

# Modularisering og koordinering mellom flere aktører i et innovasjonsprosjekt

Modulbaserte marine løsninger for aktivitetsanlegg og gjestehavner

**Ole Christian Dammen**

**Atle Aas**

**Veileder**

Bjørnar Henriksen

*Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet innestår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.*

Universitetet i Agder, 2014

Fakultet for teknologi og realfag

Institutt for ingeniørvitenskap

## Forord

Denne hovedoppgaven er utført som et avsluttende arbeid innen mastergradsstudiet Industriell økonomi og Teknologiledelse (IndØk) ved Universitetet i Agder (UiA), under fakultet for teknologi og realfag, våren 2014. Oppgaven er skrevet av Ole Christian Dammen og Atle Aas.

Temaet for oppgaven er hentet fra det pågående innovasjonsprosjekt «modulbaserte, robuste marine løsninger for aktivitetsanlegg og gjestehavn (MMA)».

Bakgrunnen for oppgaven var et ønske om en oppgave som tok for seg utviklingen av et større prosjekt. Gjennom samtaler med veileder dukket det opp et pågående innovasjonsprosjekt, Arendal Gjestehavn, som et aktuelt alternativ. Det aktuelle prosjektet la til rette for at vi kunne tilegne oss kunnskap innenfor anvendelse av alternative metoder og vurdere flere aspekter ved et prosjekt. Nyhetsgraden av prosjektet var også noe som trigget oss til å ønske denne oppgaven.

Arbeidet med hovedoppgaven har vært en krevende, men spennende prosess. Den har gitt oss innsikt i nye felter og teorier som tidligere var ukjent for oss. Vi ønsker å takke alle de involverte aktørene i prosjektet som til tross for en hektisk hverdag har vist stor interesse for å dele erfaringer og kunnskap, og satt av god tid til intervjuer; John Inge Brattekås i Sørkomp, Christoffer Haarbye i Hydrolift, Geir Søraker i Ertec, Torgeir Bråtane i Inventas, Hans Jørgen Bjelke Mørch i CFD Marine, Karl Marius Norschau i Meyer Norschau Design og Rune Hvass i Arendal Havn.

Til slutt ønskes det å rette en stor takk til Bjørnar Henriksen ved SINTEF som har veiledet oss ved denne hovedoppgaven. SINTEF, ved Bjørnar Henriksen, er også en av de involverte aktørene, og kunnskapen hans rundt prosjektet har vært uvurderlig. Regelmessige møter, mail- og telefonkontakt og hans imøtekommenhet har gitt oss verdifull hjelp med hensyn til progresjon i vårt arbeid.

Grimstad 01.06.14

---

Ole Christian Dammen

---

Atle Aas

## Sammendrag

Prosjektet vi har tatt for oss skal i første rekke utvikle fysiske løsninger, prinsipper og produksjonsprosesser som raskt kan oversette kundekrav, arealmessige og naturgitte forutsetninger til bryggeløsninger og anlegg av høy kvalitet. Anlegg og løsninger skal være skalerbare slik at man i tillegg til store gjestebrygger/anlegg, som skal utvikles i samarbeid med Arendal Havn i dette OFU-prosjektet, også kan adressere for eksempel små private bryggeanlegg som marked. Flexibiliteten og kundetilpasning muliggjøres ved en gjennomgående modularisering- og plattformtankegang. Prosjektet er sammensatt av i alt åtte aktører med et bredt kompetansespekter som vil være ansvarlig for kompetanseutvikling og løsningene som fremkommer gjennom prosjektet.

Formålet med denne oppgaven er å vurdere valget som er tatt om å benytte modularisering som metode er det optimale valget for kunden og aktørene, hvilken tilnærming som er mest hensiktsmessig, samt hvordan koordineringen mellom de ulike aktørene kan gjennomføres på det aktuelle prosjektet.

Videre i oppgaven har vi forsøkt å kartlegge teorien som ligger bak modularisering og koordinering. Modularisering er en tilnærming som kan benyttes for å håndtere utfordringer knyttet til produksjon av fleksible, kundetilpassede produkter i høyt volum til relativt lave priser gjennom fleksible prosesser. En gjennomgående modulariseringstankegang vil potensielt kunne gi god utnyttelse av effektene modularisering åpner for, noe som er et sentralt aspekt innen dette prosjektet. For å vurdere om modularisering er det optimale valget, er det dermed viktig at de lykkes i å utnytte disse effektene i tilstrekkelig grad. Dette fordi utviklingen av en modulær produktarkitektur ofte krever en mer omfattende initial utviklingsprosess og høyere kostnader. Det må da vurderes om de potensielle effektene modularisering åpner for, på dette prosjektet, overveier de potensielle kostnadene det medfører. Videre er det også forskjellige tilnærminger til modularisering etter hva som er mest hensiktsmessig for det aktuelle prosjektet.

Koordinering kan sees på som kunsten å håndtere gjensidige avhengigheter mellom flere parter. Et samarbeid mellom en rekke aktører, og da spesielt i et prosjekt hvor man anvender modularisering som metode, stilles det store krav til koordineringsarbeidet for å oppnå tilstrekkelig samhandling. Tilstrekkelig samhandling er et kritisk aspekt ved ethvert prosjekt som involverer parter med ulike kompetanseområder og interesser, for å unngå

målkonflikter. Modularisering bygger på gitte grensesnitt og tydelig produktarkitektur. Dette fremmer viktigheten av å tilrettelegge for god kommunikasjon og informasjonsflyt.

Koordineringsteorien baserer seg i grove trekk rundt det å styre disse avhengighetene.

Innsamling av data er gjennomført etter kvalitativ metode. Innhenting av empirien oppgaven bygger på, er i hovedsak dybdeintervju av de involverte aktørene i prosjektet. I tillegg er det benyttet informasjon fra prosjektdokumenter, møtereferater og egen deltakelse på prosjektmøter som bakgrunn for drøftingen.

Gjennom drøftingen kommer det frem at aktørene og Innovasjon Norge er inne med betydelige midler, noe som betydelig reduserer risikoen knyttet til kunden. Det fortsatt er vanskelig å ta stilling til valget om modularisering er det optimale valget for aktørene i det aktuelle prosjektet, ettersom det fortsatt er inne i en tidlig fase. Det kommer derimot frem at aktørene har ulik grad av kompetanse innen det teoretiske aspektet bak modularisering, noe som kan medføre at de ikke utnytter effektene modularisering åpner på i tilstrekkelig grad.

Drøftingen indikerer hvilken tilnærming til modularisering som vil være mest hensiktsmessig for det aktuelle prosjektet. Dette basert hovedsakelig på at kompleksiteten stammer fra omfanget av prosjektet, det er en høy grad av innovasjon og at det ikke er referanseprosjekter tilgjengelig. Videre kommer det frem at aktørene benytter forskjellige metoder for å utvikle modulene, noe som er en svakhet ved prosjektet, og det antydes en felles metode som kan være optimal for utviklingen av modulene.

Det vises videre at det er visse aspekter i samhandlingen som ikke fungerer optimalt.

Utilstrekkelig kommunikasjon og informasjonsflyt er noe som har kommet frem i empirien, og er dermed viet fokus. Drøftingen foreslår faktorer som må legges betydelig mer vekt på i fremtiden for å oppnå høy grad av samhandling i nettverket av aktører som er involvert i dette prosjektet. Det foreslås også noen konkrete tiltak for å øke flyten av informasjon og redusere usikkerheten blant aktørene.

## Innholdsfortegnelse

|  |      |
|--|------|
| Forord .....   | II   |
| Sammendrag .....   | III  |
| Tabell- og figurliste .....  | VIII |
| 1 Innledning.....  | 1    |
| 1.1 Bakgrunn .....   | 1    |
| 1.2 Problemstilling.....   | 2    |
| 1.2.1 Forskerspørsmål .....  | 3    |
| 1.3 Disposisjon.....   | 4    |
| 2 Teori.....   | 5    |
| 2.1 Modularisering .....   | 5    |
| 2.1.1 Modularisering og masseprodusert skreddersøm .....             | 5    |
| 2.1.2 Modularisering og lean.....                                    | 6    |
| 2.1.3 Innovasjon og suboptimering.....                               | 7    |
| 2.1.4 Kunnskaps- og kompetanseheving i modulær produktutvikling..... | 7    |
| 2.1.5 Forskjellen mellom konvensjonell og modulær design .....       | 8    |
| 2.1.6 Alternative metoder for produktutvikling .....                 | 10   |
| 2.1.7 Fordeler og ulemper ved modularisering.....                    | 10   |
| 2.1.8 utfordringer ved tilnærming til modularisering.....            | 12   |
| 2.2 Produkt modularitet.....   | 13   |
| 2.2.1 Produktarkitektur og grensesnitt .....                         | 14   |
| 2.2.2 Komponenter.....   | 16   |
| 2.2.3 Standardkomponenter kontra nyutviklede komponenter .....       | 17   |
| 2.3 Modulbasert produktutvikling .....                               | 17   |
| 2.3.1 Function structure heuristic method .....                      | 17   |
| 2.3.2 Design Structure Matrix .....                                  | 18   |
| 2.3.3 Modular Function Deployment .....                              | 19   |
| 2.3.4 Kombinasjon av metodene.....                                   | 19   |
| 2.3.5 Tilnærminger til modularisering .....                          | 21   |
| 2.3.6 Komponent Bottom-up .....                                      | 23   |
| 2.3.7 Komponent Top-down .....                                       | 23   |
| 2.3.8 Funksjon Bottom-up.....  | 24   |
| 2.3.9 Funksjon Top-down .....  | 24   |
| 2.4 Koordinering.....  | 25   |
| 2.4.1 Rammeverk for koordineringsanalyse.....                        | 25   |
| 2.4.2 Avhengigheter .....  | 26   |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.4.3 | Koordineringsformer .....                      | 27 |
| 2.4.4 | Koordinering i verdikjeden .....               | 28 |
| 2.4.5 | Systemkoordinasjon .....                       | 30 |
| 2.4.6 | Den innovative organisasjonen .....            | 30 |
| 2.4.7 | Kryssfunksjonell koordinering .....            | 32 |
| 2.4.8 | Agentteori.....                                | 33 |
| 2.4.9 | Prosjektmodellen .....                         | 35 |
| 3     | Metode .....                                   | 39 |
| 3.1   | Kvantitativ eller kvalitativ metode .....      | 39 |
| 3.1.1 | Kvantitativ.....                               | 39 |
| 3.1.2 | Kvalitativ .....                               | 39 |
| 3.2   | Undersøkelsesmetode.....                       | 40 |
| 3.2.1 | Casestudie .....                               | 40 |
| 3.2.2 | Forskningsdesign .....                         | 41 |
| 3.2.3 | Valg av casestudie-design.....                 | 42 |
| 3.2.4 | Analysering av data .....                      | 46 |
| 3.2.5 | Validitet og pålitelighet .....                | 47 |
| 4     | Om prosjektet.....                             | 50 |
| 4.1   | Bakgrunn for prosjektet .....                  | 50 |
| 4.2   | Aktørene og rollefordeling .....               | 51 |
| 4.3   | Prosjektbeskrivelse.....                       | 53 |
| 5     | Drøfting.....                                  | 56 |
| 5.1   | Valg av metode for å utvikle prosjektet .....  | 56 |
| 5.1.1 | Omfang av prosjektet .....                     | 56 |
| 5.1.2 | Kundeperspektivet .....                        | 57 |
| 5.1.3 | Aktørenes perspektiv.....                      | 61 |
| 5.2   | Tilnærming til modularisering .....            | 67 |
| 5.2.1 | Komponent Bottom-up .....                      | 68 |
| 5.2.2 | Komponent Top-down .....                       | 70 |
| 5.2.3 | Funksjon Bottom-up.....                        | 72 |
| 5.2.4 | Funksjon Top-down .....                        | 74 |
| 5.2.5 | Hvilken metode som skal benyttes .....         | 75 |
| 5.3   | Koordinering i en modulariseringsprosess ..... | 76 |
| 5.3.1 | Målsetninger .....                             | 76 |
| 5.3.2 | Avhengigheter .....                            | 77 |
| 5.3.3 | Tidsplan .....                                 | 79 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 5.3.4 | Utfordringer sett fra aktørenes side..... | 80 |
| 5.3.5 | Informasjonsflyt.....                     | 81 |
| 5.3.6 | Planlegging .....                         | 83 |
| 5.3.7 | Verdikjeden .....                         | 85 |
| 5.3.8 | Fremtidig utvikling.....                  | 86 |
| 6     | Konklusjon .....                          | 89 |
| 7     | Etterord .....                            | 93 |
| 8     | Litteraturliste.....                      | 94 |
| 9     | Appendiks.....                            | 97 |
| 9.1   | Intervjuguiden .....                      | 97 |

## Tabell- og figurliste

|  |    |
|--|----|
| Tabell 1: Koordinasjonsprosessen assosiert med de forskjellige komponentene .....                                  | 25 |
| Tabell 2: Fem prinsipper for en effektiv verdikjede .....  | 29 |
| Tabell 3: Mintzbergs seks ulike konfigureringer av organisasjoner .....  | 31 |
| Tabell 4: Oversikt agentteori .....  | 34 |
| Tabell 5: Utvalg av respondenter, rolle i prosjektet og stilling .....   | 45 |
| Tabell 6: Styrker og svakheter ved anvendelse av modularisering på dette prosjektet og tiltak for forbedring ..... | 57 |
| Tabell 7: Styrker og svakheter ved anvendelse av modularisering på dette prosjektet og tiltak for forbedring ..... | 61 |
| Tabell 8: Styrker og svakheter ved anvendelse av modularisering på dette prosjektet og tiltak for forbedring ..... | 67 |
| Tabell 9: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming - Komponent Bottom-up .....                                   | 70 |
| Tabell 10: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming – Komponent Top-down.....                                    | 72 |
| Tabell 11: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming – Funksjon Bottom-up.....                                    | 73 |
| Tabell 12: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming – Funksjon Top-down .....                                    | 74 |
| <br>   |    |
| Figur 1: Former for læring i en produktutviklingsprosess.....  | 8  |
| Figur 2: Konvensjonell produktutvikling .....  | 9  |
| Figur 3: Modulær produktutvikling .....  | 10 |
| Figur 4: Klassifisering av produktarkitektur basert på Göpfert.....  | 14 |
| Figur 5: De forskjellige nivåer av et produkt .....  | 15 |
| Figur 6: Kompromisset mellom egenart og fellestrekk.....   | 16 |
| Figur 7: En heuristisk metode for å identifisere moduler for produktarkitekturen .....                             | 18 |
| Figur 8: Modulær produktutvikling .....  | 20 |
| Figur 9: Tilnærming til modularisering .....   | 21 |
| Figur 10: FOU-prosjekter, faser, dokumenter og beslutninger.....   | 37 |
| Figur 11: Oversiktsbilde over mulig havneløsning .....   | 50 |
| Figur 12: Tiltent moduloppdeling .....   | 53 |



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Modularisering har blitt en av de mest utbredte metodene for å etablere et stort produktutvalg og imøtekomme utfordringene knyttet til masseprodusert skreddersøm. Metoden får stadig økende fokus fra forskere og industrielle aktører, som fokuserer på modulært produkt- og servicedesign i tillegg til modulproduksjon (Lin, Zhou, Shi, & Ma, 2009).

Denne oppgaven søker å belyse anvendelsen av modularisering på et innovasjonsprosjekt som kan betegnes som en kombinasjon mellom bygg- og anleggsproduksjon og industriell produksjon, samt hvordan koordineringen mellom de ulike involverte aktørene kan gjennomføres på en hensiktsmessig måte.

Prosjektet er et samarbeid mellom offentlig kunde og leverandør (OFU). I et OFU prosjekt skapes det et forpliktende samarbeid mellom norske leverandørbedrifter og norske offentlige virksomheter. Gjennom samarbeidet kan den offentlige virksomheten bidra til at det utvikles nye produkter eller tjenester som øker kvaliteten i offentlige tjenesteleveranser eller effektiviserer driften av offentlig sektor (Innovasjon Norge).

Prosjektet består i første rekke av en leveranse av et gjestebryggeanlegg til Arendal Havnevesen, men løsningene som utvikles gjennom denne leveransen, utvikles for å kunne benyttes på kommende leveranser. Gjestebryggen vil bestå av en rekke større konstruksjoner og badeanlegg. Det er i alt åtte hovedaktører involvert i prosjektet, med forskjellige kompetanseområder. Felles for aktørene er derimot at de har kjennskap til modularisering, og enkelte av aktørene benytter en modulariseringstankegang i den daglige driften. Modularisering er en metode som får stadig større innpass i den industrielle produksjonen. Dette for å etterkomme mer krevende kunder og større internasjonal konkurranse. Metodikken bak modularisering tillater produksjon av et bredt spekter av produkter i høyt volum gjennom definerte grensesnitt og en strategisk fleksibel produktplattform.

Hovedmotivasjonen bak valget om å modularisere er at flere av de involverte aktørene anvender modularisering i den daglige driften, samt at prosjektet skal kommersialiseres og løsninger utvikles for og benyttes på kommende leveranser. Modularisering tilrettelegger

videre for at løsningene kan kundetilpasses. Dette åpner for at aktørene kan samarbeide på en effektiv måte, noe som er viktig ettersom det er flere likestilte aktører med i prosjektet. Kunnskapsaspektet innen modularisering medfører at det er vanskelig for konkurrenter å duplisere løsningene som utarbeides. Dette var også en viktig faktor bak valget om å anvende modularisering.

Metodikken bak modularisering stresser viktigheten av å spesifisere og standardisere grensesnittene på et tidlig stadium. Dette muliggjør en parallell produktutvikling, noe som tilrettelegger for samarbeid mellom et stort antall aktører. Disse aktørene besitter en høy grad av kompetanse og ekspertise på hvert sitt felt. Samarbeid mellom flere ulike aktører stiller høye krav til samhandling mellom disse. Dermed ble koordineringsteori også et viktig aspekt av denne oppgaven. Koordinering kan sees på som kunsten å håndtere gjensidige avhengigheter mellom flere parter. I et prosjekt som dette hvor aktører fra forskjellige bransjer jobber sammen om å utvikle et produkt, vil de involverte være gjensidig avhengig av hverandre for å nå de felles målene som er satt. For at modularisering skal fungere etter beste evne, må man koordinere arbeidsoppgavene på en tilstrekkelig måte, uten at det går på bekostning av fleksibilitet og innovasjon. Dette setter store krav til kommunikasjon og informasjonsflyt mellom aktørene.

## 1.2 Problemstilling

Byggingen av et nytt gjestebryggeanlegg i Arendal er et pilotprosjekt for modulbaserte, robuste marine løsninger for aktivitetsanlegg og gjestehavner (MMA), som er et offentlig forskning- og utviklingsprosjekt (OFU-prosjekt). Det skal utføres etter en modulbasert løsning, der blant annet større konstruksjoner, brokonstruksjoner og badeanlegg skal inkorporeres. MMA-prosjektet er svært krevende ettersom det involverer en høy grad av produktutvikling og kundetilpasning, samt at det er en løs struktur mellom aktørene. Prosjektets krevende karakter krever innovasjoner på en rekke områder, blant annet i forbindelse med bruken av modularisering som muliggjør for effektiv kundetilpasning, utvikling og bygging/produksjon for denne type bygg og anlegg. I oppgaven skal valget som er tatt om å benytte modularisering som metode for produktutvikling vurderes, samt at det foretas en systematisk tilnærming til modularisering for å se hvilket valg som vil være teoretisk mest hensiktsmessig for det aktuelle prosjektet. Videre vil det sees nærmere på koordineringen mellom de aktuelle aktørene som er involvert i prosjektet, hvor

koordineringsstrategien blir vurdert opp mot teorien for å avdekke eventuelle mangler og mulige forbedringer for det fremtidige arbeidet.

#### 1.2.1 Forskerspørsmål

For å besvare problemstillingen gitt ovenfor, er følgende forskerspørsmål utarbeidet:

- Var valget om å anvende modularisering for produktutvikling på det aktuelle prosjektet den optimale metoden og hvilken tilnærming til modularisering er mest hensiktsmessig for å gi den mest effektive prosessen?
- Hvordan kan de aktuelle aktørene koordineres på en mest hensiktsmessig måte i en modulariseringsprosess?

### 1.3 Disposisjon

Denne oppgaven er inndelt i totalt 9 hovedkapitler, med tilhørende underkapitler. Det første kapittelet er en innledning til selve oppgaven.

**Kapittel 2** vil presentere det teoretiske rammeverket for rapporten. Her beskrives det hvordan modularisering passer inn i industriell produksjon, effekter modularisering åpner for, hensyn som må tas ved modulær produktutvikling, metoder for modulær produktutvikling og de ulike tilnærmingene til modularisering. Videre presenteres rammeverk for analysing av koordinasjon, faktorene som må tas hensyn til, ulike teorier og koordineringsmetoder som kan benyttes.

**Kapittel 3** vil i detalj ta for seg metodene som er benyttet for å innhente informasjon, gjennomføre intervju og analysing av den innsamlede empirien til oppgaven.

**Kapittel 4** vil ta for seg bakgrunnen for prosjektet denne oppgaven er basert på, hvem aktørene er og deres rolle i prosjektet, samt en beskrivelse av prosjektet.

**Kapittel 5** vil trekke inn empirien som er innhentet og drøfte denne opp mot teorien for å komme med slutninger relatert til forskerspørsmålene. Dette kapittelet er delt opp i henhold til forskerspørsmålene.

**Kapittel 6** vil kortfattet presentere konklusjonene som fremkommer gjennom drøftingen og mulige tiltak som kan implementeres.

**Kapittel 7** vil presentere mulige videre forskning som kan gjennomføres på dette prosjektet.

**Kapittel 8 og 9** inneholder litteraturliste og appendiks.

## 2 Teori

### 2.1 Modularisering

I dagens krevende markeder stilles det stadig høyere krav til produsenter om å kunne oppfylle kundenes krav, og nødvendigheten av å skreddersy produkter etter kundenes behov, noe som medfører at produsenter må administrere et større utvalg av produkter. Dette samt en økende konkurranse fra flere aktører både nasjonalt og internasjonalt har medført at produsenter må effektivisere prosessene, redusere kostnader, øke kvaliteten og redusere utviklings- og produksjonstiden for å overleve. Spesielt innenfor Engineering kan dette være utfordrende ettersom disse oppgavene ofte er store og komplekse, noe som medfører store utfordringer for selskaper som må håndtere disse utfordringene i et skiftende marked (Eggen, 2003; Huang, 2000).

#### 2.1.1 Modularisering og masseprodusert skreddersøm

Historisk sett valgte selskaper prosesser som enten støttet produksjonen av håndverksprodukter eller masseproduksjon av standardiserte produkter. Evnen til å kombinere masseproduksjon og håndverksproduksjon til masseprodusert skreddersømproduksjon, blir stadig viktigere i dagens skiftende marked og mer krevende kunder. Selskaper blir tvunget til å fokusere på stadig mindre og mer spesifikke markedssegmenter. Dermed blir masseprodusert skreddersøm relevant (Pandremenos & Chryssolouris, 2009).

Masseprodusert skreddersøm kan defineres som et system som utnytter teknologi, fleksible prosesser og organisasjonsstruktur til å levere et bredt spekter av produkter som etterkommer spesifikke behov hos kundene. Masseprodusert skreddersøm relateres dermed til evnen til å produsere kundetilpassede produkter i høyt volum og til relativt lave priser gjennom en fleksibel prosess (Silveira, Borenstein, & Fogliatto, 2001). Masseprodusert skreddersøm ble utviklet for å svare på tre hovedtrender innen produksjon: Utviklingen av fleksibel produksjon og nye teknologier som muliggjør en høyere grad av variasjon til lavere kostnad. Høyere etterspørsel av et større produktutvalg og produkttilpasning. Kortere produksyklusser og økt industriell konkurranse har medført et økt behov for produksjonsstrategier som retter oppmerksomheten mot enkeltkunder (Pine, 1993). Her er et fleksibelt produktdesign essensielt slik at produkter kan endres raskt og til lave kostnader

for at selskaper kan følge endringene i markedet (Pandremenos & Chryssolouris, 2009; Silveira et al., 2001).

Modularisering er en tilnærming som kan benyttes for å håndtere disse utfordringene. I stedet for å søke etter et optimalt design for et optimalt produkt, er tanken bak modularisering at det produseres en strategisk fleksibel produktplattform som tillater produktvariasjon uten at det krever endringer i den overliggende produktplattformen. Dermed kan det produseres et bredt spekter av produkter ved å kombinere et begrenset antall moduler. På denne måten kan produsenter tilby standardiserte løsninger som er fleksible slik at de kan tilpasses kundenes behov. Dette strider imot den klassiske tankegangen der produsenter enten valgte å masseprodusere, noe som gikk på bekostning av tilpasningsmulighetene eller at de valgte å skreddersy produkter noe som gikk utover effektiviteten (Miller & Elgård, 1998).

### 2.1.2 Modularisering og lean

Prinsippene innen lean blir anvendt av en rekke industrier med mål om å redusere sløsing og maksimere verdien for kundene. Samtidig som produktstrukturen stiller stadig høyere krav til fleksibilitet for å etterkomme krav fra markedet, noe som medfører redusert fortjeneste på produktene. Lean teorien stresser viktigheten med å gjøre det riktig og effektivt første gang. Det er da viktig å begynne med utviklingen av produkter og produktstrukturen (Leine, 2013). En modulær produktstruktur er en effektiv struktur ettersom den baserer seg på kundenes behov og har en høy grad av konfigurasjonsmuligheter, samt at det reduserer den interne kompleksiteten. Modularisering innebærer en høy grad av standardisering av produkter og prosesser som står sentralt innen lean-tankegangen (Leine & Jiran, 2012). Produksjonen av produktene vil foregå inne i fabrikker, noe som videre vil redusere kompleksiteten og variasjonen innen monteringsprosessen sammenliknet med en ad hoc prosess på en byggeplass (Jensen, Hamon, & Olofsson, 2009; Leine, 2013).

Grensesnittene spesifiseres og standardiseres på et tidlig stadium innen modularisering, dette tilrettelegger for et tettere samarbeid med færre leverandører. Dette innebærer at leverandører kan få ansvar for å utvikle hele moduler til et prosjekt, innenfor de spesifiserte grensesnittene i stedet for å levere enkeltdeler og komponenter. Den nye tilnærmingen til produkt konfigurasjonen medfører at både montører og leverandører har som mål å utvikle «produktfamilier» basert på de samme grunnleggende plattformene, noe som tillater

samsvarende produktutvalg og at utviklingskostnadene blir spredd over høye produksjonsvolumer. Denne tankegangen er noe som stresses innen Lean og noe modularisering muliggjør (Zagnoli & Pagano, 2001).

#### 2.1.3 Innovasjon og suboptimering

For at modularisering skal åpne for innovasjon er det viktig at produktarkitekturen tilrettelegger for fleksible grensesnittspesifikasjoner. Grensesnittene blir spesifisert på et tidlig stadium og komponenter må tilpasses rammene satt av grensesnittene. Spillerommet disse rammene gir, gjenspeiler evnen til innovasjon for komponentene og ytelseevnen til de enkelte modulene. Gitt dette vil den modulære produktarkitekturen tilrettelegge for en bedrifts evne til innovasjon ved at den reduserer størrelsen på designproblemet, avhengigheten blant elementene, og sensitiviteten til funksjonelle krav. Dette medfører at modulær design akselererer inkrementell innovasjon, øker påliteligheten av endringer og tilrettelegger for radikale endringer av komponentene. Men disse fordelene må balanseres mot de potensielle kostnadene forbundet med modularisering. Å begrense avhengigheten mellom komponentene i for stor grad kan eliminere mulige innovative muligheter (Pil & Cohen, 2006).

#### 2.1.4 Kunnskaps- og kompetanseheving i modulær produktutvikling

Kunnskap er basisen for innovasjon, innovasjon driver og beskytter konkurransefortrinnet, og konkurransefortrinnet beskytter selskapet (Hartlieb, Leber, Tuppinger, & Willfort, 2005). Modulbaserte prosjekter med en høy grad av produktutvikling innebærer å utvikle nye produkter basert på eksisterende kunnskap og tilegnelsen av ny kunnskap om komponenter og interaksjonene mellom disse. For å etablere informasjon om fullt spesifiserte og standardiserte grensesnitt mellom komponentene innen en modulær produktarkitektur krevers det god innsikt innen produktarkitekturen og hvordan komponenter samhandler i et produkt. Utviklingen av en ny produktarkitektur krever at selskaper tilegner seg denne kunnskapen gjennom eksperimentering med utformingen av komponentene og alternative sammensetninger av komponentene (Sanchez & Heene, 1997). Innovasjon under produktutvikling kan derfor involvere tilegnelsen av ny informasjon og kunnskap om funksjonene komponentene kan dekke, som innebærer læring om komponenter. Eller tilegnelsen av informasjon om hvordan komponenter samhandler og mulige konfigurasjonsmuligheter, som innebærer læring om produktarkitektur (Sanchez & Mahoney, 1996).

Konkurrenter har ofte tilgang til de grunnleggende konseptene bak utformingen på produktet, men dybdekunnskapen om komponentene, sammensetningen av komponentene og interaksjonen mellom disse, er kunnskap det er vanskelig for konkurrentene å tilegne seg og gir et konkurransefortrinn (Pil & Cohen, 2006). Figur 1 viser hvordan læring i en modulær produktutviklingsprosess utarter seg.

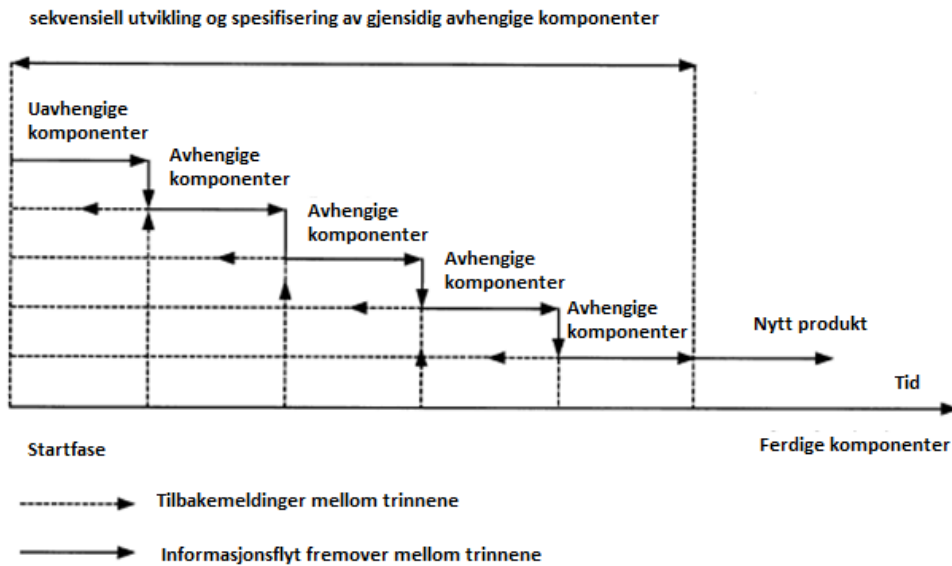
|   |            | <b>Læring om komponentfunksjoner og utforming</b>  |   |
|---|------------|--|---|
|   |            | Moderat  | Omfattende  |
| Læring om interaksjoner og konfigurering av komponenter | Moderat    | <p><b>Inkrementell læring på komponent nivå</b></p> <p>Inkrementell læring gjennom komponentutvikling medfører begrenset funksjonell forbedring og endring i utformingen av komponentene som er benyttet innen produktarkitekturen</p> | <p><b>Modul læring på komponentnivå</b></p> <p>Læring om nye komponenter og teknologier medfører signifikante endringer på mulige komponentfunksjoner og design som kan tilpasses innenfor den eksisterende produktarkitekturen</p>                         |
|   | Omfattende | <p><b>Læring om arkitekturen</b></p> <p>Læring om nye produktmarkedsmuligheter fører til ny produktarkitekturer basert på hvordan komponenter er konfigurert i eksisterende produkter</p>  | <p><b>Radikal endring på arkitekt- og komponentnivå</b></p> <p>Læring om nye markedsmuligheter og produkt- og komponentteknologi fører til store endringer i hvordan komponenter brukes og hvordan de konfigureres for å fremstille produktarkitekturen</p> |

Figur 1: Former for læring i en produktutviklingsprosess (Sanchez and Mahoney, 1996, p. 69)

#### 2.1.5 Forskjellen mellom konvensjonell og modulær design

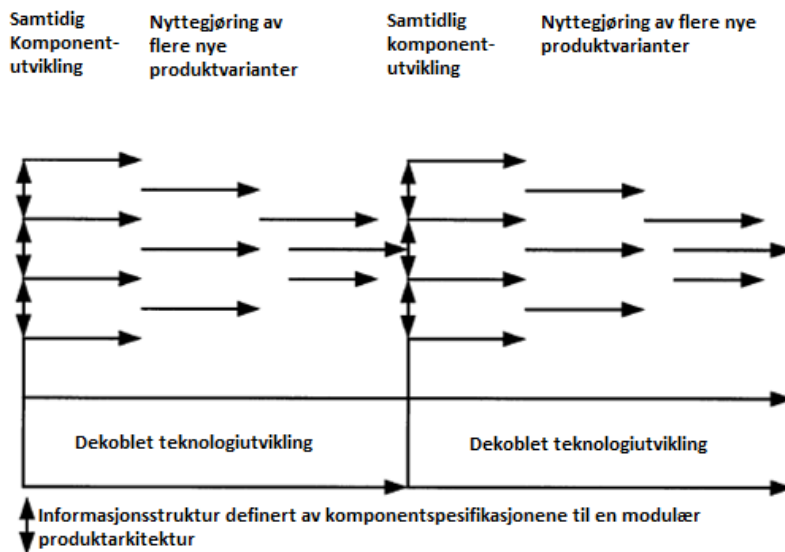
Den konvensjonelle metoden for produktutvikling er basert på en sekvensiell prosess, som vist i figur 2. Etter konseptet er definert løses aktiviteter sekvensielt. Etter utformingen av komponentene er løst og design beslutningene er tatt går man over til neste fase. Denne prosessen gjentas for hvert trinn i produktutviklingen inntil alle komponenter og deres grensesnitt er spesifisert. Ettersom komponenter og designet på grensesnittene utvikles sekvensielt kan nødvendige endringer i grensesnittene ikke oppdages før på et seinere stadium i utviklingen, noe som medfører store kostnader relatert til tidsforsinkelser.





Figur 2: Konvensjonell produktutvikling (Huang, 2000, p. 154)

Innen modulært produktdesign blir grensesnittene spesifisert og standardisert etter gitt krav, som vist i figur 3. Etter grensesnittene er spesifisert kan de ikke endres gjennom hele produktets utviklingsprosess. Modularisering innebærer en ny utforming for styring av informasjonsflyt og kunnskap i løpet av utviklingsprosessen av et nytt produkt. I motsetning til det som er karakteristisk for en sekvensiell produktutvikling, vil man innen modularisering skape seg et komplett bilde av informasjonsstrukturen, der grensesnittene mellom komponentene innen den modulære produktarkitekturen først definerer de overordnede egenskapene til komponentene før utviklingen av detaljerte grensesnitt kan begynne (Huang, 2000).



Figur 3: Modulær produktutvikling (Huang, 2000, p. 155)

### 2.1.6 Alternative metoder for produktutvikling

Andre metoder som kan benyttes for produktutvikling kan eksempelvis være en ad hoc metode. Denne metoden beskriver en løsning som er designet for et spesifikt problem eller oppgave og er ikke ment for å tilpasses andre formål. Dette er den mer klassiske metoden der selve konstruksjonen foregår på byggeplassen.

Det finnes hovedsakelig to forskjellige typer produktarkitektur for utviklingen av nye produkter, modulær og integral. Integral produktarkitektur involverer en kartlegging av funksjonelle elementer til fysiske komponenter. Integral produktarkitektur er ofte designet spesifikt til hvert enkelt produkt, for å etterkomme de økende kravene som stilles til funksjonelle krav fra kundene. Vanligvis krever en endring i en komponent endringer i de andre komponentene for at produktet skal opprettholde den tiltenkte funksjonaliteten. Grensesnittene innen integral produktarkitektur er ikke standardiserte og undersystemene er skreddersydd for hvert enkelt produkt. Som et resultat av dette kan integral produktarkitektur muliggjøre for en høyere ytelsesgrad enn ved modulær produktarkitektur (Grussenmeyer & Blecker, 2013).

### 2.1.7 Fordeler og ulemper ved modularisering

#### 2.1.7.1 Fordeler

**Utviklingskostnader:** Modulær design kan redusere kostnadene knyttet til utvikling, ved at funksjoner i produktarkitekturen kan benyttes på tvers av produktlinjen. Dette medfører at faste investeringer kan deles over flere produkter. Noe som reduserer utviklingskostnadene.

**Produktspekter:** Modulært produktdesign kan deles opp slik at produktfunksjoner som medfører betydelige endringer, er avgrenset innen en komponent eller delsystem. Dermed kan disse komponentene eller delsystemene byttes ut for å skape et økt produktspekter basert på forskjellige sammensetninger av komponenter for å tilfredsstille de spesifiserte kravene.

**Inventar og logistikk:** Det åpner for gjenbruk av komponenter, samt at det medfører at variasjonen av komponenter reduseres. Dette reduserer kostnadene knyttet til inventar og logistikk.

**Vedlikehold:** Reparasjoner og vedlikehold blir en enklere oppgave ved at man kan erstatte den defekte delen men en ny uten at det går ut over resten av systemet.

**Produktutvikling:** Moduler tilrettelegger for at et produkt enkelt kan videreutvikles uavhengig av hverandre, noe som er viktig med hensyn på strategisk fleksibilitet. Fleksible produkter tilrettelegger for at et selskap raskere kan reagere på skiftende markeder og teknologier. Ved at de hurtig og til lave kostnader kan utvikle nye produkter ved å sette sammen forskjellige kombinasjoner av eksisterende moduler for å utvikle et nytt produkt.

**Outsourcing:** Fullt spesifisert og standardiserte grensesnitt for komponenter for en modulær arkitektur legger til rette for en høyere grad av outsourcing og samarbeid med andre leverandører.

**Hurtigere til marked:** Etter grensesnittene mellom modulene er definert, er det mulig og utvikle modulene parallelt så lenge de overensstemmer med spesifikasjonene. Noe som reduserer utviklingstiden

**Skalaøkonomi:** Modularisering åpner for å oppnå skalaøkonomi, dette reduserer produksjonskostnadene, ettersom hver komponent eller delsystem kan produseres i større kvantum.

**Spesialisering:** Arbeidsoppgavene kan spesialiseres ettersom komponentene som skal produseres er standardiserte.

(Gershenson, Prasad, & Allamneni, 1999; Huang, 2000; Mikkola & Gassmann, 2003)

#### 2.1.7.2 Ulemper

**Utviklingskostnader:** Ettersom designingsprosessen er mer komplisert for moduler enn de vil være i for eksempel en ad hoc prosess. Ettersom produkter må deles opp og tilpasses. Noe som medfører høyere initiale utviklingskostnader. Spesielt hvis produktarkitekturen tilsier at den ikke kan benyttes på andre produkter.

**Modulariseringsstrategi:** Volkswagen har problemer med at 11 bilmodeller er basert på samme plattform. Noe som gjør at kjøpere kan reagere på hvorfor de må betale mer for en modell enn en annen når de ser nesten identiske ut.

**Informasjon og ekspertise:** Siden modularisering er enda mindre utbredt enn en ad-hoc tilnærming, samt at fremgangsmetoden vil endres etter hvert prosjekt, kan det være vanskelig å finne den nødvendige informasjon og ekspertisen ved denne tilnærming.

**Videreutvikling:** Potensielt liten grad av videreutvikling av den generelle produkt arkitekturen og høy grad av produkt likheter.

**Ytelsesevne:** Modulær produktarkitektur kan medføre dårligere ytelsesevne, for å tilrettelegge for en økt fleksibilitet.

(Gershenson et al., 1999; Huang, 2000; Mikkola & Gassmann, 2003)

#### 2.1.8 Utfordringer ved tilnærming til modularisering

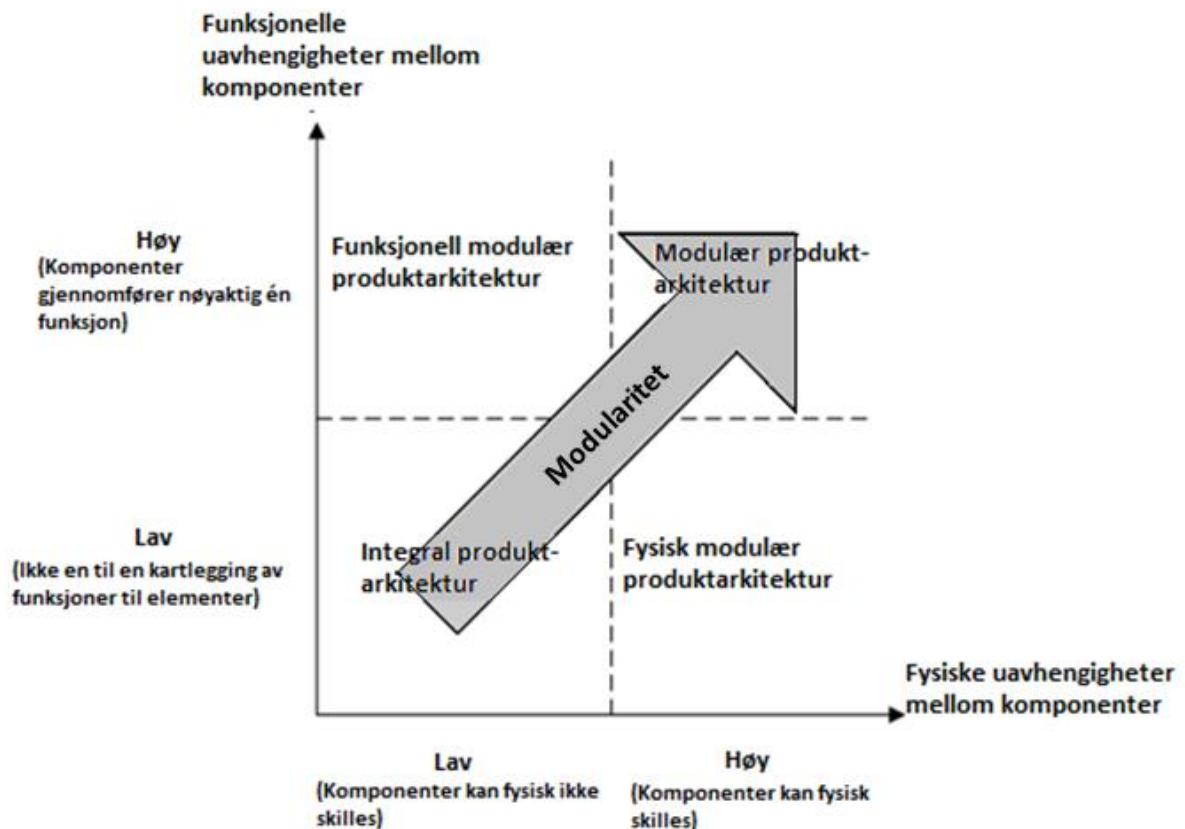
En vellykket implementering av modularisering er svært situasjonsavhengig. Det er dermed vanskelig å identifisere målene som er kritiske for en vellykket implementerings strategi for hvert enkelt prosjekt, da det ikke foreligger et standard oppsett for hvordan implementeringsprosessen skal foregå (Eskildsen, 2011). Det er mange forskjellige måter å tilnærme seg en modulariseringsprosess. Valget av implementeringsprosess vil variere for hvert enkelt selskap og industrien disse selskapet opererer innen. Disse implementeringsprosessene skjer over flere steg, eksempler her kan være Gunnar Erixons «Modular Function Deployment» som er en fem-steps modell for implementering av modularisering (Erixon, 1998), «design structure matrix» og «function structure heuristic method» (Holttta & Salonen, 2003).

Implementeringsprosessene skjer generelt ved at selskapet starter med å isolere modulen for å analysere og designe modulen slik at den passer inn i strategien som er valgt. Dette kan gjøres ved hjelp av flere metoder, men sentralt i disse metodene er at alle involverte aktører

samarbeider for å utarbeide produkt arkitekturen. Denne prosessen kan gjentas flere ganger avhengig av kompleksiteten av produktet for å oppnå det ønskede resultatet. Hvor ofte denne prosessen gjentas er også avhengig av ressursene og tiden som er tilgjengelig. Etter produkt arkitekturen er bestemt vil selve produksjonen av modulene begynne (Eskildsen, 2011).

## 2.2 Produkt modularitet

Produkt modularitet beskrives av Ulrich og Tung (1991). Modularitet oppstår ved at produkter deles opp i grupperinger av uavhengige komponenter, som tillater bedrifter å standardisere komponenter og produktutvalget. For å oppnå en vellykket produktmodularitet er det en rekke hensyn som må tas. Det er viktig å forstå at et produkt svært sjeldent kun er modulært, men at det er både modulært og integral, men varierer i grad av modularitet. I ekstreme tilfeller der produktarkitekturen er kun modulær, kreves det en spesifikk kartlegging av funksjonelle elementer, deres fysiske avhengighet og grensesnittene mellom komponentene. I en integral produktarkitektur kreves det en helhetlig kartlegging av funksjonelle elementer, komponenter og grensesnittene mellom disse. Gøpfert (1998) utvidet dette konseptet og undersøkte produktarkitekturen med hensyn på komponentenes funksjonelle- og fysiske avhengighet, funksjonelt avhengige komponenter som deler sterke fysiske avhengigheter som er vanskelig å skille og fysisk avhengige komponenter som deler sterke funksjonelle avhengigheter. Disse produktene kan lett dekomponeres i sine komponenter, men kun gi sin funksjonalitet når delkomponentene er tilkoblet. Denne kartleggingen gjennomføres for å vurdere om endringen av en komponent har innvirkning på andre komponenter, og i tilfelle hvilke. Se figur 4 for en illustrasjon av dette konseptet (Marti, 2007):

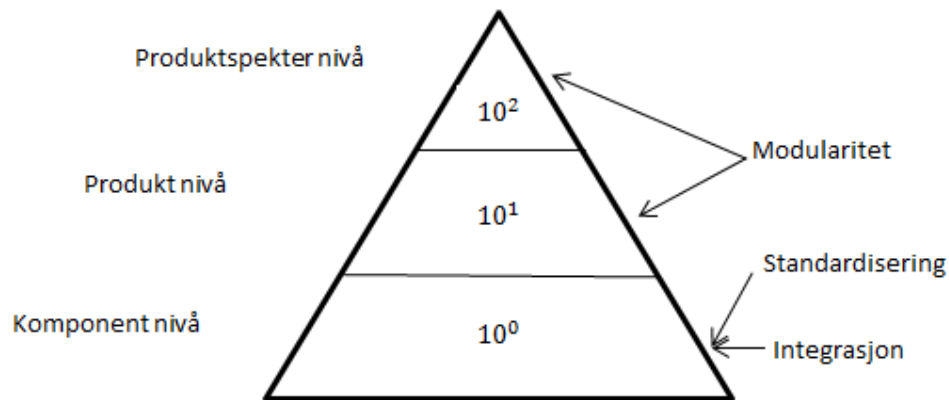


Figur 4: Klassifisering av produktarkitektur basert på Göpfert (Marti, 2007, p. 44)

### 2.2.1 Produktarkitektur og grensesnitt

Produktarkitektur kan defineres som måten de funksjonelle elementene innen et produkt er sammensatt og hvordan disse elementene samspiller med hverandre (Jiao, Simpson, & Siddique, 2007). En modulær produktarkitektur er en spesiell form for produktarkitektur som benytter standardiserte grensesnitt mellom komponentene, noe som gjør produktløsningen fleksibel. Grensesnittene mellom komponentene blir designet spesifikt for å tilrettelegge for et bredt spekter av forskjellige komponenter som kan byttes innad i produktarkitekturen. Modulære komponenter er komponenter som har en grensesnitt karakteristikk som er innenfor det variasjonsområdet som er tillatt av produktarkitekturen. Den modulære produktarkitekturen er fleksibel ettersom det tillater for å bytte ut komponenter for å endre produktet uten å endre andre komponenter. Denne egenskapen ved å legge til rette for å kunne endre komponenter som vil potensielt gi en stor produktvariasjon med forskjellige funksjoner, egenskaper og ytelsesnivåer er hoved essensen av modularisering (Sanchez & Mahoney, 2009). Produktarkitektur kan ifølge Gunnar Erixon (1998) behandles på tre nivåer: produktspekter, produktnivå og

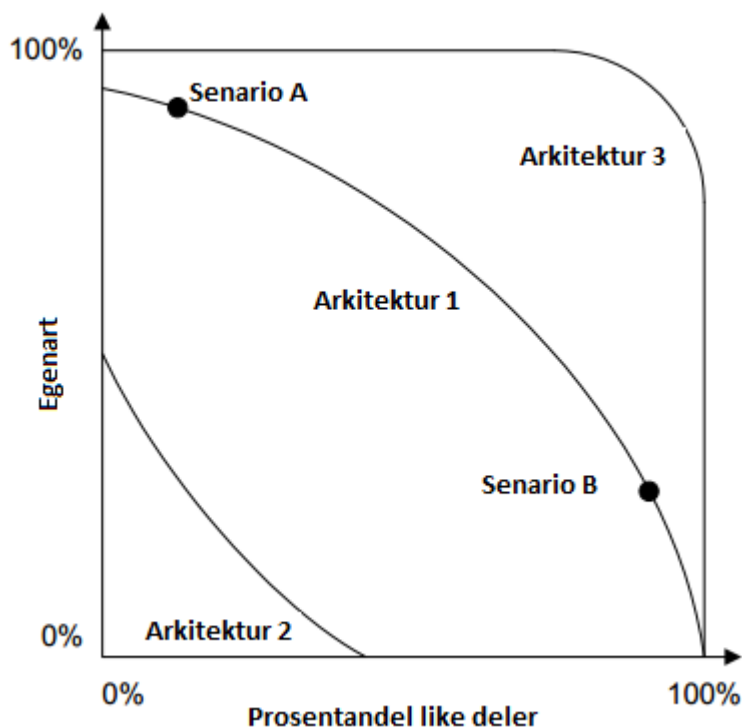
komponentnivå. Her vil effekten som kommer fra produktspekter, produktnivå og komponentnivå ekspandere eksponentielt med forholdet 1, 2, 3 som vist i figur 5. Det er derfor et stort potensiale for forbedringer hvis de riktige beslutningene tas på høyere nivå (Erixon, 1998).



Figur 5: De forskjellige nivåer av et produkt (Erixon, 1998, p. 50)

For å utnytte disse potensielle gevinstene er det viktig at alle parter er involvert, og at teamet som leder modulariseringsprosessen består av medlemmer fra alle fagretninger. Dette er viktig ettersom det sikrer at alle kriterier for alle funksjonene i produktet blir tatt hensyn til, for å utnytte synergifordelene modularisering åpner for (Eskildsen, 2011; Hsuan, 1999; Sanchez & Mahoney, 2009).

Beslutningene som blir tatt rundt produktarkitekturen vil ha dyptgripende implikasjoner på flere fundamentale aspekter av produktet, fra produktets ytelse, produktutvalget, standardisering av komponentene, produserbarhet og produktutvikling. Produktarkitekturen dikterer samspillet mellom fellestrekkene på produktene, som igjen vil ha innvirkning på skalaøkonomi og dermed kostnadsaspektet, og produktets egenart, som vil ha innvirkning på produktets konkurransefortrinn.



Figur 6: Kompromisset mellom egenart og fellestrekk (Marti, 2007, p. 42)

Senario A viser at det er et særegent produkt med en høy egenartsfaktor, men at det dermed er en liten grad av felles komponenter med andre moduler. Senario B har mindre karakteristiske trekk og har da en høyere grad av felles komponenter. Arkitektur 3 derimot har en høy grad av like komponenter, men beholder sine karakteristiske trekk. Dette er det optimale scenarioet, men kan kreve høyere utviklingskostnader og ekspertise (Marti, 2007).

### 2.2.2 Komponenter

En komponent i et produktdesign kan defineres som en del, som utfører en funksjon innen et system av sammenknyttede komponenter og komponentenes samlede funksjon utgjør produktet (Sanchez & Mahoney, 1996). Produktarkitekturen definerer hvordan komponentene samhandler. For å maksimere de potensielle fordelene med modularisering er det viktig å velge riktig strategi for å utvikle og bestemme attributtene til komponentene. En av de største utfordringene innen modularisering er å designe moduler med grensesnitt som muliggjør utskifting av komponenter og sammenkobling med andre moduler, for å etterkomme kravene fra markedet. (Eskildsen, 2011). Videre kan komponenter deles inn i to grupper; Standard og nyutviklede (Mikkola & Gassmann, 2003).



### 2.2.3 Standardkomponenter kontra nyutviklede komponenter

Standardkomponenter, er komponenter aktørene har benyttet i tidligere prosjekter.

Ettersom aktørene har tidligere erfaring med standardkomponenter kan grensesnittene mellom komponentene avklares på et tidlig stadium, uten at det er nødvendig med kostbare tester av komponentene. Dermed minimaliserer man de initiale kostnadene, det åpnes for gjenbruk av eksisterende komponenter samt at det vil hjelpe aktørene å nå skalaøkonomi. Nyutviklede komponenter, er komponenter som er spesifikt rettet til et produkt som blir introdusert til bedriften for første gang. Ettersom det ikke foreligger noe etablert kunnskap om disse komponentene medfører dette en høyere grad av risiko for de involverte aktørene, samt at det ofte medfører høyere kostnader og gjennomføringstid. Men disse risikoene kan forsvares hvis de nyutviklede komponentene medfører en signifikant bedring av komponentene. Integrasjonen av disse nyutviklede komponentene kan gi aktørene et konkurransefortrinn og hindre imitasjon fra konkurrenter. Det er allikevel viktig å begrense antall nyutviklede komponenter, for mange kan gjøre produktarkitekturen for komplisert og dermed forsinke produktutviklingen (Mikkola & Gassmann, 2003).

### 2.3 Modulbasert produktutvikling

Innen modularisering finnes det kun noen få velkjente metoder for modulbasert produktutvikling. Ingen av disse metodene fører til en optimal design løsning, ettersom de tar for seg designet fra forskjellige perspektiver, men alle er i stand til å tilpasse produktet etter spesifikasjonene (Pandremenos & Chryssolouris, 2009). Vi vil her ta for oss tre av dem:

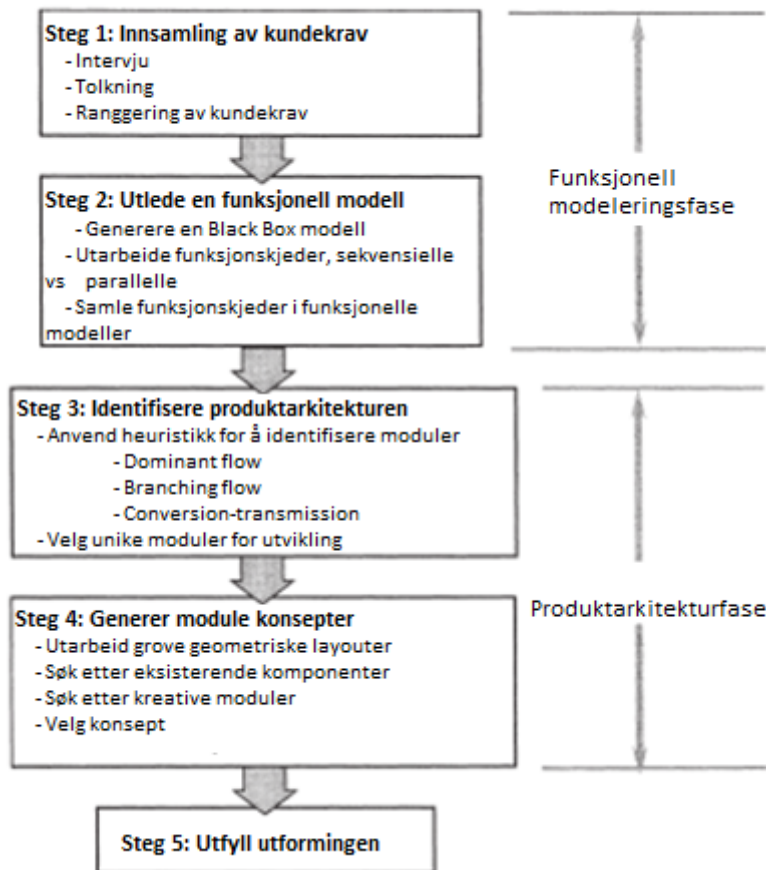
- «Function structure heuristic method»
- «Design structure matrix» (DSM)
- «Modular functional deployment» (MDF).

Disse metodene kan i tillegg kombineres for å gi en mer komplett metode for modularisering.

#### 2.3.1 Function structure heuristic method

The function structure heuristic method ble utviklet av «Stone et al.» (Holttta & Salonen, 2003). Definisjonen av modulær heuristikk er: en metode for å undersøke, hvor designeren benytter et sett med empiriske steg for å identifisere moduler innen et produkt. Metoden tar utgangspunkt i en funksjonell struktur. Hvor et produkts funksjoner deles inn i mindre

underfunksjoner disse underfunksjonene settes sammen for å etablere en funksjonell modell for produktet. Dette gjøres gjennom en fem-steps modell som vist i figur 7:



Figur 7: En heuristisk metode for å identifisere moduler for produktarkitekturen (Stone, Wood, & Crawford, 2000, p. 8)

Deretter vurderes mulige moduler som kan defineres, ved å gruppere funksjoner etter stegene i modellen. Her identifiseres mulige moduler gjennom tre steg: Dominant flow, branching flow og conversion. Disse tre metodene gir en systematisk tilnærming for å identifisere moduler innen et produkt, fra en funksjonell modell. Denne metoden for modularisering gir kun et forslag til hva som kan modulariseres. Den stiller dermed krav til høy grad av ekspertise hos designeren (Holttä & Salonen, 2003; Stone, Wood, & Crawford, 2000).

### 2.3.2 Design Structure Matrix

Design structure matrix (DSM) benyttes til å organisere produktutviklingen for å gjøre det riktig den første gangen og for å fremskynde utviklingsprosessen. DSM kan også benyttes til å definere moduler innen ett bestemt produkt. Innen den komponent og funksjonsbestemte

DSM, blir komponenter og funksjoner satt mot hverandre i en matrise for å kartlegge interaksjonene mellom hverandre. Etter interaksjonene mellom dem er kartlagt kan en algoritme benyttes for å etablere et bilde av mulige moduler som kan benyttes. Disse algoritmene kan endres slik at de passer spesifikke prosjekter. DSM er utviklet spesifikt for kompleks produktarkitektur og fokuserer om grensesnittene til modulene for å forenkle design prosessen til kompleks produktarkitektur. Denne metoden etterlater forretningsorienterte faktorer, samt produktets funksjonelle krav til designeren etter å ha forenklet arkitekturen (Jiao et al., 2007).

### 2.3.3 Modular Function Deployment

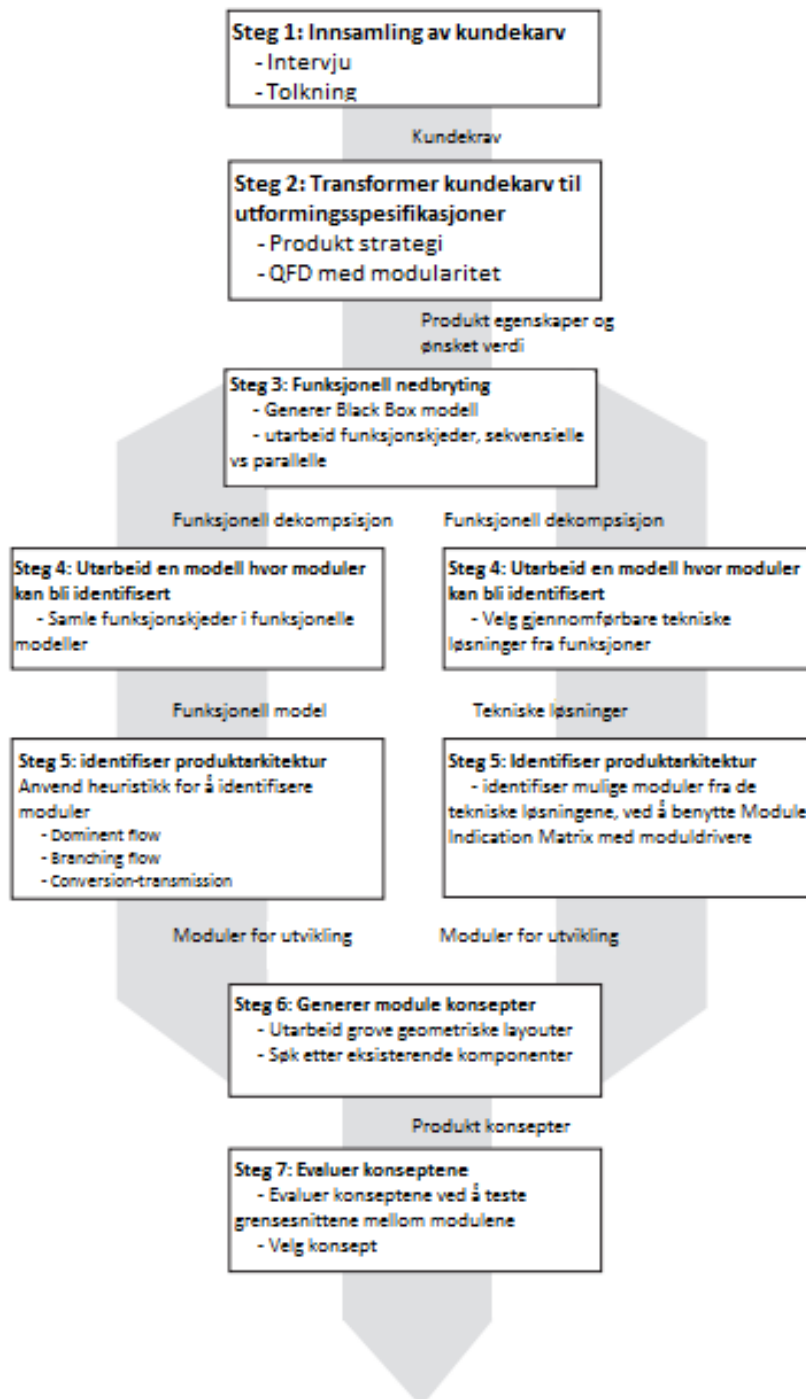
Modular function deployment (MFD) er en modulariseringsmetode som er mer rettet mot ledelse og mindre engineering orientert. Den er basert rundt en funksjonell dekomposisjon, men denne metoden vurderer også andre drivere. MFD er designet for å modularisere ett enkelt produkt gjennom tolv drivere, som videreføres gjennom hele prosessen. MFD kartlegger disse driverne mot funksjon og grupperer disse etter funksjonene som får den høyeste poengsummen. Funksjonene som domineres av de samme driverne blir videre vurdert som kandidater for en modulariseringsprosess. Videre blir antall moduler som inngår i prosjektet kalkulert ut ifra kvadratroten av antall deler som inngår i monteringsprosessen. MFD har også et steg for designet av grensesnitt. Denne prosessen baserer seg rundt retningslinjer utviklerne skal følge, i stedet for en systematisk metode for utviklingen av grensesnittene (Erixon, 1998; Jiao et al., 2007).

### 2.3.4 Kombinasjon av metodene

For å gi en mer komplett metode for modularisering kan disse kombineres. Blackenfelt har utviklet en modell hvor MFD og DSM integreres. Denne metoden bygger på en strategisk DSM med forenklede drivere fra MFD. Dermed blir det strategiske aspektet vurdert gjennom DSM, mens de funksjonelle aspektene av produktarkitekturen blir vurdert gjennom Module Indication Matrix, en modell innen MFD (Blackenfelt, 2001; Jiao et al., 2007).

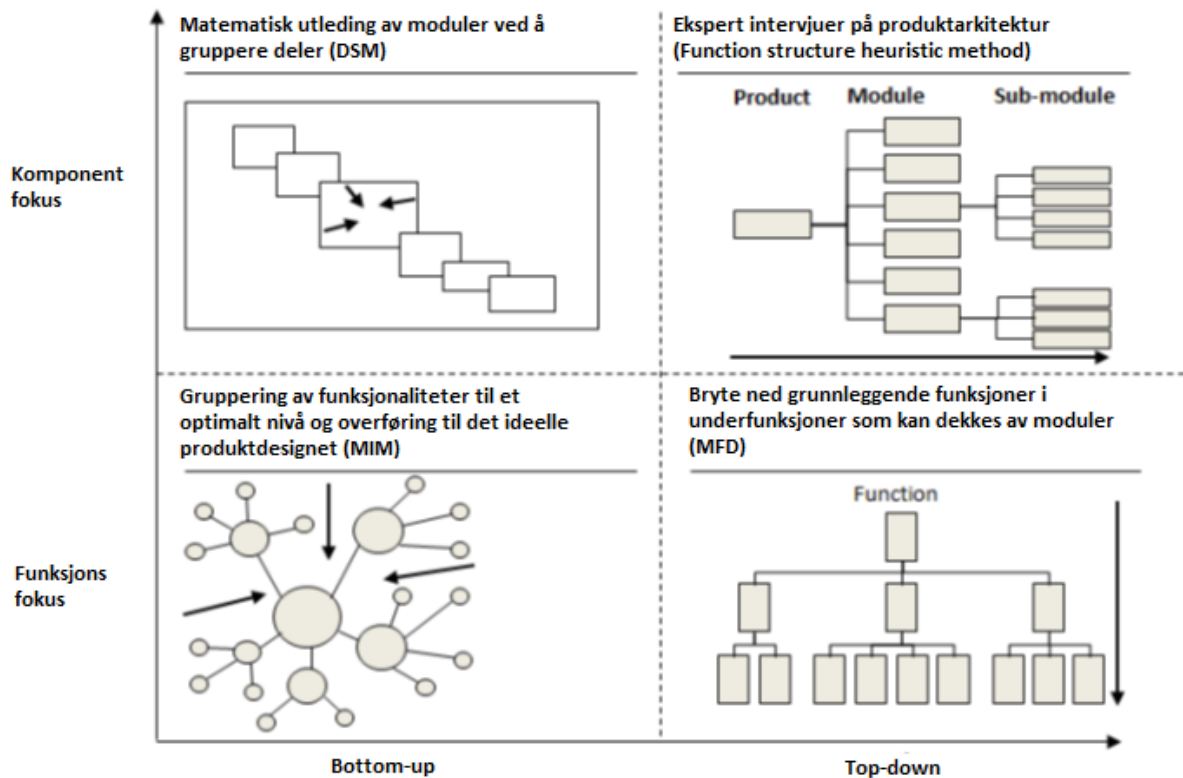
En annen metode som kombinerer flere metoder for modulær produktutvikling er utviklet av Øystein Eggen. Denne metoden kombinerer MFD og heuristiske metoder for å fremstille en syv stegs modell som illustrert i figur 8. Her samspiller de to metodene for å identifisere moduler. Den heuristiske metoden vurderer kun de funksjonelle aspektene. Ved å integrere med MFD blir ledelsesaspekter også tatt med som en faktor. Noe som gjør metoden mer

komplett. Den Heuristiske metoden komplimenterer også MDF metoden ved at den bedre identifiserer grensesnittene mellom modulene på et tidligere stadium (Eggen, 2003).



Figur 8: Modulær produktutvikling (Eggen, 2003, p. 6)

## 2.3.5 Tilnærminger til modularisering



Figur 9: Tilnærming til modularisering (Eskildsen, 2011, p. 36)

Det er fire hovedtilnærminger til valg av implementeringsstrategi for modularisering. Disse kan beskrives ved en 2x2 matrise som vist i figur 9. Aksene beskriver hvilket perspektiv arkitekturen skal fokusere om, og om det er et komponent eller funksjonsfokus som skal drive modulariseringen. Valget av perspektiv og fokus er situasjonsavhengig og dette valget er avhengig av omfang og kompleksitet av prosjektet som skal gjennomføres, industrien selskap jobber innen, samt forutsetningene selskapet har internt. Eksempelvis vil selskaper generelt velge en funksjonell tilnærming hvis produktarkitekturen er kompleks, mens de vil velge en komponent tilnærming hvis produktarkitekturen er mindre kompleks. Valget av tilnærming til modularisering vil også ha innvirkning på strukturen og fremgangsmåten som blir valgt for prosjektet (Eskildsen, 2011).

### 2.3.5.1 Top-down

Top-down tilnærmingen benyttes ofte innen masseproduksjon og industrier som har en stor grad av standardisering. Den innebærer at alle retningslinjer og prosjektmålene kommer fra de øverste lederne. Topplederne gir retningslinjer, informasjon og planer. Forventningene til prosjektlederne blir tydelig kommunisert til hver prosjektdeltager. Ved bruk av denne

tilnærmingen åpnes det for potensielle feiltolkning av prosjektdeltagerne, det er dermed viktig at lederne er så spesifikke som mulig i kommunikasjonen med prosjektdeltagerne. I denne tilnærmingen er det viktig med gode rutiner og prosessformaliteter (Filev, 2008).

#### *2.3.5.2 Bottom-up*

Bottom-up tilnærmingen benyttes ofte innen Lean orienterte organisasjoner. Denne tilnærmingen innebærer at prosjektdeltagerne spiller en aktiv rolle i prosjektets gjennomføringsprosess. Prosjektdeltagerne deltar i alle trinnene i gjennomføringsprosessen. Beslutningene om en handling er tatt av alle deltagerne. Bottom-up innebærer at lederne kommuniserer mål og verdier, gjennom eksempelvis milepælplanlegging. Deretter oppfordres deltagerne til å utvikle og ta de nødvendige aksjonene for å nå disse milepælene. Dermed er det opp til hvert enkelt team å utvikle metoder for å gjennomføre oppgaven. Fordelen med denne tilnærmingen er at prosjektdeltagerne blir tvunget til å tenke mer kreativt og øker motivasjonen blant de deltagende (Filev, 2008).

Ved anvendelse av denne tilnærmingen til utvikling av designstrukturen, starter man med individuelle moduler og driverne kan benyttes for inndelingen av modulnedbrytingen. Produktet kan deles opp i elementer for og eksempelvis kunne fraktes på veien, muliggjøre separat testing og liknende. Denne tilnærmingen medfører ofte et høyt antall moduler som bringes i små leveranser. Modulene i denne tilnærmingen er unike for hvert produkt, dermed er hovedmålet å oppdage og utnytte fellestrekkene mellom elementene som former modulene. Risikoen når man starter med individuelle moduler er at produktet forblir delvis modulært og den helhetlige modulære arkitekturen ikke etableres (Lehtonen, 2007).

#### *Eksempel med bruk av en Bottom-up tilnærming*

En bottom-up tilnærming kan medføre at produktarkitekturen ikke er modulær, den kan i tillegg medføre en risiko knyttet til etableringen av ikke designede avhengigheter mellom grensesnittene. Dette fremgår gjennom et eksperiment der 50 studenter skulle gjennomføre en syv timers simuleringsøvelse for å designe og implementere en konfigurerbar romstasjon. Under øvelsen har studentene tilgang til en miniatyr-modell av romstasjonen, bygget ved hjelp av konvensjonelle metoder. De ti lagene skulle utvikle modulene og standardisere grensesnittene som muliggjør en modulbasert romstasjon med utskiftbare deler. Observasjonen av dette eksperimentet var at mangelen på et helhetlig bilde førte til at sammensetningen av de første versjonene ikke lyktes uten endringer i de enkelte modulene.

Arkitekturen i romstasjonene må redesignes til en funksjonell modulær struktur som passer konfigurasjonen er oppnådd (Lehtonen, 2007).

#### 2.3.6 Komponent Bottom-up

Denne tilnærmingen til modularisering blir benyttet til prosjekter der utformingen på produktet som skal produseres er kjent. Selskaper som benytter denne tilnærmingen er selskaper med en klar markedssegmentering, og det er lite variasjon i funksjonen produktet skal dekke. Disse selskapene er klar over hvem kundene er og har god kjennskap til markedet, samtidig som de har en satt produktstrategi. En viktig faktor ved bruk av denne tilnærmingen er at en må forstå produktarkitekturen fullt ut. Bilprodusenter er et eksempel på selskaper som benytter denne tilnærmingen. De produserer svært kompliserte produkter, noe som medfører at det å inkludere alle komponentene i en modulariseringsprosess kan være lite effektivt. Men ettersom de har god kjennskap til produktarkitekturen kan de dekomponere produktet og analysere strukturen slik at de kan utarbeide en modulær løsning for produktet. Dette kan gjøres ved å analysere hvilke komponenter som inngår i brorparten av produktene og modularisere disse. Dette kan blant annet gjøres matematisk via rammeverket utviklet av Mikkola og Gassmann (Eskildsen, 2011).

#### 2.3.7 Komponent Top-down

Denne tilnærmingen blir brukt når den eksisterende produktarkitekturen er overveldende og gjør en bottom-up tilnærming uhensiktsmessig komplisert. Mange selskaper foretrekker denne tilnærmingen til modularisering ettersom dette åpner for at de kan vurdere konkrete eksisterende løsninger og bruke disse som referanser når de utvikler en modulær arkitektur. Denne tilnærmingen åpner dermed for en raskere utviklingsprosess, ettersom den legger til rette for bruk av eksisterende kunnskap og ekspertise. Noe som drastisk reduserer tidsrammen for utvikling enn ved gjennomgang av en omfattende komponentanalyse som gjennomføres ved de andre tilnærmingene. Ved bruk av denne tilnærmingen spiller ekspert intervjuer en sentral rolle når modularisering skal implementeres. Det er da essensielt at eksperter bringes inn som har den nødvendige ekspertisen innen alle aspektene som kreves for det spesifikke produktet. Disse skal da samarbeide for å imøtekomme kravene for produktet, for deretter å dele seg opp og jobbe videre med produktet innen de gitte rammene som de er blitt enige om. Det er da essensielt at ekspertene tar avgjørelser innen sitt felt som gagnar alle aspekter av modularisering (Eskildsen, 2011).

### 2.3.8 Funksjon Bottom-up

Funksjon bottom-up tilnærmingen til modularisering er en tilnærming hvor en i større grad ser bort ifra den eksisterende produktarkitekturen, ettersom fremgangsmetoden her baserer seg rundt hvilke funksjoner produktet skal adressere. Man starter med å re-evaluere disse funksjonene, noe som kan medføre at produktarkitekturen kan endres vesentlig i forhold til produktet som nå brukes. Denne tilnærmingen er ofte mer tidskrevende enn en komponent tilnærming til modularisering. Ettersom denne tilnærmingen ikke åpner for gjenbruk av eksisterende komponenter. Men baserer seg kun etter funksjonene produktet skal adressere. Deretter kan utformingen av de forskjellige komponentene bestemmes. Denne tilnærmingen har store fordeler når en skal produsere flere produkter med liknende funksjoner. Den har også fordeler knyttet til redesign av nåværende produktarkitektur, ettersom det tillater en vurdering av funksjonene. Et eksempel på dette er Apple som introduserte iPoden med en «rullende styreenhet» i stedet for et konvensjonelt tastatur. En metode som er allment akseptert for å utlede produktarkitekturen på en produktportefølje for å maksimere gevinstene innen denne tilnærmingen er Gunnar Erixons Modular Indication Matrix (MIM) (Eskildsen, 2011).

### 2.3.9 Funksjon Top-down

Funksjon top-down tilnærmingen til modularisering er liknende funksjon bottom-up tilnærmingen ved at man analyserer funksjonen produktet skal dekke, og deretter utarbeider modulen basert på funksjonen som skal dekkes. Hovedforskjellen mellom funksjon top-down og funksjon bottom-up er hvordan man bestemmer funksjonene, og hvordan disse settes sammen. Der man i en top-down tilnærming starter med en ide om hva funksjonene som skal dekkes er, og deretter hvordan under-funksjonene støtter oppunder hovedfunksjonene. Denne tilnærmingen anvendes ofte når moduler skal benyttes på tvers av produktlinjen. Dette gjøres ved å finne liknende funksjonaliteter i produktporteføljen og utvikle løsninger som kan benyttes på tvers av porteføljen. Dette kan eksempelvis være en girkasse som skal passe inn i alle bilmodellene eller en strømtilførselsmodul som skal passe inn i et bredt spekter av hvitevarer. Modular Function Deployment (MFD) er et nyttig verktøy som kan benyttes innen funksjon top-down for å analysere og bestemme hvilke funksjonelle krav produktet skal dekke og hvilke tekniske løsninger som kan benyttes (Eskildsen, 2011).



## 2.4 Koordinering

Koordinering av forskjellige enheter og deres kompetansedeling er avgjørende for å forbedre en organisasjons evner (Kogut & Zander, 1996; Tsai, 2002). En organisasjon er et oppbevaringssted for kunnskap som består av hvordan informasjon er strukturert og handling koordinert (Kogut & Zander, 1993).

Organisasjoner i høyteknologiske markeder behøver å utmerke seg på to ting: Evnen til å stadig komme opp med innovasjoner, og evnen til å kommersialisere disse innovasjonene til produkter som fanger og dekker kundenes behov og preferanser. Dette støtter oppunder tanken om viktigheten av koordinering i et innovasjonsprosjekt (Dutta, Narasimhan, & Rajiv, 1999).

### 2.4.1 Rammeverk for koordineringsanalyse

Om man definerer koordinasjon som kunsten å jobbe sammen i harmoni (Malone & Crowston, 1990), impliserer ordet harmoni at aktivitetene som blir gjennomført ikke er uavhengige. Dette betyr at en eller flere aktører må sørge for at aktivitetene som utføres, gjennomføres på en måte som skaper fordelaktige utfall, det vil si, å oppnå målene. Disse målrelaterte forholdene mellom aktiviteter er gjensidig avhengige. I tabell 1 vises koordinasjonsprosessen assosiert med de forskjellige komponentene. Malone og Crowston peker på at det er veldig vanskelig å definere koordinasjon, men kommer i løpet av sine studier frem til en mer spesifikk definisjon for koordinasjon basert på deres egne studier av avhengigheter og ved inspirasjon fra tidligere definisjoner. De hevder at uten avhengigheter så er det ingenting å koordinere. Dermed mener de at faktoren avhengighet er vesentlig i definisjonen av koordinasjon (Malone & Crowston, 1990, p. 361):

*«The act of managing interdependencies between activities performed to achieve goals.»*

Tabell 1: Koordinasjonsprosessen assosiert med de forskjellige komponentene (Malone & Crowston, 1990, p. 360)

| Komponenter av koordinering  | Tilhørende koordinasjonsprosesser                 |
|------------------------------|---|
| <b>Mål</b>                   | Identifisere mål                                  |
| <b>Aktiviteter</b>           | Koble målene til aktivitetene                     |
| <b>Aktører</b>               | Velge aktører og tildele aktiviteter til aktørene |
| <b>Gjensidig avhengighet</b> | Styre avhengighetene                              |

Et firma har et sett med mål og et sett av aktører som gjennomfører aktiviteter for å oppnå disse målene. Forskjellige aktiviteter kan ha en gjensidig avhengighet til hverandre, at de eksempelvis er avhengig av de samme ressursene eller at de må gjøres i en bestemt rekkefølge til en bestemt tid (Malone & Crowston, 1990, 1994).

Koordinering blir sett på som en sentral ledelsesoppgave og oppstår grunnet behovet for å håndtere avhengigheter mellom mange aktiviteter og aktører. Grunnet den store variasjonen i arbeidsoppgaver og deres teknologiske egenskaper, er det behov for ulike former for koordinering.

I følge Thomson (2003), som i sine arbeider fokuserer på intern gjensidig avhengighet i komplekse organisasjoner, må man vurdere hva som menes med avhengighet og hva som menes med koordinering for å kunne forstå organisasjonsstruktur. I tillegg til dette må det anses å være flere typer avhengigheter. (Kalsaas and Sacks, 2011).

#### 2.4.2 Avhengigheter

Thomson (2003) foreslår tre typer interne avhengigheter. Poenget med dette er at ulike teknologier som er karakterisert av ulikheter i avhengighet krever ulike ledelsesmål og koordineringsmetoder.

«Pooled interdependence» er av typen avhengighet man kan finne mellom hovedkontoret og de underliggende avdelingslokasjonene, hvor disse avdelingene kanskje ikke kommuniserer eller samhandler i det hele tatt. Til tross for at avdelingene kanskje ikke samhandler, er de kanskje avhengig av hverandre i den forstand at dersom hver avdeling ikke yter tilstrekkelig, så kan dette sette hele organisasjonen i fare.

«Sequential interdependence» peker mot avhengighet man har om man har gjensidig avhengighet mellom parter. Sequential interdependence har man om part A må handle riktig før part B kan handle, og med mindre part B handler så kan ikke part A løse sitt problem.

«Reciprocal interdependence» refererer til en situasjon hvor ferdig materiale fra en produksjon (output) blir ubehandlet materiale (input) for en annen produksjon. Et eksempel er flyselskaper som har både vedlikeholds- og driftsvirksomhet. Produksjonen i vedlikeholdsenheten gjør at drift kan holde sin virksomhet gående, på samme måte er vedlikeholdsenheten avhengig av at drift utfører sine oppgaver for at de skal holdes i arbeid. I tillegg til en reciprocal avhengighet, er det også en pooled avhengighet samt en sequential

avhengighet siden et fly brukes av en, så av en annen, og så av den første igjen. Men det karakteristiske aspektet er gjensidig avhengighet, hvor hver av de to enhetene skaper usikkerhet for den andre.

Pooled interdependence er noe alle organisasjoner har, mer komplekse organisasjoner har pooled interdependence samt sequential interdependence, og de mest kompliserte organisasjoner har reciprocal, pooled og sequential interdependence. De tre typene av avhengigheter er i økende grad krevende å koordinere fordi de inneholder økende grad av usikkerhet. Økende grad av usikkerhet fører igjen til økte kostnader forbundet med koordinering (Kalsaas & Sacks, 2011).

#### 2.4.3 Koordineringsformer

I følge Thomson (2003) er det tre ulike koordineringsformer det er snakk om for å oppnå koordinasjon når det eksisterer ulike typer anordninger. De tre koordineringsformene det er snakk om er koordinering ved standardisering, ved planlegging og ved gjensidig tilpasning.

Koordinering ved hjelp av standardisering involverer det å etablere rutiner eller regler som inneholder handlingene til hver enhet eller som leder enhetenes handlinger inn på veier som er i overensstemmelse med veivalgene som er tatt av andre i det gjensidige avhengighetsforholdet.

Koordinering ved planlegging krever ikke den samme graden av stabilitet og rutiner i forhold til hva som er kreves av koordinering ved standardisering. Koordinering ved planlegging involverer etablering av planer for de gjensidig avhengige enhetene som vil styre handlingene deres.

Koordinering ved gjensidig tilpasning involverer overføringen av ny informasjon i løpet av handlingsprosessen. Det kan innebære kommunikasjon på tvers av hierarkiske linjer, men det er ikke gitt at det er slik. Jo mer uforutsigbar og påvirket av variasjon situasjonen er, jo mer avhengig vil situasjonen være til koordinering ved gjensidig tilpasning.

De tre koordineringsformene, i den rekkefølgen de er presentert, gir økte krav til kommunikasjon og beslutningstaking. Standardisering krever sjeldnere beslutningstaking og mindre kommunikasjon enn ved planlegging. Gjensidig tilpasning er den koordinasjonsformen som krever flest beslutninger og mest kommunikasjon.

Planleggingskoordinering plasseres midt imellom. Koordinering ved planlegging er assosiert

med «long linked technology» og koordinering ved gjensidig tilpasning er assosiert med «intensive technology» (Kalsaas & Sacks, 2011).

#### 2.4.4 Koordinering i verdikjeden

En verdikjede kan bli definert som et sett med bedrifter som samhandler om å designe, utvikle, markedsføre, produsere og distribuere produkter og tjenester til sluttbrukere (Muckstadt, Murray, Rappold, & Collins, 2001). Samhandling i verdikjeder blir referert til som de aktiviteter blant og mellom partnerne i verdikjeden som bidrar til en kostnadseffektiv, tidsriktig og pålitelig etablering og flytting av materialer for å tilfredsstillende kundekrav (Muckstadt et al., 2001).

For at en verdikjede skal kunne kalles fullstendig koordinert må alle beslutninger som tas være rettet mot det globale systemets målsettinger. Mangel på koordinasjon dukker opp når beslutningstakere har utilstrekkelig med informasjon eller insentiver som er kompatible med systemoppfattede mål. Selv i tilfeller hvor fullstendig informasjon er tilgjengelig kan ytelsen til en forsyningskjede være suboptimal grunnet hver beslutningstaker optimaliserer sin individuelle målfunksjon.

To metoder for å oppnå koordinasjon er sentralisert beslutningstaking og desentralisert beslutningstaking som utnytter koordineringsmekanismer.

Ved den sentraliserte beslutningstilnærmingen er det en enhet som foretar optimaliseringen av nettverket. I stedet for å ha en sentralisert beslutningstaker, forsøker koordineringsmekanismene å rette tilgjengelig informasjon og insentiver slik at de desentraliserte beslutningstakerne handler ut i fra systemets beste interesse. Lee og Wang (1999) er blant personer som hevder at denne tilnærmingen er i tråd med gjeldende ledelsespraksis. Imidlertid kan det ofte være slik at beslutningstakerne sitter på privat informasjon som de muligens ikke deler med andre, noe som resulterer i suboptimale systemytelser. Dermed kan verdikjeden ty til kontrakter som sikrer koordineringen gjennom egnede bestemmelser for informasjon og insentiver slik at ytelsen er optimalisert. Koordineringsmekanismer inkluderer strategier for pris og ikke-pris, og ordninger for prestasjonsmåling basert på ting som internprising, ytelsesmål og operative begrensninger (Sahin & Robinson, 2002).

Ytelsen til en forsyningskjede påvirkes av strukturen for forretningsprosesser, informasjonssystemer og regler for beslutningsstøtte så vel som egenskapene ved samarbeidet mellom verdikjedens parter. Et konkurransefortrinn vil kun eksistere om flere viktige elementer er på plass i en forsyningskjede. I tabell 2 følger fem prinsipper for å lede utviklingen av effektive forsyningskjeder (Muckstadt et al., 2001):

Tabell 2: Fem prinsipper for en effektiv verdikjede (Muckstadt et al., 2001)

| Prinsipp  | Viktighet  | Muliggjøre (Enablers)  |
|---|--|--|
| <b>Kjenn kunden</b>   | Uten en klar forståelse og definisjon av kundekrav kan ikke en verdikjede bli effektivt konstruert | Klassiske teknikker for markedsundersøkelser<br>Informasjonsinfrastruktur for å fange kundens transaksjonsdata<br>Lagring og analysing av data |
| <b>Etabler en lean verdikjede</b>                           | Redusere og eliminere sløsing, variabilitet og usikkerhet  | System som er i stand til å svare på svingninger i etterspørsel raskt og lønnsomt  |
| <b>Etabler en gjennomført infrastruktur for informasjon</b> | Virkelig samhandling krever mer enn bare å sende data mellom aktørene                              | Tilgang til oppdatert informasjon i sanntid  |
| <b>Etabler tett knyttede forretningsprosesser</b>           | Støtte de strategiske målene og øke effektiviteten i flyten av materiale i verdikjeden             | Utnytte den økte tilgjengeligheten på informasjon  |
| <b>Etabler støttesystemer for beslutningstaking</b>         | Kontrollere den operasjonelle oppførselen og redusere usikkerhet                                   | Datasystemer som analyserer data for å bidra til enklere beslutningstaking   |

#### 2.4.4.1 Fra verdikjede til verdinettverk

Verdikjeden blir i økende grad anerkjent som et verdinettverk (Christopher, 2005).

Verdinettverk kan defineres som et sett av verdikjeder som beskriver flyten av varer og tjenester fra den opprinnelige kilden til sluttkunde (Harland, 1996). Mer konkret kan man se på verdinettverket som en samling av aktører (Pathak, Day, Nair, Sawaya, & Kristal, 2007) som samarbeider om å levere høyest mulig verdi til sluttkunden, hvor hver aktør spiller en viktig rolle for nettverkets suksess eller fiasko (Bitran, Bassetti, & Romano, 2003). Dette gjør at man ser på verdinettverket som en utvidet virksomhet som begynner med sluttbruker og slutter med leverandør. Dette forutsetter en gjensidig avhengighet mellom involverte aktører basert på felles ansvar for kjernekompetanse og for å få ut aktørenes ferdigheter.

Det er imidlertid viktig å erkjenne at selv om nettverket ikke kan sees på som noe hierarki, så er det kunden som setter standarden for ytelseskravene i nettverket.

Konkurransefortrinnet til organisasjoner i fremtiden vil delvis være avhengig av deres evne til å utvikle avanserte, men fleksible, strategier for verdinettverket.

Skiftet fra en tradisjonell verdikjede til et verdinettverk er basert på aktørenes kapasitet til å samle inn, bearbeide, overvåke, tolke og ellers dele informasjon for å øke produktivitet og utnyttelse for alle aktørene i nettverket. Mens den tradisjonelle verdikjeden er kjent for å være lineær og avhengig av tidsmekanismer, har et verdinettverk en mer sirkulær form som er avhengig av koordinering/synkronisering av prosesser og transaksjoner mellom aktørene. En avgjørende faktor i verdinettverket er rollen til hver enkelt aktør, og forholdet dem imellom (Bitran et al., 2003).

#### 2.4.5 Systemkoordinasjon

Anand og Mendelson (1997) studerer virkningen av koordinasjonsstrukturer for et firmas ytelse, hvor en koordinasjonsstruktur er sammensatt av to komponenter – beslutningsmyndighet og informasjonsstruktur. Beslutningsmyndighet klassifiseres som enten desentralisert eller sentralisert beslutningstaking. Informasjonsstruktur består av to komponenter – kunnskap som ikke kan bli overført blant markedsområdene og data som kan bli overført. Anand og Mendelson vurderer fire koordinasjonsstrukturer i sin undersøkelse, og er som følger (Sahin & Robinson, 2002):

- Sentralisert - Sentrum foretar alle beslutninger ved å bruke alle data, men unnlater den lokale kunnskapen
- Desentralisert - Hvert marked foretar sine egne beslutninger ved å bruke lokal kunnskap og data
- Fulldistribuert - All data deles, derav foretar hver avdeling sine egne beslutninger basert på både sin lokale kunnskap og alle systemdata
- Ingen informasjon - Kun lokal kunnskap blir brukt i et desentralisert beslutningsmiljø

#### 2.4.6 Den innovative organisasjonen

Mintzberg (1979) hevder å kunne dele organisasjoner inn i flere kategorier basert på ulike koordineringsmekanismer. Han har valgt å dele organisasjonen opp i seks ulike kategorier for organisasjonskonfigureringer med tilhørende koordineringsmekanismer.

Tabell 3: Mintzbergs seks ulike konfigureringer av organisasjoner (Mintzberg, 1979, p. 301)

| Organisasjonskonfigurering                                  | Primær koordineringsmekanisme       |
|---|-------------------------------------|
| <b>Enkel struktur<br/>(Entreprenørorganisasjonen)</b>       | Direkte styring/kontroll            |
| <b>Maskinorganisasjonen (byråkrati)</b>                     | Standardisering av arbeidsprosesser |
| <b>Den profesjonelle organisasjonen<br/>(ekspertbyrået)</b> | Standardisering av kunnskap         |
| <b>Divisjonsorganisasjonen</b>                              | Standardisering av output           |
| <b>Den innovative organisasjonen<br/>(adhokratiet)</b>      | Gjensidig tilpasning                |
| <b>Misjonsorganisasjonen</b>                                | Standardisering av normer           |

Som vist i tabell 3 tar Mintzberg for seg seks ulike konfigureringer av organisasjoner, men grunnet avgrensningen av denne oppgaven vil vi bare gå videre med den innovative organisasjonen da det er den som er aktuell for vår problemstilling.

Mintzberg beskriver den innovative organisasjonen som en organisasjon som har en struktur som i høy grad er organisk med liten formalisering av adferd. Gjennom gjensidig tilpasning mellom organisasjonenes medlemmer skjer koordinering. Det stoles her på den høye kompetansen de ansatte innehar, derav beskrives strukturen som desentralisert, både vertikalt og horisontalt. Det er lite behov for kontroll av arbeidsutførelsen i denne type organisasjon da de ansatte utfører arbeidsoppgavene sine selvstendig. Dermed får lederne en rolle som operative medlemmer av prosjektgrupper, gjerne med ansvar for koordinering mellom de ulike prosjektgruppene.

I en innovativ organisasjon er evnen til innovasjon et sentralt trekk, og baserer seg på den høye kompetansen til medarbeiderne i organisasjonen. Den kan dog ikke støtte seg på de ansattes kompetanse for å koordinere handling, siden dette ville føre til standardisering i stedet for innovasjon. Grunnlaget for ny kompetanse i en innovativ organisasjon baserer seg på de ansattes kompetanse.

Det skilles mellom to typer innovative organisasjoner (adhokratier) i Mintzberg sin teori, operativt adhokrati og administrativt adhokrati.

I det operative adhokratiet blir problemer løst og løsninger utviklet direkte på vegne av kunden. Planlegging, design og gjennomføring av arbeidet blir utført av samme personer

eller aktører. Med andre ord så kombineres det administrative arbeidet og det operative arbeidet, noe som gjør det vanskelig å skille den operative kjernen fra mellomnivået.

I det administrative adhokratiet finnes det et skarpt skille mellom den administrative delen og resten av organisasjonen. Her er det den administrative delen som er strukturert som et adhokrati. Det finnes tre måter dette kan etableres på:

- Den operative kjernen etableres som en separat organisasjon
- Outsourcing, altså at deler av oppgavene blir satt ut til en annen aktør
- Automatisering av den operative kjernen

I det operative vil det som skjer ifølge Mintzberg være avhengig av hvilke prosjekter som dukker opp eller velges, noe som gjør at det vil mangle en stabil strategi. Gjennom valg av prosjekter kan nærmest hvem som helst i organisasjonen påvirke hvilken retning organisasjonen skal ta. I et adhokrati vil toppledelsen ha en veldig viktig oppgave med å holde kontakten med organisasjonens omgivelser for å sikre en kontinuerlig strøm av prosjekter. Dette gjelder spesielt i et operativt adhokrati. Fordelen med adhokratiet er at det er meget godt egnet til å løse komplekse, ustrukturerte problemer. Den negative siden ved adhokratiet er at det har en mindre effektiv struktur på grunn av høye kommunikasjonskostnader.

Når Mintzberg snakker om adhokratiet trekker han også frem en slags form for blandings-adhokrati. Denne organisasjonsstrukturen kaller han «entrepreneurial adhocracy». Dette er en struktur som henter elementer fra adhokratiet og den enkle strukturen (ikke beskrevet i denne oppgaven). Tanken bak det entreprenørielle adhokratiet er at dette er en mindre organisasjon som opererer i dynamiske omgivelser og utfører komplekse høyteknologiske oppgaver. Dette er små selskaper som eies av individuelle entreprenører som stiller høye krav til kompetanse fra organisasjonens medlemmer. Organisasjonens medlemmer jobber i prosjekter på tvers av fagdisipliner, men beholder kontrollen som man finner i den enkle strukturen (Mintzberg, 1979).

#### 2.4.7 Kryssfunksjonell koordinering

Kryssfunksjonell koordinering er ifølge Sosa et al. (2004) en viktig faktor som kan belyse hvordan modularisering påvirker masseprodusert skreddersøm. Til tross for at litteraturen har lagt vekt på viktigheten av funksjonell koordinasjon for å oppnå masseprodusert



skreddersøm, er lite kjent angående rollen funksjonell koordinasjon spiller i forholdet mellom modularisering og masseprodusert skreddersøm. Produktdesign er i seg selv et tverrfaglig arbeid. For å legge til rette for problemløsning blir vanligvis komplekse produktutviklingsprosjekter delt inn i mindre håndterbare oppgaver og delt mellom deltakerne eller aktørene (enkeltpersoner, funksjonelle grupper og bedrifter) som har særegne ferdigheter og kompetanse for å gjennomføre den tildelte oppgaven. Disse mindre oppgavene må imidlertid etter hvert bli integrert for å komme frem til en samlet løsning til det opprinnelige konstruksjonsproblemet. Derfor er den fundamentale utfordringen i et nytt utviklingsprosjekt det å effektivt håndtere de gjensidig avhengige oppgavene som er forårsaket av at den opprinnelige problemløsningen er delt opp i mindre håndterbare oppgaver. Inter-functional design coordination (IDC) blant design, produksjon og markedsføringsfunksjonene er sentralt for å møte denne utfordringen.

Modularisering gir en organisasjon muligheten til å bygge komplekse produkter ved å bruke mindre delsystemer som kan designes uavhengig av hverandre og allikevel fungere sammen som en helhet. Imidlertid kreves det betydelig planlegging og koordinering for å få produktdesign som er separert i moduler, og som kan bli utviklet og produsert uavhengig og riktig konfigurert, til å fungere som et system. For eksempel så må minst tre funksjonelle enheter som markedsføring, forskning og utvikling og produksjon koordinere sine aktiviteter slik at delsystemene til slutt fungerer sammen og møter kundekrav. Litteraturen antyder at disse funksjonelle enhetene drives av forskjellige mål og/eller utfordringer. For eksempel så vil markedsføringsavdelingen bli fristet til å imøtekomme flere kundekrav enn hva avdelingen for forskning og utvikling er i stand til å håndtere. På tilsvarende måte så er det ikke gitt at produksjonsavdelingen klarer å produsere modulene som forskning -og utviklingsavdelingen har utviklet på en kostnadseffektiv måte. Videre så har disse enhetene også sin egen terminologi.

IDC justerer funksjonelle mål, bryter ned kommunikasjonsbarrierer og gir et felles språk på tvers av funksjonelle enheter. Dermed krever modularisering at IDC er tilstede for å fremme muligheter innen masseprodusert skreddersøm (Ahmad, Schroeder, & Mallick, 2010).

#### 2.4.8 Agentteori

I løpet av 1960-tallet og tidlig 1970-tallet utforsket økonomer risikodeling mellom flere personer eller grupper. Litteraturen som ble skrevet på dette beskrev problemet med

risikodeling som et problem som oppstår når samarbeidende parter har forskjellige holdninger og tilnærminger til risiko. Agentteori utvidet denne risikodelingslitteraturen til å inkludere det såkalte agentproblemet som oppstår når samarbeidende parter har forskjellige mål og syn på arbeid. Nærmere bestemt er agentteori rettet mot det utbredte samarbeidet der en part, oppdragsgiveren («the principal»), delegerer arbeid til en annen part, agenten («the agent»), som gjennomfører dette arbeidet (Zsidisin & Ellram, 2003). Agentteori forsøker å beskrive dette forholdet ved å bruke metaforen for en kontrakt.

Agentteori er opptatt av å løse to problemer som kan oppstå i et såkalt agentforhold. Det første er problemet som oppstår når ønskene eller målene til oppdragsgiver og agent ikke korrelerer og når det er vanskelig eller kostbart for oppdragsgiver å kontrollere og verifisere hva agenten egentlig gjør. Problemet her er at oppdragsgiveren ikke kan bekrefte at agenten har opptrådt på riktig måte. Det andre er problemet som oppstår i forbindelse med risikodeling når oppdragsgiver og agent har forskjellige holdninger til risiko. Problemet her er at det er mulig at oppdragsgiveren og agenten foretrekker ulike handlinger grunnet deres ulike risikopreferanser.

Siden analyseenheten er kontrakten som regulerer forholdet mellom oppdragsgiver og agent, ligger fokuset i agentteorien i å fastsette den mest effektive kontrakten som styrer forholdet mellom partene etter gitte forutsetninger om mennesker, organisasjoner og informasjon. Se tabell 4 for en oversikt over agentteori. Eisenhardt (1989) trekker frem følgende spørsmål: «Is a behavior-oriented contract (e.g., salaries, hierarchical governance) more efficient than an outcome-oriented contract (e.g., commissions, stock options, transfer of property rights, market governance)? ». Spørsmålet hentyder at det er mulig at en kontrakt basert på adferd er mer effektiv enn en ren resultatbasert kontrakt.

Tabell 4: Oversikt agentteori (Eisenhardt, 1989, p. 59)

| Hovedidé                          | Forholdet mellom oppdragsgiver og agent burde reflektere effektiv organisering av informasjon og risikobærende kostnader. |
|-----------------------------------|---|
| <b>Analyseenhet</b>               | Kontrakt mellom oppdragsgiver og agent  |
| <b>Menneskelige antagelser</b>    | Egeninteresse<br>Begrenset rasjonalitet<br>Risikoaversjon   |
| <b>Organisatoriske antagelser</b> | Delvise målkonflikter mellom partene<br>Effektivitet som effektivitetskriteriet   |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | Informasjonsasymmetri mellom oppdragsgiver og agent  |
| <b>Informasjonsantagelser</b> | Informasjon som en handelsvare   |
| <b>Kontraheringsproblemer</b> | Agent (Adferdsrisiko og ugunstig utvalg)<br>Risikodeling   |
| <b>Problemområde</b>          | Relasjoner hvor oppdragsgiveren og agenten delvis har ulike mål og risikopreferanser for eksempel i forbindelse med kompensasjon, reguleringer, lederskap og internprising |

Agentstrukturen er anvendbar i en rekke miljøer, men har blitt hyppigst anvendt rundt organisatoriske fenomener som kompensasjoner, oppkjøp og diversifiseringsstrategier, relasjoner i styret, eierskap og finansieringsstrukturer, vertikal integrering og innovasjon (Eisenhardt, 1989).

#### 2.4.9 Prosjektmodellen

En prosjektmodell kan sees på som en felles mal eller rammeverk for hvordan bestemte typer prosjekter kan gjennomføres (Westhagen & Johannessen, 1988). I følge Westhagen og Johannessen (1988) er hensikten med prosjektmodeller at de først og fremst skal:

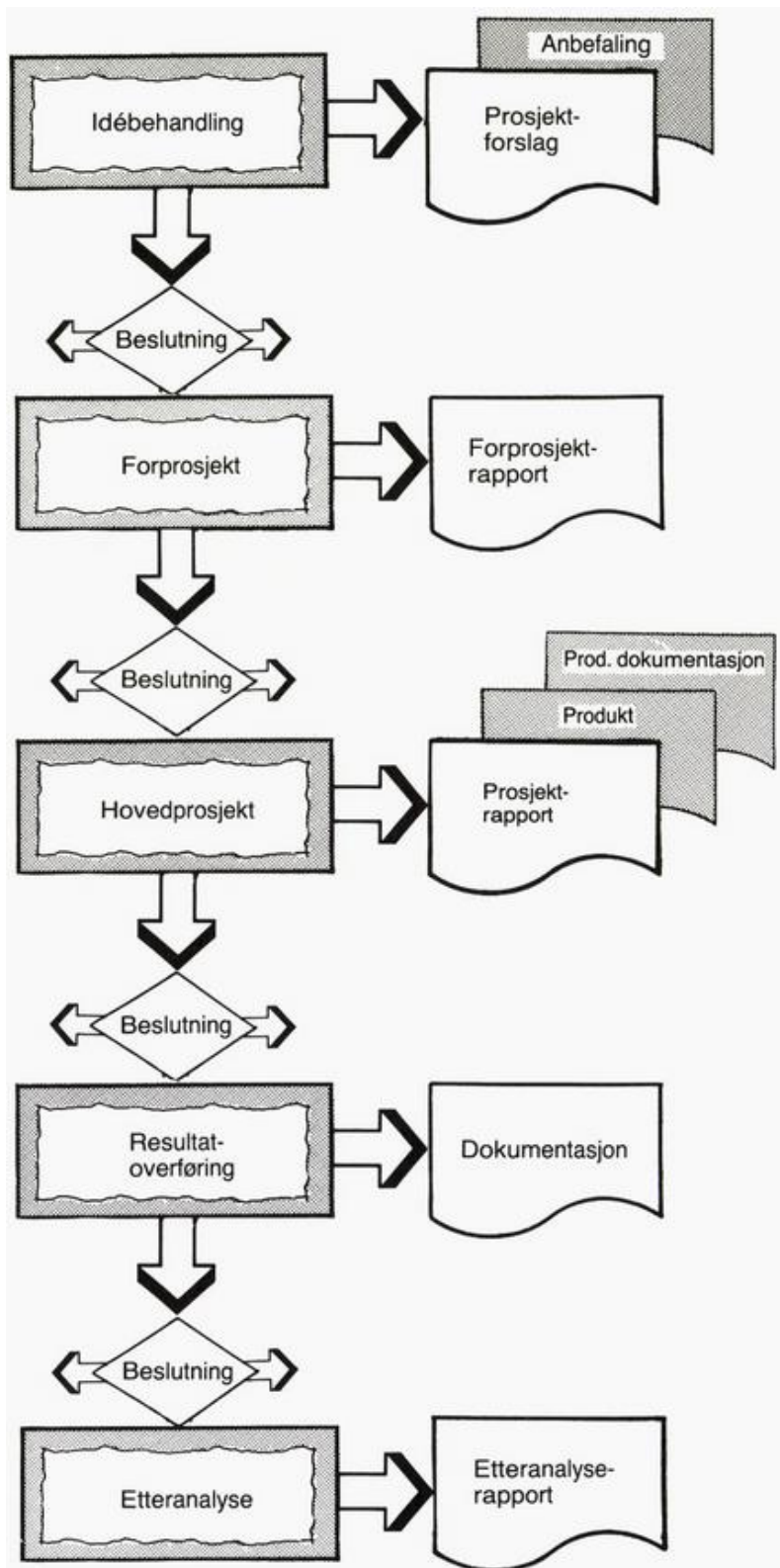
- Gi veiledning i hvordan ulike prosjekttyper skal gjennomføres, og innføre en felles terminologi og begrepsbruk
- Øke forståelsen til den enkelte aktør i hva som skal utføres av faglige og administrative oppgaver på ulike trinn, og støtte opp under planleggingsarbeidet
- Sikre at alle aktørene i prosjektet har en felles forståelse av hvor i prosjektforløpet de til enhver tid befinner seg
- Bidra til at nødvendige beslutninger for prosjektets retning og fremdrift blir tatt i rett tid og av riktige aktører
- Gi et verktøy for erfaringsoppsamling ved at modellen løpende oppdateres på grunnlag av nye erfaringer fra gjennomførte prosjekter

Til tross for at ethvert prosjekt blir sett på som en enkeltstående hendelse, vil det ofte være gjentakende likheter mellom visse typer prosjekter. Ved eksempelvis byggeprosjekter kan ofte prosjektene som gjennomføres fra gang til gang være veldig ulike, men gjennomføringen av arbeidet kan ha mange likheter med tidligere prosjekter.

En prosjektmodell bør inneholde retningslinjer for både de faglige og de administrative oppgavene. Westhagen og Johannessen (1988) hevder at en prosjektmodell bør inneholde de viktigste forholdene ved prosjektgjennomføringen (Westhagen & Johannessen, 1988):

- Faser i prosjektet
- Faglige og administrative oppgaver knyttet til oppstart, gjennomføring og avslutning av de enkelte faser
- Milepæler, beslutningspunkter og beslutningsprosedyrer
- Krav til dokumentasjon og beslutningsgrunnlag

Utarbeidelsen av prosjektmodeller er et verktøy som kan lette på koordineringen mellom involverte aktører i et prosjekt. Westhagen og Johannessen (1988) trekker frem eksempler på flere modeller for ulike prosjektforløp, men siden det aktuelle prosjektet for oss er et FoU-prosjekt, blir kun dette eksemplet trukket inn i denne oppgaven.



Figur 10: FOU-prosjekter, faser, dokumenter og beslutninger (Westhagen & Johannessen, 1988, p. 21)

Eksempelet i figur 10 må sees på som et hjelpemiddel, og gir bare en oversiktsbeskrivelse av hovedgangen i et FoU-prosjekt. Det er viktig at modellen ikke blir et rammeverk som alle prosjekter skal passe inn i. Modellen må tilpasses den aktuelle situasjonen for å unngå at den

reduserer fleksibiliteten i prosjektet. For at modellen skal gjøre nytten sin, er det viktig at det blir gitt en dypere beskrivelse av hvert punkt i modellen. Eksempelvis må det bestemmes hvilket innhold dokumenter skal ha, hvem som skal ta beslutninger og skjemaer for oppfølging og planlegging (Westhagen & Johannessen, 1988).

## 3 Metode

### 3.1 Kvantitativ eller kvalitativ metode

Metode beskriver hvordan vi ser virkeligheten, og fremgangsmåten for innsamling av data.

Det skilles gjerne mellom to metoder; kvantitativ og kvalitativ.

#### 3.1.1 Kvantitativ

Konseptet innen kvantitativ data er at mengde og verdier benyttes for å uttrykke kvantitet.

Dermed er kvantitativ data numerisk, det vil si at informasjonen som innhentes, innhentes i form av tall. Denne informasjonen er ikke tall i sin naturlige form, det er dermed opp til forskeren og tallsette informasjonen som samles inn. Forskeren må derfor undersøke om det er fordelaktig og/eller mulig å tallfeste informasjonen. Måling er prosessen der data omgjøres til tall. Måling involverer tallsetting av ting, mennesker, hendelser osv. etter ett sett prosedyrer.

Det finnes to metoder for gjennomføring av en kvantitativ metode; telling og skalering.

Telling er en enkel metode som de fleste gjennomfører i det dagligdagse uten å tenke over det. Det gjennomføres ved at en teller noe spesifikt mot en spesifikk forhåndsbestemt kvantitet, som gir mening for forskeren. Skalering er en metode der forskeren har et forhåndsbestemt tema som skal undersøkes, for eksempel hvor fornøyd en kunde er med et produkt. Deretter settes en skala opp fra f.eks. 1 (svært misfornøyd) til 7 (svært fornøyd). Samtidig tildeles nummer langs denne skalaen etter hvor fornøyd kunder er (Punch, 2005).

#### 3.1.2 Kvalitativ

Kvalitativ data defineres som informasjon om verden som ikke kan tallfestes. Dette er som oftest tilfellet, men tallfesting kan også forekomme innen kvalitativ forskning. Innen kvalitativ metode er det et bredt spekter av materiale som kan benyttes som data. Her inngår blant annet, intervjuer, observasjoner, opptak, notater, dokumenter osv. En forsker som benytter denne metoden vil dermed ha et mye bredere spekter av kilder til data enn ved en kvantitativ forskningsmetode.

Den kvantitative forskningsmetoden utarbeides det en klar struktur (koder, kategorier og konsepter) tidlig i prosjektet, mens den kvalitative forskningsmetoden åpner for å strukturere forskningen både tidlig og sent i prosjektet. Muligheten for å strukturere sent i prosjektet tillater forskeren å samle inn informasjon basert på respondenters egne meninger og forståelse i deres eget språk, noe kvantitativ forskning ofte kritiseres for. På den andre

siden kan det være vanskelig å standardisere svarene noe kvalitativ forskning kritiseres for (Punch, 2005).

Den kvalitative forskningsmetoden er metoden vi har valgt å benytte for å besvare problemstillingen. Dette ettersom problemstillingen vår ikke legger til rette for å kunne tallfestes. Samtidig var det viktig for oss å få fram respondentenes egne meninger og få et inntrykk av deres forståelse for temaene innenfor problemstillingen, samt at vi hadde en rekke kilder til data som vi ikke kunne bruke dersom vi hadde valgt den kvantitative tilnærmingen.

## 3.2 Undersøkellesmetode

### 3.2.1 Casestudie

Casestudie er en av flere metoder for å gjennomføre studier innen samfunnsvitenskapelig forskning. Alle har sine fordeler og ulemper, avhengig av hvilke forhold som er lagt til grunn. Generelt er casestudie den benyttede strategien når spørsmål begynner på «hvordan» eller «hvorfor» og når etterforskeren har lite kontroll over hendelser. Casestudie, som andre forskningsstrategier, er en metode for å undersøke empiriske temaer ved å følge et sett forhåndsbestemte prosedyrer. Yin (2003, p. 12) definerer et casestudie som:

*«The essence of a case study, the central tendency among all types of case study, is that it tries to illuminate a decision or set of decisions: why they were taken and how they were implemented, and with what result.»*

En casestudie går ut på å se noe i sin helhet ved å se på det fra flere innfallsvinkler (Thomas, 2011). Metoden casestudie omfatter et fullt sett med prosedyrer for å gjennomføre forskning av en gitt case. Fra designet av en casestudie, innsamling av data, analysering av data og presentering og rapportering av resultater. Det er fem forskjellige applikasjoner av casestudie. Den viktigste er å forklare antatt tilfeldige koblinger i implementeringen av tiltak som er for komplisert for undersøkelses eller eksperimentelle strategier og å knytte valg av gjennomføring med effektene av dette valget (Yin, 2003).

Det ble tidlig klart for oss, gjennom samtaler med veileder, at vi måtte velge en casestudie. Dette fordi vi ikke har kontroll over hendelsene i prosjektet, vi ønsket å dekke kontekstuelle forhold som vi mente var relevant for studien, samt at vi fokuserer på et prosjekt som påløper i nåtiden.



### 3.2.2 Forskningsdesign

Hovedformålet bak forskningsdesignet er å unngå en situasjon hvor bevisene som legges frem ikke adresserer problemstillingen. Yin (2003, p. 21) definerer forskningsdesign som en plan som:

*«Guides the investigator in the process of collecting, analyzing, and interpreting observations. It is a logical model of proof that allows the researcher to draw inferences concerning casual relations among the variables under investigation.»*

Forskningsdesignet er dermed en logisk sekvens som sammenfatter den empiriske dataen til studiets initiale forskningsspørsmål og videre til den endelige konklusjonen. Videre kan utformingen av forskningsdesignet deles opp i fem komponenter, men ettersom vi ikke har noen påstander har vi kun tre aktuelle komponenter; forskersspørsmål, analyseenhet og kriteriene for å analysere funnene (Yin, 2003).

#### 3.2.2.1 Forskersspørsmål

Vi kom frem til de aktuelle forskerspørsmålene på et tidlig stadium i oppgaven, men det har forekommet små endringer underveis. Etter samtaler med veileder fikk vi innspill på hvilke aktuelle retninger oppgaven kunne ta for at det skulle være relevant for oss, men også for det spesifikke prosjektet.

#### 3.2.2.2 Analyseenhet

Analyseenhet relateres til det grunnleggende problemet om å definere hva casen er. Analysedelen relateres til forskerspørsmålene, dermed tar analyseenheten vår for seg generell informasjon om modularisering og koordinering, forskjellige tilnærminger til modularisering og koordinering, samt forholdene som ligger til rette ved benyttelse av de forskjellige tilnærmingene.

#### 3.2.2.3 Kriterier for å analysere funnene

Ettersom vi ikke kunne benytte noen form for statistisk analyse, var det dermed ikke noen presise kriterier vi kunne benytte for å analysere funnene. Vi har dermed benyttet mønstergjenkjenning (forklares nærmere i 3.2.4), for å analysere funnene. Vi har også måtte benytte egne vurderinger i forhold til analysen av intervjuene etter kjennskapen de ulike respondentene hadde til temaene som ble tatt opp.

#### 3.2.2.4 Litteraturstudie

Innen en casestudie spiller innsamlingen av teori en sentral rolle. I startfasen gjennomførte vi litteratursøk rundt temaene problemstillingen tar opp. Vi fant store mengder informasjon rundt disse temaene. Utfordringen videre ble dermed å gjennomgå litteraturen for å få oversikt over hva som var aktuelt for problemstillingen. I disse søkene benyttet vi hovedsakelig Google Scholar og BIBSYS som databaser. Kildene i disse søkemotorene er hovedsakelig gode kilder, men vi valgte videre kun å benytte kilder som var ofte sitert for å sikre validiteten av disse kildene. For å få god oversikt over kildene benyttet vi referanseverktøyet EndNote. Dette gjorde det enkelt for oss å kategorisere kildene, samt å sitere til kildene i selve oppgaven.

#### 3.2.3 Valg av casestudie-design

Yin (2003) peker på tre forskjellige strategier som innfallsvinkel til en casestudie; beskrivende, utforskende og forklarende. Vi har valgt å benytte en forklarende innfallsvinkel til casestudien. Denne innfallsvinkelen ble benyttet ettersom vi ønsker å forklare hvorfor vi har valgt den aktuelle tilnærmingen og koordinasjonsstrategien, samt å forklare linken mellom valget vi kommer fram til og hvilke fordeler/ulempes dette valget vil gi.

Hovedforskjellen i utformingen av en casestudie er om det er et enkelt case som skal benyttes for å adressere problemstillingen eller om det skal benyttes flere case. For å besvare vår oppgave har vi valgt å benytte et enkelt case. Dette gjøres ettersom denne oppgaven tar for seg et spesifikt prosjekt, hvor analysen baserer seg på en litteraturstudie og data fra intervju, observasjon og prosjektdokumenter for det aktuelle prosjektet. Det kan argumenteres for at vi har gjennomført en casestudie der vi ser på flere case, ettersom vi ser på intervjuer der alle de involverte aktørene kan ha forskjellig syn på oppgaven, men for å kunne svare best mulig på problemstillingen vår har vi valgt å benytte en enkelt casetilnærming i designet av casestudien.

Når en skal velge det spesifikke designet for casestudien er det fire mulige løsninger for dette valget, basert på hva som passer casen. De fire mulige er; en enkelt case som er innebygd (en case med flere enheter som skal analyseres), en enkelt case som er holistisk (en case med kun en enhet av analyse), en innebygd case som tar for seg flere case (flere case som tar for seg flere enheter som skal analyseres) eller en holistisk case som tar for seg flere case (flere case med kun en enhet av analyse). For vår oppgave har vi valgt en enkelt,

innebygd casestudie, der vi ser på kun en case, men med flere enheter som skal analyseres. Vi valgte en enkelt casetilnærming ettersom vi skal undersøke de teoretiske valgene som er tatt innen modularisering og koordinering for ett enkelt prosjekt (case). Videre har vi valgt en innebygd tilnærming ettersom vi ser på hver faktor som spiller inn i valget som en innebygd enhet som skal analyseres for så å se hvordan disse enhetene påvirker det helhetlige valget.

### 3.2.3.1 Innsamling av data

Et av kjennetegnene ved en casestudie er bruken av flere kilder ved innsamlingen av data. Det finnes en rekke kilder for innsamling av denne dataen, hvor Yin (2003) definerer dokumentasjon, arkiver, intervju, direkte observasjon, deltagerobservasjon og fysiske gjenstander som de vanligst benyttede kildene. Alle kildene vil ikke være relevant for alle casestudier, men det er viktig å ha med mer enn en kilde for innsamling av data. Vi har benyttet intervju som en av kildene for datainnsamling. Intervju er en av de viktigste kildene for datainnsamling i en casestudie. Intervjuene er ofte guidet i stedet for strukturerte og spørsmålene skal være upartiske og åpne, noe som tilrettelegger for å skaffe fakta om saken, men som samtidig åpner for respondentens meninger og innsikt om hendelser. Dermed er det essensielt at respondentene innehar den nødvendige kompetansen. I tillegg til dette hadde vi tilgang på dokumenter fra prosjektet som kilde til data, samt at vi ved én anledning observerte deltagerne under et prosjektmøte der alle de aktuelle aktørene var representert. For å maksimere de potensielle fordelene fra de forskjellige kildene bør man benytte tre prinsipper for innsamlingen av data. Disse prinsippene er relevant for alle kildene og kan bidra til å håndtere problemene med å etablere validitet og reliabilitet av bevisene som fremkommer gjennom en casestudie. De tre prinsippene er som følger (Yin, 2003):

1. Benytt flere kilder for bevis

En av hovedstyrkene til en casestudie er at den tillater bruken av flere kilder for innsamling av data. Videre er behovet for å benytte flere kilder for innsamling av data viktigere innen en casestudie enn for andre forskningsstrategier. Bruken av flere kilder i en casestudie medfører at vi har kunnet triangulere vår innsamlede data. Her måtte vi i tillegg være forsiktig med ikke å samle inn for mye data, slik at vi ble overveldet av dataen, noe som igjen kan gjøre det vanskelig å trekke konklusjoner fra dataen.

## 2. Lag en database for casestudien

Yin anerkjente viktigheten med å etablere en effektiv database for oppbevaring og organisering av data. Dermed opprettet vi en mappe i Dropbox, som vi begge hadde tilgang til, til enhver tid. Tidlig i oppgaven ble vi enig om oppsettet innenfor denne mappen slik at det var oversiktlig og enkelt å finne fram. Her hadde vi egne mapper for litteraturstudiet, lydklipp, dokumenter, teoridel, metodedel og drøftingsdel. I tillegg til dette benyttet vi referanseverktøyet EndNote for å samle litteraturkildene på en oversiktlig måte.

## 3. Opprett en kjede av bevis

Det siste prinsippet Yin trekker fram er å opprette en kjede av bevis. For å opprette dette la vi ned noen grunnprinsipper vi skulle følge underveis i oppgaven. Dette inkluderte at vi til enhver tid siterte til hvor vi hadde funnet informasjon som ble innhentet, og at vi noterte ned tid og dato for gjennomføringen av intervjuene og observasjonen. Videre fremkommer omstendighetene rundt datainnsamlingen, der vi valgte å gjennomførte alle intervjuene med den samme intervjuguiden.

Intervjuguiden ble utviklet spesifikt med tanke på forskerspørsmålene for oppgaven, slik at vi kunne linke intervjuene direkte til problemstillingen.

### *Intervju*

Innen en kvalitativ analyse er det forskjellige metoder for å designe intervjuet for å innhente data. Det er da vanlig å skille mellom tre typer intervjuer: strukturert, delvis strukturert og ustrukturert intervju. Vi benyttet et delvis strukturert intervju. Det krever at en har med en intervjuguide (se vedlegg 1) med spørsmål eller tema som skal gjennomgås i løpet av intervjuet. En er ikke bundet til rekkefølgen disse er satt opp på i intervjuguiden, men at spørsmålene kommer inn ettersom de passer i intervjuet, slik at intervjuet flyter mer som en samtale (Lotherington, 1990). Intervjuguiden skal struktureres slik at de første spørsmålene innen hvert tema skal ha en åpen formulering, deretter skal oppfølgingsspørsmålene gå i dybden, ved bruk av mining og probing teknikker. Oppfølgingsspørsmålene kommer ofte ikke fra intervjuguiden, da en ikke kan forutse på forhånd hvilken retning intervjuet kommer til å ta (Newton, 2010). Delvis strukturerte intervjuer benyttes ofte når en kun får én mulighet til å intervju personer.

Grunnen til at denne tilnærmingen til intervjuene ble benyttet er at det tillater respondentene til å snakke fritt. Respondentene sitter på forskjellig informasjon og har forskjellige innfallsvinkler på modularisering og koordinering. Dette er gunstig for oss ved at relevant informasjon som vi ikke har tatt i betraktning på forhånd kan komme frem, samtidig som intervjuformen tillater oss å ha en rød tråd gjennom intervjuene. Vi valgte å gjennomføre intervjuene i respondentenes arbeidstid, der hvor det var mest hensiktsmessig for respondenten å gjennomføre intervjuet og med personlig tilstedeværelse. Dette ble gjort for å sikre at respondenten forstod spørsmålene, samt at det tilrettelegger for videre utdypninger av spørsmålene og at respondenten føler seg trygg i omgivelsene. Videre ble det benyttet en båndopptaker under intervjuet i stedet for notater. Dette ble gjort for at intervjuet skulle gå mer flytende enn hva det ville gjort ved notatskriving underveis. Notater vil i tillegg kunne påvirke validiteten, ettersom notater kan bli selektive og stikkordspreget, noe som igjen kan medføre at nyansene i intervjuet blir borte (Haraldsen, 1999).

#### *Utvalg av respondenter*

Med bakgrunn i at prosjektet omfatter flere aktører som spiller en aktiv rolle i problemstillingen ble det tidlig klart at vi måtte foreta intervjuer av alle de involverte aktørene, som vist i tabell 5. For at vi skulle få den nødvendige informasjonen var det essensielt at vi intervjuet personer hos aktørene som er sentralt involvert og som innehar den nødvendige kunnskapen og kompetansen til å kunne svare på intervjuene. For å unngå en interessekonflikt ble ikke SINTEF intervjuet, ettersom deres representant i prosjektet er veileder for denne oppgaven.

**Tabell 5: Utvalg av respondenter, rolle i prosjektet og stilling**

| <b>Respondent</b>            | <b>Rolle</b>  | <b>Stilling</b>            |
|------------------------------|---|----------------------------|
| <b>Ertec</b>                 | Grunnleggende strukturelle egenskaper – plattform og grensesnitt        | Daglig leder               |
| <b>Arendal Havn</b>          | Konvensjonelle fysiske leveranser – Innkjøp og byggearbeid              | Havnefogd                  |
| <b>Inventas</b>              | Styrkeberegninger og dimensjonering                                     | Daglig leder               |
| <b>Sørkomp</b>               | Strukturelle løsninger i komposittmateriale – utvikling av moduler      | Daglig leder               |
| <b>Hydrolift</b>             | Ikke-strukturelle løsninger i komposittmateriale – funksjon og estetikk | Utvikling og teknisk leder |
| <b>CFD Marine</b>            | Strømningsanalyse   | Daglig leder               |
| <b>Meyer Norschau Design</b> | Overordnede designløsninger og tegningsunderlag for sentrale moduler    | Designer                   |

## *Dokumenter*

Dokumentasjon ble benyttet som en kilde til eksplisitt data. Etersom dokumentasjon som en datakilde ikke nødvendigvis er presis og kan være partisk, har vi valgt å benytte denne typen dokumenter for å underbygge data fra andre kilder, hovedsakelig fra intervjuene.

Dokumenter ble i tillegg benyttet for å innhente informasjon om de involverte aktørene og deres ansvarsområde i prosjektet, samt for å etablere et overordnet bilde av prosjektet.

Dokumentasjonen vi benyttet var planer, søknader, og referat fra prosjektmøter og styringsgruppen.

## *Direkte observasjon*

På det grunnlaget at vi ikke undersøker en historisk begivenhet er det relevant å gjennomføre en direkte observasjon. Her kan vi skille mellom formell og uformell observasjon. For denne oppgaven er hovedvekten lagt på en formell observasjon, ettersom denne ville gi oss relevant innsikt i prosjektet sin helhet. Dette ble gjennomført ved at vi observerte et prosjektmøte mellom de involverte aktørene. Prosjektmøte tok for seg statusen for prosjektet, hvordan de skulle løse problemer knyttet til broene og velferdsbygget, samt fremgangsmetoden de skal benytte for å selge prosjektet til andre havner, ble tatt opp. Denne typen observasjon ble benyttet for å tilegne oss ett høyere nivå av forståelse for prosjektet. For å øke relabiliteten av den direkte observasjonen deltok begge to som observatører, og det ble i tillegg tatt notater for å kunne dokumentere det som fremkom av observasjonen. Det ble i tillegg gjennomført uformelle observasjoner ved at vi gjennomførte intervjuene hos de aktuelle respondentene, samt at vi fikk en guidet tur i produksjonslokalene til Ertec. Dette gav oss et inntrykk av størrelsen på bedriftene, den finansielle situasjonen og produksjonsrutinene hos de ulike aktørene.

### 3.2.4 Analysering av data

Analysering av den innsamlede dataen består av utforsking, kategorisering og arrangering av dataen for å adressere problemstillingen. Her skal prioritetene defineres for hva som skal analyseres og hvorfor det skal analyseres etter den gitte prioriteten. Det er tre strategier som kan benyttes; en som baserer seg på teoretiske påstander, en som baserer seg rundt et rammeverk basert på rivaliserende forklaringer og en som går ut på å utvikle en case beskrivelse. Det er viktig å ha en generell analyseringsstrategi på plass før de mer spesifikke teknikkene bestemmes. Deretter kan denne strategien benyttes for å praktisere fem

spesifikke teknikker for å analysere en casestudie; mønstergjenkjenning, forklaringsbygging, tidsserie analyse, logiske modeller og cross-case syntese. Strategien skal hjelpe til å behandle bevisene på en rettferdig måte, produsere kompetente analytiske konklusjoner, og utelukke alternative tolkinger. Strategien vil i tillegg gjøre bruken av verktøy mer effektivt (Yin, 2003).

Som en generell analytisk strategi har vi valgte å benytte strategien som fokuserer på rivaliserende teorier. Dette blir gjort for å forenkle analyseringsprosessen. Denne strategien blir benyttet ettersom problemstillingen vår tar for seg flere rivaliserende teorier, for å etablere ett bilde av hvilken tilnærming til modularisering som vil være aktuell og hvordan aktørene kan koordineres. Dermed består store deler av litteraturstudien av informasjon om de rivaliserende teoriene, innenfor både modularisering og koordinering. Videre vil vi benytte oss av mer spesifikke analyseringsteknikker som brukes ved siden av den mer generelle strategien som er valgt. Dette for å håndtere problemer som kan oppstå med intern og ekstern validitet ved analyseringen.

Som den mer spesifikke teknikken for å analysere en casestudie benyttet vi en mønstergjenkjenningsteknikk der rivaliserende forklaringer benyttes og settes opp mot mønstrene som fremkommer gjennom dataen vi fikk inn. Gjennom litteraturstudiet har vi etablert flere rivaliserende forklaringer om hvilke tilnærminger til modularisering som benyttes ved gitte betingelser og hvilke former for koordinering som benyttes ved gitte betingelser og fordelene/ulempene disse koordineringsmekanismene og tilnærmingene til modularisering vil ha. Dermed analyserte vi den innsamlede dataen, og ved å triangulere dataen for å utarbeide mønstre som fremkommer gjennom denne dataen kunne vi sette denne opp mot teorier og forklaringer fra litteraturstudiet. Her måtte vi i tillegg utarbeide en rangering av viktigheten av de forskjellige faktorene som skulle vurderes. De ulike respondentene til intervjuene vi gjennomførte hadde også forskjellig teoretisk innsikt i modularisering og koordinering, og fulgte i stedet ett sett standardiserte prosedyrer for gjennomføring av disse prosessene. Dermed har vi måttet ta høyde for dette under analyseringsprosessen vår.

### 3.2.5 Validitet og pålitelighet

#### 3.2.5.1 Validitet

I følge Yin (2003), peker ofte kritikere av casestudie-metoden på at casestudier mislykkes i å utvikle tilstrekkelig operasjonelle målinger og at subjektive vurderinger blir benyttet til å

hente inn data. For å mitigere disse faktorene har vi transskribert ned intervjuene, slik at de i mindre grad er åpne for subjektive tolkninger, samtidig som vi har måttet tolke det respondentene sier opp mot konteksten det kommer frem gjennom. I tillegg har vi benyttet flere kilder til data for å utarbeide tilstrekkelige operasjonelle målinger.

Noe som kan påvirke validiteten av vår oppgave er vår manglende breddekunnskap innen feltene oppgaven tar for seg. Vi hadde ingen tidligere kjennskap til modulariserings- eller koordineringsteori før vi startet på oppgaven. Dette kan ha medført at det er enkelte teorier og faktorer som burde vært tatt i betraktning for å svare på problemstillingene i oppgaven som ikke er kommet med, eller at disse ikke har fått det nødvendige fokuset. Det ble nødvendig med en svært omfattende litteraturstudie for å tilegne oss den nødvendige oversikten over de tilgjengelige teoriene som kan benyttes på det aktuelle prosjektet og hvilke faktorer som spiller inn, innenfor disse teoriene. Vi hadde i tillegg et begrenset tidsaspekt på å etablere denne oversikten, men med god hjelp fra veileder mener vi at de grunnleggende aspektene har blitt inkludert og fått den nødvendige tyngden for å gjennomføre en helhetlig og presis drøfting opp mot problemstillingen.

Empiridelen vår har blitt begrenset ettersom prosjektet fortsatt er i ett tidlig stadium. Vi har dermed vært svært avhengig av intervjuene av de involverte aktørene som vår viktigste kilde til data. Manglende erfaring med å gjennomføre intervjuer kan være en faktor som påvirker validiteten til oppgaven. For å minimere farene ovenfor validiteten, benyttet vi en intervjuguide. Vår manglende erfaring ved gjennomføring av intervju, kan ha medført at intervjuguiden ikke tar for seg alle temaene, men de fleste respondentene var derimot veldig åpne og utdypende i svarene sine. De besvarte ofte oppfølgingsspørsmålene i hovedspørsmålet, og satt disse i kontekst.

En tredje faktor som kan påvirke validiteten er manglende erfaring med gjennomføring av en casestudie. En casestudie er en omfattende studie der mange valg må foretas gjennom hele prosessen. Valgene vi har tatt er basert på hvordan vi tolker oppgaven og hvordan vi mener den best kan løses ut i fra teorien.

Validiteten kan påvirkes av at prosjektet vi ser på er et innovasjonsprosjekt, noe som har medført at vi ikke har hatt mulighet til å finne referanseprosjekter som har den nødvendige graden av likhet for å etablere et bilde av hvordan de har løst problematikken knyttet til



gjennomføringen av prosjektet. I de tilfellene hvor det har blitt implementert modularisering er det kun de generelle, overliggende aspektene som har blitt diskutert, mens de mer spesifikke valgene knyttet til implementeringsstrategien og detaljene rundt løsningene de har kommet frem til, ikke kommer frem. Dette fordi de mer spesifikke aspektene av prosessen er underlagt en konfidensiell klausul mellom forskeren og bedriften der den aktuelle implementasjonen har funnet sted.

Fagfeltet for modularisering har i høy grad vært konsulentdrevet, noe som fører til begrenset akademisk litteratur på området. Vi har dermed benyttet endel web-basert litteratur for å innhente informasjon om enkelte temaer.

Disse faktorene kan ha en innvirkning, men faktorene har blitt mitigert i tilstrekkelig grad ved at vi har gjennomført en omfattende litteraturstudie både for innsamling av informasjon om modularisering og koordinering, samt for å underbygge valgene tatt i metodedelen. I tillegg til dette har vi hatt regelmessige samtaler med veileder for videre å forsikre oss om at alle sentrale emner er dekket innen teorien, metodedelen, analysen og spesielt for intervjuguiden hvor det var spesielt viktig at sentrale emner for vår analyse ble dekket.

#### *3.2.5.2 Pålitelighet*

Påliteligheten til casestudien baserer seg rundt formålet med at andre kan gjennomføre den eksakt samme casestudien igjen og komme fram til de samme funnene og konklusjonene. Målet er dermed å minimalisere feil og skjevheter i studien. For å øke påliteligheten av studien har vi lagt stor vekt på å dokumentere alle intervjuene vi har gjennomført og observasjonene vi har gjort. Vi har også lagt stor vekt på å sitere til kildene vi har benyttet og kun benyttet kilder som er ofte sitert for å forsikre oss at det kun benyttes pålitelige kilder.

## 4 Om prosjektet

Et stadig økende ønske om kystnære publikumsaktiviteter som havne- og aktivitetsanlegg, samt et økt fokus på regulering og begrensninger av fysiske inngrep i sentrale kystområder fører med seg store utfordringer og krav til nye løsninger. Utvikling av fleksible løsninger som kan imøtekomme publikums krav om nærhet til kysten vil være vitalt for fremtidig vekst og i konkurransen for økt trafikk og inntekt.



Figur 11: Oversiktsbilde over mulig havneløsning (Meyernorschaudesign.no)

### 4.1 Bakgrunn for prosjektet

Lystbåtindustrien har vært under et sterkt press siden finanskrisen. I årene før finanskrisen leverte båtindustrien svært gode resultater. Fra 2008 derimot endret situasjonen seg drastisk og kun et fåtall av norske båtprodusenter har levert overskudd. Dette har medført at båtindustrien har måtte flagge ut mye av produksjonen til blant annet Polen og Litauen, for å kutte kostnader, samtidig som de har måtte søke seg inn i nye forretningsområder. Aktørene som er involvert i dette prosjektet, med Meyer Norschau Design og Ertec i spissen har da

vurdert om løsningen kan ligge i å se på båtoplevelsen og båtproduksjonen i ett bredere perspektiv.

En henvendelse fra Arendal Havnevesen om et prosjekt med en visjon om en fremtidsrettet gjestehavn som ikke krever permanente inngrep i de omkringliggende områdene som et landbasert anlegg ville medføre startet prosjektet. Henvendelsen kom på bakgrunn av at sentrale kystområder blir satt under et stadig økende press, som igjen har medført et økt fokus på regulering og begrensninger på disse områdene fra myndighetenes side.

Som en konsekvens av Havnevesenets ønske om et slikt anlegg, kombinert med båtbransjens unike kunnskap og ressurser, kom de frem til en plan for prosjektet som det foreligger i dag, å utvikle unike mobile og fleksible løsninger for blant annet gjestehavner og andre maritime publikumsområder. Gjennom prosjektet ønsker aktørene å ytterligere styrke kompetansen innenfor dette området og utvikle et fleksibelt produktkonsept som ved små tilpasninger kan benyttes inn mot mange ulike anvendelsesområder.

#### 4.2 Aktørene og rollefordeling

Prosjektet i dag involverer åtte aktører med forskjellige ansvarsområder. Aktørene er hovedsakelig rettet mot det maritime miljøet, og besitter gode kunnskaper på områder som behøves for å gjennomføre dette prosjektet. Aktørene er en blanding av leverandørpartnere og forsknings- og utviklingspartnere (FoU-partnere).

##### *Leverandørpartnere*

**Ertec AS** er den ledende leverandøren i Skandinavia av produkter i aluminium, glass og syrefast stål til båter. Ertec AS ble etablert høsten 1984 og har båtindustrien i Nord-Europa som sitt hovedmarked.

Ertec er hovedsøker og kontraktspartner for Innovasjon Norge og kundebedriften. I prosjektet vil bedriften sammen med Suntec ha leveranser knyttet til glass, rekkverk og beslag, og ulike stål/aluminiumprofiler etc. I tillegg vil de ha særlig fokus på grunnleggende plattform, spesielt grensesnitt, innfestninger og toleranser.

**Sørkomp AS** tilbyr komposittrelaterte produkter til offshore og industrimarked. I prosjektet vil bedriften sammen med Fireco levere strukturelle løsninger i kompositt til bygninger og bruløsninger. Arbeidet inkluderer også styrkeberegninger.

**Hydrolift AS** er en norsk båtprodusent som ble etablert i 1985 i Fredrikstad. De er kjent for å levere produkter med innovativt design av høy kvalitet. Sammen med Eker Design besitter de kompetanse innen design og materialteknologi.

I prosjektet vil de ha særlig fokus på ikke-strukturelle elementer i komposittmateriale.

#### *Kunde og leverandørpartner*

**Arendal Havn** er et kommunalt eiet foretak, og har kommunal myndighet etter havne- og farvannsloven. Arendal Havn har ansvar for kommersielle havneterminaler, en gjestehavn med ca. 4500 båtovernattinger, 25 småbåthavner med ca. 1400 plasser og mer enn 50 fergeleier og gamle dampskipsbrygger.

I prosjektet er Arendal Havn både kunde og aktør. De har hovedansvaret for hovedbryggeelementer og flåter til bygninger.

#### *FoU-partnere*

**Meyer Norschau Design** tilbyr design- og dataservicer innen lystbåtindustrien. De besitter kompetanse innen utviklingen av funksjonelle produkter for enkel produksjon. De har hovedansvaret for designet av selve løsningen.

**Inventas AS** ble etablert i 1997 og leverer tjenester innen industriell produktutvikling og design. De utvikler produktkonsept og leverer produksjonsunderlag, prototyper og grafiske presentasjoner av det ferdige produkt.

I prosjektet har de ansvaret for gjennomføring av styrkeberegninger og dimensjonering.

**CFD Marine AS** utfører numeriske strømningsberegninger og tilbyr resultatrapporter til den marine sektor. De utforsker alternative designforslag med kunde og løser design- og produksjonsmessige utfordringer.

I prosjektet vil de ha et hovedansvar for testinger og styrkeberegninger. Gjennom Meyer Norschau Design vil de også ha hovedoppgaver knyttet til overordnede designløsninger og tegningsunderlag for sentrale moduler.

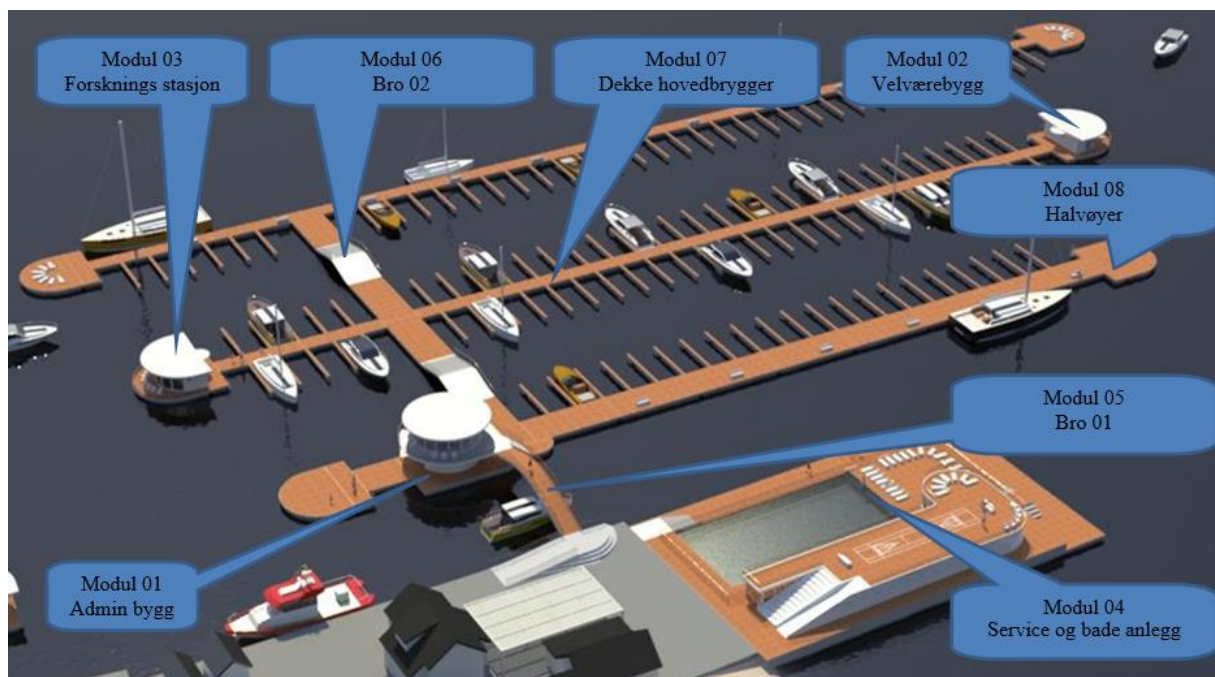
**SINTEF Teknologiledelse** med kontor i Arendal har god forankring i båtbransjen, og besitter blant annet kompetanse innen modularisering. De har erfaring innen prosjektledelse fra norske og internasjonale FoU-prosjekt.

I prosjektet spiller de en prosjektledelsesrolle, og vil i tillegg ha hovedoppgaver knyttet til modularisering og produksjonsvennlighet. Andre avdelinger ved SINTEF er aktuelle underleverandører.

#### 4.3 Prosjektbeskrivelse

Arendal Gjestehavn er ment å være et pilotprosjekt for faktainnsamling, utprøving og nye løsninger, samtidig som det i løpet av kort tid skal gjøres en fysisk leveranse for å møte umiddelbare behov. Prosjektets natur, med fokus på modulbaserte løsninger, legger imidlertid til rett for oppgradering av leveranse gjennom prosjektforløpet.

Prosjektet tar sikte på å utvikle større utendørs konstruksjoner som benytter en modulær tankegang for utvikling og gjennomføring, og blir en kombinasjon mellom industriell produksjon og bygg- og anleggsproduksjon (BAE-produksjon). Kombinasjonen er en konsekvens av at produktarkitekturen utvikles med en modul tankegang, hvor de produseres på fabrikker, som deretter transporteres og settes sammen på byggeplass liknende et bygg- og anleggsprosjekt.



Figur 12: Tiltenkt moduloppdeling (Prosjektdokument)

Prosjektet skal utvikle fysiske løsninger, prinsipper og produksjonsprosesser som raskt kan oversette kundekrav, arealmessige og naturgitte forutsetninger til bryggeløsninger og anlegg av høy kvalitet. Dette innebærer også å utvikle konsepter for produksjon, montasje, drift/vedlikehold som er bærekraftig også internasjonalt. Løsningene for bred anvendelse:

- Marinaer, gjestehavner, småbåthavner
- Publikumsarrangement som eksempelvis messer og idrettsarrangement
- Yrkesbruk som eksempelvis havbruk

Anlegg og løsninger skal være skalerbare slik at man i tillegg til store gjestebrygger og anlegg, som det som utvikles i samarbeid med Arendal Havn i dette OFU-prosjektet, også kan adressere for eksempel små private bryggeanlegg som marked. Produkter og løsninger tas også sikte på å utvikles i henhold til standarder for yrkesbruk. For å muliggjøre for fleksibilitet og kundetilpasning blir modularisering og en gjennomgående plattformtankegang tatt i bruk.

Prosjektet har fått tilskudd fra Innovasjon Norge, samtidig som aktørene er inne med betydelige midler for å dekke utviklingskostnader. Prosjektet anses av de involverte som en investering for fremtidig lønnsomhet og verdiskapning. Prosjektet planlegges å danne grunnlag for en satsning mot også andre havne- og aktivitetsanlegg i Norge, med potensiale for videre satsning mot markeder i Skandinavia og Europa. En videre satsning er ikke bare et krav fra Innovasjon Norge, men også en nødvendighet for at de involverte aktørene skal kunne dekke kostnadene knyttet til dette prosjektet, samt gi en økonomisk fortjeneste.

### *Nyhetsgrad*

Det har lenge vært laget flytebrygger og ulike løsninger for flyttbare anlegg, men disse eksisterende løsningene har klare svakheter i forhold til de grunnleggende prinsippene i modularisering. Eksisterende løsninger har ikke en gjennomgående plattformtankegang eller en systematisk tilnærming til modularisering. Produkter fra dagens leverandører består i hovedsak av materialer som betong, aluminium og trevirke. Enkelte leverandører benytter plastelementer, men det er ingen som tilbyr produktkonsepter basert på lysbåtgrensesnitt. Det som i dag leveres av eksempelvis flytebrygger til gjestehavner er ofte enkle konstruksjoner, med tilsynelatende noe «tilfeldige» løsninger preget av over-/underdimensjonering og med begrensede muligheter for opp- og nedskalering gjennom moduler. Dette vil være viktig for blant annet å kunne ha tilstrekkelige egenskaper til å bære bygninger, større installasjoner, folk og liknende.

Dagens løsninger har også varierende estetiske kvaliteter og finish, noe som også er et viktig konkurranseelement for eksempelvis gjestehavner. En fremtidsrettet modulbasert

tilnærming til eksempelvis gjestehavner krever at man i langt større grad tilpasser løsninger til mulige fremtidige behov til tjenester/service, aktivitetstilbud/anlegg, samt nye tekniske krav innen eksempelvis el-forsyning, applikasjoner og liknende. Prosjektet vil fokusere på innovative produksjonsløsninger som gjennom modularisering ivaretar kravene til en effektiv kundetilpasset produksjon.

Prosjektet representerer en betydelig nyhetsgrad ved at det gjennom en systematisk plattformtankegang utvikles robuste moduler, grensesnitt og teknologi som ivaretar dagens og fremtidens kunde krav til funksjoner, fleksibilitet og estetikk.

## 5 Drøfting

### 5.1 Valg av metode for å utvikle prosjektet

Et aspekt ved dette prosjektet som er med på å gjøre det unikt og innovasjonspreget er bruken av modularisering som metode for å utvikle og ferdigstille Arendal Gjestehavn, i stedet for å benytte mer konvensjonelle metoder for utvikling, produksjon og oppføringen av marine løsninger. De forskjellige metodene vil bringe med seg sine fordeler og ulemper som beskrevet i teorien. For å avgjøre om valget om å modularisere på dette prosjektet var i sin helhet det rette valget, eller om det burde vært benyttet mer konvensjonelle metoder, så er det nødvendig å ha en god forståelse for omfanget av prosjektet og hvordan dette virker inn på valget. Det må også tas hensyn til de forskjellige perspektivene som er representert på prosjektet. Vi har derfor valgt å se det fra både kunde sitt perspektiv og aktørene som utvikler og produserer produktet sitt perspektiv, for så å vekte dette opp mot hverandre.

#### 5.1.1 Omfang av prosjektet

Ett av hovedmomentene som alle respondentene tok opp gjennom intervjuene og som kom frem gjennom dokumentasjonen for dette prosjektet er at Arendal Gjestehavn ikke er hele prosjektet, men at det er en forsøksprosjekt der aktørene kan samle inn fakta, prøve ut løsninger samtidig som det skal gjennomføres en fysisk leveranse. Ett av de viktigste aspektene som kom opp gjennom intervjuene var nettopp denne tankegangen at havneprosjektet skal kommersialiseres og selges videre til havner både nasjonalt og internasjonalt. For at dette prosjektet skal kunne selges videre, var det nødvendig å gjøre produktet salgbart. Det er dermed vesentlig å muliggjøre for å tilpasse hver enkelt havn etter kundenes ønsker, og dermed tilby kundene et bredere produktspekter. Denne egenskapen er ett av hovedmomentene bak valget av modularisering som metode for dette prosjektet.

Modularisering er et sentralt begrep innenfor massetilpasning. Tankegangen bak masse tilpasning er som forklart tidligere evnen til å produsere kundetilpassede produkter i høyt volum og til relativt lave priser gjennom en fleksibel prosess. Modularisering tillater dette ved at det produseres en strategisk fleksibel produktplattform som tillater produktvariasjon uten at det krever endringer i den overliggende produktdesignen. Dermed muliggjør modularisering for standardisering av produksjonsprosessene, men løsningene er fortsatt fleksible slik at de kan tilpasses kundenes behov.



Ved bruk av konvensjonelle metoder, som ad-hoc eller integral, vil hver enkelt leveranse i større grad fokuseres rundt den enkelte leveransen, noe som åpner for å skreddersy hver enkelt havn etter kundenes krav og spesifikke ønsker. Ved bruk av konvensjonelle metoder vil derimot løsningene som utvikles gjennom det enkelte prosjektet i mindre grad kunne benyttes på fremtidige leveranser, ettersom aktørene kun vil fokusere på den enkelte leveransen.

Tabell 6: Styrker og svakheter ved anvendelse av modularisering på dette prosjektet og tiltak for forbedring

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Styrker</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muliggjør for kundetilpassing og produktvariasjon</li> <li>- Muliggjør for standardisering</li> <li>- Spesialiserte arbeidsoppgaver</li> </ul>   |
| <b>Svakheter</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktørene har manglende teoretisk kompetanse av modularisering</li> <li>- Åpner ikke for å skreddersy hver enkelt havn etter kundenes spesifikke krav og ønsker</li> </ul>  |
| <b>Tiltak</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tilrettelegge for en tilstrekkelig fleksibel produktplattform</li> <li>- Aktørene må tilegne seg høyere teoretisk kompetanse innen modularisernig</li> </ul>   |
| <b>Konklusjon</b> | <p>Dette indikerer at valget om å modularisere var det riktige valget. Men det forutsetter at de kan dra nytte av effektene som modularisering åpner for. Dette forutsetter at produktarkitekturen ikke endres i vesentlig grad på kommende leveranser, slik at de kan benytte modulene de utvikler og produserer for denne leveransen.</p> |

### 5.1.2 Kundeperspektivet

Kunden er hovedsakelig opptatt av å få et best mulig produkt til en lavest mulig pris. Vi vil derfor her drøfte hvilken metode som vi gi den høyeste verdien for kunden, på bakgrunn av hvordan de metodene vil påvirke kostnadsaspektet, hvilken metode som vil gi den høyeste ytelseevnen for sluttproduktet og hvilken metode som vil påføre kunden den største graden av risiko.

#### 5.1.2.1 Kostnader

Gjennom teorien kommer det frem at de initiale kostnadene knyttet til utviklingen av produkter med en modulær produktarkitektur generelt krever høyere kostnader, ettersom design prosessen er mer komplisert. Så det kan argumenteres for at kostandene for å ferdigstille Arendal Gjestehavn er betydelig høyere ved at det benyttes modularisering som metode. Men disse kostnadene blir dekket av aktørene som er involvert i prosjektet og Innovasjon Norge.

Det kommer frem gjennom dokumentasjonen at flere av de involverte aktørene har finansielle eierandeler i prosjektet, samt at prosjektet har fått tilskudd fra Innovasjon Norge, for å dekke utgifter knyttet til eksterne OFU kostnader. Dette medfører at kunden (Arendal Havnevesen) sine kostnader i prosjektet blir drastisk redusert og at de får en høyere verdi igjen for leveransen. Gjennom dokumentasjonen kommer det frem at tilbakebetalingstiden for Arendal Havnevesen vil være på 13 år for totalinvesteringen, noe som er en halvering av hva tilbakebetalingstiden ville vært dersom de stod for hele investeringen som utgangspunkt.

Det faktum at Aktørene og Innovasjon Norge er inne i prosjektet med betydelige midler, indikerer at kunden får den høyeste verdien fra prosjektet ved at prosjektet gjennomføres slik det gjøres i dag, der modularisering benyttes som metode. Dette er forbeholdt at prosjektet ikke hadde fått støtte fra Innovasjon Norge. Et prosjekt må på en generell basis tilrettelegge for videre salg av løsningene innovasjonsprosjektet utarbeider for å motta støtte fra Innovasjon Norge. Dette er noe konvensjonelle metoder i mindre grad tilrettelegger for, ettersom de fokuserer spesifikt på løsninger knyttet til de enkelte leveransene. Det at konvensjonelle metoder fokuserer spesifikt på de enkelte leveransene og ikke tilrettelegger for kommende leveranser vil i tillegg redusere sannsynligheten for at aktørene dekker kostnadene knyttet til utviklingen av prosjektet.

#### *5.1.2.2 Produktets ytelsesevne*

Teorien tar opp at én av fordelene med å benytte en konvensjonell metode for produktutvikling er at ofte vil gi en høyere ytelsesevne fra produktet, på bakgrunn av at produktarkitekturen er skreddersydd hvert enkelt produkt. Mens den modulære produktarkitekturen må tilrettelegge for økt fleksibilitet. Dette kan medføre at valget som er tatt i dette prosjektet kan gi en lavere ytelsesevne hos produktet de vil levere enn ved bruk av en konvensjonell metode. Enda en faktor som kommer inn her er at anvendelse av en mer konvensjonell metode foreligger det langt mer tilgjengelig informasjon, erfaring og ekspertise for produktutvikling og produksjon. Dette kan være med på ytterligere å øke kvaliteten på det ferdige produktet, samt at det kan virke kostnadsreduserende ved at kunnskapen og ekspertisen allerede er tilgjengelig.

Modularisering åpner derimot for suboptimering og separat testing av modulene.

Dokumentasjonen presiserer denne egenskapen ved en modulær produktarkitektur og

utviklingen av moduler som tillater dette, poengteres som ett av delmålene for prosjektet. Dette tillater aktørene å teste hver modul separat og på et tidligere stadium enn konvensjonelle metoder tilrettelegger for. Samtidig som det tillater utskifting og videre innovasjon av komponenter og moduler på et senere stadium. Dette medfører en mer omfattende prosess enn hvis de hadde benyttet en konvensjonell metode, ettersom produktarkitekturen er designet spesifikt til hvert enkelt produkt og endringer i én komponent vil kreve endringer i andre komponenter. Det åpner også for mer spesialiserte oppgaver og bedre samarbeid mellom aktørene, noe som bidrar til at aktørene kan utvikle komponenter og moduler innen områder de allerede besitter stor kompetanse.

Teorien tar opp viktigheten med høy kompetanse innen modularisering og utviklingsområdet modulen skal dekke, for å kunne ta de riktige beslutningene på et tidlig stadium. Det er også viktig at alle deltagende parter blir involvert tidlig i prosjektfasen. Dette for å sikre at alle kriterier for alle funksjonene blir tatt hensyn til. Beslutningene som blir tatt innen produktarkitekturen vil også ha dypt virkende implikasjoner på fundamentale aspekter av produktet. Effektene av valgene tatt, vises gjennom figur 5, punkt 2.2.1. Gjennom intervjuene kom det frem at de fleste aktørene kom inn i startfasen av prosjektet, mens en aktør kom inn etter at prosjektet var definert. Det kom videre frem at aktørene hadde høy grad av ekspertise innen sine fagfelt, men noen av aktørene hadde ulik grad av teoretisk forståelse for modularisering.

Disse faktorene indikerer at bruk av en konvensjonell metode vil gi den høyeste ytelseevnen hos sluttproduktet. Dette på bakgrunn av at løsningene som utarbeides er skreddersydd dette prosjektet, informasjonen og ekspertisen de har tilgjengelig og det det faktiske forhold at de kan benytte produkter som allerede er utviklet og testet. Modularisering vil derimot kunne åpne for en høyere grad av videreutvikling og suboptimering enn konvensjonelle metoder tillater.

#### *5.1.2.3 Risikoeksponering*

Arendal Havnevesen er den første kunden for dette prosjektet, noe som vil øke risikoen for at de mottar et produkt som ikke holder like høy kvalitet som en konvensjonell metode åpner for. Teorien tar videre opp at modularisering tilrettelegger for inkrementell innovasjon og suboptimering, ettersom den modulære produktarkitekturen reduserer størrelsen på

designproblemet, avhengigheten blant elementene og sensitiviteten til funksjonelle krav. Dette kommer også frem gjennom delmålene i dokumentasjonen:

*«Raskere utviklings-/forbedringsprosess ved at disse kan gjøres stegvis – modul for modul.»*

*«Mulighet for separat testing og (sub)optimering (ikke på bekostning av helhet).»*

Gjennom teorien kommer det frem som beskrevet tidligere at ytelseevnen til det ferdige produktet ofte er høyere ved bruk av mer konvensjonelle metoder. Ettersom aktørene som benytter denne metoden innehar en høyere grad av erfaring og kompetanse med utvikling og gjennomføring av liknende prosjekter. Dette vil øke sannsynligheten for at det ferdige produktet både holder seg innen tids- og kostnadsrammene som er satt, men også at produktet som leveres yter bedre enn ved en modulær produktarkitektur. På prosjektmøtet kom det frem at enkelte løsninger aktørene hadde utviklet var vesentlig mer kostbart enn kunden hadde forventet. Konvensjonelle krever derimot en mer omfattende prosess hvis det forekommer endringer etter løsningene er utviklet enn ved modulært produktdesign.

Risikoeksponeringen blir i stor grad mitigert for kunden ved at aktørene og Innovasjon Norge påtar seg mye av kostnadene for prosjektet. Men den økte innovasjonen som er en konsekvens av valget om å modularisere vil alltid medføre større risiko enn ved bruk av en konvensjonell metode der det i større grad kan benyttes produkter og produksjonsmetoder som er testet gjennom lengre tid, samt at det foreligger en høyere grad av ekspertise og erfaring. Modularisering åpner for uavhengig produktutvikling, dette reduserer denne risikoen, ettersom komponenter som ikke tilfredstiller kravene kan byttes ut, uten at det påvirker et stort antall andre komponenter. På bakgrunn av disse faktorene, indikerer de at valget om å modularisere er det optimale valget for kunden.

Tabell 7: Styrker og svakheter ved anvendelse av modularisering på dette prosjektet og tiltak for forbedring

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Styrker</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduserte kostnader             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktørene og Innovasjon Norge dekker en betydelig del av kostnadene</li> </ul> </li> <li>- Redusert risikoeksponering             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktørene og Innovasjon Norge dekker en betydelig del av kostnadene</li> <li>- Muliggjør suboptimering og separat testing på en effektiv måte</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Svakheter</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redusert ytelsesevne             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ytelse går på bekostning av fleksibilitet i produktplattformen</li> <li>- Mindre tilgjengelig ekspertise og kompetanse</li> </ul> </li> <li>- Økt risikoeksponering             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mindre tilgjengelig ekspertise og kompetanse</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Tiltak</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Involvere alle deltagende parter på et tidlig stadium</li> <li>- Balansere avhengigheten mellom komponentene med kostnadene det medfører.</li> <li>- Benytte standard komponenter der det er mulig</li> </ul>  |
| <b>Konklusjon</b> | Disse faktorene indikerer at valget om å modularisere var det riktige valget for kunden, på bakgrunn av de reduserte kostnadene og den reduserte risikoen dette medfører. Det er dermed mulig at ytelsesevnen til produktet blir svekket, men denne faktoren blir noe redusert ved at modularisering åpner for suboptimering og separat testing.  |

### 5.1.3 Aktørenes perspektiv

En av hovedtankene bak dette prosjektet er at de involverte aktørene ikke bare skal kunne utvikle og produsere et produkt som vil gi de en økonomisk gevinst. Det er også en rekke andre faktorer som står sentralt i dette prosjektet. Kompetanseheving er et sentralt aspekt, og å bane vei for at de involverte aktørene kan ekspandere inn i nye markeder. Dette har vært aktuelt for flere av aktørene etter at båtindustrien ble sterkt svekket etter finanskrisen. Aktørene som har en eierandel innen dette prosjektet, produserer produkter ved hjelp av modularisering i den daglige driften og vil ta med seg disse utviklings- og produksjonsmetoden inn i nye markeder og håper at dette vil gi dem et konkurransefortrinn i forhold til konkurrentene som benytter konvensjonelle metoder i dette markedet. Videre har faktorer som salgbarhet, samarbeid mellom aktørene, tilrettelegging for videreutvikling, produksjonsvennlighet og risikoeksponering innvirkning på valget om å anvende modularisering.

### 5.1.3.1 Kompetanseheving

Som nevnt ovenfor har de aktørene som har en finansiell eierandel innen prosjektet, god kjennskap til modularisering og benytter denne metoden i den daglige driften. Gjennom intervjuene kom det frem at de ulike aktørene derimot har ulik grad av teoretisk forståelse av modularisering og benytter mye egenutviklede metoder for utviklingen og nedbrytning av moduler, som også benyttes på dette prosjektet. Det faktum at SINTEF er med i prosjektet, med en høy grad av kompetanse innen det teoretiske aspektet rundt modularisering og at de har fått økonomisk støtte fra Innovasjon Norge gjør dette prosjektet til en god plattform for aktørene til å heve kompetansen innen modularisering og gir aktørene en svært god plattform for å tilegne seg erfaring innen alternative markedsområder modularisering kan benyttes. Det faktum at det er et samarbeidsprosjekt der aktører innehar kompetanse innen forskjellige områder er representert, er med på å øke breddekunnskapen til hver enkelt aktør. Både de teoretiske aspektene innen modularisering, materialteknisk og de praktiske aspektene med selve gjennomføringen av ett prosjekt som ligger utenfor det området aktørene opererer innen i den daglige driften. Dette kom frem i intervjuene:

*«Min motivasjon her er at vi har alltid klart å få mer ut av prosjekter enn vi har forventning om når vi rigger et godt prosjekt med ekstern kompetanse. Der får vi løftet ekstern kompetanse inn i bedriften vår og da får vi flyttet grenser her hos oss, nødvendigvis ikke bare innenfor det ene området vi begynner å jobbe for, stort sett så er det sånn at kompetansen som kommer inn har mye bredere kompetanse enn på akkurat det området de er inne for å gjøre, så da får vi inn andre ting. Jeg har veldig tro på kompetanseheving gjennom å flytte kompetanse inn i virksomheten fremfor å sende våre folk på kurs.»*

Gjennom dette prosjektet vil kompetansehevingen tilrettelegge for at aktørene kan bedre prosessene og ekspertisen internt i bedriften, men vil også være med på å åpne nye markeder for aktørene. Dermed er den videre anvendelsesverdien for løsningene som utarbeides gjennom dette prosjektet for fremtidig drift og prosjekter et viktig aspekt. Prosjektet som nå utarbeides skal etter planen kommersialiseres og det skal utvikles en produktserie. Men løsningene som nå utvikles, utvikles med fokus på Arendal Gjestehavn. Dette ble beskrevet gjennom intervjuene.

*«Det som er med det prosjektet her er at det er fokus på en leveranse mot Arendal Gjestehavn, men målet her er jo å utvikle en produktserie som er salgbar i andre*

*sammenhenger. Så ut ifra det ståstedet så er det mye av løsningene som her blir utviklet skal gjenbrukes og tas videre, og det er forsåvidt spennende med dette prosjektet.»*

Løsningene som nå utvikles vil dermed ha stor anvendelsesverdi for de aktørene som skal være med videre i prosjektet og vil gi muligheten for ytterligere verdiskapning til kommende leveranser innenfor dette markedsområdet. Hvis de derimot ikke får solgt dette prosjektet videre, vil allikevel dette prosjektet kunne gi en anvendelsesverdi i form av ekspertise og erfaring. Dette støttes opp gjennom, intervjuene:

*«Siden det er et OFU-prosjekt så har vi et press på oss til å ikke bruke de vanlige løsningene.*

*Det er et krav til at det skal være et visst nivå av innovasjon i prosjektet, og det gjør at vi presser oss selv til å utvikle ting som er utenfor den trygge sirkelen som vi alltid jobber i, så det er veldig positivt. Det er en god synergieffekt i prosjektet. Vi får jobbet med en større gruppe i et prosjekt, det er jo egentlig det mest positive med hele prosjektet. Alle aktørene utgjør veldig dyktige aktører i sitt område. For min del da så kjenner jeg at man får utvekslet kompetanse og erfaring med veldig mange som gjør at man får utveksling av tanker rundt det å lage noe som er modulariserbart som kommer opp på et helt annet nivå med en gang, istedenfor å sitte i egen boks å tenke samme løsningene en gang til.»*

Ved bruk av konvensjonelle metoder vil aktørene også heve kompetansen gjennom dette prosjektet. Det som skiller dette prosjektet fra andre liknende prosjekter er at det skal tilrettelegges for at større konstruksjoner skal kunne stå på flytere. Beregningsgrunnlaget som skal muliggjøre dette er en stor del av kompetansehevingen i dette prosjektet og disse beregningene vil også svare til kompetanseheving for aktørene ved bruk av konvensjonelle metoder. Kunnskapen aktørene tilegner seg vil beskytte produktet som produseres gjennom prosjektet og gi aktørene et konkurransefortrinn. Dette spesifiseres gjennom teorien, at mulige konkurrenter ofte har tilgang til de grunnleggende konseptene og utformingen, men dybdekunnskapen, sammensetningen av komponenter og interaksjonene mellom disse er kunnskap som krever en omfattende prosess for å tilegne seg, og dermed beskytter produktet mot duplikasjon.

Dette indikerer at aktørene ville etablert et større kompetansegrunnlag uavhengig av metode som velges for dette prosjektet, men at løsningene som utarbeides ved å benytte

modularisering vil ha større videreføringsverdi, ettersom løsningene skal utvikles med hensyn til kommende prosjekter.

#### 5.1.3.2 Produktutvikling

Utviklingen av produktene er et aspekt som stod sentralt bak valget av å modularisere. Gjennom teorien kommer det frem at modularisering åpner for en raskere produktutvikling, ved at den tilrettelegger for parallell produktutvikling. Grensesnittene blir satt på et tidlig stadium, noe som tillater de forskjellige aktørene å utvikle løsninger innenfor disse grensesnittene samtidig. Dette kom tydelig fram i intervjuet der en av respondentene tok opp følgende på spørsmålet om hovedmotivasjon bak valget om å modularisere:

*«Det er den eneste måten å jobbe effektivt på.»*

Dette fordi, som nevnt over, at det tillater aktørene å utvikle sine produkter parallelt, noe som vil redusere utviklingstiden på modulene. Dette er sentralt i dette prosjektet ettersom det er syv forskjellige aktører involvert i utvikling og produksjon av produktet. Dette åpner også i større grad for at hver enkelt aktør kan jobbe mer spesifikt innen det feltet de innehar høy kompetanse og ekspertise, noe som er et viktig punkt fra teorien. Det kan i tillegg redusere utviklingskostnadene ved at funksjoner i produktarkitekturen kan benyttes på tvers av produktlinjen. Noe som medfører at faste investeringer kan deles over flere produkter.

Den negative siden med å modularisere på dette prosjektet er at prosjektet innehar en høy grad av innovasjon. Modularisering medfører en mer komplisert produktutviklingsprosess, ettersom produkter må deles opp i moduler og komponenter som må tilpasses flere formål. Dette resulterer ofte i høyere initiale kostnader enn ved anvendelse av konvensjonelle metoder. Denne kostnaden kan derimot reduseres på kommende leveranser ved at funksjoner i produktarkitekturen kan benyttes på disse leveransene. Ved anvendelse av konvensjonelle metoder åpner dette også for bruk av eksisterende produkter, noe som drastisk vil redusere kostnadene knyttet til produktutvikling, samtidig som tiden for å slutføre produktet blir redusert. Konvensjonell produktutvikling kan derimot medføre flere feil i produksjonen. Dette er en konsekvens av at komponenter og grensesnittene utvikles sekvensielt og eventuelle feil ikke oppdages før på et senere stadium, noe som medfører store kostnader relatert til forsinkelser.



#### 5.1.3.3 Produksjonsvennlighet

Ett aspekt som var sentralt bak valget av modularisering som metode for prosjektet er produksjonsvennlighet. Dette var sentralt hos flere av respondentene, spesielt kom dette frem blant respondentene som hadde direkte interesse innen produksjon, samt at det fremkommer gjennom dokumentasjonen som et sentralt aspekt ved prosjektet.

*«Løsninger som Ertec skal bidra med vil være basert på modularisering og høyest mulig grad av standardisering. Dette skal reflekteres i produksjonen slik at operasjonene i større grad blir med repetitive og dermed mer ressurs- og tidseffektive.»*

*«Som følge av modularisering og standardisering av produkt/produksjonsprosesser, vil man lettere kunne bygge robuste kvalitetssystemer og reduksjon i feil og reklamasjoner.»*

Siden prosjektet er utviklet med en grunntanke om at det skal kunne tilpasses hver enkelt kundes behov er det nødvendig at endringene som forekommer ikke medfører store kostnader relatert til produksjonen av elementene. Denne problematikken er noe modularisering håndterer ved at produkter kan endres raskt og med en lav kostnadsinvesteringer. Men for at de skal kunne høste disse fordelene er det avgjørende at de utvikler en fleksibel produktplattform som muliggjør disse endringene. Den fleksible produktplattformen åpner også for at aktørene kan nå en skalaøkonomi for ytterligere å redusere produksjonskostnadene. Den fleksible produktplattformen vil i tillegg potensielt gi et større produktspekter. Modulært produktdesign kan deles opp slik at produktfunksjoner som medfører betydelige endringer, er avgrenset innen en komponent eller delsystem. Dermed kan disse komponentene eller delsystemene byttes ut for å skape et økt produktspekter basert på forskjellige sammensetninger av komponenter for å tilfredsstille de spesifiserte kravene.

#### 5.1.3.4 Salg av produktet

Tanken bak dette prosjektet er at liknende løsninger skal kunne selges til andre havner nasjonalt og internasjonalt. Dette åpner for å kunne utnytte effektene modularisering åpner for. Utnyttelsen av disse effektene kommer tydelig frem gjennom dokumentasjonen:

*«Som følge av modularisering og standardisering av produkt/produksjonsprosesser, vil man lettere kunne bygge robuste kvalitetssystem og reduksjon i feil og reklamasjoner. Effekten antas å ligge på kr 500.000 årlig.»*

*«En gjennomgående modularisering åpner for en raskere utviklingsprosess bl.a. basert på separat testing av moduler og ved at løsninger og moduler raskt kan rekonfigureres ihht endrede kundekrav (kontekst). Sammen med modulariseringen vil metodikker og verktøy som håndterer toleranser, sammenføyninger på en definert måte vil prosjektet bidra til 50 % raskere utvikling av nye varianter og produkter enn de konvensjonelle tilnærmingene.»*

For at dette prosjektet skal kunne kommersialiseres er det viktig at de får prisen ned på et konkurransedyktig nivå. Noe av grunnen til at modularisering ikke er utbredt innen byggebransjen er nettopp det at modularisering medfører økte kostnader og ikke er konkurransedyktig på pris før det produseres et høyt antall produkter. Gjennom intervjuet med Ertec kom det frem at de hadde vært involvert i et byggeprosjekt og hadde utviklet en løsning, men at denne løsningen ble for kostbar i forhold til alternativene, dermed ble denne løsningen forkastet for en konvensjonell løsning. For at dette prosjektet skal gi en økonomisk gevinst for de aktørene som er finansielt bundet opp i prosjektet, er det nødvendig at de kan selge nok havner, slik at de når en form for skalaøkonomi. Det vil redusere kostnadene og muliggjøre et produkt som er konkurransedyktig, men som samtidig gir aktørene en finansiell gevinst.

Viktigheten av å kunne kundetilpasse prosjektet for kommende leveranser var en faktor flere av respondentene presiserte under intervjuene som det viktigste aspektet ved valget av å modularisere;

*«Hovedmotivasjon bak valget om å modularisere er å kundetilpasse hver og enkelt havn og hvordan hver av disse byggene skal innredes osv. noen trenger kjøkken andre trenger toalett osv. ellers er hovedargumentet å gjøre det mer salgbart. Ellers gir ikke modularisering veldig mye bortsett fra å komplisere og gjøre prosjektet dyrere.»*

Et aspekt som videre vil øke salgbarheten til dette produktet er at modularisering at muliggjort for at modulene kan konstrueres på en måte som gjør at de lett kan transporteres uten følgebil, noe som videre øker den strategiske fleksibiliteten og reduserer kostnadene relatert til logistikk.

Tabell 8: Styrker og svakheter ved anvendelse av modularisering på dette prosjektet og tiltak for forbedring

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Styrker</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompetanseheving             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vil i større grad muliggjøre videreføring av den tilegnede kompetansen</li> </ul> </li> <li>- Produktutvikling             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Åpner for en parallell produktutvikling</li> <li>- Spesialiserte oppgaver og bedre samarbeid</li> <li>- Færre feil i produksjonen</li> </ul> </li> <li>- Produksjonsvennlighet             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Standardisering</li> <li>- Reduserte produksjonskostnader</li> <li>- Økt produktspekter</li> </ul> </li> <li>- Salg av produktet             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduserte logistikk kostnader</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Svakheter</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktutvikling             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Økt kompleksitet</li> <li>- Økte initiale kostnader</li> <li>- Økt innovasjon</li> </ul> </li> <li>- Produksjonsvennlighet</li> <li>- Salg av produktet             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Økte kostnader</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Tiltak</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablere en bedre teoretisk kompetanse for modularisering</li> <li>- Utnytte effektene modularisering åpner for i tilstrekkelig grad</li> </ul>  |
| <b>Konklusjon</b> | <p>Prosjektet er fortsatt inne i en tidlig fase, dermed er det vanskelig å trekke en klar slutning for om valget om å anvende modularisering som metode på dette prosjektet er det optimale valget, eller om en konvensjonell metode skulle vært benyttet. Det vil være avhengig om de får inn ytterligere leveranser til andre maritime anlegg og om de i tilstrekkelig grad klarer å utnytte effektene modularisering åpner for. Aktørene vil derimot tilegne seg kunnskap og kompetanse som vil ha en større videreføringsverdi ved en modulær prosess enn ved anvendelse av en konvensjonell metode.</p>  |

## 5.2 Tilnærming til modularisering

Tilnærmingen til modularisering tar hovedsakelig for seg to sentrale aspekter, om det er en top-down eller bottom-up tilnærming som bør velges og om det er en komponentfokusert eller funksjonsfokusert løsning som bør benyttes. Mange av de samme faktorene som spiller inn på hvorfor man velger å benytte modularisering som metode fremfor andre mer tradisjonelle metoder, spiller også inn på hvilken tilnærming man velger til modularisering, men det er noen aspekter som må inkluderes for å få en helhetlig vurdering av valget av tilnærming til modularisering. Aspektene som har innvirkning på dette valget er kompetansen til de involverte aktørene, kompleksiteten av produktarkitekturen,

tidsaspektet for utvikling av modulene, graden av innovasjon på de ulike modulene, og tilværelset av referanseprosjekter, markedssegmentering og variasjon i funksjonen.

Ett viktig aspekt med dette prosjektet er at produktarkitekturen består av flere forskjellige moduler. Disse modulene påvirkes av de samme faktorene, men disse modulene påvirkes til en viss grad forskjellig av disse faktorene, dermed er ikke nødvendigvis at tilnærmingen som velges, er den optimale tilnærmingen for alle modulene, men det optimale valget på generell basis.

### 5.2.1 Komponent Bottom-up

Teorien tar opp at denne tilnærmingen benyttes på prosjekter der utformingen på produktet som skal produseres er kjent. Selskaper som benytter denne tilnærmingen er selskaper med en klar markedssegmentering, og det er lite variasjon i funksjonen produktet skal dekke.

Disse selskapene er klar over hvem kundene er og har god kjennskap til markedet, samtidig som de har en satt produktstrategi. En viktig faktor ved bruk av denne tilnærmingen er at en må forstå produktarkitekturen fullt ut.

#### 5.2.1.1 Produktarkitektur

Produktarkitekturen i dette prosjektet er svært innovasjonspreget, noe som kommer tydelig frem gjennom dokumentene. Det kommer frem at eksisterende løsninger for flyttbare anlegg har klare svakheter knyttet til de grunnleggende prinsippene innen modularisering ved at de ikke har en gjennomgående plattformtankegang. Produktene som tilbys fra dagens leverandører består hovedsakelig av materialer som betong, aluminium og trevirke, men det er ingen som tilbyr produktkonsepter basert på lystbåtgrensesnitt. Flytebryggene som tilbys er ofte preget av over-/underdimensjonering og begrensede muligheter for opp-/ned skalering gjennom moduler, noe som er viktig for å ha tilstrekkelige egenskaper knyttet til å bære bygninger, større installasjoner og et stort antall mennesker. Dette ble videre bekreftet gjennom intervjuene:

*«Siden det er et OFU-prosjekt så har vi press på oss til å ikke bruke de vanlige løsningene. Det er krav til at det skal være en visst nivå av innovasjon i prosjektet, og det gjør at vi presser oss til å utvikle ting som er utenfor den trygge sirkelen vi alltid jobber i.»*

Det at produktarkitekturen krever betydelig innovasjonsaktivitet antyder at aktørene ikke har den etablerte forståelsen av produktarkitekturen på et tidlig stadium i utviklingen, noe

eksempelvis bilprodusenter har. Det faktum at bilprodusenter har god kjennskap til produktarkitekturen er en avgjørende faktor for at de ofte benytter denne tilnærmingen.

#### *5.2.1.2 Markedssegmentering*

For dette prosjektet er det en klar markedssegmentering. Produktet utvikles i første omgang for tre markeder, men hovedsatsningen vil være på de første to punktene;

- Gjeste- og småbåthavner
- Havbruk og fiskeoppdrettsnæringen
- Turisme og underholdningsindustrien

Gjeste- og småbåthavner er markeder som aktørene har god innsikt innen, og aktørene har god kjennskap til kundene i disse markedene. De andre to punktene har aktørene derimot lite innsikt innen, med dårlig oversikt over hvem aktørene er, markedspotensialet og produktfunksjonene de ønsker. Det ble gjennomført en initial markedsanalyse i 2012 for å etablere en bedre markedsdokumentasjon, men denne er enda ikke komplett.

#### *5.2.1.3 Variasjon i funksjon*

Funksjonen modulene skal dekke skal ikke variere i for stor grad på det enkelte prosjektet, men gjennom intervjuene kom det frem at løsningene som nå utvikles, utvikles med fokus på leveransen til Arendal Gjestehavn, noe som kan antyde at funksjonen kan endres på kommende leveranser.

Tabell 9: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming - Komponent Bottom-up

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>For</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Markedssegmentering             <ul style="list-style-type: none"> <li>- God innsikt innen Gjeste- og småbåthavner</li> </ul> </li> <li>- Variasjon i funksjon             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lite variasjon i funksjon for dette prosjektet</li> </ul> </li> <li>- Tidsaspekt             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tilstrekkelig tidsaspekt</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Mot</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktarkitektur             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ikke en etablert forståelse av produktarkitekturen på et tidlig stadium</li> </ul> </li> <li>- Markedssegmentering             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liten innsikt innen havbruk og fiskeoppdrettsnæringen, og turisme og underholdningsindustrien</li> </ul> </li> <li>- Variasjon i funksjon             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Funksjonen kan variere i kommende leveranser</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Konklusjon</b> | Denne tilnærmingen er uegnet, ettersom aktørene ikke har en etablert forståelse av produktarkitekturen på et tidlig stadium, noe som er en avgjørende faktor for denne tilnærmingen.   |

### 5.2.2 Komponent Top-down

Teorien tar opp at denne tilnærmingen benyttes på prosjekter der den eksisterende produktarkitekturen er overveldende og gjør en bottom-up tilnærming uhensiktsmessig komplisert. Tilnærmingen åpner for vurdering av konkrete eksisterende løsninger og bruker disse som referanser. Den åpner for en raskere utviklingsprosess, men setter høye krav til eksisterende kunnskap og ekspertise.

#### 5.2.2.1 Tidsaspekt

I dokumentene fremkommer det en leveranseplan der prosjektet skal stå klart andre kvartal 2015. På prosjektmøtet kom det frem at de nå ligger etter denne planen, noe som kan peke på at tidsaspektet for utviklingen av modulene har vært for stram. Gjennom intervjuene var det noen uoverensstemmelser på hvorvidt tidsaspektet for utviklingen av komponentene har vært tilstrekkelig. Men den generelle oppfatningen var at de hadde den nødvendige tiden tilgjengelig for å utvikle modulene. Prosjektet ligger etter skjema fordi det ble brukt mye tid i starten av prosjektet for å få en enighet om løsningene som ble presentert. Kravene til universell utforming var et annet aspekt som har forsinket prosjektet. Prosjektet har i tillegg blitt forsinket ettersom enkelte aktører har måttet nedprioritere dette prosjektet fremfor den daglige driften, noe som har medført ytterligere forsinkelser på prosjektet.

Det var kun et fåtall av respondentene som hadde noe forhold til tilnærmingen som var benyttet for å utvikle produktet. Det kom derimot frem at det var benyttet en kombinasjon av metodene på dette prosjektet, så vi kan ikke konkludere med hvilke tilnærminger som er benyttet for de ulike modulene. Ettersom den generelle oppfatningen har vært at de har hatt den nødvendige tiden tilgjengelig for å utvikle komponentene, indikerer dette nødvendigvis at både en komponent og en funksjonstilnærming kan benyttes for utvikling av modulene. Det som derimot er problematisk er at aktørene kan ha benyttet en komponenttilnærming, som igjen har medført at utviklingen av modulene har gått hurtigere, som har resultert i at tidsaspektet har vært tilstrekkelig. Dette kan videre medføre at bruken av en funksjonstilnærming hadde medført en for stram tidsplan.

#### *5.2.2.2 Referanseprosjekter*

Som nevnt over er produktarkitekturen på dette prosjektet preget av en høy grad av innovasjon og at eksisterende løsninger for flyttbare anlegg har klare svakheter knyttet til de grunnleggende prinsippene innen modularisering ved at de ikke har en gjennomgående plattformtankegang. Dette medfører at produktarkitekturen til eksisterende løsninger i liten grad benyttes i utviklingsstadiet av dette prosjektet.

Videre kom det frem gjennom intervjuene frem at aktørene ikke hadde noen direkte referanseprosjekter for dette prosjektet, men at alle aktørene hadde kjennskap og god ekspertise innen ansvarsområdet de hadde. Dette er en svært avgjørende faktor i valget av tilnærming til modularisering. Det faktum at det ikke er noen referanseprosjekter for dette prosjektet nærmest avskriver komponent top-down som tilnærming til modularisering. Ettersom denne tilnærmingen benyttes når den eksisterende produktarkitekturen er overveldende. Denne tilnærmingen kan derimot være gunstig på seinere leveranser ettersom produktarkitekturen som utvikles på dette prosjektet vil være overveldende på kommende prosjekter, dermed at Arendal Gjestehavn benyttes som referanseprosjekt for senere leveranser. For Arendal Gjestehavn, som presisert gjennom intervjuet referert til over, har de press på seg til ikke å benytte de vanlige løsningene noe som tyder på at en funksjonstilnærming vil være gunstig. Ettersom aktørene i dette prosjektet i stor grad ser bort ifra eksisterende løsninger.

Tabell 10: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming – Komponent Top-down

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>For</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidsaspekt <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tilstrekkelig tidsaspekt</li> </ul> </li> <li>- Kompetanse <ul style="list-style-type: none"> <li>- God ekspertise og kompetanse innen ansvarsområdet</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Mot</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Referanseprosjekt <ul style="list-style-type: none"> <li>- Det eksisterer ikke et referanseprosjekt for dette prosjektet</li> </ul> </li> <li>- Kompetanse <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ulik og til dels manglende kompetanse hos aktørene innen det teoretiske aspektet av modularisering</li> </ul> </li> </ul> |
| <b>Konklusjon</b> | Denne tilnærmingen er uegnet, ettersom det ikke eksisterer et referanseprosjekt for dette prosjektet, noe som er en avgjørende faktor.   |

### 5.2.3 Funksjon Bottom-up

Teorien tar opp at denne tilnærmingen i større grad ser bort ifra eksisterende produktarkitektur og fokuserer rundt funksjonen produktet skal dekke. Tilnærmingen er ofte mer tidkrevende enn en komponenttilnærming, men fører med seg store fordeler når en skal produsere flere produkter med liknende funksjoner. Funksjonstilnærming blir også generelt benyttet hvis produktarkitekturen er kompleks.

Som nevnt over ser aktørene i stor grad vekk fra eksisterende produktarkitektur i dette prosjektet og funksjonene produktene skal dekke er i stor grad korresponderende. Dette antyder at en funksjonsbasert løsning er den optimale tilnærmingen for dette prosjektet

#### 5.2.3.1 Kompleksitet av produktarkitekturen

Kompleksiteten av produktarkitekturen vil ha innvirkning på hvilken tilnærming som velges. Gjennom dokumentasjonen fremgår det at produktarkitekturen krever betydelig innovasjonsaktivitet. Intervjuene tar også opp denne problematikken, der det kommer frem at utfordringene knyttet til kompleksitet ikke kommer fra utviklingen av enkeltkomponentene og modulene i produktarkitekturen, men at utviklingen av modulene for at de skal kunne passe sammen og overholde de kreftene de blir utsatt for, er komplisert. Dette videre utdypet av flere av respondentene.

*«Den er litt kompleks på et vis, ettersom fundamentet alt settes på er bølger og det har vært utfordrende med koblinger og kreftene de utsettes for, og det skal vi gjøre en jobb etterpå også for å få dette på plass. Så ja den er kompleks på ett vis fordi det er noe uklart hvilke*



*belastninger de utsettes for. Det har også vært utfordrende å komme frem til en entydig struktur om hva som skal være med på prosjektet.»*

*«Det er en mer kompleks produktarkitektur enn vi først trodde, de strukturelle elementene de er nok kompliserte, ettersom det er mye beregninger fordi det skal ta en del krefter. Men hos oss er det ikke mye av det, men mer av at det er mye biter som skal passe sammen, og dette skal gjøres på en best mulig måte, og kompositt er så dyrt når man skal begynne med håndarbeid, det er ikke noen høypresisjonsmateriale og når man skal bruke kompositt er det forbundet med å slipe og pusse, men det har man ikke råd til. Det er det mest komplekse, at det er mange deler som skal passe sammen uten at det krever for mye bearbeiding.»*

*«Kompleksiteten ligger nok i størrelsen av prosjektet, vanligvis har man repetisjon som gir moduler som gir effektivitet til å lage flere av de samme produktene. Her har vi flere moduler som skal lage få enkeltprodukter, men som skal være moduler i flere enkeltprodukter. Tanken er lik ved at man skal standardisere, men det skal føles som det er enkeltprodukter som ikke har noe med hverandre å gjøre, men som er bygd opp av samme moduler.»*

Det at kompleksiteten i prosjektet ikke stammer fra utviklingen av enkeltkomponenter kan tyde på at en funksjon bottom-up tilnærming kan være u hensiktsmessig komplisert for utviklingen av disse komponentene på dette prosjektet.

Tabell 11: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming – Funksjon Bottom-up

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>For</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>- Eksisterende produktarkitektur<ul style="list-style-type: none"><li>- Ser bort ifra eksisterende produktarkitektur i dette prosjektet</li></ul></li><li>- Liknende funksjoner<ul style="list-style-type: none"><li>- Lite variasjon i funksjon for dette prosjektet</li></ul></li></ul>         |
| <b>Mot</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>- Kompleksiteten av produktarkitekturen<ul style="list-style-type: none"><li>- Kompleksiteten ligger i omfanget og av prosjektet og beregningene</li></ul></li><li>- Tidsaspekt<ul style="list-style-type: none"><li>- Mer tidkrevende</li></ul></li></ul>  |
| <b>Konklusjon</b> | Denne tilnærmingen er egnet, ettersom prosjektet ser bort ifra eksisterende produktarkitektur, men kan bli u hensiktsmessig komplisert ettersom kompleksiteten ligger i størrelsen på prosjektet og ikke i utviklingen av enkeltkomponenter. Dette kan dermed medføre at en ikke ser helheten i prosjektet med en bottom-up tilnærming. |

#### 5.2.4 Funksjon Top-down

Teorien tar opp at denne tilnærmingen er liknende funksjon bottom-up, men hovedforskjellen er hvordan funksjonene bestemmes. Der man i denne tilnærmingen starter med en ide om hva funksjonene skal dekke, deretter hvordan underfunksjonene støtter oppunder hovedfunksjonene. Ved bruk av denne tilnærmingen vil man i mindre grad konfronteres med problemer knyttet til helheten av produktarkitekturen som kan være tilfellet med en bottom-up tilnærming som beskrevet i simuleringsøvelse for å designe og implementere en konfigurert romstasjon.

Det fremkommer gjennom aspektene som blir drøftet over at en funksjonstilnærming vil være optimalt for utviklingen av komponentene og modulene. Det at det er de overliggende aspektene som medfører kompleksiteten kan tyde på at det bør være en overliggende bottom-up tilnærming, for å utarbeide et komplett bilde av de mulige løsningene som kan anvendes og hvordan disse skal utvikles. Den underliggende produktarkitekturen må derimot vurderes enkeltvis, for å evaluere om en bottom-up tilnærming vil være nødvendig, men som nevnt ovenfor er det indikasjoner på at denne tilnærmingen vil være overflødig. Noe som videre underbygges av at utviklingen av komponentene generelt gjennomføres hos hver enkelt aktør, og det er kun et fåtall av komponentene der aktørene må samarbeide for å utvikle komponentene.

Tabell 12: Avgjørende faktorer for valg av tilnærming – Funksjon Top-down

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>For</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>- Kompleksiteten av produktarkitekturen<ul style="list-style-type: none"><li>- Kompleksiteten ligger i omfanget og av prosjektet og beregningene</li></ul></li><li>- Eksisterende produktarkitektur<ul style="list-style-type: none"><li>- Ser bort ifra eksisterende produktarkitektur i dette prosjektet</li></ul></li><li>- Liknende funksjoner<ul style="list-style-type: none"><li>- Lite variasjon i funksjon for dette prosjektet</li></ul></li></ul> |
| <b>Mot</b>        | <ul style="list-style-type: none"><li>- Tidsaspekt</li><li>- Mer tidkrevende</li></ul>   |
| <b>Konklusjon</b> | Denne tilnærmingen er egnet, ettersom aktørene ser bort ifra eksisterende produktarkitektur. Det faktum at kompleksiteten ligger i omfanget av prosjektet og ikke i utviklingen av enkeltkomponenter indikerer at en top-down tilnærming vil være den optimale tilnærmingen og ikke en bottom-up. Dette for å unngå endringer i den helhetlige produktarkitekturen, som er en betydelig risiko ved anvendelse av en bottom-up tilnærming.  |

### 5.2.5 Hvilken metode som skal benyttes

Hvilken metode som skal benyttes for utvikling av produkter gir ikke nødvendigvis direkte utslag på valget av tilnærming til modularisering, men som det kommer frem i teorien benyttes enkelte metoder fortrinnsvis for de forskjellige tilnærmingene. Ingen av metodene gir den optimale designløsningen, men alle er i stand til å tilpasse produktet etter spesifikasjonene.

Dokumentene er vage i form av hvilken metode som benyttes for dette prosjektet, men det kommer frem at; «*prosjektet vil ha en systematisk tilnærming til modulutvikling som f.eks. Modular Function Deployment*». Det kom frem gjennom intervjuene at aktørene ikke benyttet en felles metode for å utvikle modulene. Flere av aktørene hadde ikke noe forhold til disse metodene, mens andre benyttet i stor grad egenutviklede metoder for å utvikle moduler, eller at etablerte metoder blir benyttet, men ikke fulgt slavisk. Dette strider imot det som fremkommer gjennom dokumentene.

Det faktum at det ikke er benyttet en felles metode for utvikling av modulene er en svakhet som fremkom gjennom intervjuene. På dette prosjektet kan det være lurt av alle aktørene å benytte samme metode for nedbrytning av modulene. SINTEF som har en høy grad av kompetanse innen det teoretiske aspektet av modularisering og metodene som kan benyttes innen modularisering betyr at aktørene kan tilegne seg kompetanse på en proaktiv måte som de ikke vil ha muligheten til gjennom andre prosjekter. Dette vil være med på å bedre kompetansegrunnlaget for aktørene og noe som kan videreføres inn i den daglige driften hos aktørene. Det at Innovasjon Norge er inne med midler vil videre underbygge denne oppfattingen om at dette er et godt prosjekt for de ulike aktørene å tilegne seg kompetanse og erfaring med bruk av nye metoder for modularisering.

Som nevnt over er ikke metoden som benyttes direkte låst til hvilken tilnærming som velges for prosjektet, men den benyttes i større grad fortrinnsvis innen de forskjellige tilnærmingene. Videre indikeres det at en funksjon top-down kan være den optimale tilnærmingen for dette prosjektet. Gjennom teorien kommer det frem at MFD benyttes fortrinnsvis innen denne, samt at gjennom intervjuene kom det frem at noen av aktørene hadde tidligere erfaring med bruk av MFD, kan antyde at MFD burde benyttes som metode for produktutvikling.

## 5.3 Koordinering i en modulariseringsprosess

### 5.3.1 Målsetninger

I et prosjekt som dette hvor man har mange likestilte involverte aktører spiller koordineringsarbeidets viktighet inn som en vesentlig faktor. Man ser fra teorien at det i en koordineringsprosess er viktige komponenter og prosesser som bør inngå i planleggingen og arbeidet rundt et prosjekt. Det er viktig at de ansvarlige identifiserer hvilke mål som er satt for deretter å knytte disse målene opp imot hvilke aktiviteter som behøves gjennomført for å nå disse målene. I dette prosjektet er dette gjennomført ved at kunde og aktør i samarbeid med aktør og konseptutvikler for dagens plan, identifiserte målene, så hvilke aktiviteter som måtte til for å nå målene og deretter tiltrakk seg aktører som kunne gjennomføre disse aktivitetene på en tilstrekkelig måte. Ved valg av aktører kom blant annet administrerende prosjektleder inn. Han har da ansvaret for en veldig viktig oppgave, nemlig fremdriftsplanlegging, økonomi og den overordnede koordineringen.

Hver enkelt aktør går inn i prosjektet med sine egne interesser og mål, noe som fort kan føre til en prosjektgruppe med veldig sprikende målsetninger for selve prosjektet. Her er det viktig at det tidlig blir etablert felles mål for hva man ønsker å oppnå og hvordan man ønsker å gjennomføre dette. Ut i fra prosjektmøtet og intervjuer kommer det frem at de involverte aktørene har ulike mål og tanker om prosjektet per dags dato, men det er blitt etablert et felles mål for hvordan man ønsker at sluttproduktet skal være. Teoriene sier at aktivitetene som gjennomføres av aktørene må gjennomføres på en måte som skaper fordelaktige utfall. Med dette menes at aktørene må gjennomføre aktivitetene de er ansvarlige for på en måte som hjelper hele gruppen av aktører å nå det fastsatte målet.

Til tross for at litteraturen presiserer viktigheten av tydelige felles målsetninger, kommer det frem fra prosjektmøtet og ved uttalelser fra de involverte at det finnes noe sprikende målsetninger blant de involverte. Ved utførelsen av pilotprosjektet i Arendal ligger hovedvekten på å utvikle løsninger som kan brukes på fremtidige prosjekter ved en kommersialisering av produktet. Fokuset ligger ikke på å tjene penger på pilotprosjektet, men på fremtidige prosjekter. Det kommer frem at visse aktører har prissatt deler av produktene høyere enn hva som er ønskelig. Dette fører til problemer ovenfor kunde da kunden har budsjettet med lavere summer enn hva som blir tilfellet. Dette kan også reflektere negativt på resten av aktørene, da ting ikke blir gjort slik som de er forespeilet. I

verste fall kan dette føre til interne stridigheter i gruppen. Det er hensiktsmessig å nevne at kunden har vært lite tydelig på kostnadsrammene, noe som er lite fordelaktig i et prosjekt hvor kunden også er en av aktørene og sitter i styringsgruppen.

Målet til alle de involverte er at pilotprosjektet som nå gjennomføres skal danne grunnlag for videre kommersialisering av produktet. Likevel er det kun en av aktørene som virkelig utdyper bekymring rundt hvordan kommersialiseringen skal gjennomføres.

*«Nettopp fordi vi har prøvd å provosere frem dette med kommersialiseringsbiten, som da kanskje ingen av de to (administrerende- og faglig prosjektleder) har noen forutsetninger å sysle med, så er vel det kanskje den største utfordringen vi har hatt.»*

Samme aktør stiller spørsmål ved at kunden sitter som leder av styringsgruppen. Spørsmålet oppstår med bakgrunn i en bekymring om at pilotprosjektet skal bli akkurat slik som kunden vil ha det, når planen med prosjektet er at det skal kunne kommersialiseres og treffe en rekke kunder.

Som teorien påpeker så er det viktig med åpenhet i samarbeid som dette for å kunne oppnå best mulig resultater. Ved ferdig gjennomført pilotprosjekt er det veldig viktig at det utarbeides en felles målsetning som alle aktørene står inne for og jobber målrettet mot.

### 5.3.2 Avhengigheter

Siden dette prosjektet baserer seg på en modulariseringstilnærming, er det inkorporert allerede fra første start at alle involverte er gjensidig avhengig av hverandre for å nå de satte mål, til tross for at dette kanskje ikke er like klart for alle de involverte. Utviklingen av komponenter og løsninger fra en aktør skal passe inn i det helhetlige system, og trenger derfor gode retningslinjer og koordinering på tvers av aktørene for hvordan dette skal utvikles. Fokuset til alle involverte må være helheten, og dette er noe som ser ut til å fungere godt. Den ene aktøren designer prosjektet og løsninger og fungerer dermed som en slags faglig prosjektleder som koordinerer aktørene gjennom hvilke løsninger for blant annet grensesnitt som trengs for å få dette til å passe inn i det helhetlige systemet. Spesielt i oppstartsfasen, men også utover i prosjektet, har det vært viktig at han har viet stort fokus til det å styre avhengighetene mellom det som utvikles av aktørene.

Siden det er en modulariseringsprosess er det beregnet at man skal kunne jobbe mer selvstendig med sine egne oppgaver når disse er fordelt. Det vil ikke si at man ikke er

avhengig av at de andre partene gjør jobben sin, da man fortsatt har behov at visse ting blir gjennomført før man får gjort sine egne tiltenkte ting, men det vil si at man ikke vil være avhengig av å koordinere med hver enkelt aktør til enhver tid. Man må ikke la koordineringsarbeidet gå på bekostningen av fleksibiliteten som modularisering åpner for. I tillegg til dette så er størrelsen på prosjektet, med tanke på antall involverte, relativt lite. Faglig prosjektleder koordinerer oppgavene mellom aktørene som er produsenter. Dermed kan han ha styringen over hva som må gjøres til enhver tid. Han setter i gang en aktør til å gjennomføre en oppgave, samtidig som han kanskje ber en annen aktør om å stoppe opp sitt arbeid. På denne måten har man en god kontroll og styring av arbeidsoppgavene og avhengighetene som finnes.

Ut i fra intervjuene kan det virke som de involverte ikke har en felles oppfatning om hvor avhengig de er av alle de andre i gruppen. Faglig prosjektleder uttaler:

*«Det kan jo ikke gjennomføres alene. Alle er avhengig av hverandre i prosjektet. Alle bidrar sterk til at det blir gjennomført.»*

Samtidig hevder en av leverandørene:

*«Vi er avhengig til den grad at vi får definert grensesnittene, og når de er definert så må vi gjøre vår del av jobben.»*

Det kommer frem at noen mener de hovedsakelig er avhengig av andre ved beslutningstaking. Det er klart at siden hver aktør jobber med sine egne arbeidsoppgaver, med muligheten til å utvikle komponentene innenfor de grensesnittene som er satt, så er man ikke direkte avhengig av noen andre enn seg selv når man utfører oppgaven man skal gjøre. Likevel er man avhengig av alle de andre for at helheten skal bli som forespeilet, og for å oppnå de målene man har satt seg. Det er viktig at det inkorporeres en felles ideologi som presiserer hvor avhengig alle aktørene er av hverandre for å kunne oppnå det man ønsker med prosjektet. Til tross for at flere av aktørene impliserer at det er visse aktører i samarbeidet de ikke er avhengig av, og noen uttaler at de kun er avhengig av faglig prosjektleder for å få utført oppgavene sine, er det viktig at de har en felles forståelse for at alle er avhengig av hverandre for at prosjektet skal lykkes. Dette understrekes av faglig prosjektleder:

*«Alle aktørene er spesialister på sitt felt. Prosjektet kan ikke gjennomføres uten noen av de som nå er med i prosjektet videre.»*

### 5.3.3 Tidsplan

Ut i fra prosjektmøtet vi deltok på kom det frem at prosjektet er forsinket med ca. ett år. Den overordnede fremdrift og ressursbruk er langt bak budsjettet tidsmessig, derav har de ikke fått utløst de midler som var beregnet hittil. Dette har en viss sammenheng med manglende innrapportering av egeninnsats fra aktørene og kjøp av ekstern FoU. Dette fører til økt usikkerhet for de involverte aktørene rundt fremdrift og betalinger, noe som igjen fører til at de involverte aktørene føler at prosjektet øker i risikograd. En ulempe som dette kan føre med seg er at aktørene retter mindre fokus og setter av mindre ressurser til prosjektet enn hva som behøves siden de ikke føler seg trygge nok på at prosjektet vil føre til suksess i fremtiden.

Det er kommet frem at prosjektet ikke har blitt prioritert i tilstrekkelig grad av enkelte aktører, noe som dermed har ført til forsinkelser. Det er uttalt at det er den daglige drift som prioriteres da dette er levebrødet, og at dette prosjektet kan bli sett på som et risikoprojekt på si som har et mulig fremtidig potensiale, men som ikke bringer inn midler til aktørene per dags dato. Den ene aktøren uttalte det blant annet slik:

*«Vi har hatt en del frister og sånn som vi har slitt litt med på grunn av det at vi har vært nødt til å prioritere. Altså hvis Statoil kommer på besøk her, eller jeg skal ha møte med de der inne, så vinner Statoil. Enkelt og greit, jeg har vært nødt til å prioritere litt her.»*

Det er blitt uttalt at det sannsynligvis er lagt ned mer egeninnsats enn hva som er tilfellet for innrapportering. Dette viser at det muligens mangler tydelige nok retningslinjer og informasjon rundt hva som skal rapporteres inn som egeninnsats. Det skal sies at prosjektet så langt har hatt mange aktiviteter knyttet til struktur og initial dokumentasjon, noe som vanskeliggjør vurderingen av hva som skal betegnes som egeninnsats i utviklingen av prosjektet.

Det er viktig at det fremover jobbes med å forsikre at alle de involverte aktørene har tilstrekkelig oversikt og kunnskap om rutine og rammene for innrapportering av egeninnsats og kjøp av ekstern FoU. I tillegg er det viktig at det presses frem ovenfor alle aktørene viktigheten av å gjennomføre det arbeidet som behøves innen gitte frister. Dette er

en del av koordinering- og organiseringsarbeidet som er meget krevende, men som behøves betydelig vektlagt grunnet viktigheten ovenfor alle involverte. En tydelig strukturert oversikt over dette for alle de involverte kan være med på å hjelpe aktørene til å føle en trygghet i prosjektet. Ved en korrekt rapportering av egeninnsats og kjøp av ekstern FoU, vil man kunne se at man får ut de midlene som er tiltenkt prosjektet. Man vil dermed merke at man ikke risikerer for mye av egne ressurser i et prosjekt man er usikker på om vil gi en tilstrekkelig avkastning, noe som igjen kan gi en ringvirkning av at man føler en lavere risiko ved prosjektet og mulig øke prioriteten til prosjektet noe.

#### 5.3.4 utfordringer sett fra aktørenes side

Gjennom intervjuene vi gjennomførte var et av spørsmålene som følger: «Hvilke utfordringer står dere ovenfor med tanke på koordineringen mellom aktørene?». Dette spørsmålet viste oss tydelig at det er veldig forskjellig oppfatning blant de involverte aktørene for hvilke utfordringer dette samarbeidet har hatt og hvilke utfordringer de står ovenfor med tanke på koordineringsarbeidet for å få gjennomført dette prosjektet. Det skal dog sies at noen av aktørene muligens har avgitt svar mer i retning av hvilke utfordringer de selv har hatt direkte, og ikke tenkt på prosjektet som en helhet, til tross for at det ble fremmet tydelig i intervjuet at dette var meningen bak spørsmålet. Noen av aktørene svarer at det ikke har vært noe spesielt med utfordringer. Det kommer frem at grunnen til at de svarer som de gjør er fordi de hovedsakelig har forholdt seg til faglig prosjektleder, hvor de føler at de har hatt den teknologiske dialogen de har hatt behov for. De nevner at det er han som har hatt jobben med eventuell koordinering, så de kjenner lite til arbeidet som er gjort der, noe som gjenspeiles i uttalelser fra en av leverandørene:

*«Ikke noe spesielt fordi vi stort sett bare har hatt med faglig prosjektleder å gjøre. Vi har hatt et veldig godt forhold med faglig prosjektleder og hatt den tekniske dialogen vi trenger.»*

En faktor som går igjen i mange av svarene fra intervjuene som er gjennomført er mangelen på interne ressurser hos den enkelte aktør. Dette går igjen på det at dette prosjektet konkurrerer med alle mulighetene som aktørene til enhver tid har som bidrar til deres daglige drift. Inntrykket er at de fleste aktørene klarer å bruke nok ressurser på prosjektet til at de når tidsfrister som er satt, men det finnes her også aktører som ikke har maktet dette. Prosjektet baserer seg mye på at man føler et ansvar ovenfor de andre involverte. Det finnes ingen direkte sanksjoner mot aktørene som ikke leverer innen fristen. Man skal føle et



ansvar ovenfor de andre partene i prosjektet, og man skal se verdien i det å vise seg fra en god side ovenfor de andre partene. Aktørene som hele tiden leverer det de skal til riktig tid, viser seg selv fra en bedre side. De viser at de er en aktør som tar ansvar for arbeidet de har tatt på seg. Dette er meget viktig med tanke på et fremtidig samarbeid. Siden aktørene som er med i prosjektet hovedsakelig er med grunnet en mulig fremtidig lønnsom geskjeft, vil måten aktørene fremtrer ovenfor hverandre være vesentlig for hvordan sammensetningen av hvilke bedrifter som skal føre dette videre er, måten dette gjøres på og fordelingen av eierskap og rettigheter.

Faglig prosjektleder trekker frem en utfordring, som de andre aktørene ikke har nevnt noe på, nemlig sammensetningen av det første bygget. Når de har fått løst det første bygget så vil man kjenne til hvordan alt fungerer med tanke på monteringer, leveranser osv., men før dette er gjennomført vet man ikke skikkelig hvordan det vil utarte seg. Som han uttaler:

*«Klok av skade så kan man si det sånn at samme hvor mye modultankegang man vrir og vender inn i et utviklingsprosjekt, når man har forskjellige type kulturer som skal levere de forskjellige elementene så har man forskjellige nivåer av finish og løsningsnivå som gjør at man på en måte ender opp med konflikter i produktet når man skal sammenføre det.»*

En annen ting som prosjektet har opplevd tidligere var å miste en aktør som var tatt inn i prosjektet. Dette var en leverandør som ble tatt inn fordi man var interessert i å se på løsninger og alternativer til hvordan overflatebehandlingen av dekkene kunne løses, men denne aktøren så ikke verdien i å utvikle elementer i det modulbaserte produktet som det er ønskelig å utvikle i dette prosjektet. Dette skapte noen utfordringer med tanke på koordinering, da det førte til endringer for sammensetningen av aktørene, hvordan dette skulle løses og hvordan man skulle «erstatte» løsningen de hadde tanke om her. Ut fra prosjektdokumenter vi har fått tilgang til ser vi at den utfasede aktøren fortsatt står nevnt flere steder, med andre ord, denne aktøren var tidligere beregnet som en del av gruppen.

### 5.3.5 Informasjonsflyt

God informasjonsflyt er, om ikke det viktigste, noe av det viktigste i et prosjekt som involverer en rekke aktører fra forskjellige disipliner. Når det kommer til viktigheten av informasjonsflyt så kan det diskuteres i hvilken grad informasjonsflyten skal foregå i et prosjekt som dette. Det er viktig at både informasjonsutvekslingen og det som kommuniseres ikke er overflødig slik at kritisk tid sløses, men desto mer komplekst et

prosjekt er, desto mer kommunikasjon kreves. Det er viktig at styringsgruppen og aktørene vet hvem som trenger informasjon fra dem til hvilken tid, og at de også vet hvilken informasjon de må kommunisere til de andre. Rett informasjon, til rett person, til rett tid. Administrerende prosjektleder hentyder følgende:

*«Kommunikasjonen er ikke så åpen som man ønsker.»*

Dette utsagnet blir støttet opp av en av FoU-aktørene når vi stiller spørsmålet om i hvilken grad de er oppdatert på progresjonen til de andre aktørene til enhver tid:

*«Jeg er jo ikke det, så det er nok kanskje det som har vært utfordringen. Jeg må nå sende en mail og spørre hvordan det går, for de har ikke fortalt meg hvordan de ligger an.»*

Grunnet prosjektets innovative form, vil prosessen være påvirket av uforutsigbarhet og usikkerheter. Dermed må aktørene basere seg på gjensidig tilpasning til hverandre. Som man ser i fra teorien så kreves det flest beslutninger og mest kommunikasjon i en organisasjonsform hvor de involverte må tilpasse seg etter hverandre. Flere av de involverte er ikke tilfreds med kommunikasjonen i prosjektet. Derfor bør det rettes fokus mot å bedre dette på alle plan. Dette er noe administrerende prosjektleder må legge til rette for, men resten av gruppen må også se seg villig til å legge inn den ekstra innsatsen som behøves for å oppnå tilstrekkelig åpen kommunikasjon.

En spesifikk ting som kan trekkes ut fra intervjuene er at det ikke dukker opp noen direkte oppdateringer på hvordan fremdriften til de enkelte aktørene er:

*«Det er nok litt tynt på tilbakemeldingene når det gjelder statusoppdateringer.»*

Dårlig kommunikasjon og lite tilstrekkelig informasjonsflyt er med på å skape en følelse av usikkerhet og økt følelse av risiko for gjennomføringen av prosjektet. Følelsen av usikkerhet og risiko rundt prosjektet er noe man er nødt til å bli kvitt for å sikre at alle aktørene står inne for prosjektet. Vi mener at statusoppdateringer og informasjon i sanntid vil bidra til at aktørene føler en trygghet til at ting ligger etter planen. Oppdateringene hverken trenger eller bør være store og tidkrevende, men jevnlig oppdateringer får aktørene til å føle at det skjer mye. Dette kan igjen også føre til at de andre aktørene som har oppgaver å gjøre faktisk prioriterer disse. Faglig prosjektleder nevner i intervjuet at det er viktig å holde alle aktørene «varme». Vi foreslår at det bør komme på plass et enkelt og brukervennlig system

som tillater aktørene å skrive og lese korte oppdateringer om hvordan den enkelte aktør ligger an i forhold til prosessen.

Kunnskapsaspektet ved modularisering er en vesentlig faktor som spiller inn på hva man kan dra med seg ved denne tilnærmingen. Ikke bare er den tilegnede kunnskapen viktig for en hurtigere respons mot nye kunder, den er også viktig for å beskytte produktet mot duplisering fra konkurrenter. For å utnytte kunnskapen som bygges i gruppen fullt ut, er det viktig at informasjonen som deles er forståelig for alle, og da spesielt for de som informasjonen hovedsakelig er tiltenkt. Det kan virke som at de har en jobb å gjøre i prosjektet når det kommer til dette.

*«Det er noen ganger det er utfordrende å jobbe med FoU-miljøene, for det er for stor avstand mellom våre flater og de flatene de jobber på.»*

Det tviles ikke på at man kan få gjennomført prosjektet slik det er nå, men sammensetningen av gruppen øker kravet til tydelig informasjonsdeling. Teorien stresser viktigheten av informasjonsdeling og felles terminologi for å oppnå komplett samhandling mellom aktørene i nettverket. I prosjektet løses informasjonsdelingen blant annet ved at en FoU-partner oversetter informasjonen en annen FoU-partner fremstiller, for å komme med konkrete kravspekk til en av leverandørene. En av FoU-partnerne virker til å være klar over dette:

*«Vi kan sikkert ha en god oppgave i å kanskje forenkle og formidle det vi gjør som på en måte er allment tilgjengelig med noen gode visualiseringer og ting som er lett forståelig for folk som ikke har vært dypt inne i problematikken. Det er noe vi kan gjøre bedre utover i prosjektet sånn at det står igjen som et produkt.»*

Det å sikre seg at all informasjonen man deler er forståelig er en viktig, men krevende oppgave. For å være sikker på at alle parter kan forstå det som blir formidlet, må man bruke mye tid og arbeid på utformingen, tid som de muligens ikke har til rådighet. Vi ser det likevel som en fordel å tilstrebe dette for fremtidig arbeid. Optimalt sett bør alt av kunnskap formidles på en slik måte at det er forståelig for alle aktørene og at man rett og slett kan kalle informasjonen for kunnskapsmoduler.

#### 5.3.6 Planlegging

Ut i fra dokumenter vi har mottatt kommer det frem at planen før prosjektstart var at det skulle utarbeides rapporteringsrutiner som skulle bli gjeldende for alle deltakere i prosjektet

i forhold til fremdrift, økonomi og avvik. Det er for oss ukjent om dette har blitt gjennomført etter planen, men da det i intervjuene ble stilt oppfølgingsspørsmål angående verktøy for fremdriftsplanlegging og tilsvarende oppgaver var svarene noe varierende. Det generelle inntrykket er at alle de involverte aktørene kjenner til at det brukes noen former for verktøy i fremdriftsplanlegging, men at de har lite kjennskap til hva disse innebærer:

«Vi bruker ingenting selv i det daglige arbeidet, (...) den som sitter på de verktøyene (...) er prosjektlederen. Han har nok sine ønsker og sine verktøy. Der har du nok noen gant-diagrammer og litt sånn forskjellige fremdriftsplaner og diverse.»

Andre aktører nevner at det i hovedsak er brukt et avansert regneark for å styre samhandlingen mellom de involverte, uten at de utdyper dette noe mer. I tillegg kommer det også frem at det er brukt verktøy som er beregnet for å lage fremdriftsplaner (Microsoft Project), men det hentydes at dette verktøyet ikke er tilstrekkelig egnet ved et innovasjonsprosjekt hvor det stadig kan oppstå endringer.

Informasjonen vi sitter på rundt hvordan verktøyene har blitt brukt for å koordinere dette prosjektet er som sagt noe mangelfull. Ut i fra det som kommer frem i intervjuene er det i hovedsak administrerende prosjektleder som har kjennskap til verktøyene som blir brukt for å koordinere oppgavene, de andre involverte kjenner lite til hvordan dette fungerer. Dette trenger i og for seg ikke å være noe negativt da det er prosjektleder som har dette ansvarsområdet, men de andre aktørene kunne muligens med fordel ha mer kjennskap til verktøyene for å dra med seg erfaringer av dette selv.

Teorien tar for seg fordelene ved å fastsette et rammeverk fra starten av for hvordan et prosjekt skal gjennomføres. Hensikten til en prosjektmodell er blant annet å øke forståelsen til den enkelte for hva som skal utføres av oppgaver. For at en prosjektmodell skal kunne gi de fordelene den legger opp til, er alle involverte nødt til å ha god kjennskap til den.

Da vi ikke kjenner til direkte hvordan verktøyene er brukt i dette prosjektet, er det mulig at de har fungert slik de var tiltenkt. Likevel antyder svarene fra intervjuene at det er for lite kjennskap til hvordan disse brukes. Det bør i fremtiden, i henhold til teorien, utarbeides en tydelig og strukturert prosjektmodell som alle aktørene er aktivt involvert i og har god kjennskap til. Modellen må grundig ta for seg alle aspektene som den inkluderer. Dette vil gi mange positive effekter, blant annet ved at retningslinjer for innrapportering av egeninnsats

kommer frem klart og tydelig, aktørene kan holde seg oppdatert på progresjon og man får dekket kunnskapsaspektet ved modularisering ved at modellen oppdateres fortløpende med erfaringer fra prosjektet.

### 5.3.7 Verdikjeden

Gruppen med aktører må ta stilling til hvordan organisasjonen skal struktureres for den videre kommersialiseringen av produktkonseptet. Tanken er at det enten skal etableres et eget selskap som har ansvaret for kommersialiseringen og videre utvikling av produktet, eller at en av aktørene blir stående som hovedeier og med ansvaret for kommersialiseringen. Dette valget avhenger også av ressurser og kapasitet hos de ulike aktørene. Grunnet tanken er å dele eierskapet mellom aktørene basert på hvor stor investering de har hatt i pilotprosjektet, både når det gjelder tids, økonomisk- og produksjonsmessig, kan det være vanskelig å få dette på plass før pilotprosjektet i Arendal er tilnærmet gjennomført. Likevel er det viktig at man har en klar plan klar for hvordan oppbygningen skal være før denne tid.

Sammensetning av aktørene og koordineringen blant og mellom disse er vesentlig for fremtidig suksess. Aktørsammensetningen i den fremtidige organisasjonen kan sees på som en verdikjede, hvor det blir viktig at handlinger som tas er rettet mot organisasjonens helhetlige målsetninger. En godt integrert samhandling mellom alle parter i verdikjeden er utvilsomt lønnsomt. En fullstendig koordinert verdikjede åpner for at alle involverte har informasjonen og insentivene de behøver for å jobbe mot de helhetlige målsetningene, noe som videre bidrar til at det kan knyttes tettere bånd i verdikjeden, gi økt lønnsomhet og bedre tilfredsstillelse av kundekrav. Modulariseringstilnærmingen baserer seg på en tydelig produktarkitektur, det vil si definerte grensesnitt og basiskunnskap i produktet, noe som åpner for at den enkelte aktør kan suboptimere «sitt delprodukt». Det er likevel viktig at de involverte ikke suboptimerer individuelle funksjoner som ender i ufordelaktige utfall for helheten.

Ved sammensetningen av fremtidige aktører anbefales det å tilstrebe en velfungerende desentralisert beslutningstaking, fremfor sentralisert. For å oppnå dette ved etableringen av verdikjeden, hevdes det i teorien at det er fem prinsipper som må på plass:

1. Gruppen må ha klart for seg hvem de aktuelle kundene er og hvilke kundekrav de har. I prosjektet er det allerede gjennomført en initial markedsanalyse for å belyse potensialet for løsningene, som ble tatt med som beslutningsgrunnlag for prosjektet.

Analysen må dog anses som kun en grunnleggende analyse. Vi anbefaler derfor at det gjennomføres en større og mer kvantitativ og kvalitativ analyse for å kartlegge potensialet grundigere og for å få et pålitelig beslutningsgrunnlag for den videre satsningen på produktkonseptet.

2. Et av prinsippene som teorien trekker frem er etableringen av en lean verdikjede for å redusere sløsing og maksimere verdien for kunden. Ved hjelp av modularisering bør ting ligge til rette for at dette lykkes i prosjektet. Modularisering legger til rette for definerte grensesnitt og standardiserte produktplattformer, noe som står sentralt i lean-tankegangen.
3. Da det er hentydet at informasjonsflyten er dårligere enn ønsket mellom aktørene i pilotprosjektet, er dette noe som bør tas tak i ved den videre satsningen. Det å danne en god infrastruktur for deling av informasjon og data har stor betydning for samhandlingen mellom aktørene og prosjektets flyt. Siden tilstrekkelig informasjonsflyt er såpass viktig tas dette opp i punkt 5.3.5.
4. Det må fokuseres på å etablere prosesser som ikke bare går internt i hver enkelt aktørbedrift, men prosesser som går på tvers av aktørene. Med andre ord må man ha prosesser som bidrar til helheten i verdikjeden, og ikke bare internt for hver enkelt aktør. Ved å ha etablert en god infrastruktur for informasjonsdeling kan man utnytte denne informasjonen til å bygge fordelaktige prosesser.
5. Det siste punktet baserer seg på verktøy som kan analysere all informasjon og data man sitter på for å gjøre det enklere å ta viktige felles beslutninger for verdikjeden beste. Med tanke på anbefalingen vi ga om å foreta en grundigere markedsanalyse, så kan et etablert dataverktøy være med på å analysere dataen man har samlet inn og bidra til at gruppen tar de mest fornuftige beslutningene sett fra kundens ståsted.

De fem prinsippene nevnt ovenfor vil være fornuftig å være oppmerksom på for å oppnå det man ønsker når et fremtidig samarbeid skal etableres.

#### 5.3.8 Fremtidig utvikling

Jo tidligere man får ferdigstilt prosjektet, jo tidligere har man noe å vise frem og stille ut.

Koordineringen av tidsrammene for det aktuelle prosjektet er vesentlig for dets mulige

fremtidige suksess. Den fremtidige suksess avhenger av at man får gjennomført dette

prosjektet på en god og strukturert måte da Arendal Havn kan sees på som en slags pilot for

fremtidig utvikling. Flere av intervjuobjektene har presisert hvor viktig det er å få aktivitetsanlegget og gjestehavnen ferdigstilt for å ha noe håndfast å vise til, mens enkelte aktører har ment at dette ikke er en vesentlig faktor for fremtidig suksess.

Vi mener at det ikke nødvendigvis behøver å være slik at pilotprosjektet må være ferdigstilt for at man skal kunne tiltrekke seg andre interessenter, men vi ser fordelen av å få testet ut produktkonseptet tilstrekkelig. Når folk ser at det fungerer på en god måte vil dette gi gratis markedsføring. I tillegg vil man gjennom pilotprosjektet dra med seg mange erfaringer som man vil høste av senere. Det er gode muligheter for at det vil oppstå problemer som man ikke har forutsett i prosjekteringen. Dette kan strekke seg fra sammensetningen av modulene til det å trekke folk som ser verdien av konseptet. Aktørene bør ikke binde seg opp med nye kunder for tidlig med tanke på dagens prosjektstatus hvor fortsatt mye er uklart, men de må heller ikke avfeies. Fokuset bør tross alt ligge på ideen om den fremtidige geskjeften.

Siden prosjektsamarbeidet allerede fra start har fått erfare at de involverte aktørene prioriterer ulikt med hensyn til tid som settes av til prosjektarbeidet, bør det legges vekt på at et fremtidig samarbeid krever tilstrekkelig innsats fra alle involverte. Ut fra agentteorien kan man se at det kan oppstå problemer når samarbeidende parter har forskjellig syn og mål for hva de ønsker ut av samarbeidet og prosjektet. Teorien foreslår å fastsette en effektiv kontrakt for å styre forholdet mellom partene for å unngå mulige problemer. I dette prosjektet finnes det allerede delvis fastsatte insentiver. Dette går på hvor stor eierandel og hvilke rettigheter de ulike aktørene skal ha ved en fremtidig kommersialisering av produktet. Insentivene skal baseres på investering av tid, midler og generelt hvor mye de bidrar med til pilotprosjektet.

Det viser seg at insentivene i dette prosjektet ikke fungerer fullt ut, da det likevel er parter som ikke vier prosjektet tilstrekkelig med innsats. Dette prosjektet blir med andre ord nedprioritert fremfor andre, sikrere inntektskilder. Man kan til dels si at dette går ut over den aktuelle parten i form av mindre eierskap til det fremtidige produktet, men det går også utover resten av gruppen med aktører. Siden alle er meget avhengige av hverandre for å få gjennomført dette prosjektet, vil nedprioritering fra en part skape problemer og frustrasjon hos de resterende partene. Dette er også med på å skape en usikkerhet i gruppen, da man ikke føler tryggheten ved at prosjektet har den fremdriften og flyten som er planlagt. Dette

underbygges i intervjuene, hvor blant annet en av partene uttaler følgende på spørsmålet om det legges ned mye ressurser i koordineringsarbeidet:

*«Det må de nesten svare på de som jobber med det, men etter mitt skjønn så burde det vært lagt ned mye mer. Da ser vi det som sagt litt fra utsiden, for det kan hende at det jobbes masse i kulissene uten at vi vet om det, men for vår del, ut i fra det å få på plass den kommersialiseringsbiten og få folk trygge på at det ikke er så høyrisiko å kjøre videre og holde tidsplaner også videre, (...) så tror jeg det måtte vært lagt ned mer ressurser i prosjektledelse.»*

Støttet opp av teorien, vil vi foreslå at det utarbeides kontrakter mellom partene som skal ta del i den fremtidige utviklingen av produktet. Grunnet erfaringer aktørene har dratt med seg fra pilotprosjektet, hvor forpliktelsene hovedsakelig baserer seg på gjensidig tillit, bør det vurderes om det skal innlemmes noen former for sanksjoner ved brudd på kontrakten. Partene er totalt avhengig av hverandre og er sammen om å dele på risikoen ved prosjektet, derfor må alle parter opptre ut i fra helhetens beste.



## 6 Konklusjon

**Forskerspørsmål 1:** Var valget om å anvende modularisering for produktutvikling på det aktuelle prosjektet den optimale metoden og hvilke tilnærming til modularisering er mest hensiktsmessig for å gi den mest effektive prosessen?

### *Valg av metode for å utvikle prosjektet*

Drøftingen indikerer at valget om å benytte modularisering som metode er det optimale valget for kunden. Dette på bakgrunn av at aktørene og Innovasjon Norge er inne med betydelige investeringer i prosjektet, noe som reduserer de potensielle konsekvensene av den økte risikoen. Fra aktørenes perspektiv er det derimot vanskelig å konkludere. Dette fordi prosjektet er fortsatt inne i en tidlig fase, og det er det vanskelig å trekke en klar slutning for om valget om å anvende modularisering som metode på dette prosjektet er det optimale valget, eller om en konvensjonell metode skulle vært benyttet. Det vil være avhengig om de får inn ytterligere leveranser til andre maritime anlegg og om de i tilstrekkelig grad klarer å utnytte effektene modularisering åpner for.

Hvis de ikke får inn nye leveranser vil valget av å benytte modularisering som metode trolig ikke være det optimale valget. Dette fordi løsningene de utarbeider gjennom dette prosjektet skal ha en videreføringsverdi som skal benyttes på kommende leveranser. Denne videreføringsverdien vil i langt mindre grad være utslagsgivende ved anvendelse av en konvensjonell metode, der løsningene utvikles spesifikt for det enkelte prosjekt.

Får de derimot inn nye leveranser vil valget av modularisering som metode kunne være det optimale valget, dersom de i tilstrekkelig grad lykkes med å utnytte effektene modularisering åpner for. Det er dermed avhengig av om de klarer å utvikle modulene i tilstrekkelig grad for og nå en skalaøkonomi, slik at produksjonskostnadene blir redusert, for å dekke opp for de initiale utviklingskostnadene. Produktplattformen er fleksibel nok til at den kan videreutvikles og muliggjøre for at de kan være konkurransedyktige fremover, men de er også avhengig av at fleksibiliteten av produktplattformen ikke går på bekostning av ytelsesevnen til sluttproduktet. Kompetanseheving er også et sentralt aspekt innen dette prosjektet. Drøftingen indikerer at aktørene ville etablert et større kompetansegrunnlag uavhengig av metode som velges for dette prosjektet, men at løsningene som utarbeides

ved å benytte modularisering vil ha større videreføringsverdi, ettersom løsningene skal utvikles med hensyn til kommende prosjekter.

Et sentralt forbedringspotensiale er den til dels manglende teoretiske forståelsen for modularisering blant aktørene, noe som kan ha uheldige konsekvenser for prosjektet, og bør derfor rettes fokus mot.

### *Tilnærming til modularisering*

Drøftingen indikerer at en funksjonsbasert top-down løsning er det optimale valget av tilnærming for dette prosjektet. Dette fordi det ikke eksisterer noen referanseprosjekter for dette prosjektet, dermed kan ikke aktørene benytte eksisterende løsninger for utviklingen av dette prosjektet, noe som ofte er overveldende i komponentbaserte løsninger. Det faktum at aktørene i stor grad utvikler komponentene og modulene enkeltvis kan medføre at en bottom-up tilnærming er overflødig og en top-down mer hensiktsmessig. Dette underbygges videre av at kompleksiteten av prosjektet ligger i omfanget av prosjektet og ikke i utviklingen av de enkelte modulene. En top-down tilnærming vil dermed drastisk redusere risikoen for at endringer i den overliggende produktarkitekturen må forekomme for at den skal dekke den tiltenkte funksjonen.

Metoden er ikke direkte låst til hvilken tilnærming til modularisering som benyttes på prosjektet, men benyttes fortrinnsvis innen de forskjellige tilnærmingene. Vi har tidligere indikert at en funksjon top-down tilnærming er gunstig, noe som antyder at en MFD metode vil være den optimale metoden for produktutvikling på dette prosjektet. Dette kan videre underbygges ved at enkelte av aktørene har tidligere kjennskap til metoden, noe som øker sannsynligheten for at denne metoden kan benyttes med gode resultater.

Det faktum at aktørene benytter forskjellige metoder for å utvikle modulene er en tydelig svakhet i dette prosjektet. Det faktum at SINTEF er en deltagende part i dette prosjektet og besitter god kompetanse innen det teoretiske aspektet av modularisering og metoder som kan benyttes for utvikling av modulene gir aktørene mulighet til å tilegne seg erfaring og kompetanse med anvendelse av disse metodene, som de ikke vil ha mulighet til gjennom andre prosjekter. Dette vil kunne gi aktørene mulighet til å etablere det nødvendige kompetansegrunnlaget for suksessfullt å anvende disse metodene i kommende prosjekter.

**Forskerspørsmål 2:** Hvordan kan de aktuelle aktørene koordineres på en mest hensiktsmessig måte i en modulariseringsprosess?

### *Koordinering i en modulariseringsprosess*

Det som utspiller seg som sterkest i våre funn er utilfredsheten rundt kommunikasjonen og informasjonsflyten i prosjektet. Da dette er faktorer som har innvirkning på de fleste aspektene ved et prosjekt, er det viktig at man i dette prosjektet ser viktigheten av å fokusere på dette. Det har kommet frem at kommunikasjonen ikke har vært på ønsket nivå. Dette er med på å gi aktørene økt følelse av risiko og generell usikkerhet til prosjektet. For å redusere eller fjerne denne usikkerheten, bør det komme på plass et system som tillater for statusoppdateringer i sanntid. Siden kunnskapsdelen av prosjektet er en del av produktet, bør all data arbeides med slik at det er forståelig for alle involverte. Dette krever arbeid, men vi mener likevel dette vil være hensiktsmessig. Klarere og tydeligere rammer fra kunden om hva han ønsker er viktig. Siden kunden også er en av de involverte aktørene og leder av styringsgruppen blir dette spesielt viktig.

Det er blitt satt en felles målsetning for hvordan de ønsker at produktkonseptet skal bli, men det er likevel noe sprikende interesser fra de forskjellige partene. For at man skal få det optimale ut av prosjektet er det viktig at det etableres felles mål som alle kan stå inne for fullt ut.

Alle aktørene forstår at de er avhengig av andre i prosjektet, men det kommer frem i intervjuene at noen av partene mener at de kun er avhengig av visse aktører. Da prosjektet er avhengig av alle parter som er involvert for å lykkes, er det viktig at man forstår at alle involverte er gjensidig avhengige av hverandre. Til tross for at en part har lite eller ingen direkte tilknytning til visse parter for å få utført en spesifikk arbeidsoppgave, er prosjektets helhet avhengig av at alle utfører tiltenkt jobb for å få til et suksessfullt produktkonsept. Det er viktig at det etableres en felles ideologi i gruppen på at alle er avhengig av hverandre.

Prosjektet ligger langt bak budsjettet tidsmessig. Det kommer frem at dette har en viss sammenheng med manglende innrapportering av egeninnsats fra aktørene og kjøp av ekstern FoU. Siden det også kommer frem at det sannsynligvis er lagt ned mer egeninnsats enn hva som er rapportert, hentyder dette at de involverte ikke har tilstrekkelig informasjon over hva som skal innrapporteres. Vi mener en klarere retningslinje for hva som skal

rapporteres må på plass. Ved å få rapport det som skal og få ut de midlene som er tiltenkt, vil man føle en større trygghet til prosjektet. En ringvirkning av dette kan være at de involverte føler seg tryggere på å prioritere mer av sin tid på prosjektet. Da man har hatt problemer i prosjektet med at visse aktører ikke vier nok tid til prosjektet, kan dette tiltaket være med på å få aktørene til å tilstrebe gjennomføringen av arbeidsoppgaver innenfor den satte tidsfristen.

Det er noe vanskelig å konkludere med hvordan verktøyene som er brukt for planlegging og samhandling i prosjektet har fungert, men siden prosjektet ligger såpass langt bak planen og intervjuene med de involverte hentyder lite kjennskap til verktøyene, mener vi det er trygt å si at det ikke har fungert optimalt. I det fremtidige arbeidet bør man etablere en tydelig og strukturert prosjektmodell som alle de involverte tar del i å utforme og har god kjennskap til. Dette vil gi mange positive effekter, blant annet ved at retningslinjer for innrapportering av egeninnsats kommer frem klart og tydelig, aktørene kan holde seg oppdatert på progresjon og man får dekket kunnskapsaspektet ved modularisering ved at modellen oppdateres fortløpende med erfaringer fra prosjektet.

Aktørene må ta stilling til hvordan den fremtidige organisasjonen skal struktureres. Ved sammensetningen av aktører til det man kan kalle en verdikjede, er det en del prinsipper man bør ta hensyn til. I drøftingsdelen, punkt 5.3.7, er disse prinsippene gått gjennom med noen anbefalinger og tiltak. Blant annet anbefales det at man gjennomfører en større og mer kvantitativ og kvalitativ markedsanalyse for å kartlegge kundepotensialet grundigere for å få et pålitelig beslutningsgrunnlag for den videre satsningen på produktkonseptet.

Prosjektet i dag baserer seg hovedsakelig på fordelingen av fremtidig eierskap til produktkonseptet og gjensidig tillit. Siden prosjektet har opplevd at visse aktører ikke prioriterer prosjektet tilstrekkelig, mener vi at det kan være hensiktsmessig å utarbeide kontrakter mellom partene som inneholder sanksjoner om man ikke investerer nok tid i samarbeidet.

## 7 Etterord

Denne oppgaven kan sees på som et utforskende studium som en kommende oppgave kan baseres på. Dette fordi prosjektet fortsatt er inne i en tidlig fase hvor de jobber med utviklingen av løsninger knyttet til leveransen av Arendal Gjestehavn, men som også kan benyttes på kommende leveranser.

Videre oppgaver kan gjennomføre tidsstudier og etterkalkyler etter at det er gjennomført leveranser. Det kan også gjennomføres en studie hvor vanlige leveranser settes opp mot et utviklingsprosjekt, siden Arendal Gjestehavn er et utviklingsprosjekt, men det skal forekomme vanlige leveranser på et senere stadium.

En ekstra mulighet kan være at man foretar en systematisk tilnærming til modularisering ved hjelp av MFD-metoden.

## 8 Litteraturliste

- Ahmad, S., Schroeder, R. G., & Mallick, D. N. (2010). The relationship among modularity, functional coordination, and mass customization - Implications for competitiveness. *European journal of innovation management*, 13(1), 46-61.
- Bitran, G., Bassetti, P. F., & Romano, G. M. (2003). Supply chains and value networks: The factors driving change and their implications to competition in the industrial sector. 2(3).
- Blackenfelt, M. (2001). Modularisation by relation matrices - A method for the consideration of strategic and functional aspects *Design for configuration* (pp. 134-152): Springer Berlin Heidelberg.
- Christopher, M. (2005). *Logistics and supply chain management: Creating value-adding networks*. Great Britain: Pearson Education.
- Dutta, S., Narasimhan, O., & Rajiv, S. (1999). Success in high-technology markets: Is marketing capability critical? *Marketing science*, 18(4), 547-568.
- Eggen, Ø. (2003). Modular product development. *Department of product design*.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review. *The academy of management*, 14(1), 57-74.
- Erixon, G. (1998). *Modular function deployment - A method for product modularisation*. (Doktorgradsavhandling The Royal Institute of Technology).
- Eskildsen, K. (2011). *Modularization*. (Mastergradsavhandling Aalborg University), Kenneth Eskildsen, Copenhagen.
- Filev, A. (2008). Top-down and bottom-up project management: Leveraging the advantages of the two approaches. Retrieved 9. mai, 2014, from <http://www.wrike.com/projectmanagement/02/07/2008/Top-down-and-Bottom-up-Project-Management-Leveraging-the-Advantages-of-the-Two-Approaches>
- Gershenson, J. K., Prasad, G. J., & Allamneni, S. (1999). Modular product design: A life-cycle view. *Journal of integrated design and process science*, 3(4).
- Grussenmeyer, R., & Blecker, T. (2013). Requirements for the design of a complexity management method in new product development of integral and modular products. *International journal of engineering, science and technology*, 5(2), 132-149.
- Haraldsen, G. (1999). *Spørreskjemametodikk: Etter kokeboken*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Harland, C. M. (1996). Supply chain management: Relationships, chain and networks. *British journal of management*, 7(Special issue), 63-80.
- Hartlieb, E., Leber, M., Tuppinger, J., & Willfort, R. (2005). *The analysis of organizational culture and structure as a basis for the implementation of knowledge management*. Viena: ISN.
- Holtta, K. M. M., & Salonen, M. P. (2003). *Comparing three different modularity methods*. Paper presented at the In proc of ASME design engineering technical conferences, Chicago, IL.
- Hsuan, J. (1999). Impacts of supplier-buyer relationships on modularization in new product development. *European journal of purchasing and supply management*, 5, 197-209.
- Huang, C.-C. (2000). Overview of modular product development. 24(3), 149-165.
- Innovasjon Norge. (2014). Hva er IFU/OFU? Retrieved 15.05.2014, 2014, from <http://www.innovasjon Norge.no/no/finansiering/tilskudd-til-forskning-og-utvikling/Hva-er-IFU-og-OFU>
- Jensen, P., Hamon, E., & Olofsson, T. (2009). *Product development through lean design and modularization principles*. Paper presented at the Annual conference of the international group for lean construction.
- Jiao, J., Simpson, T. W., & Siddique, Z. (2007). Product family design and platform-based product development: A state-of-the-art review. *J Intell Manuf*, 18, 5-29.
- Kalsaas, B. T., & Sacks, R. (2011). *Conceptualization of interdependency and coordination between construction tasks*. Paper presented at the Proceedings IGLC19, Lima, Peru.

- Kogut, B., & Zander, U. (1993). Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. *Journal of international business studies*, 625-645.
- Kogut, B., & Zander, U. (1996). What firms do? Coordination, identity, and learning. *Organization science*, 7(5), 502-518.
- Lehtonen, T. (2007). *Designing modular product architecture in the new product development*. (Doktorgradsavhandling Tampere University of Technology).
- Leine, A. (2013). Modular product architecture and lean: Effectiveness and capacity.
- Leine, A., & Jiran, S. (2012). Modular product architecture and lean: A winning synergy.
- Lin, Y., Zhou, L., Shi, Y., & Ma, S. (2009). 3C framework for modular supply networks in the Chinese automotive industry. *The international journal of logistics management*, 20(3), 322-341.
- Lotherington, A. T. (1990). Intervju som metode. Tromsø: Forskningsstiftelsen ved Universitetet i Tromsø.
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1990). What is coordination theory and how can it help design cooperative work systems? , 357-370.
- Malone, T. W., & Crowston, K. (1994). The interdisciplinary study of coordination. *ACM computing surveys*, 26(1), 88-119.
- Marti, M. (2007). *Complexity management: Optimizing product architecture of industrial products*. (Doktorgradsavhandling University of St. Gallen), St. Gallen, Canada.
- Mikkola, J. H., & Gassmann, O. (2003). Managing modularity of product architectures: Toward an integrated theory. *IEEE transactions on engineering management*, 50(2), 204-218.
- Miller, T. D., & Elgård, P. (1998). *Defining modules, modularity and modularization Evolution of the concept in a historical perspective*. Paper presented at the Proceedings of the 13th IPS Research Seminar, Fuglsoe.
- Mintzberg, H. (1979). *The structuring of organizations*: Prentice Hall.
- Muckstadt, J. A., Murray, D. H., Rappold, J. A., & Collins, D. E. (2001). Guidelines for collaborative supply chain system design and operation. *Information system frontiers*, 3(4), 427-453.
- Newton, N. (2010). *The use of semi-structured interviews in qualitative research: Strengths and weaknesses*. (Doktorgradsavhandling University of Bristol), University of Bristol, Bristol.
- Pandremenos, J., & Chryssolouris, G. (2009). *Modular product design and customization*. Paper presented at the CIRP Design Conference, Cranfield University.
- Pathak, S. D., Day, J. M., Nair, A., Sawaya, W. J., & Kristal, M. M. (2007). Complexity and adaptivity in supply networks: Building supply network theory using a complex adaptive systems perspective. *Decision sciences*, 38(4), 547-580.
- Pil, F. K., & Cohen, S. K. (2006). Modularity: Implications for imitation, innovation, and sustained advantage. *Academy of management review*, 31(4), 995-1011.
- Pine, B. J. (1993). Mass customizing products and services. *Planning review*, 21(4), 6-13.
- Punch, K. F. (2005). *Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches* (2 ed.): SAGE.
- Sahin, F., & Robinson, E. P. (2002). Flow coordination and information sharing in supply chains: Review, implications, and directions for future research. *Decision sciences*, 33(4), 505-536.
- Sanchez, R., & Heene, A. (1997). *Strategic learning and knowledge management* (Vol. 1). New York, NY: John Wiley & Sons.
- Sanchez, R., & Mahoney, J. T. (1996). Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organizational design. *Strategic management journal*, 17(Special issue: Knowledge and the firm), 63-76.
- Sanchez, R., & Mahoney, J. T. (2009). *Managing in the modular age: Architectures, networks and organizations*: Wiley.
- Silveira, G. D., Borenstein, D., & Fogliatto, F. S. (2001). Mass customization: Literature review and research directions. *International journal of production economics*, 72(1), 1-13.
- Stone, R. B., Wood, K. L., & Crawford, R. H. (2000). A heuristic method for identifying modules of product architectures. *Design studies*, 21, 5-31.

- Thomas, G. (2011). *How to do your case study: A guide for students and researchers*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Tsai, W. (2002). Social structure of "coopetition" within a multiunit organization: Coordination, competition, and intraorganizational knowledge sharing. *Organization science*, 13(2), 179-190.
- Westhagen, H., & Johannessen, P. A. (1988). *Prosjektarbeid: Styring, organisering, ledelse* (2 ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research Design and methods* (3 ed. Vol. 5).
- Zagnoli, P., & Pagano, A. (2001). Modularization, knowledge management and supply chain relations: the trajectory of a European commercial vehicle asseler. *Actes du Gerpisa*, 32, 45-64.
- Zsidisin, G. A., & Ellram, L. M. (2003). An agency theory investigation of supply risk management. *The journal of supply chain management*, 15-27.



## 9 Appendiks

### 9.1 Intervjuguiden

#### Innledning

1. Hvorfor er dere med i prosjektet?
2. I hvilket stadiet av prosjektet ble dere involvert?
3. Hvordan passer dette prosjektet inn i deres kjernevirksomhet/kjerneområde?
4. Hvilken teoretisk forståelse har dere av modularisering?
5. Hvordan kan løsninger gjennom dette prosjektet ha anvendelsesverdi for dere i fremtidige prosjekter/produkter/løsninger og markeder?
  - a. Grensesnitt designet for enkel oppgradering

#### Modularisering

1. Hva var hovedmotivasjon bak valget om å modularisere?
  - a. I hvilken grad har dere nådd disse målene
2. Har dere tidligere erfaring fra modularisering?
  - a. Hvilken grad av ekspertise innehar dere?
  - b. Har dere leid inn ekstern ekspertise?
3. Var det noen referanseprosjekter for dette prosjektet?
  - a. Har dere benyttet komponenter fra tidligere prosjekter
    - i. I hvilken grad har dere benyttet NTF komponenter
    - ii. Medfører de nye komponentene at dere får et konkurransefortrinn
    - iii. I hvilken grad har dere tilrettelagt for videre innovasjon
4. Hvordan involveres de ansatte?
  - a. Internt i bedriften
  - b. Hvordan involveres dere eksternt mellom de andre aktørene
5. Hvor kompleks er produktarkitekturen
6. hvordan var tidsaspektet for utviklingen av komponentene
7. Hvilken tilnærming til modularisering er valgt?  
(Komponent eller funksjon, bottom-up eller top-down)
  - a. Hvordan har dere kommet fram til dette valget
8. Hvilken metode for produktutvikling er valgt?  
(MFD, heuristikk, DSM, kombinasjon)

## Koordinering

1. Hvilke utfordringer står dere ovenfor med tanke på koordinering mellom aktørene?
2. Legger dere ned mye ressurser i koordineringsarbeid?
  - a. Mellom de involverte aktørene?
  - b. Hvordan/I hvilken grad involveres de ansatte i koordineringsarbeidet?
3. Er det visse områder av samarbeidet som er vanskeligere å koordinere enn andre?
  - a. Informasjonsflyt
  - b. Tilpasning/Kompatibilitet
  - c. Kompetansedeling
4. I hvilken grad er dere oppdatert på progresjonen til de andre aktørene til enhver tid?
  - a. Hyppige møter/samtaler/informasjon
5. Vil du si at koordineringen er vanskeligere i et samarbeid om innovasjon hvor de involverte er mer eller mindre likestilt, kontra et samarbeid hvor eksempelvis en byggherre bringer inn mange underaktører som han har hovedansvaret for?
6. Hvor avhengig vil du/dere si at dere er av de andre aktørene i det daglige arbeidet med prosjektet?
7. Bruker dere, eller kjenner dere til noen former for koordineringsverktøy?
  - a. Gantt/Pert/CPM/LPS