ble skikkelig. Det var slik som han også hadde jobba.»*

Teknologioppfinner selv bekrefter dette:

*«Det var tekniske løsninger som ikke var helt bra. Og det er akkurat det som er poenget, det er jo ikke bortkastet. Det er mange gode ideer du ikke kan bruke.»*

#### 5.1.4.4.4 Demonstrasjonsanlegg

Som allerede nevnt fikk man tidlig et fysisk anlegg opp å gå lokalt. Helt fra starten eksisterte det en konkret prototype som ble tatt utgangspunkt i for diskusjon og videreutvikling. Med et så radikalt og komplisert konsept, kan dette ha vært avgjørende for å kommunisere ideen til prosjektdeltakere og omverdenen. I tillegg, etterhvert som en ønsket å selge systemet, fungerte det som et demonstrasjonsanlegg i så måte.

### 5.1.5 Prosjektresultat

Det radikale innovasjonsprosjektet har gjennom årenes løp blitt en stor suksess. I 2018 eksisterer det over 200 anlegg rundt om i hele verden. Distributør nettverket har også vokst og gjennom disse adresseres stadig nye markeder. I 2017 ble selskapet solgt til et større internasjonalt investeringsselskap.

#### 5.1.5.1 TID

Tiden det ville ta å få kommersialisert produktet, var en av de store usikkerhetene i prosjektet. Det eksisterte ikke en konkret målsetning på når. Teknologioppfinner uttaler:

*«Jeg så det for meg langt frem, mye lengre frem enn det faktisk ble. Tenkte at dette vil ta tid å etablere (...) Jeg trodde det kunne bli et verdensprodukt.»*

En i ledelsen på den tiden er enig:

*«Går du til andre og ser hva vi klarte å utvikle på den tida er jo det ekstremt imponerende.»*

Med tanke på kompleksiteten i dette prosjektet anses tiden det tok å utvikle det, som kortere enn forventet.

#### 5.1.5.2 KOSTNAD

En annen bekymring som teknologioppfinner hadde tidlig i prosjektet var at produktet ikke måtte bli for kostbart, slik at en ikke fikk solgt det. Det måtte være økonomi i det. Det var derfor et stort fokus på rimelige løsninger, men det skulle likevel ikke gå på bekostning av kvalitet.

*«Han fant opp ting med et enormt fokus på det, men de komponentene vi brukte; det skulle ikke være rusk. Han gjorde ting i elektronikken, som er ganske «Aha - Stilig!» og vrentge mye ut av det vi lagde, absolutt. Men han skulle ikke ha noe «skitt».»*

Kostnaden på produktet ble absolutt ansett som akseptabel. Dette bekreftes av inntjeningen og markedsetterspørselen i ettertid.

#### 5.1.5.3 KVALITET

I intervjurundene gis det flere eksempler på at kvaliteten som ble sluppet til kunde ikke var tilfredsstillende. Det var i perioder armer og ben og kaostilstander, noe som mest sannsynlig er et resultat av følgende mentalitet som referert:

«Vi durer på og så løser vi problemene etterhvert som de dukker opp»

Likevel er en trend i dette utviklingsprosjektet at en klarer å oppnå stabile leveranser og fornøyde kunder i løpet av rimelig tid.

«Hvis en skal trekke opp en rød linje for holdning og kultur (...) Vi er ikke som strutsen, som tenker at dette går over. Vi står i det. Vi kommuniserer med kunden. Vi sier: Vi er her. Vi har en utfordring, men vi prøver så godt vi kan. (...) Kunden ser at vi får det faktisk til: «Hva er de laget av disse folkene?» Det skaper tillit.»

### 5.1.6 Oppsummering Case-studie A

I Figur 5.3 nedenfor gis det en grov oversikt på hoved leveransene, samt en illustrasjon av de læringsorienterte tilnærmingene nyttet i Case-studie A.

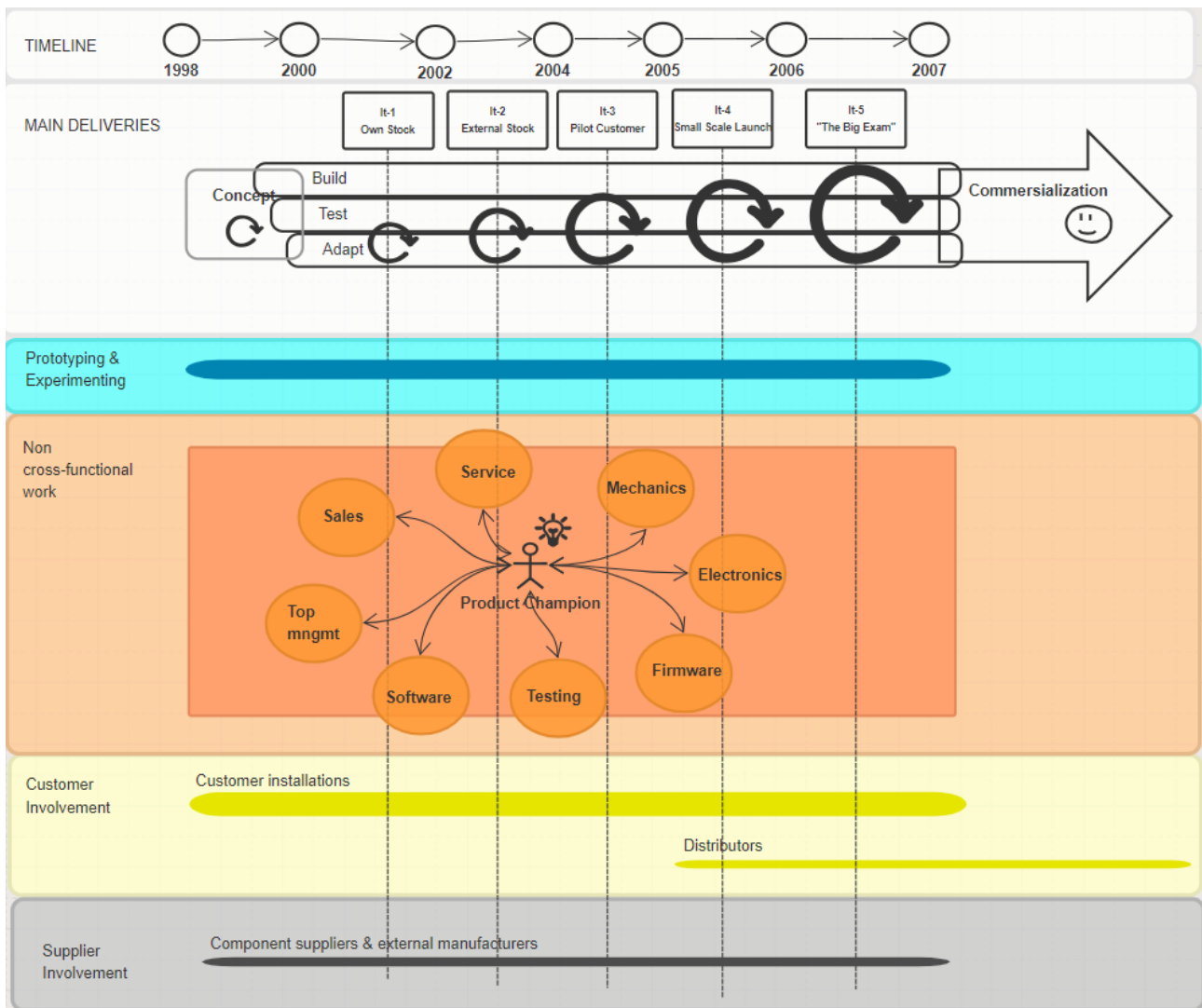
En jobbet *målorientert* og *iterativt*, ikke *faseorientert*. Teknologioppfinner utfordrer seg selv og organisasjonen på stadig større og krevende mål. Hver ny kundeleveranse er hakket mer krevende enn forrige. Teknologioppfinner, som illustreres som *product champion* i Figur 5.3, er den som *prosesserer informasjonen* mellom prosjektdeltakerne i *svært stor grad*. Prosjektdeltakerne føler seg motivert, involvert og det er en enorm innsatsvilje. Ved hver kundeleveranse oppstår det *mye problemer*, men et fellestrekk er at kunden blir fornøyd etter kort tid, da det er et enormt fokus fra organisasjonen og ikke minst teknologioppfinner på å få løst problemene hurtig. Det jobbes på nattestid. Kundene holdes kontinuerlig orientert.

*Kunden* er involvert fra tidlig fase, konseptet skal først og fremst løse et internt behov. I forsetningen skjer utvikling og testing parallelt i drift hos kunde. Dette gjør kunden svært involvert (illustreres ved tykk strek), ved at man på denne måten får raske svar på hvordan utviklingen fungerer. Det søkes *ekspertvurderinger eksternt*, men kun på isolerte områder (illustreres ved en tynnere strek). *Prototyping* og *eksperimentering* er sentralt fra første dag (illustreres ved tykk strek). Teknologioppfinner ønsker raske svar og prioriterer å eksperimentere med det som vurderes som de svake leddene i konseptet.

Datainnsamlingen viser også at det er andre faktorer som er av betydning for prosjektresultatet som ikke kommer frem av figuren:

- ❖ Den menneskelige dimensjonen: Betydningen av teknologioppfinner
- ❖ Den menneskelige dimensjonen: Motivasjon
- ❖ Den menneskelige dimensjonen: Kommunikasjon
- ❖ Støtte fra toppledelsen

Hovedfunnene i Case-studie A analyseres og diskuteres videre i kapittel 6.



**Figur 5.3 Oppsummering Case-studie A (egenprodusert figur)**

## 5.2 Case-studie B - Evolusjonær innovasjon

### 5.2.1 Ide og konsept

Etterhvert som salget av det automatiserte lagersystemet i Case-studie A begynte å ta av, kom det stadig nye behov fra markedet. Et av behovene gikk ut på å kunne transportere kassene til en annen etasje enn der hvor selve kuben var lokalisert, det være seg opp eller ned en etasje. Selve arbeidsstasjonene hvor kassene ble presentert til plukker skulle være lokalisert på et nivå over eller under selve kubeinstallasjonen og dette ville kreve en tilkoblet heis som skulle transporterte kassene til stasjonene. I tillegg ønsket en kunde at disse arbeidsstasjonene måtte være smale i utformingen, slik at flere kunne stå ved siden av hverandre og en person dermed kunne håndtere flere slike stasjoner samtidig. Et særtrekk for dette prosjektet var at konseptet ikke var klart nok definert i startfasen. Langt ut i prosjektet hadde en fortsatt uavklarte spørsmål med tanke på bruksområder for arbeidsstasjonen.

*«Det var ullent definert, for selv langt ute i prosessen var det ikke klarhet om du skulle fokusere på om arbeidsstasjonen skulle være plassert over eller under grid»*

### 5.2.2 Usikkerhet

#### 5.2.2.1 TEKNOLOGI

Selve heisen som skulle transportere kassene hadde en lagd en prototype av til en salgsmesse før dette prosjektet ble en realitet, så her hadde en allerede samlet noe erfaring og gjort seg opp klare tanker om hvordan den skulle fungere. Arbeidsstasjoner for plukkere hadde en også utviklet før, men prinsippet som ville endre seg med denne arbeidsstasjonen var at heisen skulle presentere kassen, ikke roboten slik tilfellet var for de eksisterende arbeidsstasjonene. Teknologien var kjent og usikkerheten tilknyttet dette konseptet ble ikke regnet for veldig stor. Løsningen skulle bygges på kjente konsepter med tanke på heising og motorer. Elektrisk sett ble heller ikke denne arbeidsstasjonen regnet som komplisert.

*«Det var ikke noe nytt i den forstand. Jo, litt nytt med noen mekaniske deler (...) Men ellers så var det gjenbruk.»*

Det som imidlertid ble kjent utover i prosjektet var at summen av alle disse delene, som en hver for seg regnet som sikre, ble i sum litt for svake. Grensesnittet mellom disse to modulene skulle også vise seg å bli en kritisk overgang, som hadde blitt undervurdert og hvor det oppstod en god del problemer. Selv om usikkerheten knyttet til teknologi i utgangspunktet var regnet som *lav*, viste det seg altså utover i prosjektet at den burde vært vurdert *høyere*, til *medium*.

### 5.2.2.2 MARKED

Produktet var allerede solgt og flere hadde etterspurt slike løsninger når en satte i gang utviklingsprosjektet. Det var derfor ingen tvil om at det ville være marked for et slikt produkt. Det var imidlertid knyttet stor usikkerhet til kundekravene, i form av at disse ikke var klart definert. En hadde fått presentert krav om at arbeidsstasjonen måtte være smal i utformingen, men hvilket krav til ytelse, det vil si kasse presentasjoner per time, forelå ikke. Heller ikke antydning om akseptabel kostpris. En del uklare momenter ved inngang og langt ut i prosjektet gjør derfor at usikkerheten vurderes til *medium* knyttet til marked.

## 5.2.3 Produktutviklingsprosessen

### 5.2.3.1 PROSJEKTFASER

#### 5.2.3.1.1 Konseptskisse

Ved oppstart av prosjektet foreligger det konseptskisser av løsningen. R&D opplever premissene for designet spikret fra Salg; arbeidsstasjonen må være smal. Salg opplever at R&D bekrefter at dette er løsbart. Prosjektgruppen går dermed i gang med utviklingen, men det viser seg at det fortsatt eksisterer uavklarte spørsmål rundt selve konseptet:

*«Selv langt ute i prosessen var det ikke klarhet om <arbeidsstasjonen> skulle stå over eller under grid. (...) Ganske store spørsmål som ikke var avklart. Var i en «limbo state» når du utviklet hardware»*

I den grad man kan si at prosjektet gjennomgår en konseptfase, er denne i tilfelle svært begrenset til å involvere teknologioppfinner og mekaniske ingeniør og består ikke av annet enn noen konseptskisser. Ingen videre avklaringer blir gjort for å definere målsetningene.

#### 5.2.3.1.2 Sekvensiell utvikling

Utviklingen i første del av prosjektet ser ut til å ha bestått av sekvensielle aktiviteter, i form av at mekanikk først eier prosjektet for å detaljere og produsere frem en prototype. Når prototypen står klar, utvikles elektronikk og deretter overtar personen som skal utvikle firmware for å få den til å kjøre. Denne personen har så fokus på å få produktet kjørbart til ekstern godkjenning. Ut fra intervjuene tegnes det et bilde av at aktivitetene gjennomføres isolert, dvs. at informasjonsutvekslingen mellom dem er svært begrenset. Etter at produktet har vært til ekstern godkjenning, blir det tatt en beslutning om at firmware delen må skrives om, i tillegg tvinger det seg

frem justeringer mekanisk, fordi en innser at prototypen ikke fungerer i praksis. Den er for ustabil og bryter sammen etter kort tids kjøring.

*«Kunne ikke ha langtidstester for den bryter ned mekanisk etter en time. Får ikke testet firmware om den var stabil, for du har så mange løse faktorer.»*

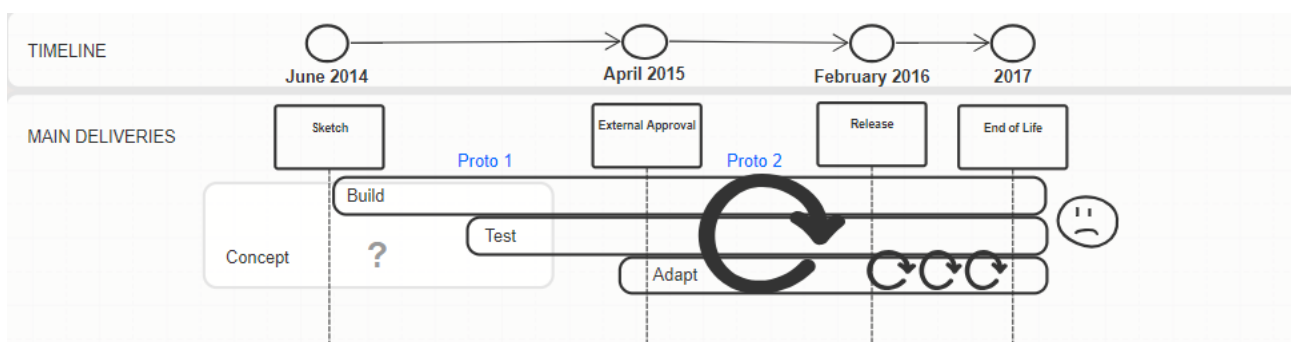
På dette tidspunktet er det ca. 5 måneder igjen til leveranse (leveransen blir i ettertid forskjøvet på grunn av forsinkelser hos kunden). Det blir laga en prototype nummer 2, men mekanisk sett er det kun mulighet til å gjøre «flikking» på grunn av tidspress. Personene som er ansvarlige for software, firmware og mekanikk jobber i perioden frem mot leveranse *svært integrert*, hvor den mekaniske ressursen får *løpende tilbakemelding* på testingen som gjøres. Når produktet installeres er det blitt gjennomført noe testing internt, men ikke i så stor grad som det burde.

*«Vi testa i Hall 1, men det var ikke mange sykluser vi hadde kjørt»*

Det oppstår problemer fra dag en ute hos kunde. Mekanisk blir deler i arbeidsstasjonen ødelagt, noe som setter arbeidsstasjonen ut av drift. Dette skaper mye støy fra distributør.

*«Du hadde å gjøre med ganske store krefter i heisen. Når dette gikk galt, så ble ting ødelagt mekanisk (...)»*

I ettertid følger en periode med fokus på å få modifisert og stabilisert arbeidsstasjonene som installeres, før det til slutt tas en beslutning om å stoppe videre salg av produktet.



**Figur 5.4 Tidslinje og leveranser i Case-studie B (egenprodusert figur)**



### 5.2.3.2 UFORMELL PROSESS

På tidspunktet hvor dette prosjektet settes i gang, har organisasjonen vokst. Oppgavene skulle fordeles mer - alt kunne ikke gå igjennom teknologioppfinner sitt kontor.

*«Dette prosjektet har blitt et symbol på at vi skulle inn i nye tider, men vi var ikke klar ...»*

*«Vi var ikke moden nok til å kjøre det uten <teknologioppfinner>»*

I motsetning til de andre prosjektene som hittil var gjennomført, ble oppgavene og ansvaret i dette prosjektet fordelt på flere i større grad, uten at teknologioppfinner skulle holde i det. Det ble utnevnt en prosjektleder. Han skulle samtidig også bidra som utvikler. Noen formell prosess for prosjektstyringen var ikke etablert. Det var ikke lagt opp til rapportering, foruten den uformelle kontakten mellom prosjektleder og teknologioppfinner, som igjen informerte toppledelsen i styringsmøter. Det ble utarbeidet en prosjektplan i smartsheet, men det var ikke noe videre oppfølging av denne:

*«Dette ble mest gjort for å legge press på han som jobbet i Estland. Slik at han visste hva han hadde å forholde seg til»*

Det kommer frem av intervjuene at det opplevdes som om prosjektet ikke var eid av noen. Det ble tettere oppfølging på slutten, men da var det tidspress og kun 5 måneder til noe skulle leveres.

*«Det var ingen som eide det (...) Det seilte sin egen sjø vil jeg si»*

### 5.2.3.3 DISTRIBUTERT TEAM

Det ble ansatt en ny person i Estland som skulle jobbe med firmware for selve arbeidsstasjonen. Personen ansvarlig for elektronikk var også lokalisert i Estland. På sitt kontor fikk de etterhvert på plass et lite minianlegg med kube, heis, arbeidsstasjon og robot. Det ble lagt opp til at de månedlig skulle ha en periode hvor de skulle jobbe samlokalisert i Norge. Personen ansvarlig for mekanikk var innleid konsulent. Han var svært opptatt med andre ting og hadde kun tilmålt tid å vie prosjektet. De månedlige treffene fungerte imidlertid ikke som noen milepæler i prosjektet og det ble etterhvert til at firmware personen i Estland ikke reiste så mye over til Norge likevel.

*«Han skulle egentlig vært mer <på hovedkontoret> jevnlig, men han tok ikke de turene. Hadde han gjort som han skulle, så hadde det vært mye bedre. Og han skulle hatt en annen oppfølging herifra, så hadde det gått både fortere og bedre.»*

## 5.2.4 Læringsorienterte tilnærminger

### 5.2.4.1 KRYSSFUNKSJONELT SAMARBEID

#### 5.2.4.1.1 Kommunikasjon mellom fagdisiplinene

Det som spesielt utpeker seg i dette prosjektet er at ressursene innenfor mekanikk, firmware, elektronikk i utviklingsteamet jobbet veldig isolert med sine områder i første del av prosjektet. Det eksisterte svært liten feedback mellom fagdisiplinene. Et eksempel som illustrerer dette er når kabler og kontrollboks skulle plasseres på den fysiske prototypen:

*«Når det skulle over til å realiseres, så var det jo graverende med tanke på hvor det var mulig å legge kabler, hvor vi kunne plassere kontrollboksen. Det var ikke tatt hensyn til noe av det.»*

Etterhvert som maskinen begynte å kjøre i Estland, oppstod det problemer i form av at det mekanisk ikke fungerte godt, men fraværende kommunikasjon mellom disiplinene fører til at dette ikke blir tatt tak i:

*«Firmware skulle bli gjort av en nyansatt i Estland. Han kjente ikke <mekanisk ansvarlig> så godt. De var ikke tett knytta. I tillegg var ikke han så mekanisk (...) Klarte ikke å belyse svakhetene som gjorde at mekanikken ikke fungerte. Når reima hoppet av for eksempel, fikset han det bare.»*

Svakhetene i mekanikken som oppstod under kjøring, ble altså ikke videreformidlet og det ble derfor ikke tatt aksjon eller utbedret. Det ble fokusert for lite på den mekaniske ustabiliteten tidlig i prosjektet. Tidspunktet for når tilstanden til produktet for alvor blir kjent er først når produktet er til ekstern godkjenning. For å få produktet gjennom testen må det hele veien gjøres manuelle grep og lirkes til for å få fullført testen. I etterkant av testen slutter personen i Estland og firmware utviklingen blir overtatt av to andre, hvorpå mye av koden forkastes og gjøres på ny. I tillegg lages en ny versjon av prototypen, hvor høyden på den økes for å få mer luft.

#### 5.2.4.1.2 Kommunikasjon mellom R&D, Salg og Service

På grunn av kravet om den smale utformingen for at arbeidsstasjonene skulle kunne stå så tett, blir det mekanisk et svært komplisert produkt. Det blir trangt og de mange delene produktet består av gjør det vanskelig å få produktet nøyaktig nok, noe som viser seg ekstremt viktig for at overgangen mellom heis og arbeidsstasjon skal kunne fungere. Salg på sin side er ikke klar over at dette kravet er med å skape et mekanisk ustabil produkt. De var ikke involvert i utviklingsprosessen før mot slutten.

*«Vi burde sikkert hatt flere avklaringer underveis. Jeg har hørt i ettertid at litt av grunnen til at dette ble så vanskelig å utvikle var at de skulle stå så tett. Dette hørte ikke vi på Salg før etter den var ferdig utviklet. Der burde en kanskje gått tilbake igjen; «Er det virkelig nødvendig at de står så tett? Det gir oss en kjempeutfordring i designet for å få dette stabilt». Da kunne vi kanskje sagt at da får vi fire på dette kravet, men så lenge dette ikke kom opp og vi aldri fikk diskutert det, så forstår en ikke konsekvensen av det og det blir ikke stoppet. (...) Jeg har ikke hatt en oppfatning av at en har utviklet et produkt som en ikke hadde tro på. Jeg solgte jo dette produktet dessverre.»*

Service var heller ikke involvert i prosjektet før helt mot slutten da de fikk demonstrert prototypen.

*«Fra service sin side så vi masse leamikk, som går helt på kant av det som vi prøver å gjøre hos oss; prøve å bruke få standard deler for å få det til å virke og lite leamikk. Her var det masse leamikk og komplisert (...) Det var langt inn i prototypen, før vi får et bilde hvor komplisert denne <arbeidsstasjonen> er. Det nærmet seg slutten. Det var ikke rom for design endringer.»*

#### 5.2.4.2 INVOLVERING AV KUNDE

##### 5.2.4.2.1 Konsept- og utviklingsstadiet

Distributør og kunde var ikke involvert i prosessen, annet enn at de hadde kommet med en bestilling på en smal arbeidsstasjon med heis. Som nevnt ovenfor ser Salg i ettertid at her burde en gått flere runder med Distributør for å undersøke hvor viktig dette kravet var, gitt den informasjonen som kom frem i ettertid om at dette kravet gjorde det vanskelig å utvikle frem en stabil arbeidsstasjon. Når dette imidlertid ikke blir et tema, og Salg videre ikke er involvert i utviklingsprosessen, ender en opp med et produkt som viser seg til slutt å ikke være det riktige.

##### 5.2.4.2.2 Test stadiet

Når produktet blir lansert, blir det installert direkte i drift hos kunde. Det har gjennomgått noe testing internt, men tidspresset en får mot slutten på grunn av firmware omskrivninger og mekaniske justeringer, gjør at kvalitetssikringen ikke blir tilstrekkelig. Kunden aner ikke at produktet som blir levert er en nylansering. De forventer et stabilt og operativt system.

*«Det lå ingen avtale om at det var et testprosjekt. Kunden forventet at det skulle fungere fra dag en»*

Kundene opplever derimot problemer fra første stund. På grunn av ustabiliteten og unøyaktighetene i overgangene mellom heis og arbeidsstasjon, oppstår titt og ofte mekaniske

kollisjoner mellom disse to modulene. Når i tillegg kraften til heisen er så stor, blir mekaniske deler ødelagt hver gang dette skjer og arbeidsstasjonen settes ut av drift, noe som får store konsekvenser for kundene.

#### 5.2.4.3 INVOLVERING AV LEVERANDØR

##### 5.2.4.3.1 Komponent leverandører

Eksterne komponent leverandører blir ikke involvert i dette prosjektet, mest på grunn av at det ble vurdert slik at produktet ikke bestod av noe særlig nytt som måtte undersøkes eller som en hadde behov for informasjon om.

##### 5.2.4.3.2 Eksternt godkjenningsorgan

Et eksternt godkjenningsorgan var tidlig involvert i forhold til å vurdere sikkerheten på maskinen og som resultat av deres vurdering ble det innført luke på arbeidsstasjonen, for å hindre plukkeren tilgang til farlig område. I og med at dette skjedde tidlig i prosessen, fikk en sikret at dette punktet var under kontroll når produktet skulle til godkjenning.

##### 5.2.4.3.3 Produksjon

På tidspunktet for dette prosjektet hadde organisasjonen etablert en egen produksjonsfabrikk i form av et datterselskap i Polen. Det var imidlertid ikke noe tett samarbeid mellom prosjektet og produksjon for å forberede serieproduksjon.

*«Fokus på produksjonsprosessen var der ikke, men ideen om at Polen skulle overta den var til stede.»*

Mekaniske deler til den første kunde installasjonen ble bestilt hos et lokalt mekanisk verksted. Påfølgende bestillinger, som kom i etterkant av den første installasjonen, ble også bestilt og produsert hos denne lokale leverandøren:

*«Selv om en hadde første prototype ute hos kunde, så hadde en fortsatt ikke underlag klart til å «shippes» over til Polen for å overta produksjonen. Den var ikke ferdig i den forstand (...) Det ble på det tidspunktet relativt klart at dette var et feilet produkt. Dette kommer ikke til å bli en suksess. Dette har vi ikke lyst å selge. Da er det ikke poeng å overføre det til produksjon.»*

Selv om en tidlig ser at produktet ikke vil bli en suksess, skal det fortsatt bli solgt 16 flere slike arbeidsstasjoner til ulike kunder rundt om i Europa på grunn av stor etterspørsel. I og med at produksjonsunderlaget aldri blir klargjort for serieproduksjon i Polen, bestilles disse av den lokale mekaniske bedriften, hvis produksjon i utgangspunktet ikke egner seg for serieproduksjon. Nøyaktigheten i det som produseres og sammenstilles holder ikke mål i enkelte tilfeller. På grunn av arbeidsstasjonens høye krav til nøyaktighet i utgangspunktet, er også disse kvalitetsavvikene med å bidra til at mekaniske kollisjoner forekommer ute hos kunde.

#### 5.2.4.4 PROTOTYPING OG EKSPERIMENTERING

Det blir i starten spunnet opp to prototyper for arbeidsstasjonen; en som blir sendt til Estland og en som beholdes i Norge. Den første prototype iterasjonen tar *svært lang tid*. Når en først endelig får klarhet i tilstanden og test resultatene er det sent i prosessen og datoen en skal levere til kunde nærmer seg med stormskritt:

*«Vi burde på et tidspunkt sagt at denne mekanikken kommer ikke til å være forenlig med et fornuftig produkt. (...) Burde ristet i den og sagt at dette går ikke. Men her kom det for sent inn, slik at dette ikke var mulig. Da ble det flikking og flikking - og så ble det levert til kunde. Og ute hos kunde har det også vært en hel del flikking for å få den mekanisk akseptabel. Brukbar.»*

I tillegg kom en også sent i gang med å teste grensesnittet mot heisen, noe som skulle vise seg å bli en kritisk overgang og kilden til mange av problemene. At grensesnittet mot heisen skulle bli et problem var undervurdert fra starten:

*«I vår verden skulle det fungere fint, men i praksis så bulte kassene og ting «hooket» seg opp. Ting vi ikke var klar over rett og slett og som vi egentlig kanskje ikke kunne forutse heller. Teoretisk skal jo kassene kontrolleres før de blir satt inn i <lagersystemet>, men i praksis er det mange som ikke gjør det. Skeive kasser; det hadde ikke heisen og <arbeidsstasjonen> marginer til»*

### 5.2.5 Prosjektresultat

#### 5.2.5.1 TID

Med tanke på at første prototype iterasjon tar svært lang tid, kan det virke som om dette prosjektet tar mer tid enn nødvendig.

*«Men jeg opplevde det ikke veldig intensivt i starten.»*

### 5.2.5.2 KOSTNAD

Produktet viste seg til slutt å bli veldig dyrt å produsere. Mye skyldes nok at en ikke fikk overført produksjonen til Polen og måtte benytte dyre lokale leverandører. Men en annen årsak var at arbeidsstasjonen bestod av svært mange deler, som var med å øke produksjonskostnaden.

### 5.2.5.3 KVALITET

Produktet blir ikke godt mottatt i markedet, nettopp på grunn av at det er for ustabil og har for mye tid ute av drift. Etterhvert får en stabilisert produktet, men det koster for mye å ha for mange slike produkter å følge opp. På et tidspunkt tas det en beslutning om å avslutte salget og utvikle en erstatning.

*«Det var jo egentlig det vi gjorde; sendte ut noe halvferdig, og så måtte vi reise rundt i Europa å fikse opp etter oss og det er 10 ganger så dyrt.»*

## 5.2.6 Oppsummering Case-studie B

I Figur 5.5 nedenfor gis det en oversikt på hovedlinjene og de læringsorienterte tilnærmingene i Case-studie B. *Konseptet var ikke klart nok definert*, da en startet utviklingen. Viktige avklaringer gjensto, som hemmet fremdriften og som gjorde at man brukte tid på funksjonalitet som viste seg til slutt å ikke være nødvendig. I tillegg var det *lav grad av informasjonsdeling* mellom de distribuerte prosjektdeltakerne i første utviklingsfase av prosjektet (illustreres med de stiplede pilene). Tilbakemeldinger fra testing uteblir og en får dermed ikke avdekket svakheter og tilpasset utviklingen. Første prototype iterasjon tar derfor langt tid og preges av å være isolerte *sekvensielle aktiviteter*.

Etter at produktet har vært til ekstern testing, skjer det en endring i måten å jobbe på.

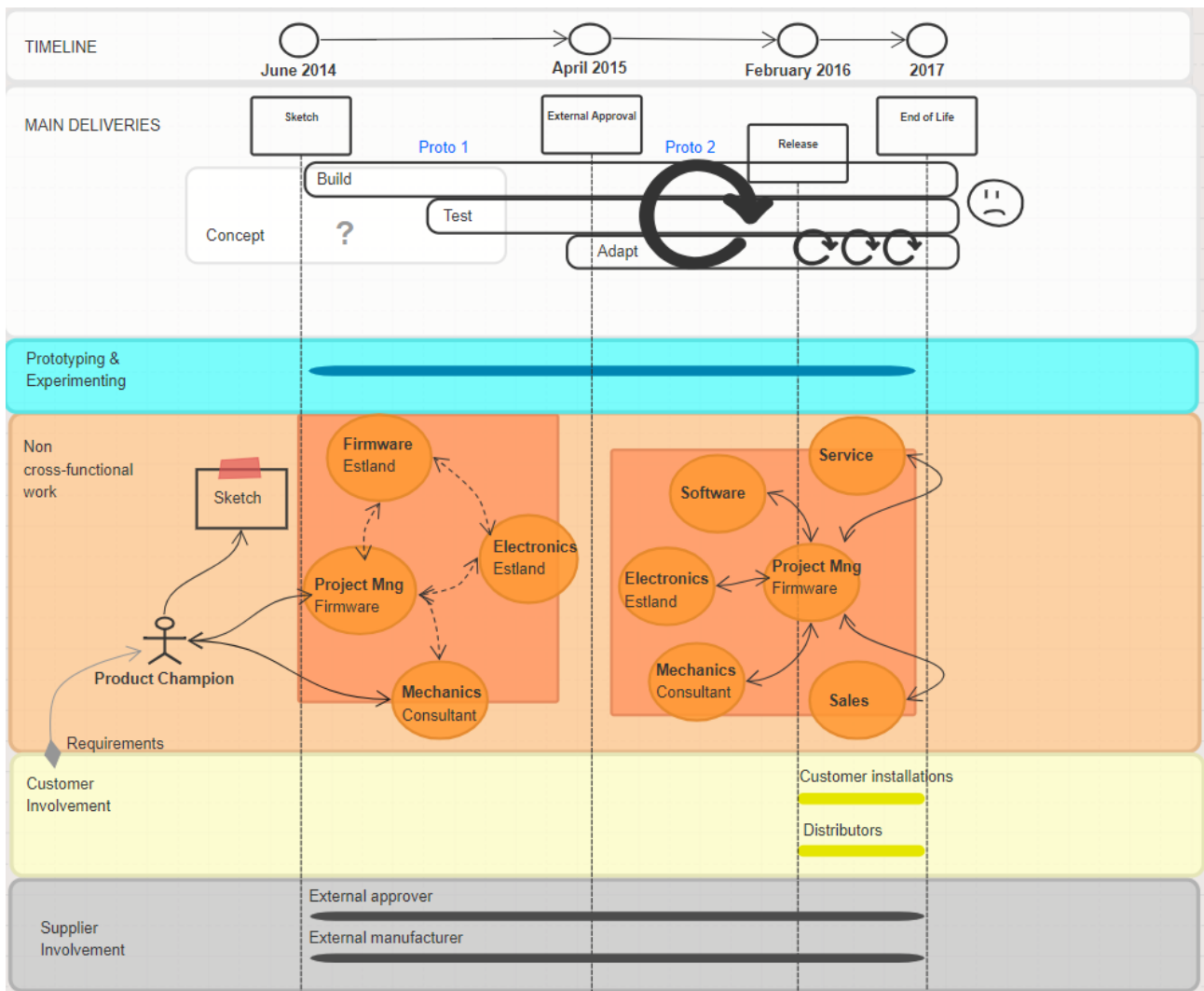
Prosjektdeltakerne samhandler i større grad og jobber tettere på hverandre (illustreres med svarte piler). Prosjektleder integrerer informasjonen. Service og Salg får en demo av produktet, men det nærmer seg leveranse og det er ikke tid til å ta hensyn til større endringer. En ny prototype iterasjon gjennomføres, men blir ikke testet tilstrekkelig før den installeres hos kunde. Kunden opplever produktet som uferdig og det oppstår problemer i drift. Produktet må følges opp og stabiliseres i lengre tid etter leveranse. Til slutt blir produktet trukket fra markedet.

Videre viser figuren at *kunde* ikke involveres, annet enn at initielle krav legger føring for konseptet. Det blir ikke gått flere runder for å verifisere konseptet mot kunde eller Salg. *Eksperimentering og prototyping* foregår i mindre grad (illustreres med en tynn strek), ved at en får testet første prototype for sent til at det er mulig å kunne ta større aksjon på svakhetene som oppdages. Det blir flikking på et feilet konsept. Eksperimentering blir ikke benyttet i konseptfasen på grunn av at usikkerheten knyttet til konseptet blir vurdert lavere enn den faktisk er. *Eksternt godkjenningsorgan* blir involvert fra start i utviklingsfasen og en får dermed integrert endringer knyttet til sikkerhetslücke, uten å måtte gjennomføre ekstra prototype iterasjon. *Produksjonsavdelingen* er ikke involvert i løpet av prosjektet. Mekanisk produksjon utføres hos en *lokal leverandør*, både hva angår prototyper og serieproduksjon.

Datainnsamlingen viser også at det er andre faktorer som er av betydning for prosjektresultatet som ikke kommer frem av figuren:

- ❖ Den menneskelige dimensjonen: Relasjoner
- ❖ Den menneskelige dimensjonen: Kommunikasjon
- ❖ Distribuert team
- ❖ Deltidsressurser

Hovedfunnene i Case-studie B analyseres og diskuteres videre i kapittel 6.



Figur 5.5 Oppsummering Case-studie B (egenprodusert figur)



## 5.3 Case studie C - Evolusjonær innovasjon

### 5.3.1 Ide og konsept

Med bakgrunn i støy fra kundene og mengden tekniske problemer som oppstår i etterkant av at produkt B er sluppet på markedet, blir det relativt tidlig klart at en må stoppe salget av dette produktet og komme med en erstatting. Selv om en etterhvert klarer å stabilisere produktet ute hos kundene, blir det et altfor ustabil, komplisert og kostbart produkt å ha i porteføljen. I løpet av prosessen med å utvikle produkt B, har en hatt flere ideer til hvordan en kunne oppnådd en mer robust og enkel løsning. Fellesnevneren var imidlertid at den måtte være bredere enn dagens løsning, da det ble ansett som umulig å få til en bedre løsning med den smale utformingen, når den i tillegg skulle være koblet til heis.

*«Vi så at dette kan vi jo egentlig bare gjøre med en arm, som blir mye enklere og mye tryggere. Så det var vel slik det begynte ...»*

### 5.3.2 Usikkerhet

#### 5.3.2.1 TEKNOLOGI

Det er mye som er lært fra Produkt B; man kjenner de enorme kreftene i heisen, man vet at overgangen mellom heis og arbeidsstasjon er et kritisk ledd og man vet at det må konstrueres et enklere og mer robust konsept for å øke driftsstabiliteten til arbeidsstasjonen. Gjennom *erfaring* har organisasjonen tilegnet seg verdifull informasjon, som er med å redusere usikkerheten i og med at man vet mye mer om hva som kreves av løsningen. Kravene knyttet til tekniske spesifikasjoner er dermed mindre usikre. Arbeidsstasjonen vil være enklere og mindre kompleks enn den forrige. Likevel så er det en helt ny arbeidsstasjon som skal utvikles og den skal baseres på *et helt nytt teknisk konsept*. Det gamle konseptet forkastes. Usikkerheten knyttet til teknologi er derfor *medium* også for dette prosjektet.

#### 5.3.2.2 MARKED

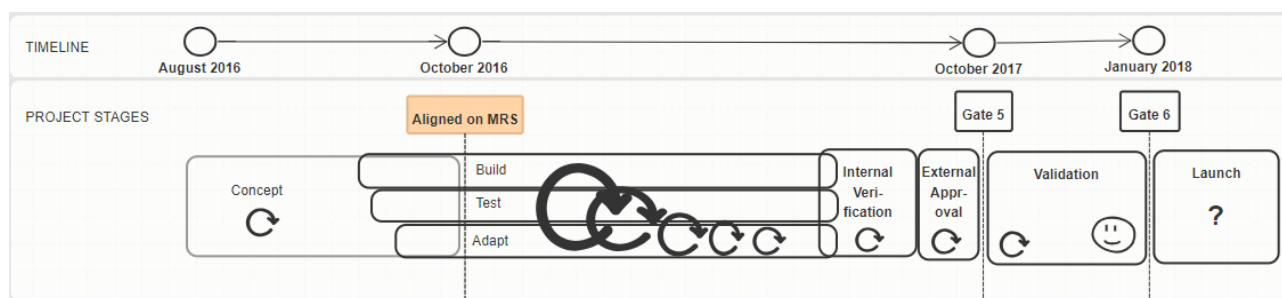
Med tanke på at det allerede eksisterer et produkt på markedet som dekker samme behov, er kravene fra markedet velkjent og det er lav usikkerhet knyttet til funksjonelle krav. Tidlig i konseptfasen foreligger dermed en oversikt på hvilke funksjonelle krav Salg og markedet ønsker denne arbeidsstasjonen skal imøtekomme, i form av et formelt dokument som internt kalles for *Market Requirement Specification (MRS)*. I tillegg opplever en stor etterspørsel etter en slik

heisløsning og har ved oppstart flere potensielle prosjekter i pipeline. Målgruppen og markedet er klart definert. Usikkerheten vurderes som *lav*.

### 5.3.3 Produktutviklingsprosessen

#### 5.3.3.1 PROSJEKTFASER

Prosjektfasene i Case-studie C illustreres i Figur 5.6 nedenfor. En nærmere beskrivelse følger i avsnittene under.



**Figur 5.6** Tidslinje og prosjektfaser i Case-studie C (egenprodusert figur)

##### 5.3.3.1.1 Konseptfase med eksperimentering

I startfasen av prosjektet foreligger en klar ide om hvordan denne arbeidsstasjonen kan utformes, i tillegg er det aksept for at denne løsningen kan være bredere enn forrige løsning, noe som gjør den mekanisk enklere og mer gjennomførbar. I tillegg har Salg utvidede krav til denne arbeidsstasjonen, blant annet at den skal ha en ergonomisk utforming i form av at kassene skal tiltes på skrå når de presenteres plukker og det er krav til hvor mange kasser den skal presentere i timen. Det foreligger en MRS med detaljerte krav i fra Salg. R&D benytter konseptfasen til å undersøke om det er mulig å imøtekomme disse kravene. Det blir eksperimentert med enkle prototyper av svingarmen, som er et kritisk element å få avklart, med tanke på om videre utvikling kan baseres på dette konseptet.

##### 5.3.3.1.2 Utvikling og testing parallelt

Konseptfasen tar lengre tid i dette prosjektet sammenlignet med produkt B. Likevel er konseptet gjennomarbeidet og forventningene mellom Salg, R&D og Service er avstemt. Det eksisterer trygghet for at konseptet er gjennomførbart med tanke på at en allerede har eksperimentert med et kritisk element. Karakteristisk for utviklingsfasen er at prosjektteamet jobber tett. Når designet utarbeides gjennomføres *design reviews* hvor blant annet mekanikk, elektronikk og firmware er til stede. Prototypen testes kontinuerlig og modifiseres basert på testresultatene (*build, test, adapt*). Det

blir *tidlig* satt opp en sammenstilling av en frittstående kombinasjon av heis og arbeidsstasjon, som testes og stadig kompletteres med hensyn på funksjonalitet. Etterhvert blir denne integrert i test anlegget, slik at en får utført integrasjonstester i system. *Service* utarbeider en test plan og gjennomfører en *intern verifisering* mot slutten av prosjektet. En fra *Service* uttaler:

*«For første gang opplevde jeg at testing ble tatt seriøst.»*

Underveis i prosessen må en gjøre nye revisjoner av elektronikk og det skjer også modifiseringer i den mekaniske konstruksjonen.

#### *5.3.3.1.3 Klargjøring til serieproduksjon*

En mekanisk ingeniør som jobber ved produksjonsbedriften i Polen, bli involvert halvveis i prosjektet for å starte bearbeiding av produksjonsunderlag, det være seg blant annet arbeidstegninger, sammenstillingstegninger og stykk lister. Det er innført et internt krav om at det er 0-serie produktet som skal sendes til ekstern godkjenning og så lenge produksjonsbedriften estimerer 3 måneder på å produsere et slikt 0-serie produkt, må det mekaniske produksjonsunderlaget utarbeides parallelt i utviklingsfasen. Endringer og justeringer må gjøres på dette underlaget etterhvert som endringer skjer på utvikling.

#### *5.3.3.1.4 Ekstern godkjenning og validering hos kunde*

Produktene som er produsert ved egen produksjonsfabrikk i Polen leveres til ekstern godkjenning og til validering hos kunde. To kunder som allerede har produkt B får erstattet en av arbeidsstasjonene med produkt C. Kundene er klar over at produktet er til test og at de må regne med eventuelle ustabiliteter som følge av dette. Valideringsperioden er 1 - 2 måneder. Produktet består produktgodkjenningen hos ekstern leverandør. Pilotkundene rapporterer minimalt med problemer og produktet får gode tilbakemeldinger i valideringsrapportene (se Vedlegg B).

#### *5.3.3.1.5 Lansering*

Produktet blir lansert offisielt til distributører for salg i henhold til revidert prosjektplan. Produksjon i Polen har da underlaget klart til å starte serieproduksjon.

### 5.3.3.2 FORMELL OG FLEKSIBEL PROSESS

Samtidig med at organisasjonen vokser internt, utvides også det globale partner nettverket. Dette presser frem økt behov for styring og tettere oppfølging av nye prosjekter. Det faktum at produktene

ved ferdigstillelse skulle lanseres globalt, satte enda høyere krav til kvalitet enn før. Det ville være svært kostbart å lansere feil produkter, eventuelt følge opp produkter med lav kvalitet rundt omkring i hele verden. En mer formell prosess rundt styring av prosjekter forelå derfor på dette tidspunktet og dette var et av de første prosjektene som skulle gjennomføres etter et «strengere» regime, hvor en prosjektleder var ansvarlig for å styre prosjektet i henhold til prosess. En nyansatt prosjektleder, fra software bransjen leder utviklingen av Produkt C.

Ved inngangen til prosjektet var det blant annet krav om:

- ❖ MRS fra Salg
- ❖ Detaljert prosjektplan
- ❖ Tverrfaglige design reviews i løpet av prosessen
- ❖ Produksjonsunderlaget skulle være klart ved lanseringstidspunktet
- ❖ Service skulle være involvert i testingen internt

Utover disse kravene var det imidlertid opp til prosjektleder å definere planen og gjennomføre utviklingsprosessen. Det var ingen beslutningspunkter, formell rapportering eller styringsgruppemøter. Kun sporadisk overordnet rapportering til utviklingssjef, som videre oppdaterte status i ledermøter.

Det er ingen krav til design spesifisering i forkant av utviklingsfasen. Utviklingen karakteriseres av å være en iterativ prosess, hvor det kontinuerlig handler om å optimalisere produktet ved å tilføre stadig nye funksjoner (ref. avsnitt 5.3.3.1.2 Utvikling og testing parallelt).

#### 5.3.3.2.1 Agile-Stage-Gate Hybrid modell

Når det er ca. 5 måneder igjen av prosjektet, innføres en ny utviklingsprosess, som baseres på Agile-Stage-Gate Hybrid modellen. Dette medfører at prosjektet må gjennomføre en obligatorisk valideringsperiode hos kunde og lanseringstidspunktet forskyves derfor 3 måneder som følge av dette. Det gjennomføres et formelt Gate 5 møte (*start market preparations*) og Gate 6 møte (*Release*) med toppledelsen i selskapet.

## 5.3.4 Læringsorienterte tilnæringer

### 5.3.4.1 KRYSSFUNKSJONELT SAMARBEID

#### 5.3.4.1.1 Kommunikasjon mellom fagdisiplinene

I starten på prosjektet ble det etablert et prosjektteam med en person på *firmware, software, elektronikk, mekanikk*. Det avholdes ukentlig prosjektmøter helt fram til valideringsperioden hos kunde starter. En *project backlog* av aktiviteter defineres i *prosjektstyringsverktøyet*, Jira, hvor det opprettes fokus lister, i form av *sprinter*. De aktivitetene som pågår blir tatt med i sprinten. Prinsipper fra scrum benyttes, men man følger ikke alle seremonier som rammeverket legger opp til som til eksempel *daily scrums* og *sprint reviews*. Internt i prosjektteamet, med alle fagdisipliner tilstede, avholdes *design reviews* etterhvert som detaljering av prototyping ferdigstilles. Det blir sett på modeller, vurdert og evaluert på tegnebrettet i flere runder. Flere justeringer blir utført før det blir bestilt deler til prototype. En prosjektdeltaker uttaler:

*«Endelig ble det litt formaliserte design review. Og så hadde vi en prosjektleder, som jeg synes det var greit å forholde seg til. Og så var det første gang vi jobbet i lag som et team.»*

Teamet var samlokalisert og firmware og software ressursen var allokert 100% på prosjektet. Mekanikk og elektronikk ressursene var allokert deltid. Firmware ressursen gav kontinuerlig tilbakemelding til mekanikk og elektronikk ansvarlig under testing.

*«<Firmware ressursen> er jo litt interessert i mekanikken. Han var med og justerte på flagg, sensorer og plassering av utstyr.»*

#### 5.3.4.1.2 Kommunikasjon mellom R&D, Salg og Service

I startfasen av prosjektet bruker Salg, Service og R&D mye tid i lag for å avklare MRS. Salg har satt opp en liste med krav, men R&D ser at visse av disse punktene kan bli vanskelige å imøtekomme og avdelingene blir nødt til å gå flere runder for å bli enige om kravene som skal innfris. Startfasen preges av at det blir gjort en god del viktige avklaringer før selve utviklingen starter. Blant annet utgår kravet om ergonomisk løsning og tiltet kasse til fordel for raskere veksling av kasse og dermed en mer effektiv arbeidsstasjon. Et annet krav som utgår er at arbeidstasjonen skal kunne håndtere å stå over kubene. Ved å snakke tett sammen og få frem konsekvenser tidlig, i stedet for langt ut i utviklingsprosessen unngår man å starte utvikling av «feil» produkt.

Videre i løpet av selve utviklingsprosessen gjennomføres følgende kryssfunksjonelle aktiviteter:

- ❖ Design review før prototype bestilles (Deltakere: Salg, Service, Produksjon)
- ❖ Design review når prototype er installert og kjører (Deltakere: Salg, Service, Dokumentasjon)
- ❖ Service deltar på prosjektmøter gjennom hele perioden.
- ❖ Service deltar på integrasjonstest av produktet (intern verifisering)
- ❖ Service deltar på installering av valideringsproduktene hos kunde

#### 5.3.4.2 INVOLVERING AV KUNDE

##### 5.3.4.2.1 *Konsept stadiet*

Etter perioden med oppfølging av produkt B ute hos sluttkunde, ble det samlet erfaringer som dannet grunnlaget for behovene knyttet til produkt C. Utover denne erfaringen var ikke kunden involvert i startfasen av prosjektet. Salgsavdelingen representerte kunden og kravene i form av en MRS.

##### 5.3.4.2.2 *Utviklingsstadiet*

Kunden ble ikke involvert i det man kan kalle hoved-utviklingsfasen.

##### 5.3.4.2.3 *Test stadiet*

Sluttkunden ble involvert i valideringsperioden i form av at to ulike sluttkunder fikk installert en arbeidsstasjon hver. Produktet var del av operasjonell drift og en fikk på denne måten validert produktet i virkelig miljø i 1-2 måneder før lansering. To ulike distributører ble også involvert i form av at de tok seg av kundekontakten i etterkant av installasjonen og behandlet tilbakemeldingene på valideringen av produktet. Arbeidsstasjonene fungerte stabilt og bra i valideringsperioden og tilbakemeldingene fra sluttkunden på produktet var svært positive.

#### 5.3.4.3 INVOLVERING AV LEVERANDØR

##### 5.3.4.3.1 *Eksternt godkjenningsorgan*

I forhold til sikkerhetsløsningen for denne arbeidsstasjonen blir eksternt godkjenningsorgan involvert for sent i prosessen, slik at det godt ut i utviklingen av elektronikk blir klart at denne må legges om for å oppnå tilfredsstillende sikkerhetsnivå på arbeidsstasjonen. Dette er en av grunnene som nevnes på spørsmål om det er noe som medfører at prosjektet tar lengre tid enn det strengt tatt burde.

*«Ja, det var safety saken. Den kom veldig seint.»*

Denne omleggingen skaper unødig ekstraarbeid og er et eksempel på at om man hadde involvert leverandør på et tidligere stadium, så vil en avdekket dette kravet og dermed unngått en unødvendig iterasjon på elektronikken. Årsaken til at dette ikke ble gjort kan spores tilbake til prosjektleders uerfarenhet med produktutviklingsprosessen.

#### 5.3.4.3.2 Produksjon

En mekanisk ingeniør ved produksjonsbedriften i Polen involveres tidlig i prosjektet og er med på detaljeringen og klargjøringen til produksjon. Imidlertid involveres ikke innkjøpsavdelingen til produksjonsbedriften som har ansvar for å skaffe delene i tide. De går først i gang med sitt arbeid, når detaljert produksjonsunderlag foreligger i sin helhet og releases for innkjøp.

*«<Polsk mekanisk ingeniør> var med å detaljere det. Da hadde vi formening om at da er Innkjøp også å finne priser og sånt. Men så gikk det ut i Februar; at nå må dere sette i gang å lage det. Først da begynte Innkjøp (...) og da ble det slutten av Februar.»*

Ved å sørge for å involvere Innkjøp tidligere i prosessen, kunne det vært potensiale for å spare tid. Årsaken til at Innkjøp ikke ble involvert tidligere kan spores tilbake til prosjektleders uerfarenhet med produktutviklingsprosessen.

#### 5.3.4.4 PROTOTYPING OG EKSPERIMENTERING

Ekspirimentering og prototyping kommer allerede i gang i konseptfasen, da det er avgjørende å finne svar på om den mekaniske armen som skal transportere kassene er kraftig og solid nok. En enkel «mock-up» konstrueres og bygges. Ulike motorer testes ut. På denne måten får man tidlige svar på om det kritiske elementet som konseptet baserer seg på er gjennomførbart. Ved å teste ut dette elementet får man også gode antydninger på hastigheten som produktet vil klare å oppnå i forbindelse med kasse presentasjon, og med dette som input til simuleringsverktøy estimeres ytelsen til det nye produktet i systemet. Løsningen for å kunne presentere kassen på skrå modelleres i CAD verktøy og den ekstra tiden det tar å tilte kassen, får konsekvenser for den totale ytelsen til produktet, som da ligger i underkant av det Salg har satt opp som krav. I og med at disse svarene allerede foreligger i konseptfasen, tar R&D en ekstra runde med Salg angående kravet som gjelder ergonomi: *«Det ergonomiske kravet vil medføre at ytelse går ned. Hvilket krav er det viktigste å prioritere?»*. Salg bestemmer seg for å gå bort i fra kravet om tiltede kasser for å kunne oppnå

bedre ytelse på produktet, da dette kravet har prioritet. Ved tidlig eksperimentering unngår man i dette tilfelle å starte utvikling av «feil» produkt.

Når man har fått positive svar fra testing av det kritiske elementet, designes produktet mer detaljert og prototypen bygges ut med resterende elementer i henhold til design. Videre handler prototypingen om å optimalisere kjøringen og teste ut arbeidsstasjonen under mer og mer krevende omstendigheter.

1. Arbeidsstasjon stand-alone
2. Heis og arbeidsstasjon stand-alone
3. Heis og arbeidsstasjon integrert i lagersystemet

I tillegg handler det om å gradvis optimalisere ved å øke belastning på produktet over lengre og lengre tid.

1. Max load og stabilitet perioder på dagen
2. Max load og stabilitet over natten
3. Max load og stabilitet over en lengre periode

En uttalelse fra en prosjektdeltaker bekrefter at et slikt fokus på testingen var med å sikre kvaliteten:

*«Kvalitet hemmeligheten ligger i å få timer på det. Få anledning til å teste.»*

### 5.3.5 Prosjektresultat

#### 5.3.5.1 TID

Prosjektet var opprinnelig planlagt å ta i overkant av 1 år og utvikle. Ved innføring av ny utviklingsprosess ble det lagt på 3 måneder for å gjennomføre valideringsperioden først, før release. I opprinnelig plan var prøveperioden hos kunde tenkt å utføres parallelt med release, da en antok at eventuelle feil kunne rettes opp på de 3 månedene det vil ta å produsere produktet etter bestilling. Tiden det tar å utvikle produktet oppleves som litt lang for en prosjektdeltaker:

*«Det er litt i lengste laget for et slikt enkelt produkt»*

På den annen side var prosjektet *ferdig* når det ble lansert til markedet. Kvaliteten var verifisert og Produksjon var klar med sitt underlag for serieproduksjon. Ressursene var dermed frigitt til å starte på nye prosjekter. En fra Salg uttaler:



*«Det å få ting ut på markedet så snart som mulig er utrolig viktig. Samtidig vil jeg ikke ha flere <Produkt B> episoder. «Time to market» må være viktig under kontrollerte former. (...) Det er viktigere enn å spare inn 3 måneder.»*

#### 5.3.5.2 KOSTNAD

Produktet ble 36% dyrere å produsere enn kravet fra Salg i MRS. Til gjengjeld var produktet vesentlig rimeligere å produsere enn Produkt B og slik sett ble ett av de viktige målene oppnådd.

#### 5.3.5.3 KVALITET

Krav som produktet skulle innfri var definert i MRS fra Salg. Noen av kravene var målbare, men ikke alle. Kravet til ytelse var målbart og ble innfridd. Det viktige målet, angående å få et stabilt produkt ut på markedet var ikke målbart, men produktet oppnådde svært gode resultater i valideringsperioden med tanke på stabilitet (se Vedlegg B). Produktet ble lansert i forbindelse med feltundersøkelsene for dette studiet og kvalitetsdata fra selve utrulling av produktet er derfor ikke tilgjengelig. Likevel, beslutningen angående å erstatte alle Produkt B installasjonene på markedet, med Produkt C, taler for at produktet internt regnes som et kvalitetsprodukt. En representant fra Salg uttaler:

*«Jeg er veldig fornøyd med kvaliteten på det vi gjorde og det å ha fått et produkt ut hvor kunden smiler etter vi har snudd og reist hjem igjen.»*

#### 5.3.6 Oppsummering Case-Studie C

I Figur 5.7 nedenfor er hovedlinjene i Case-Studie C oppsummert. Dette inkluderer både prosjektfasene og hvilke læringstilnærminger som ble tatt i bruk i de ulike fasene for å redusere risiko.

Et av hovedfunnene er at det *eksperimenteres* og *jobbes på tvers* av fagdisipliner (firmware, elektronikk, software, mekanikk) og funksjoner (R&D, Salg og Service) i *konseptfasen* av prosjektet. Man får tidlige svar hva gjelder det kritiske elementet i konseptet, samt at man ved å ta flere runder på kravene fra Salg får avklart prioritet og sikret at alle er enige om hvilke forventninger til produktet som skal gjelde. Man sikrer på denne måten kortere implementeringstid, i form av at ressursene blir brukt på å implementere riktig funksjonalitet.

Selve prosessen er formell, men fleksibel. Dette kommer til uttrykk gjennom en *iterativ utviklingsprosess*, hvor det samtidig er visse krav til dokumentasjon og gjennomføring, som til

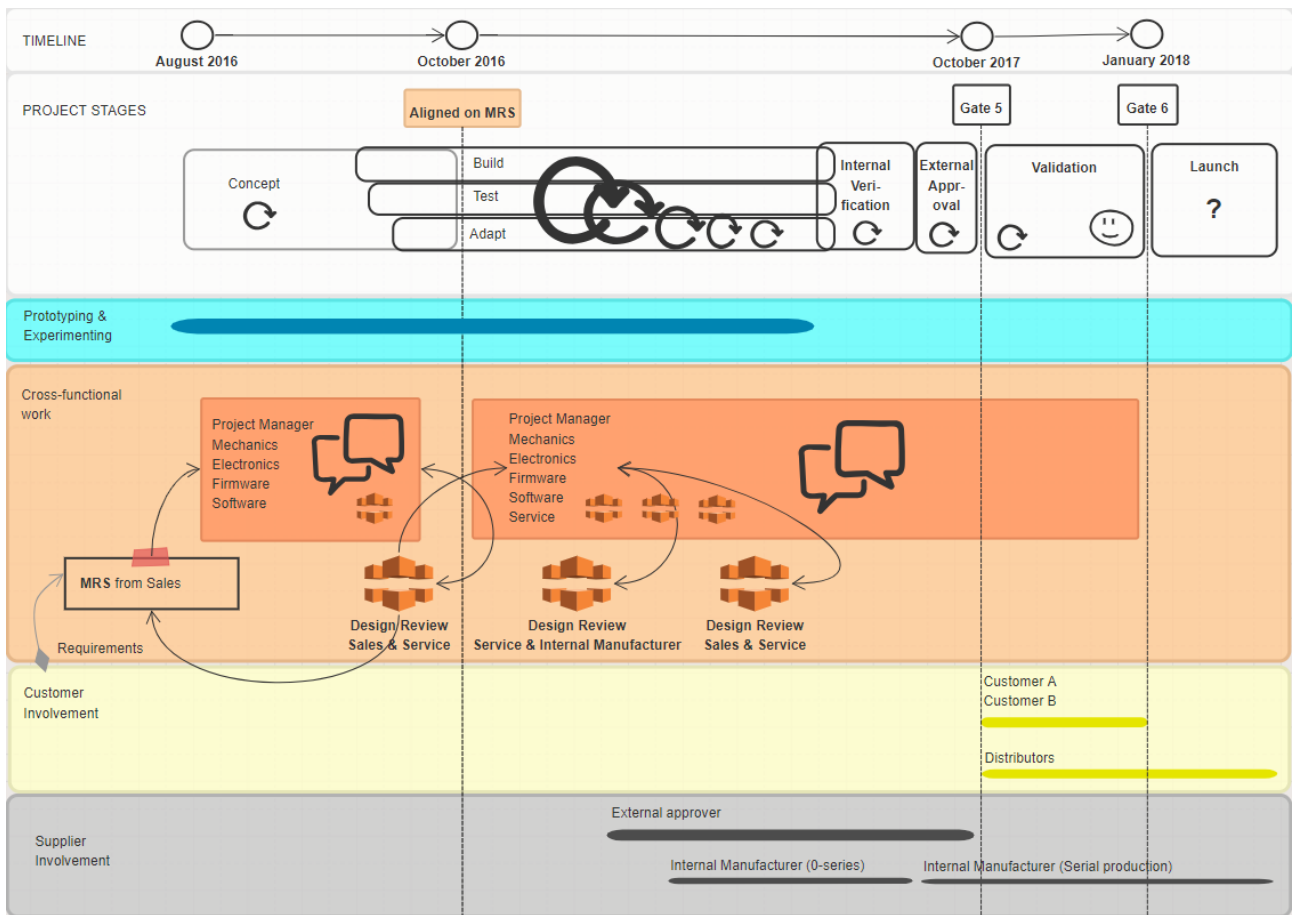
eksempel *design reviews* som skal gjennomføres i løpet av prosessen. Slik sikres det at man får med kritisk input før det er for sent for endringer. Videre deltar Service på alle prosjektmøter i utviklingsfasen og involveres i den interne verifiseringsfasen. På denne måten kjenner de produktet når det slippes for kundevalidering og lansering, slik at de er utrustet til å kunne gi god oppfølging på produktet til distributørene.

Foruten erfaringen fra Produkt B og kundenes synspunkt derfra, som er med å definere MRS, er ikke *kunden* videre involvert i konseptfasen. Salg representerer kunden. Kunden involveres først på *test stadiet*, før produktet skal lanseres. På denne måten reduseres risiko for at man ved lansering ruller ut et produkt med dårlig kvalitet. *Leverandørene* blir ikke involvert før et godt stykke ut i utviklingen. Dette viser seg å være for sent. For sen involvering av både eksternt godkjenningorgan og Innkjøp/Produksjon er direkte med å dra ut utviklingstiden. Produksjon er imidlertid klar til serieproduksjon ved lanseringstidspunktet.

Datainnsamlingen viser også at det er andre faktorer som er av betydning for prosjektresultatet som ikke kommer frem av figuren:

- ❖ Læring fra prosjekt B
- ❖ Prosjektleders erfaring

Hovedfunnene i Case Studie C analyseres og diskuteres videre i kapittel 6.



**Figur 5.7 Oppsummering Case-studie C (egenprodusert figur)**

## 5.4 Case-studie D - Evolusjonær innovasjon

### 5.4.1 Ide og konsept

I forbindelse med firmaet sin globale ekspansjon, er det behov for å kunne adressere nye markeder hvor kravet til ytelse fra lagersystemet er mye høyere enn tidligere. Som del av dette ønsker markedet arbeidsstasjoner som har kapasitet til å levere minimum 600 kasser i timen. For utviklingsavdelingen vil dette si at de må utvikle frem en arbeidsstasjon som er *dobbel så effektiv* som tidligere arbeidsstasjoner. I tillegg er det et absolutt krav at denne arbeidsstasjonen må være *ergonomisk med tildede kasser*. Det jobbes tidlig frem et konsept hvor kassene skal leveres operatør ved hjelp av conveyor bånd. Arbeidsstasjonen skal takle at minimum 4 roboter leverer kasser samtidig i motsetning til maksimum 2 roboter, som det har vært for tidligere arbeidsstasjoner.

### 5.4.2 Usikkerhet

#### 5.4.2.1 TEKNOLOGI

Arbeidsstasjonen som skal utvikles har flere aspekter som gjør denne til en mer kompleks arbeidsstasjon enn det som tidligere er blitt laget. Kravet om minimum doblet effektivitet, samt ergonomisk utforming, bringer usikkerhet til prosjektet. Et annet element er at denne arbeidsstasjonen skal være modulbasert. Det vil si at størrelsen på arbeidsstasjonen skal kunne bygges ut etter hvor stor kapasitet man ønsker, noe som bestemmer antallet på hvor mange roboter som kan levere kasser samtidig. Samspillet og kommunikasjonen mellom disse del-modulene *øker den tekniske kompleksiteten*. I tillegg innføres etterhvert bruk av ruller på transportbåndene, som i seg selv er kjent teknologi, men integrert i dette spesifikke lagersystemet er det en *ny erfaring*. Både med tanke på at de skal inkluderes i et produkt som har strenge krav når det kommer til sertifiseringsstandarder og at rullene vil komme til å slite på kassene som er spesialdesignet for å håndteres av roboter og har strenge krav til toleranser. *Usikkerheten* vurderes også *høy* med tanke på om denne spesifikke tekniske løsningen integrert i system vil oppnå den effektivitet det er krav om. Dersom kravet om effektivitet ikke oppnås, anses produktet å være en fiasko.

#### 5.4.2.2 MARKED

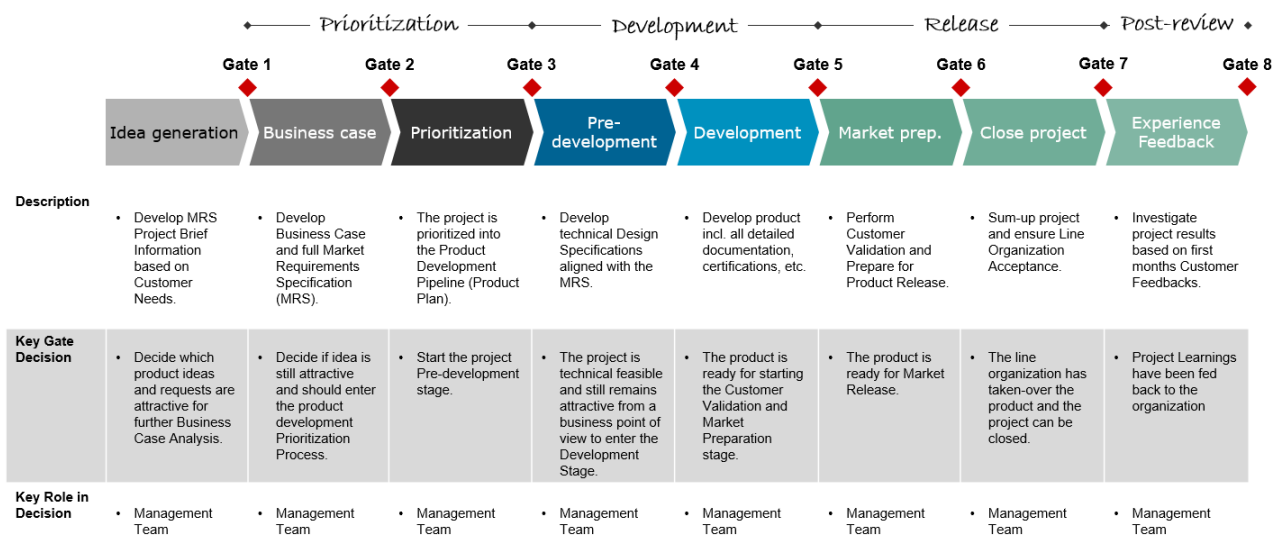
I og med at en med dette produktet skal adressere *nye markeder* tilfører dette usikkerhet knyttet til hvilken *pris* markedet er villig til å betale, samt hvor stor *etterspørselen* vil være. I tillegg registreres det gjennom samtaler med ulike personer i Salg at det også er knyttet en viss usikkerhet til hvilket *krav* dette markedet faktisk har til effektivitet for å få innpass. Salgsavdelingen varierer i

sine uttalelser alt fra 500 - 1000 kassepresentasjoner i timen. Kravet om ergonomi er det også knyttet en viss usikkerhet til i form av at foruten at kassene skal presenteres tiltet er det ikke videre spesifikasjoner på grader på vinkelen, materialer, høyde osv. Hva er de spesifikke og målbare kravene for at arbeidsstasjonen kan regnes som ergonomisk? Det er imidlertid *lav usikkerhet* når det kommer til salgbarheten. Dette er bekreftet av flere distributører, som kan vise til tapte prosjekter på grunn av at det etterspørres system med større kapasitet og ytelse. Med utgangspunkt i disse argumentene vurderes markedsusikkerheten til å være *medium*.

### 5.4.3 Produktutviklingsprosessen

#### 5.4.3.1 PROSJEKTFASER

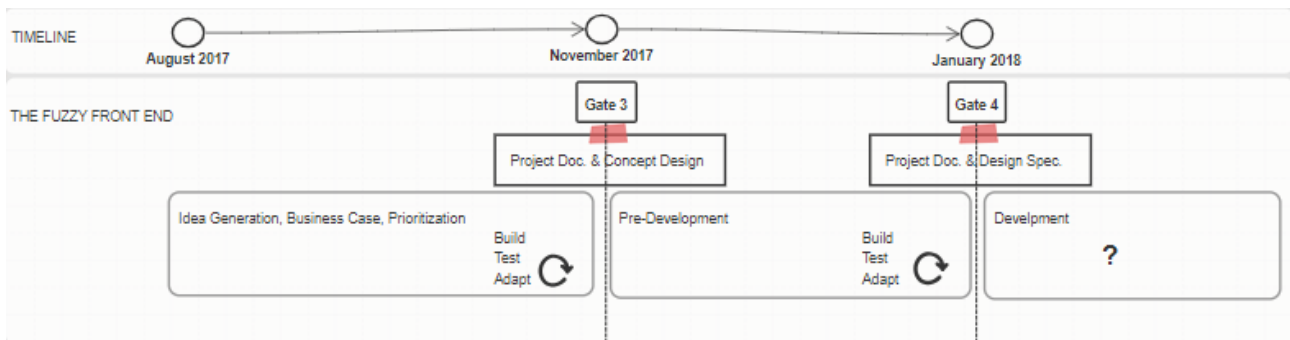
I startfasen av prosjektet innføres den nye produktutviklingsprosessen i organisasjonen som baseres på Agile-Stage-Gate Hybrid modellen. Figur 5.8 nedenfor gjengir blant annet beslutningspunktene og fasene i denne prosessen.



**Figur 5.8 Produktutviklingsprosessen Case-studie D**

(hentet fra organisasjonens interne dokument; *Product Development Process Description*)

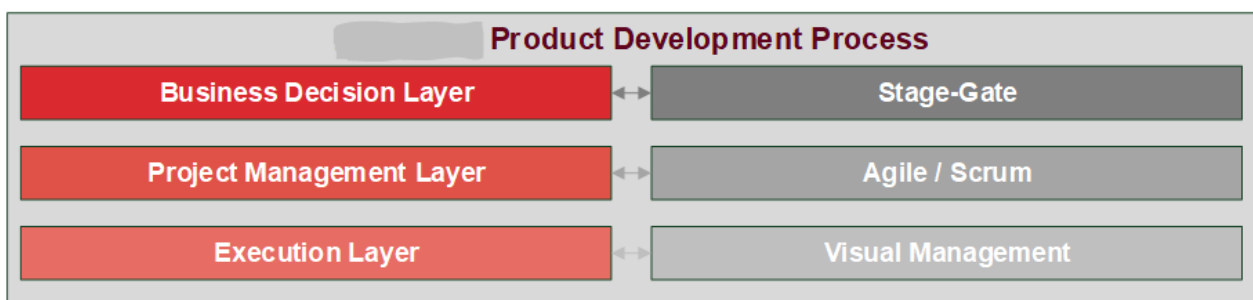
I og med at Prosjekt D er under utvikling når undersøkelser gjennomføres for dette studiet, er det ikke anledning til å studere annet enn startfasen av prosjektet, som i henhold til organisasjonens utviklingsprosess består av *idea generation*, *business case*, *prioritization* og *pre-development*. I det følgende anses dette som «The Fuzzy Front End» for dette prosjektet. Tidslinjen og leveransene i konseptfasen illustreres i Figur 5.9 nedenfor:



**Figur 5.9** Tidslinje og prosjektfaser i Case-studie D (egenprodusert figur)

#### 5.4.3.2 AGILE-STAGE-GATE HYBRID MODELL

Utviklingsprosessen som innføres i organisasjonen består av tre lag som definert i Figur 5.10 nedenfor:



**Figur 5.10** Produktutviklingsprosess bestående av 3 lag

(anonymisert versjon, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Product Development Process Description*)

**Business Decision Layer** baseres på stage-gate modellen (Cooper, 1990), som består av beslutningspunktene og fasene presentert i Figur 5.8. Det blir avholdt formelle gate-møter med toppledelsen i selskapet, hvor prosjektet i forkant av møtet blir vurdert av en prosjekt-ekstern *gate assessor*. Gate assessor utarbeider en rapport som presenteres i gate-møtet og formålet med denne rapporten er å sikre en velinformert og faktabasert go/no-go beslutning. Input til denne evalueringen er dokumenter som er forberedt av prosjektet, intervjuer av interessenter og sjekklisten som eksisterer for den spesifikke gaten.

**Project Management Layer** baseres på agile prinsipper. Følgende beskrivelse er hentet direkte fra organisasjonens dokument *Product Development Process Description* (s.16):

*The Project Management Layer shall strive for a stepwise, incremental and iterative development process according to Agile principles.*

For prosjektteamet betyr dette i praksis at en innfører daglige 15 minutters møter, hvor fagdisiplinene *mekanikk, firmware, elektronikk, software* og *regulatory compliance* møtes. Issue- og prosjektstyringsverktøyet Jira blir brukt til oppfølging av aktivitetene som skal gjennomføres innenfor de ulike fasene. Sprinter defineres i verktøyet, men det kjøres ikke 2-4 ukers intervaller i startfasen av prosjektet; lengden på sprintene styres av datoene for gate 3 og 4 møtene. Elektronisk scrum board presenteres på storskjerm, hvor de daglige scrum møtene foregår. Typiske kontinuerlige leveranser i denne perioden er *prosjektdokumentasjon, design spesifikasjoner* og mindre *prototype installasjoner*. I stedet for *sprint reviews* ved ferdigstilling av sprinten, blir det avholdt jevnlig *uformelle* og *formelle reviews* på leveransene underveis innad i prosjektteamet. Det blir avholdt *formelle reviews* med de andre funksjonene når teamet har ferdigstilt følgende dokumenter:

- ❖ Concept Review
  - Deltakere: Salg, Service, Intra Logistics, Marketing, Management
- ❖ Design Specification - Mechanics & Electronics
  - Deltakere: Service, Purchase (Poland), Mechanical Design (Poland), Quality (Poland)
- ❖ Design Specification - Firmware & Software
  - Deltakere: Interne software and firmware eksperter utenfor prosjekt teamet
- ❖ Product Risk Assessment
  - Deltakere: Eksternt godkjenningsorgan
- ❖ Product Requirement Specification (PRS)
  - Deltakere: Salg, Service, Intra Logistics

**Execution Layer** beskriver dag-til-dag oppfølgingen som skal baseres på Lean Visual Management filosofi. Kort oppsummert går dette ut på å visualisere ved bruk av fysiske tavler som skal synliggjøre oppgavene til prosjektdeltakerne hvor man daglig samles for å oppdatere hverandre på status. Foruten visualisering gjennom scrum boards og dag-til-dag oppfølgingen en oppnår gjennom tilnærmingen til scrum metodikken, ble det ikke implementert fysiske tavler i startfasen.

#### 5.4.3.3 DOKUMENTASJONSKRAV

Med den nye utviklingsprosessen følger det et økt krav til *prosjektdokumentasjon*. Ved hver gate som skal passeres eksisterer sjekklister med tanke på hvilke kriterier som må bestås for at prosjektet skal passere (se eksempel på slik sjekklister for gate 3 i Vedlegg C). I perioden frem mot *gate 3 - start pre-development* jobber prosjektteamet med å få på plass følgende dokumentasjon:

- ❖ Prosjektplan
- ❖ Prosjekt estimat og kostnad
- ❖ Estimert produkt material kostnad
- ❖ PRS (Product Requirement Specification), som er R&D sitt svar på MRS fra Salg.
- ❖ ROI (Return on Investment)
- ❖ Prosjekt risikovurdering
- ❖ Ressursallokering

Den tiden som går med til å bearbeide grunnlaget for denne dokumentasjonen, på dette tidlige tidspunktet når det er så mange usikkerheter, skaper frustrasjon i prosjektteamet.

*«Det er demotiverende å måtte sette dato frem i tid, når en enda ikke vet hva som skal utvikles og hvordan det skal gjøres.»*

For å kunne dokumentere detaljer måtte teamet også få verifisert konseptet som er med å avgjøre disse detaljene. Læringen underveis medfører at både konseptet og teknologien endrer seg i løpet av perioden. Blant annet måtte estimatet for produkt material kostnaden derfor gjøres på ny og spesielt blir dette arbeidet trukket frem i intervjuene som tidkrevende, noe som var knyttet til kravet om at materialkostnaden skulle være detaljert og basert på reelle innkjøpspriser fra Polen. Første gate 3 møte ble utsatt blant annet fordi produktprisen var grovestimert og ikke kalkulert nøyaktig nok.

*«At vi må sitte og gisse på priser, lenge før vi vet hva vi skal lage. Det synes jeg er litt kunstig.»*

*«Spørsmålet er: Skal vi bruke så masse tid og si at om vi treffer på +-20 000 eller +-50 000, så er det godt nok eller skal vi bruke 3 uker til å tro at vi treffer på 1000 lappen, men så gjør vi det ikke likevel? Det må være ro på hesten i forhold til hvor mye vi skal regne. (...) Er enig at det må være fokus på det. Men det må ikke bli petimeter. Vi driver med innovasjon. Det er stor usikkerhet. Vi vet ikke Bill of Material og da blir det syensing.»*

*«For meg så er det litt feil å sette et helt konkret tall, pris på en maskin, som man ikke aner hvordan blir.»*



Til gate 4 - start development så skal all dokumentasjon levert til gate 3 - start pre-development oppdateres, i tillegg til at *design spesifikasjonene* skal være klare for mekanikk, elektronikk, software og firmware.

*«Det er jo ikke vits i å lage en masse med dokumenter. Hvem er det som leser disse nå? Det dokumentet som <mekanisk ingeniør> brukte en måned på å lage, hvor han beskrev alle sekvensene. Hvem er det som bruker det? Hvem er det laget for?»*

#### 5.4.4 Læringsorienterte tilnærminger

##### 5.4.4.1 KRYSSFUNKSJONELT SAMARBEID

Prosjektteamet mottok tidlig fra Salg en MRS, som inneholdt deres krav angående produkt D både med hensyn til *ytelse, ergonomi, kostpris, salgspris, etterfølgelse av standarder* og så videre. I prosjektfasen frem mot gate 3 var hovedfokuset til utviklingsteamet å komme opp med et konsept som kunne imøtekomme disse kravene så langt det var mulig.

Når et forslag til konsept var utarbeidet ble det holdt et *concept review* med Salg, Service, Intra Logistics og Management hvor CAD modeller av produktet ble presentert, i tillegg til initielle simuleringsresultater av ytelsen til produktet. En review deltager fra Service uttaler:

*«Vi har tatt noen steg i forhold til å presentere design review. Noen av de første design review'ene var basert på at vi tegna noe i paint. Mot det som vi gjør i dag, med å modellere det: Du får hele «feelingen» med rommet. Det er absolutt med på å gjøre oss i stand å visualisere det inn i en reell situasjon. Med en gang vi ser et slik produkt, blir vi service teknikere og begynner å gå i detaljer. Det har gått i riktig retning.»*

Det ble fremlagt en oversikt på hvilke krav i MRS som ble møtt med dette konseptet og hvilke som ikke ble det. I og med at simuleringsresultatene av ytelse kun var av arbeidsstasjonen isolert sett og ikke i systemet, ønsket Salg at det i *pre-development* skulle utføres enda grundigere analyser av dette - i system - for å sikre at produktet faktisk kunne møte kravet om ytelse. De ulike avdelingene gir i etterkant av design review skriftlige tilbakemeldinger på konseptet, som igjen blir tatt med videre inn og evaluert i pre-development fasen etter gate 3. Når prosjektteamet har gjennomført en ny iterasjon på konseptet, *basert på tilbakemeldinger, initiell prototyping, simulering og avklaringer med ergonomi eksperter*, blir det igjen gjennomført et nytt review med de ulike avdelingene. Man klarer da å enes om konseptet som foreligger og i etterkant av møtet blir PRS godkjent av de ulike avdelingene, slik at dette er på plass i gate 4 møtet og til starten på

development fasen. Parallelt med dette i pre-development fasen har utviklingsteamet jobbet med å utarbeide *design spesifikasjoner* for mekanikk, elektronikk, software og firmware.

I løpet av pre-development fasen, for å imøtekomme Salg på kravet om hurtig TtM, høy kapasitet og ergonomisk løsning, ser utviklingsteamet en mulighet til å kunne redusere utviklingstiden ved å fjerne usikkerheten en ergonomisk løsning vil tilføre. Ved å komme tidlig ut på markedet med en arbeidsstasjon med høy kapasitet som ikke har tildede kasser, får en anledning til å starte salget, hvor på en i etterkant slipper en ergonomisk utgave av arbeidsstasjonen. Dette er mulig da en med den modulbaserte arbeidsstasjonen enkelt kan bruke en og samme modul både som transportbånd inne i grid og som arbeidsstasjon for plukker. Arbeidsstasjonen uten ergonomisk utforming skal prioriteres først, mens den ergonomiske arbeidsstasjonen skal utvikles i parallell. Dette er avklart ved inngang til utviklingsfasen.

#### 5.4.4.2 INVOLVERING AV LEVERANDØR

##### 5.4.4.2.1 Ergonomi

Et kritisk krav som var viktig å avklare var ergonomisk utforming av arbeidsstasjonen. Salg ønsket i tillegg at arbeidsstasjonen skulle følge internasjonale ergonomi standarder, for å ha et sterkere salgargument i markedet. For å øke kunnskapen internt knyttet til dette med ergonomi, ble det søkt eksternt hjelp av ergonomispesialister for å få avklart om den ergonomiske utformingen var tilfredsstillende og om det eventuelt kunne gjøres tiltak for å forbedre designet som forelå. Spesialistene skulle også gi en innføring i ergonomi standarder for å øke kunnskapen på dette feltet. I løpet av disse møtene fikk en raskt avklart at å følge opp og imøtekomme standarder innenfor ergonomi ville bli svært tidkrevende og kostbart. For kostbart til at det ville være verdt det for dette produktet. Salg var enig. Ved å avklare dette tidlig unngikk man å bruke for mye tid på å undersøke jungelen av standarder på egenhånd, før man kanskje sent i utviklingen ville slått fast at dette ikke ville være hensiktsmessig. En fikk også tidlig bekreftet den ergonomiske fordelene ved tiltet kassepresentasjon, samt viktigheten av høydejustert plattform til arbeidsstasjonene. Det er likevel en observasjon at dersom ergonomispesialistene hadde anbefalt en rekke andre grep for å forbedre den ergonomiske utformingen, så hadde det vært vanskelig å kunne å kunne gjøre store endringer på designet, da det nærmet seg *gate 4 – start development*, hvor spesifikasjoner skulle være klart.

#### 5.4.4.2.2 Produktgodkjenninger

Tidlig i prosjektet blir det gjort en vurdering at arbeidsstasjonen er svært kompleks både med tanke på mekanikk og elektronikk. Rulle-teknologi skulle også for første gang integreres i et egenprodusert produkt. Med så mange usikkerhetslementer, inkludert det faktum at det for Produkt C fikk en større konsekvens å involvere eksternt godkjenningsorgan for sent i prosessen, ble det tidlig definert en egen prosjektrolle for oppfølging av regelverk og samhandling med eksternt godkjenningsorgan. I pre-development fasen blir derfor leverandøren involvert i verifisering av blant annet:

- ❖ Produkt risikovurdering
- ❖ Sikkerhetsfunksjoner i maskinen
- ❖ Sikkerhetslogikk på elektronikk
- ❖ Godkjenninger av rulle motorer

Ved overgang til utviklingsfasen var det allerede, basert på hvordan konseptet var definert på det tidspunktet, lagt ned et godt stykke arbeid for å avklare forhold knyttet til produktgodkjenninger. Det er en oppfatning at dette arbeidet for hvert prosjekt effektiviseres, da et årelangt tett samarbeid med det eksterne godkjenningsorganet har medført at det er blitt opparbeidet kompetanse internt.

*«Vi trenger ikke overlate alt til <eksternt godkjenningsorgan> i så stor grad som det har vært gjort. Det er enkelte vurderinger og beregninger som vi kan gjøre selv, men så kan vi heller få de til å sjekke at vi ikke har gjort feil.»*

#### 5.4.4.2.3 Rulle-teknologi

I prosjektfasen frem mot gate 3 ble konseptet for transport av kasser i arbeidsstasjonen endret fra belte-transport til rulle-transport. Ved innføring av denne teknologien som en ikke hadde erfaring med tidligere, var det mange spørsmål som måtte avklares med leverandør og tett kontakt i pre-development perioden var derfor nødvendig. Leverandør ble kun brukt som en *informasjonskilde* og var ikke involvert i selve konseptutviklingen.

#### 5.4.4.3 INVOLVERING AV KUNDER

Når det gjelder definering av konseptet er det kun Salg som representerer kunden i dette prosjektet. Hverken distributør eller sluttkunde blir involvert. Dette skyldes i hovedsak at organisasjonen utvikler produkter som det søkes patent rettigheter på. Det å involvere eksterne før patentet er ferdig behandlet, løper en stor risiko for prosjektet og produktet, da patentsøknaden vil bli avslått om

informasjon om løsningen er gjort offentlig før patentet er innfridd. I tillegg kan distributører/leverandører kreve deler av patentet om de har vært involvert i utviklingen av løsningen. Det å ikke kunne involvere distributører i dette kritiske prosjektet oppleves som negativt med begrunnelse i at det er behov for avklaringer rundt *ergonomi, størrelse på arbeidsstasjonen og kapasitet*:

*«For det er klart at partnerne sitter med en del av svarene som vi synser på. De sitter i disse diskusjonene hver eneste dag i prosjekter. (...) Hvis du er svært opptatt av «density» så er kanskje ikke <Produkt D> det riktige produktet. Men dette vet partnerne mer om enn oss. Det å involvere er viktig. Da får en igjen redusert risikoen.»*

#### 5.4.4.4 PROTOTYPING OG EKSPERIMENTERING

##### 5.4.4.4.1 Iterativ prosess

Når det første konseptet med belte-transport av kasser foreligger, bygges et par belte moduler for å teste ut konseptet. Belte modulen er et kritisk element og det er derfor viktig å få testet dette for å avdekke om konseptet er verdt å satse videre på. Nettopp gjennom denne del-testen får en bekreftelse på at dette ikke fungerer så godt:

*«Det hadde blitt vanskeligere å styre kassene og ikke så godt å komme til med service. (...) Motorene var for svake og det hadde blitt for dyrt.»*

Etter å ha testet ut og lært dette, spinner ideen videre over på bruk av ruller i stedet for belter. I tillegg omgjør en konseptet fra mindre moduler til større moduler, for å sikre enkel og nøyaktig installasjon. Men også her oppstår overraskelser når en enkel del-modul settes opp:

*«Vi vet at vi må prøve og feile litt. Det er mange ting vi ikke vet før vi begynner på et prosjekt. Det var overraskende med støy og at det bråket så kolossalt med de rullene. De kunne vi jo ikke bruke.»*

For å redusere støy ved bruk av ruller testes det ut *gummierte* ruller, men bare delvis og man har ikke sikre svar på at støynivået er akseptabelt, når konseptet «spikres» ved inngang til utviklingsfasen. Det nevnes av en prosjektdeltaker at man burde gått frem alternativt for å få tidligere svar på akkurat dette:

*«Vi burde reist til anlegg for å se på conveyor og bevegelse av kasser. Da hadde vi fått tidligere svar.»*

Det handler om å søke *eksterne kilder* for å redusere risiko. Vurdere alle muligheter for å kunne få svar på usikkerheten, slik at man kanskje kan slippe å *bruke tid* på å bygge egen prototype. I tillegg kommer det frem at det også handler om å få anledning til å *modne* konseptet og anledning til å *prøve og feile* for å få utviklet frem det riktige produktet. Det å «spikre» konseptet før man har fått anledning til slike læringsløkker kan påvirke negativt:

*«Jeg tror faktisk at hvis vi bare hadde satt i gang med det første konseptet vi tenkte på, beltene, så hadde vi jo brukt mye penger. Så det er jo en modningsprosess. Vi må få gnage litt på det. Er jo en helt annen <arbeidsstasjon> vi har nå enn i høst. Så en trenger litt tid.»*

*«Du får kanskje ikke det supre gode produktet, når du skal ha en slik struktur på det. Nettopp fordi folk ikke våger å ta steget og gjøre en vesentlig forandring et stykke ute i der. Og det virker jo bare hemmende på kreativiteten. Vi jobber ikke på en fabrikk. Vi jobber ikke på et lager. Vi prøver å være kreative. Må ikke kvele det.»*

#### 5.4.4.4.2 Usikkerheten fortsatt høy ved inngang til utviklingsfasen

Den ergonomiske arbeidsstasjonen må bruke belte-løsningen, da faren for skader på kassene er mye større når kassene skal transporteres på skrå. Med erfaring fra prototypingen av beltemodulen, designes nå disse modulene med kraftigere motorer, større hjul og glideskinner for å unngå friksjon. Det blir imidlertid ikke tid nok i pre-development fasen til å kjøre en ny iterasjon med disse endringene. Design spesifikasjonen må være klargjort til gate 4 møtet og tiden blir brukt på å *ferdigstille spesifikasjonen* i stedet for å starte neste prototype iterasjon. Dette medfører at på tidspunktet for gate 4 og *start development*, når design spesifikasjoner skal være klare, er *usikkerheten fortsatt høy med tanke på det tekniske konseptet* som den ergonomiske arbeidsstasjonen bygger på.

*«Vi skal kjøre på skrått med belter på den tilt versjonen. Det har vi ikke testet ut skikkelig nok. Der er det et usikkerhetsmoment. (...) Vi burde nok sikkert satt opp noen conveyor'e på skrått. Kjørt litt mer og testet det ut.»*

*«Synes det har vært lite kjøring og lite prøving i forhold til den tida som har gått. Vi kunne ha kjørt mye mer. Og det betyr at når en kommer et godt stykke ut i development fasen, så må en kanskje gå tilbake på noe en har bestemt i pre-development.»*

*«Jeg er 100% med på at vi må ha prosjektorganisering slik som nå. Men jeg er ikke helt sikker på om det er så genialt å bruke pre-development, så adskilt fra development. (...) At det du bestemmer til gate 4, at det er endelig slik som du skal lage det, det tror jeg vi kommer til å brenne oss på. (...) Vi er ikke så enormt store at vi trenger det. Vi taper bare på det - å låse oss så tidlig.»*

### 5.4.5 Prosjektresultat

På tidspunktet for innsamling av data til dette studiet er prosjektet ikke ferdigstilt og det foreligger ikke resultatdata å evaluere. Det er imidlertid mulig å gjøre en evaluering knyttet til *konseptfasen* av prosjektet.

#### 5.4.5.1 TID

I følge prosjektplanen er *gate 6 - release* for produktversjonen uten ergonomi estimert til desember 2018, noe som gir en total utviklingstid på 16 måneder. Dette inkluderer konseptfasen som utgjør 5 måneder. Konseptfasen tar lengre tid i dette prosjektet sammenlignet med Produkt C, hvor den varte i 2 måneder. En viktig forskjell på de to produktene er imidlertid at Produkt D er en teknisk mye mer komplisert løsning enn Product C.

«På <Produkt C> er det en motor som skal virke. Her er det 30 motorer nesten.»

Usikkerheten er redusert i større grad ved slutten av konseptfasen for Produkt C enn Produkt D. Spørsmålet er da om konseptfasen burde vært lengre for Produkt D eller om tiden som har gått med ikke har vært benyttet effektivt nok? Datainnsamlingen forteller at tiden benyttet på *dokumentasjon* vurderes som for lang i forhold til tiden en har hatt anledning til å *eksperimentere* og *prototype* for å redusere usikkerhet.

#### 5.4.5.2 KOSTNAD

Ved gate 4 og ferdigstillelse av konseptfasen utgjør de påløpte kostnadene 12 % av det totale budsjettet. Både antall timer og materialkostnader er da beregnet inn i denne kostnaden.

#### 5.4.5.3 KVALITET

Status på kvaliteten til produktet er vanskelig å vurdere på dette tidspunktet. Det foreligger ikke prototyper på de kritiske elementene i løsningen, være seg blant annet *tilting av kasse*, *gummierte ruller*, *vognen* som skal plassere kasser i posisjon for robot heising. Usikkerheten knyttet til kvalitet vurderes fortsatt stor på dette tidspunktet.

### 5.4.6 Oppsummering Case-studie D

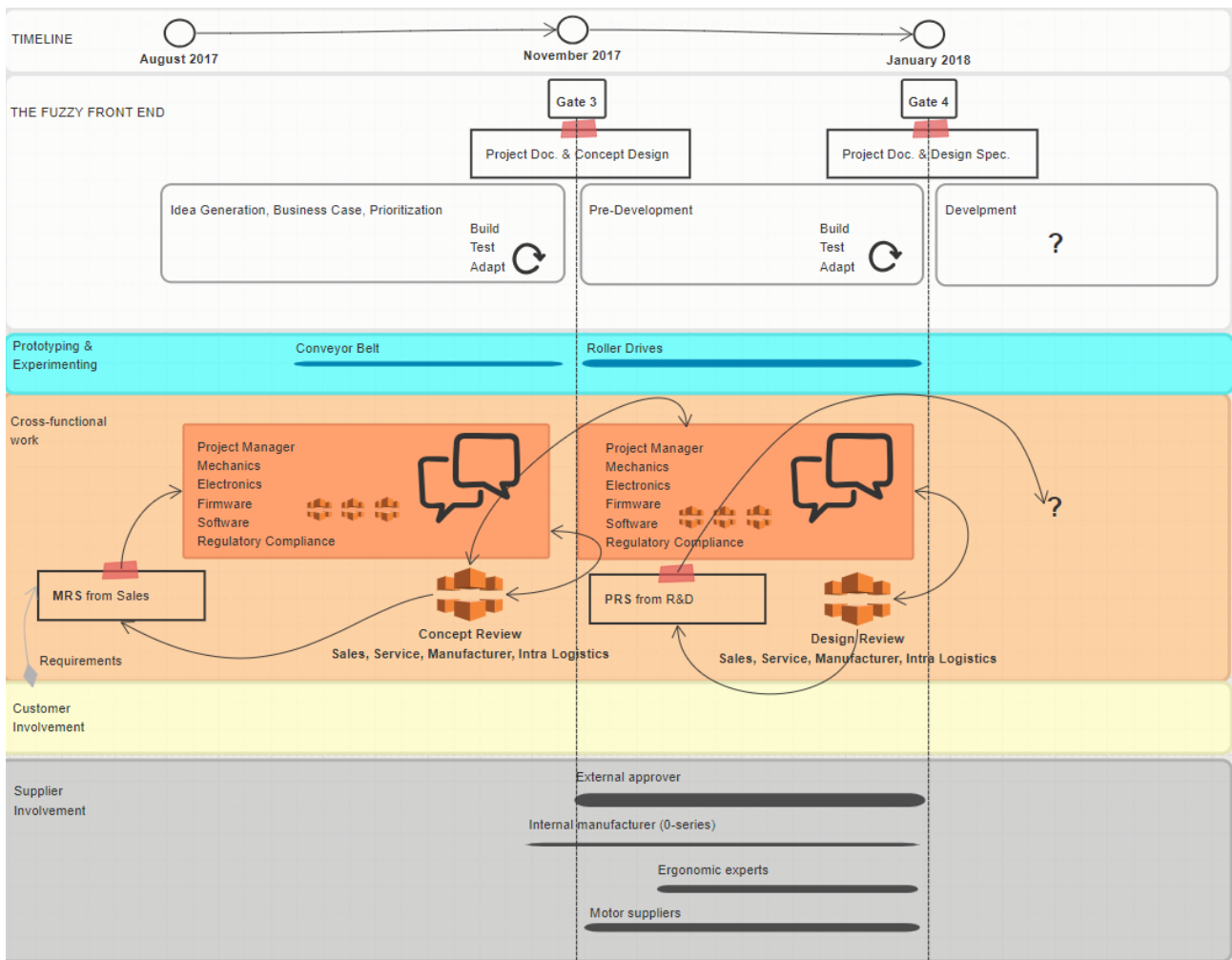
I figuren nedenfor er hovedlinjene i Case Studie D oppsummert. Det er kun startfasen av prosjektet som inngår i datainnsamlingen. Blant hovedfunnene, hva angår læringsstrategier, kommer det frem

at det i stor utstrekning blir *jobbet på tvers av funksjoner* for å avklare krav og målsetninger med produktet så tidlig som mulig. En får avklart prioritet og eventuelle konsekvenser ved å implementere disse, noe som gjør at enkelte krav bortfaller. På denne måten unngår man å sette i gang utvikling av feil produkt og sparer tid ved at kun de viktigste kravene inngår. Salg representerer *kunden*, men i og med at arbeidsstasjonen er kompleks og inneholder flere nye elementer, eksisterer et behov for å kunne ha knyttet til seg Distributører i denne fasen for å tilegne seg mer informasjon om markedskravene og dermed ha mulighet til å redusere usikkerhet. Dette er det imidlertid ikke anledning til på grunn av patentsøknader som foreligger. *Leverandører* blir involvert i konseptfasen, særlig i pre-development fasen. Det er en vurdering at *ergonomispesialistene* burde vært tidligere involvert for å kunne ha hatt anledning til å være med å bidra til utforming av konseptet. I pre-development fasen er man i gang med design spesifikasjonene og da burde man allerede hatt svarene fra denne evalueringen. *Produksjon* er i liten grad involvert på dette stadiet (markert med tynn strek), men deltar på hoved design review gjennomgangene. *Eksternt godkjenningsorgan* er involvert i stor grad i tidlig fase (markert med tykkere strek), basert på læringen fra Prosjekt C. Viktige avklaringer blir tatt. I og med at det for dette produktet skal inngå ukjent teknologi, opprettes tett dialog med *motorleverandører* av ruller. Det blir kun hentet informasjon knyttet til teknologien. Leverandører bidrar ikke i konseptutviklingen. Det blir *eksperimentert og prototypet* i konseptfasen, men i liten grad. Det kommer frem av studiet at det er en oppfatning at det burde ha blitt prototypet og testet mye mer for å redusere usikkerheten til selve konseptet. I stedet for blir det brukt *mye tid på dokumentasjon*, hvor kravene til *detaljeringsgraden på dokumentene* blir vurdert som for strenge, i forhold til at det er knyttet svært stor usikkerhet til detaljer på dette stadiet. Usikkerheten knyttet til det *tekniske konseptet* vurderes som *høy* ved inngang til utviklingsfasen.

Datainnsamlingen viser også at det er andre faktorer som er av betydning for prosjektresultatet som ikke kommer frem av figuren:

- ❖ Læring fra prosjekt C
- ❖ Teamet og prosjektleder sin erfaring

Hovedfunnene i Case Studie D analyseres og diskuteres videre i kapittel 6.



**Figur 5.11 Oppsummering Case-studie D (egenprodusert figur)**



## 6 Diskusjon og analyse

I forrige kapittel ble det presentert fire *unike* prosjekter, som alle har hatt sitt utspring fra en *ide* og som videre har gjennomgått eller skal igjennom en *prosess* for å realiseres i markedet. Hvert prosjekt har sin historie å fortelle med hensyn til hva som har fungert/ikke fungert. I dette kapitlet diskuteres og analyseres dette litt nærmere for å til slutt kunne svare på forskningsspørsmålene fremstilt i denne avhandlingen.

### 6.1 Effektiv styring

Det essensielle som litteraturen trekker frem som karakteriserer de innovative prosjektene og som gjør dem vanskelig å styre og kontrollere, er graden av *usikkerhet* og *kompleksitet* som eksisterer (Wheelwright & Clark, 1992). Usikkerheten og kompleksiteten er på sitt maksimum i startfasen av et prosjekt (Stevens, 2014). De fire case-studiene som er blitt presentert i denne avhandlingen er alle ulike med tanke på grad av kompleksitet og usikkerhet som har vært knyttet til prosjektet. Det er likevel mulig å identifisere noen fellestrekk som kan være med å bidra til en effektiv styring.

#### 6.1.1 Klar produktdefinisjon

En overordnet målsetning i et prosjekt bør være å redusere usikkerheten såpass mye i starten, slik at man har et godt utgangspunkt for å gjennomføre utviklingen effektivt. Som allerede nevnt i avsnitt 3.4.1.3 handler dette om å konkret få en felles forståelse av prosjekt kravene og gjennomføre forarbeid som leder til en *klar produktdefinisjon* (Kim & Wilemon, 2002).

De fire case-studiene representerer både prosjekter som har hatt en klar produktdefinisjon og prosjekter som har hatt en uklar produktdefinisjon og det er helt tydelig at dette har hatt en innvirkning på resultatet. I Case Studie B spesielt, ser man hvordan den *uklare* produktdefinisjonen langt ut i prosessen medfører *unødvendig bruk av ressurser* på funksjonalitet og krav, som man til slutt går bort i fra. Dette er en av driverne til at man ikke får fokusert på den funksjonaliteten som faktisk er viktig. Ved at man heller ikke i startfasen tar en ny runde med Salg og får formidlet at kravet om at den smale utformingen øker kompleksiteten og risikoen for et ustabil produkt, ender man opp med å utvikle et produkt som ikke leverer optimalt i markedet. Man oppnår i dette prosjektet ikke en felles forståelse av prosjekt kravene, og dette vurderes som en medvirkende årsak til at man ikke klarer å oppnå en effektiv utviklingsprosess. En klarere produktdefinisjon ville sannsynligvis i dette tilfellet ha effektivisert prosessen.

Case-studie A, som er det ene radikale innovasjonsprosjektet preget av høy usikkerhet både når det gjelder marked og teknologi, har et særtrekk i forhold til at det *overordnede konseptet* tidlig fremstår som *klart og tydelig*. Det ble i startfasen eksperimentert med konseptet og det ble utarbeidet matematiske modeller for å verifisere og optimalisere. Underveis i prosessen ble det gjort mange endringer og justeringer på del-moduler, men likevel fremstår det fundamentale konseptet som definert allerede fra start. Dette har bidratt til å gi en tydelig retning på prosjektet og man har ikke brukt tid på gjennomgripende omveltninger. Dette tolkes til å kunne ha effektivisert prosjektgjennomføringen.

Case-studie C og D, de evolusjonære innovasjonene, har begge hatt fokus på og en målsetning om å få utarbeidet en klar produktdefinisjon i konseptfasen. Det som skiller prosjektene er imidlertid at *grad av usikkerhet som eksisterer på tidspunktet for når en starter utviklingen*, er vesentlig forskjellig. Case-studie C er mindre komplekst teknisk sett og man klarer tidlig å få verifisert konseptet tilstrekkelig til at man er noenlunde sikre på at konseptet skal klare å imøtekomme kravene fra Salg. Case-studie D har på sin side også klart å etablere en felles forståelse av kravene og målsetningene for produktet med de andre funksjonene i organisasjonen, men det som bemerker seg er at *usikkerheten knyttet til det teknologiske konseptet* fortsatt er høyt på tidspunktet hvor utvikling starter. Det eksisterer fortsatt flere uløste tekniske elementer og i konseptfasen har man ikke klart å lykkes i å minimere risikoen tilstrekkelig. I og med at prosjektet fortsatt pågår ved ferdigstilling av denne avhandlingen, vil man ikke kunne ta utgangspunkt i det endelige prosjektresultatet i denne diskusjonen.

Med utgangspunkt i disse vurderingene, ser man dermed at potensialet for å hente ut en *effektivitetsgevinst* i startfasen er stor for de radikale og evolusjonære prosjektene, da disse prosjektene er beheftet med større usikkerhet. Det kreves liten investering for å optimalisere i startfasen, mens effekten på resten av prosessen kan være stor (Smith & Reinertsen, 1992; Kim & Wilemon, 2002; Backman, Börjesson & Setterberg, 2007; Markham, 2013)

### 6.1.2 Unngå endringer sent i prosessen

Som Zhang & Doll (2001) påpeker er det flere problemer, som hindrer effektivitet, som kan spores tilbake til startfasen av et prosjekt. Som også MacCormack & Verganti (2003) har funnet bevis for er praksisen med å *introdusere endringer* sent i prosessen ikke forbundet med effektivitet. For Case-studie C finner man et eksempel på akkurat dette. Et godt stykke ut i utviklingen blir det

nemlig oppdaget at man har implementert feil sikkerhetsnivå på elektronikken ved å gjøre en antagelse i startfasen som ikke ble verifisert med eksternt godkjenningorgan. Denne oppdagelsen sent i prosessen medfører at en ny design iterasjon på elektronikken må gjennomføres, noe som igjen påvirker effektiviteten negativt, ved unødvendig bruk av *ressurser* og *forlengelse i tid*. Dette punktet kunne man hatt anledning til å avklare tidlig i startfasen om man hadde involvert eksternt godkjenningorgan tidligere.

Det er også mulig å trekke frem et eksempel fra Case-studie B, som langt ut i utviklingsprosessen oppdager problemer i grensesnittet mellom de to modulene, arbeidsstasjon og heis. Det viser seg at denne overgangen er mye mer kritisk enn først antatt, noe som kan spores tilbake til startfasen og antagelser om at dette skulle fungere fint, uten å ha verifisert grensesnittet videre. Mange problemer sent i utviklingsprosessen oppstår som følge av denne svakheten, noe som fører til flere iterasjoner for å stabilisere. Dette bidrar til å *forlenge utviklingstiden* og *øke ressursbruken*.

I Case-studie A opplever man mange problemer i forbindelse med kundeleveransene. Flere av problemene var et resultat av at man på den tiden ikke hadde testanlegg som kunne sidestilles med den belastningen som anleggene fikk i drift hos kunde. Flere av problemene var derfor vanskelige, kanskje umulige, å kunne forutse. Når det er sagt kommer det også frem av datainnsamlingen at det gikk fort i svingene av og til og det antydes at dersom man hadde brukt tid på å diskutere i fellesskap, gjerne hadde unngått noen av de ekstra rundene man måtte ta. Det viktigste likevel med Case-studie A var at utviklingen startet i det små og at man deretter investerte i å bygge videre på løsningen etterhvert som man fikk trygghet for at det fungerte. Det var en iterativ prosess, hvor fasene gled over i hverandre og ofte kjørte i parallell. Dette var en effektiv måte å håndtere den store usikkerheten som prosjektet stod overfor og er også i tråd med hva Cooper (2017) anbefaler som den beste risikostyringen for radikale innovasjoner.

For Case-studie D er resultatene fra utviklingsfasen ikke kjent, så om det oppstår problemer sent i utviklingsfasen som kan spores tilbake til startfasen av prosjektet er ikke mulig å diskutere på dette tidspunkt.

### 6.1.3 Ekspandere og optimalisere

Som gjort rede for i det teoretiske rammeverket (avsnitt 3.1.3) vil organisasjonen for hvert prosjekt, *lære om teknologi og kunder*. Man utnytter *eksisterende* kompetanse i denne prosessen eller *utforsker* ny kompetanse (Danneels, 2002). I tillegg er det viktig at organisasjonen også gjør seg

erfaringer i forhold til selve *prosessen*, i form av å revidere, re-konfigurere og optimalisere (Tidd & Bessant, 2014). På denne måten leder altså hver produktinnovasjon i seg selv til at man får *ekspandert kompetansebasen og optimalisert innovasjonsprosessen* og slik oppnår man en mer effektiv styring ved neste innovasjonsprosjekt. I Case-studie B, C og D, som er noenlunde like utviklingsprosjekter, finner man eksempler på at både prosjektleders økte erfaring og teamets læringskurve i påfølgende prosjekt effektiviserer prosessen.

I Case-studie C er det en nyansatt prosjektleder som leder prosjektet. Prosjektlederens uerfarenhet med å kjøre denne typen teknologiske prosjekter, medfører manglende kunnskap om informasjonsflyt i produktutvikling prosjektet. For sen involvering av innkjøpsavdelingen er et eksempel på manglende kunnskap, som fører til en sekvensiell igangsettelse, i stedet for samtidig sekvensering, som i dette tilfellet ville redusert utviklingstiden. I og med at det er samme prosjektleder også for Case-studie D, hvor læringen fra Case-studie C medfører at innkjøpsavdelingen involveres i tidlig fase, er dette mest sannsynlig med å effektivisere Case-studie D sin innovasjonsprosess. Å bruke samme prosjektleder på samme type prosjekter kan derfor være med å effektivisere utviklingsprosessen, ved at man stadig øker sin kunnskap angående informasjonsflyt og avhengigheter mellom aktiviteter. Som Yang, Lu, Yao & Zhang (2014) antyder er også *teamets læringskurve* med på å effektivisere utviklingsprosessen. Et eksempel fra Case-studie D som bekrefter dette er at man ved å jobbe så tett på eksternt godkjenningsorgan har tilegnet seg kunnskap som gjør at man kan gjennomføre visse utregninger selv, uten å være avhengig av å involvere eksterne. Dette er besparende for prosjektet og medfører at aktiviteten mer effektivt kan integreres som del av utviklingen. I tillegg har flere av teammedlemmene erfaring fra både Case-studie A, B og C og læringen derfra er verdifull når usikkerheten i Case-studie D skal vurderes og håndteres. Dette funnet samsvarer med Yang, Lu, Yao & Zhang (2014) sin teori om at erfaring fra tidligere lignende prosjekter, kan være med å redusere usikkerheten i et prosjekt betydelig og dermed på denne måten være med å redusere prosjektvarigheten.

## 6.2 Produktutviklingsprosessen

I tillegg til usikkerhet og kompleksitet, er et annet viktig element i innovasjonsprosessen, *kreativitet*. I forbindelse med *styring av den kreative oppdagelsesprosessen* oppstår et dilemma; en for styrt og rigid prosess kan dempe kreativiteten (Florèn, Frishammar, Parida & Wincent, 2017). I dette avsnittet analyseres og diskuteres hovedfunnene fra de fire case studiene med utgangspunkt i karakteristikk ved styringen av prosessen som ligger til grunn.

### 6.2.1 Formell eller fleksibel?

Teoriene fremhever at en formalisert og strukturert innovasjonsprosess, som blant annet har klare beslutningspunkter og hvor systemet er implementert på tvers av organisasjonen, muliggjør en effektiv gjennomføring av prosessen. En over-formalisering kan imidlertid *hemme kreativitet* og resultere i at radikale innovasjoner blir forkastet (Gemünden, 2015; Tidd & Bessant, 2014).

Den uformelle styringen som lå til grunn for gjennomføringen av Case-studie B demonstrerer at dersom prosessen er flytende og ingen eier prosjektet, så forlenger dette utviklingstiden på grunn av manglende fokus og retning. I tillegg ville beslutningspunkter underveis, med klare go/no-go kriterier, sannsynligvis hindret at produktet ble sluppet til markedet. Det er også nærliggende å tro at slike beslutningspunkter ville avdekket usikkerheten og kompleksiteten knyttet til den smale utformingen på et tidligere tidspunkt i prosessen, når det enda hadde vært tid og anledning til å kunne gjøre om på designet. En uformell prosess på et så komplekst og usikkert prosjekt vurderes til ikke å være effektivt i dette tilfellet og sannsynligheten for at prosjektet hadde vært gjennomført mer effektivt med en mer formell prosess vurderes som stor.

I motsetning til Case-studie B, ble Case-studie C og D gjennomført i henhold til *formelle prosesser*. Case-studie D i større grad enn Case-studie C. På tidspunktet for gjennomføring av Case-studie C foreligger en formell utviklingsprosess, med visse retningslinjer. Det er likevel stort spillerom for prosjektleder i organiseringen og gjennomføringen av prosjektet. Med de positive prosjekt resultatene som foreligger på tidspunktet hvor denne avhandlingen ferdigstilles, kan det ikke argumenteres for at grad av formalisering har vært negativt for prosjektet. Tvert imot kommer det frem i datainnsamlingen at det ble ansett som positivt for prosjektet at gjennomføringen var i henhold til en formalisert prosess.

For Case-studie D, som er forbundet med middels/høy usikkerhet, er et av hovedfunnene at usikkerheten fortsatt er stor ved inngang til utviklingsfasen. Dette med begrunnelse i uløste tekniske usikkerheter. Det bør basert på resultatene som fremkommer i datainnsamlingen, gjøres en vurdering på om det i konseptfasen har vært for stort fokus på å følge en formell prosess og imøtekomme kravene til «out-put» ved de ulike beslutningspunktene (gate-møtene) i stedet for å fokusere på læringsorienterte tilnærminger for å redusere usikkerhet knyttet til teknologi. Et eksempel er kravet til design spesifikasjoner ved gate 4, hvor det på dette tidspunktet fortsatt eksisterte stor usikkerhet rundt tekniske løsninger som skulle inngå. I Case-studie D kommer det frem en bekymring om at en slik «spikring» av design, vil være med å *dempe kreativiteten* hos utviklerne videre i utviklingsfasen, ved at man ikke tør innføre endringer, som anses som nødvendig

for å oppnå et best mulig produkt. Som kjent fra teorien er det å gjøre om igjen aktiviteter store drivere til at prosjektplanen overskrider, men på den annen side er de også med å forbedre produktkvalitet og tilfredsstillende markedsbehov (J. Wang & Lin, 2009). Spørsmålet er da om en *så stor grad av formalisering og detaljering* på dette tidlige tidspunktet, er det mest effektive, når en tar med i vurdering usikkerheten som dette prosjektet er forbundet med i startfasen?

Med referanse til Case-studie B og C, hvor prosjekt resultatene viser at formalisering av innovasjonsprosessen kan være fordelaktig, representerer Case-studie A et motbevis i så måte. Den radikale innovasjonen ble gjennomført i henhold til en svært *uformell* prosess og det er ingen tvil om at man for dette prosjektet lykkes med det. Det var ingen formelle planer og beslutningspunkter. Styringen ble i sin helhet utført av en *intelligent, kreativ, hardtarbeidende, stridig og risikovillig* teknologiopppfinner. Eksistensen av denne personen, som ifølge teorien er å regne som en *product champion*, kan ifølge Kim & Wilemon (2002) spille en sentral rolle i å få transformert en «fuzzy» ide om til et konsept som er verdt å utvikle og kommersialisere. Årsaken til at man lykkes med å realisere denne radikale innovasjon ligger altså ikke først og fremst i at innovasjonsprosessen var uformell, men heller at det eksisterte en *product champion* som styrte prosessen. Case-studie A beviser dermed at en suksessfull radikal innovasjon er et produkt av *sammenstillingen av unik teknologi og visjonen til en sterk product champion* (Holahan, Sullivan & Markham, 2014). Det er også andre elementer som vurderes å bidra til suksess for Case-studie A og dette diskuteres videre i avsnittene nedenfor.

## 6.2.2 Resultater eller dokumentasjonskrav?

I henhold til det *Agile Manifesto* (Cooper, 2017) er et av prinsippene: *Working software over comprehensive documentation*. Spesielt når det jobbes i henhold til en Agile-Stage-Gate Hybrid modell er det viktig å finne den riktige balansen mellom de to verdenene. Som presentert i avsnitt 3.3.5.3 er kritikken mot den tradisjonelle Stage-Gate modellen blant annet at systemet er for kontrollerende, byråkratisk og med *innslag av for mye arbeid som ikke tilfører verdi* (papirarbeid, sjekklister etc.) (Cooper, 2017). Den Agile-Stage-Gate Hybrid modellen legger imidlertid opp til å være mer *tilpasningsdyktig, fleksibel og skalerbar* i henhold til hvilken type prosjekt man har med å gjøre. Dette innebærer indirekte at man også må vurdere *hvilken dokumentasjon og grad av detaljering* som er hensiktsmessig ved hver gate for de ulike prosjektene. Case-studie A og Case-studie D representerer to ytterpunkter med tanke på fokus på resultater versus dokumentasjon. Det er derfor mest interessant å diskutere disse to casene i dette avsnittet.

For Case-studie A ser man at hovedfokus kun er på å oppnå fungerende produkt inkremer. Det er ikke fokus på dokumentasjon. Dette kan ha vært hensiktsmessig på det tidspunktet hvor organisasjonen var liten og *alle visste alt*. I tillegg hadde teknologioppfinner og hovedeier svært tett relasjon, som var basert på tillit og noen formell rapportering var dermed ikke nødvendig. Når organisasjonen vokser og samtidig får nye eiere, som ikke er så tett på, er det nødvendig å produsere prosjektdokumentasjon og få på plass en formell rapportering. Dette er noe som det må tas hensyn til på tidspunktet for gjennomføring av Case-studie D. Man kommer ikke bort fra at det må brukes tid på å produsere dokumentasjon. Basert på resultatene som fremkommer er det imidlertid et spørsmål om *detaljeringsgraden* på prosjekt estimer og produktkostnader er i overkant på dette svært *tidlige tidspunktet* i prosjektet? Så lenge usikkerheten til innovasjonen på dette tidspunktet er stor, er også usikkerheten knyttet til estimatene like stor og verdien av disse kan derfor diskuteres. Det vurderes at man ikke har funnet riktig balansegang mellom tiden man bruker på dokumentasjon og tiden man bruker til å oppnå resultater som er med å redusere usikkerhet tidlig. Kan det også være et spørsmål om Agile-Stage-Gate Hybrid modellen har vært implementert riktig for Case-studie D? At fokuset har vært mer i henhold til en tradisjonell Stage-Gate modell? Dette gjøre seg gjeldende dersom man ikke har klart å oppnå *smidigheten* som en slik hybrid-modell skal være en tilrettelegger for.

### 6.2.3 Faseorientert eller iterativ?

Gartzen, Brambring & Basse (2016) foreslår en modell for å velge utviklingsprosess som funksjon av usikkerhet. Denne modellen ble gjort rede for i avsnitt 3.3.6 og kort gjengitt handler det om at *radikale innovasjoner* har større sjanse for suksess ved å velge læringsorienterte tilnærminger og jobbe målorientert i stedet for prosessorientert. Ved *evolusjonære innovasjoner* foreslås en miks av disse, mens det ved *inkrementelle innovasjoner* med fordel kan velges en faseorientert prosess (stage-gate), da usikkerheten er så liten, at det er mulig å systematisere og kjøre parallelle aktiviteter for å redusere utviklingstid.

For den radikale innovasjonen og case-studie A ble det benyttet en *målorientert* prosess, hvor det stadig handlet om å optimalisere produktet i retning stadig tøffere krav knyttet til stabilitet og ytelse. Prosessen hadde i stor grad en *læringsorientert tilnærming*, ved at det handlet om å prøve og feile for å redusere usikkerheten og stadig klare å ta produktet til neste nivå. Det eksisterer stor grad av smidighet og fleksibilitet, som gir handlerom for *kreativitet*. Eksempler på dette er at teknologioppfinner over natten kunne forkaste en ide, hvis han hadde oppdaget at dette kunne gjøres på en mye bedre måte. Å *være åpen for nye ideer*, i tillegg til å jobbe målorientert heller enn

proessorientert er grunnleggende tilretteleggere for å oppnå suksess ved radikale innovasjoner ifølge Gartzen, Brambring & Basse (2016).

Den evolusjonære innovasjonen, Case-studie B, gjennomførte særlig i første del av prosjektet *sekvensielle* aktiviteter, hvor hver fagdisiplin gjennomførte sin aktivitet, før produktet ble overlatt til neste disiplin (mekanikk, elektronikk og firmware/software). Dersom det hadde vært forbundet *lav grad av usikkerhet og tvetydighet* til prosjektet, så kunne dette være en måte å jobbe på, ved at sjansen for at man måtte gjøre om igjen aktiviteter dermed hadde vært lav (Yang, Lu, Yao & Zhang, 2014). For å redusere utviklingstiden, kunne man da ha gjennomført disse aktivitetene *overlappende* eller i *parallell*. Det viser seg imidlertid at usikkerheten og kompleksiteten knyttet til produktet er blitt undervurdert, for på et tidspunkt langt ut i prosjektet får mekanikk og elektronikk feedback fra testingen og resultatene er nedslående. Hele firmware delen må skrives om, samtidig som det kun er mulighet til å flikke på mekanikken på grunn av at leveringsdato nærmer seg. Gitt usikkerheten som eksisterer, er det en tolkning at man med fordel i dette prosjektet kunne jobbet mer *målorientert* og *iterativt* i stedet for sekvensielt, for å få kontinuerlig feedback på testingen som ble gjort. Da hadde man hatt anledning til å revidere løsningen fra og med et tidlig stadium. I tillegg, som diskutert tidligere, ser man at Case-studie B med fordel burde ha hatt beslutningspunkter underveis i prosessen. Disse funnene er også i tråd med Gartzen, Brambring & Basse (2016), som foreslår en *miks av agile og faserorienterte prosesser* for evolusjonære innovasjoner.

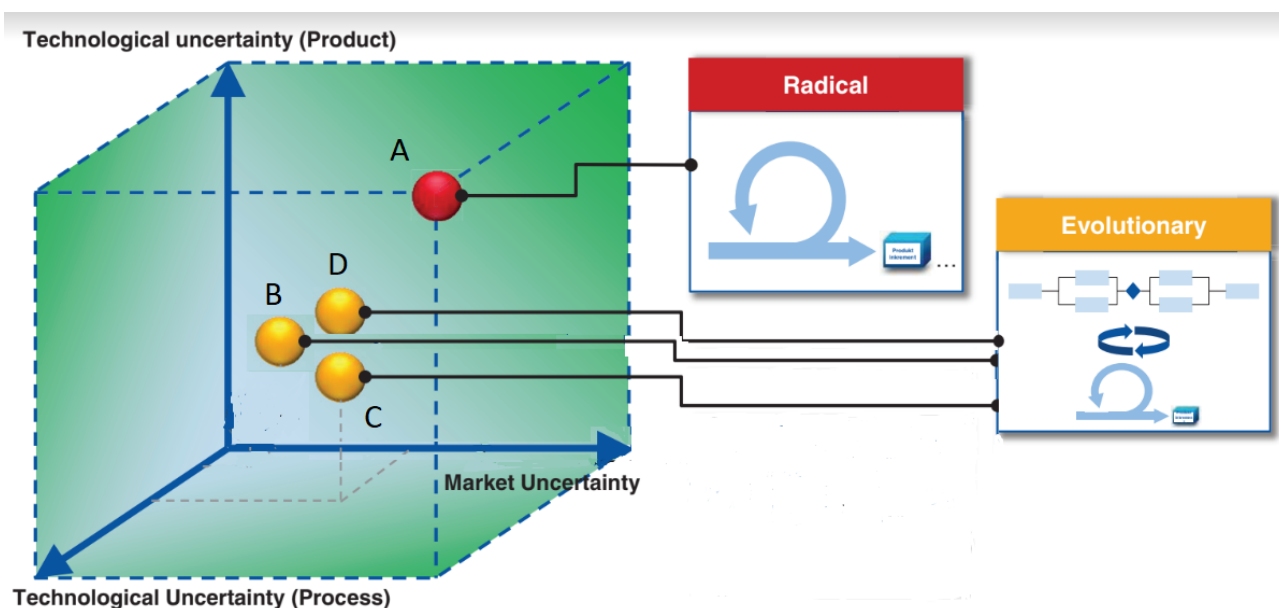
Funnene i Case-studie C antyder at man jobbet *målorientert* i større grad enn *proessorientert*, iallfall helt frem til slutten av prosjektet hvor utviklingsprosessen gjennomføres i henhold til en Agile-Stage-Gate Hybrid modell. Da gjennomføres beslutningspunktene *gate 5 - start market preparations* og *gate 6 - Release* med sine påfølgende faser. Innføring av disse beslutningspunktene forlenger i utgangspunktet opprinnelig leveransedato for produktet, men samtidig er det en vurdering at dette også medfører at produktet som lanseres er nærmere «ferdig» og klar for serieproduksjon, enn det ville ha vært dersom det ble sluppet på opprinnelig planlagt dato. I og med at kvalitet var den prioriterte effektivitet parameteren, anses innføring av disse beslutningspunktene som et bidrag til en effektiv utviklingsprosess for Case-studie C. Gitt usikkerheten som eksisterer for denne evolusjonære innovasjonen og resultatene som fremkommer i Case-studie C, finner man at en miks av *miks av agile og faseorienterte prosesser* i henhold til Gartzen, Brambring & Basse (2016) sin modell er å anbefale for en effektiv prosess.

Case-studie D preges av å i større grad være *proessorientert* enn *målorientert* i tidlig konseptfase. Selv om man gjennomfører prosjektet i henhold til en Agile-Hybrid Stage-Gate modell, hvor *agile*



*prinsipper* og en *strukturert fase-tilnærming* skal integreres, forteller resultatene at hovedfokus til utviklingsteamet ligger i å innfri kravene om prosjektdokumentasjon og design spesifikasjoner som skal foreligge ved gate møtene heller enn å jobbe læringsorientert for å redusere usikkerhetene knyttet til det teknologiske konseptet. Etablering av en spikret design spesifikasjon i overgang til en utviklingsfase, inviterer ikke til smidighet og fleksibilitet og som nevnt tidligere kan dette være *hemmende for kreativiteten*, og resultere i at man ikke får utviklet frem de beste løsningene. Resultatet fra prosjektet er ikke kjent og det er derfor vanskelig å gjøre noen videre vurderinger på hvilke konsekvenser *prosessorienteringen* vil ha å si for utviklingsprosessens effektivitet. Basert på usikkerheten som eksisterer ved overgang til utviklingsfasen, vurderes det likevel som mer hensiktsmessig å ha et *større fokus på en læringsorientert tilnærming* i denne startfasen for å jobbe frem en klarere produktdefinisjon. Dette er også en vurdering som ville sammenfalle med Gartzen, Brambring & Basse (2016) sin modell med utgangspunkt i den kompleksitet og usikkerhet som foreligger for dette prosjektet.

Figur 6.1 nedenfor illustrerer Case-studie A, B, C og D sin anbefalte produktutviklingsprosess med utgangspunkt i modellen til Gartzen, Brambring & Basse (2016).



**Figur 6.1 Case-studie A, B, C, D sin anbefalte produktutviklingsprosess**

(modifisert figur, med utgangspunkt i modell hentet fra Gartzen, Brambring & Basse (2016))

#### 6.2.4 Mennesket eller prosess?

Et av hovedfunnene i case-studiene er at den menneskelige dimensjonen også spiller en avgjørende rolle i det å kunne oppnå en effektiv utviklingsprosess. I det teoretiske rammeverket i kapittel 3, ble det gjort rede for hvordan *prosjektleder kapabiliteter* (Marsh & Stock, 2003) og *erfaringen til prosjektleder og teamets læringskurve* kan påvirke hurtighet i utviklingen (Yang, Lu, Yao & Zhang, 2014).

I Case-studie A foregår ikke innovasjonsprosessen i henhold til en formell struktur. Prosjektet ledes av en teknologiopffinner som har ekstraordinære egenskaper i form av å være svært *intelligent, kreativ, hardtarbeidende* og *risikovillig*. Betydningen av en slik *product champion* ble diskutert i avsnitt 6.2.1. I tillegg kommer det frem at teknologiopffinner var ekstremt flink å *motivere* kjernegruppen sin ved å *involvere* og *engasjere* prosjektdeltakerne. Han høstet mye respekt på grunn av sin enorme kunnskap. Teknologiopffinner investerte mye tid i å integrere informasjonen mellom prosjektdeltakerne. Denne integreringen har hatt en betydelig innvirkning på hurtighet og suksess i dette prosjektet, noe som er i tråd med Marsh & Stock (2003). Et av hovedfunnene i Case-studie A er imidlertid at når organisasjonen vokser, så er det ikke alle som automatisk blir del av denne kjernegruppen. Dette medfører at de ikke blir oppdatert på ny informasjon og jobber videre på oppgaver og ideer, som teknologiopffinner allerede har forlatt. Denne «isolasjonen» medfører at det forekommer unødvendig bruk av *ressurser* og *tid*. Størrelsen på organisasjonen/teamet har derfor mye å si for om denne måten å integrere informasjon på er effektiv. Tatt i betraktning at teknologiopffinner var den personen som delegerte alle oppgaver og styrte prosessen, er det nok også av betydning for resultatet at prosjektdeltakerne ikke opplevde dette som *micro-management*. Igjen spiller *personlige egenskaper* inn i forhold til effektiv styring av innovasjonsprosessen. Uansett så kan man ut fra Case-studie A se at en *prosjektleders kapabiliteter* og *evne til å integrere informasjon*, påvirker hurtighet og suksess i utviklingen.

Videre må man også ta et blick på den *individuelle kompetansen* til prosjektdeltakerne i Case-studie A. I følge Brown & Eisenhardt (1995) er prosjektteamet hjertet i produktutviklingsprosessen. Prosjekt medlemmene er de som faktisk utfører selve arbeidet i produktutviklingen. Teknologiopffinner mener at det at man klarte å knytte til seg de riktige folkene, er en av suksessfaktorene i prosjektet. Det var personer som ville *drive* det hele frem og som var villige til å gjøre det som skulle til. Man kunne ikke være del av kjernegruppen og kun jobbe fra klokken 8 til 16. Det var derfor også en erkjennelse at det ikke var alle som egnet seg til å være del av dette prosjektet. Cockburn & Highsmith (2001, s.131) er inne på noe av det samme:

*«If the people on the project are good enough, they can use almost any process and accomplish their assignment. If they are not good enough, no process will repair their inadequacy – «people trump process» is one way to say this.»*

I motsatt fall for Case-studie B, som også gjennomføres i henhold til en uformell prosess, lykkes det ikke å integrere informasjon mellom prosjektdeltakerne i samme grad, noe som anses som en medvirkende årsak til den *lange utviklingstiden* og *utilstrekkelige produktkvaliteten*. Som diskutert tidligere i dette kapittelet kan det være at en mer formalisert prosess, kunne ha fremprovosert informasjonsprosessering mellom funksjonene i større grad og at beslutningspunkter underveis kunne ha hindret at produktet ble sluppet på markedet. Likevel, det må også tas med i betraktning hvilke ressurser man har i teamet og hvordan disse spiller sammen. Resultatene fra Case-studie B bringer nemlig på banen utfordringene ved å ha et *distribuert team* og *deltids ressurser* på prosjekter. I motsetning til Case-studie A, hvor prosjektdeltakerne jobbet samlokalisert og var 100% viet dette ene prosjektet, var ressursene i Case-studie B spredt og den ene kritiske ressursen hadde begrenset med tid å vie prosjektet. I tillegg var også en annen ressurs nyansatt og hadde ekstra behov for å integreres. I følge Brown & Eisenhardt (1995) vil team med en kort historie i lag mangle effektive mønstre for å dele informasjon og jobbe i lag. *Fremmedheten* i teamet kan gjøre at variasjonen i informasjonen som kommuniseres i teamet begrenses. Dette kan dermed også påvirke innovasjonsprosessens effektivitet. Resultater fra Brown & Eisenhardt (1995) sitt review indikerer at *effektive gruppeprosesser*, spesielt de som er relatert til kommunikasjon, *øker informasjonsnivået* og på denne måten er essensielle i forhold til høyt presterende utviklingsprosesser. Det er utenfor avhandlingen å gå nærmere inn på akkurat denne problemstillingen, men det er med å understreke at *teamsammensetning*, *ressursallokering* og *lokalisering* er en faktor som må evalueres og hensyn tas i forbindelse med vurderingen av hvordan man oppnår effektiv styring av innovasjonsprosessen.

### 6.3 Læringsorienterte tilnærminger

Det essensielle i denne avhandlingen er at kompleksitet og usikkerhet er på sitt største tidlig i startfasen av en innovasjonsprosess (Stevens, 2014). Å redusere denne usikkerheten tidlig medfører at det er enklere å styre prosjektene videre og oppnå en effektiv utviklingsprosess (Gartzen, Brambring & Basse, 2016). Et viktig element å belyse i denne avhandlingen er derfor effektiviteten av læringsorienterte tilnærminger i tidlig fase. I de neste avsnittene vil hovedfunnene fra case-studiene analyseres og diskuteres med hensyn på kryssfunksjonelt samarbeid, involvering av kunde, involvering av leverandør og sist, men ikke minst, prototyping og eksperimentering.

### 6.3.1 Kryssfunksjonelt samarbeid

Det teoretiske rammeverket fremhever at for å komme frem til en klar produktdefinisjon tidlig, som er et viktig virkemiddel for å redusere usikkerhet og optimalisere innovasjonsprosessen, er det svært hensiktsmessig å jobbe på tvers av funksjoner for å få belyst ulike områder og skape en felles forståelse (Zhang & Doll, 2001).

For de spesifikke case-studiene som er blitt presentert er det to dimensjoner knyttet til kryssfunksjonelt samarbeid som er avgjørende for en optimalisert utviklingsprosess hos bedriften som blir analysert. Den ene dimensjonen handler om samarbeid på tvers av fagdisipliner innenfor selve utviklingsteamet, det være seg mekanikk, elektronikk, firmware og software. Den andre dimensjonen handler om samarbeid mellom utviklingsteamet (R&D) og funksjonene Salg, Service og Produksjon. Det kommer frem av resultatene at begge disse dimensjonene er avgjørende for en effektiv gjennomføring. Case-studie B er et eksempel på at når samarbeidet mellom de ulike fagdisiplinene innenfor selve utviklingsteamet ikke fungerer optimalt, i form av at informasjon ikke blir delt, kan dette få konsekvenser i form av dårligere produktkvalitet. I tillegg øker det også utviklingstiden, med tanke på at arbeid må gjøres om på et for sent tidspunkt, når problemene da blir mer krevende å fikse, enn om de hadde vært avdekket på et tidligere tidspunkt (Brown & Eisenhardt, 1995). I tillegg støtter også funnene i Case-studie B at når de ulike funksjonene, særlig Salg og R&D, ikke får belyst de ulike områdene tidlig og dermed ikke oppnår en felles forståelse og prioritet av kravene, så øker dette utviklingstiden ved at det blir utviklet funksjonalitet, som ikke viser seg å bli tatt i bruk. Det tolkes derfor slik at et tettere samarbeid mellom funksjonene og fagdisiplinene i utviklingsteamet i Case-studie B ville medført en mer effektiv utviklingsprosess for denne evolusjonære innovasjonen, som er i henhold til det teoretiske rammeverket om at kryssfunksjonelle team øker effektivitet i innovasjonsprosjekter (Tidd & Bodley, 2002; Verworn, 2009).

For Case-studie A fremgår det av resultatene at det ikke blir jobbet på tvers av funksjonene i særlig grad. Fagdisiplinene innad i utviklingsteamet jobber med sine delegerte områder og det er ikke noen samhandling mellom R&D og Salg, foruten det som går gjennom teknologioppfinner. Det som likevel er et av hovedfunnene er at teknologioppfinner i *svært stor grad integrerer informasjonen* mellom de ulike faglige disiplinene, slik at nødvendig informasjon kontinuerlig er tilgjengelig. Dette gjelder iallfall inntil teamet og organisasjonen når en viss størrelse. Ved økt størrelse på organisasjonen finner man at denne måten å integrere informasjonen på blir ineffektiv, ved at teknologioppfinner blir en flaskehals og dermed blir ikke ressurser inkludert og heller ei informert,

slik at det brukes tid på å utvikle «feil» løsninger. Sammenligner man Case-studie A og Case-studie B, hvor grad av kryssfunksjonelt samarbeid er lavt for begge, fremstår hovedforskjellen å være at man i Case-studie A lykkes å integrere informasjonen, mens det for Case-studie B ikke lykkes å integrere informasjonen. Dette kan være med å forklare hvorfor Case-studie A likevel blir en suksess, gitt den lave graden av kryssfunksjonelt samarbeid.

En annen mulig forklaring er at det for den radikale innovasjonen i Case-studie A, er utviklingsavdelingen som sitter på de beste forutsetningene for å forstå hvilke muligheter konseptet vil kunne innfri og at det derfor ikke er så effektivt å integrere Salg og kundesiden så tett i denne tidlige fasen (Menguc, Auh & Yannopoulos, 2014). For Case-studie B, hvor grad av innovasjon ikke er så stor og Salg i større grad kan representere markedet og dets behov, er det derimot mye mer kritisk å involvere Salg tidligere i fasen for å belyse og komme frem til en felles forståelse. Disse funnene er med å understøtte Brettel, Heinemann, Engelen & Neubauer (2011) sin teori om at kryssfunksjonell integrering og effekten det har på effektivitet er svært komplekst og at det blant annet må sees i lys av *hvilken grad av nyhet* som er knyttet til prosjektet, *hvilke funksjoner* som involveres og i *hvilken fase* prosjekt befinner seg i.

Både i Case-Studie C og Case-studie D jobbes det etter en målsetning om å jobbe frem en klar produktdefinisjon ved hjelp av kryssfunksjonelt samarbeid tidlig i prosjektet. For begge prosjektene gjelder at de faglige disiplinene jobber sammen som et team og i fellesskap utarbeider det teknologiske konseptet basert på krav i fra Salg. I neste omgang blir konseptet vurdert av Salg, Service og Produksjon. Felles for denne samhandlingen er at det blir gått flere runder på konseptet, før en lander ned på endelig prioritering av krav og målsetninger. Dette er en tidkrevende prosess, og fører til lengre beslutningsprosesser (Brettel, Heinemann, Engelen & Neubauer, 2011). Som Kim & Wilemon (2002) er inne på må derfor tiden det tar, sees opp mot fordelene man oppnår ved at man har fått klarere svar på hva som skal utvikles og at man derfor har større forutsetninger for å videre kunne gjennomføre en effektiv utviklingsprosess. Ved å sammenligne med Case-Studie B, hvor man ikke brukte tid på dette i startfasen og gitt de negative konsekvensene dette fikk for prosjektet, er det en vurdering at det kryssfunksjonelle samarbeidet som ble gjennomført i starten av Case-studie C og D er med/vil være med å optimalisere utviklingsprosessen. Spesielt med tanke på at graden av nyhet til produktet er middels på disse prosjektene og dermed er det hensiktsmessig med et kryssfunksjonelt samarbeid for å tilegne mest mulig informasjon, så tidlig som mulig.

### 6.3.2 Involvering av kunder

Med referanse til det teoretiske rammeverket i kapittel 3, er det indikasjoner på at effekten av å involvere kunder i innovasjonsprosjekter er kontekstavhengig. Blant annet spiller det en rolle om innovasjonen er radikal eller inkrementell, om den foregår i miljø preget av høy-teknologi eller lav-teknologi, i hvilken grad det eksperimenteres, samt også i hvilken grad kunden involveres.

Produktet i Case-studie A ble initiert med utgangspunkt i et internt behov og fra starten var derfor utviklingen drevet ut fra at *bedriften selv representerte kunden*. Med over 20 års erfaring innen logistikk og lager på det tidspunktet hadde man inngående kjennskap til behov og hvilke faktorer som ville være kritisk for at produktet skulle bli en suksess. Det er derfor en tolkning at denne kompetansen og kjennskapet til markedet var med å øke sannsynligheten for at et produkt med stor kunde verdi ble utviklet. I tillegg, etterhvert som det ble klart at man ønsket å kommersialisere produktet, ble de første kundene brukt som en *kilde til å samle informasjon* om hvordan produktet fungerte, i mangel på fullverdig testanlegg. På denne måten fikk man rask tilgang til informasjon ved å prøve ut produktet i reelt miljø, selv om man ikke anså produktet som ferdig utviklet. I og med at man samtidig hadde et enormt fokus på å løse problemer raskt, være tilstede og kommunisere med kunden, oppsto et tillitsforhold som kan se ut til å ha veiet opp for problemene med å introdusere et uferdig produkt. Ved at man totalt sett klarte å balansere fornøyd kunde og produktkvalitet, vurderes denne kundeinvolveringen som en faktor som *effektiviserte utviklingstiden* for denne innovasjonen, gitt de ressursene man hadde på det tidspunktet. Dette på grunn av at man ved å *eksperimentere* med hvordan den revolusjonerende teknologien fungerte i reelt miljø, fikk *tidlige svar* og dermed ble tiden man brukte på å optimalisere og kommersialisere produktet kortet ned. Dette funnet kan understøtte Anna Shaojie Cui & Wu (2017) sin teori angående at å bruke kunden som *kilde til informasjon er fordelaktig ved eksperimentering* i NPD. Kundene var informasjonskilder og ikke aktive medutviklere. Det må imidlertid nevnes at det også ble tatt en *stor risiko* ved å gjøre det på denne måten, da kundene ikke delte oppfatningen av at de var i en «eksperimenteringsfase». Konsekvensene kunne vært fatale for produktet om man ved å introdusere det for tidlig, ikke hadde lyktes i å gjøre kunden fornøyd etterhvert. I følge Menguc, Auh & Yannopoulos (2014) vil det å involvere kunder i design ved *radikale* innovasjoner i høyteknologiske bedrifter kunne hemme NPD effektivitet. Med resultatene som foreligger fra Case-studie A kan man hverken bekrefte eller avkrefte dette, annet enn at man finner støtte for at det kan være fordelaktig å involvere kunde i form av å samle informasjon ved eksperimentering. Samtidig vet man fra litteraturen at eksperimentering anses som en effektiv læringsstrategi ved radikale innovasjoner (Christiansen & Gasparin, 2017).

Involvering av *eksterne kunder* i tidlig fase ble ikke gjort i Case-studie A. Mest på grunn av at bedriften med sin kjernekompetanse representerte kunden i seg selv og derfor ikke så behov for å tilegne seg informasjon eksternt. 10 - 15 år etter at Produkt A ble introdusert i markedet, har bedriften økt sine markedsandeler globalt og dermed oppstår *nye* behov og problemstillinger. Dette er tilfellet i perioden for når Case-studie B og D blir gjennomført. Felles for disse case-studiene er at resultatene tilsier at det kunne vært hensiktsmessig å involvere distributører i tidlig fase, for å avklare behov og løsninger, da distributørene kjenner markedet og er tett på kundene. I henhold til Kim & Wilemon (2002) vurderes det ut fra disse case-studiene at distributørene kunne vært med å effektivisere innovasjonsprosessen for Case-studie B og D i form av å hjelpe organisasjonen i tidlig fase med å velge riktige produkt ideer, både hva angår design og ytelse, og dermed korte ned tiden for det totale prosjektet ved at man reduserer usikkerheten knyttet til produktdefinisjonen.

For Case-studie C ble hverken kunde eller distributør involvert i tidlig fase. Man forholdt seg kun til Salg og kravene de fremstilte i MRS. Kunden ble først involvert mot slutten av prosjektet når produktet skulle valideres eksternt. På grunn av manglende involvering i tidlig fase kunne man i valideringsfasen risikere at produktet ikke møtte forventningene til kunde. Da hadde det vært altfor sent i prosessen til å gjøre store endringer. Når det er sagt var Produkt C en oppfølger til Produkt B og man hadde derfor svært god kjennskap til hvilke forventninger kundene hadde til nettopp dette produktet. Det er derfor grunn til å tro at involvering av kunder i tidlig fase for dette prosjektet kunne vært med på å *forlenge prosessen* i stedet for å effektivisere, gitt den informasjonen som allerede eksisterte og som det ikke var behov for å hente inn på ny. Et annet element å vurdere i utviklingen av Produkt C er hvorvidt kundene og distributørene ville dratt innovasjonsprosessen mer i retning av imitasjoner av Produkt B eller andre konkurrerende produkter, som de allerede var kjent med og hadde sett på markedet (Van Der Panne, Van Beers & Kleinknecht, 2003). Produkt C ble imidlertid konstruert totalt annerledes enn Produkt B, som et resultat av innovatørens kreativitet og høyteknologiske kunnskap. Dette kan tolkes til å være en indikasjon på at kundeinvolvering kan ha en lavere effekt i høyteknologiske industrier, som Chang & Taylor (2016) argumenterer for.

### 6.3.3 Involvering av leverandør

Det å søke ekstern ekspertise er en læringsstrategi for å tilegne seg kunnskap på områder knyttet til produktinnovasjonen som man er usikre på. Det teoretiske rammeverket i kapittel 3 refererer til forskning som beviser at leverandør involvering på et tidlig stadium har betydning for en raskere og mer effektiv produktutviklingsprosess ved at man får redusert kompleksiteten (Brown & Eisenhardt,

1995). Studiene viser at dette gjelder for både radikale og inkrementelle innovasjoner (Menguc, Auh & Yannopoulos, 2014).

I Case-studie A er det fokus på å involvere leverandører tidlig i prosessen. Utvikling av enkelte moduler vurderes å settes ut til leverandører. Et overraskende funn er imidlertid at flere potensielle leverandører ønsker å styre konseptet i en annen retning enn den opprinnelige radikale ideen, basert på sin vurdering og kompetanse. Dette kunne fått store konsekvenser om ikke teknologioppfinner hadde vært så bestemt på at ideen hans var gjennomførbar. I forrige avsnitt ble det diskutert at kundeinvolvering kan ha en hemmende effekt på radikale innovasjoner, ved at kundene med sin preferanse kan hindre innovatøren i å komme opp med *virkelig* nye produkter (Menguc, Auh & Yannopoulos, 2014). Til motsetning finner imidlertid Menguc, Auh & Yannopoulos (2014) at leverandører ikke har en hemmende effekt på radikale innovasjoner. Funnet i Case-studie A, som innebærer at leverandører ikke har tro på ideen og ønsker å påvirke løsningen i en helt annen retning, vurderes som at leverandører på samme måte som kunder *kan* være hemmende for radikale innovasjoner, når det gjelder involvering på ide- og konseptnivå for en radikal innovasjon. Case-studie A viser imidlertid at når leverandører blir involvert på isolerte områder innen innovasjonen, så gir dette en positiv effekt i form av at man på grunn av leverandørens ekspertise finner raskere løsninger på spesifikke tekniske utfordringer.

For Case-studie B, C og D, som er evolusjonære innovasjoner med mindre usikkerhet beheftet enn radikal innovasjon, viser resultatene på tvers at det er fordelaktig å så tidlig som mulig i prosessen involvere leverandører på områder som det er knyttet usikkerhet til. Eksempelvis gjelder dette typisk tilfellene som var knyttet til ergonomi, rulle-teknologi, eksterne godkjenninger og produksjon. I case-studiene finner man eksempler på hvordan dette *effektiviserte prosessen*, i form av å oppnå en klarere produktdefinisjon *før* man startet utviklingsfasen (Kim & Wilemon, 2002):

- ❖ Case-studie B og involvering av eksternt godkjenningsorgan i tidlig fase, som resulterte i introduksjon av luke tidlig i designet, slik at man unngikk ekstra iterasjon på senere stadium for å innføre dette.
- ❖ Case-studie D og involvering av ergonomispesialister i tidlig fase, som resulterte i at man fikk raske svar på den ergonomiske utformingen, samtidig som man unngikk å bruke mye tid og ressurser på å undersøke ergonomi standarder på egenhånd.
- ❖ Case-studie D og involvering av motorleverandør i tidlig fase, som resulterte i at man fikk redusert noe av usikkerheten knyttet til rulle-teknologi.



- ❖ Case-studie D og involvering av eksternt godkjenningorgan i tidlig fase, som resulterte i at sikkerhetsnivå og standarder var avklart i det utvikling startet.

Man finner også eksempler i case-studiene hvor involvering av leverandør skjedde på et *for sent* tidspunkt og dermed *forlenget prosessen*, i form av at aktiviteter måtte repeteres eller ble gjennomført sekvensielt i stedet for overlappende og parallelt (Yang, Lu, Yao & Zhang, 2014):

- ❖ Case-studie C og involvering av eksternt godkjenningorgan i utviklingsfasen, som resulterte i at man ikke hadde implementert elektronikk i henhold til riktig sikkerhetsnivå og dermed måtte gjøre dette arbeidet på ny.
- ❖ Case-studie C og involvering av Produksjon og Innkjøp for sent i utviklingsprosessen, slik at disse aktivitetene startet sekvensielt istedenfor parallelt.

Et annet viktig funn på tvers av case-studiene er at det *langsiktig samarbeidet* med eksternt godkjenningorgan har resultert i at den interne kompetansen på dette området har økt, slik at man har tilegnet seg kompetanse til å *utføre spesifikke oppgaver selv*. I kombinasjon med at man etterhvert også opparbeidet en *god oversikt på godkjenningsprosessen*, ble leverandør involvert tidligere og relaterte aktiviteter ble fremskyndet i tid. Dette kan man særlig se at er med å effektivisere utviklingsprosessen for Case-studie D.

#### 6.3.4 Prototyping og eksperimentering

Prototyping og eksperimentering spiller en sentral rolle i innovasjonsprosessen, i form av at aktivitetene representerer første steg i å omforme vage ideer om til fysiske produkter (J.D Menold, 2017). De første stegene som tas for å konkretisere produktet er kritiske i forhold til å *lære, kommunisere, integrere* og markere *milepæler for fremdrift* (Christiansen & Gasparin, 2017). Hovedbudskapet når det gjelder prototyping og eksperimentering i det teoretiske rammeverket (Kapittel 3), er at disse aktivitetene kan effektivisere innovasjonsprosessen ved at de blir inkludert i startfasen av prosjekter, når usikkerheten knyttet til konseptet og kritiske komponenter er størst.

Når man analyserer resultatene for Case-studie A og den radikale innovasjonen, er det ingen tvil om at prototyping og eksperimentering er svært sentrale aktiviteter fra tidlig fase i dette innovasjonsprosjektet. Det som karakteriserer Case-studie A sin prototype utvikling, er at det handler om å eksperimentere med det som anses som de kritiske elementene og få raske svar på om løsningen vil fungere tilfredsstillende, før man går videre. Helt i starten brukte teknologioppfinner

mye tid på å verifisere konseptet ved å analysere og utarbeide matematiske modeller, slik at man fikk satt rammer for konseptet med tanke på effektive størrelser på lagringskasser og kube. Det kjøres et iterativt løp, i form av å bygge, teste og tilpasse del-moduler og med den store usikkerheten som preger innovasjonen, møter en stadig uforutsette problemer, som gjør at man må endre retning på den videre utviklingen. Man satser imidlertid ikke alt på ett kort og bruker ikke tid på å «spikre» design. Man tar små steg og tilegner seg informasjon om hva som fungerer/ikke fungerer (Bessant, Mösslein, Neyer, Piller & Stamm, 2009). Man møter usikkerheten i form av *prøving og feiling* og stadig når man nye målsetninger med produktet, som tilsvarer reduksjon i usikkerheten. Denne måten å utvikle på sammenfaller med prinsippene som ligger til grunn i modellen til Gartzen, Brambring & Basse (2016). De anbefaler en målorientert tilnærming til prototyping, hvor realisering av hver prototype iterasjon medfører en redusering av usikkerheten. Til slutt vil man stå med ett produkt som er beheftet med så lite usikkerhet at det er klart for serieproduksjon. Det som skiller Case-studie A sin tilnærming til prototyping fra modellen til Gartzen, Brambring & Basse (2016), er at den ikke er så strukturert gjennomført i henhold til scrum rammeverket og seremoniene som tilhører. Hvor mye dette har hatt å si for effektiviteten er vanskelig å vurdere, men ut fra analysen av dataene og med tanke på suksessen til Case-studie A er det en tolkning at en målorientert tilnærming til prototyping helt fra start i stor grad har vært en medvirkende faktor til den radikale innovasjonen sin suksess.

Et annet viktig trekk ved prototypingen i Case-studie A, er at man tidlig fikk etablert et mindre demonstrasjonsanlegg i eget lager. Dette tolkes til å ha vært et verktøy for å oppnå en felles forståelse av dette ukjente og radikale konseptet tidlig. Ikke bare for de som var del av utviklingsteamet, men også for interessenter (ledelse, kunder, leverandører). Man finner tydelige bevis på at testing av demonstrasjonsanlegget i tidlig fase utgjorde et godt verktøy for læring (Christiansen & Gasparin, 2017), da denne perioden refereres til som *svært lærerik* av prosjektdeltakerne. I tillegg er det tydelig at man markerte milepæler underveis (Christiansen & Gasparin, 2017):

*«Jeg kan huske at vi en dag fikk 800 plukk på systemet. Det var en kjempedag!»*

Ved å stadig å oppnå nye milepæler, reduserte man usikkerheten og kompleksiteten knyttet til det radikale konseptet.

Case-studie C er også et eksempel på et innovasjonsprosjekt hvor man eksperimenterte og prototypet i tidlig fase. Parallelt med at man jobbet med å avklare konseptet med Salg og Service, testet man en tidlig versjon av det kritiske elementet som arbeidsstasjonen bestod av, nemlig

svingarmen som skulle presentere lagringskasse til operatør. Tidlig fikk man på plass «proof of concept» på denne komponenten og dermed kunne man inkludere sikre parametere som del av simuleringsdataene, noe som medførte at usikkerheten knyttet til om man ville klare å oppnå ytelseskravene fra Salg, var kraftig redusert ved inngang til utviklingsfasen. Eksperimenteringen i tidlig fase vurderes som en viktig faktor til at man klarte å oppnå en klar produktdefinisjon tidlig.

Ser man videre på Case-studie D, hvor man tidsmessig gjennomførte en lengre konseptfase, finner man også tendenser til eksperimentering og prototyping i denne fasen. Det som skiller Case-studie C og Case-studie D er imidlertid at sistnevnte er et mye mer komplekst produkt å utvikle og er beheftet med større usikkerhet enn Produkt C. Man kunne ikke få alle svarene på bordet i denne tidlige fasen. Likevel så er det et interessant funn at når det ble eksperimentert med conveyor belter i tidlig fase og dette ikke fungerte tilfredsstillende, så endret man designet til rulle-teknologi og produserte dokumentasjon til gate 3 møtet - uten å ha samlet erfaring på om dette ville fungere tilfredsstillende. Når man i tillegg skulle verifisere konseptet i pre-development fasen, fikk man ikke tid nok til å fullføre prototypingen, slik at gummierte rullers innvirkning på støy ikke var avklart før gate 4 møtet og kravet om en «fryst» design spesifikasjon. Det samme var også tilfellet for den ergonomiske versjonen av arbeidsstasjonen, hvor man skulle bruke en modifisert belte-versjon, men hvor man ikke fikk samlet erfaring på om dette ville gi bedre resultater enn forrige prototype iterasjon av beltene, før design spesifikasjon skulle frysas. Ved gate 4 og *start development* fasen, var derfor usikkerheten fortsatt rimelig stor tilknyttet den tekniske spesifikasjonen, spesielt for den ergonomiske arbeidsstasjonen. Det er dermed en vurdering at det sannsynligvis ville være mer effektivt for den videre innovasjonsprosessen og tillate fokus på læringsløkker og prototype iterasjoner i denne tidlige fasen, slik at man kunne bygge informasjon rundt det aktuelle caset og få et bedre grunnlag for en go/no-go beslutning i henhold til Bessant, Möslin, Neyer, Piller & Stamm (2009).

Funnene fra Case-studie B, med tanke på prototyping og eksperimentering i tidlig fase, viser at hovedfokus lå i å få bygd frem en fullstendig prototype, for så å teste denne i sin helhet. I ettertid er den en vurdering fra prosjektdeltakerne at overgangen, hvor lagringskassen ble transportert fra heis til arbeidsstasjon, var kritisk for konseptet og burde vært testet på et mye tidligere tidspunkt, enn det som i dette tilfellet ble gjort. Ved at man i tidlig utviklingsfase ikke lyktes i å samle tilbakemeldingene fra testingen, slik at dette ble utgangspunkt for videre revidering og tilpasning av produktet, påvirket dette effektiviteten i utviklingsprosessen. Dette i form av at man ikke, før godt ut i utviklingsfasen, fikk klarhet i tilstanden og dermed måtte gjennomføre et større skippertak ved å omskrive firmware-delen, noe som var svært ressurskrevende. Det er derfor en tolkning at tidlig









eksperimentering og en iterativ prototype prosess, med innslag av en integrert «build, test, adapt» syklus, kunne bidratt til å effektivisere utviklingsprosessen for denne evolusjonære innovasjonen, som er i tråd med Gartzen, Brambring & Basse (2016) sin modell.

Selv om man i Case-studiene finner bevis for at prototyping og eksperimentering i tidlig fase kan effektivisere prosessen, er det også et poeng at fysiske prototyper er kostbart (Christansen & Gasparin, 2017). Noe av poenget med å ha beslutningspunkter i løpet av innovasjonsprosessen, er nettopp å sikre at man ikke investerer for mye i konsepter som man senere må forkaste. I den Agile-Stage-Gate Hybrid modellen er nettopp poenget å bryte prosessen opp i inkremitter og investere i ett om gangen, for ved ferdigstilling av inkrementet vurdere om man har fått redusert usikkerheten nok til at man er villig til å investere i neste inkrement. *Det er essensielt å holde balanse i usikkerheten som eksisterer og investeringen som står på spill* (Cooper, 2017). Eksempel fra Case-studie D på at en slik tilnærming er effektiv, er at man i konseptfasen investerte i å teste ut en enkel prototype modul med belter. Investeringen var liten og usikkerheten svært høy. Den lille investeringen gav imidlertid godt nok svar på at å gå videre med et konsept bygget på belte-teknologi ikke ville være optimalt. Slik unngikk man dermed å satse alt på ett kort, bygge en fullstendig og kostbar prototype basert på belte-teknologi, for deretter å finne ut at man sannsynligvis hadde gjort en kostbar feilinvestering. I neste omgang velger man derimot å bygge et conveyor bånd bestående av rulle-teknologi, når alternativet kunne vært å reise på et eksisterende anlegg som allerede benytter denne teknologien. Dette er et eksempel på at man ikke hadde et bevisst forhold til investeringen og usikkerheten man ønsket å redusere. Usikkerheten knyttet til støy og slitasje av kasser, kunne vært rimeligere og raskere adressert om man hadde søkt eksternt etter informasjon, i stedet for å bygge en kostbar prototype. Som Cooper (2017) er inne på så er det altså viktig å ha en balanse mellom investeringen man gjør i hvert produktinkrement og grad av usikkerhet man søker å redusere.

## 6.4 Oppsummerende tabell

For å gjøre en oppsummering til slutt, er resultatene og karakteristikken ved de ulike case-studiene samlet i Tabell 6.1 nedenfor.

**Tabell 6.1 Oppsummerende tabell** (egenprodusert tabell)

	Case studie A Radikal	Case studie B Evolusjonær	Case studie C Evolusjonær	Case studie D Evolusjonær
<b>Usikkerhet</b>				
Teknologi	Høy	Medium	Medium	Høy
Marked	Høy	Medium	Lav	Medium
<b>Produktutviklings prosess</b>				
Formell og faseorientert	Nei	Nei	Delvis	Ja
Fleksibel og iterativ	Ja	Nei	Ja	Delvis
Hybrid	Nei	Nei	Delvis	Ja
<b>Læringsorienterte tilnærminger i FFE</b>				
Kryssfunksjonelt samarbeid	I liten grad	I liten grad	I stor grad	I stor grad
Involvering av kunde	I stor grad	I liten grad	I liten grad	I liten grad
Involvering av leverandør	Delvis	Delvis	Delvis	I stor grad
Prototyping og eksperimentering	I stor grad	Delvis	I stor grad	Delvis
<b>Prosjekt resultat</b>				
<b>Anbefalt produktutviklings prosess</b>				

## 6.5 Svar på forskningsspørsmål

Forskingsspørsmålene fremstilt i denne avhandlingen vil i det følgende bli besvart basert på resultater fra case-studiene og i henhold til analysen og diskusjonen i forrige avsnitt.

### 6.5.1 Effektiv styring av innovasjonsprosjekter

*FS1: Hvordan oppnå effektiv styring av innovasjonsprosjekter?*

Å lede innovasjonsprosjekter er mer enn å planlegge ressurser mot tid og budsjett. Enkle strategimodeller som antar en rasjonell prosess og tilgjengelighet av informasjon virker ikke særlig bra. Derimot er det å håndtere uventede og uforutsigbare hendelser og gradvis få prosjektet til å bli en realitet, en krevende prosess (Tidd & Bessant, 2014). Hvert prosjekt er *unik* med tanke på hvor stor grad av usikkerhet og kompleksitet som eksisterer. *Hvordan man møter og håndterer usikkerheten og kompleksiteten* som karakteriserer disse innovasjonene, kan være avgjørende for å oppnå en effektiv utviklingsprosess. Resultatene i denne avhandlingen indikerer at det er *potensiale for å oppnå effektiv styring* ved å fokusere på startfasen (FFE), når usikkerheten og kompleksiteten er på sitt største. Ved å gjøre *tidlige investeringer* i å øke markedskunnskap og teknologikunnskap, oppnår man en *klarere produktdefinisjon* som utgangspunkt for utviklingen. En klar produktdefinisjon vil igjen være med å bidra til en effektiv utviklingsprosess, noe som resultatene i denne avhandlingen i likhet med det teoretiske rammeverket indikerer. Samtidig indikerer også resultatene at endringer som introduseres sent i prosjektet, ikke er forbundet med effektivitet (MacCormack & Verganti, 2003). I case-studiene finner man eksempler på at problemer og endringer som oppstår sent i utviklingsfasen kan spores tilbake til startfasen (Zhang & Doll, 2001) og at tidlige investeringer i prosjekter med større usikkerhet, dermed kan være med å bidra til en effektiv styring av innovasjonsprosessen (MacCormack & Verganti, 2003).

De evolusjonære innovasjonene i denne avhandlingen viser at for hvert gjennomførte innovasjonsprosjekt, så *eksanderer man kompetansebasen* i organisasjonen, både i form av teamets læringskurve og prosjektleders erfaring. Dette kan redusere usikkerheten og tvetydigheten ved neste prosjekt. På grunn av økt kunnskap om informasjonsflyt i produktutviklingsprosessen vil man ha anledning til å i større grad kunne utføre aktiviteter overlappende eller i parallell, noe som er med å korte ned utviklingstiden i prosjekter (Yang, Lu, Yao & Zhang, 2014). Ved å stadig *optimalisere prosessen* kan man oppnå effektiv styring av innovasjonsprosessen.

## 6.5.2 Hvilken produktutviklingsprosess?

*FS1a: Hvilken produktutviklingsprosess kan være med å bidra til effektiv gjennomføring av radikale og evolusjonære innovasjoner?*

Som gjort rede for i avhandlingen er de radikale og evolusjonære innovasjonene beheftet med *medium* til *stor* usikkerhet knyttet til teknologi og marked. Denne usikkerheten gjør dem vanskeligere å styre, enn inkrementelle innovasjonsprosjekter hvor graden av usikkerhet er *lav*. Med utgangspunkt i at produktutvikling er en *kreativ oppdagelsesprosess* (J. Wang & Lin, 2009), så må dette hensyn tas når styringsmodell for et innovasjonsprosjekt skal designes. Dette fordi det er bevist at en *for styrt og rigid prosess kan dempe kreativiteten* (Florèn, Frishammar, Parida & Wincent, 2017; Gemünden, 2015; Tidd & Bessant, 2014). Likevel, for å kunne skape verdi ut av en ide, må det en *styrt prosess* til for å oppnå det - det er ikke kun en hendelse som vil skje (Tidd & Bessant, 2014).

Hvor formalisert prosessen skal være er derfor en balansegang som må evalueres nøye ved valg av hvilken styringsmodell som er mest effektiv. Ut av resultatene fra case-studiene er det påvist at en for uformell og løs struktur kan hemme innovasjonsprosessen og gjøre den ineffektiv. Det er i tillegg funnet en indikasjon på at en for stor orientering mot å følge selve prosessen i seg selv, i stedet for å ha fokus på å oppnå mål og resultater som reduserer usikkerheten, også kan være hemmende for en effektiv styringsmodell. I likhet med MacCormack & Verganti (2003), viser resultatene i denne avhandlingen at de prosjektene hvor det ble brukt *iterative prosesser*, som vektla *læring og tilpasning*, oppnådde gode resultat. Det er da på sin plass å presisere at case-studiene som ble inkludert i denne avhandlingen befant seg i kategorien for radikale og evolusjonære innovasjoner, altså innovasjoner som er beheftet med henholdsvis stor til medium usikkerhet. Med tanke på hvilken produktutviklingsprosess som er effektiv for radikale innovasjoner og hvilken som er effektiv for evolusjonære innovasjoner, viser analysen og diskusjonen i denne avhandlingen at anbefalingen vil sammenfalle godt med Gartzen, Brambring & Basse (2016) sin modell.

Den **radikale innovasjonen** i dette studiet har blant annet oppnådd suksess ved å vektlegge *læring og tilpasning* i sin produktutviklingsprosess. Man jobbet *målorientert* i stedet for faseorientert. I likhet med Gartzen, Brambring & Basse (2016) viser Case-studie A at en læringsorientert tilnærming, med høyt nivå av *fleksibilitet*, er nødvendig i produktutviklingsprosessen for å kunne gi utviklingsteamene frihet til kreativitet. Selv om ikke produktutviklingsprosessen ble gjennomført i henhold til et så strukturert rammeverk som Gartzen, Brambring & Basse (2016) legger opp til, er det en tolkning at tilstedeværelsen av en *product champion* i det radikale innovasjonsprosjektet,

veier opp for en manglende strukturert prosess. Dette er også i henhold til teoriene som fremhever betydningen av en product champion for å kunne oppnå en suksessfull radikal innovasjon (Kim & Wilemon, 2002; Holahan, Sullivan & Markham, 2014).

De **evolusjonære innovasjonene** er ikke i så stor grad beheftet med usikkerhet som de radikale og derfor foreslår Gartzen, Brambring & Basse (2016) at det er mer effektivt med en produktutviklingsprosess som i større grad er en miks av *agile* og *faseorienterte* prosesser. Funnene i denne avhandlingen indikerer i likhet med Gartzen, Brambring & Basse (2016) sin modell at det må være innslag av en læringsorientert tilnærming for å møte den usikkerheten som eksisterer. Samtidig ser man at beslutningspunkter underveis og en faseorientert styring kan være med å effektivisere prosessen. Særlig når man har fått usikkerheten ned til et akseptabelt nivå, hvor det ligger potensiale i å kunne akselerere prosessen ved å eksekvere faser og/eller aktiviteter i parallell. Funnene forteller imidlertid også at det er svært viktig å håndtere hvert prosjekt unikt, i form av at teknologi- og markedsusikkerheten innenfor de evolusjonære innovasjonene varierer. Større grad av usikkerhet vil kreve større fokus på læring og tilpasning. Dersom det benyttes en Agile-Stage-Gate Hybrid modell må den være fleksibel nok til at man kan variere grad av formalisering, alt etter hvilken usikkerhet som eksisterer.

For både **radikale** og **evolusjonære** innovasjoner viser resultatene i dette studiet, i likhet med teoriene, at styringsmodellen som benyttes må legge til rette for *intens informasjonsprosessering* i startfasen, for å kunne tilegne seg den kunnskap som er nødvendig for å ta *raske*, men også *riktige* beslutninger (Zhang & Doll, 2001).

En betraktning som det er viktig å få med og som resultatene i denne avhandlingen gjenspeiler, er at *menneskene* som er involvert i prosessen spiller en avgjørende rolle for om man lykkes i å oppnå en effektiv gjennomføring av en innovasjon. Resultatene fra dette studiet tilsier at menneskene sin *kompetanse og indre driv til å ville få ting til å skje* har en enorm betydning for om man lykkes i å gjennomføre prosessen effektivt. For det radikale innovasjonsprosjektet som ble studert i denne avhandlingen er det tydelig at menneskene involvert har hatt en avgjørende betydning for at man lykkes med innovasjonen. *Menneskene i seg selv veier opp for manglende prosess* og særlig spiller *product champion* en sentral rolle i å lykkes med den radikale innovasjonen. Dersom menneskene involvert ikke har evne eller motivasjon til å drive prosjektet frem, vil man ikke kunne klare å reparere dette med en «effektiv» styringsmodell. Anbefalingen er derfor at man også må evaluere hvilke mennesker man har med seg når man skal velge styringsmodell for et innovasjonsprosjekt.



### 6.5.3 Læringsorienterte tilnæringer i FFE

*FS1b: Kan læringsorienterte tilnæringer i FFE være med å bidra til effektiv gjennomføring av radikale og evolusjonære innovasjoner?*

Ifølge flere forskere (Smith & Reinertsen, 1992; Kim & Wilemon, 2002; Backman, Börjesson & Setterberg, 2007; Markham, 2013) er det potensiale for å kunne effektivisere gjennomføringen av innovasjonsprosjekter ved å fokusere på startfasen i prosjektene, eller «The Fuzzy Front End» som den refereres til i litteraturen. Årsaken til denne interessen ligger i at det i denne tidlige fasen kreves liten investering for å optimalisere, mens effekten for hele prosessen blir stor. Usikkerheten og tvetydigheten er på sitt største i denne fasen og for å redusere nivået, er man avhengig av *læring* og *tilegnelse av kunnskap* (Tang, 1998). En viktig del av dette studiet, som omhandler effektiv styring av innovasjonsprosjekter, har derfor spesifikt vært å studere startfasen i prosjektene for å avdekke om man kan hente ut effektiviseringsgevinst ved å benytte læringsorienterte tilnæringer som *kryssfunksjonelt samarbeid, involvering av kunde, involvering av leverandør* og sist, men ikke minst *prototyping og eksperimentering*.

**KRYSSFUNKSJONELT SAMARBEID** er et forsøk på å integrere teknologisk kompetanse og kundekompetanse på tvers av organisasjonen sine funksjonelle og disiplinære grenser. På denne måten får en belyst de ulike områdene tidlig og det blir enklere å komme frem til en *klarere produktdefinisjon*, som vil være med å effektivisere prosessen. I likhet med Brettel, Heinemann, Engelen & Neubauer (2011) forteller resultatene fra denne avhandlingen at det er vanskelig å tillate generelle konklusjoner i forhold til påvirkning på effektivitet. Resultatene forteller at kryssfunksjonelt samarbeid kan være en tidkrevende prosess og at man derfor må veie opp resultatene man oppnår mot tiden det tar. Som del av denne vurderingen er det viktig å ta hensyn til grad av usikkerhet man står overfor, for eksempel om man står ovenfor en radikal eller evolusjonær innovasjon.

Det er til eksempel funnet indikasjoner på at en *produkt champion* i **radikale innovasjoner** kan erstatte kryssfunksjonelt samarbeid, så lenge personen klarer å integrere informasjonen mellom prosjektdeltakerne. Ved radikale innovasjoner som er *teknologidrevet*, kan det også være indikasjoner på at det nødvendigvis ikke er hensiktsmessig å i stor grad inkludere funksjoner som Salg, Service og Produksjon på et tidlig tidspunkt når produktspesifikasjoner og hvilke behov som vil dekkes i markedet enda er uavklart. Til motsetning viser imidlertid resultatene fra de **evolusjonære innovasjonene**, hvor graden av nyhet knyttet til produktet ikke er fullt så stor, at et kryssfunksjonelt samarbeid vil effektivisere prosessen ved at man oppnår en klarere produktdefinisjon.

*Konteksten* spiller altså en avgjørende rolle for om kryssfunksjonelt samarbeid effektiviserer gjennomføringen av innovasjoner. Man må blant annet evaluere *grad av nyhet* knyttet til produktet og *hvilke funksjoner* som er hensiktsmessig å involvere og *hvilken fase* i prosjektet et kryssfunksjonelt samarbeid vil gi størst gevinst.

**INVOLVERING AV KUNDE** i FFE hjelper prosjektteamet å få en klarere forståelse av både nåværende og fremtidige kundebehov, sannsynlige markedsstørrelser og vekst (Kim & Wilemon, 2002). Ved å søke informasjon eksternt får en differensierte syn utover teamets egne, noe som blant annet kan bidra til å sikre et produkt design som treffer bedre i markedet.

Ved å analysere case-studiene i denne avhandlingen finner man at det er *kontekstavhengig* om det er effektivt å involvere kunder i FFE. Den **radikale innovasjonen** i denne avhandlingen involverer kunden tidlig i form av å samle informasjon om hvordan den revolusjonerende teknologien fungerer i reelt miljø. På denne måten får man raske svar, som medfører at man klarer å optimalisere og kommersialisere produktet i løpet av kortere tid. Dette er i henhold til Anna Shaojie Cui & Wu (2017) sin teori angående at å bruke kunden som *kilde til informasjon* er *fordelaktig ved eksperimentering* i NPD.

For de **evolusjonære innovasjonene** viser resultatene at det sannsynligvis ved to av tilfellene kunne ha effektivisert utviklingsprosessen å involvere distributører på et tidlig tidspunkt for *raskere å kunne avgjøre design og krav til ytelse*. Imidlertid så er det også indikasjoner på at å *involvere kunder i høyteknologiske industrier gir lavere effekt* (Chang & Taylor, 2016). Dette i form av at innovatørens kreativitet har sitt utspring i høyteknologisk kompetanse, noe som kan være vanskeligere for kundene å integrere og forstå.

**INVOLVERING AV LEVERANDØRER** er i likhet med involvering av kunde en strategi for å tilegne seg informasjon eksternt. Leverandører sitter på førstehåndskompetanse som kan være med å *reducere kompleksiteten* i designfasen. Man kan blant annet tidlig få identifisert områder, som det koster mindre å designe seg rundt, enn det ville gjort om man hadde oppdaget problemet på et senere tidspunkt (Brown & Eisenhardt, 1995). Ved å analysere dataene samlet inn i forbindelse med case-studiene i denne avhandlingen, ble det funnet indikasjoner på denne effekten og at *involvering av leverandør i tidlig fase* dermed kan *effektivisere produktutviklingsprosessen* både for **radikale** og **evolusjonære innovasjoner** i høyteknologi-bedrifter, noe som er i henhold til Menguc, Auh & Yannopoulos (2014). Funnene i Case-studie A indikerer imidlertid også at det kan være *hemmende*

å involvere leverandører i **radikale innovasjoner** på det overordnede konseptnivået, mens det å involvere leverandører på isolerte områder er mer effektivt.

I tillegg viser resultatene at å ha et *langsiktig samarbeid med leverandører*, kan føre til at man ekspanderer kompetansebasen internt, noe som i neste omgang *effektiviserer* utviklingsprosessen for *kommende prosjekter*.

**PROTOTYPING OG EKSPERIMENTERING** er også en læringsorientert tilnærming for å redusere usikkerhet i FFE. Dette er et verktøy som har fått økt fokus i nyere studier (Christiansen & Gasparin, 2017) med tanke på potensiale for å effektivisere ved å inkludere i tidlig fase, i motsetning til tradisjonelt hvor det ble brukt til å teste en ferdig etablert produktspesifikasjon.

For den **radikale innovasjonen** som ble studert i denne avhandlingen finner man *svært stor grad av prototyping og eksperimentering* helt fra tidlig fase. Med tanke på suksessen til innovasjonen, anses denne tilnærmingen som en av suksessfaktorene. Et særtrekk er at teknologioppfinner har fokus på å identifisere og eksperimentere med de *kritiske komponentene*, før han investerer i å gå videre med fullstendige konsepter. Dette er i samsvar med Cooper (2017) i forhold til at investeringen bør være liten når usikkerheten er stor. Denne balansen er viktig å opprettholde for å oppnå en effektiv utviklingsprosess, da prototyping kan være svært kostbart. Det handler om en *målorientert tilnærming til prototyping*, hvor realisering av hver prototype iterasjon medfører en reduksjon av usikkerhet i form av en mer robust og sikker løsning. Funnene samsvarer med tilnærmingen som Gartzon, Brambring & Basse (2016) anbefaler for å oppnå en effektiv styring av radikale innovasjoner.

Resultatene fra de **evolusjonære innovasjonene** i denne avhandlingen viser også at prototyping og eksperimentering effektiviserer prosessen ved å gjennomføres i tidlig fase. Studiet viser at prototyping og eksperimentering er et verktøy for å *supportere kommunikasjon og forbedre design utviklingen* (J.D Menold, 2017). De radikale innovasjonene ser imidlertid ut til å kreve lengre perioder med prototyping og eksperimentering for å redusere usikkerheten som eksisterer, sammenlignet med de evolusjonære innovasjonene.

**VED Å SE PÅ RESULTATENE** fra studiet finner man at læringsorienterte tilnærminger i FFE kan effektivisere innovasjonsprosessen. Det er imidlertid viktig å vurdere *konteksten* prosjektene opererer i. Læringsorienterte tilnærminger kan redusere de teknologiske og markedsmessige usikkerhetene i det aktuelle prosjektet man står overfor, men like viktig er det at disse

læringsstrategiene ekspanderer kompetansebasen internt og dermed også øker sannsynligheten for å kunne optimalisere selve prosessen i neste omgang. Dette bidrar til *effektivisering* også av *fremtidige innovasjonsprosesser*.

## 7 Konklusjon

Hensikten med dette studiet har vært å studere *radikale* og *evolusjonære innovasjoner* med tanke på hvordan man kan sikre en effektiv utviklingsprosess, der man oppnår *hurtighet* og *produktivitet* i utviklingen, samtidig som man leverer *produktverdi* i markedet. Dette med bakgrunn i at det i dagens *globaliserte, intense* og *dynamiske* konkurransesituasjon, er et økende press om å effektivisere produktutviklingsprosessen.

Det sentrale i denne avhandlingen har vært å ta utgangspunkt i *usikkerheten* radikale og evolusjonære innovasjoner representerer og på bakgrunn av dette vurdere hvilken *produktutviklingsprosess* som er mest effektiv og hvordan det å *møte* og *håndtere* denne usikkerheten så tidlig som mulig kan være med å effektivisere prosessen. For å undersøke dette er det gjennomført fire case-studier, hvor to av prosjektene som ble evaluert var ferdigstilte, mens de to andre pågikk når datainnsamlingen ble utført i perioden høsten 2017 til våren 2018.

Hovedkonklusjonen i denne oppgaven er at *grad av usikkerhet er avgjørende å vurdere* for hvert enkelt prosjekt, for å kunne designe den mest effektive produktutviklingsprosessen. Tendensen man finner i dette studiet er at *radikale prosjekter*, hvor *grad av nyhet og usikkerhet er stor*, krever en læringsorientert tilnærming med høyt nivå av fleksibilitet, for å redusere usikkerhet og ivareta kreativiteten. *Evolusjonære prosjekter* hvor *grad av nyhet og usikkerhet ikke er så stor* krever også fokus på *læring og tilpasning*, men samtidig er det hensiktsmessig med *økende grad av formalisert struktur*. For radikale innovasjoner tilsier også resultatene at en *product champion* spiller en sentral rolle for å lykkes, samt at den *indre motivasjonen* og *viljen* hos prosjektdeltakerne til å *drive prosjektet* frem bidrar til å effektivisere prosessen.

Både radikale og evolusjonære innovasjoner som er beheftet med stor til medium usikkerhet, har potensiale til å oppnå en effektiviseringsgevinst ved å gjøre *tidlige investeringer* i startfasen av prosessen, når usikkerheten og kompleksiteten er på sitt største. Dette for å komme frem til *en klarere produktdefinisjon*. Med tidlige investeringer menes i denne sammenheng læringsorienterte tilnærminger i form av kryssfunksjonelt samarbeid, kundeinvolvering, leverandør involvering og sist men ikke minst prototyping og eksperimentering. *Konteksten* som hvert prosjekt opererer i er imidlertid av stor betydning for om de ulike tilnærmingene vil effektivisere prosessen, da det også er en bakside at disse strategiene kan *forlenge beslutningsprosesser* og være en *kostnadsdriver*. Til sist viser resultatene fra denne avhandlingen at en annen effekt av læringsorienterte tilnærminger er

at man *ekspanderer kompetansebasen* internt i organisasjonen, noe som igjen er med å effektivisere innovasjonsprosessen til *fremtidige prosjekter*.

## 7.1 Praktiske implikasjoner

Resultatene i denne avhandlingen lener seg mot teoriene som anbefaler å *vurdere nivå og kilder til usikkerhet* for hver innovasjon som skal gjennomføres og ut fra dette designe den mest passende styringsmodellen (MacCormack & Verganti, 2003; Wysocki, 2011; Gartzen, Brambring & Basse, 2016; Cooper, 2017). Produktutviklingsprosess bør være en funksjon av usikkerhet og for toppledere betyr dette at man bør *unngå en potensiell fallgrube ved å tenke «beste praksis»* når produktutviklingsprosessen skal implementeres (MacCormack & Verganti, 2003). Samtidig indikerer resultatene at man i praksis bør å ha definerte utviklingsstrategier for ulike typer innovasjon, da man oppnår effektiviseringsgevinster ved å kontinuerlig kunne optimalisere prosessene. Viktige elementer når produktutviklingsprosessen skal implementeres for innovasjonsprosjekter med større grad av usikkerhet, bør være *åpenhet for nye ideer, læring og tilpasning*.

Når det gjelder *tidlige investeringer* i startfasen av prosjekter, impliserer studiet at det kan være hensiktsmessig i prosjekter med større grad av usikkerhet. Det er imidlertid viktig at ledere og innovatører er oppmerksomme på at *konteksten* er avgjørende for om de læringsorienterte tilnærmingene vil effektivisere den videre prosessen. Det er for eksempel ikke gitt at å involvere kunder i høyteknologiske innovasjoner vil gi effektiviseringsgevinst.

For en prosjektleder er det viktig å *være bevisst* hva som karakteriserer innovasjonsprosessen og hvilken kontekst som preger det aktuelle innovasjonsprosjektet man står overfor. På denne måten kan man tilnærme seg usikkerheten på en slik måte at man bidrar til en produktiv prosess, hvor produktet leveres hurtig til markedet med produktenskaper og kvalitet som innfrir.

## 7.2 Teoretiske implikasjoner

Dette studiet er et bidrag til teoriene som har en *kontekstavhengig tilnærming* til effektiv produktutvikling. Resultatene indikerer at konteksten er avgjørende for hvilken produktutviklingsprosess som er effektiv og argumenterer mot den tradisjonelle tilnærmingen om at det finnes en *beste praksis* for produktutvikling.

I tillegg støtter funnene i denne avhandlingen at det er potensiale for effektiviseringsgevinst i startfasen av et prosjekt, som i litteraturen refereres til som FFE. Konteksten spiller imidlertid en avgjørende rolle for *om, når* og i *hvilken grad* læringsorienterte tilnærminger i FFE kan bidra til å effektivisere prosessen. Et spesifikt funn i den forbindelse, indikerer at leverandør involvering på konseptnivå i radikale innovasjoner utført i høyteknologisk miljø, kan være hemmende for innovasjonsprosessen på lik linje med at kundeinvolvering kan være hemmende på dette nivået. Dette funnet kan dermed argumentere imot Menguc, Auh & Yannopoulos (2014), som kun påviser sannsynligheten for at kundeinvolvering kan hemme radikale innovasjoner i høyteknologisk miljø. Det må imidlertid påpekes at det ikke er benyttet spesifikke avhengige variabler og mål på en effektiv utviklingsprosess i denne avhandlingen, så ingen robust konklusjon kan fremstilles som resultat av dette studiet.

### 7.3 Fremtidig forskning

Forskning knyttet til produktutviklingsprosessen har vært gjenstand for enorm interesse i flere tiår. Det eksisterer mye litteratur på området, både med tanke på mengde og omfang. I løpet av arbeidet med denne avhandlingen har det derfor dukket opp flere ideer til tema og vinklinger som hadde vært interessant å forske videre på, men som det ikke har vært anledning til å inkludere som del av dette studiet.

Spesielt interessant kunne det være å ikke bare studere startfasen av prosjektene, men også *se på de påfølgende prosjektfasene*; hvordan endring i nivå av usikkerhet også muligens vil kreve endring i grad av struktur og fleksibilitet for å effektivisere prosessen? Likeså ville det vært interessant å vurdere læringsorienterte tilnærminger sin påvirkning på effektivitet i disse fasene. Det er heller ikke tvil om at det å inkludere de *inkrementelle innovasjonene* som del av denne avhandlingen, kunne bidratt til et mer fullstendig bilde på effektiv styring av innovasjonsprosjekter, ved at alle nivå av usikkerhet (lav, medium, stor) ble representert.

Det som imidlertid utpeker seg som tema som kunne være spennende å gjøre et dypdykk i er den *menneskelige dimensjonen* i effektivisering av innovasjonsprosessen. Det å spesifikt se på *teamets sammensetning* og *den individuelle motivasjon* sin betydning for en effektiv utviklingsprosess. Det er retninger innen litteraturen som mener at dette er faktorer som kan ødelegge effektiviteten, selv om man har en aldri så god prosess.

# Litteraturliste og referanser

- Backman, M., Börjesson, S. & Setterberg, S. (2007). Working with concepts in the fuzzy front end: exploring the context for innovation for different types of concepts at Volvo Cars. *R&d Management*, 37(1), 17-28.
- Barczak, G., Griffin, A. & Kahn, K. B. (2009). Perspective: trends and drivers of success in NPD practices: results of the 2003 PDMA best practices study. *Journal of product innovation management*, 26(1), 3-23.
- Bessant, J., Möslin, K., Neyer, A.-K., Piller, F. & Stamm, B. v. (2009). Radical innovation: Making the right bets.
- Brettel, M., Heinemann, F., Engelen, A. & Neubauer, S. (2011). Cross-functional integration of R&D, marketing, and manufacturing in radical and incremental product innovations and its effects on project effectiveness and efficiency. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 251-269.
- Brown, S. L. & Eisenhardt, K. M. (1995). Product development: Past research, present findings, and future directions. *Academy of management review*, 20(2), 343-378.
- Browning, T. R. & Eppinger, S. D. (2002). Modeling impacts of process architecture on cost and schedule risk in product development. *IEEE transactions on engineering management*, 49(4), 428-442.
- Chang, W. & Taylor, S. A. (2016). *The effectiveness of customer participation in new product development: A meta-analysis*.
- Christiansen, J. K. & Gasparin, M. (2017). How experiments in the fuzzy front end using prototyping generates new options.
- Cockburn, A. & Highsmith, J. (2001). Agile software development, the people factor. *Computer*, 34(11), 131-133.
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, 33(3), 44-54.
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The stage-gate® idea-to-launch process—update, what's new, and nexgen systems. *Journal of product innovation management*, 25(3), 213-232.
- Cooper, R. G. (2017). *Winning at new products: Creating value through innovation*: Basic Books (AZ).
- Cooper, R. G. & Sommer, A. F. (2016). Agile-Stage-Gate: New idea-to-launch method for manufactured new products is faster, more responsive. *Industrial Marketing Management*, 59, 167-180.
- Cui, A. S. & Wu, F. (2017). The impact of customer involvement on new product development: Contingent and substitutive effects. *Journal of Product Innovation Management*, 34(1), 60-80.



- Danneels, E. (2002). The dynamics of product innovation and firm competences. *Strategic management journal*, 23(12), 1095-1121.
- Florén, H., Frishammar, J., Parida, V. & Wincent, J. (2017). Critical success factors in early new product development: a review and a conceptual model. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 1-17.
- Gartzen, T., Brambring, F. & Basse, F. (2016). Target-oriented Prototyping in Highly Iterative Product Development. *Procedia CIRP*, 51, 19-23.
- Gemünden, H. G. (2015). Success factors of global new product development programs, the definition of project success, knowledge sharing, and special issues of project management journal. *Project Management Journal*, 46(1), 2-11.
- Hennink, M., Hutter, I. & Bailey, A. (2010). *Qualitative research methods*: Sage.
- Holahan, P. J., Sullivan, Z. Z. & Markham, S. K. (2014). Product development as core competence: How formal product development practices differ for radical, more innovative, and incremental product innovations. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 329-345.
- Kim, J. & Wilemon, D. (2002). Focusing the fuzzy front-end in new product development. *R&D Management*, 32(4), 269-279.
- Lynn, G. S. & Akgün, A. E. (1998). Innovation strategies under uncertainty: a contingency approach for new product development. *Engineering Management Journal*, 10(3), 11-18.
- MacCormack, A. & Verganti, R. (2003). Managing the sources of uncertainty: Matching process and context in software development. *Journal of Product Innovation Management*, 20(3), 217-232.
- Markham, S. K. (2013). The Impact of Front-End Innovation Activities on Product Performance. *Journal of Product Innovation Management*, 30(S1), 77-92.
- Marsh, S. J. & Stock, G. N. (2003). Building dynamic capabilities in new product development through intertemporal integration. *Journal of Product Innovation Management*, 20(2), 136-148.
- Menguc, B., Auh, S. & Yannopoulos, P. (2014). Customer and supplier involvement in design: The moderating role of incremental and radical innovation capability. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 313-328.
- Menold, J., Jablowski, K. & Simpson, T. (2017). Prototype for X (PFX): A holistic framework for structuring prototyping methods to support engineering design. *Design Studies*, 50, 70-112.
- Menold, J. D. (2017). *Prototype For X (PFX): A Prototyping Framework to Support Product Design*: The Pennsylvania State University.
- Smith, P. G. & Reinertsen, D. G. (1992). Shortening the product development cycle. *Research-Technology Management*, 35(3), 44-49.

- Stevens, E. (2014). Fuzzy front-end learning strategies: Exploration of a high-tech company. *Technovation*, 34(8), 431-440.
- Tang, H. (1998). An integrative model of innovation in organizations. *Technovation*, 18(5), 297-309.
- Tidd, J. & Bessant, J. (2014). *Strategic innovation management*: John Wiley & Sons.
- Tidd, J. & Bodley, K. (2002). The influence of project novelty on the new product development process. *R&D Management*, 32(2), 127-138.
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X. & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202-212.
- Van der Panne, G., Van Beers, C. & Kleinknecht, A. (2003). Success and failure of innovation: a literature review. *International Journal of Innovation Management*, 7(03), 309-338.
- Verworn, B. (2009). A structural equation model of the impact of the “fuzzy front end” on the success of new product development. *Research Policy*, 38(10), 1571-1581.
- Wang, J. & Lin, Y.-I. (2009). An overlapping process model to assess schedule risk for new product development. *Computers & Industrial Engineering*, 57(2), 460-474.
- Wheelwright, S. C. & Clark, K. B. (1992). *Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality*: Simon and Schuster.
- Wysocki, R. K. (2011). *Effective project management: traditional, agile, extreme*: John Wiley & Sons.
- Yang, Q., Lu, T., Yao, T. & Zhang, B. (2014). The impact of uncertainty and ambiguity related to iteration and overlapping on schedule of product development projects. *International Journal of Project Management*, 32(5), 827-837.
- Yin, R. K. (1994). Case study research: design and methods. 1994. *Thousand Oaks, CA*.
- Zhang, Q. & Doll, W. J. (2001). The fuzzy front end and success of new product development: a causal model. *European Journal of Innovation Management*, 4(2), 95-112.

## Andre kilder

Product Development Process Description (Intern prosjekt dokumentasjon)

Customer Validation Report - <Customer A> (Intern prosjekt dokumentasjon)

Customer Validation Report - <Customer B> (Intern prosjekt dokumentasjon)

Figur 5.1 hentet fra [www.mhi.org/downloads/industrygroups/as-rs/infographic.pdf](http://www.mhi.org/downloads/industrygroups/as-rs/infographic.pdf)

# Vedlegg

## Vedlegg A – Intervjuguide

### 1. Generelt om oppstarten av prosjektet

- a. Hvordan oppstod ideen
  - i. Ut fra teknologi
  - ii. Ut fra behov
  - iii. Annet
- b. Hva gikk ideen ut på
- c. Hva var det som var unikt med ideen
- d. Hvilke personer var involvert på idestadiet
- e. Hvilket kunnskapsområde representerte disse
  - i. Elektronikk
  - ii. Mekanikk
  - iii. Firmware/Software
  - iv. Salg
  - v. Service
  - vi. Produksjon
  - vii. Annet
- f. Hvordan ble ideen undersøkt
  - i. Ble det gjennomført noen eksterne aktiviteter
  - ii. Ble det gjennomført noen interne aktiviteter
  - iii. Ble det hentet markedsinformasjon (kundebehov/preferanser, markedsstørrelse)
  - iv. Ble det hentet teknisk informasjon (intern/ekstern ekspertise)
  - v. Annet
- g. Var det en hendelse som markerte beslutning om å investere i produktet
  - i. når i løpet kom denne beslutningen
  - ii. hvilket grunnlag var på plass når denne beslutningen ble tatt

### 2. Generelt om prosjektet

- a. Hvor lang tid tok det fra ideen oppstod til produktet ble lansert
- b. Hvilke hovedfaser definerte prosjektet
- c. Hvilken fase varte lengst tidsmessig
- d. Var det spesifikke hendelser som markerte overgang fra den ene fasen til den andre
- e. Generelt sett, hva karakteriserte dette prosjektet
  - i. Kreativ oppdagelsesprosess
  - ii. Kompleksitet
  - iii. Usikkerhet
  - iv. Tvetydighet

- v. Iterasjoner
- vi. Læring
- vii. Kompleks informasjonsprosessering
- viii. Annet

### 3. Respondering på endring

- a. Var det hendelser underveis som bidro til ny informasjon og som fikk store konsekvenser for pågående arbeid i prosjektet
- b. Hvilke faser av prosjektet oppsto disse hendelsene
- c. Hvordan ble det respondert på den nye informasjonen
- d. Fikk dette noe å si for resultatet
  - i. med tanke på utviklingstid
  - ii. med tanke på kvalitet
  - iii. med tanke på produksjonskostnad
- e. Kunne denne nye informasjonen blitt avdekket tidligere på noen måte

### 4. Resultat

- a. Hva fungerte spesielt bra i dette prosjektet
  - i. Hvilke elementer bidro evt. til suksess
- b. Hva fungerte ikke fullt så bra i dette prosjektet
  - i. Hvilke elementer bidro evt. til at ikke prosjektet ble en suksess
- c. Dersom en kunne fått gjennomført prosjektet på ny, hva ville blitt gjort annerledes

#### d. Tidsplan

- i. Hvor lang tid tok prosjektet i forhold til planlagt tidsplan
- ii. Noe en ser i ettertid kunne vært gjort for å korte ned tidsbruken

#### e. Kvalitet

- i. Hvordan var kvaliteten når produktet ble lansert
- ii. Hvis bra
  - 1. hva bidro til dette i løpet av prosjektet
  - 2. noe som kunne vært gjort for å ha enda bedre kvalitet ved lansering
- iii. Hvis dårlig
  - 1. hva kunne vært gjort i løpet av prosjektet for å unngå dårlig kvalitet ved lanseringstidspunktet

#### f. Kost

- i. Hvor dyrt ble produktet å produsere i forhold til planlagt kostnad
- ii. Noe som kunne vært gjort for å klare å produsere produktet billigere
- g. Hvilke av disse effektivitet parameterne hadde høyest prioritet i prosjektet?

### 5. Styring

- a. Hvem var det som ledet prosjektet
- b. Hadde denne personen kunnskap og erfaring fra andre lignende prosjekter

- c. Hvis personen ikke hadde erfaring fra lignende prosjekter
  - i. Hvordan påvirket dette gjennomføringen
- d. Hvis personen hadde erfaring fra lignende prosjekter
  - i. Hvordan påvirket dette gjennomføringen
- e. Med tanke på styring og kontroll, hva beskriver prosjektet
  - i. Ustrukturert prosess, ad-hoc beslutninger
  - ii. Strukturert prosess, planbasert, klare beslutningspunkter
  - iii. Iterativ prosess med vekt på læring og tilpasning. Læringsløkker.
  - iv. Prosessorientert vs. Målorientert
  - v. Annet
- f. Endret styringsformen seg underveis i prosjektet
- g. Hvis ja
  - i. På hvilken måte
  - ii. Når i prosjektet
  - iii. Hvorfor endret styringsformen seg
- h. Hvordan ble prosjektet fulgt opp fra toppledelsen
- i. Var det beslutningspunkter underveis i prosjektet, hvor en vurderte risiko og usikkerhet, status, finansiering og om prosjektet fortsatt hadde livets rett?
- j. Hvis ja
  - i. hva var kriteriene for å kunne få fortsette
- k. Hvis nei
  - i. hvordan ble dette vurdert undervegs
- l. Med tanke på hvordan prosjektet ble kontrollert og styrt, hva fungerte bra
- m. Hva fungerte ikke fullt så bra
- n. Hva kunne vært gjort annerledes for å oppnå en mer effektiv styring
  - i. med tanke på å redusere utviklingstid
  - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
  - iii. med tanke på å øke kvaliteten

## 6. Usikkerhet

- a. Nivå av usikkerhet / kilder til usikkerhet, ble dette vurdert
- b. Hvis ja
  - i. Hvordan gikk en frem for å vurdere dette
  - ii. Hvilke kilder var det knyttet størst usikkerhet til
- c. Teknologi
  - i. Hvor stor usikkerhet var knyttet til teknisk gjennomførbarhet? (H, M, L)
  - ii. Hvor stor usikkerhet var knyttet til tekniske spesifikasjoner? (H, M, L)
  - iii. Hvor stor usikkerhet var knyttet til funksjonaliteten til produktet? (H, M, L)
  - iv. Hvor stor usikkerhet var knyttet til produksjonskostnaden til produktet? (H, M, L)
  - v. Hvor stor usikkerhet var knyttet til produksjonsprosessen (alternativer?) til produktet? (H, M, L)

d. **Marked**

- i. Hvor stor usikkerhet var knyttet til kundekrav på dette tidspunktet? (H, M, L)
- ii. Hvor stor usikkerhet var knyttet til målgruppe på dette tidspunktet? (H, M, L)
- iii. Hvor stor usikkerhet var knyttet til markedspotensial på dette tidspunktet? (H, M, L)
- iv. Hvor stor usikkerhet var knyttet til kundenes betalingsvillighet dette tidspunktet? (H, M, L)
- v. Hvor stor usikkerhet var knyttet til salg og distribusjon?

**7. Redusering av usikkerhet**

- a. Hvordan gikk en frem for å verifisere konseptet/samle informasjon?
  - i. Prototyping og testing for å lære
  - ii. Interaksjon med andre
  - iii. Kommunikasjon og informasjonsflyt internt
  - iv. Lære av eksternt miljø (benchmarking)
  - v. Ekstern/Intern ekspertise

**8. Prototyping**

- a. Hvor tidlig i prosjektet startet man med prototyping
- b. Hva var det som var med å avgjøre hva en prioriterte å prototype
  - i. Kritiske komponenter
- c. Hvilke steg bestod typisk prototype prosessen av
- d. Ble det utarbeidet planer knyttet til prototypingen
- e. I hvilken grad var prototype løpet strukturert og styrt (liten, middels, stor)
- f. Jobbet man etter mål datoer i prototype prosessen
- g. Ble flere prototyper utviklet i parallell
- h. Hvis ja
  - i. hvorfor
  - ii. hvordan fungerte dette
  - iii. hadde det noe å si for resultatet
- i. Hvis nei
  - i. hvorfor ikke
  - ii. hvordan fungerte dette
  - iii. hadde det noe å si for resultatet
- j. Ble det utviklet prototyper som viste seg ikke å fungere så bra
  - i. Grunnlag for neste stegs læring
- k. Med tanke på hvordan prototype prosessen ble gjennomført, hva fungerte bra
- l. Hva fungerte ikke fullt så bra
- m. Hva kunne vært gjort annerledes for å oppnå en mer effektiv prototype prosess
  - i. med tanke på å redusere utviklingstid
  - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden

- iii. med tanke på å øke kvaliteten
- n. Ble prototyper benyttet for å utforske og eksperimentere
- o. Ble prototyper benyttet for å teste konseptet senere i utviklingsfasen
- p. Ble prototyper vist til eksterne interessenter
- q. Ble prototyper brukt for å demonstrere og kommunisere
- r. Ble prototyper brukt for å markere milepæler for fremdrift
- s. Ble virtuelle prototyper benyttet i tidlig fase

## 9. Hvis prototyping ikke ble benyttet

- a. Hvorfor ikke
  - i. Kostbart
  - ii. Tid
  - iii. Ikke nødvendig med tanke på lav grad av usikkerhet
- b. Sett i ettertid kunne det vært et positivt bidrag til resultatet
- c. Kunne det i tilfelle hatt noe å si for å oppnå en effektiv utviklingsprosess
  - i. med tanke på å redusere utviklingstid
  - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
  - iii. med tanke på å redusere kvaliteten

## 10. Kryssfunksjonelle team

- a. Hvor mange personer jobbet på prosjektet/var aktive deltagere i prosjektet
- b. Varierte dette i løpet av prosjektet
- c. Hvilke ulike fagdisipliner/funksjoner var aktive i *startfasen* av prosjektet
  - i. Salg og markedsføring
  - ii. Mekanikk
  - iii. Elektronikk
  - iv. Firmware/Software
  - v. Service
  - vi. Produksjon
  - vii. Annet
- d. Hvordan foregikk samarbeidet mellom de ulike funksjonene
  - i. Frekvensen på formell/uformell kommunikasjon
  - ii. Frekvens på mengde informasjon og ressurser som ble delt
  - iii. Samlokalisert
  - iv. Strukturert informasjonsflyt
- e. Oppsto det utfordringer når produktet skulle produseres
- f. Oppsto det utfordringer når produktet skulle lanseres
- g. Oppsto det utfordringer når produktet skulle supporteres
- h. Hva fungerte bra med samarbeidet
  - i. Legger til rette for felles forståelse

- ii. Bidrar til kommunikasjon
  - iii. Bygger relasjoner
  - iv. Forbedrer ide- og teknologioverføring mellom funksjonelle grupper
  - v. Minimerer motstand
  - vi. Fjerner tvetydighet gjennom tidlig forståelse av andre funksjoners kapabiliteter og begrensninger
- i. Hva fungerte ikke fullt så bra med samarbeidet
  - j. Noe som kunne vært gjort annerledes med tanke på involvering av ulike funksjoner for å oppnå en mer effektiv utviklingsprosess
    - i. med tanke på å redusere utviklingstid
    - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
    - iii. med tanke på å øke kvaliteten
  - k. Hvis ulike funksjoner ikke var involvert i startfasen av prosjektet
    - i. Hvorfor ikke
      - 1. Tid
      - 2. Grad av nyhet knyttet til produktet
    - ii. Sett i ettertid kunne det vært et positivt bidrag
    - iii. Kunne det i tilfelle hatt noe å si for å oppnå en effektiv utviklingsprosess
      - 1. med tanke på å redusere utviklingstid
      - 2. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
      - 3. med tanke på å øke kvaliteten

## 11. Kundeinvolvering

- a. Var potensielle kunder tidlig involvert i prosessen
- b. Hvilke og hvordan
  - i. Sluttkunde
  - ii. Distributører
- c. Var kunden kilde til informasjon eller med-utvikler
- d. Hva fungerte bra med å involvere kunden
  - i. klarere forståelse av nåværende/fremtidige behov, markedsstørrelser/vekst
  - ii. velge riktige produkt, korte ned FFE
  - iii. bedre produkt design
  - iv. Inkrementelle innovasjoner - økt effektivitet
- e. Hva fungerte ikke fullt så bra
  - i. Kilde til informasjon ved eksperimentering
  - ii. Med-utvikler ved lavere grad av eksperimentering
  - iii. Imitasjon
  - iv. Lavere effekt i høyteknologi industrier. Kompleks kunnskap. Forstå/integrere kunnskapen vanskelig.
- f. Noe som kunne vært gjort annerledes for å oppnå en mer effektiv prosess
  - i. med tanke på å redusere utviklingstid
  - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
  - iii. med tanke på å øke kvaliteten



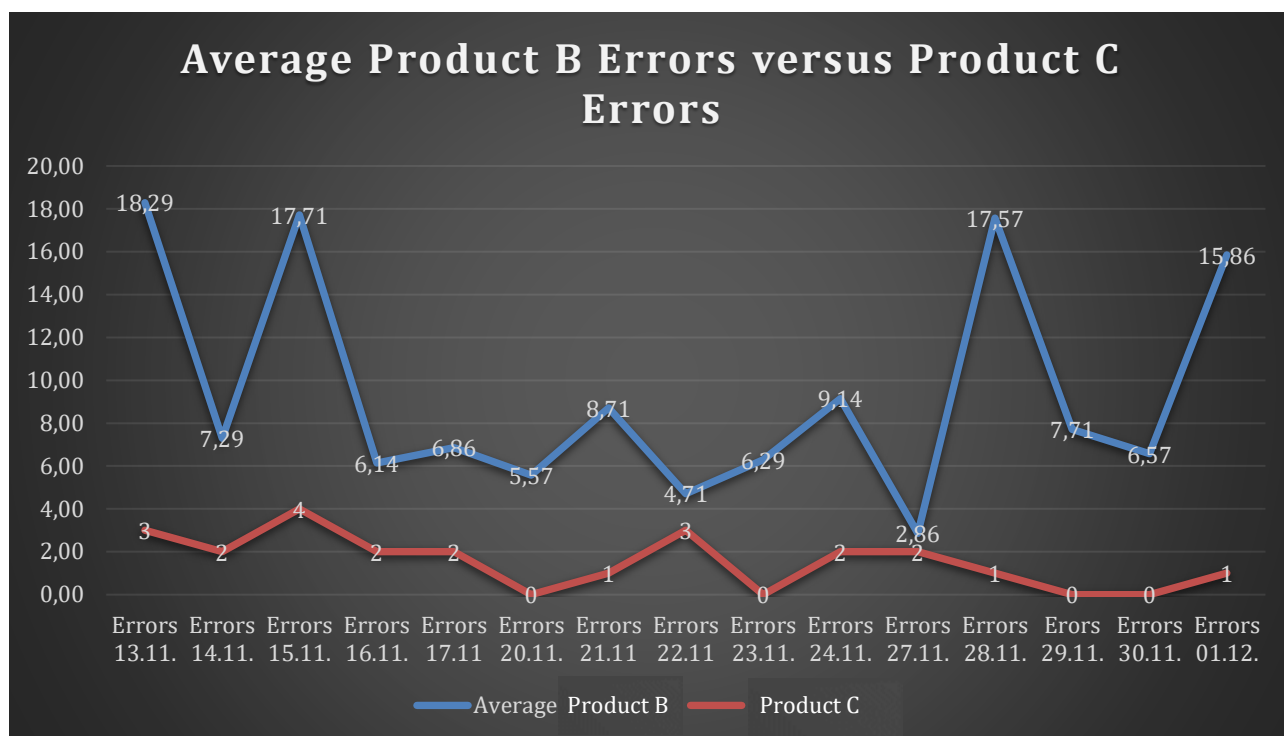
- g. Hvis kunden ikke var involvert i tidlig fase av prosjektet
  - h. Kilde til informasjon ved eksperimentering
  - i. Med-utvikler ved lavere grad av eksperimentering
  - j. Imitasjon
  - k. Lavere effekt i høyteknologi industrier. Kompleks kunnskap. Forstå/integrere kunnskapen vanskelig.
- l. Sett i ettertid hadde det vært et positivt bidrag
- m. Kunne det i tilfelle hatt noe å si for å oppnå en effektiv utviklingsprosess
  - i. med tanke på å redusere utviklingstid
  - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
  - iii. med tanke på å øke kvaliteten
- n. Ble det hentet annen informasjon fra markedet i tidlig fase, hvilken?

## 12. Leverandør Involvering

- a. Var noen leverandører involvert tidlig i prosessen
- b. Hvilke og hvordan
  - i. Produksjon
  - ii. Eksternt godkjenningsorgan
  - iii. Komponent leverandører
- c. Hva fungerte bra med å involvere leverandøren
  - i. Førstehåndskompetanse som kan redusere kompleksiteten
  - ii. Identifisert problemer tidlig i prosessen. Mulig å designe seg rundt
  - iii. Tidlig samarbeid => langsiktig forhold basert på tillit/informasjonsdeling
  - iv. Reduserte utviklingskostnader
  - v. Bedre kvalitet på produserte varer
  - vi. Tilgang til innovasjon hos leverandør
  - vii. Raskere TtM.
  - viii. Effektivt både ved inkrementelle og radikale innovasjoner
  - ix. Når en er avhengig av de innkjøpte delen, spesielt viktig med tidlig involvering
- d. Hva fungerte ikke fullt så bra
- e. Noe som kunne vært gjort annerledes for å oppnå en mer effektiv prosess
  - i. Ledetid
  - ii. Kost
  - iii. Kvalitet
- f. Hvis leverandører ikke var involvert tidlig i prosessen
- g. Hvorfor ikke
- h. Sett i ettertid hadde det vært et positivt bidrag
- i. Kunne det i tilfelle hatt noe å si for å oppnå en effektiv utviklingsprosess
  - i. med tanke på å redusere utviklingstid
  - ii. med tanke på å redusere produksjonskostnaden
  - iii. med tanke på å øke kvaliteten
- j. Ble det hentet annen informasjon eksternt for å øke kunnskapsnivå. Hvilken /hvordan.

## Vedlegg B – Utdrag fra valideringsrapporter (Produkt C)

### Vedlegg B.1 Utdrag fra valideringsrapport (Customer A)



**Figur B.1 Gjennomsnittlig Produkt B feil versus Produkt C feil**

(Anonymisert figur, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Customer Validation Report* <Customer A>, avsnitt 3.2.7 *Port Up-time*)

**Tabell B.1 Kundetilbakemeldinger på Produkt C**

(Anonymisert tabell, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Customer Validation Report* <Customer A>, avsnitt 3.2.8.2 *Feedback results.*)

Signature: Customer <A>, <contact person>

Date: 10<sup>th</sup> January 2018

Step	Actions, expected results	Result
0	General statement of experience by using <Produkt C>	<Customer A>: we're very happy with the results and stability of the <Produkt C>. No problems at all ☺
1	Error rate / frequency of port going into error.	<Customer A>: didn't experience any issues
3	Error recovery and experience from super user handling error and stop situations.	<Customer A>: no cases from the past but superuser already mentioned that the new <Produkt C> is much more "fix-friendly" than <Produkt D> was.
4	Workstation – how is the design and ergonomic experience?	<Customer A>: new design is very good. We like the stability of the port-furniture. All in all a good workstation.

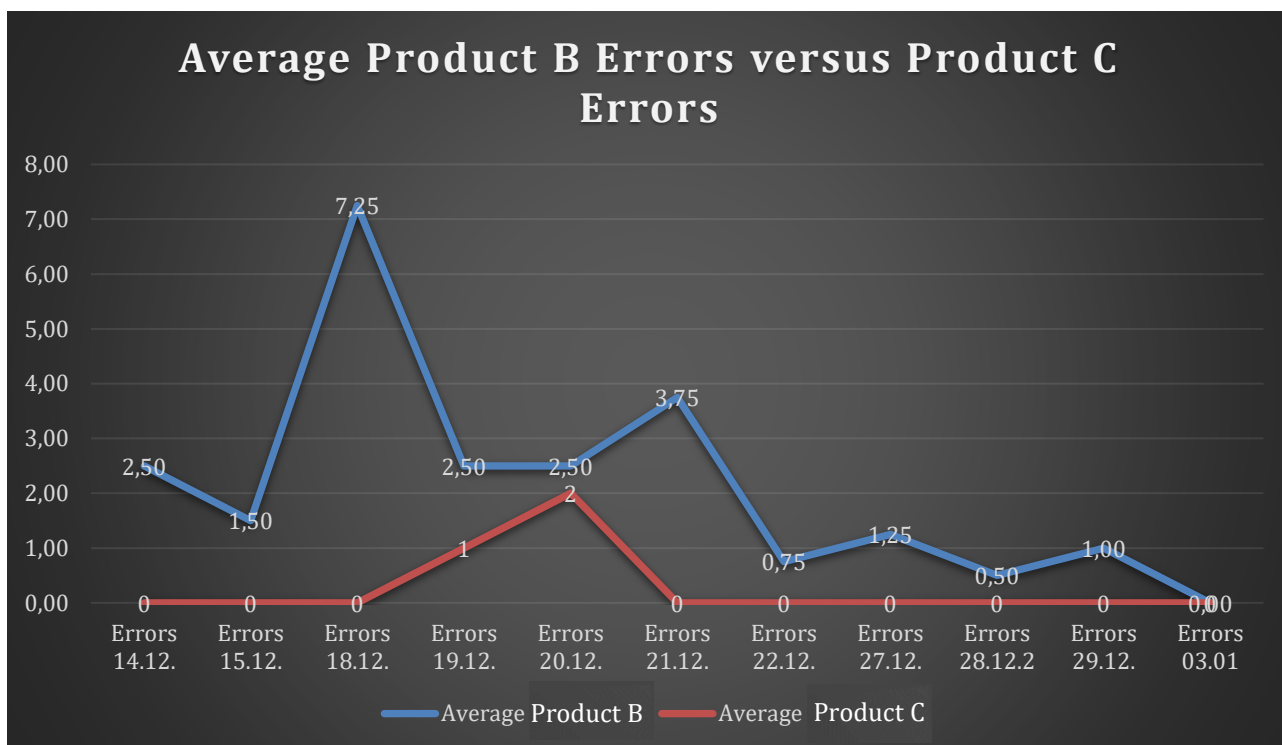
## Tabell B.2 Sammenligning Produkt C med Produkt B

(Anonymisert tabell, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Customer Validation Report*  
<Customer A>, avsnitt 3.2.8.3 *Comparison* <Product C> vs. <Product B>.)

Please rate from 1 to 5, where 5 is the best

Step	Product B	Product C	Question
5	1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/>	Please rate the ergonomic design
6	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	Please rate the bin exchange speed
7	1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/>	Please rate the operational and stability experience

Vedlegg B.2 Utdrag fra valideringsrapport (Customer B)



**Figur B.2 Gjennomsnittlig Produkt B feil versus Produkt C feil**

(Anonymisert figur, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Customer Validation Report <Customer B>*, avsnitt 3.2.7 *Port Up-time*)

**Tabell B.3 Kundetilbakemeldinger på Produkt C**

(Anonymisert tabell, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Customer Validation Report <Customer B>*, avsnitt 3.2.8.2 *Feedback results.*)

Signature: Customer, <B>      Date: 9<sup>th</sup> January 2018

Step	Actions, expected results	Result
1	General statement of experience by using the <Product C>	Working on the <Product C> is much better because it is much quieter and the bin is faster at the station for pick. This is due to fewer transfer points within the port which also increases reliability. In addition, the design with the shelf on the left and right is very beneficial and helps to work more efficiently.
2	Error rate / frequency of port going into error.	So far, two errors that could be fixed very quickly. Bin was not properly transferred from the lift to the swing port.
3	Error recovery and experience from super user handling error and stop situations.	The errors are much easier to understand because the <Product C> is designed more easily. As a result, the errors can usually be resolved faster.
4	Workstation – how is the design and ergonomic experience	The construction also allows smaller people to get closer to the bin, which makes picking much easier. In addition, the larger surface can be used as (intermediate) storage which means additional work surface.

### Tabell B.4 Sammenligning Produkt C med Produkt B

(Anonymisert tabell, hentet fra organisasjonens interne dokument, *Customer Validation Report*  
<Customer B>, avsnitt 3.2.8.3 *Comparison* <Product C> vs. <Product B>.)

Please rate from 1 to 5, where 5 is the best

Step	Product B	Product C	Question
5	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/>	Please rate the ergonomic design
6	1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/>	Please rate the bin exchange speed
7	1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/>	Please rate the operational and stability experience

## Vedlegg C – Eksempel på sjekkliste Gate 3

<b>Goal</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>To obtain an agreement to start the product development project.</li> <li>To get commitment from all involved parties to their respective responsibilities to the project.</li> </ul>		
<b>When should G3 take place?</b>		
When the project prioritized into the product plan and it is due time to start the project.		
<b>Checkpoint</b>	<b>Description/Motivation</b>	<b>Check</b>
<b>Business</b>	Customer Benefits Are the benefits for the customers still valid? Will the benefits of this product still motivate the customers to buy it?	
	Benefits Does this product still fit in the strategic plan and product portfolio? Is the calculated return on investment (ROI) still acceptable? Will this product be competitive on the market? Will it fit the market window?	
	Intellectual Property Has the Patent Strategy been updated (including analysis of competitor's patents versus the proposed technical solution and definition of areas to protect, with possible key specific patents to file)? Have Patent Applications (First Filings) been filed?	
<b>Project</b>	Project Plan The project should be described and planned regarding functionality, effort, cost and schedule according to the MRS. Is it realistic? Has the project been analyzed in such detail that the planning is realistic? Have metrics for performance criteria been chosen? Have milestones and personnel for design reviews been established? Have procedures and tools required for design, implementation, test and documentation been selected? Is there a balance in the requirements on time to market, functionality, quality and cost, and is this balance in accordance with the priorities? Are all approved documents under formal document change control? Have explicit decisions been made to Make/Re-use/Outsource/Buy the different components?	
	Resources Are all resources needed for the project allocated and committed? Note that this should include all various aspects including product management, development, testing, production, service, training, etc. Do they have the required competence and commitment?	
	Target Dates Are target dates set for the remaining gates?	
	Sustainability Are the sustainability issues planned? Does the plan include measures and actions for all sustainability objectives?	

<b>Risk</b>	Risk Analysis	<p>Risk must be assessed and a risk mitigation plan must be developed. (Several methods for risk assessment can be used e.g. FMEA.)</p> <p>Are the requirements stable?</p> <p>Can quality criteria be meet?</p> <p>Are the risks acceptable?</p>	
<b>Technology</b>	Concept	<p>Is the product's top-level system architecture designed?</p> <p>Can the product be developed with the selected technology?</p> <p>Have other architecture and technology alternatives been considered?</p> <p>Are interfaces to other systems described?</p> <p>Has common look and feel with other products been ensured?</p> <p>Is the concept detailed enough to permit realistic work estimates, cost estimates and schedules?</p> <p>Have security issues been considered in system architecture and design?</p>	
<b>Organization</b>	Organizational Readiness	<p>Are the necessary activities for preparing the organization planned - product management, sales, marketing, manufacturing, service, training, etc.?</p>	
	Confidence & Commitment	<p>Do the parties involved in or affected by the project and its outcome have confidence in the project and are they fully committed to it?</p>	