

Eric Myking Rinvik
Joakim Aleksander Kristensen

Tredimensjonale verdikjeder: Innovasjon og effektivitet gjennom additiv tilvirkning

En kvalitativ studie om bedrifiers tilpasning til
additiv tilvirkning

Masteroppgave i Ledelse av teknologi
Veileder: Tina Bjørnevik Aune
Mai 2024

Eric Myking Rinvik
Joakim Aleksander Kristensen

Tredimensjonale verdikjeder: Innovasjon og effektivitet gjennom additiv tilvirkning

En kvalitativ studie om bedrifters tilpasning til additiv
tilvirkning

Masteroppgave i Ledelse av teknologi
Veileder: Tina Bjørnevik Aune
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for økonomi
NTNU Handelshøyskolen



Kunnskap for en bedre verden

Forord

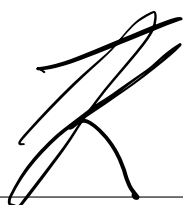
Denne masteravhandlingen skrives av Joakim Aleksander Kristensen og Eric Myking Rinvik under vårsemesteret 2024 og markerer slutten på et 2-årig masterstudium i ledelse av teknologi på NTNU Handelshøyskolen. Totalt utgjør oppgaven 30 studiepoeng. Oppgaven er skrevet for fakultetet for økonomi og administrasjon (ØK) ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i Trondheim.

Masteravhandlingen ble satt i gang på forespørsel fra SINTEF, og tar for seg temaet additiv tilvirkning og digitale verdikjeder. Masteroppgaven er strukturert rundt sentrale fagområder innen teknologiledelse som innovasjon og ARA-modellen. Som utdannede logistikkingeniører synes kandidatene additiv tilvirkning, og potensialet teknologien har for fremtidens logistikk, er meget interessant.

Prosessen med masteravhandlingen har vært krevende, men også givende. Det er flere vi vil takke for deres bidrag til å gjøre prosessen så enkel som mulig. Først og fremst ønsker vi å takke førsteamanuensis, studieprogramleder ved master i ledelse av teknologi og oppgavens veileder, Tina Bjørnevik Aune. Din veiledning og dine tilbakemeldinger har vært konstruktive og utfordrende, og således uvurderlige. Det har gitt oss et produkt vi er stolte av. Videre er det ønskelig å takke Trond Halvorsen hos SINTEF. Trond har fungert som et bindeledd til industrien, og har satt oss i kontakt med relevante personer hos forskjellige aktører. I tillegg har han gitt gruppen tilgang til en mengde fagartikler, som har bidratt til å gi gruppen det relevante faglige grunnlaget for å gjennomføre masteravhandlingen på en god måte. Dette er vi veldig takknemlige for. Vi ønsker også å takke informantene som har bidratt til avhandlingen.

Avslutningsvis vil vi takke våre kolleger på masterkontoret, Tómas Ari Einarsson og Jonas Kringen Wedul. Dere har gjort en hverdag preget av masterskriving overkommelig og artig.

Innholdet i denne oppgaven står for forfatternes regning.



Joakim Aleksander Kristensen

Trondheim, 23. mai 2024



Eric Myking Rinvik

Sammendrag

Oppgaven er inspirert av forskning SINTEF har gjennomført på additiv tilvirkning, og ønsker å utforske hvilke endringer som skjer i verdikjeder som følge av innføring av additiv tilvirkning. Additiv tilvirkning omtales ofte i dagligtale som 3D-printing. I tillegg undersøkes det hvordan bedrifter kan håndtere endringene i verdikjeden på en best mulig måte. Dette temaet er interessant for kandidatene, da det utforsker områder både innenfor ledelse av teknologi og logistikk.

Det tas utgangspunkt i en verdikjede som et nettverk av aktører med aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker seg i mellom. Derfor er ARA-modellen et sentralt strukturelt verktøy i oppgaven. Det benyttes teori fra verdikjedestyring, verdikonfigurasjoner og innovasjonsteori for å undersøke, sette i kontekst og evaluere oppgavens empiriske funn. Her blir blant annet verdiverksted et sentralt tema for å beskrive dagens verdikonfigurasjon for additiv tilvirkning.

Masteravhandlingen er av kvalitativ art, og benytter semi-strukturerte dybdeintervjuer med syv informanter fra norsk næringsliv. Disse benytter additiv tilvirkning i varierende grad. Informantene er også fra forskjellige ledd i verdikjeder, og belyser forskjellige perspektiver for bruk av additiv tilvirkning.

Et sentralt funn i masteravhandlingen er at det er en manglende tillit fra OEM og leverandører til andre i nettverk for additiv tilvirkning. Dette ble koblet til en skjevfordeling i risiko- og belønningsdeling, som er et sentralt aspekt ved gode samarbeid i nettverk. OEM og leverandører ender opp med mesteparten av risiko, mens slutt kunder får brorparten av belønningene. Tettere aktørbånd, spesielt med OEM og leverandører, blir utpekt som et av hovedområdene for å få utnyttet det fulle potensialet additiv tilvirkning har som ressurs. Dette vil føre til en endring i ressurskoblinger og aktivitetslinker, og kan gi betydelige konkurransefortrinn.

Avslutningsvis konkluderes det med at additiv tilvirkning som en teknologisk innovasjon vil endre verdikjeder i stor grad. En forutsetning for vellykket innføring av additiv tilvirkning er en organisatorisk innovasjon, i form av digitale verdikjeder. I tillegg til dette, er det nødvendig med en innovasjon innenfor forretningsmodeller og betalingsløsninger for å sikre OEM og leverandørs inntekter. Dette, sammen med skjevfordeling i risiko- og belønningsdeling, kannibalisering av produkter og repeterbarhet, er områder som må videre utforskes.

Abstract

This master's thesis is inspired by research done by SINTEF on the topic of additive manufacturing. The thesis wishes to explore the changes that occur in value chains as a result of the introduction of additive manufacturing. Additive manufacturing is often referred to as 3D-printing. In addition, how businesses can handle the changes in the value chain is explored. This theme is interesting to the candidates, as it explores areas within both technology management and logistics.

A value chain as a network of actors with actor bonds, resource ties and activity links between them is a base assumption through the thesis. Thus, the ARA-model is a central, structural tool in the thesis. Theory from value chain management, value configurations, and innovation theory is used to explore, contextualize, and evaluate the empirical findings in the thesis. Value shops is a central theme to describe today's value configuration for additive manufacturing.

The master's thesis is of qualitative nature, and utilizes semi-structured depth interviews, with seven informants from the Norwegian industry. The informants use additive manufacturing in varying degree. They are also from different stages of value chains, and bring different perspectives to the utilization of additive manufacturing.

In the thesis' discussion, a central finding is a lack of trust from OEM and suppliers to others in the network for additive manufacturing. This was linked with an imbalance in risk and reward sharing, which is a central aspect of effective collaboration within networks. OEM and suppliers end up with most of the risk, while end-customers reap the majority of the rewards. Closer actor bonds, especially with OEM and suppliers, is highlighted as one of the key drivers for exploiting the full potential of additive manufacturing as a resource. This will lead to a change in resource ties and activity links, which can result in significant competitive advantage.

The thesis concludes that additive manufacturing as a technological innovation will alter value chains in a great degree. A precondition for a successful introduction of additive manufacturing is organizational innovation in the form of digital value chains. In addition, an innovation in business models and payment solutions is necessary to ensure revenue for OEM and suppliers. These factors, combined with the imbalance of risks and rewards, cannibalization of products, and repeatability, are areas that need further research.

Innhold

Figurer	vi
Tabeller	vi
Akronymer og definisjoner	vii
1 Introduksjon	1
1.1 Additiv tilvirkning	1
1.2 Bakgrunn	1
1.3 Problemstilling	2
1.4 Avgrensning	3
1.5 Bidrag til forskning	3
1.6 Oppgavens struktur	4
2 Teori	5
2.1 Additiv tilvirkning	5
2.2 Verdikjede	6
2.2.1 Digitale verdikjeder	7
2.2.2 Verdikjestyling	8
2.2.3 Tradisjonell verdikjede	11
2.2.4 Verdiverksted	11
2.2.5 Verdnettverk	12
2.2.6 Sammenligning av verdikjede, verdiverksted og verdnettverk	13
2.2.7 Endring i verdikjeden og logistikk	13
2.3 Relasjoner	14
2.4 Teknologiske og organisatoriske innovasjoner	14
2.5 ARA-modellen	14
2.6 Aktørbånd	17
2.6.1 Disruptive innovasjoner	18
2.6.2 Teknologiakseptmodellen	19
2.6.3 Diffusjonsteori	20
2.6.4 Teknologisk spillover	21
2.6.5 Aktørbånd i verdikonfigurasjoner	22
2.6.6 Aktørbånd i tradisjonelle verdikjeder	22
2.6.7 Aktørbånd i verdiverksted	23
2.7 Ressurskoblinger	23

2.7.1	Ressursinteraksjon i interorganisasjonelle nettverk	23
2.7.2	Ressurser i tradisjonelle verdikjeder	26
2.7.3	Ressurser i verdiverksted	26
2.8	Aktivitetslinker	27
2.8.1	Produksjonsstyring	27
2.8.2	Aktiviteter i tradisjonelle verdikjeder	29
2.8.3	Aktiviteter i verdiverksted	30
2.9	Teoretisk rammeverk	31
3	Metode	32
3.1	Valg av metode	32
3.2	Dybdeintervju	33
3.2.1	Semistrukturert intervju	34
3.2.2	Skriftlig oppfølging	34
3.2.3	Utvalg	35
3.2.4	Datainnsamling	36
3.2.5	Intervjuguide	37
3.3	Sekundærkilder	38
3.4	Databehandling	38
3.4.1	Transkribering	38
3.4.2	Koding	39
3.5	Evaluering av data	40
3.5.1	Reliabilitet	40
3.5.2	Validitet	40
4	Empiri	42
4.1	Equinor	43
4.1.1	Additiv tilvirkning i Equinor	43
4.2	Kongsberg Maritime	46
4.2.1	Additiv tilvirkning i Kongsberg Maritime	47
4.3	Vår Energi	48
4.3.1	Additiv tilvirkning i Vår Energi	49
4.4	AM North	51
4.5	Pelagus 3D	52
4.6	Sentrale funn	54
4.6.1	Motivasjon og barrierer for bruk av additiv tilvirkning	54
4.6.2	Relasjoner i digitale verdikjeder	58

4.6.3	Manglende kompetanse, kommunikasjon og motivasjon	58
4.6.4	Investeringer, kostnader og tappt inntekt	60
4.6.5	Innføring av ny teknologi og samarbeid	61
4.7	Oppsummering av funn	63
5	Diskusjon	65
5.1	Aktørbånd	65
5.1.1	Innovasjon hos enkeltaktører	65
5.1.2	Aktørbånd bidrar til innovasjon i verdikjeder	68
5.1.3	Aktørbånd endrer seg i digitale verdikjeder	70
5.2	Ressurskoblinger	73
5.2.1	Ressurskoblinger i digitale verdikjeder	74
5.3	Aktivitetslinker	76
5.3.1	Aktivitetslinker i digitale verdikjeder	77
5.4	Andre punkter	79
5.4.1	Risiko- og belønningsdeling	79
5.4.2	3D-printing sitt dårlige rykte	80
5.4.3	Fra verdiverksted til verdinettverk	80
5.4.4	Oppsummering av diskusjon	81
5.5	Utfordringer	83
5.6	Svakheter	84
5.7	Oppgavens validitet og reliabilitet	85
5.7.1	Reliabilitet	85
5.7.2	Validitet	85
6	Konklusjon	87
6.1	Videre forskning	88
6.1.1	Risiko- og belønningsdeling	89
6.1.2	Kannibalisering	89
6.1.3	Repetbarhet	89
	Bibliografi	90
	Vedlegg	95
A	Intervjuguide	95
B	Samtykkeerklæring	97

Figurer

2.1	Porters verdikjede	7
2.2	Tradisjonell verdikjede	8
2.3	Digital verdikjede	8
2.4	ARA-modellen	15
2.5	Teknologiakseptmodellen	19
2.6	Diffusjonskurve	21
2.7	4R-modellen	25
2.8	Pull og push produksjon	28
2.9	Aktiviteter i et verdiverksted	30
4.1	Tradisjonell verdikjede	42
4.2	Digital verdikjede med informanter	42
4.3	Equinor sin plass i en verdikjede	43
4.4	Kongsberg Maritime sin plass i en verdikjede	47
4.5	Vår Energi sin plass i en verdikjede	49
4.6	AM North sitt bidrag i en verdikjede	52
4.7	Pelagus 3D sitt bidrag i en verdikjede	53
5.1	Eksempel på 4R-modell	75
5.2	Aktiviteter i et digitalt verdiverksted	77
5.3	Illustrert oppsummering av diskusjon	83

Tabeller

2.1	Metoder for additiv tilvirkning	5
2.2	Sammenligning av verdikjede, verdiverksted og verdinettverk	13
3.1	Oversikt over informanter.	36
4.1	Drivere og barrierer	64

Akronymer og Definisjoner

- **AM** - Additive Manufacturing (additiv tilvirkning).
- **ARA-modell** - Aktører, ressurser, aktiviteter. Rammeverk som brukes i nettverksanalyse for å forstå hvordan bedrifter samhandler innenfor nettverk.
- **B2B** - Business-to-business. Refererer til interaksjon og handel fra bedrift til bedrift.
- **B2C** - Business-to-consumer. Refererer til interaksjon og handel fra bedrift til forbruker.
- **Digital verdikjede** - En verdikjede hvor ett eller flere elementer er digitaliserte.
- **DNV** - Det Norske Veritas. Global leverandør av tjenester innen risikostyring og kvalitetssikring.
- **ESG** - Environmental, Social, and (Corporate) Governance (Miljø-, sosiale og styringsmessige forhold). Hvorvidt en bedrift tar hensyn til miljømessige, sosiale og styringsmessige forhold ved investeringer og andre forretningsavgjørelser.
- **Fieldmade** - Selskap som tilbyr en mobil løsning for produksjon ved additiv tilvirkning.
- **Fieldnode** - Selskap som leverer en løsning for digitalt varelager.
- **Inputs** - Ressurser som brukes i en prosess for å oppnå et ønsket resultat, for eksempel råmaterialer, data eller energi.
- **JIP** - Joint Industry Project. Samarbeidsprosjekt mellom flere bedrifter på tvers av bedrifter innen en industri.
- **OEM** - Original Equipment Manufacturer (Originalutstyrproducent). Bedrifter som eier rettighetene på spesifikke komponenter.
- **Outputs** - De endelige resultatene eller produktene som kommer ut av en prosess.
- **Outsource** - Å overføre arbeidsoppgaver til en ekstern aktør, fremfor å gjøre dem internt. Gjøres ofte for å redusere kostnader, få tilgang til ekspertise eller å øke effektivitet.
- **SPIR** - (Spare Part Interchangeability Register). Et register med oversikt over hvilke reservedeler som kan brukes om hverandre i ulike maskiner og utstyr.

1 Introduksjon

Gjennom de siste årene har teknologisk utvikling vært en katalysator for en stor endring innen produksjon og verdikjeder. Siden de første objektene ble til gjennom additiv tilvirkning har det utviklet seg til å bli en utfordrer til tradisjonelle produksjonsmåter. Som utdannede logistikkingeniører interesserer kandidatene seg for hva denne teknologien har å si for verdikjeder.

1.1 Additiv tilvirkning

Additiv tilvirkning er en nyskapende produksjonstilnærming som skiller seg fra de tradisjonelle produksjonstilnærmingene. Mens de tradisjonelle produksjonstilnærmingene kan defineres som subtraktiv tilvirkning, hvor et produkt blir til ved å fjerne overflødig materiale, legger additiv tilvirkning til materiale for å bygge opp komponenter lag for lag. Additiv tilvirkning blir ofte omtalt som 3D-printing. Teknologien gir muligheter for økt fleksibilitet, reduserte produksjonstider og skreddersydde løsninger (Martinsen, 2024). Deler og produkter som lages ved tradisjonell tilvirkning må produseres ett sted, fraktes til kunde, og deretter lagres. Bruk av additiv tilvirkning kan gi de ovennevnte fordelene ved at kunder kan bestille komponenter ved behov. Deretter sendes datafiler av komponenten til en 3D-printer i nærheten av kunde, og produseres lokalt. Gjennom bruk av avansert teknologi har additiv tilvirkning potensiale til å endre tradisjonelle verdikjeder. Additiv tilvirkning gjør det mulig å digitalisere verdikjedene. I følge Attaran (2017) er produksjon av komponenter, deler og produkter et av hovedbruksområdene for additiv tilvirkning i dag. Dette brukes gjerne i industrier som krever lav kvantitet av deler som må lages med visse spesifikasjoner med små feilmarginer. Luftfartsindustrien og bilindustrien er to av de største markedene for 3D-printing i dag. Disse industriene har vært pådrivere for bruk av additiv tilvirkning. Over 20% av markedet for additiv tilvirkning er komponentproduksjon for luftfarts- og bilindustri. Disse industriene stiller høye kvalitetskrav, og ønsker å ha så lav vekt på delene som mulig for å redusere drivstofforbruk. Den langvarige suksessen til additiv tilvirkning i disse markedene viser at 3D-printede deler overholder krevende industristandarder. Bruken av additiv tilvirkning i disse markedene har hjulpet med å senke leveringstid på deler i tillegg til å senke totalvekt. (Attaran, 2017)

1.2 Bakgrunn

Selv med fordelene som følger er det ikke alle som ønsker å benytte seg av additiv tilvirkning. Det er mange spørsmål knyttet til håndteringen av immateriell eiendom fra ”original equipment manufacturers” (OEM). OEM er rettighetsinnehaver, og eier derfor designet. Videre er miljøgevinsten vanskelig å kvantifisere, noe som gjør det vanskelig for bedrifter å

føre dette i miljøregnskap. For større kvantum er produksjonshastigheten lavere for additiv tilvirkning enn andre tradisjonelle produksjonsmetoder. Dette gjør additiv tilvirkning til en lite attraktiv metode for komponenter man har behov for i større kvantum. En annen avgjørende faktor er mangelen på klassifisering og standardisering av 3D-printede produkter. Disse prosessene kan være mer komplekse enn for tradisjonelle produkter, og det kan derfor være en utfordring å sikre produksjonskvalitet. Dette påvirker spesielt sektorer med strenge krav, som blant annet olje- og gassnæringen, fly og romfart- eller maritim sektor. Det er derfor skepsis i markedet rundt innføringen av additiv tilvirkning.

Samarbeid og tillit i verdikjeden vil kunne redusere ulempene ved bruk av additiv tilvirkning, og gi de involverte bedriftene konkurransefortrinn i markedet (Mentzer mfl., 2001). Oppgaven vil derfor fokusere på å identifisere hvordan additiv tilvirkning vil endre verdikjeder, og forsøke å identifisere viktige elementer som må være på plass i en verdikjede for at bruken skal bli en suksess. Oppgaven ønsker å bidra til at verdikjeder som er interesserte i en overgang til additiv tilvirkning kan bruke resultatene og konklusjonene i denne oppgaven til å forberede seg til, og forenkle, overgangen.

1.3 Problemstilling

Avhandlingens tema er inspirert av forskningen SINTEF gjennomfører på additiv tilvirkning. SINTEF har forsket på blant annet standardisering og industrialisering innenfor additiv tilvirkning og digital støtte for additiv tilvirkning (SINTEF, u.å.).

Forskningen SINTEF har gjennomført på bruk av additiv tilvirkning, sammen med kandidatens bakgrunn som logistikkingeniører, gjorde additiv tilvirkning til et spennende tema. Gjennom en kontaktperson i SINTEF fikk gruppen mulighet til å intervju informanter med førstehåndserfaring på innvirkningen additiv tilvirkning har på verdikjeder. Dette kom i tillegg til forskernes utforskning av teoretiske konsepter. Primærdata fra reelle scenarier gjorde det mulig å innhente informasjon og erfaringer fra bedrifter som er i en situasjon hvor additiv tilvirkning blir vurdert som en innovativ produksjonsmetode. Bedriftene, og informantene, er også del av verdikjedene som vil bli påvirket av en slik innovasjon. Oppgaven vil derfor forsøke å besvare følgende problemstilling:

Hvordan vil innføring av additiv tilvirkning endre verdikjeder, og hvordan kan bedrifter håndtere dette?

Problemstillingen er aktuell ettersom teknologien er under stor utvikling. Flere aktører i forskjellige sektorer er interessert i hvilke muligheter teknologien gir. I tillegg vil innføringen av teknologien i ett ledd av verdikjeden ha mulighet til å påvirke og endre hele verdikjeden. Svar på problemstillingen vil gi innsikt i dette, og hjelpe bedrifter å håndtere denne

store endringen. I tillegg vil kandidatene bidra til å utvide teorien på området.

1.4 Avgrensning

Oppgaven vil primært fokusere på innføringen av additiv tilvirkning og overgangen fra tradisjonelle verdikjeder til digitale verdikjeder i olje- og gassnæringen og maritim sektor. Industriene har tradisjonelt vært påvirket av komplekse verdikjeder med streng regulering og høye krav til kvalitet og standardisering. Dette kommer av strenge krav til sikkerhet og pålitelighet. Sektorene er preget av globalisering, og møter utfordringer knyttet til leveringstider. Additiv tilvirkning er sett på som en mulig løsning på dette problemet, og sektorene har derfor sett på mulighetene denne teknologien kan tilby. Oppgavens omfang avgrenses derfor til å utforske hvordan additiv tilvirkning kan adressere utfordringer og muligheter i disse sektorene. Det er likevel ønskelig at funnene skal kunne anvendes i andre sektorer.

Overgangen fra tradisjonelle verdikjeder til digitale verdikjeder vil kreve store omstillinger internt og eksternt i organisasjoner, noe som kan føre til utfordringer. For å avgrense oppgaven er det ønskelig å undersøke bedrifter i flere ledd av en potensiell verdikjede. Ved å bruke en potensiell verdikjede som eksempel, vil funnene få med perspektivene til både OEM, leverandører, produsenter og kunder. Målet er at funnene skal gjøre det enklere og mer sømløst for andre organisasjoner å innføre additiv tilvirkning og ta del i den digitale verdikjeden. I tillegg vil studien bidra til å finne områder for videre forskning.

1.5 Bidrag til forskning

Studien vil bidra med å illustrere hvordan verdikjedene endrer seg, samt identifisere utfordringene som må adresseres for å endre verdikjeder. Ved å identifisere utfordringene som kommer fra innføringen, kan bedrifter enklere innføre additiv tilvirkning og ta del i den digitale verdikjeden.

Teoretisk sett vil studien utforske hvordan innovasjon kan forme fremtidens verdikjeder gjennom teoretiske perspektiver fra blant annet verdikjedestyring, verdikonfigurasjoner og innovasjon. Sentralt i det teoretiske rammeverket står ARA-modellen som et verktøy for å forstå hvordan verdikjedene endrer seg. Ved å anvende teori om verdikonfigurasjoner kan studien dykke dypere inn i hvordan verdikjedene endrer seg. Dette innebærer å identifisere hva som hindrer eller fremmer innovasjon hos aktørene, og hvordan aktørbåndene, ressurskoblingene og aktivitetslinkene innad i verdikjedene endres.

Flere studier har undersøkt hvordan additiv tilvirkning kan påvirke verdikjeder, blant annet Tziantopoulos mfl. (2016), som har undersøkt rekonfigurasjoner av verdikjeder som

følge av additiv tilvirkning. Qin, Xie og Jia (2024) har også undersøkt påvirkningen av additiv tilvirkning på verdikjedestyring, og de forskjellige aktørenes gjensidige avhengighet. De har derimot ikke utforsket skjevheten i risiko- og belønningsdelingen i verdikjeden. Det ser også ut som det er manglende forskning på additiv tilvirkning og digitale verdikjeder fra et ledelsesperspektiv. Lederperspektivet tar for seg verdikonfigurasjoner og hvordan additiv tilvirkning endrer aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker. I tillegg bidrar masteravhandlingen med et perspektiv på hvordan bedriftene kan håndtere endringen.

1.6 Oppgavens struktur

Oppgaven består av totalt 6 kapitler. Strukturen i oppgaven vil følge den av en empirisk oppgave. Etter introduksjon skal det i kapittel 2 presenteres teori for å gi leseren innsikt i det teoretiske rammeverket som ligger til grunn for studien. Her vil det redegjøres for de spesifikke teoriene og begrepene som brukes senere i oppgaven. Påfølgende metodekapittel vil gi innsikt i hvilken metode som er tatt i bruk i datainnsamlingen. I kapittel 4 blir empiri og funn redegjort for og forklart, for å gi leseren oversikt og innsikt i empirien som ligger til grunn for diskusjonen. I diskusjonen vil funnene drøftes og resultatene settes i sammenheng med det teoretiske rammeverket. Her vil også studiens reliabilitet og validitet vurderes ved å presentere studiens styrker og svakheter. Avslutningsvis vil konklusjonen oppsummere studien og gi en helhetlig besvarelse av problemstillingen, i tillegg til forslag til videre forskning.

2 Teori

Mange sitter med forutsetningen om at additiv tilvirkning er 3D-printing i plast. Additiv tilvirkning har over årene utviklet seg til å bli en teknologi som er så mye mer enn kun det. Innledningsvis vil det derfor gis mer grunnleggende kontekst rundt teknologien. Videre vil det teoretiske grunnlaget presenteres, som tar for seg begreper som verdikjede og digital verdikjede. I tillegg til dette skal det redegjøres for forskjellige verdikonfigurasjoner som kan forklare hvordan verdikjedene endres. Avslutningsvis brukes ARA-modellen som et teoretisk rammeverk for struktur, da med utgangspunkt i verdikonfigurasjonene.

2.1 Additiv tilvirkning

Det finnes en rekke forskjellige metoder for å 3D-printe objekter og deler, som kan benyttes til forskjellige formål og materialer. Tre av de vanligste metodene innenfor olje- og gassnæringen og maritim sektor er "Laser Powder Bed Fusion" (Sing og Yeong, 2020), "Wire Arc Additive Manufacturing" (Xia mfl., 2020) og "Laser Metal Deposition" (Zhang mfl., 2014). Tabell 2.1 viser en forenklet oversikt over hvordan disse metodene fungerer, hvilke fordeler metodene har og hva slags materialer som kan brukes. Tabellen er kun ment for å gi kontekst om de forskjellige metodene og mulighetene additiv tilvirkning tilbyr.

Tabell 2.1: Tre eksempelmetoder for additiv tilvirkning (Zhang mfl., 2014; Xia mfl., 2020; Dhinakaran mfl., 2020; Sing og Yeong, 2020)

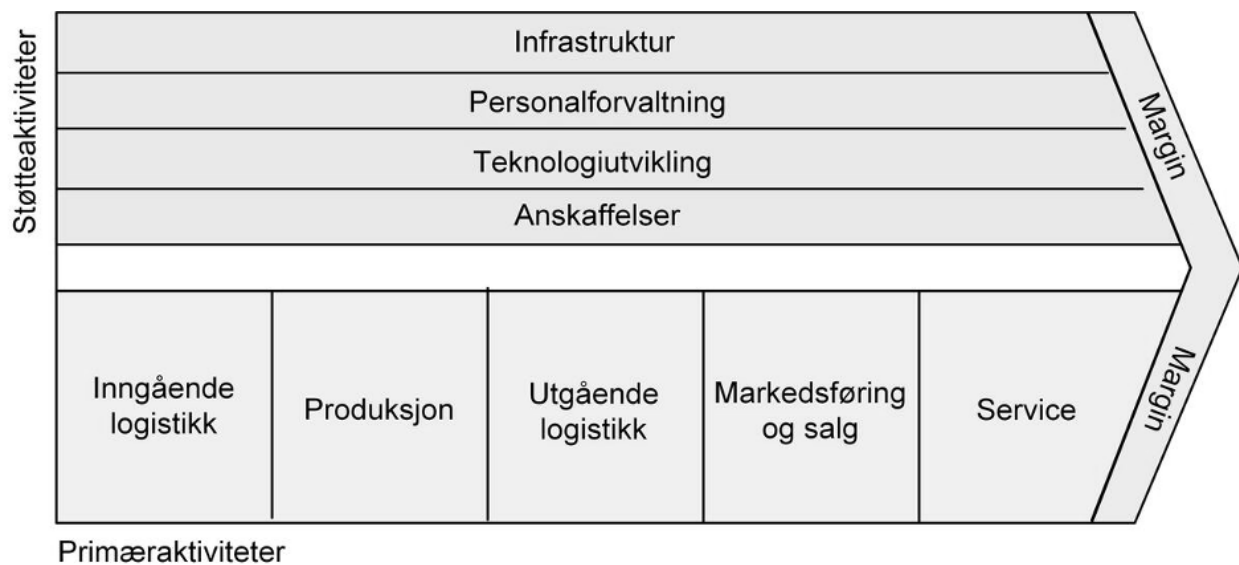
Metode	Kort forklaring	Fordeler	Typiske materialer
Laser Powder Bed Fusion (L-BPF)	Legger pulver på en plate som smeltes sammen lag for lag av laser.	Tillater rask produksjon av geometrisk kompliserte deler uten støpeform. Resulterer i overlegne del-egenskaper sammenlignet med tradisjonelt tilvirkede deler av samme type.	Rustfritt stål, titanlegeringer, aluminiumslegeringer, magnesiumlegeringer, wolfram og sinklegeringer.
Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM)	Bruker en elektronisk lysbue som varmekilde for å tilsette metall lag for lag.	Tilsetningshastigheten ofte raskere enn laserbasert additiv tilvirkning. Passende for produksjon av store, komplekse deler.	Titan, stål, titanlegeringer, stållegeringer, aluminium og nikkel.
Laser Metal Deposition (LMD)	Bruker laser som energikilde og en dyse som tilsetter materiale for å bygge komponenter eller reparere slitte eller ødelagte deler.	Gjør det mulig å reparere deler som før ikke var mulig å reparere.	Titan, titanlegeringer, stål, koboltlegeringer, aluminiumslegeringer og nikkellegeringer.

De tekniske aspektene ved additiv tilvirking vil ikke utdypes nærmere enn det som er presentert i tabellen ovenfor. Dette skyldes at fokuset i oppgaven er på additiv tilvirking som en ny teknologisk innovasjon og dens innvirkning på verdikjeder.

2.2 Verdikjede

I følge Mentzer mfl. (2001) kan en verdikjede defineres som et sett med bedrifter som sender materialer nedstrøms. Normalt sett er flere uavhengige bedrifter involvert i produksjon og distribusjon av et produkt. Hver bedrift har sin egen verdiskapende prosess. Produsenter av råmaterialer og komponenter, produktmontører, grossister og transportbedrifter er alle eksempler på medlemmer av en verdikjede. En annen måte å definere en verdikjede på er som en sammensetning av bedrifter som leverer produkter eller tjenester til markedet. Begge disse definisjonene inkluderer sluttkunden som en del av verdikjeden. Man kan også beskrive en verdikjede som et nettverk av involverte bedrifter. Gjennom koblinger både oppstrøms og nedstrøms, vil forskjellige prosesser produsere verdi i form av produkter og tjenester levert til sluttkunde. Man kan med andre ord si at en verdikjede består av flere bedrifter, både oppstrøms, for eksempel forsyning av råvarer, og nedstrøms, for eksempel distribusjon, og en sluttkunde. (Mentzer mfl., 2001) Verdiskapningen i de forskjellige bedriftene i verdikjeden kan være knyttet til flyt av produkter, tjenester, finansiering og/eller informasjon. Det er viktig å merke seg at hvilken som helst bedrift kan være del av flere forskjellige verdikjeder. Eksempelvis kan IKEA være del av verdikjeder for skruer, trematerialer, matvarer og mange andre produkter.

Porter (1985) sin verdikjede illustrerer hvert ledd i verdikjeden for en enkelt bedrift som en serie av primæraktiviteter og støtteaktiviteter. Primæraktiviteter er aktiviteter som angår inngående logistikk, produksjon, utgående logistikk, markedsføring og salg og service. Støtteaktivitetene tar for seg administrative aktiviteter som personalforvaltning og anskaffelser. (Porter, 1985) Man kan si at primæraktivitetene er de direkte verdiskapende aktivitetene, mens støtteaktivitetene er indirekte verdiskapende gjennom å sikre og effektivisere primæraktivitetene. Figur 2.1 viser Porter (1985) sin fremstilling av en bedrifts aktiviteter som ett ledd av en verdikjede.



Figur 2.1: Porters verdikjede (Porter, 1985).

Videre i oppgaven vil ”verdikjede” brukes som samlebetegnelse for tre forskjellige verdikonfigurasjoner - tradisjonell verdikjede, verdiverksted og verdinettverk. Når det refereres til én spesifikk verdikonfigurasjon, vil den bli omtalt med navn. Videre forklaring av disse begrepene, og forskjellene dem i mellom, kommer senere i kapittelet.

2.2.1 Digitale verdikjeder

Definisjonen av en digital verdikjede er en type verdikjede som utnytter det digitale landskapet for å skape verdi for sluttkunden. I en tradisjonell verdikjede skjer verdiskapningen blant annet ved å skape et fysisk produkt, for eksempel ved å omgjøre råvarer til et fysisk sluttprodukt. Til forskjell vil det i en digital verdikjede skje en digital verdiskapningsprosess. (Marín mfl., 2023) Den digitale verdiskapningsprosessen kan for eksempel innebære en digital plattform som samler kunder og leverandører eller å skape et digitalt produkt som en digital fil.

Sentralt i oppgavens definisjon av en digital verdikjede står digitale varelager. Til forskjell fra tradisjonelle varelager som har varer fysisk på et lager, består digitale varelager av en database av produkter. Dette kan for eksempel være 3D-modeller i form av CAD-filer, som er digitale fremstillinger av produkter (Sengupta, u.å.). Produktene kan da ligge lagret digitalt, fremfor fysisk.

Additiv tilvirkning muliggjør digitale varelager. Idéen er at kunden skal kunne velge produkter fra et digitalt register, for så å produsere disse varene når de har behov. Dette vil endre verdikjeder, og gjøre verdikjedene digitale. På denne måten vil man eliminere behovet for mellomagre, som er vanlig i dagens verdikjeder. I tradisjonelle verdikjeder har

man kunder og leverandører, hvor leverandørene kan være en OEM. Når de produserer produkter for å selge til kundene vil disse produktene ofte være innom et mellomlager. Deretter vil produktene sendes til kundene, hvor de ofte havner på enda et mellomlager før de blir brukt. Et digitalt varelager vil derimot eliminere behovet for mellomlager og forsendelse. Kunden vil kunne laste ned en datafil fra internett, for så å produsere produktet når behovet oppstår. Figur 2.2 og 2.3 illustrerer forskjellene mellom en forenklet, men typisk tradisjonell verdikjede og en digital verdikjede.



Figur 2.2: Forenklet eksempel på en tradisjonell verdikjede. Verdiskapningen skjer i de forskjellige prosessene



Figur 2.3: Forenklet eksempel på en digital verdikjede. Flere verdiskapende prosesser blir digitale.

Videre vil ”digital verdikjede” referere til en digitalisert verdikonfigurasjon.

2.2.2 Verdikjedestyring

Verdikjedestyring omhandler en bedrifts nettverk av verdikjeder, og hvordan den totale flyten av materialer styres fra leverandører til sluttkunde. Definisjonen av verdikjedestyring varierer, men man kan generelt dele det inn i tre kategorier: en ledelsesfilosofi, implementering av en ledelsesfilosofi og et sett av ledelsesprosesser (Mentzer mfl., 2001). Verdikjedestyring som en ledelsesfilosofi har en systemtilnærming til verdikjeden, og ser på den som én enkelt enhet i stedet for et sett av enkelte deler som hver for seg utfører sin funksjon. Filosofien i verdikjedestyring utvider bruken av partnerskap til en flerbedriftsinnsats for å styre den totale vareflyten fra leverandør til sluttkunde. Dette betyr at hver enkelt bedrift i verdikjeden påvirker, direkte og indirekte, ytelsen til de andre medlemmene i verdikjeden og den totale ytelsen til verdikjeden. (Mentzer mfl., 2001)

Verdikjedestyring søker å koordinere og samordne de operasjonelle og strategiske kapasitetene innenfor og mellom bedriftene i verdikjeden. Dette for å skape en enhetlig og overbevisende kraft i markedet. Medlemmene styres mot å fokusere på å utvikle innovative løsninger for å skape unike, individuelle kilder til kunde verdi. I følge T. Davis (1993) kan strategiske avgjørelser innen verdikjedens utforming føre til både økt kunde verdi og senke kostnader (T. Davis, 1993). I filosofien rundt verdikjedestyring inkluderes ikke bare logistikk, men også alle andre funksjoner innad i bedriftene og verdikjeden for å skape kunde verdi og -tilfredshet. På grunn av dette er det essensielt å kjenne til og forstå kundenes verdier og krav. Verdikjeden og alle deltagende bedrifter må derfor ha en kundeorientert filosofi. Man kan trekke følgende karakteristikk for verdikjedestyring som filosofi fra litteraturen (Mentzer mfl., 2001, s. 7):

- En systemtilnærming til verdikjeden som en helhet, og å styre den totale flyten av varer fra leverandør til sluttkunde.
- En strategisk orientering mot samarbeidende tiltak for å synkronisere operasjonelle og strategiske kapabiliteter til en samlet helhet - både innad i bedriften og mellom bedriftene i verdikjeden.
- Sterkt kundefokus for å skape unike og individuelle kilder til kunde verdi, som leder til kundetilfredshet.

Om man benytter verdikjedestyring som en filosofi, må bedriftene etablere ledelsespraksiser som tillater bedriften å oppføre seg i tråd med filosofien. Derfor beskrives ofte verdikjedestyring som et sett av aktiviteter som brukes for å implementere en ledelsesfilosofi. I følge Mentzer mfl. (2001) finnes det syv aktiviteter det legges vekt på:

1. *Integrert oppførsel*

Med dette menes det å integrere kunder og leverandører til en ønsket oppførsel - eller en koordinert innsats mellom partnere i verdikjeden for å kunne dynamisk svare på sluttkundens behov.

2. *Gjensidig informasjonsdeling*

En gjensidig informasjonsdeling er særs viktig for planlegging og overvåking av verdikjedens prosesser. Hyppig informasjonsdeling blir dratt frem som nødvendig for en effektiv verdikjedestyring. Eksempelvis kan dette være informasjon om lagernivåer, prognoser, markedsføringsstrategier med mer, for å redusere usikkerhet mellom partnere og øke ytelsen i verdikjeden.

3. Gjensidig risiko- og belønningsdeling

Deling av risikoer og belønninger bør i følge teorien foregå over lengre tid, og trekkes frem som viktig for langsiktig fokus og samarbeid mellom verdikjedepartnerne.

4. Samarbeid

Med samarbeid menes det like eller komplementære, koordinerte aktiviteter utført av bedrifter i forretningsforhold for å produsere overlegne, felles utfall. Samarbeidet involverer tverrfaglig koordinasjon mellom medlemmer i verdikjeden, og er ikke begrenset til kun nåværende behov. Samarbeidet brukes til å planlegge og kontrollere pågående og fremtidige aktiviteter, i tillegg til utvikling av nye produkter.

5. Samme mål og samme fokus på å betjene kunder

Etablering av like mål og likt kundefokus kan ses på som en type integrasjon av retningslinjer. Målet med dette er å unngå overflødighet og overlapp mellom bedriftene, samtidig som det har som mål å ha en samarbeidsgrad som muliggjør mer effektivitet til lavere kostnad for partene. Integrasjon av like mål og likt kundefokus er mulig dersom det er kompatible kulturer og lederstiler mellom bedriftene i verdikjeden.

6. Integrasjon av prosesser

Eksempler på prosesser som kan integreres mellom partnere er logistiske løsninger, tredjepartsleverandører, datasystemer med mer. Slik integrasjon legger til rette for langvarige relasjoner, og gjør det lettere å samkjøre aktiviteter i verdikjeden.

7. Etablere og vedlikeholde langsiktige relasjoner med partnere

Effektiv verdikjedestyring består av en rekke partnerskap og relasjoner, og å etablere og vedlikeholde disse er med på å skape konkurransefortrinn i markedet.

(Mentzer mfl., 2001, s. 8–10)

Grunnen til at bedrifter inngår i verdikjedearrangementer er for å skape konkurransefortrinn i markedet. I følge Porter (1985) finnes det to typer konkurransefortrinn - kostnadsledelse og differensiering (Porter, 1985). Det overordnede målet med verdikjedestyring er å synkronisere kundekrav med materialflyt fra leverandører, for å skape en balanse mellom motstridende mål om god kundeservice, lavt lagerhold og lav enhetskostnad. Om en verdikjede oppnår dette målet, vil den kunne øke kundetilfredsheten, som igjen fører til økt konkurransefortrinn for verdikjeden og hver enkelt bedrift i verdikjeden. Til slutt vil dette øke profitabiliteten til verdikjeden og dens medlemmer. (Mentzer mfl., 2001) I følge Porter (1985), vokser konkurransefortrinn ut fra kunde verdien en bedrift skaper, og søker å etablere en profitabel og bærekraftig posisjon mot kreftene som bestemmer konkurranse

i industrien (Porter, 1985). Man kan derfor si at effektiv verdikjedestyring øker konkurransefortinn og profitabilitet, som en konsekvens av økt kundeverdi og kundetilfredshet (Mentzer mfl., 2001).

Verdikjedekonfigurasjonen egner seg derimot ikke til å forklare verdiskapningen i alle bedrifter, ettersom verdiskapningsprosessene ikke alltid er basert på lineære kjeder som den tradisjonelle verdikjeden (Stabell og Fjeldstad, 1998). En digital verdikjede vil basere seg på nettverkstjenester og digitale plattformer som legger til rette for verdiskapning i å løse spesialiserte utfordringer, eller verdiskapning i form av formidling av informasjon, produkter eller tjenester. Det må derfor knyttes inn to alternative konfigurasjoner av verdiskapningskonseptet, verdiverksted og verdinettverk. Likevel er mye av teorien for effektiv verdikjedestyring aktuell for de to andre verdikonfigurasjonene.

2.2.3 Tradisjonell verdikjede

I følge Stabell og Fjeldstad (1998) er Porter (1985) hovedreferansen for verdikjeder og analyse av verdikonfigurasjoner for konkurransefortrinn. Verdikonfigurasjonen som en kjede, verdikjede, kan ses på som den tradisjonelle konfigurasjonen. Den forbindes med et sekvensielt og lineært syn på forsyningskjeder. Verdikjedemodellen er passende for aktører med teknologi dypt integrert i verdikjeden, omtalt som *lang-lenket teknologi*. Verdiskapningslogikken er å endre inputs til produkter. Eksempelvis kan dette være samlebandsproduksjon av standardprodukter, som er designet for produksjon ved lav enhetskostnad ved å utnytte stordriftsfordeler. Produktet blir et middel for å overføre verdi mellom en aktør og dens kunder. Råmaterialer og mellomprodukter blir transportert til produksjonsfasilitetene som endrer inputs til produkter, som videre sendes til kunder. (Stabell og Fjeldstad, 1998) Verdien av produkter er en funksjon av kundens innkjøpskriterier (Porter, 1985), og variasjon i disse kriteriene øker den selektive tilpasningen av produkter, eller differensiering. Kundeverdi blir definert ved at produktet enten gir kostnadsreduksjoner eller ytelsesforbedringer i kundens aktiviteter. (Stabell og Fjeldstad, 1998) Porter (1985) sine generiske strategier for kostnadsledelse eller differensiering fokuserer enten på kostnaden eller verdien av et produkt relativt til industrigjennomsnittet. Teknologisk utvikling i verdikjeder skjer enten for å redusere kostnaden av et produkt, eller for å heve prisen man kan kreve ved å forbedre produktets tilpasning til kundens innkjøpskriterier. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

2.2.4 Verdiverksted

I stedet for å se på den verdiskapende prosessen som en lineær kjede, kan man i følge Stabell og Fjeldstad (1998) se på det som et verksted. Verkstedet krever *intensiv teknologi* for å løse et kundeproblem. Intensiv teknologi er avansert teknologi som krever spesia-

lisert kompetanse, og er ofte kostnadsintensiv. Aktører som benytter intensiv teknologi kan inkludere aktører som er avhengige av avanserte teknologiske løsninger innen områder hvor teknologi er en sentral drivkraft for innovasjon og konkurransefortrinn. Valg, kombinasjon og kombinasjonsrekkefølge av ressurser og aktiviteter varierer avhengig av krav som stilles fra gjeldende kundeproblem. Mens tradisjonelle verdikjeder utfører en fastsatt rekke aktiviteter, som muliggjør produksjon av standardprodukter i stort antall, vil verdiverksted planlegge aktiviteter og tilføre ressurser på en dimensjonert og passende måte for å møte kravene til kundens problem. Problemet som skal bli løst avgjør intensiteten til verkstedets aktiviteter. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

Verdiskapning som et verksted signaliserer at både sammensetningen og tilpasningen av problemer og ressurser for problemløsning er viktig for organiseringen og styringen av verdiverkstedets aktiviteter. Problemer kan defineres som forskjeller mellom en eksisterende tilstand og en ønsket tilstand. Problemløsning, og dermed verdiskapningen i verdiverksted, er forandring fra en tilstand til en mer ønsket tilstand. Dette involverer situasjoner som krever korrigerende tiltak og situasjoner hvor det er forbedringsmuligheter. Den intensive teknologien blir brukt for å muliggjøre ønskede endringer innenfor spesifikke interesseområder hos kunden. (Stabell og Fjeldstad, 1998) Viktige funksjoner eller deler av bedrifter kan også ha en verdiskapningslogikk som best forklares som et verdiverksted, til tross for at hovedaktivitetene til bedriften har en logikk som samsvarer med tradisjonelle verdikjeder. Verdiverksted kan da bli brukt for å modellere verdiskapningslogikken for kritiske støtteaktiviteter. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

2.2.5 Verdinettverk

Verdinettverk er en annen måte å se på den verdiskapende prosessen fra råmateriale, til leveranse til sluttkunde. En forutsetning for koblinger innad i verdinettverket er vanlige industristandarder. Spredning av kunnskap og kompetanse på tvers av nettverket er derfor viktig. I følge Stabell og Fjeldstad (1998) krever et verdinettverk *formidlende teknologi* for å koble sammen aktører som er, eller ønsker å være, gjensidig avhengige. Den formidlende teknologien legger til rette for utveksling i relasjoner mellom aktører fordelt over sted og tid. Teknologien kan beskrives som en kommunikasjonstjeneste mellom aktører. Aktøren som drifter teknologien er ikke nettverket i seg selv, men tilbyr en nettverksløsning. En kritisk verdibestemmende faktor for hvilken som helst annen aktør er nettverket av aktører som er tilknyttet. Stabell og Fjeldstad (1998) skriver at ”verdien i en kommunikasjonstjeneste ligger i hvem det muliggjør kunder å kommunisere med” (Stabell og Fjeldstad, 1998, s. 422).

2.2.6 Sammenligning av verdikjede, verdiverksted og verdinettverk

Tabell 2.2 sammenligner de tre forskjellige konfigurasjonene for analyse av verdiskapning. Verdiskapningslogikken forteller hvordan de forskjellige verdikonfigurasjonene skaper verdi for sluttkunden. Legg merke til at det er ingen verdidrivere i verdikjede, mens omdømme og skalering og kapasitetsutnyttelse gjør verdikonfigurasjonen mer verdifull for aktører, i henholdsvis verdiverksted og verdinettverk.

Tabell 2.2: En sammenligning av verdikjede, verdiverksted og verdinettverk (Stabell og Fjeldstad, 1998, s. 415)

	Kjede	Verksted	Nettverk
Verdiskapningslogikk	Transformasjon av input til produkter	Problemløsning for kunde	Koble sammen kunder
Primærteknologi	Lang-lenket	Intensiv	Formidlende
Primæraktiviteter kategorier	<ul style="list-style-type: none"> ● Inngående logistikk ● Produksjon ● Utgående logistikk ● Markedsføring og salg ● Service 	<ul style="list-style-type: none"> ● Problemidentifisering og tilegning ● Problemløsning ● Valg av løsning ● Utførelse ● Kontroll/Evaluering 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nettverkspromotering og kontraktshåndtering ● Tjenestelevering ● Drift av infrastruktur
Forhold mellom primæraktiviteter	Sekvensiell	Syklisk, iterativ	Samtidig, parallell
Avhengighet mellom primæraktiviteter	<ul style="list-style-type: none"> ● Kollektiv ● Sekvensiell 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kollektiv ● Sekvensiell ● Gjensidig 	<ul style="list-style-type: none"> ● Kollektiv ● Gjensidig
Kostnadsdrivere	<ul style="list-style-type: none"> ● Skalering ● Kapasitetsutnyttelse 		<ul style="list-style-type: none"> ● Skalering ● Kapasitetsutnyttelse
Verdidrivere		<ul style="list-style-type: none"> ● Omdømme 	<ul style="list-style-type: none"> ● Skalering ● Kapasitetsutnyttelse
Struktur på verdisystem	<ul style="list-style-type: none"> ● Sammenkoblede kjeder 	<ul style="list-style-type: none"> ● Spesialiserte partnere 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lagvise og sammenkoblede nettverk

2.2.7 Endring i verdikjeden og logistikk

For tradisjonelle verdikjeder står utgifter direkte forbundet med verdikjeden for mer enn 5% av den totale verdien av varen. Dette inkluderer blant annet transport- og lagringskostnader. Bedrifter med tradisjonell produksjon er avhengige av å holde delelager, reserve- og råvarelager, som medfører kostnader i form av transport, innkjøpskostnad og verditap. For å være konkurransedyktig i dagens globale verdikjeder må bedriftene finne kostnadsreduksjoner. Bruk av additiv tilvirkning er en måte å kutte ned på utgiftsposter for transport og lagerhold, og dermed øke konkurransedyktigheten til den aktuelle bedriften. (Attaran, 2017)

2.3 Relasjoner

En verdikjede består, som nevnt, av flere aktører som jobber sammen for å levere et produkt eller en tjeneste til en sluttkunde. For å få til dette må bedriftene samhandle over tid, og på denne måten blir bedriftsrelasjoner til. Man kan se på en kunde-leverandørrelasjon som et isolert fenomen som kun påvirker de to involverte partene, uavhengig av en bredere kontekst og eksterne faktorer. En annen måte å se på en slik relasjon er som en del av en større helhet av relasjoner, avhengig av, og integrert i, et større nettverk. Dette kalles et nettverksperspektiv. (Ford mfl., 2011) I følge Håkansson og Snehota (1995) eksisterer ingen bedriftsrelasjoner i isolasjon, men de er heller sammenkoblet med andre i et nettverk på tvers av næringslivet (Håkansson og Snehota, 1995). Altså vil relasjonen mellom en leverandør og en kunde bli påvirket av begge parters andre relasjoner. Relasjonene blir altså påvirket av hverandre, men er ikke like i struktur eller i interaksjon. (Ford mfl., 2011)

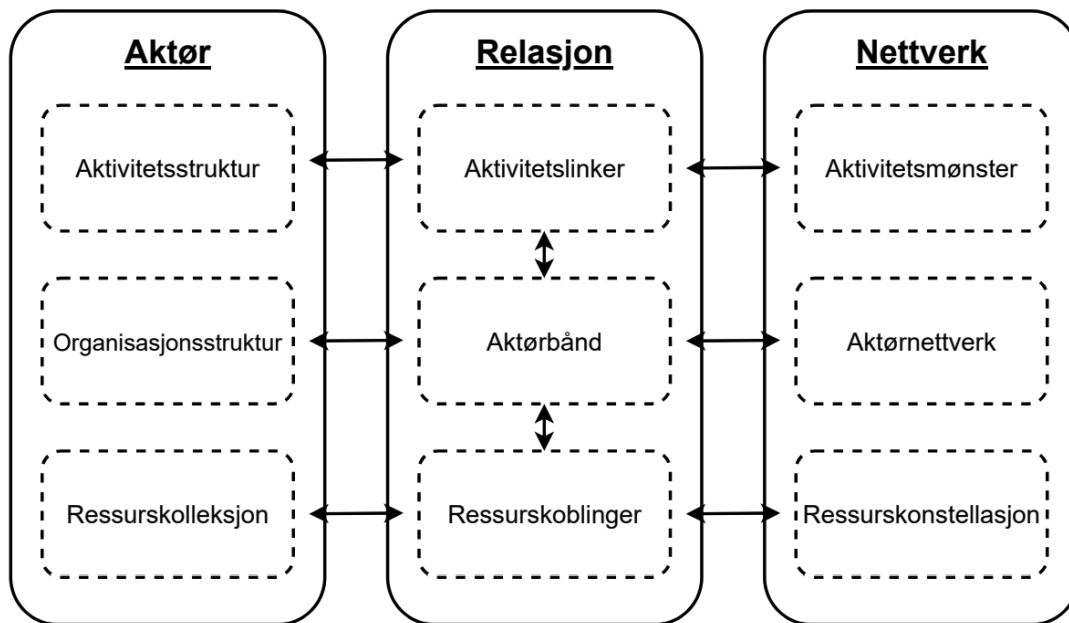
2.4 Teknologiske og organisatoriske innovasjoner

Innovasjoner i forbindelse med private og offentlige virksomheter dreier seg hovedsakelig om teknologiske eller organisatoriske innovasjoner. Teknologisk innovasjon defineres som innovasjoner som hovedsakelig dreier seg om nye produkter eller nytt produksjonsutstyr. Organisatorisk innovasjon handler i stor grad om nye ledelseskonsepter, nye rutiner, nye måter å kommunisere eller koordinere på eller for eksempel nye digitale plattformer. (Knudsen og Flåten, 2015) Videre påpeker Knudsen og Flåten (2015) at organisatoriske innovasjoner ofte blir møtt med motstand og lite entusiasme fra alle ledd i organisasjonen. Teknologiske innovasjoner blir derimot ofte møtt med entusiasme og positive holdninger, spesielt når det er snakk om nytt produksjonsutstyr som gjør arbeidet fysisk lettere, gir spennende arbeidsoppgaver og større mulighet for læring og mestring. (Knudsen og Flåten, 2015, s. 421) Azar og Ciabuschi (2017) forteller at enhver endring i en organisasjons teknologiske system krever endring i bedriftens administrative system. Med andre ord så er organisatorisk innovasjon en forutsetning for vedvarende teknologisk innovasjon. (Azar og Ciabuschi, 2017) Additiv tilvirkning er per definisjon en teknologisk innovasjon, mens digitaliseringen av verdikjedene er per definisjon en organisatorisk innovasjon.

2.5 ARA-modellen

ARA-modellen vil brukes som et verktøy for strukturering av studien. Ved å bryte ned problemet i aspekter som angår aktører, ressurser og aktiviteter vil modellen gi en strukturert tilnærming til analysen.

Håkansson og Snehota (1995) identifiserer tre dimensjoner i bedriftsrelasjoner, (I) aktører, (II) ressurser og (III) aktiviteter. Aktører benytter ressurser for å utføre aktiviteter i bedriftsrelasjoner og bedriftsnettverk, noe verdikjeder kan defineres som.



Figur 2.4: ARA-modellen

(I) Aktører refererer til bedrifter og individer i bedriftsnettverk. I følge Håkansson og Snehota (1995) stammer det som skjer i nettverk fra oppførselen til individer, som handler ut i fra deres hensikt og tolkninger. Hva som kan bli gjort i nettverk er sterkt forbundet med strukturen av aktivitetslinker og ressurskoblinger. Ressurs- og aktivitetsdimensjonene begrenser på denne måten aktørdimensjonen. Aktørene er bundet av deres oppfatninger, kunnskap og evner, og er på grunn av dette forskjellige fra hverandre. Oppførselen til aktørene endres når deres oppfatninger, kunnskap, evner og hensikt endres. Ingen aktører i et nettverk er uavhengige, isolerte eller alene, men blir formet av andres oppfatninger, kunnskap, evner og hensikt. Når individer handler innenfor relasjoner mellom to bedrifter tar de med seg deres grenser, men også deres evne til å lære og reflektere. Individene utvikler aktørbånd for å overkomme sine grenser. Aktører utvikler bånd når de utvikler gjensidig tillit, tillegger hverandre visse identiteter og forplikter seg. Dette gjelder både individer og kollektive aktører. På bedriftsnivå er båndene viktige, fordi de orienterer bedriftens ressurser og aktiviteter mot spesifikke andre aktører. Håkansson og Snehota (1995) skriver at bånd mellom to bedrifter, og tredjeparters syn på dette, påvirker utviklingen til bedriftene. Båndene har også en organiserende effekt på nettverket, fordi de skaper aktøridentiteter. Disse kan og brukes for å lære og utvikle bedriftens evner, i tillegg til å mobilisere eksterne ressurser. De faktiske evnene og kapabilitetene til en bedrift er like mye et produkt av dens aktørbånd som dens ressurser og utførte aktiviteter. Videre

skriver Håkansson og Snehota (1995) at bånd mellom aktører bidrar til å bygge tillit og identitet, og påvirker bedriftens karakter. Sterke bånd kan bare bli opprettholdt med et begrenset antall motparter. Dette krever investering og bevisste prioriteringer til relasjoner som er kritiske enten for bedriftens evner eller dens posisjon i aktørnettverket. I følge Håkansson og Snehota (1995) er sterke bånd også nødvendig i bevisste forsøk på å endre bedriftens posisjon innad i nettverket. (Håkansson og Snehota, 1995)

(II) Ressurser finnes i bedrifter i forskjellige former. Det kan være tekniske, personlige, finansielle og andre ressurser som brukes i bedrifter. Ingen bedrifter har selv alle ressursene den trenger. Samtidig blir en bedrifts produkter og tjenester ressurser for andre. På grunn av dette blir ressursdimensjonen ved bedriftsrelasjoner viktig. Ressurser blir ofte identifisert som gitte og håndfaste enheter det ikke er fri tilgang på. Dette har ført til et fokus på ressurstilgjengelighet og -kontroll. Det har blitt foreslått at bedre tilgang på, og kontroll over ressurser, gir konkurransefortrinn. Håkansson og Snehota (1995) skriver at ved nærmere undersøkelse blir ressurskonseptet mer relativt. Om noe vurderes som en ressurs avhenger av den kjente bruken av den. Det som ikke har en kjent bruk er ikke en ressurs, ettersom verdien av en ressurs ligger i det kjente brukspotensialet. Verdien er avhengig av bruken av ressursens egenskaper og derfor også avhengig av relasjonen mellom bruker og leverandør. Som en konsekvens av dette vil ressurser i et relasjonsperspektiv være et resultat av aktiviteter like mye som en betingelse for å gjøre visse aktiviteter mulige. På grunn av dette er det i en bedriftsrelasjon viktig å opplyse og lære motparten om bedriftens egne ressurser, såvel som å lære om motpartens ressurser. Relasjoner mellom bedrifter binder bedriftenes spesifikke ressurser sammen. Håndteringen av ressurskoblinger er kritisk for å sikre tilgang til, og overføring av, eksisterende ressurser, og for utviklingen av ressurser. Mengde og type ressurser bundet i relasjoner varierer, og konsekvensene av koblingene er forskjellige fra relasjon til relasjon. Ressurskoblingene påvirker tilgjengeligheten av ressurser og innovasjonsgraden til en bedrift. I et nettverk vil forskjellige ressurskoblinger skape ressurskonstellasjoner, på den måten at ressurskoblinger i én relasjon påvirker, og blir påvirket av, ressurskoblinger i omkringingliggende relasjoner. Verdien til en ressurs avhenger av flere koblinger. Jo flere og sterkere ressurskoblinger en ressurs har, desto bedre blir den utnyttet, og dess vanskeligere blir den å bytte ut. Ifølge Håkansson og Snehota (1995) må forskjellige ressurskombinasjoner testes ut for å utnytte innovasjonspotensialet i et nettverk. Bedrifter er også eksponert for endringer i ressurskoblinger mellom andre aktører i ressurskonstellasjonen. Disse endringene kan åpne for muligheter eller skape trusler for bedriften. Disse endringene må overvåkes, og krever forskjellige reaksjoner. (Håkansson og Snehota, 1995)

(III) Det gjøres en rekke aktiviteter i bedrifter, som å utvikle produkter, produsere og prosessere informasjon. Aktiviteter kan defineres som en sekvens av handlinger med et formål. Hvilke aktiviteter som gjennomføres, og måten de gjennomføres på er utslagsgi-

vende for kostnader og inntekter i en bedrift. Håkansson og Snehota (1995) trekker frem gjensidig avhengighet for aktiviteter mellom bedrifter. Aktiviteter utført av en bedrift påvirker, og blir påvirket av, andre bedrifters aktiviteter. Aktivitetslinker som utvikles i noen bedriftsrelasjoner har viktige konsekvenser for økonomien til de involverte bedriftene. Linkene påvirker bedriftenes aktivitetsstruktur og aktivitetsmønsteret i nettverket, og medfører tilpasninger og omfordeling av aktiviteter mellom enheter. På grunn av den gjensidige avhengigheten mellom aktiviteter, og deres påvirkning på bedriftens økonomi, blir noen aktivitetslinker viktigere enn andre. Derfor blir det nødvendig å prioritere noen linker, og dermed relasjoner, over andre, avhengig av hvor produktive de er for bedriften. Aktivitetslinker er et viktig verktøy for bedrifter for å posisjonere seg innad i nettverket. For å styrke sin fremtidige posisjon må bedrifter dra nytte av linker utviklet av andre i tillegg til å utvikle egne aktivitetslinker. (Håkansson og Snehota, 1995)

ARA-modellen vil som nevnt bli brukt som et verktøy for å strukturere det teoretiske rammeverket, og til å forstå endringen som skjer i verdikjedene med innføringen av additiv tilvirkning. For å legge til rette for dette skal det tas utgangspunkt i de tre dimensjonene av ARA-modellen - aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker.

2.6 Aktørbånd

Med innføringen av additiv tilvirkning og endringen i verdikjeder vil aktørbåndene i nettverket endres. Teorien som presenteres under aktørbånd vil brukes til å forklare disse endringene. Som definert er aktører bedrifter i bedriftsnettverket. Aktørbånd referer derfor til relasjonene mellom aktørene. Disse relasjonene vil utnyttes i innføringen av ny teknologi i nettverket, og vil endres etterhvert som innføringen finner sted.

Additiv tilvirkning er en teknologisk innovasjon som vil føre til vesentlige endringer i verdikjedene. For å forklare hvordan aktørbåndene kan brukes til å fremme innovasjon, i kontekst av additiv tilvirkning, vil det brukes innovasjonsteori.

Innovasjon referer til et nytt eller et vesentlig endret produkt, tjeneste, produksjonsmåte eller lignende (Isaksen og Ørstavik, 2023). Schumpeter (1983) beskriver utvikling som en historisk prosess av strukturelle endringer, drevet av innovasjon. Videre deles innovasjon inn i fem typer. (I) Et nytt produkt eller nye versjoner av et allerede kjent produkt. (II) Anvendingen av nye metoder for produksjon eller salg av et produkt. (III) Introduksjonen av et nytt marked, som ikke tidligere var kjent for industrien. (IV) Nye kilder til råmateriale eller halvfabrikata, eller (V) nye industristrukturer som for eksempel begynnelsen eller slutten på et monopol. Videre nevner Schumpeter (1983) at alle som ønsker økonomisk vekst er nødt til å innovere, ettersom innovasjon er en driver for konkurransevne (Schumpeter, 1983). Som tidligere nevnt er additiv tilvirkning en produksjonsmåte

som er vesentlig forskjellig fra de tradisjonelle produksjonsmåtene, og derfor per definisjon en innovasjon.

For å kunne diskutere innovasjon i nettverk er det viktig å vite hvorfor enkeltaktører gjennomfører innovasjon. Disruptive innovasjoner kan gi innblikk i hvorfor innovasjoner forstyrrer markeder og hvorfor enkelte aktører ignorerer en innovasjon. Teknologiaksept-modellen vil videre undersøke hva som gjør at bedrifter velger å akseptere en teknologisk innovasjon eller ikke. Innovasjon i enkeltbedriftene er en forutsetning for innovasjon i nettverket.

2.6.1 Disruptive innovasjoner

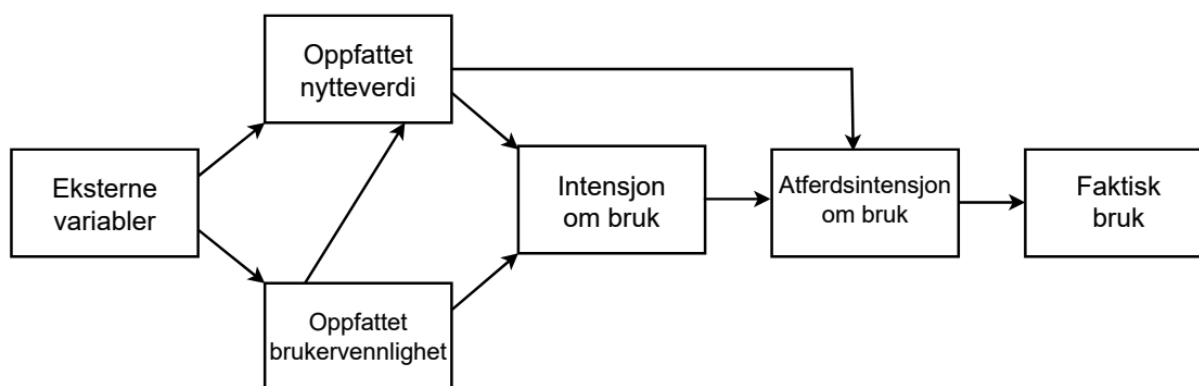
Disruptive innovasjoner er nye produkter, tjenester eller forretningsmodeller som skaper en radikal endring i markedet og ”forstyrrer” eksisterende bransjer og markeder. Disse innovasjonene utfordrer ofte den etablerte måten å gjøre noe på. Begrepet ble innført av Bower og Christensen i 1995, men redefinert av Christensen i 1997. (Corsi og Di Minin, 2014) For at en innovasjon skal være disruptiv er det tre følgende krav som må oppfylles. (I) Det er viktig at innovasjonen gjør et produkt mer tilgjengelig for et større marked. (II) Innovasjonen målretter seg mot nye kunder eller kunder i lavpris-segmenter. (III) Hele nettverket, både oppstrøms og nedstrøms, oppnår fordeler av innovasjonen (Christensen Institute, 2017). Christensen (2016) var interessert i hvorfor større selskaper som søkte innovasjon ved etablerte produkter i etablerte markeder, ble forbigått av mindre selskaper som introduserte markedet for produkter eller løsninger basert på ny, disruptiv innovasjon. De disruptive innovasjonene ser i starten ut til å være mindre attraktive eller underlegne i forhold til eksisterende løsninger, men forbedres gradvis og overgår etterhvert de etablerte løsningene. (Corsi og Di Minin, 2014)

Christensen (2016) identifiserte flere faktorer som lå til grunn for dette. For det første har etablerte selskaper ofte en tendens til å fokusere på å betjene eksisterende kunders behov, noe som kan føre til at de undervurderer eller ignorerer behovene til nye eller mindre kundesegmenter. Disse kundene kan være målgruppen for de disruptive innovasjonene. Videre investerer etablerte selskaper ofte betydelige ressurser i eksisterende teknologi. Det kan medføre at de neglisjerer ny teknologi, eller motsier seg endringer i markedet som krever radikale endringer i forretningsmodellen. Disse etablerte aktørene kan også ofte ha en tendens til å fokusere innovasjonen på å forbedre eksisterende produkter eller løsninger, eller undervurderer potensialet til disruptive innovasjoner som kanskje ikke har like høye marginer i begynnelsen. Organisasjonskultur og struktur kan også være en hindring for større selskaper, hvor beslutningsprosesser og hierarkier kan motstride med behovet for rask og fleksibel tilpasning til endringer i markedet. (Christensen, 2016)

2.6.2 Teknologiakseptmodellen

Teknologiakseptmodellen (TAM) er et teoretisk rammeverk for implementering av ny teknologi. F. Davis og Granić (2020) forteller at ideen bak rammeverket var et ønske om å kunne forutse hvilken teknologi som har størst sannsynlighet for å lykkes. Tidligere virket det vanskelig, om ikke nærmest umulig, å forutse hvilke systemer som ville lykkes. Dette, koblet med frekvensen nye systemer ble avvist på, gjorde det vanskelig for nye teknologier å få fotfeste. TAM ble introdusert av Davis i 1986 og utfordret dette perspektivet. Modellen viste at det faktisk var mulig å forutsi, forklare og forbedre en teknologi sin aksept. (F. Davis og Granić, 2020)

TAM påstår at bruken av teknologi bestemmes av et individs intensjon om å bruke teknologien. Dersom denne intensjonen øker, desto mer sannsynlig er det at teknologien blir tatt i bruk. Videre påstår rammeverket at denne intensjonen er direkte bestemt av individets (I) oppfattede nytteverdi, og (II) oppfattede brukervennlighet ved teknologien. Oppfattet nytteverdi kan defineres som et individs oppfatning av hvor nyttig teknologien er. Dette kan være effektivitetsforbedring eller økt fleksibilitet. Oppfattet brukervennlighet defineres som i den grad et individ oppfatter teknologien som enkel å lære og bruke. Det er viktig å merke seg at oppfattet nytteverdi og oppfattet brukervennlighet ikke alltid bidrar i like stor grad til intensjon. Noen ganger kan intensjonen om bruk stamme kun fra oppfattet nytteverdi, selv om oppfattet brukervennlighet er lav, eller motsatt. (Burgess og Worthington, 2021) (F. Davis og Granić, 2020). Figur 2.5 viser teknologiakseptmodellen.



Figur 2.5: Teknologiakseptmodellen, TAM (F. Davis, Bagozzi og Warshaw, 1989)

Videreutvikling av TAM har sett på hva tillit til andre brukere av teknologien har å si for aksepten av teknologien. En studie av Wu mfl. (2011) undersøkte hvilken effekt tillit har å si i TAM-rammeverket. Tillit i TAM-rammeverket referer til i hvilken grad et individ tror at en annen part vil oppføre seg rettferdig og ikke utnytte andre i systemet. Deres funn viste at om en digital tjeneste skal være en suksess, er det ikke bare fordeler i form av nytteverdi eller brukervennlighet som spiller en rolle. Tillit til de andre brukerne

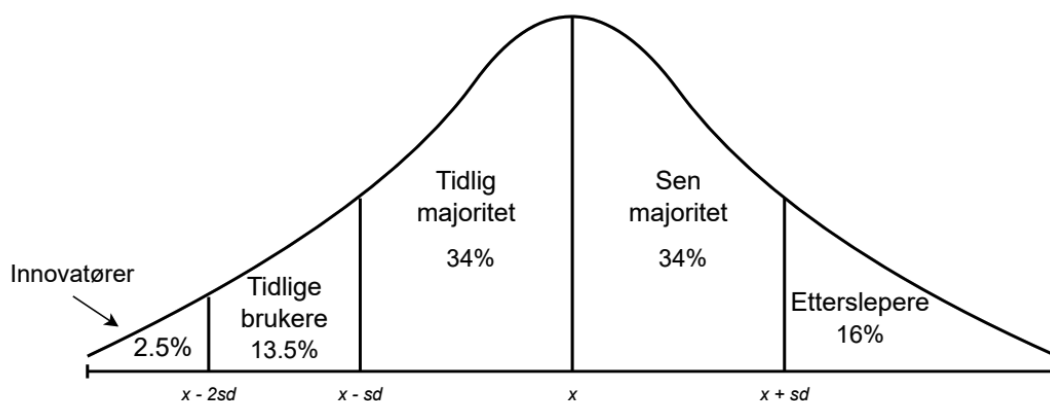
av den digitale tjenesten spiller en viktig rolle i et individs aksept for teknologien. (Wu mfl., 2011). Ytterligere forskning på tillit i digitale, transaksjonelle, B2C-forhold (bedrift til forbruker), viser at en kundes tillit til leverandøren kan bidra til å redusere oppfattet risiko til transaksjonen, og er derfor minst like viktig som oppfattet nytteverdi og brukervennlighet. (Gefen, Karahanna og Straub, 2003)

Teorien som ligger til grunn for TAM blir brukt i et forsøk på å identifisere og forklare om det er oppfattet nytteverdi, oppfattet brukervennlighet eller tillit som i størst grad påvirker en aktørs intensjon om å adoptere teknologien. Dersom det er mulig å identifisere hva som i størst grad hindrer adopsjon, vil det være lettere å fatte tiltak som kan øke aksepten for teknologien, og dermed innovasjon, innad i bedriften og i verdikjeder. Merk at TAM vil kun bli brukt som et supplement til annen teori for å forklare hvorfor visse aktører ønsker å adoptere teknologien, og andre ikke. Det gjennomføres ikke en kvantitativ analyse av funnene.

2.6.3 Diffusjonsteori

For å forklare hvordan aktørbåndene benyttes til å fremme innovasjon i nettverket vil det anvendes teori om spredning av innovasjon og teknologiske spillovereffekter.

Diffusjonsteori er en tilnærming innen innovasjon som undersøker hvordan innovasjoner og nye ideer blir tatt opp i samfunnet. Spredning er et sentralt begrep i diffusjonsteori. Rogers (2003) definerer spredning i innovasjonssammenheng som den prosessen hvor innovasjon kommuniseres gjennom bestemte kanaler, over tid, blant medlemmene i et sosialt system (Rogers, 2003). Et eksempel på et sosialt system er en verdikjede. Rogers (2003) beskrev innovasjonsforløpet ved hjelp av en kurve vist i figur 2.6. Først i innovasjonsforløpet finner en de virkelige innovatørene. Disse tar initiativet til å eksperimentere med, og adoptere, innovasjon, og er ofte risikovillige gjennom å prøve nye ideer tidlig i innovasjonsforløpet. Etterhvert blir innovasjonen adoptert av det man kan kalle tidlige brukere. Disse er åpne for ny teknologi og idéer, men er ikke nødvendigvis de første til å ta de i bruk. Når flere brukere aksepterer innovasjonen, viser Rogers (2003) at det er en overgang fra tidlige brukere til tidlig majoritet. Denne overgangen er en klar stigning i adopsjonen av innovasjonen. Etter denne fasen kommer den sene majoriteten, og til slutt, ettersleperne. Stigningen i adopsjon vil avta mellom tidlig majoritet og sen majoritet, og innovasjonen vil derfor per definisjon være adoptert av majoriteten. (Rogers, 2003)



Figur 2.6: Rogers sin illustrasjon av innovasjonsforløpet. Stigningen i adopsjon avtar mellom tidlig og sen majoritet. (Rogers, 2003)

Den trege spredningen av innovasjonen i begynnelsen skyldes i stor grad skepsis blant målgruppen for innovasjonen. Noen adopterer innovasjonen tidlig, mens flertallet forblir skeptisk. Bruken vil imidlertid øke etterhvert som skepsisen avtar og innovasjonen demonstrerer sin nytte og overlegenhet sammenlignet med eksisterende løsninger (Rogers, 2003).

2.6.4 Teknologisk spillover

Spillover er et økonomisk begrep som referer til effekter som en virksomhet eller en aktivitet har på andre virksomheter, industrier eller samfunn utenfor den opprinnelige virksomheten eller aktiviteten (Kenton, 2020). Et eksempel på dette er hvis oljeforbruket i verden går ned, blir Norges økonomi påvirket indirekte gjennom lavere oljepris. Teknologisk spillover er dermed et begrep som referer til kunnskapsspredning på tvers av aktører, sektorer eller lignende som kan være til fordel eller ulempe for virksomheten som sprer kunnskapen eller de som mottar den (Bloom, Schankerman og Van Reenen, 2013). Teknologiske spillovereffekter kan være både positive og negative. Dette kan for eksempel være innovasjoner hos noen aktører som andre aktører kan observere og implementere. Eksempler på negative effekter av teknologisk spillover kan være når en aktørs innovasjon sprer seg til en konkurrent, og den opprinnelige aktøren mister konkurransefortrinnet.

En studie gjennomført av Bloom, Schankerman og Van Reenen (2013) viser at forsknings- og utviklingsprosjekter gjennomført av mindre aktører ofte resulterer i mindre positive teknologiske spillovereffekter enn forsknings- og utviklingsprosjekter hos større aktører. Dette kommer av at mindre organisasjoner ofte opererer i teknologiske nisjer, men også deres begrensede nettverk i det teknologiske landskapet. Med andre ord, jo større aktør som gjennomfører innovasjoner, desto flere positive teknologiske spillovereffekter vil andre aktører kunne dra nytte av.

2.6.5 Aktørbånd i verdikonfigurasjoner

Spredningen av innovasjon i nettverket vil føre med seg en rekke endringer. Å gå fra en tradisjonell til en digital verdikjede innebærer en rekke forskjeller som påvirker dynamikken mellom aktørene. Dette vil igjen føre til omfattende endringer i relasjonene mellom de ulike aktørene i nettverket. I tillegg vil dette påvirke hvilken verdikonfigurasjon som vil være aktuell for verdikjeden. For å undersøke hvordan disse aktørbåndene endres når verdikjedene endres, vil det brukes teori fra verdikjedestyring.

Mye av teorien om verdikjedestyring som kan knyttes til aktørbånd, er gjeldende for alle tre verdikonfigurasjonene. Sentralt i aktørbånd-dimensjonen av ARA-modellen ligger Mentzer mfl. (2001) sin karakteristik for verdikjedestyring. Den sier blant annet at det skal være en strategisk orientering i nettverket om å samarbeide om tiltak for å synkronisere operasjonelle og strategiske kapabiliteter til en samlet helhet - både innad i bedriften og mellom bedriftene i verdikjeden (Mentzer mfl., 2001, s. 7). Dette er like gjeldende i verdiverksted og verdinettverk. For å dra nytte av denne filosofien er det viktig å etablere ledelsespraksiser som tillater bedriften å oppføre seg i tråd med filosofien. Fra teorien kan man trekke paralleller til aktørbånd i fire av syv aktiviteter, som ble presentert i kapittel 2.2.2:

- (I) Gjensidig informasjonsdeling
- (II) Samarbeid i nettverket.
- (III) Samme mål og samme fokus på å betjene kunder.
- (IV) Etablere og vedlikeholde langsiktige relasjoner med partnere.

Disse fire hovedaktivitetene vil få en ny dynamikk ved endring av verdikjedene, og vil være gjeldende for alle verdikonfigurasjonene. Aktørbånd står sentralt i disse hovedaktivitetene.

2.6.6 Aktørbånd i tradisjonelle verdikjeder

En bedrifts verdikjede er integrert i et system av sammenkoblede verdikjeder (Porter, 1985). Dette kalles et verdisystem, og inkluderer blant annet verdikjedene til råvareleverandører og komponentleverandører. Det kan også inkludere verdikjeden til viktige distribusjonskanaler som benyttes før produktet blir del av en kundes verdikjede. Det overordnede systemet er derfor en kjede av sekvensielt sammenkoblede hovedaktivitetskjeder, som gradvis transformerer råmaterialer til et ferdig produkt med kunde verdi. På grunn av verdikjeders sekvensielle art, er det nødvendig å koordinere mellom aktørene, noe som forutsetter sekvensielle aktørbånd. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

2.6.7 Aktørbånd i verdiverksted

I verdiverksted får aktørbåndene en ny dimensjon. Verkstedet baserer seg rundt en aktør, som fungerer som en tilrettelegger for de andre aktørene. Denne aktøren vil da fungere som en dominerende aktør, og er en fasilitator for produksjonsprosessen. For eksempel vil en leverandør kunne bidra med å tilby råvarer eller komponenter til verkstedet. Aktørbåndene mellom tilretteleggeren og leverandørene må derfor være sterke for å sikre tilgang på disse ressursene. Tilretteleggeren kan også ha partnere som kan utfylle tilretteleggerens egen kompetanse og ressurser. Tilretteleggerens partnere har som regel mer spisset kompetanse innen feltet. Tilretteleggeren vil organisere produksjonsprosessen, tilby den nødvendige infrastrukturen og koordinere samarbeidet mellom de ulike aktørene i verdikjeden. (Stabell og Fjeldstad, 1998) En kan derfor si at aktørbåndene vil sentrere seg rundt tilretteleggeren.

2.7 Ressurskoblinger

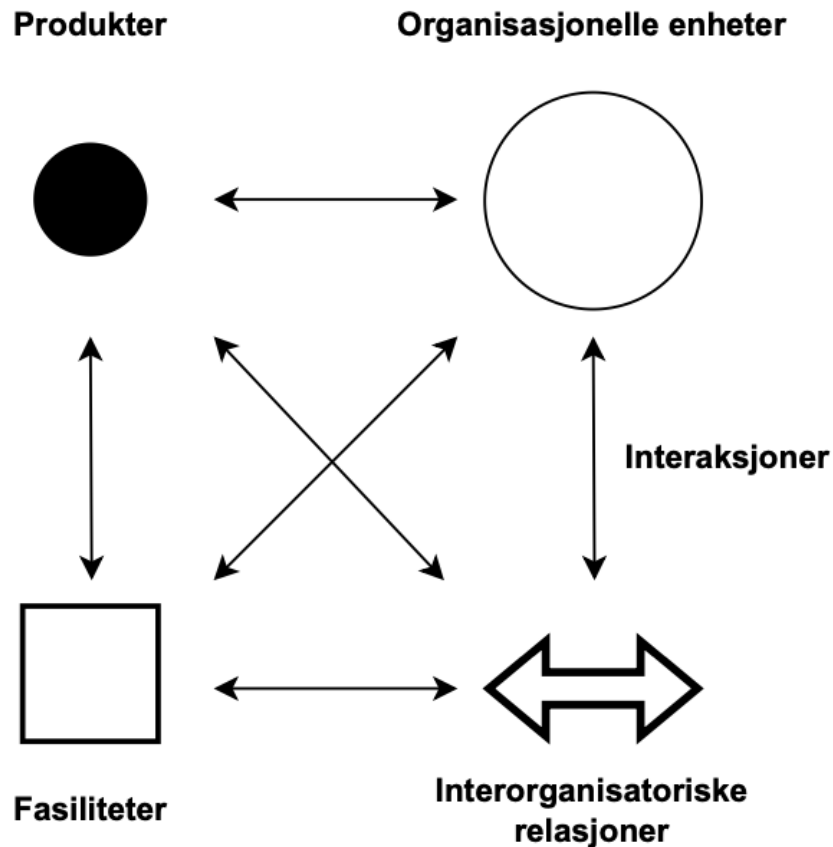
Ressurskoblingene i nettverket vil endre seg etterhvert som verdikjedene endrer seg. Teorien under vil bidra med å forklare hvordan ressurskoblingene tilpasses og restruktureres som følge av endringen i verdikjeden.

2.7.1 Ressursinteraksjon i interorganisatoriske nettverk

Ressursinteraksjon i interorganisatoriske nettverk omhandler kombinasjon, re-kombinasjon og samutvikling av ressurser som oppstår gjennom interorganisatorisk interaksjon, altså hvordan ressurser interagerer på nettverksnivå. Ressursene interagerer gjennom forbindelser mellom to eller flere aktører ved en delt grense, kalt ressursgrensesnitt. Dette er et kontaktpunkt hvor to spesifikke ressurser interagerer eller påvirker hverandres tekniske, økonomiske eller sosiale funksjoner. Grensesnittene kan være både direkte og indirekte. (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012) I følge Baraldi, Gressetvold og Harrison (2012) tillater et direkte ressursgrensesnitt en aktør direkte tilgang til en annen aktørs ressurser, mens et indirekte ressursgrensesnitt innebærer at tilgangen skjer via et eller flere mellomledd, eller formidlende aktører. Et slikt mellomledd kan for eksempel være en tjenesteleverandør eller en digital plattform. (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012) Harrison og Håkansson (2006) klassifiserer fire typer interagerende ressurser som kalles *4R-modellen*: (I) *Produkter* er en kombinasjon av varer og tjenester som organisasjonelle enheter utveksler med hverandre, som for eksempel komponenter, halvferdige varer og ingeniørtjenester. Organisasjonelle enheter håndterer produktene innenfor deres grenser, men også innenfor interorganisatoriske relasjoner. Å skape produktene krever ofte fasilitetsressurser. (II) *Fasiliteter* er ressurser som aktører bruker for å utvikle, produsere og transportere produkter. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til, produksjonsutstyr,

varehus og utstillingslokaler. Organisasjonelle enheter og interorganisatoriske relasjoner utvikler og kontrollerer fasiliteter, og produktfunksjoner formes gjennom interaksjonsprosesser med alle fire ressurstyper. Fasiliteter begrenses til materielle gjenstander, for å skille fra evner og kunnskap som kreves for å utvikle og bruke dem. (III) *Organisasjonelle enheter* innehar ressurser som inkluderer kunnskap, identitet og rykte til en organisasjon. Rutiner faller også inn som en viktig del av kunnskapen til organisasjonelle enheter. Evnen til å samarbeide betyr at organisasjonelle enheter kan bruke deres kapabiliteter gjennom interorganisatoriske relasjoner. Organisasjonelle enheter er ikke nødvendigvis identisk med en organisasjon i juridisk forstand, men kan referere til deler av en organisasjon, som for eksempel en divisjon, seksjon, avdeling, uformelle grupper eller et individ. Sammen med interorganisatoriske relasjoner organiserer, håndterer og kontrollerer organisasjonelle enheter produkter og fasiliteter. (IV) *Interorganisatoriske relasjoner* inneholder mange av de samme funksjonene som organisasjonelle enheter. Signifikante forskjeller mellom disse to er at interorganisatoriske relasjoner oppstår i grensesnittet mellom organisasjonelle enheter, og har ikke samme identitet og evne til å gjennomføre aktiviteter som organisasjonelle enheter. (Harrison og Håkansson, 2006) Baraldi, Gressetvold og Harrison (2012) understreker at minner og forventninger er kritiske i interorganisatoriske relasjoner, fordi de kommer som følge av kontinuerlig interaksjon mellom to enheter (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012).

Produkter og fasiliteter er tekniske ressurser, mens organisasjonelle enheter og interorganisatoriske relasjoner er sosiale ressurser (Harrison og Håkansson, 2006). I følge Baraldi, Gressetvold og Harrison (2012) tillater denne typen klassifisering av ressurser en presis analyse av hvordan to eller flere ressurser interagerer, og hjelper i forsøk på å forandre funksjonene til ressurser og derfor også i håndteringen av deres bruk. 4R-modellen gjør det mulig å lage kart og representasjoner av ressursnettverk både på et bestemt tidspunkt og i komplekse prosesser, som for eksempel utviklingen av en innovasjon eller et program for økt effektivitet. Ved bruk av modellen kan man identifisere hvilke spesifikke ressurser som er involvert direkte og indirekte. Det blir også mulig å bestemme de sentrale ressursene i prosessen, og hvilke som skapte hindringer og behøver å bli modifisert eller re-kombinert. (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012)



Figur 2.7: 4R-modellen (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012)

Ifølge Baraldi, Gressetvold og Harrison (2012) er prosessene for ressursinteraksjon mer sentrale enn ressursene i seg selv. Aktørbånd gir tilgang til, og sammenkobler, ressursene til to eller flere aktører. Konsekvensene av å sammenkoble ressurser kan være både positive og negative, tilsiktede og tilfeldige, avhengig av hvem som er involvert. (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012) Ifølge Håkansson og Snehota (1995) finnes det alltid utviklingspotensial for en ressurs i et bedriftsnettverk (Håkansson og Snehota, 1995). Baraldi, Gressetvold og Harrison (2012) trekker frem ressursheterogenitet, altså at ressursen ikke er lik ressursene den kan kombineres med, og at verdien til en ressurs avhenger av hvilke andre ressurser den kombineres med. Antakelsen om ressursheterogenitet betyr at ressurser ikke har noen gitte egenskaper, og impliserer at ressurser er iboende dynamiske, og kan alltid brukes i nye kombinasjoner innenfor en relasjon eller i andre relasjoner, hvertfall over tid (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012) (Håkansson og Snehota, 1995). Ressurser defineres som åpne og variable objekter, og verdien og funksjonene til en ressurs kommer som følge av ressurskombinasjoner. Kombinasjonene involverer interaksjoner mellom en eller flere motparter i nettverket. Videre vil konsekvensen av å endre hvilke ressurser som kombineres, eller hvilke interaksjoner som danner grunnlaget for ressurskombinerin-

gen, være at verdien og de oppståtte ressursfunksjonene endres. (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012)

I følge Baraldi, Gressetvold og Harrison (2012) krever ressursutvikling endring i ressurskombinasjoner og de tilhørende grensesnittene, og som følge av dette bygges det opp spenninger mellom de involverte ressursene. Resultatet av spenningen mellom ressursene kan være en stabiliserende kraft som styrker de omkringliggende ressursgrensesnittene, eller en destabiliserende kraft som bryter eller modifierer de andre grensesnittene (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012). Ifølge Gripsrud, Jahre og Persson (2006) brukes ressurser i et logistikknettverk via fire prosesser; påvirkning, utforming, læring og økonomisering. Dette gir en måte å utvikle og endre både ressurser og de tilhørende grensesnittene (Gripsrud, Jahre og Persson, 2006). Awaleh (2008) fokuserte på økonomisering og fant at å reorganisere ressurser mellom bedrifter ikke nødvendigvis førte til kostnadsreduksjoner, med mindre bedriftene koordinerte sin innsats (Awaleh, 2008) (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012).

2.7.2 Ressurser i tradisjonelle verdikjeder

Fordi tradisjonelle verdikjeder er lineære, er de viktigste ressursene for aktørene inputs, verdiskapende prosesser innad i bedriften og produktene som sendes videre i verdikjeden. Altså det som gjør det mulig å transformere inputs til produkter med kunde verdi. Den tradisjonelle verdikjedemodellen vier et stort fokus til kostnad og kostnadsdrivere. De viktigste verdidriverne er styringsbeslutningene som gjøres ved valg tilknyttet produkt og kundesegment når bedriften etableres eller repositioneres. Dette tilhører sjeldenheterne. Som følge av dette vil synet på ressurser i stor grad knyttes til interne relasjoner, eksterne faktorer, forholdet mellom disse og hvordan disse kan øke den opplevde verdien for sluttkunden. Denne logikken gjør at hovedaktivitetene kun retter fokus mot kundens innkjøpskriterier i tilknytning til å forbedre flyten i det større verdisystemet. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

2.7.3 Ressurser i verdiverksted

I følge Stabell og Fjeldstad (1998) er asymmetri innen informasjon og kunnskap om verdi, mellom aktør og kunde, kanskje den viktigste karakteristikken for en intensiv teknologi. Informasjonen og kunnskapen er hovedressursen for tilretteleggende aktør. Asymmetrien er grunnen til at kunden oppsøker bedriften, for eksempel grunnen til at en pasient oppsøker en lege. Suksess i verdiskapende aktiviteter er hoveddriveren for verdi, og suksessen materialiseres i form av omdømme og relasjoner. Relasjonene forbedrer tilgangen til det beste personellet og de beste kundene, problemene eller prosjektene. I følge Porter (1985, som sitert i Stabell og Fjeldstad, 1998) vil tilretteleggende aktørs omdømme

signalisere verdi for kunden. Både kunnskapen og omdømmet til tilretteleggende aktør brukes som en ressurs for kunden, som knytter ressurskoblinger til aktøren. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

2.8 Aktivitetslinker

Som nevnt refererer aktivitetslinker til forbindelsene eller sammenhengene mellom aktivitetene utført av forskjellige aktører i nettverket. Aktivitetene som utføres, og hvem som utfører dem endres etterhvert som verdikjedene endres.

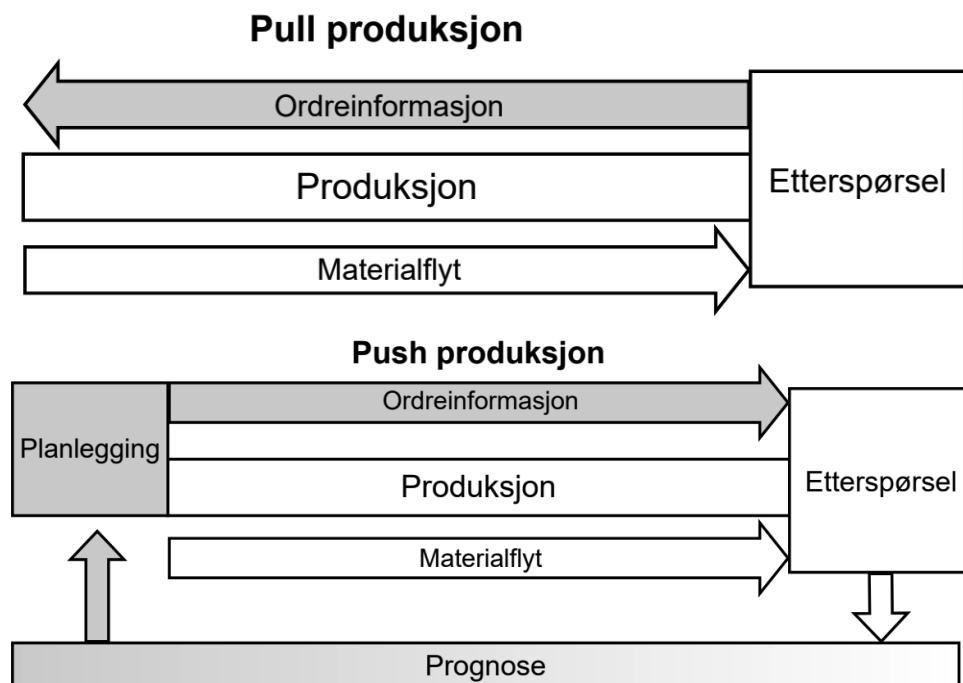
2.8.1 Produksjonsstyring

En sentral aktivitet i verdikjedene er produksjon, og styringen av denne aktiviteten vil måtte omstilles ved en innføring av additiv tilvirkning. Produksjonsstyring omhandler hvordan ressurser utnyttes og styres for å produsere varer og tjenester som samsvarer med kundenes krav og forventninger (Smith, 1992). Push og pull er to typer produksjonsstyring, som ses på som motsetninger. Bonney mfl. (1999) setter push og pull opp mot hverandre på denne måten: ”*I et push-system produserer en maskin deler uten å vente på en forespørsel fra den påfølgende maskinen. På den andre siden, i et pull system, produserer en maskin deler kun etter at den har mottatt en forespørsel fra den påfølgende maskinen*” (Bonney mfl., 1999, s. 54).

Push produksjon er den mest konvensjonelle metoden for produksjonsstyring, og produserer basert på en forventning om etterspørsel (Puchkova, Le Romancer og McFarlane, 2016). Bonney mfl. (1999) definerer et push system som hvor flyten av kontrollinformasjon går samme vei som materialflyten (Bonney mfl., 1999, s. 55). Dette innebærer at deler i produksjon blir flyttet til neste stasjon så fort som mulig for å unngå tomme stasjoner nedstrøms. Halvferdige og ferdige deler er tilgjengelige på lager på forskjellige stasjoner i produksjonsprosessen, for å redusere ledetid ved ordre. På grunn av dette behøver ikke produksjonen eller produserende bedrift bli nevneverdig påvirket av en plutselig økning i etterspørsel. Den omfattende lagringen medfører store kostnader i lagerhold, og fører til lav lageromsetning. En annen konsekvens av lagerholdet er en høy risiko for at varer blir utdaterte, skadet eller ødelagt mens de ligger på lager. Disse faktorene kan resultere i mindre profitt for bedrifter. (Puchkova, Le Romancer og McFarlane, 2016)

Pull produksjon er, i forhold til push produksjon, en nyere filosofi for produksjonsstyring. Produksjon drives av etterspørsel fra kunder, og lagernivåer begrenses og kontrolleres av signaler på bestillingsbehov. Signalene går oppstrøms, som betyr at stasjoner sender forespørsel om produkter til foregående stasjoner i systemet. (Puchkova, Le Romancer og McFarlane, 2016) Bonney mfl. (1999) definerer et pull system hvor flyten av kontrollin-

formasjon går motsatt vei av materialflyten (Bonney mfl., 1999, s. 55). På denne måten reduseres lagerholdet, og medfølgende lagerkostnader. En ulempe med pull produksjon er at det kan medføre vanskeligheter ved en plutselig økning i etterspørsel (Puchkova, Le Romancer og McFarlane, 2016). Figur 2.8 viser forskjellene i produksjonsstyring som pull og push.



Figur 2.8: Sammenligning av pull og push produksjonsstyring (Gonzales, Framinan og Pierreval, 2013)

Behovsstyrt produksjon ligner pull produksjon, men skiller seg i at det ikke skal holdes noe reservelager. Det skal ikke være lagring av hverken råmaterialer, halvfabrikata eller ferdige deler. I nyere tid har bedrifter i økende grad tilpasset produksjon til markeds- og kundekrav. Produktvariasjoner og brukstid har økt kontinuerlig, samtidig som kvantitet og produktpartier har minket. Fleksibilitet har derfor blitt svært viktig for utviklingen av nye produksjonskonsepter. Moderne systemer for informasjon og kommunikasjon tillater integrasjon av prosesser mellom bedrifter, fra kundebestillinger til leveranse av produkter. Dette har ført til at noen bedrifter kun produserer basert på bestillinger fra kunder. Målet med behovsstyrt produksjon er å operere kun etter kundebehov, med lavest mulig leveringstid. For å oppnå dette må bedriften være svært tilpasningsdyktig, og håndtere bestillinger raskt og effektivt (Westkämpfer, 1997). I følge Westkämpfer (1997) kan globale nettverk brukes for å muliggjøre dette med en åpen produksjonsstruktur, hvor bedriften outsourcer produksjonen til andre som er mer effektive å bruke for produksjonen. Dette kan være enten basert på pris, fysisk nærhet eller kompetanse. Westkämpfer (1997) mener at bedriftene som klarer å utnytte slike nettverk til det fulle, vil oppnå betydelige konkurransefortrinn. (Westkämpfer, 1997)

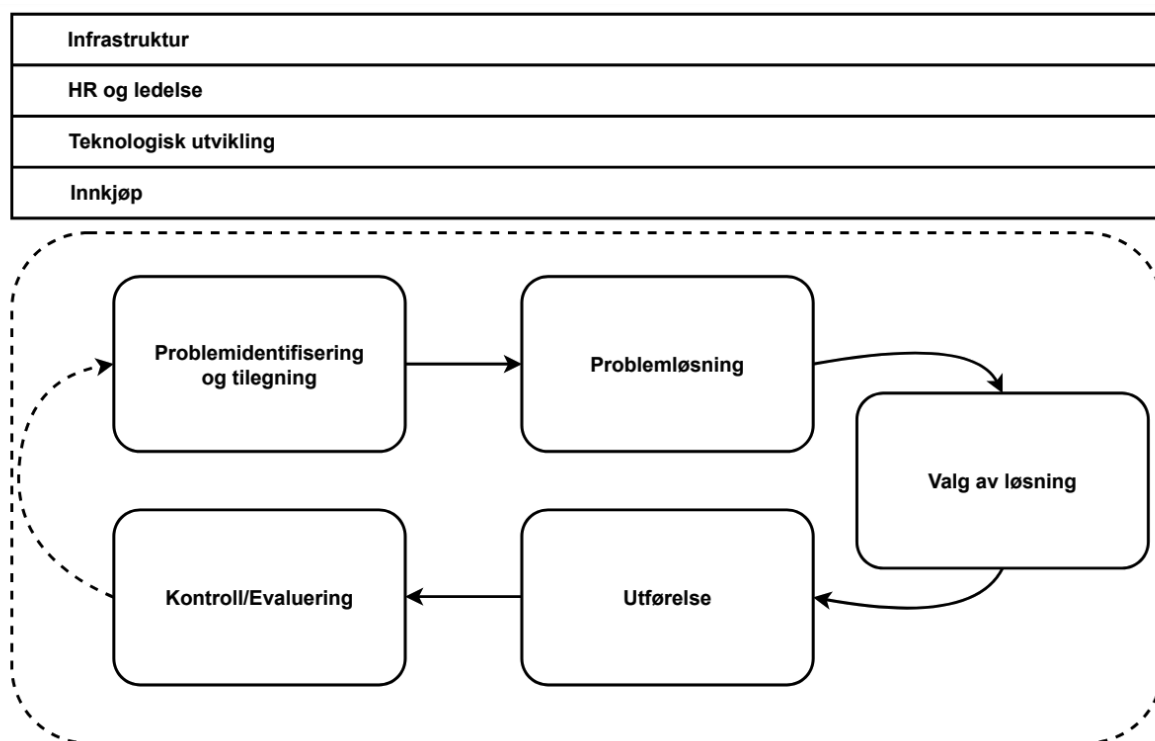
2.8.2 Aktiviteter i tradisjonelle verdikjeder

Verdikjedeanalyse forutsetter at konkurransefortrinn blir forstått ved å bryte ned en bedrifts verdiskapende prosess til enkle aktiviteter. I følge Stabell og Fjeldstad (1998) bidrar aktivitetene til bedriftens relative kostnadsposisjon, og skaper et grunnlag for differensiering. Den grunnleggende antakelsen for å kunne bryte ned verdiskapningsprosessen er at aktivitetene er byggesteinene for at aktøren skaper et produkt som har kundeverdi. Forskjellige aktiviteter har forskjellig økonomisk bidrag, og forskjellig bidrag til produktets verdi. Hovedaktivitetene i verdikjeder er sekvensielle og gjensidig avhengige. For eksempel vil output fra innkommende logistikk være input for produksjonen. Aktivitetene blir beskyttet mot kortsiktig forsynings- og etterspørselsendring i nærliggende aktiviteter ved hjelp av mellomlagre. Den gjensidige avhengigheten mellom aktiviteter blir håndtert ved koordinasjon. (Stabell og Fjeldstad, 1998) Verdikjedekonfigurasjonen er en generisk modell med to nivåer, som skiller ulike aktiviteter knyttet til verdiskapning i hovedaktiviteter og støtteaktiviteter (Porter, 1985). Som nevnt er hovedaktiviteter direkte involvert i å skape eller levere verdi til kunden, mens støtteaktiviteter muliggjør og forbedrer ytelsen av hovedaktivitetene.

I følge Porter (1985) er det fem generiske kategorier for hovedaktiviteter i verdikjeder. (I) *Innkommende logistikk* som er aktiviteter i forbindelse med å motta, lagre og spre inputs som trengs til produktene. (II) *Aktiviteter forbundet med produksjon* er blant annet å endre inputs til det ferdige produktet. (III) *Utgående logistikk* er aktiviteter tilknyttet innsamling, lagring og fysisk distribusjon av produktet til kunder. (IV) *Markedsføring og salg* innebærer aktiviteter med mål om å gi kjøpere et middel for å kjøpe produktene, og overbevise dem om å gjøre det. (V) *Service* er aktiviteter for å øke eller opprettholde produktets verdi etter salg til kunde. (Porter, 1985) Kategoriene for hovedaktiviteter, spesielt sekvensen med innkommende logistikk, drift og utgående logistikk, er svært passende for å karakterisere hovedprosessen for verdiskapning i en vanlig produksjonsbedrift. Porter (1985) har også definert fire generiske kategorier for støtteaktiviteter i verdikjeder: (I) Aktiviteter tilknyttet innkjøp av inputs som blir brukt i verdikjeden. (II) Teknologisk utvikling som er aktiviteter som bredt kan kategoriseres som tiltak for å forbedre produkter og prosesser. (III) Aktiviteter som innebærer rekruttering, ansettelse, trening, utvikling og kompensering av personell. (IV) Aktiviteter for generell ledelse, planlegging, finans, regnskap, juss og kvalitetsledelse. Disse kategoriene for støtteaktiviteter er ikke direkte sammenkoblet med verdiskapningen, og vil derfor være relevante for andre verdiskapningslogikker. Fokuset på verdikjedens aktiviteter kan bli brukt for å identifisere behov for strategiske forbedringer eller muligheter, men er ikke nødvendigvis egnet for å spesifisere en omgjøring av forretningsprosesser. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

2.8.3 Aktiviteter i verdiverksted

I motsetning til verdikjeder er ikke aktivitetsflyten lineær for verdiverksteder. Stabell og Fjeldstad (1998) skriver at aktivitetene er iterative og sykliske på tvers av aktivitetssett. Dette kan sammenlignes med en fastlege. For eksempel vil en fastlege kunne endre diagnoser mellom hypoteser, og ny datainnsamling bekrefter, avkrefter eller leder til omformulering av diagnosen. Behandling av diagnosen kan i noen tilfeller føre til en ny problemløsnings-prosess for å bestemme den mest passende måten å gi behandling. Behandlingen kan resultere i at problemet blir løst, men kan også føre til en ny, og muligens annerledes, aktivitetssekvens. Prosessen er ikke bare iterativ, men også mulig å avbryte på alle stadier. Dette skjer enten fordi symptomene blir identifisert som falsk alarm, når det ikke er en kjent løsning, eller når problemet må henvises til en spesialist. Tilsvarende gjelder for aktiviteter i et verdiverksted. (Stabell og Fjeldstad, 1998) Figur 2.9 viser aktivitetene til et verdiverksted.



Figur 2.9: Aktivitetene i et verdiverksted. (Stabell og Fjeldstad, 1998)

Verkstedaktiviteter, som står for en liten andel av totale kostnader, kan i følge Stabell og Fjeldstad (1998) ha stor påvirkning på verdi. For eksempel vil strukturelle faktorer som påvirker tidlige aktiviteter typisk ha stor påvirkning på både verdien og kostnaden av senere aktiviteter, fordi det legger føringer og begrensninger for de påfølgende aktivitetene. (Stabell og Fjeldstad, 1998) I kontekst av additiv tilvirkning, vil en bedrifts valg om å benytte teknologien kunne ha følger som for eksempel høyere enhetskostnad, lavere driftskostnader, lengre brukstid og mindre etterarbeid på produktene.

2.9 Teoretisk rammeverk

Det teoretiske rammeverket tar utgangspunkt i verdikjede som et nettverk av aktører med aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker seg i mellom. Det er ønskelig å undersøke hvordan teknologisk innovasjon i kontekst av additiv tilvirkning endrer verdikjedene. Gjennom innovasjonsteori kan innføringen av additiv tilvirkning diskuteres i enkeltbedrifter. Innovasjon i enkeltbedrifter er en forutsetning for innovasjon i nettverk. Gjennom aktørbånd kan spredningen av innovasjon mellom aktører i et nettverk diskuteres. Innovasjon i nettverk fører med seg en endring i verdikjedene. Dette forklares med verdikonfigurasjoner som grunnlag og ARA-modellen som et verktøy for struktur. Dermed kan man undersøke hvordan ARA-modellen sine tre dimensjoner blir påvirket av endringen i verdikjedene.

3 Metode

I dette kapitlet skal de vitenskapelige metodene gjøres rede for og begrunnes. På bakgrunn av oppgavens målsetting er det valgt å gjennomføre et kvalitativt studie. En kvalitativ tilnærming gir muligheten til å forstå detaljene og sammenhenger gjennom en grundig analyse av relevant litteratur og praktiske innsikter (Oppen, Mørk og Haus, 2020). Kombinasjonen skal gi en balanse mellom teoretisk innsikt og praktiske perspektiver, og samtidig skape et solid grunnlag for å utforske hvordan additiv tilvirkning endrer verdikjeder.

3.1 Valg av metode

Valg av forskningsmetode er en viktig faktor som påvirker retningen og dybden av forskningsoppgaven. Når en skal velge metode er det viktig å vurdere hvilke muligheter og utfordringer en kan møte underveis i prosessen, samt hvilken retning det er ønskelig at oppgaven skal ta. I følge Olaussen (2023) er dette formet av en kombinasjon av ontologiske, epistemologiske og metodologiske overveielser. På ontologisk nivå er tilnærmingen knyttet til at ulike aktører kan ha ulike perspektiver og tolkninger av samme virkelighet. Den epistemologiske posisjonen ser på kunnskap som kontekstuell og subjektiv, og det er derfor viktig at gruppen anerkjenner mangfoldet av perspektiver. (Olaussen, 2023) På bakgrunn av dette må gruppen analysere et utvalg av tilstrekkelig størrelse for å kunne finne de generelle mønstrene og regelmessighetene.

Opgaven forankres i en kvalitativ metode som søker å forstå og tolke fenomener i deres naturlige kontekst (Oppen, Mørk og Haus, 2020). Målet er å oppnå dybdekunnskap og en helhetlig forståelse av hvordan additiv tilvirkning endrer verdikjeder. Det vitenskapsteoretiske grunnlaget bygger på en hermeneutisk tilnærming, hvor forståelse og tolkning av mening står sentralt (Alnes, 2020). Kombinasjonen av kvalitativ metode med en hermeneutisk tilnærming vil gjøre det mulig å legge vekt på tolkning og forståelse av utvalgets perspektiver, erfaringer og meninger. Det kan bidra til å avdekke implisitte meninger, nyanser og kontekstuelle faktorer som vil være avgjørende for å besvare problemstillingen på en helhetlig måte.

Forskningsdesignet vil være formet som et flercasesdesign, som gir mulighet for bredere og dypere undersøkelse fra flere perspektiver (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020). Yin (2018) anbefaler at casestudie velges som forskningsdesign når man oppfyller tre krav. Problemstillingen bør bestå av "hvorfor" eller "hvordan" spørsmål. I tillegg til dette skal forskeren ha liten eller null kontroll over menneskelig atferd i studiet og fenomenet er aktuelt i dag, og dermed ikke et historisk fenomen. Disse kravene blir oppfylt av denne studien. I tillegg anbefaler Yin (2018) flercasesdesign grunnet muligheten for bredere empiri og en mer robust konklusjon. En konklusjon som stammer fra flere individuelle

case vil være mer robust enn en som kommer fra et enkeltcase. (Yin, 2018) Flercasedesign åpner også for sammenligning mellom casene, og en mulighet for å studere hvordan additiv tilvirkning har påvirket verdikjeder hos forskjellige bedrifter. Forskningsdesignet gjør det også mulig å tilfredsstille kravene til flere perspektiver som settes av ontologien og epistemologien.

Metodologisk sett benyttes det en induktiv tilnærming. Dette innebærer å observere fenomenene, trekke ut mønstrene og generelle prinsipper basert på observasjonene, og deretter utvikle teorier eller hypoteser basert på mønstrene. På denne måten kan kandidatene identifisere mønstre og regelmessigheter i utvalget, som kan forklares gjennom generelle prinsipper eller teori. Man kan derfor si at induktiv tilnærming beveger seg fra det konkrete og spesifikke til det generelle, eller fra empiri til teori. (Olaussen, 2023) På bakgrunn av det metodologiske er det naturlig å gjennomføre et eksplorativt undersøkelsesdesign da det er ønskelig å utforske temaet additiv tilvirkning.

3.2 Dybdeintervju

Intervjuer er en kvalitativ datainnsamlingsmetode som brukes for å innhente primærdata direkte fra intervjuobjekter. Dybdeintervjuer er en type intervjuer som brukes for å innhente detaljert informasjon innen emner som er kompliserte og det kreves at man får en helhetlig forståelse av en problemstilling. I følge Pinto (2023) er fordelene ved dybdeintervjuer blant annet at de gir intervjuer og intervjuobjekt mulighet til å få frem den nødvendige detaljerte informasjonen. Dette siden antallet intervjuer som gjennomføres er lavere enn ved andre typer intervjuer, og man derfor kan sette av mer tid per intervju (Pinto, 2023). Kvale og Brinkmann (2009) illustrerer et dybdeintervju med to forskjellige metaforer - enten som gruvearbeider eller som reisende. I gruvearbeidermetaforen forstås kunnskap som skjult metall, og intervjueren er en gruvearbeider som utvinner det verdifulle metallet. Kunnskapen intervjuobjektet innehar i sitt indre venter på å bli avdekket, upåvirket av intervjueren. Verdifulle fakta og betydninger renskes gjennom at de transkriberes fra muntlig til skriftlig form. Ved denne tilnærmingen til et intervju vil det være en tendens til å betrakte intervjuet som et datainnsamlingssted, atskilt fra senere dataanalyse. I metaforen om intervjueren som reisende, reiser intervjueren bort og har mye å fortelle når hen kommer hjem. Den reisende intervjueren reiser gjennom et fjernt land og snakker med folk hen treffer på veien. Intervjueren oppfordrer lokalbefolkningen til å fortelle om sine erfaringer og historier, og stiller spørsmål. Intervjueren utforsker ulike deler av det fjerne landet, og har ingen fastsatt plan på hvilke områder som skal utforskes. Reisen har som formål å lede til ettertanke og refleksjon, såvel som ervervelse av ny kunnskap. I reisendemetaforen ses intervju og analyse som sammenvevde faser. (Kvale og Brinkmann, 2009). I intervjuene som blir gjennomført i forbindelse med denne

oppgaven, ser kandidatene reisende-metaforen som mest treffende. Dette fordi oppgaven er av kvalitativ art, og det er ingen forutbestemte hypoteser eller lignende som skal testes. Oppgaven formes etter informantenes erfaringer og historier.

3.2.1 Semistrukturert intervju

Siden oppgaven benytter kvalitativ metode, og det gjennomføres intervjuer med intervjuobjekter som har inngående kunnskap på feltet, ble det besluttet å bruke semistrukturerte intervjuer. Dette er en type intervju som kan beskrives som en samtale mellom forsker og respondent. Det er på forhånd laget en intervjuguide, som fungerer som en plan for hvilke tema forskerne ønsker å prate om. Denne blir laget med utgangspunkt i problemstillingen som er satt. (Tjora, 2021) I starten av et semistrukturert intervju er det vanlig å starte med enkle spørsmål for å få samtalen i gang. Alle respondentene stilles samme hovedspørsmål, men forskeren står fritt til å velge oppfølgingsspørsmål ut fra respondentens svar. På denne måten formes intervjuet av respondentens svar, og gir rom for en avslappet samtale, samtidig som det oppleves som seriøst fordi den er basert på en fast intervjuguide. Bruk av denne typen intervju krever at forskerne har opparbeidet seg en viss kunnskap innenfor feltet, både for å formulere gode spørsmål og for å forstå respondentenes svar. (Tjora, 2021) Det er valgt å gjennomføre semistrukturerte dybdeintervjuer i forbindelse med datainnsamlingen til denne oppgaven, for å innhente detaljert informasjon om additiv tilvirkning. Kandidatene er interesserte i å undersøke nærmere hvilke meninger, erfaringer og tanker informantene har om additiv tilvirkning og dets påvirkning på verdikjeder, men er også åpne for andre emner informantene mener er relevante for samtalen. Dersom det lar seg gjøre, er det en fordel å ta lydopptak av intervjuet, for å være sikker på at det som blir sagt under intervjuet blir transkribert og brukt riktig i oppgaven.

3.2.2 Skriftlig oppfølging

Skriftlig oppfølging ble brukt i de tilfellene det var nødvendig med mer data på aktuelle tema eller andre spørsmål kandidatene ikke hadde fått svar på gjennom de semistrukturerte intervjurundene. Denne datainnsamlingen kan til en viss grad defineres som strukturert intervju, ettersom tema, spørsmålene og rekkefølgen på spørsmålene var fastsatt på forhånd. Likevel er det viktig å merke seg at respondentene kan formulere svar på egenhånd, så i den grad er det åpent. (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 109) Fordelene med denne intervjuformen kan være at det er enklere å sammenligne svarene i etterkant, og respondentene fikk tid til å tenke ut svar. Disse spørsmålene ble utformet med bakgrunn i svarene fra det semi-strukturerte intervjuet, og hvilken rolle i verdikjeden informantene har. Derimot er det en ulempe at fleksibiliteten i intervjuet reduseres.

(Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 110) På bakgrunn av dette ble det vurdert som hensiktsmessig å gjennomføre denne typen intervju ettersom tilgjengelig tid var begrenset. Målet med intervjuet var å hente inn mer informasjon omkring tema som ikke ble tilstrekkelig besvart i de foregående intervjuene.

3.2.3 Utvalg

Tjora (2021) mener en av de store utfordringene ved forskning er å avgrense det empiriske arbeidet. Det er derfor viktig å ha en god og godt begrunnet strategi når det kommer til utvalg av representanter for populasjonen. (Tjora, 2021) I forskning referer utvalg til en delmengde av en populasjon som kan studeres for å identifisere mønster eller regelmessigheter som kan gjelde for hele populasjonen (Grønmo, 2023). Et representativt utvalg er derfor avgjørende for å sikre pålitelige resultater. Utvalget kan endre seg underveis i datainnsamlingen dersom det kommer frem ny informasjon det er verdt å undersøke ytterligere.

I studien er det skaffet et utvalg som kandidatene mener er representativt for populasjonen. I følge Johannessen, Christoffersen og Tufte (2020) er det som vil være å regne som en ”skjevhet” i kvantitative utvalg, selve målet i kvalitative utvalg (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 57-58). Dette fordi i kvantitative undersøkelser trekkes utvalget ofte tilfeldig for å kunne generalisere til populasjonen. I kvalitative undersøkelser er det derimot lite aktuelt å trekke tilfeldig ettersom man heller ønsker å få fyldige beskrivelser om fenomenet som undersøkes. Dette fremfor å gjennomføre statistiske generaliseringer. I disse undersøkelsene er målet å samle data fra de enhetene som utfra teoretiske og analytiske formål er mest interessante. (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 57-58) I metodelitteraturen er dette kjent som strategisk utvalg, eller formålsutvelgelse. Denne utvalgsformen omfatter ofte relativt få enheter. (Grønmo, 2023)

Utgangspunktet for utvelgelse i kvalitative undersøkelser er altså ikke representativitet, men heller hensiktsmessighet. For denne studien vil det kun være hensiktsmessig å velge enheter som enten benytter, har kjennskap til eller har vurdert å ta i bruk additiv tilvirkning i sin verdikjede. Fordelen med denne strategien er at man har muligheten til å få mest mulig kunnskap om fenomenet, ettersom enhetene har god kjenneskap til additiv tilvirkning. Svakheten er at det blir vanskeligere å tilpasse funnene til andre deler av populasjonen. Begrunnelse og redegjørelse for utvalgets enheter vil forekomme senere i oppgaven.

3.2.4 Datainnsamling

Datainnsamlingen ble gjennomført med totalt syv informanter. I tillegg til dette ble det senere gjennomført fire oppfølgende spørsmålsrunder. Hensikten med de oppfølgende spørsmålene var å få mer innsikt i data som ikke var tilstrekkelig innhentet da masteravhandlingen var i en tidligere fase. Det ble i samråd med veileder besluttet å gjennomføre oppfølgende spørsmålsrunder fremfor intervjurunder grunnet tidsmangel, og et behov for mer data. Ved å gjennomføre oppfølgende spørsmålsrunder ble det vurdert mer sannsynlig å få på plass den manglende informasjonen, fremfor å foreslå tidkrevende intervjurunder med informantene i en ellers travel hverdag. Tabell 3.1 viser en oversikt over datainnsamlingen, med navn på organisasjon, bransje, stilling og informantnummer for videre henvisning i teksten.

Tabell 3.1: Oversikt over informanter.

Bedrift	Bransje	Stilling	Informantnummer
Equinor	Olje- og gass	Prosjektleder	1
		Leder	2
Kongsberg Maritime	Maritim og offshore	Avdelingsleder	3
		Avdelingsleder	4
Vår Energi	Olje- og gass	Hovedingeniør	5
AM North	Produksjon	Daglig leder	6
Pelagus 3D	Digital landskap	Customer Success Manager	7

Equinor og Vår Energi er store aktører i olje- og gassindustrien. Begge organisasjonene har tatt i bruk additiv tilvirkning i forskjellig grad. Selv om begge er store aktører er det stor forskjell på hvor lenge de har operert i markedet. Equinor har hatt en tilstedeværelse i sektoren i flere tiår, og har gjennom den tid opplevd flere teknologier som har endret hvordan industrien fungerer. Vår Energi er et relativt ungt firma sammenlignet med Equinor, og ble til gjennom sammenslåing av flere mindre aktører på den norske sokkelen (Vår Energi, u.å.). Disse to organisasjonene kan derfor gi et ulikt perspektiv på additiv tilvirkning. Ett fra et selskap med en eldre og potensielt sterkere organisasjonskultur enn den andre. I oppgavens sammenheng er Equinor og Vår Energi definert som slutt kunder. Sluttproduktene som additiv tilvirkning kan levere blir brukt hos disse aktørene i deres verdiskapende prosesser for andre verdikjeder.

Kongsberg Maritime er en stor leverandør og OEM av teknologi til maritim sektor. De har gjennom lang tid samlet inn kunnskap om markedet og bygget seg opp en portefølje av komponenter som bidrar til å holde maritim sektor i gang verden over (Kongsberg

Gruppen, u.å.[a]). Som OEM og leverandør gir de et ulikt perspektiv enn de andre informantene på hvordan innføringen av additiv tilvirkning vil endre verdikjeder, og hvilke utfordringer det bringer. I enkelte sammenhenger blir Kongsberg Maritime omtalt som kunde. Deres produksjon er outsourcet, som vil si at de er kunder av leverandørene som produserer deres egne komponenter. Hovedsakelig vil de bli omtalt som en leverandør eller OEM.

Pelagus 3D og AM North baserer sin forretningsidé på additiv tilvirkning og digitale verdikjeder, og vil derfor kunne bidra med verdifull innsikt i dagens situasjon. Det er verdt å merke seg at intervjuet med Pelagus 3D, ved informant 7, foregikk på engelsk, og ble senere oversatt til norsk. Oversettingen ble gjort av kandidatene selv, og dette kan ha medført upresise oversettelser og feiltolkninger.

3.2.5 Intervjuguide

For å kunne gjennomføre de semistrukturerte intervjuene på en hensiktsmessig måte, benyttes det en intervjuguide. Intervjuguiden skal inneholde temaene som forskerne mener er relevante for intervjuet, og legge til rette for intervjuforløpet. Spørsmålene i intervjuguiden må være åpne, og oppfordre til å stille oppfølgingsspørsmål til respondenten. Intervjuformatet tillater respondenten å snakke om tema som de mener er interessante, men intervjuguiden hjelper også kandidatene å holde seg på rett spor i forhold til hva de mener er relevant.

Intervjuguiden for datainnsamlingen består av seks kategorier. Innledningsvis skal intervjuerne fortelle kort om hvem de er, og hva formålet med studien er. Deretter er det ønskelig at respondenten forteller hvem de er, hva de jobber med og hvilken posisjon de og deres selskap har i forhold til additiv tilvirkning. Etter formalitetene ser intervjuet på additiv tilvirkning på et overordnet plan. Her er målet blant annet å avdekke hvilken rolle additiv tilvirkning har i respondentens bedrift, og i hvilken grad de benytter seg av det. Videre skal bedriftsnettverket og verdikjeden undersøkes, og fordeler og ulemper diskuteres. Eventuelle avsporinger vil forekomme der intervjuerne eller respondenten ser det nyttig.

For å sikre kvaliteten i intervjuguiden ble den utviklet over tid av begge kandidatene. Ved å sikre god kvalitet på intervjuguiden er en bedre rustet for å samle inn god data under datainnsamlingen. Intervjuguiden kan leses i sin helhet i vedlegg A.

3.3 Sekundærkilder

Sekundærkilder vil være en verdifull kilde til informasjon som kan komplementere studien. Scott (2023) definerer sekundære kilder som ”en fagpersons tolkning av en eller flere primærkilder” (Scott, 2023). Sekundærkilder kan være relevante fagartikler, bøker, tidligere studier, oppgaver eller dokumenter som tar for seg relevant teori eller temaet additiv tilvirkning. I motsetning til primærkilder, som ofte krever tid og ressurser for å samle inn, er sekundærkilder enkle å få tilgang til. De vil derfor være gunstige å benytte seg av da masteravhandlingen er tidsbegrenset. Sekundærkilder vil gi studien et bredere perspektiv og kan dermed øke reliabiliteten og validiteten i resultatene.

Når man benytter sekundærkilder er det viktig å være bevisst over potensielle fallgruver. Bruken av sekundærkilder betyr at en har mindre kontroll over prosesseringen av informasjon, og i hvilken grad informasjonen er tilpasset problemet en skal undersøke. Det kan også være utfordrende vite hvilken informasjon som har blitt prioritert, og hva som eventuelt har blitt utelatt av forfatterene. Ved å bruke flere kilder kan man balansere informasjonen, og bedre skjerme seg fra feilinformasjon (Pinto, 2023). I oppgaven benyttes sekundærkilder til å innhente generell, tilgjengelig informasjon om 3D-printing og additiv tilvirkning. Dette kan være fra offentlig tilgjengelige kilder, eller kilder lagt frem av SINTEF. Informasjonen vil brukes som tilleggsstoff til annen relevant data, eller for å støtte opp påstander som kommer frem under intervju.

3.4 Databehandling

Etter en kvalitativ datainnsamling er det vanlig å sitte igjen med store mengder data. I studiets tilfelle vil dette være lydfiler og transkripsjoner fra flere intervjuer. I tillegg til dette er det flere sekundærkilder til informasjon som kan være nyttig for studiet. Det er derfor viktig å behandle disse dataene korrekt, og organisere data slik at man lettere kan se sammenhengene i datamaterialet. For i det hele tatt å kunne kategorisere data fra intervjuer må de først transkriberes.

3.4.1 Transkribering

Transkribering av intervjuer er en viktig fase som kommer etter datainnsamlingen. I følge Kvale og Brinkmann (2009) er transkribering omgjøringen av muntlig intervjusamtale til skriftlig tekst, og dermed gjøre intervjuene tilgjengelig for analyse. I transkriberingsprosessen er det viktig å hensynte forskjeller i talespråk og skriftspråk. I et intervju utvikler samtalen seg mellom to personer, ansikt til ansikt. I en transkripsjon blir denne samtalen abstrakt og følelsesløs. Et eksempel på dette er at et velformulert muntlig uttrykk kan virke abrupt når det transkriberes. (Kvale og Brinkmann, 2009, s. 186-187) Selve

transkripsjonen er å beregne som en begynnelse på analysen da materialet struktureres. Intervjuene i studien blir ikke gjengitt fullstendig ordrett, men essensen i samtalen skal dokumenteres. Dette for å unngå overflødig registrering av ubetydelige ord og setninger.

3.4.2 Koding

Koding er en måte å sortere og systematisere kvalitativ data på. Det innebærer å koble ett eller flere nøkkelord til et avsnitt med tekst for senere å kunne identifisere en uttalelse. Disse nøkkelordene skal være korte, umiddelbare og skal definere den handling eller opplevelse som beskrives av informanten. (Kvale og Brinkmann, 2009, s. 209) Gjennom dette vil man da kunne identifisere de delene som har mening for studien i den kvalitative data. Linneberg og Korsgaard (2019) beskriver kodet data som et sortert varehus. Det vil gjøre data lett tilgjengelig, gjenfinnbar, strukturert og transparent. I tillegg vil man få omfattende innsikt inn i egen data mens man koder den. (Linneberg og Korsgaard, 2019) Flick (2006) forteller om åpen koding som er relevant for denne studien. Innledningsvis skal det gjennomføres åpen koding, som innebærer å kategorisere data uten teoretiske antagelser så godt det lar seg gjøre. Dette er kjent som induktiv koding. Her er målet å ta vare på den grunnleggende meningen i dataen. Måten det kan gjennomføres på er å gå gjennom data og markere ut det man mener er relevant, og knytte det til en kategori. (Flick, 2006) Deretter skal det identifiseres sammenhenger i dataen. Dette kan gjøres gjennom deduktiv koding, ved å etablere kategorier basert på problemstilling og relevant teori (Bingham, 2023). Her vil kontekstualiseringen av dataen finne sted, som vil si at dataene vurderes i kontekst av temaet additiv tilvirkning og digitale verdikjeder.

Kodingen ble gjennomført etterhvert som intervjuene ble avholdt. Under den åpne kodingen ble det forsøkt å kode med et åpent sinn, og markere ut det som en mente var relevant. Kandidatene gjennomførte denne prosessen hver for seg, for å forsøke å minimere bias. Videre ble det benyttet deduktiv koding, hvor dataen ble kategorisert etter det som ble vurdert relevant basert på problemstilling og teori. Ved å bruke både induktiv koding og deduktiv koding ble det mulig å avdekke potensielle relevante kategorier som ellers ikke ville blitt vurdert. Dette gjorde at kategorier som for eksempel kompetanse, tillit, og målsetning ble tatt med. Dette satte rammene for oppgaven videre. Ytterligere koding ble vurdert ikke nødvendig da dataen ikke var for omfattende.

3.5 Evaluering av data

For å sikre god kvalitet i det kvalitative arbeidet er det viktig å sørge for reliabilitet og validitet i dataene. Innenfor kvalitativ forskning brukes reliabilitet og validitet som kriterier for kvalitet. Hvor god datakvaliteten er vil være knyttet til hvor relevant og nøyaktig dataene er for å undersøke det aktuelle fenomenet. Johannessen, Christoffersen og Tufte (2020) presenterer reliabilitet og validitet på en oversiktlig måte (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 249–250).

3.5.1 Reliabilitet

Reliabilitet i kvalitative undersøkelser skiller seg fra kvantitative undersøkelser. I kvantitative undersøkelser er det ofte krav om at resultater skal kunne repliseres av andre under tilsvarende forhold for at data skal være gyldig. Lincoln og Guba (1985) nevner at reliabilitet derfor ofte testes gjennom replisering (Lincoln og Guba, 1985, s. 292). Slike krav er derimot ikke hensiktsmessig under kvalitative undersøkelser. I følge Johannessen, Christoffersen og Tufte (2020) benyttes det ikke strukturerte datainnsamlingsteknikker i kvalitative undersøkelser, og data vil være kontekstavhengig. Derfor vil det ikke være mulig for en annen forsker å replisere en annen forsker sitt kvalitative forskningsarbeid. I tillegg vil en forskers objektive tolkning av kvalitativ data være forskjellig fra en annen forskers objektive tolkning av data, ettersom deres tolkning vil være preget av forskjellig oppfatning og bakgrunn. For å styrke reliabiliteten i en kvalitativ undersøkelse kan forskeren gi en utfyllende beskrivelse av kontekst, da gjerne i form av casebeskrivelse. I tillegg til dette kan forskeren gi leseren mulighet til å spore dokumentasjonen av data, metode og avgjørelser gjennom forskningsprosessen (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 249). I denne studien vil det forekomme en beskrivelse av kontekst i form av casebeskrivelse i forkant av diskusjonen. Dette være seg bakgrunn til oppgaven, teoretisk rammeverk, metodebeskrivelse og presentasjon av datakildene. Dokumentasjon av data vil forekomme i form av transkripsjon av intervju samt metodebeskrivelse i forkant av analysen.

3.5.2 Validitet

Validitet kan deles inn i to typer, intern validitet og ekstern validitet. Intern validitet, eller troverdighet, tar for seg spørsmålet om en måler det som er ønskelig å måle. Med andre ord, sammenhengen mellom fenomenet en undersøker og dataene som har blitt samlet inn. I kvalitativ forskning er det vanskelig å vurdere dette da dataen ikke kan kvantifiseres, og dermed ikke sammenlignes. Validitet i kvalitative undersøkelser tar derimot for seg hvorvidt forskerens fremgangsmåter og funn på en riktig måte reflekterer formålet med

studien, og hvorvidt dataen representerer virkeligheten. (Lincoln og Guba, 1985)(Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 250) Intern validitet ser på hvordan endring i den uavhengige variabelen påvirker den avhengige variabelen (Lincoln og Guba, 1985). I studiens tilfelle vil det være hvordan additiv tilvirkning påvirker verdikjeder.

Ekstern validitet går på hvorvidt resultatene fra et forskningsprosjekt kan overføres til lignende fenomener (Lincoln og Guba, 1985). Ettersom studiet er eksplorativt vil ekstern validitet gjerne referere til hvorvidt funnene fra de valgte verdikjedene også gjelder for andre verdikjeder. I motsetning til kvantitative undersøkelser, hvor målet er å generalisere til populasjonen, vil man i kvalitative undersøkelser søke etter å overføre kunnskap til tilsvarende fenomener. Overførbarhet i kvalitative undersøkelser dreier seg derfor om hvorvidt studiet lykkes med å etablere beskrivelser, begreper, fortolkninger og forklaringer som også er nyttig for andre områder enn akkurat det som forskes på. Ettersom dataen i dette studiet stammer fra noen få verdikjeder, vil funnene og konklusjonene være preget av hvilken betydning de har i disse verdikjedene. Den eksterne validiteten vil derfor styrkes gjennom fyldige beskrivelser av detaljene som inngår i fenomenet. Det vil da være enklere for andre å bedømme om resultatene kan overføres til andre tilsvarende fenomener. (Johannessen, Christoffersen og Tufte, 2020, s. 250)

Lincoln og Guba (1985) viser til blant annet to teknikker som kan øke validiteten i forskningen. (I) Vedvarende observasjon i forskningen. Dette innebærer blant annet å investere nok tid til å bli godt kjent i feltet en undersøger, og dermed gjøre det lettere å skille mellom relevant og ikke-relevant informasjon. Masteravhandlingens tidsbegrensning gjør dette utfordrende. (II) Metodetriangulering som går ut på å angripe et problem fra to eller flere perspektiver. (Lincoln og Guba, 1985, s. 304-305) Ved å undersøke fenomenet additiv tilvirkning gjennom flere selskaper som eksisterer i forskjellige verdikjeder vil denne studien oppnå dette. I tillegg består dataen av perspektiver fra forskjellige ledd i verdikjeden.

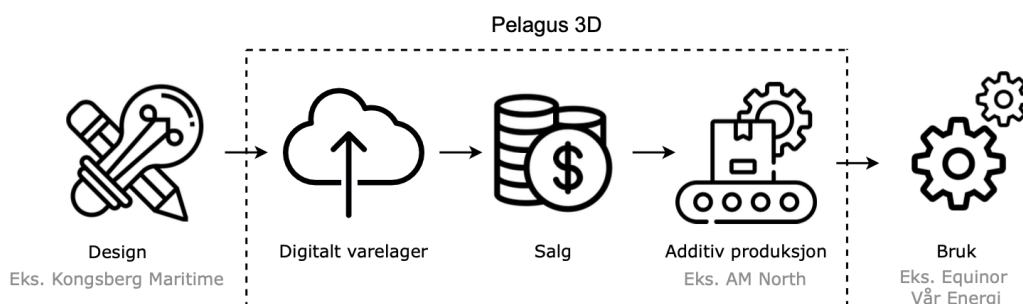
4 Empiri

Dette kapittelet presenterer resultatene av den kvalitative datainnsamlingen som tar sikte på å utforske hvordan innføring av additiv tilvirkning kan endre verdikjeder, og hvordan bedrifter kan håndtere dette. Hensikten med datainnsamlingen var å avklare hvordan additiv tilvirkning vil endre verdikjeder, hva som driver denne endringen, hvilke barrierer som står i veien for utviklingen og hvilke utfordringer som oppstår i forbindelse med digitale verdikjeder. Dataen ble innhentet gjennom en rekke semi-strukturerte intervjuer og oppfølgingsspørsmål med relevante informanter i bedrifter som benytter additiv tilvirkning i varierende grad.

Ettersom bedriftene som bidro til oppgavens empiri benytter additiv tilvirkning i ulik grad, er de derfor i ulik grad en del av digitale verdikjeder. Digitale verdikjeder er definert tidligere som verdikjeder hvor man eliminerer deler av den fysiske verdikjeden ved å gjøre disse digitale. Figur 4.1 og 4.2 illustrerer forskjellene i en tradisjonell og en digital verdikjede. I den digitale verdikjeden er informantene plassert hvor de kan ta del i en digital verdikjede.



Figur 4.1: Eksempel på en forenklet tradisjonell verdikjede.



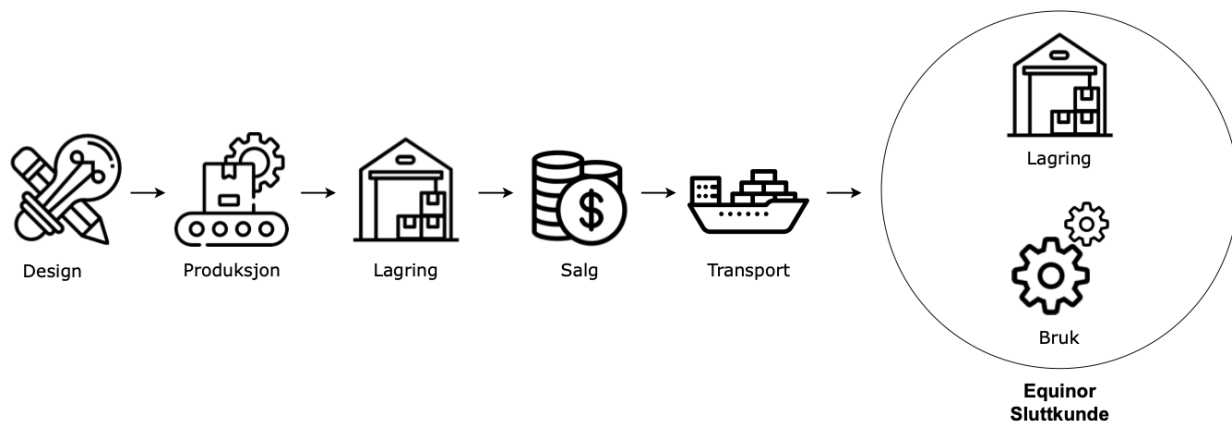
Figur 4.2: Eksempel på en forenklet digital verdikjede med informantens posisjon i verdikjeden.

For å kunne begrunne at informantene er troverdige og kan bidra med et godt datagrunnlag til oppgaven er det hensiktsmessig å presentere hvem de er, i hvilken grad de benytter additiv tilvirkning og hvordan de bruker det. Det ble totalt intervjuet syv informanter fra forskjellige bedrifter, hver med ulik bruksgrad av additiv tilvirkning og digitale verdikje-

der. Det var ønskelig å intervju bedrifter i forskjellige ledd av verdikjeden - fra OEM og leverandører, produsenter til slutt kunder.

4.1 Equinor

Equinor er et norsk energiselskap med mesteparten av sin virksomhet innen olje og gass. Selskapet har 22.000 ansatte på verdensbasis, og har den norske stat som største eier med rundt 67% eierandel. Equinor er den største petroleumsoperatøren på den norske kontinentalsokkelen med om lag 70% av den norske olje- og gassproduksjonen, og har spilt en avgjørende rolle i oppbygningen av en norsk nasjonal oljeindustri. Selskapet er en sentral aktør også internasjonalt, og er til stede i flere av verdens viktigste olje- og gassprovinser. (Tollaksen, Ryggvik og Smith-Solbakken, 2024) I nyere tid har Equinor også forpliktet seg til langsiktig verdiskapning i en lavkarbon-framtid. Denne forpliktelsen ble tydeliggjort da selskapet i 2018 byttet navn fra Statoil til Equinor. Selskapets portefølje inkluderer i dag olje og gass, fornybar energi og lavkarbonløsninger, samt ambisjoner om å bli et klimanøytralt selskap innen 2050. (Equinor, u.å.) I oppgaven er Equinor definert som sluttkunde for komponenter, og ikke en leverandør av olje og gass. Figur 4.3 illustrerer hvor Equinor plasseres i en tradisjonell verdikjede for komponenter.



Figur 4.3: Equinor sin plass i en tradisjonell verdikjede for komponenter. Merk at de er definert som sluttkunde.

4.1.1 Additiv tilvirkning i Equinor

Informant 1 og 2 forteller om additiv tilvirkning i Equinor. Som en del av Equinor sine ambisjoner om klimanøytralitet og ønske om å gå fra en lineær verdikjede til en digital verdikjede, ble det i 2017 startet et implementeringsprosjekt for additiv tilvirkning. Før dette var det gjort forskningsaktiviteter med bruk av additiv tilvirkning som stilte spørsmålet ”Kan vi stole på en 3D-printet metallkomponent?”. De har i dag to organisatoriske enheter som jobber med dette, henholdsvis for additiv tilvirkning og utvikling av digitalt

varelager og behovsstyrt produksjon. I tillegg til ønsket om å redusere miljøpåvirkning, ble prosjektet også startet for å redusere lagerhold i selskapet. Ifølge informant 1 og 2, har Equinor i dag reservedeler på lager til omtrent 27 milliarder kroner, hvor rundt 80% av disse er forespeilet å ikke bli tatt i bruk. Lagerholdet begrunnes som en forsikring for å unngå produksjonstap på grunn av lange ledetider på reservedeler. Nedetid på rigger medfører store inntektstap. Equinor har som strategi å ikke printe selv, men outsource dette til andre bedrifter, for eksempel Fieldmade, som er et produksjonsselskap for additiv tilvirkning. Ved bruk av additiv tilvirkning og behovsstyrt produksjon vil Equinor kunne senke lagerholdet, og dermed også kapitalbindingen. Leveringstiden på reservedeler vil også kunne reduseres betraktelig. Informant 2 deler et konkret eksempel på en situasjon hvor en del måtte byttes ut på Norne-skipet.

Det ville tatt 40 uker å få delen levert med tradisjonell tilvirkning - med additiv tilvirkning fikset vi det på 10 uker. Altså mer enn et halvt år raskere. Det som sto på spill var at vi ønsket å skifte denne delen før vinterstormene på Norne-skipet. Ved 40 ukers leveringstid ville den blitt levert etter vinterstormene, men siden vi klarte det på 10 uker ble den levert i september og vi installerte den ute på feltet. Det med leveringstid er ekstremt viktig, og vi har en lang rekke eksempler på dette.

-Informant 2, 2024

I tillegg til de lange leveringstidene, står Equinor overfor et betydelig og kostbart problem knyttet til utdaterte deler i de tradisjonelle forsyningskjedene. Informant 2 forteller videre om dette problemet med et eksempel på en motorvifte. Tradisjonelt sett blir hele motoren byttet ut selv om resten av motoren fungerer som den skal. Problemet oppstår når viften, som er en del av motoren, går ut av produksjon hos OEM fordi den er foreldet. Dette tvinger Equinor til å erstatte hele motoren, til tross for at det kun er viften som trenger utskifting. Informant 2 karakteriserer denne praksisen som uholdbar, og peker på at additiv tilvirkning sammen med 3D-skanning og tilpasninger i 3D-modellen kan tilby en mer kostnadseffektiv og bærekraftig løsning. Ved å bruke additiv tilvirkning i samarbeid med OEM, kan Equinor produsere en fungerende vifte ved behov. Denne tilnærmingen gjør det mulig å produsere kun den delen som trengs, i stedet for å erstatte hele motoren.

Målet er å få til en løsning for digitale varelager som kan inneholde reservedeler og lignende for olje- og gassnæringen. Denne løsningen blir da en global lagerløsning i skyen, med fysiske printere lokalt.

*Vi jobber med å få fasiliteter til å få mulighet til å printe på alle lokasjoner.
Vi må sørge for å kvalitetssikre at fabrikkene har den riktige kvaliteten, kjøre
sertifisering og kontroller.*

-Informant 2, 2024

Equinor har et ønske om å ha produksjonskapasiteten i nærheten av sine forsyningsbaser. Totalt har de syv forsyningsbaser i Norge hvor båter reiser ut til feltet, og kommer tilbake med avfall. Her ligger lagrene. De ønsker å etablere produksjonsklynger omkring basene som kan produsere reservedeler med høy kvalitet raskt og effektivt, ved behov. På den måten kan Equinor sikre seg bedre mot nedetid, samt redusere behov for lager.

Equinor har innledet et omfattende samarbeid med flere andre bedrifter for å realisere denne visjonen, hvor additiv tilvirkning kombineres med et digitalt forsyningsnettverk. Samarbeidet benytter seg av Fieldnode, en løsning som tilbyr et digitalt lager og et digitalt forsyningsnettverk. I dette samarbeidet er åtte olje- og gasselskaper forent i arbeidet med å løse felles utfordringer. Disse selskapene inkluderer Equinor, Shell, Total, ConocoPhillips, Vår Energi, Woodside, Exxon og BP. Samarbeidet fokuserer på å integrere alle leverandører og sluttbrukere i en sømløs strøm av data. Alle disse aktørene deler målet om å etablere en digital lagerløsning som kombinerer global digital tilgjengelighet av reservedeler med lokal fysisk produksjon. Dette eliminerer mesteparten av transporten og tillater produksjon der delene trengs, når de trengs. Samarbeidet representerer et betydelig skritt mot å modernisere og effektivisere olje- og gassnæringens verdikjeder ved å integrere avanserte teknologier og samarbeidsplattformer. Equinor har allerede utført vellykkede tester i dette samarbeidet.

Til tross for dette samarbeidet, har Equinor møtt noen utfordringer med å få OEM med på endringen til digitalt varelager. Handlingsmønsteret i nettverket vil endres med innføring av additiv tilvirkning. Dette krever tilpasning i de forskjellige leddene i verdikjeden. Ifølge informant 2 er det ikke nok å kun ha nye tekniske løsninger, som additiv tilvirkning, men det kreves også nye forretningsmodeller og kommersielle modeller som sikrer inntekt for OEM på de digitale varene.

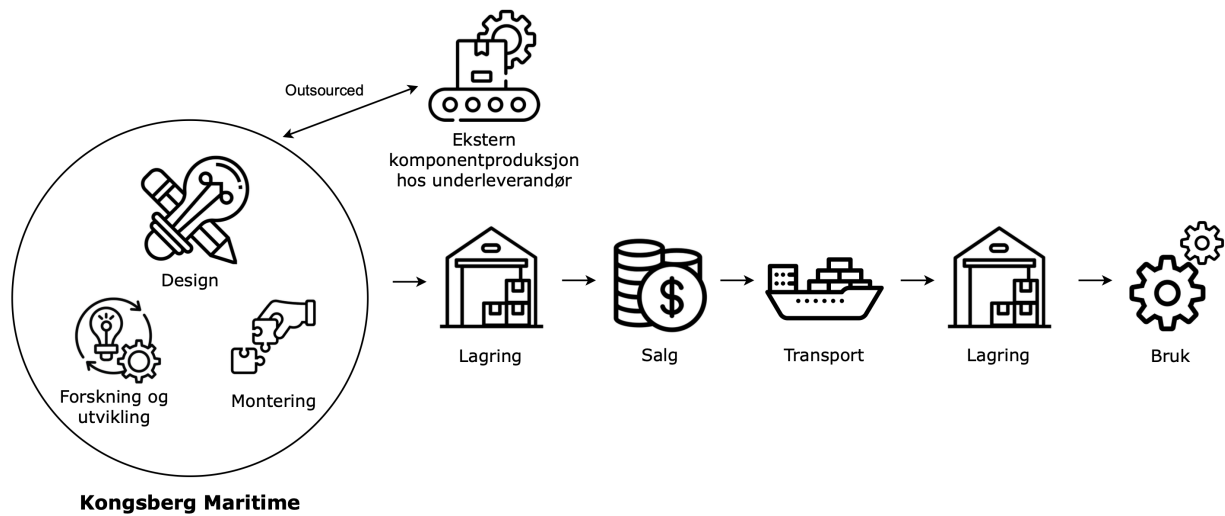
Før var det leverandøren som kom til oss med et produkt og lurte på om Equinor var interessert, og om dette skjedde inngikk vi som regel en rammekontrakt. Siden additiv tilvirkning er såpass nytt, en så stor endring og på en måte en trussel for leverandørene, er ikke leverandørene i førersetet med mindre de har funnet en veldig spesifikk forbedring i sine produkter ved å bruke 3D-printing. Det er sluttbrukerne som er pådriverne for dette, og må overbevise leverandørene om at de kan både lage bedre produkter, kutte fysisk lager selv, og at det er faktisk inntjeningsmuligheter for det digitale innholdet. Det er ikke bare tap – det er også nye forretningsmuligheter. Det tar tid å få de til å skjønne dette og se hva dette innebærer. Siden det er kontraktsforhandlinger med hver enkelt leverandør, vet ikke de enda hvor mye de vil tjene på det digitale og tape på det fysiske.

-Informant 2, 2024

Equinor har opplevd at noen av de som er med i pilotprosjekter på digitale varelager i utgangspunktet er skeptiske og redde for å tape salg. Ifølge informant 1 tar leverandørene og OEM innover seg at endringen er nødvendig, og prøver å finne en løsning for å sikre sin inntekt. Equinor mener at dersom OEM og leverandører inngår i et slikt nettverk kan de eksempelvis gå fra å kun levere til Nord-Norge til å kunne levere i hele Europa, fordi de er en del av et større nettverk.

4.2 Kongsberg Maritime

Kongsberg Maritime er et underselskap av Kongsberg Gruppen, som er et ledende globalt teknologikonsern. Totalt består Kongsberg Gruppen av fire forskjellige datterselskaper, Kongsberg Maritime, Kongsberg Defence & Aerospace, Kongsberg Discovery og Kongsberg Digital. (Kongsberg Gruppen, u.å.(c)) Kongsberg Maritime er selskapet i konsernet som leverer teknologi til maritim sektor, og med utstyr på over 33 000 skip er de å regne som et ledende selskap innen sektoren. Selskapet leverer avanserte løsninger og tjenester som bidrar til å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft i maritime operasjoner, verden over. Bedriften er rettighetsinnehaver på en rekke komponenter, og er derfor en OEM. I tillegg til egne komponenter, leverer bedriften også andre deler til kunder verden over. Deres portefølje inneholder alt fra navigasjonssystemer til undervannsroboter og automasjonssystemer. (Kongsberg Gruppen, u.å.(a),(b)) Kongsberg Maritime er hovedsakelig definert som OEM og leverandør, men vil i noen tilfeller omtales som kunde av deres underleverandører. Figur 4.4 viser Kongsberg Maritime sin posisjon i en tradisjonell verdikjede for komponenter. Deres verdiskapning for sluttkunden ligger hovedsakelig i design, forsknings- og utviklingsprosjekter og montering av komponenter til et sammensatt produkt.



Figur 4.4: Et forenklet eksempel på Kongsberg Maritime sitt bidrag til en tradisjonell verdikjede for komponenter.

4.2.1 Additiv tilvirkning i Kongsberg Maritime

Hva gjelder innføring av additiv tilvirkning er Kongsberg Maritime på et tidlig stadie. Innad i Kongsberg Maritime er det avdelingen "Propulsion & Handling" som har jobbet mest med testing av additiv tilvirkning. Innføring av additiv tilvirkning i komponenter er et viktig område for Kongsberg Maritime, og er noe de har jobbet med siden 2022.

I Propulsion & Handling så har vi en strategi for additiv tilvirkning, og vi har prosjekter som støtter opp for denne strategien. For oss er det følgende områder som er viktig innen materialteknologi - tannhjuls materiale for å forbedre levetid til tannhjul og implementering av additiv tilvirkning i komponenter. Dette har vi hatt prosjekter på i Kongsberg siden 2022.

-Informant 3, 2024

Som en del av satsingen på additiv tilvirkning har Kongsberg Maritime engasjert seg i flere samarbeidsprosjekter mellom bedrifter (JIP), arrangert av DNV. I disse prosjektene samarbeider bedriftene om å utvikle retningslinjer for additiv tilvirkning sammen med DNV, som er et ledende klasseselskap innen maritim og offshore sektor (DNV, u.å.). Som en del av dette har Kongsberg Maritime hatt muligheten til å bidra til å forme veien videre for additiv tilvirkning innen sektoren.

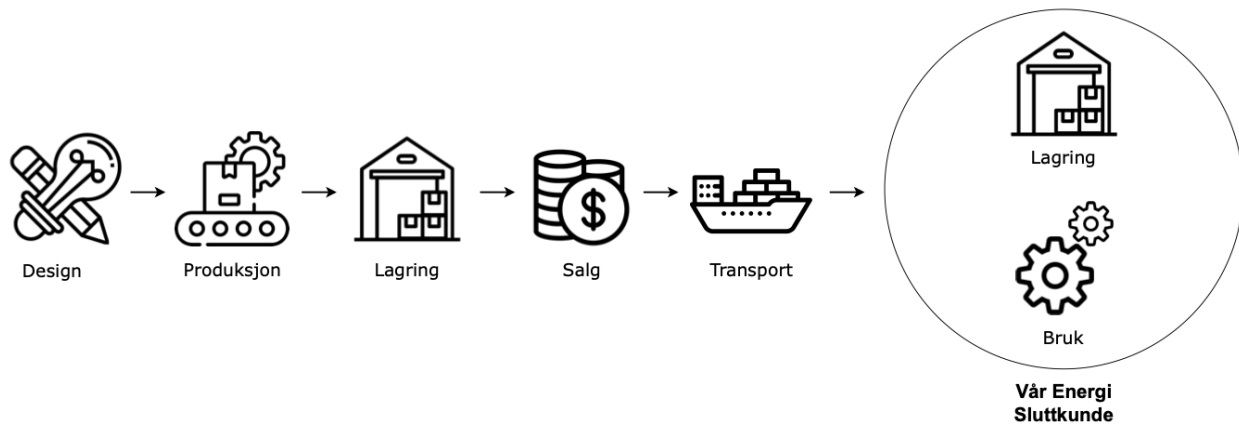
Vi var en del av et "Joint Industry Project" (JIP) med DNV. Jeg vil si at det er noe av det beste vi har gjort. Da betaler vi en viss sum for å delta der, også er det mange som jobber sammen om å utvikle retningslinjer for 3D-printing. Vi tester forskjellige teknologier og jobber tett sammen med leverandører. Det har vært utrolig bra. Vi var ikke helt klar over hvor bra det ville være. Vi visste det ville være spennende, men i ettertid ser vi virkelig verdien av det. Disse prosjektene er også til for at DNV skal bygge seg opp kompetanse på området. Det er jo de som skal klassifisere komponentene, og vi må jo ha retningslinjer for hvordan vi skal 3D-printe for å sikre kvalitet.

-Informant 3, 2024

I dag har Kongsberg Maritime under "Propulsion & Handling" testet additiv tilvirkning som et substitutt til tradisjonell tilvirkning med gode resultater i flere tilfeller. Blant annet i diverse slitedeler og reservedeler, som propellblader og ventiler. Dette har blant annet sørget for redusert vekt, leveringstid, maskineringskostnader og miljøavtrykk. Hva som hindrer Kongsberg Maritime i å ta i bruk additiv tilvirkning i større grad vil adresseres senere.

4.3 Vår Energi

Vår Energi er et norsk olje- og gasselskap, som opererer i petroleumsfelter i Nordsjøen, Barentshavet og Norskehavet. Selskapet oppsto som følge av en sammenslåing mellom Eni Norge og Point Resources, sommeren 2018. Det er Norges nest største petroleumselskap (Tollaksen og Smith-Solbakken, 2023), og har over 1300 ansatte. Selskapet bygger på mer enn 50 års drift og kompetanse på norsk sokkel, og har en robust og diversifisert produksjonsportefølje. De ønsker å skape en bedre fremtid, og har som ambisjon å være den sikreste operatøren på norsk sokkel. Med ønske om å være en ledende aktør innen bærekraft har de en konkret plan for å redusere utslipp fra egne operasjoner med mer enn 50% innen 2030. To av fire kjerneområder innen selskapets strategi dreier seg om maksimal utnyttelse av infrastrukturen og å sikre framtidig vekst. Som en del av dette startet selskapet et prosjekt med bruk av additiv tilvirkning høsten 2022. (Vår Energi, u.å.) Vår Energi er også definert som en sluttkunde i en verdikjede for komponenter. Figur 4.5 viser Vår Energi sin posisjon i en tradisjonell verdikjede for komponenter.



Figur 4.5: Vår Energi sin posisjon i en tradisjonell verdikjede for komponenter. Merk at de er definert som sluttkunde.

4.3.1 Additiv tilvirkning i Vår Energi

Informant 5 forteller om additiv tilvirkning i Vår Energi. Fordi selskapet startet prosjektet nylig, benyttes additiv tilvirkning i liten grad i dag. Det jobbes derimot med systematisk innføring. Prosjektet som gjennomføres er et ”Technology Readiness Level” prosjekt, for å lære om hvordan teknologien fungerer, hvem som må være involvert og hvilke partnere som skal engasjeres. Selskapet legger vekt på å finne samarbeidspartnere som passer for Vår Energi å jobbe med, og ønsker å etablere gode, bærekraftige partnerrelasjoner. I starten av prosjektet ble det stilt spørsmål om printing og kopiering skulle gjøres internt eller om det skulle outsources. Vår Energi har i dag en klar strategi på at printing og kopiering ikke skal gjøres internt. Selskapet skal heller samarbeide med leverandørene og partnere som kan gjøre dette. Hovedformålet med prosjektet er å kartlegge hvordan bruk av additiv tilvirkning fungerer og hvordan det kan brukes på best mulig måte for Vår Energi i tråd med selskapets strategi.

For selskapets del tiker det fire av fem strategiske pilarer Vår Energi har. Operational Excellence, Strategic Partnership, High Performance og ESG (Environmental, Social and Governance). Hovedgrunnen er helt klart kost og redusere risikoen for nedetid, det er egentlig hele grunnen for alt vi gjør i olje og gass-industrien. Målet vårt er jo å produsere olje og gass. Men vi har to tanker i hodet samtidig, derfor er det en teknologi som passer godt inn hos Vår Energi fordi vi har høyt fokus på ESG.

-Informant 5, 2024

I likhet med Equinor har Vår Energi også et problem med overflødige og utdaterte reservedeler. Som nevnt i sitatet ovenfor er kostnadsreduksjon en hoveddriver for Vår Energis forskningsprosjekt, og additiv tilvirkning blir sett på som en metode for å få bukt med dette problemet.

[...]også tjener leverandøren veldig mye penger på å sende ut SPIR-lister (Spare Part Interchangeability Register) og sier at dette trenger dere, og vi bare sier ”ja flott, dette trenger vi”. Ofte er det veldig lite tid i slike prosjekter, så vi kjøper dette og legger det rett på lager. Veldig mange av disse delene bruker vi aldri, dette er ikke bra for miljøet eller i det hele tatt – det er store kostnader knyttet til dette.

-Informant 5, 2024

Reduksjon av varelager og overgang til digitalt varelager som benyttes etter behov, er mål selskapet har satt seg for å redusere kostnader, men de har få konkrete eksempler per dags dato. Som nevnt Vår Energi er fortsatt i tidlig fase av innføring av additiv tilvirkning. Vår Energi er også et ungt selskap. En konsekvens av dette er at manglende datagrunnlag blir en hindring for å finne ut av hvilke deler som skal produseres ved additiv tilvirkning.

Vi er veldig tidlig i prosessen, så vi har ikke mange konkrete eksempler på besparelser ved bruk av additiv tilvirkning. Vi har jo noen eksempler – for eksempel printet vi en liten plastvifte og slapp å skifte ut hele motoren og enheten. Det er en type besparelse - dette kan vi regne på og skalere opp. Det kan være mange millioner. Akkurat denne har vi regnet til rundt en million kroner i besparelse. Den store utfordringen for meg er å finne disse gode businesscasene. Folk har ikke tid, vi har ikke nok data.

-Informant 5, 2024

I tillegg til kostnadsbesparelser ser Vår Energi på additiv tilvirkning som en del av løsningen for å øke produktiviteten på feltene sine.

[...] Men også dette med å optimalisere flyten vår ved at vi får mer tilpassede deler. Innmaten i ventiler, spesielt for impellere i pumper er det kjempemuligheter for besparelser og forbedringsmuligheter. [...] Vår Energi startet med å si at vi skulle printe så mye som mulig selv, det sier vi ikke lengre. Nå sier vi at det er behovsstyrt som er det overordnede målet, og additiv tilvirkning er en del av løsningen.

-Informant 5, 2024

4.4 AM North

AM North er et additivt tilvirkningsselskap fra Norge. De har spesialkompetanse innen additiv tilvirkning. Selskapet ble satt kommersielt i drift i august 2023 og har siden den tid levert produkter til selskaper som Equinor, Vår Energi, OneSubsea og Aker Solutions. AM North definerer seg som en behovsstyrt produksjonsbedrift. Deres strategiske posisjon i Hammerfest koblet med deres totalpakke med design, produksjon og maskinering gjør de til en attraktiv produsent for industrien i Nord-Norge. (AM North, 2023)

Ifølge informant 6 er forretningsmodellen til AM North basert på additiv tilvirkning og behovsstyrt produksjon. Per i dag er produksjonen deres mindre serier og enkeltkomponenter. De tilbyr også produktutviklingstjenester og redesign av komponenter for å optimalisere for additiv tilvirkning og redusere behov for etterbehandling. Gjennom 3D-scanning kan de også hjelpe kunder med å lage modeller av utgåtte produkter eller skanne motparter for å tilpasse nye komponenter.

Ryggraden til AM North er additiv tilvirkning. Vi har per i dag ingen faste leveranser. Vi har ikke den type produksjon. [...] Det er mindre serier og mindre komponenter. [...] Hvis det ikke finnes en del hjelper vi med produktutvikling. Vi driver også med redesign hvis vi får lov av kunden, for å få bort etterbehandling.

-Informant 6, 2024

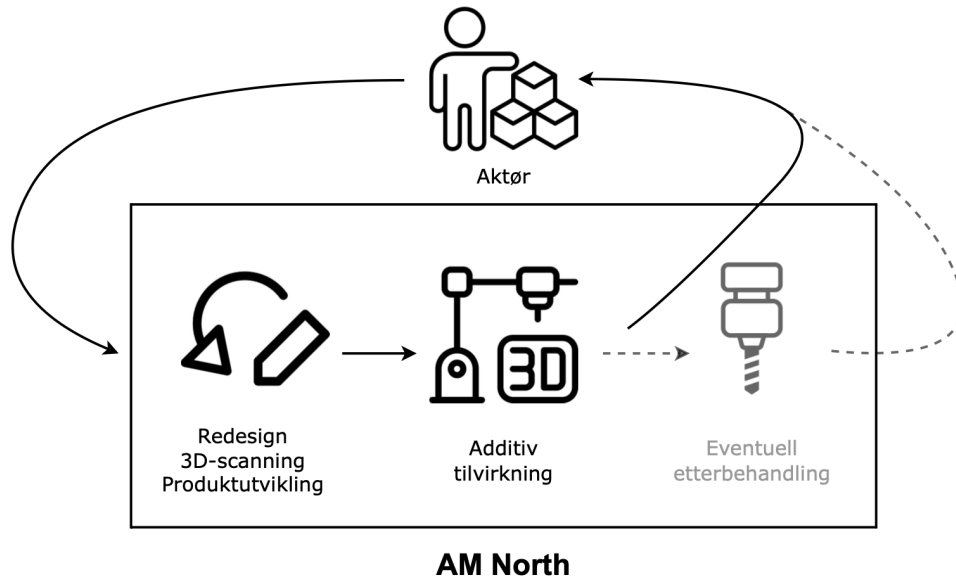
AM North sin relativt avsidesliggende lokasjon gjør de til et godt eksempel på hvilket potensiale additiv tilvirkning har. Industrien i Nord-Norge kan oppleve lange leveringstider grunnet lokasjon, noe som kan føre til økte kostnader eller tapte inntekter.

Man må fri til fordelene med 3D-printing for å kunne få verdi ut av det. Vi frir jo til det totaløkonomiske. Er det noen som skal ha en komponent her oppe så slipper de for eksempel frakt.

-Informant 6, 2024

Som en totalleverandør av additivt tilvirkede produkter er AM North et eksempel på hvordan additiv tilvirkning kan bli en integrert del av verdikjeden i avsidesliggende regioner, med lengre leveringstider i tradisjonelle verdikjeder. Dette gjør de til en verdifull samarbeidspartner for bedrifter og organisasjoner i disse regionene. Deres verdikjede er strukturert rundt deres spesialiserte tilbud innen additiv tilvirkning og behovsstyrt produksjon. Figur 4.6 illustrerer AM North sin del i en verdikjede, og viser deres bidrag til kundeverdi. Her ser man at AM North sin verdiskapning kommer innenfor produksjon av

deler ved additiv tilvirkning. De blir kontaktet av aktører som ønsker å benytte bedriftens ekspertise. Informant 6 forteller at det er kundens ansvar å på forhånd ha avklart med OEM angående bruk av tegninger og modeller av komponenter. Bedriften har ikke, og ønsker heller ikke å bruke, tid til å gjøre dette selv.



Figur 4.6: Et forenklet eksempel på AM North sin verdiskapningsprosess.

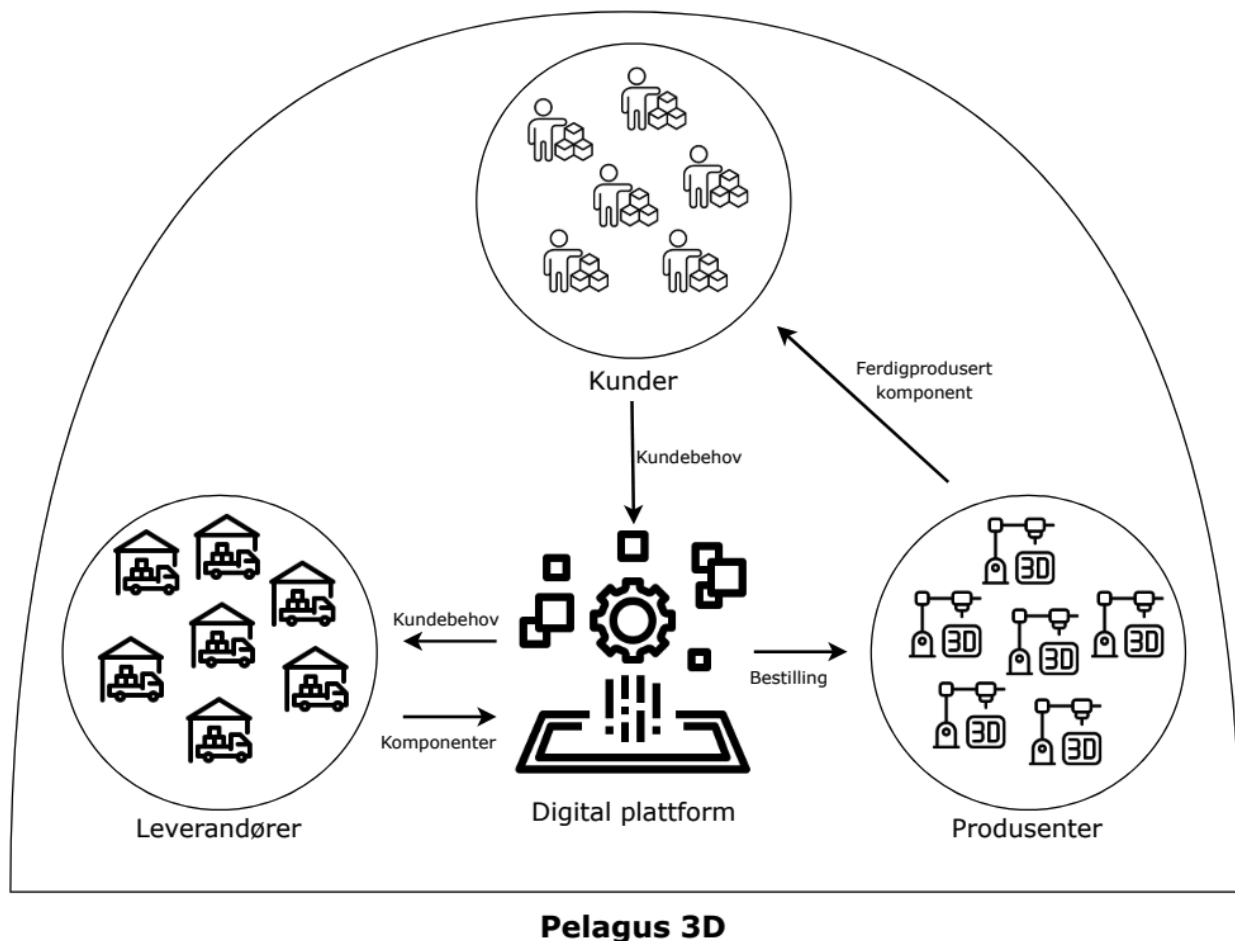
4.5 Pelagus 3D

Pelagus 3D er et samarbeidsselskap mellom Wilhelmsen og thyssenkrupp. Det er en digital og global plattform for varelagre, og legger til rette for behovsstyrt produksjon av reservedeler. Tjenesten ble lansert i oktober 2023, og Pelagus 3D har holdt på med additiv tilvirkning siden 2016. Plattformen kobler sammen sluttbrukere og OEM, og har flest kunder i maritim og offshore sektor (Pelagus 3D, u.å.). Ifølge informant 7 er bidraget til Pelagus 3D tosidig. I tillegg til å koble sammen OEM, leverandører, produsenter og slutt kunder, bidrar Pelagus 3D også med å utlede produktkrav, produksjonsmetode og produkt design som passer kunden best mulig. Dette er ekspertise OEM, leverandørene og slutt kundene vanligvis ikke innehar - de har kunnskap om hvordan produktet skal yte, mens Pelagus 3D bidrar med å overføre disse kravene til produksjon ved additiv tilvirkning. Selskapet foretar ingen produksjon på egenhånd, men bruker sitt globale nettverk til å outsource den additive tilvirkningen til sertifiserte partnere i hele verden.

Åpenbart kan OEM gjøre dette på egenhånd, men de har ikke tilgang til det globale nettverket, og nettverket deres er ikke knyttet til én plattform. Så det er mye arbeid når OEM eller slutt kunder må gjøre dette på egenhånd. Det vi tilbyr er denne skytjenesten hvor hele datamappen er lagret. [...] Det er mye lettere for oss enn for OEM å gjøre det selv, og det er derfor OEM inngår partnerskap med oss.

-Informant 7, 2024

Pelagus 3D sin plattform muliggjør effektiv digitalisering av fysiske komponenter, og behovsstyrt produksjon av skreddersydde, standard eller utgåtte reservedeler til maritime og offshore sektor. Figur 4.7 illustrerer Pelagus 3D sin posisjon og bidrag til kunde verdi i en potensiell digital verdikjede. Kunde verdien skaper Pelagus 3D med deres spesialkompetanse, samt plattformens evne til å koble sammen OEM, leverandører, produsenter og kunder.



Figur 4.7: Et forenklet eksempel på Pelagus 3D sitt bidrag til en digital verdikjede.

4.6 Sentrale funn

De sentrale funnene er delt opp i separate delkapitler for å presenteres på en oversiktlig måte. Innledningsvis presenteres empirien knyttet til drivere for innføringen av additiv tilvirkning som teknologi, samt hvordan informantene forholder seg til digitale verdikjeder. Videre undersøkes det hvilke barrierer som hindrer videre innføring, og hvordan informantene forholder seg til disse utfordringene. På den måten undersøker studien hvordan verdikjedene endres, og hvordan bedriftene håndterer denne endringen på en oversiktlig måte.

Additiv tilvirkning sin effekt på verdikjeder står sentralt i oppgaven. Dette ble utgangspunktet for spørsmålene knyttet til verdikjeder, verdikjedestyring og relasjoner i intervjuguiden. Målet var å få informantene til å informere og reflektere rundt dette, og også hvordan innfallsvinkelen til relasjoner med leverandører og kunder må endres, når verdikjeden går fra å være tradisjonell til digital.

4.6.1 Motivasjon og barrierer for bruk av additiv tilvirkning

De deltakende selskapene som kan identifiseres som slutt kunder i verdikjeden har i hovedtrekk samme motivasjon for bruk av additiv tilvirkning. Dette gjelder for Equinor og Vår Energi, hvor reduksjon av kostnad, leveringstid, reservelager og miljøpåvirkning brukes som argumenter for innføringen av additiv tilvirkning. Det kommer tydelig frem fra disse to at den primære drivkraften for bruk av additiv tilvirkning er en økt leveringssikkerhet i kombinasjon med mindre kapitalbinding i lagerhold. I olje- og gassnæringen kan selv korte produksjonsstans medføre store tap.

Hovedgrunnen er helt klart kost og redusere risiko for nedetid, det er egentlig hele grunnen for alt vi gjør i olje og gass-industrien, målet vårt er jo å produsere olje og gass.

-Informant 5, 2024

Videre understrekes det at additiv tilvirkning reduserer sløsing gjennom hele verdikjeden. Produksjon av printede deler bruker mindre materiale enn tradisjonelle, subtraktive produksjonsmetoder som fjerner materiale for å forme et produkt, fordi additiv tilvirkning kun tilsetter materiale der det trengs. Behovsstyrt produksjon av deler og digitale varelagre fjerner også overflødig produksjon, og kjøp av ekstra reservedeler som forsikringspolise. I tillegg åpner additiv tilvirkning for reparasjoner og modifikasjoner av deler som tradisjonelt ikke ville latt seg reparere eller modifisere. Informant 1 presenterer et eksempel på en pumpe med et knekt øre. Siden pumpen var gått ut av produksjon for 20 år siden, var det ikke mulig å få tak i en slik del ved tradisjonell tilvirkning. Pumpen ble derfor

3D-scannet og et nytt øre ble designet, produsert og festet på pumpen. På denne måten unngikk bedriften å bytte hele pumpen, eller å modifisere pumpen for å passe en ny del fra OEM, og levetiden ble forlenget.

Informant 2 trekker frem at handlingsmønsteret i tradisjonell tilvirkning er å designe en del, produsere delen, og deretter forsøke å selge fra lager. Som et resultat av dette sitter leverandører ofte igjen med et stort restlager som ikke blir solgt, og delene som selges til kunder blir heller ikke nødvendigvis brukt. Dette gjør at sløsing kan bli et gjennomgående problem i hele verdikjeden. Ved bruk av additiv tilvirkning endres handlingsmønsteret i verdikjeden; det starter med å designe en del, som selges, og deretter produseres. På denne måten vil store deler sløsing i verdikjeden elimineres, fordi varer produseres først når de trengs. Informant 2 trekker frem klesindustrien som et eksempel på dette, hvor det er store mengder klær som aldri blir solgt, og at deres bedrift opplever lignende med store lagre med reservedeler som aldri blir brukt. Behovsstyrt produksjon anses som en nøkkelfaktor for å unngå dette. Deler som produseres ved behov trenger ikke bli lagt på lager, og produksjonen fokuserer også i større grad på de delene som trengs.

Samtlige informanter understreker mindre lagerhold som en stor endring ved digitale verdikjeder. Kongsberg Maritime ser frem til å kunne produsere flere deler med additiv tilvirkning, og slippe å ha masse gods liggende på lager.

Å få kortere leveringstider og kunne bestille når vi trenger det, det vil være en stor fordel. Vi er ikke der nå, vi er fortsatt i starten. Men det ser positivt ut. Vi ser mulighetene.

-Informant 3, 2024

Leveringstid er et annet sentralt aspekt av verdikjeder som vil endres ved innføringen av digitale verdikjeder. Behovsstyrt produksjon er et begrep som ble nevnt av samtlige informanter. Informant 5 trekker frem behovsstyrt produksjon som den overordnede målsetningen med additiv tilvirkning, og behovsstyrt produksjon blir en mulighet når leveringstiden på produktene går ned. AM North produserer for blant annet Equinor og Vår Energi, og informant 6 nevner i intervju at de har mulighet til å levere varer på kort tid.

Sammenlignet med tradisjonell tilvirkning i Kina bruker jeg mye kortere tid på å produsere og levere enn de bruker på å sende. Vi produserte noe for Vår Energi. De sjekket med tre leverandører, og brukte en uke på å sjekke disse og finne ut hvem de ville bruke. De fikk henholdsvis 16 og 11 uker leveringstid fra de to andre, og vi brukte 48 timer. De brukte lenger tid bare på å bestemme seg for leverandør enn vi brukte på å produsere og levere delen.

-Informant 6, 2024

AM North setter vanligvis fem dager leveringstid på en gjennomsnittlig dimensjonert del. Jo større del, jo lenger tid tar det å printe. Kundene vet derimot at dersom det haster så er det mulig for AM North å produsere deler på 1-2 dager.

For deler som ikke er spesialiserte nevnes tradisjonell masseproduksjon som en foretrukket metode for samtlige informanter. Dette kobles til høyere stykkpriser for additiv tilvirkning enn ved tradisjonell tilvirkning i lavkostland.

Den andre ulempen er rett og slett at om man sammenligner stykkpris på 3D-print kontra masseproduksjon i Kina. Da er 3D-print som oftest dyrere, eller ihvertfall har vært. Spesielt når du trenger mange. 3D-print egner seg mer for batch-produksjon enn masseproduksjon. Det er en ulempe når man skal sammenligne med den tradisjonelle logistikkjeden.

-Informant 2, 2024

Vi sliter med pris. Som på vannjet-impellere. Vi kommer til å fortsette å støpe de så lenge det er standard. Men klart, kommer det noe nytt eller noe vi må ha fort er det en annen sak. [...] Når disse leverandørene begynner å få mer automatikk i måten å produsere på så kan jo de produsere det billigere, men akkurat nå er det jo dyrt da.

-Informant 3, 2024

[...]Hvis det er mest hensiktsmessig å støpe eller CNC-maskinere så skal vi gjøre det. Vi skal ikke printe for enhver pris, selv om det er en kul teknologi. Det er businesscasen som skal ligge til grunn, både med tanke på kost og miljø. Det er foreløpig en dyr teknologi, det er dyrt å drive med disse prosjektene.

-Informant 5, 2024

Det er enighet mellom informant 1, 2, 3, 4 og 5 at prisen i noen tilfeller blir en barriere for bruk av additiv tilvirkning. Prisen er i dette tilfellet innkjøpspris per stykk, som ofte er

langt billigere ved tradisjonell masseproduksjon om bestillingsantall er høyt nok. På den andre siden trekker informant 2 frem *total eierkostnad* - innkjøpskostnad pluss drifts- og vedlikeholdskostnad gjennom hele produktets levetid. Informant 2 legger til at ved å se på totale kostnader over produktenes levetid vil det kunne bli et positivt regnestykke for additiv tilvirkning.

Informant 1, 2, 3, 4 og 5 enes også om at dersom det er stort tidspress på en ordre, og den trengs i løpet av kort tid, er de villige til å benytte additiv tilvirkning i stedet for tradisjonell tilvirkning på slike deler også. Equinor trekker frem sårbarheten de opplevde under Covid-19, som gjorde det vanskelig å transportere personer og varer i verden. Dette førte til forsinkelser, og i enkelte tilfeller var det ikke mulig å få tak i reservedeler. Kongsberg Maritime deler opplevelsen med Equinor. De trekker frem dagens politiske situasjon som et usikkerhetsmoment, og en usikkerhet man kan unngå i større grad med additiv tilvirkning. Det nevnes at bedrifter kan gå glipp av ordre på grunn av for lang leveringstid, som kan være skadelig for bedriftens omdømme og økonomi. Dersom bedriftene er villige til å betale en noe høyere innkjøpspris, vil bruk av additiv tilvirkning kunne gjøre at de kan ta i mot flere ordre der leveringstid er kritisk.

Vi er veldig sårbare rundt "outsourcing" av produksjonskapasitet.

-Informant 2, 2024

Informant 2 trekker frem at repeterbarhet kan være et problem innen bruk av additiv tilvirkning. Dette går både på teknisk kompetanse hos operatøren av printeren, og de fysiske forholdene i produksjonslokalet.

Det er fortsatt en metode som krever veldig mye kompetanse og arbeid for å stabilisere prosessen. I dag er det sånn at om man setter opp samme printer i Rio (de Janeiro) og i Hammerfest, kan man risikere å få forskjellig resultat. Det påvirkes av både klima, temperatur, fuktighet og så videre. Det jobber man med, man setter alltid opp en printer i et miljø hvor man har kontroll på klima. Ekstremt viktig å sørge for at man har en repeterbar prosess, og at man kan stole på at det som kommer ut har en god nok kvalitet. Veldig mange mekanismer som ligger inne. I dag er det ikke så automatisert, men mye basert på kompetanse. Når vi sertifiserer fabrikk sertifiserer vi maskinen, prosessene og kompetansen.

-Informant 2, 2024

4.6.2 Relasjoner i digitale verdikjeder

Hvordan bedrifter håndterer relasjoner i digitale verdikjeder er forskjellig fra tradisjonelle verdikjeder. Equinor har fått merke dette. Tidligere var det leverandører som kom til de med et produkt og lurte på om Equinor var interessert. Med økt bruk av additiv tilvirkning ser Equinor at denne relasjonen har blitt snudd på hodet, og de har opplevd det som kan omtales som endring i handlingsmønster. Equinor opplever at de, og andre kunder, er pådrivere for produkter produsert med additiv tilvirkning, da de ser mulighetene. Leverandørene på sin side er ikke overbevist, og ser på endringen som en mulig trussel. Det er derfor viktig for Equinor å overbevise OEM og leverandørene om at de med additiv tilvirkning kan lage bedre produkter, kutte eget lager og at det er gode inntjeningsmuligheter for det digitale innholdet.

Som en stor kunde deler Vår Energi opplevelsen med Equinor. De opplever at det kan være vanskelig å få med leverandører på endringen, spesielt de med en sterk posisjon i markedet. Andre aktører er påskrudd, er med og ser verdien i additiv tilvirkning. Vår Energi ønsker å jobbe med OEM og leverandører som er med på endringen.

Som en kunde av underleverandører uttrykker Kongsberg Maritime at de jobber tettere med deres underleverandører som benytter additiv tilvirkning. Dette i større grad enn de som benytter tradisjonell tilvirkning. Det tette samarbeidet kommer av teknologiskiftet, som krever samarbeid og utveksling av erfaring og kompetanse. De deltar på konferanser sammen og presenterer resultater de har jobbet tett sammen for å oppnå. Videre nevner de at det er enklere å være lojal til leverandøren, så fremt de lever opp til krav, ettersom de investerer tungt i å være med på endringen. AM North og Pelagus 3D underbygger denne påstanden, og forteller at deres kunder støtter seg på de når det kommer til kompetanse om additiv tilvirkning. Kompetanseutvikling og kompetanseutveksling er en sentral del av disse relasjonene.

4.6.3 Manglende kompetanse, kommunikasjon og motivasjon

Manglende kompetanse internt i organisasjonen blir fremstilt som en utfordring knyttet til innføring av additiv tilvirkning. Dette temaet ble gjentatte ganger nevnt av informant 1, 2, 3, 4 og 5 som et hinder for bredere adopsjon av teknologien.

Equinor og Kongsberg Maritime delte lignende erfaringer med intern skepsis og motstand til endringer som additiv tilvirkning fører med seg. Equinor nevner at en av hovedgrunnene til begrenset bruk av additiv tilvirkning var mangel på kompetanse på feltet hos mekanikerne som jobber offshore. Til tross for pågående tiltak for å øke kjennskap til teknologien, opplever de fortsatt en usikkerhet og tvil blant personalet når det gjelder kvaliteten på additivt tilvirkede komponenter.

Selv etter flere år med jobbing med det, er det enda folk som er skeptiske til additiv tilvirkning. Vi har jobbet mye med kommunisering og presentering, og å prøve å skalere opp de sakene vi har og spre informasjon om det som har blitt gjort for å skape mer aktivitet. Opplysning og kompetansebygging er viktig.

-Informant 1, 2024

På samme måte informerte Kongsberg Maritime om intern skepsis, lav endringsvilje og manglende motivasjon hos de ansatte. Kongsberg Maritime forteller at i dag er manglende motivasjon internt i organisasjonen en vesentlig faktor som begrenser bruk av additiv tilvirkning.

De synes jo det er litt tungvint. Når vi skal produsere det på en ny måte så må jo noen inn å endre tegninger også videre, og det synes de er travelt. Endre tegninger, skifte leverandør - også må vi få den godkjent.

-Informant 3, 2024

Informant 3 trekker derimot frem at det blir lettere og lettere hver gang en ny del skal produseres med additiv tilvirkning. Kongsberg Maritime har også fått etablert en innkjøpsspesifikasjon som omhandler 3D-printede komponenter. Likevel viser det seg å være motvilje innad i organisasjonen.

Kan ikke forvente at alle er positive med en gang, men den som intet våger, intet vinner, tenker jeg.

-Informant 3, 2024

Vår Energi trekker også frem utfordringene knyttet til intern motivasjon og aksept for additiv tilvirkning. Informant 5 forteller at selv etter innføringen i 2022 var ikke alle overbevist om at det var den rette strategien. Videre trekker informant 5 frem at ressursene som er satt av til additiv tilvirkning ikke er tilstrekkelige.

[...]det er kun satt meg som ressurs ut 2024, og 6 ambassadører for additiv tilvirkning som har en rolle og som har lov å skrive 4 timer pr uke. Dette er ikke tilstrekkelig hvis vi skal oppnå ønskede mål og jeg jobber med å få økt ressurser.

-Informant 5, 2024

4.6.4 Investeringer, kostnader og tapt inntekt

Da additiv tilvirkning er en relativt ny teknologi, peker samtlige informanter på at det kreves betydelige investeringer for aktører som ønsker å ta del i endringen. Som nevnt er enhetskostnad for additiv tilvirkede produkter høyere sammenlignet med tradisjonelt tilvirkede produkter. Informant 1 og 2 erfarer derimot at kostnadene for 3D-printing allerede er på vei ned ettersom teknologien blir mer utbredt.

Informant 7 trekker frem at om en bruker additiv tilvirkning vil man kunne produsere komplekse design i ett stykke, fremfor å produsere flere komponenter som settes sammen til ett produkt. Videre trekker informant 7 frem at å redusere materialistene vil være en fordel for hele verdikjeden og redusere kostnader som en følge av mindre lagerhold. I tillegg vil produksjon nær bruksområdet gi fordeler for verdikjeden. Fraktavstander og -kostnader blir betydelig redusert når deler produseres lokalt i stedet for hos leverandører som ofte befinner seg i andre deler av verden enn der delene skal brukes. Informant 7 trekker også frem et eksempel hvor en blokkeringsventil til en dieselmotor ble produsert ved additiv tilvirkning. Materialbehovet for ventilen ble redusert med 90% og vekten gikk fra 75kg til 7.5kg. Leveringstiden ble senket fra 135 dager til 16 dager. Vektreduksjonen medførte at håndteringen og installeringen av ventilen ikke lenger krevde spesialutstyr eller flere ansatte. Den additivt tilvirkede delen hadde en noe høyere stykkpris enn sin tradisjonelt tilvirkede motpart. Tatt i betraktning at man slapp omfattende arbeid for installering og håndtering, lagringsbehovet falt bort og en minimal fraktkostnad, endte ventilen med en 35% kostnadsreduksjon. Informant 7 understreker at for additivt tilvirkede deler er den første artikkelen som regel den dyreste, grunnet design, testing og vurdering. Videre trekker informant 7 frem at de aller fleste deler og komponenter er designet for tradisjonell tilvirkning, og det kreves derfor redesign av delene for å optimalisere for additiv tilvirkning. Dette utgjør en kostnad på produktene. Imidlertid forventer Pelagus 3D en kostnadsreduksjon på rundt 50% ved bestilling av tilsvarende deler på nytt, takket være erfaringer og effektiviseringer over tid.

Selv om det er økonomiske fordeler knyttet til lengre levetid på produkter og lavere driftskostnader, peker selskaper som Equinor på utfordringene med å omstille forretningsplaner og strategier. Ifølge informasjon fra Equinor må leverandører og OEM engasjere sine styrever i diskusjoner om disse omveltningene. Ofte møter de motstand når prosjekter avviker fra det etablerte. Ifølge informant 2 er hovedutfordringen for leverandører og OEM å få godkjent strategiendringer og forretningsplaner i lys av endrede handlingsmønstre og kommersielle modeller. For kundene handler det om å overtale leverandører og OEM til å omfavne endringen eller å finne partnere som kan tilby produkter som oppfyller deres standarder. Informant 1 og 2 forteller om en kompleks dynamikk som krever dialog, tillit og tilpasningsevne fra alle involverte parter.

4.6.5 Innføring av ny teknologi og samarbeid

En av utfordringene knyttet til innføring av additiv tilvirkning, som fremheves av Kongsberg Maritime, er knyttet til graden av automatisering i dagens prosesser. Bestillingsprosesser foregår nærmest med automatikk gjennom dagens ERP-systemer. Overgangen til nye tilvirkningsmetoder kan derfor representere en betydelig forandring.

Det ligger i systemet vårt. Nærmest en automatisert prosess gjennom ERP-systemene våre. I tillegg må man endre på tegninger, design, endre spesifikasjoner og kanskje må man ha en ny leverandør.

-Informant 3, 2024

Informant 7 forteller at det finnes både OEM, leverandører og kunder som foretrekker å holde seg anonyme på plattformen. Dette valget begrunnes med ulike faktorer, deriblant OEM og leverandører som ikke ønsker å være synlige eller direkte tilknyttet plattformen av hensyn til deres forretningsmodell. Et konkret eksempel på dette er OEM og leverandører som foretrekker å selge nye produkter til kunder når eksisterende deler må byttes ut, noe informant 7 omtaler som "kannibalisering av produkter". Ved å reparere delene ved hjelp av additiv tilvirkning, kan det føre til lavere omsetning for OEM og leverandører. Derfor ønsker disse aktørene å holde en viss avstand fra plattformen.

Ønsket om anonymitet gjelder også for enkelte kunder, som foretrekker å unngå direkte kontakt med ulike OEM og leverandører. Ifølge informant 7 kan dette skyldes ulike årsaker, for eksempel ønsket om å unngå påtrykk eller uønskede salgsmøter fra ulike parter. Ved å holde seg anonyme på plattformen kan kundene opprettholde kontrollen over sin egen innkjøpsprosess, og velge når og hvordan de ønsker å engasjere seg med leverandører og OEM.

Ønsket for anonymitet kan også begrunnes i Kongsberg Maritime sine uttalelser. Informant 4 nevner at de ikke føler seg trygge nok på å dele data utenfor organisasjonen. Samtidig sier de at grunnet organisasjonens størrelse, og deres felles forståelse og verdier er det mulig å bygge gode nettverk internt i organisasjonen. Anonymiteten kan også begrunnes i et ønske om å beskytte immateriell eiendom (IP). For firma som Kongsberg Maritime, som leverer og eier flere originaldeler, er immateriell eiendom en verdifull ressurs.

Vi eier jo IP på veldig mange av våre produkter. Det er på en måte ressursen vår. Jeg går ikke ut å viser de leverandørene jeg bruker til mine konkurrenter. Hvorfor gjør jeg ikke det? Fordi jeg tror vi i Kongsberg gjør gode valg i forhold til komponentvalg. Så vi skjerner oss litt for at de skal få innsyn i det vi gjør.

-Informant 4, 2024

Kongsberg Maritime understreker betydningen av å opprettholde deres omdømme for kvalitet. Deres nåværende strategi er forankret i et ønske om å beskytte kompetansen de har bygd opp gjennom 200 år innenfor feltet, fremfor å dele den. Informant 4 forteller om deres forsiktige holdning til å dele sensitiv informasjon i felleskap og på samarbeidsplattformer.

I Equinor sitt tilfelle er det tydelig at overgangen til digitale varelager og endringen i forretningsmodellene som følger den teknologiske integrasjonen, møter motstand blant leverandørene i industrien. Ifølge informant 1 og 2 er en viktig faktor som bidrar til denne motstanden frykt for tap av salg og misbruk av immateriell eiendom. Informant 1 og 2 nevner at leverandørene vurderer nøye hvordan de skal håndtere denne nye teknologien, og ofte bortviser strategier og forretningsmodeller.

På den ene siden ser informant 1 og 2 behovet for endring og muligheten for nye forretningsmuligheter som følger endringen. De ser potensialet OEM og leverandørene har for å utvide sin kundebase til et større marked ved å være en del av et større nettverk. Informant 1 og 2 forteller at OEM og leverandører må overbevises om de potensielle fordelene ved å adoptere nye teknologier og forretningsmodeller, samtidig som bekymringene for tap av inntekt og kontroll over IP-rettigheter håndteres. Informant 1 og 2 forteller om en kompleks dynamikk i overgangen til nye tilvirkningsmetoder og integrering av ny teknologi i eksisterende verdikjeder. Videre trekker informant 1 og 2 frem at det eksisterer et behov for å finne balansen mellom innovasjon, økonomiske hensyn og beskyttelse av immateriell eiendom.

Sertifisering og klassifisering er også en utfordring for innføring av additiv tilvirkning i flere sektorer. Dette kan også knyttes til skepsisen rundt kvaliteten på additivt tilvirkede deler. Informant 1, 2, 3, 4 og 6 trekker frem dette som en sentral bekymring, og det er et tema som blir diskutert i flere bedrifter. Informant 3 trekker frem at mangelen på tilstrekkelig sertifisering og klassifisering av additivt tilvirkede komponenter begrenser i stor grad bruken av produksjonsmetoden i sektorer som har strenge krav til dette, som for eksempel olje- og gassnæringen og maritim sektor. Kongsberg Maritime er involvert i flere "Joint Industry Project" (JIP), som er samarbeidsprosjekter mellom flere bedrifter, som tar for seg sertifiserings- og klassifiseringsspørsmålet knyttet til additiv tilvirkning i samarbeid med DNV.

Disse prosjektene er også til for at DNV skal bygge seg opp kompetanse på området. Det er jo de som skal klassifisere komponentene, og vi må jo ha retningslinjer for hvordan vi skal 3D-printe for å sikre kvalitet.

-Informant 3, 2024

Under intervjurundene ble det gitt uttrykk for manglende målsetning for innføring av additiv tilvirkning i organisasjonene. Informant 1 forteller at Equinor har kommet relativt langt i innføringen, og på deres nettsider er det mulig å finne tidfestede og kvantifiserbare mål knyttet til innføring av additiv tilvirkning. Informant 3 og 4 forteller på sin side at de per i dag ikke har noen målsetninger, men har det som en del av strategien at de skal se på mulighetene for teknologien. Informant 5 forteller at det ikke er noen formelle målsetninger i selskapet.

4.7 Oppsummering av funn

Tabell 4.1 oppsummerer funnene fra undersøkelsen av drivkrefter og barrierer knyttet til bruk av additiv tilvirkning. Tabellen gir en oversikt over hva informantene har uttrykt som grunner til å benytte seg av additiv tilvirkning, samt områder hvor teknologien kan forbedres. Den kan betraktes som en oppsummering av intervjuene som er gjennomført, og den fanger essensen av informantenes perspektiver på teknologien. Den kan også tjene som grunnlag for videre forskning og utforskning av temaet, og som et utgangspunkt for utviklingen av strategier og tiltak for å fremme en mer effektiv og vellykket implementering av additiv tilvirkning.

Tabell 4.1: Identifiserte drivere og barrierer for bruk av additiv tilvirkning

Drivere	Barrierer
Redusere risikoen for nedetid	Manglende kunnskap
Kortere leveringstider	Manglende kompetanse
Lavere total eierkostnad	Investeringskostnader
Redusert lager	Rettigheter på immateriell eiendom
Redusert kapitalbinding i lagerbeholdning	Manglende tillit
Redusert sløsing i verdikjeden	Høyere stykkpris enn masseproduksjon
Muliggjør komponentreparasjon i større grad	Endringsmotstand
Kan produsere utdaterte deler	Komponenter og deler designet med hensyn til tradisjonell tilvirkning
Optimalisere funksjoner	Repeterbarhet
Mulig reduksjon i miljøpåvirkning	
Reduserer fraktkostnader	
Skreddersydde design	
Mindre etterbehandling	

5 Diskusjon

På bakgrunn av det teoretiske rammeverket skal empirien settes i kontekst. Det skal bruke relevant teori for å diskutere hvordan empirien reflekterer eller utfordrer teori, samt se på muligheter for å forklare funnene i teori, eller utvide teorien.

For å kunne effektivt diskutere empirien og trekke sammenhenger mellom teori og empiri, vil diskusjonen bruke ARA-modellen som et verktøy for strukturering. Dette innebærer å diskutere hvordan aktørbåndene brukes for å endre verdikjedene, og hvordan de endrer seg i nye verdikjeder. Videre vil ressurskoblingene og aktivitetslinkene i en digital verdikjede diskuteres. Sentralt i diskusjonen står problemstillingen. Med ARA-modellen som et verktøy er målet derfor å forstå hvordan verdikjedene endrer seg, og hvordan bedriftene kan håndtere denne endringen. Kapitlets overordnede mål er å besvare denne på en dyptgående måte, samt finne den underliggende meningen i empirien. På den måten vil en kunne finne sammenhengen mellom teori og empiri. Innledningsvis er det ønskelig å undersøke hva som forårsaker eller forhindrer denne endringen, gjennom innovasjon i enkeltbedrifter og i nettverk. Dette for å gi kontekst til hva som driver endringen.

Dette kapitlet vil inneholde kandidatenes egne tanker og tolkninger av empirien.

5.1 Aktørbånd

Digitalisering av verdikjeder er en kompleks prosess som krever en innsats fra samtlige deltakere. I innovasjonsprosessen møter aktører flere utfordringer. Empirien viste at bruken av nye tilvirkningsmetoder vil kreve en innføring av ny teknologi på tvers av organisatoriske rammer, noe som krever samarbeidsplattformer og systemer for deling av informasjon, kompetanse og data. Dette er ikke noe alle bedrifter er klare for, eller er trygge på å være en del av.

For å kunne diskutere hvordan aktørbåndene brukes til å endre verdikjedene må en først vite hva som fører til innovasjon hos enkeltaktører, eller gjør de motvillige til å endre seg.

5.1.1 Innovasjon hos enkeltaktører

Innovasjon hos enkeltaktører legger grunnlaget for endringen av verdikjeder. Dersom enkeltaktører er villige til å akseptere ny teknologi, og legger til rette for innovasjon i tekniske og organisatoriske prosesser vil innovasjonen bli enklere. Dette vil legge et grunnlag for innovasjon i verdikjeden.

Basert på kravene til en disruptiv innovasjon kan en argumentere for at additiv tilvirkning er en disruptiv innovasjon. Innovasjonen gjør produktet mer tilgjengelig for et større

marked ved å redusere den geografiske barrieren. I tillegg vil verdikjeden oppstrøms og nedstrøms oppnå fordeler av innovasjonen gjennom redusert lagerhold og redusert leveringstid. Hvorvidt innovasjonen målretter seg mot lavpris-segmenter kan diskuteres, da teknologien er kostnadsintensiv. Om det kan defineres som en disruptiv teknologi eller ikke er derimot irrelevant, ettersom mye av teorien for disruptive innovasjoner stemmer med additiv tilvirkning. For noen fremstår teknologien mindre attraktiv og underlegen sammenlignet med eksisterende løsninger med tradisjonelle tilvirkningsmetoder. Dette skyldes i stor grad en underliggende oppfatning, som AM North trekker frem, hvor 3D-printing ofte blir assosiert med plast, som igjen mange forbinder med svake deler og dårlig kvalitet. Utsagnet stemmer godt med kandidatenes egne erfaringer. Fra empirien viser det seg at informant 4 ikke har fanget opp at 3D-printing og additiv tilvirkning er mye mer enn bare plast. Dette kan underbygges i teorien, hvor etablerte selskaper ofte har en tendens til å fokusere på å betjene eksisterende kunders behov. Å betjene eksisterende kunders behov medfører investering av betydelige ressurser i eksisterende teknologi for å optimalisere tilbudet. Dette fremfor å utforske ny teknologi som ikke har de samme marginene innledningsvis, men kan vise seg å bli standard i fremtiden. Teorien støttes av informant 5, som forteller at det ikke er satt av tilstrekkelig ressurser for å oppnå ønskede mål. De begrensede ressursene aktørene setter av til å utforske additiv tilvirkning kan gjøre at de havner på etterskudd hva gjelder en teknologi som kan vise seg å stå for en radikal endring i bransjen og markedet.

Teknologiakseptmodellen (TAM) kan belyse dynamikken rundt aksept av additiv tilvirkning og digitale verdikjeder i bedrifter. Empirien viser høy oppfattet brukervennlighet og høy oppfattet nytteverdi til teknologien. Likevel virker det som om det er lav villighet til å akseptere og adoptere additiv tilvirkning i flere bedrifter.

Som nevnt i teorien er det mulig å utvide TAM til å inkludere flere faktorer for aksept av teknologi enn kun oppfattet nytteverdi eller oppfattet brukervennlighet. For en digital verdikjede, eller en digital plattform for additiv tilvirkning og utveksling av digitale varer og informasjon, er det mulig å trekke paralleller med en nettbutikk eller netthandel. I en slik B2C-transaksjon er tillit mellom kunde og leverandør en viktig faktor, og vil være helt avgjørende for om en transaksjon finner sted eller ikke. Teorien viser at hvorvidt en transaksjon finner sted er avhengig av kundens oppfattede risiko ved transaksjonen, og da om leverandøren er til å stole på. Tillit er også viktig i en digital verdikjede, men er kun avgjørende for leverandøren. Til forskjell fra B2C-netthandel er disse transaksjonene B2B (bedrift til bedrift). Bedrifter som oppfatter høy brukervennlighet og høy nytteverdi, i tillegg til høy oppfattet tillit til de andre i systemet vil ha få innvendinger mot å anvende teknologien. Equinor er et godt eksempel på dette, hvor empirien viser hvordan de opplever høy nytteverdi i form av redusert risiko for nedetid, redusert leveringstid og redusert lager, og høy brukervennlighet gjennom digitale plattformer som Pelagus 3D leverer. Som

sluttkunde har derimot Equinor et redusert behov for tillit hos de andre i systemet, gitt at krav til leveringssikkerhet og kvalitet er oppfylt. De eksponerer seg ikke i form av å legge ut sine rettigheter i det digitale landskapet, og må derfor i praksis kun sørge for at de selv er til å stole på. For slutt kunder er derfor ikke tillit til andre i systemet avgjørende for adopsjon.

For OEM og leverandører i verdikjeden vil situasjonen være annerledes. Fra empirien er det tydelig at Kongsberg Maritime opplever høy nytteverdi ved additiv tilvirkning. De trekker frem reduserte kostnader, leveringstider, energiforbruk og karbonutslipp som fordeler med additiv tilvirkning. I tillegg nevnes additiv tilvirkning som en måte Kongsberg Maritime kan redusere komponentlageret sitt på. Videre tilsier empirien at brukervennligheten oppleves forholdsvis høy, ettersom det er kun design av deler som er viktig fra Kongsberg Maritime sin side, ettersom de outsourcer produksjon. I tillegg vil digitale plattformer legge til rette for en brukervennlig innføring av teknologien. Tillit er derimot en utfordring. Ved å ta del i en digital verdikjede, og gjøre produktene sine tilgjengelig på en digital plattform, eksponerer OEM og leverandører seg for misbruk av deres produkter. Ved å publisere deres komponenter på en slik plattform, står de i fare for å tilgjengeliggjøre deres design for konkurrenter, eller tape omsetning dersom noen velger å produsere mer enn avtalt. I teorien kan kunder kjøpe produktet en gang, for så å printe det så mange ganger de skulle ha behov for. Empirien reflekterer denne bekymringen, hvor Kongsberg Maritime nevner deres immaterielle eiendom som en ressurs de ikke ønsker skal komme på avveie, og at de er veldig opptatt av å beskytte sine produkter. Det er rimelig å anta at dette er en av grunnene til at de ikke er interessert i en digital plattform som bryter deres organisatoriske grenser. Pålitelighet ved informasjonsdeling og tro på at samarbeidspartnere vil oppfylle sine forpliktelser er derfor avgjørende for en OEM eller en leverandør. Tillit til de andre i systemet vil derfor være et kritisk aspekt for adopsjon av additiv tilvirkning og digitale verdikjeder for OEM og leverandør.

Det viser seg derfor at det er en motsetning for teknologiakseptmodellen i netthandel og nettbutikker, og digitale verdikjeder. I digitale, transaksjonelle, B2C-forhold er tillit til leverandør avgjørende for kunde. I digitale verdikjeder derimot, er tillitsaspektet avgjørende for OEM, eller leverandørene. Forutsetningene for aksept ligger i hvilken grad aktøren er nødt til å eksponere seg for risiko ved å gå inn i en digital verdikjede. Det er derfor et behov for å bygge tillit gjennom aktørbånd i en digital verdikjede for å redusere OEM og leverandørs oppfattede risiko.

Organisatorisk innovasjon er en forutsetning for vedvarende teknologisk innovasjon. Digitalisering av verdikjeden representerer en type organisatorisk innovasjon, og vil derfor være en forutsetning for vedvarende teknologisk innovasjon i form av additiv tilvirkning. Uten digitale plattformer for digitalisering av komponenter, digitale varelager, samt effektiv

kommunikasjon og koordinering, vil ikke additiv tilvirkning ha noen særlig gevinst. Digitaliseringen av verdikjeden legger grunnlaget for effektiv innføring av additiv tilvirkning ved å muliggjøre sømløs overføring av digitale filer, optimalisere produksjonsprosesser og bedre samarbeid mellom ulike aktører i verdikjeden. Det er derfor avgjørende for bedrifter å akseptere denne formen for innovasjon og investere i en digitalisering av verdikjedene. Ved å gjøre dette vil bedriftene ikke bare dra nytte av fordelene ved additiv tilvirkning, men også legge til rette for fremtidig teknologisk utvikling og innovasjon.

Fra dette er det mulig å trekke to sentrale konklusjoner til at aktører ikke velger, eller viser lav interesse for additiv tilvirkning som en teknologisk innovasjon. For det første er det manglende kunnskap om hvilke muligheter additiv tilvirkning gir. Kunnskapen til teknologien er ikke tilstrekkelig innad i bedriftene. Feilaktige forestillinger om hvorvidt additivt tilvirkede produkter kan holde samme kvalitet som tradisjonelt tilvirkede produkter kan føre til manglende satsning på teknologien, som kan vise seg å bli standard i fremtiden. Mer fremtredende er mangelen på tillit til andre aktører i nettverket. Dersom leverandører og OEM opplever manglende tillit til de andre aktørene i systemet, er de sannsynligvis lite villige til å ta del i den digitale verdikjeden. Dette i mindre grad enn kundene i nettverket som i liten grad eksponerer seg for risiko i digitale verdikjeder. For kundene veier opplevd nytteverdi og brukervennlighet høyere. Hvorvidt en bedrift velger, eller ønsker, å innføre additiv tilvirkning avhenger derfor i stor grad av hvor aktørene befinner seg i verdikjeden. Høy oppfattet nytteverdi og brukervennlighet hos kundene er derfor det som driver innovasjonen i verdikjeden.

5.1.2 Aktørbånd bidrar til innovasjon i verdikjeder

Innovasjonen i verdikjeder innebærer en endring hvor aktørene i nettverket må samarbeide. Å gå over til en digital verdikjede kan innebære risiko noen bedrifter ikke er villige til å ta, som illustrert tidligere. For å diskutere hvordan aktørbåndene kan bidra til innovasjon i verdikjeden, skal det ses på diffusjon og teknologiske spillovereffekter.

Fra teorien om diffusjon kan man si at additiv tilvirkning befinner seg i fasen for tidlige brukere. Denne fasen tilsier at innovasjonen er adoptert av det som vil defineres som tidlige brukere. Disse brukerne, eller aktørene, er åpne for ny teknologi og nye innovasjoner, men ikke nødvendigvis de første til å ta det i bruk. Innovasjonen befinner seg nå i en stigende fase av adopsjon, og innovasjonen sprer seg i markedet. Likevel er det skepsis i målgruppen for innovasjonen. Dette bidrar til å sinke spredningen av innovasjonen i nettverket.

At større aktører som Equinor er i førersetet i innovasjonsprosessen kan vise seg å være avgjørende hva gjelder spredning av additiv tilvirkning. Teorien viser at innovasjoner som gjennomføres av mindre aktører ofte resulterer i færre teknologiske spillovereffekter

enn innovasjoner som gjennomføres hos større aktører. Å ha ressurssterke aktører som Equinor i førersetet vil derimot resultere i flere teknologiske spillovereffekter for andre organisasjoner. Dette kommer av at disse aktørene har en større tilstedeværelse i det teknologiske landskapet enn mindre aktører, noe som gjør at andre aktører enklere kan observere og innhente kunnskap fra disse. En teknologisk spillovereffekt kan for eksempel være kompetanse på området. Hvis disse aktørene tester teknologien og finner ut hva som fungerer og hva som ikke fungerer, vil mindre aktører kunne implementere teknologien med mindre prøving og feiling. Dette vil igjen redusere investeringskostnaden for innovasjonen, og gjøre den mer tilgjengelig for mindre aktører med færre ressurser. Disse positive teknologiske spillovereffektene vil derfor være en mulighet for mindre aktører å innhente dyrebare kunnskap og kompetanse om additiv tilvirkning. De aktørene som er i førersetet, som Equinor, vil på sin side oppleve egne teknologiske spillovereffekter som følge av spredningen av innovasjonen. Observasjonene fra de mindre bedriftene vil gjøre at konkurransefortrinnet de opparbeider seg gjennom innovasjonen vil bli svekket. De vil derimot også oppleve positive teknologiske spillovereffekter gjennom spredningen av innovasjonen til andre aktører gjennom blant annet videre kompetansebygging.

Teknologiske spillovereffekter og spredning i diffusjonsteorien har dermed en teoretisk sammenheng. Spredning i diffusjonsteorien forteller, som nevnt, om prosessen om hvordan innovasjoner blir adoptert og overført til andre aktører. Teknologisk spillover på sin side referer til hvordan effekten av en innovasjon hos en aktør sprer seg til andre aktører. Når innovasjonen viser sin nytte og overlegenhet sammenlignet med eksisterende løsninger vil dette resultere i positive teknologiske spillovereffekter til fordel for andre aktører, noe som igjen vil øke adopsjonen av innovasjonen i markedet. Hvis disse teknologiske spillovereffektene kommer fra større aktører vil spredningen akselerere. Man kan derfor si at teknologiske spillovereffekter er en potensiell driver for spredning av innovasjon. Med større aktører i førersetet vil diffusjonen av innovasjonen gå raskere i nettverket.

Aktørbåndene bidrar derfor til spredningen av innovasjon på flere måter. Aktørbåndene muliggjør samarbeid og kunnskapsdeling mellom ulike aktører i verdikjeden, og tillater utveksling av idéer, erfaringer og kompetanse. Disse aspektene gjør adopsjonen og tilpassningen til ny teknologi lettere, og dermed også innovasjon. Store ressurssterke aktører, som Equinor, har en sterk posisjon i det teknologiske landskapet, og gjerne store nettverk. Mindre aktører kan dra nytte av kunnskap og erfaringer til disse større aktørene. Teknologiske spillovereffekter hos større aktører vil akselerere spredningen av innovasjon i nettverket gjennom aktørbåndene.

5.1.3 Aktørbånd endrer seg i digitale verdikjeder

Nye, digitale verdikjeder innebærer en rekke forskjeller som påvirker dynamikken mellom aktørene i en verdikjede. Hvordan aktørbåndene endrer seg, eller må endre seg for å sikre effektiv implementering av ny innovasjon er et viktig aspekt.

I den tradisjonelle verdikjeden kommer verdiskapningen som oftest av en lineær kjede av verdiskapende prosesser. Slik foregår prosessene med tradisjonell tilvirkning i dag. Råvarer blir omgjort til sluttprodukter, og bevegelsen foregår lineært nedstrøms i verdikjeden. Som illustrert i den tradisjonelle verdikjeden er det flere ikke-verdiskapende aktiviteter i slike verdikjeder når additiv tilvirkning og digitale verdikjeder er en mulighet. Deriblant overflødig lagerhold og overflødig transport.

Additiv tilvirkning kan defineres som en intensiv teknologi da det er en avansert produksjonsmetode med behov for spesialisert kompetanse. For å ta i bruk teknologien og oppnå en effektiv digital verdikjede kreves det i dagens situasjon en verdikonfigurasjon som ligner et verdiverksted.

Dagens digitale verdiverksted for additiv tilvirkning baserer seg rundt en tilrettelegger, eller en dominerende aktør. Denne aktøren tilbyr verkstedet, og legger til rette for at de andre aktørene kan ta del i den verdiskapende prosessen. Tilretteleggeren fasiliterer produksjonsprosessen på vegne av de involverte aktørene, og besitter den nødvendige kompetansen som kreves for å benytte den intensive teknologien. Et godt eksempel på en slik tilrettelegger er Pelagus 3D. I tillegg til å tilby verkstedet, som er deres digitale plattform, så besitter de spesialisert kunnskap som hjelper de involverte aktørene å ta del i verdiskapningsprosessen i digitale verdikjeder. Denne kunnskapen er eksempelvis redesign av komponenter for bedre å passe additiv tilvirkning, eller å legge til rette for at endringen i produksjonsprosessen ikke påvirker funksjonalitet i produktet. Aktørene i et verdiverksted vil derfor henvende seg til tilretteleggeren for den spesialiserte kunnskapen som trengs for å dra nytte av teknologien. Aktørbåndene i et verdiverksted vil derfor sentrere seg rundt tilretteleggeren.

I et verdiverksted er både OEM, leverandører og kunder definert som kunder av verdiverkstedet, og vil derfor alle omtales som kunder når verdiverksted diskuteres. Sluttkunden er fortsatt definert som den aktøren eller individet som verkstedet sikter på å skape verdi for. Produsentene, som for eksempel AM North, er spesialistene som utfyller tilretteleggende aktør sin kompetanse.

Kundeinteraksjon står sentralt i et verdiverksted. Mange av produktene som produseres ved additiv tilvirkning er skreddersydd for å imøtekomme spesifikke sluttkundebehov. Det er derfor avgjørende at tilretteleggeren og kunden opprettholder effektive aktørbånd for

å sikre god kommunikasjon og forståelse av kundens behov. Det digitale aspektet gjør at informasjonsflyten blir bedre. I de tradisjonelle verdikjedene er ofte informasjonsflyten ensidig, hvor leverandører snakker med sine kunder, og de igjen snakker med neste kunde. I digitale verdikjeder skjer informasjonsdelingen sentralt i verkstedet. På en digital plattform, som den Pelagus 3D leverer, blir OEM, leverandører, produsenter og kunder samlet på samme plattform. Når alle prosesser og transaksjoner foregår digitalt, blir det enklere å samle inn og analysere data knyttet til prognoser, forbruk og andre relevante faktorer. Med digitale systemer kan aktørene oppnå bedre synlighet og innsikt i hele verdikjeden, noe som vil gi muligheten til å ta informerte og raske beslutninger ved endringer i markedet eller kundebehov. Digitale plattformer legger dermed til rette for tettere aktørbånd ved å effektivisere informasjonsdeling. Den økte tilgjengeligheten til nøyaktig data fordrer tettere samarbeid mellom aktørene i nettverket, noe som igjen vil øke effektiviteten og fleksibiliteten i verdikjeden. Dette muliggjør tettere samarbeid, som er viktig for verdiskapning. Med sentraliserte kommunikasjonskanaler som digitale plattformer kan tilby, vil alle aktørene i nettverket kunne samhandle direkte, og eliminere behovet for komplekse kommunikasjonsprosesser. Kommunikasjon i en tradisjonell verdikjede vil ofte være repetitivt på grunn av ulike kommunikasjonskanaler i de forskjellige relasjonene. I tillegg til dette vil effektiv informasjonsdeling legge til rette for mindre overlapp og overflødighet mellom aktørene. Dette muliggjør sterkere samarbeid mellom aktørene i digitale verdikjeder. En forutsetning for dette er gode aktørbånd.

God kommunikasjon er viktig for etablering og vedlikehold av langsiktige relasjoner. Det gjør det mulig å aktivt søke tilbakemeldinger, kommunisere endringer og informere om nye tilbud eller muligheter til nettverket. Verdiverksted legger dermed til rette for etablering og vedlikehold av relasjoner mellom aktørene. Verdikonfigurasjonen fokuserer på å tilby skreddersydde løsninger, og møte spesifikke kundebehov. Å lytte til, forstå og levere til kundens behov og preferanser er med på å bygge tillit og lojalitet til kundene over tid. I tillegg leverer verdiverkstedet en tjeneste som tilbyr komponenter med behov for spesialisert kompetanse. Dette gjør kunden avhengig av verdiverkstedet for å oppfylle verdiskapningen. Kundene er derfor gjensidig avhengige av aktørbåndene i verdiverkstedet. Dette legger grunnlaget for etablering av langsiktige relasjoner mellom aktørene, som kan medføre konkurransefortrinn.

Likevel er det viktig ikke å glemme motviljen fra OEM og leverandører til å ta del i en digital verdikjede. Som illustrert tidligere er tillit til andre i nettverket en avgjørende faktor hva gjelder OEM og leverandørenes aksept av teknologien, og dermed hvorvidt de tar del i den digitale verdikjeden. Derfor er det naturlig at OEM og leverandører er mer tilbakeholdende med å gjennomføre endringen som kreves for å innføre additiv tilvirkning.

For operatører eller sluttbrukere kan det være utfordrende å få tillatelse fra OEM til å produsere deler ved hjelp av additiv tilvirkning. Som nevnt, kan dette skyldes frykt for tap av salgsomsetning og bekymring for misbruk av immateriell eiendom. I slike tilfeller må sluttbrukeren enten overbevise og forhandle med OEM, eller finne en ny OEM som tillater bruk av additiv tilvirkning på en lignende del. Hvis det blir det siste tilfellet, må delen tilpasses på nytt. Dette vil være en tid- og ressurskrevende prosess og kan avskrekke sluttbrukere fra å bruke additiv tilvirkning. Som nevnt er Kongsberg Maritime motvillige til å tilgjengeliggjøre sine design på en digital plattform. Dette tyder på at OEM ønsker å skjerme for innsyn fra andre konkurrerende OEM for å beholde sine eventuelle konkurransefortrinn. Denne skjermingen blir vanskeligere å oppnå når komponentene ligger digitalt på en delt plattform. Skjermingen, eller frykten for at konkurrenter skal dra nytte av deres deltakelse på en slik plattform, vitner om en stor oppfattet risiko hos OEM. Dette bunner ut i manglende tillit til andre aktører. En grunnleggende mangel på tillit til andre, enten det er internt i en bedrift, en organisasjon eller i et nettverk, fører til høy motstand til endring. I dette tilfellet kan mangelen på tillit OEM og leverandører har til andre aktører føre til at de blir forbigått av andre OEM leverandører som er villige til å ta i bruk additiv tilvirkning.

Fra de intervjuede sluttkunde-aktørene fremstår det tydelig at en overgang til mer utbredt bruk av additiv tilvirkning er et klart ønske fra deres side, og det er en del av deres strategi for fremtiden. Det er sannsynlig at de vil velge å ta i bruk OEM som har samme fremtidstanker som dem selv, så lenge de oppfyller andre krav. Innenfor dette temaet trekker informant 1 og 2 frem at Equinor er svært nøye på å forsikre OEM om at de overhodet ikke skal havne i noen rettighetstvister, og at eventuell produksjon av en OEM sine komponenter kun skal skje på deres premisser og med deres tillatelse. Det er sannsynlig at Equinor sitt velkjente navn, rykte og størrelse gjør det lettere for dem å overbevise OEM om å bli med i nettverket, sammenlignet med mindre kundebedrifter. Som forkjemper for additiv tilvirkning i Norge, har de tatt på seg en rolle hvor de skal bane vei for andre bedrifter som muligens ønsker å ta del i lignende nettverk senere. Informant 1 og 2 forteller at de forsøker å få med seg så mange som mulig, for å skape et godt miljø for additiv tilvirkning i Norge.

Tilretteleggeren for verdiverkstedet spiller en viktig rolle i å få OEM og leverandører til å delta i et verdiverksted. Ta Pelagus 3D som eksempel. For å imøtekomme tillitsmangelen fra OEM og leverandører, har Pelagus 3D implementert omfattende sikkerhetstiltak gjennom hele prosessen. Dette inkluderer tiltak som er designet for å bygge tillit og sikre at OEM føler seg trygge med å delta i samarbeidet. Dette er tiltak som brannmurer og sikre datasikkerhetsprotokoller. I tillegg til at når det bestilte antallet av en del er produsert, forsvinner tegningene og de tilhørende filene fra produsentens datasystem. Videre maskeres all informasjon som ikke er nødvendig for produksjonsprosessen, blant annet

komponentens funksjonalitet. Dette gjøres for å bygge tillit hos OEM, og sikre at immateriell eiendom ikke blir misbrukt.

For å overbevise OEM om å ta del i en digital verdikjede er derfor kompetanse og omdømme hos tilretteleggeren viktig. Kompetanse og omdømme er med på å øke tilretteleggeren sin troverdighet, som igjen skaper en plattform hvor aktører føler seg trygge på å delta. Som Pelagus 3D viser, kan sikkerhetstiltak implementeres for å hindre misbruk av immateriell eiendom. Likevel er det aktørbåndene som ligger til grunn. Tilretteleggeren må gjennom sin rolle som dominerende aktør i verdiverkstedet bygge tillit i hele verdiverkstedet, og på den måten skape et felles grunnlag for samarbeid og verdiskapning. I en digital verdikjede spiller aktørbåndene derfor en avgjørende rolle for hvorvidt additiv tilvirkning blir et bærekraftig alternativ til tradisjonell tilvirkning. Dette i større grad enn i en tradisjonell verdikjede, hvor aktørbåndene oftest kun er av transaksjonell art.

5.2 Ressurskoblinger

Ressurskoblingene endrer seg når verdikjedene endres. Hvordan ressurskoblingene mellom aktørene i nettverket tilpasses og restruktureres etterhvert som endringen skjer er et viktig aspekt.

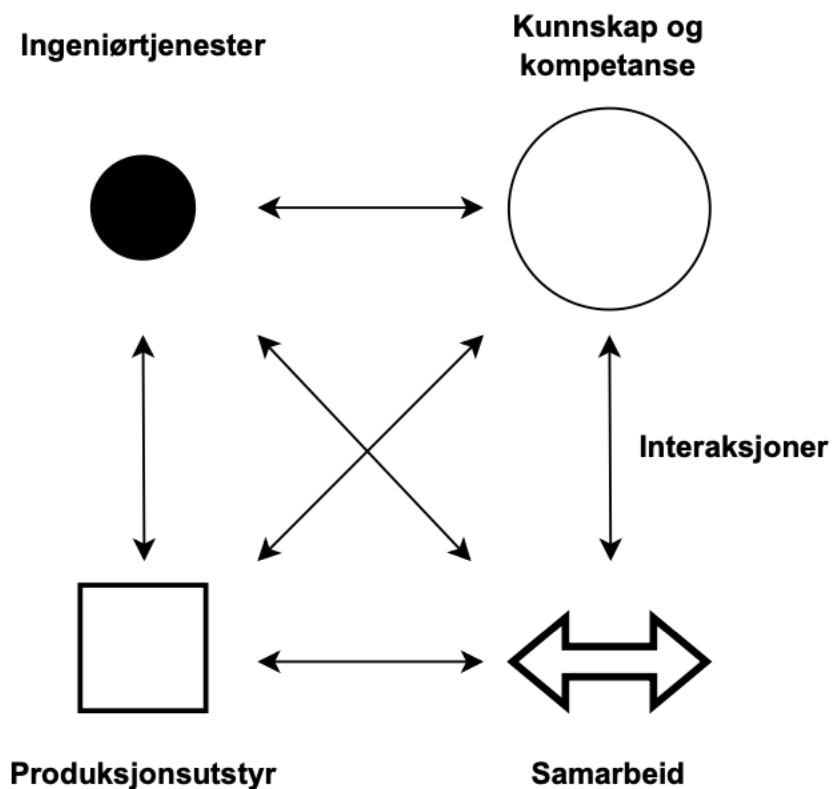
I dagens tradisjonelle verdikjeder er ressurskoblingene sentrale for å forstå hvordan produkter skapes og distribueres. I disse lineære verdikjedene er ressurskoblingene organisert på en måte som følger en lineær, sekvensiell flyt av produkter fra leverandør, til produsent, til distributør og deretter til sluttkunde. Basert på Harrison og Håkansson (2006) sin 4R-modell kan en forklare prosessene for ressursinteraksjon i en slik verdikjede. I disse tradisjonelle verdikjedene er organisasjonelle enheter som leverandører, distributører og kunde tydelig adskilt, og opererer som oftest uavhengig av hverandre. Ressursgrensesnittet er direkte, hvor leverandøren har direkte kontakt med distributøren, og distributøren har direkte kontakt med kunden. Når det kommer til de interorganisatoriske relasjonene, så er det vanligvis begrenset til transaksjonelle forhold. Det vil si at kommunikasjonen og samarbeidet mellom de organisasjonelle enhetene ofte er begrenset til spesifikke forsyningsaktiviteter som bestilling, levering og betaling.

Ressurskoblingene endres når verdikjeden blir digitalisert. Flere av interaksjonene mellom de organisasjonelle enhetene blir eliminert eller endret. Kunnskap og kompetanse er en viktig ressurs i digitale verdikjeder. Interorganisatoriske relasjoner blir derfor enda viktigere.

5.2.1 Ressurskoblinger i digitale verdikjeder

Som nevnt er prosessene for ressursinteraksjon mer sentrale enn ressursene i seg selv (Baraldi, Gressetvold og Harrison, 2012). Eksempelvis Pelagus 3D. Deres digitale plattform for interaksjon mellom aktører og ressurser innenfor additiv tilvirkning bidrar til en samutvikling av ressurser gjennom interorganisatorisk interaksjon. Informant 7 trekker frem at Pelagus 3D forenkler prosessen for OEM og kunder som ønsker å benytte additiv tilvirkning, og ressurskombinasjonene og -grensesnittene endres. Dette kan i noen tilfeller bli en destabiliserende kraft som bryter eller modifierer de omkringliggende ressursgrensesnittene. Med andre ord, kan dette føre til en endring i hvordan kundene til Pelagus 3D styrer sin bedrift.

Basert på Harrison og Håkansson (2006) sin 4R-modell blir sluttproduktene produsert ved å kombinere varer og tjenester fra OEM, tilrettelegger, produsent og sluttkunden. Før sluttkunden kan bestille et produkt, må de få tillatelse fra OEM til å bruke deres ressurser, som inkluderer tegninger eller 3D-modeller. Denne tillatelsen er nødvendig for at ordren skal kunne gå gjennom ressursgrensesnittet som tilbys av en tilrettelegger. Når tillatelsen er på plass, kan tilrettelegger sende ordren videre til en produsent i nærheten av sluttkunden. Den lokale produsenten vil deretter transformere den digitale 3D-modellen til et fysisk produkt ved hjelp av additiv tilvirkning. Dette innebærer å materialisere det virtuelle designet i den digitale modellen. Til slutt blir det ferdige produktet levert til sluttkunden og installert på stedet. Denne prosessen innebærer interaksjon mellom ressurser i hele nettverket. I denne prosessen benyttes alle fire ressurstyper. Varer og tjenester blir brukt, for eksempel ingeniørtjenester som redesign, mens fasilitetsressurser som produksjonsutstyr for 3D-printing benyttes for den fysiske produksjonen. De organisasjonelle enhetene gjennom verdiskapningsprosessen benytter sin kunnskap for å skape verdi, og interorganisatoriske relasjoner gjør prosessen mulig via samarbeid på tvers av nettverket. Figur 5.1 viser et eksempel på 4R-modell i verdiverksted.



Figur 5.1: Eksempel på 4R-modell i verdiverksted.

For Equinor har ressursutviklingen vært mulig fordi de har etablert aktørbånd med andre som har kunnskap og kompetanse innen additiv tilvirkning. På grunn av disse båndene, har Equinor hatt mulighet til å utnytte ressursene de andre aktørene innehar, og koble dem med sine egne. Konsekvensene i dette tilfellet har vært positive for Equinor. Informant 1 og 2 trekker frem betydelige reduksjoner i ledetid og lagerhold i forbindelse med de additivt tilvirkede delene de har mottatt. For å få til dette har Equinor blant annet brukt sitt omdømme og sin kapital som ressurser. For eksempel ved å bidra med støtte til oppstarten av AM North, og å bruke sitt omdømme som en seriøs, pålitelig aktør for å få med OEM på forskning og testing av additiv tilvirkning. Equinor samarbeider med aktører som innehar mer kompetanse, kunnskap og informasjon enn dem selv. Dette i tråd med teorien om ressurser i verdiverksted, for å utvikle kompetanse og muliggjøre bruk av additiv tilvirkning.

For at kunnskapen og kompetansen skal kunne bli tatt i bruk, må også andre aktører i nettverket innse at denne utviklingen trengs. Det er ikke gitt at aktører som er skeptiske til additiv tilvirkning ser behovet for økt kunnskap og kompetanse, fordi de ikke har et høyt inntrykk av verdien additiv tilvirkning kan ha som en ressurs. Det er også mulig at verdien av additiv tilvirkning som en ressurs synker for OEM og leverandører, på grunn

av den nåværende skjevheten i risiko- og belønningsdelingen. Dette blir diskutert videre senere i kapittelet.

Håkansson og Snehota (1995) trekker frem at om noe er en ressurs avhenger av det kjente brukspotensialet. Som nevnt tidligere i diskusjonen, kjente ikke informant 4 til det fulle brukspotensialet til additiv tilvirkning, i form av materialvalg. Derfor sank informant 4 sitt syn på verdien av additiv tilvirkning som en ressurs. Dette kan ha vært en medvirkende faktor til redusert satsning på additiv tilvirkning i bedriften, og kan illustrere hvorfor andre bedrifter velger ikke å satse mer på additiv tilvirkning. Dette bunner ut i manglende kunnskap og kompetanse på feltet.

Kunnskapen og kompetansen som trengs for å forstå brukspotensialet til additiv tilvirkning, kan innhentes fra eksterne aktører som har spesialisert seg på området. Dette kan for eksempel være en tilretteleggende aktør i et verdiverksted, som Pelagus 3D. Kunnskapen slike aktører innehar er en verdifull ressurs for andre aktører. Interorganisatoriske relasjoner blir derfor enda viktigere i verdiverksted for å tilgjengeliggjøre disse ressursene. For en OEM kan det å koble sammen interne ressurser, som digitale design, med andre aktørers kunnskap og kompetanse bli en verdifull ressurskobling. Ressurskoblingene kan bli brukt til å forbedre ytelse og design på OEM sine produkter, for eksempel ved å redusere vekt, øke levetid og tilpasse produkter for additiv tilvirkning. Dette medfører endringer i ressurskoblingene og ressursinteraksjonene for produktene i nettverket. Dersom endringene medfører bedre utnyttelse av nettverket, vil det i følge Westkämpfer (1997) kunne føre til at bedriftene oppnår betydelige konkurransefortrinn.

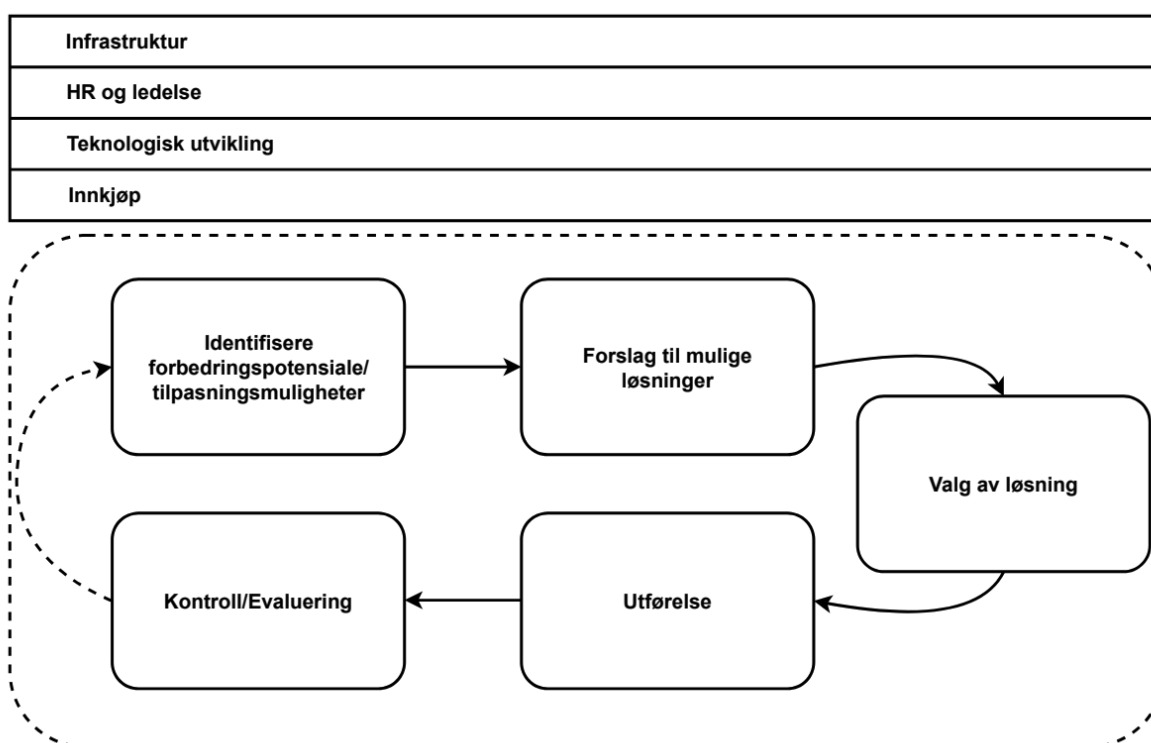
5.3 Aktivitetslinker

De verdiskapende aktivitetslinkene endrer seg når en tradisjonell verdikjede blir digital. Overgangen fra en tradisjonell til en digital verdikjede har konsekvenser for hvordan aktivitetene i verdikjeden utføres, koordineres og integreres, og dermed en direkte påvirkning på hvordan verdiskapningen skjer. For kontekst er det hensiktsmessig å presentere hvordan aktivitetslinkene er i en tradisjonell verdikjede. Dette for bedre å kunne skildre endringene.

I en tradisjonell verdikjede er aktivitetslinkene organisert på en lineær, sekvensiell måte. Produktene flyter gjennom en serie verdiskapende hovedaktiviteter som illustrert i teorien. Innkommende logistikk, produksjon og distribusjon er eksempler på slike hovedaktiviteter i en tradisjonell verdikjede. I tillegg til dette er det flere støtteaktiviteter som har til hensikt å sikre og effektivisere hovedaktivitetene. Dette være seg infrastruktur, som ERP-systemer, eller teknologiutvikling. Den tradisjonelle verdikjedens lineære og sekvensielle struktur begrenser aktivitetslinkenes fleksibilitet og tilpasningsevne.

Det er fortsatt ønskelig å se på verdiverksted når aktivitetslinkene i en digital verdikjede skal vurderes. Verdiskapningen skjer fortsatt gjennom hovedaktiviteter, med støtteaktiviteter som sikrer og kostnadseffektiviserer hovedaktivitetene. Selve hovedaktivitetene er derimot annerledes.

Disse aktivitetene endres i overgangen til en digital verdikjede. Når verdikonfigurasjonen endres til verdiverksted vil hovedaktivitetene gjennomgå strukturelle endringer, mens støtteaktivitetene vil gjennomgå innholdsmessige endringer. Hovedaktivitetene vil endres fra å fokusere på hva hver enkelt bedrift gjør for å skape verdi for kjeden, til å fokusere på hvordan aktørnettverket som helhet kan skape verdi. Figur 5.2 viser hvordan aktivitetene i et verdiverksted kan se ut.



Figur 5.2: Eksempel på aktiviteter i et digitalt verdiverksted.

5.3.1 Aktivitetslinker i digitale verdikjeder

Som nevnt vil hovedaktivitetene gjennomgå strukturelle endringer i et digitalt verdiverksted. Der de i en tradisjonell verdikjede var sentrert rundt å omgjøre råvarer til ferdige produkter, er de nå sentrert rundt å løse et problem for sluttkunde. Et slikt problem kan være en utgått komponent som er ønsket produsert. Verdiverkstedet kan da motta delen digitalt, og identifisere forbedringspotensial eller tilpasningsmuligheter som optimerer delen for additiv tilvirkning. Neste hovedaktivitet er å foreslå mulige løsninger på problemet. Dette gjøres ved å foreslå mulige produksjonsmetoder, produsenter, materialvalg og lignende. Verdiskapningen i dette steget ligger i sammensettingen av forskjelli-

ge løsningsforslag som sluttkunde kan velge blant. Deretter vil tilretteleggende aktør, i samråd med OEM og sluttkunde, velge den løsningen de finner som den mest passende. Neste hovedaktivitet blir selve produksjonen. Her vil det være en verdiskapning i at det produseres kun det som trengs med kortere leveringstid, sammenlignet med tradisjonell tilvirkning. Avslutningsvis går det til siste hovedaktivitet som er kontroll og evaluering av sluttproduktet. Som nevnt i teorien, er denne prosessen syklisk, iterativ og avbrytbar i alle ledd. Dette betyr at dersom det oppdages feil eller mangler i problemdefinisjon, foreslåtte eller valgte løsninger, utførelse eller sluttkontroll, er det mulig å avbryte prosessen og gå tilbake til start.

Aktivitetslinkene endres som følge av overgangen til behovsstyrt produksjon. Aktivitetsflyten går fra å være lineær og sekvensiell til å bli syklisk og iterativ. Hovedaktivitetene fortsetter å være sekvensielt avhengige av hverandre, men vil også være gjensidig avhengige av hverandre.

For OEM og leverandører som i dag produserer produktene sine selv, vil en overgang til behovsstyrt produksjon ved additiv tilvirkning sannsynligvis føre til en nedgang i egen produksjon. Dette er sannsynlig fordi selve produksjonen av de additivt tilvirkede delene vil gjøres av noen andre enn OEM og leverandører selv - nemlig spesialister på 3D-printing og additiv tilvirkning. For en OEM som Kongsberg Maritime, som outsourcer produksjon av komponenter og håndterer monteringen av komponentene til deler selv, vil bortfallet av montering være en aktivitetsendring. Det er rimelig å anta at i hvert fall deler av monteringsaktiviteten vil falle bort, ettersom produkter kan produseres som én del i stedet for flere som settes sammen. Som følge av dette vil OEM og leverandører ha langt mindre behov for lagerhold av komponenter og annet materiale som trengs i produksjons- og monteringsprosessen. Dette gitt at de i dag ikke benytter behovsstyrt produksjon. OEM og leverandører vil da kunne reallokere ressurser til andre aktiviteter enn produksjon og montering, som forskning og utvikling, design av nye deler og etterkjøpstjenester.

For sluttkunder vil selve innkjøpsaktiviteten endres ved at det er sluttkunden selv som er pådriver. Dette i motsetning til tradisjonelle verdikjeder, hvor OEM og leverandør er den som "pusher" sin produksjon på sluttkunde. I tillegg vil aktøren som samarbeides med for selve produksjonen endres, og det vil være muligheter for samarbeid med en tilretteleggende aktør. Om de får tillatelse fra OEM, vil det fortsatt være samme deler som kjøpes, men ved en annen produksjonsmetode. Ved behovsstyrt innkjøp vil behovet for lagerhold reduseres drastisk, som frigjør opp kapital og ressurser som kan allokere til andre aktiviteter, i likhet med OEM og leverandører.

Forskjellene i aktiviteter i verdiverksted kontra verdikjede vil være at aktivitetsmønsteret endres, i form av en overgang til behovsstyrt produksjon. Sluttkunden er den som initierer hovedaktivitetene i verkstedets aktivitetslinker, mens støtteaktiviteter vil omhandle funksjoner som støtter opp under hovedaktivitetene for additiv tilvirkning, som for eksempel forskning og utvikling på alternative materialvalg.

5.4 Andre punkter

I dette kapittelet diskuteres det sentrale punkter som ikke har en tydelig tilhørighet til én dimensjon av ARA-modellen, men som kandidatene likevel finner det hensiktsmessig å diskutere.

5.4.1 Risiko- og belønningsdeling

Funn fra empirien viste til at risiko- og belønningsdelingen i verdiverksted virker skjevfordelt. OEM og leverandør ender opp med å være parten som tar mesteparten av risikoen, ved å tilgjengeliggjøre sine design og modeller på digitale plattformer. Det kan få store konsekvenser for OEM om deres tegninger og modeller misbrukes, og det er vanskelig å rettfærdiggjøre deres deltakelse i nettverk for additiv tilvirkning slik situasjonen er i dag. I tillegg vil OEM og leverandørers deltakelse på plattformen medføre en risiko for omsetningstap, fordi delene og komponentene får lengre levetid, og blir lettere å reparere. Belønningen OEM og leverandører sitter igjen med ved deltakelse er en effektivisering av prosessen med å digitalisere sin verdiskapning, og et mindre behov for lagerhold. For sluttkunden er det, i forhold til OEM, svært liten risiko involvert i å delta på digitale plattformer som tilrettelegger for additiv tilvirkning. Den eneste risikoen identifisert i empirien er en risiko for feilproduksjoner som følge av dårlig repeterbarhet, men denne risikoen blir redusert ved hjelp av overvåkning av produksjon, sluttkontroller og kompetanseutvikling. På den andre siden vil belønningen for sluttkunden være betraktelig større enn for OEM og leverandører. Sluttkunden vil motta deler og produkter som kan ha lengre levetid, mindre vekt - og dermed har lavere håndteringskostnad, og som er enklere å reparere. Dette kan medføre store kostnadsbesparelser, i tillegg til at sluttkunden kan eliminere store deler av sitt lagerhold. Teorien på verdikjedestyring, ved Mentzer mfl. (2001), sier at en deling av risiko og belønninger er en kritisk komponent for samarbeid mellom verdikjedepartnere som skal samarbeide over lengre tid. Empirien tyder på at dette ikke er til stede i dag, og både informant 1, 2, 3 og 4 trekker frem at dette er noe som må komme på plass for at additiv tilvirkning skal være en bærekraftig løsning for både OEM, leverandører og slutt kunder. Som en konsekvens av dette, kan det i dag være lettere for slutt kunder å utnytte verdiverksted for additiv tilvirkning, enn for OEM og leverandører, og dermed også lettere for dem å oppnå konkurransefortrinn.

Den gjensidige risiko- og belønningsdelen kan trekkes inn i alle delene av ARA-modellen. I aktørdimensjonen er det svært viktig at det knyttes tette aktørbånd med OEM og leverandører, for å skape tillit til de deltakende aktørene. I ressursdimensjonen må koblingene med OEM sine ressurser gjenspeile viktigheten og verdien av OEM sine immaterielle eiendommer. Dette kan blant annet være i form av å utforme nye kommersielle modeller som sikrer inntekt for OEM, selv med mindre omsetning av produkter. I aktivitetsdimensjonen er det kritisk at blant annet støtteaktiviteter, som robuste datasikkerhetssystemer er på plass for å beskytte OEM mot brudd på rettigheter for immateriell eiendom.

5.4.2 3D-printing sitt dårlige rykte

Som illustrert av informant 4, har additiv tilvirkning, og 3D-printing, et generelt misvisende rykte i dag. Aktører forbinder teknologien med dets spede begynnelse, hvor prototyper og artefakter ble produsert i plast, og var typisk ikke av særlig god kvalitet. Denne produksjonen kan ha blitt oppfattet som en gimmick, og inntrykket som ble innprentet hos mange aktører da, sitter igjen den dag i dag. En stor grunn til at dette inntrykket fortsatt sitter igjen er at disse aktørene ikke har hatt noe mer med additiv tilvirkning og 3D-printing å gjøre. De har derfor ikke lært om potensialet teknologien har i dag, etter stor og rask utvikling det siste tiåret.

For å endre ryktet til additiv tilvirkning og 3D-printing, må aktørene som er involvert i dag misjonere og presentere muligheter som finnes, gode forretningscaser fra virkeligheten og tilby testing og forskning på området. Slike innsatser vil kunne være med på å skape nye minner og forventninger hos andre aktører. Dette vil endre ryktet fra gimmick-deler i plast av dårlig kvalitet, til robuste og bærekraftige metalleder som i en del tilfeller er av bedre kvalitet enn tradisjonelt tilvirkede deler. Dette kan resultere i en spredning av adopsjonen og videre utvikling av teknologien.

5.4.3 Fra verdiverksted til verdinettverk

Etterhvert som spredningen av kunnskap og kompetanse skjer, og industristandarder for additiv tilvirkning blir etablert, kan det være naturlig med en overgang fra verdiverksted til verdinettverk. For at dette skal være mulig, må det som i dag er spesialisert kompetanse, spres og utvikles i nettverket. Dette vil være en naturlig fremgang i modningsprosessen til additiv tilvirkning, og vil føre til et mindre behov for tilretteleggende aktører. De som i dag fungerer som tilretteleggende aktører i verdiverksted, som Pelagus 3D, vil kunne endre rolle til formidlende aktør i et verdinettverk. Det er rimelig å anta at om kunnskap og kompetanse utvikles og spres, vil det gi en mulighet for skalering og vekst. Det er også sannsynlig at etterspørselen for additivt tilvirkede komponenter vil øke som en følge av dette. Overgangen fra et verdiverksted til et verdinettverk kan være en naturlig utvikling

som reflekterer både endringer i markedet, og veksten og modenheten til aktørene.

5.4.4 Oppsummering av diskusjon

Det er en utfordring knyttet til innføringen av additiv tilvirkning i verdikjedene, og endringen fra tradisjonell til digital verdikjede. Tillit er et aspekt som er avgjørende for hvorvidt OEM og leverandører er villige til å akseptere teknologien eller ikke. Større tillit til de andre aktørene i nettverket vil redusere OEM og leverandørenes oppfattede risiko, noe som gjør dem mer sannsynlig til å akseptere teknologien. Dette til forskjell fra tillit i en digital, transaksjonell, B2C-interaksjon, hvor tillit er avgjørende for kunde. Når interaksjonen er B2B, og angår produksjon utenfor OEM eller leverandøren sin kontroll, så er tillit avgjørende for OEM og leverandør. Når det kommer til spredning av teknologien i nettverket, er det til fordel at større aktører leder an. Større aktører vil generere flere teknologiske spillovereffekter. Disse spillovereffektene vil gjøre det lettere for mindre aktører å bli med på endringen. Dette vil akselerere spredningen av teknologien i nettverket.

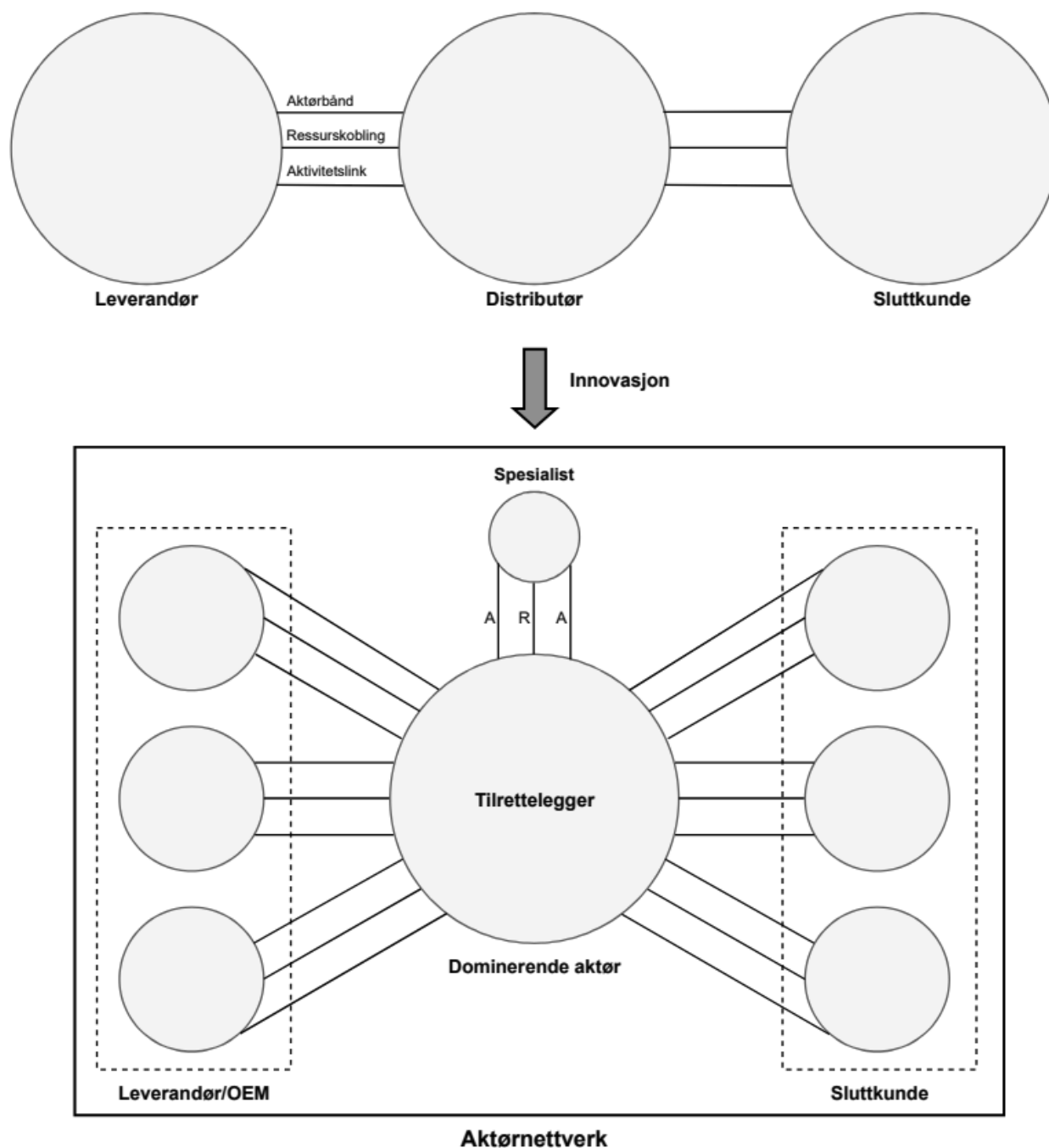
Innovasjon fører med seg et behov for tettere aktørbånd. Digitale plattformer, som den Pelagus 3D leverer, legger til rette for etablering av langvarige relasjoner gjennom bedre informasjonsflyt, kommunikasjon og samarbeid. Slike plattformer kan ses på som et verdiverksted, hvor plattformens leverandør fungerer som en tilrettelegger for resterende aktører i nettverket. Et digitalt verdiverksted legger til rette for bedre informasjonsflyt og kundeinteraksjon, hvor da kundene er både det som i tradisjonelle verdikjeder omtales som OEM, leverandører og kunder. Ettersom verkstedet er digitalt vil kommunikasjon og informasjonsdeling bli mer effektivt, noe som legger til rette for tettere samarbeid mellom aktørene. Likevel er tillit en utfordring. Relasjoner bygger tillit. Sterkere aktørbånd er med på å bygge denne tilliten, som igjen vil redusere en OEM og leverandør sin oppfattede risiko ved digitale verdikjeder. Man kan derfor si at aktørbånd er en enda viktigere dimensjon i digitale verdikjeder enn i tradisjonelle verdikjeder.

Ressurskoblingene i en tradisjonell verdikjede følger en lineær, sekvensiell flyt fra leverandør til sluttkunde. Når verdikjeden blir digital, endres disse ressurskoblingene. Flere av interaksjonene mellom de organisasjonelle enhetene blir eliminert eller endret, og kunnskap og kompetanse blir en viktigere ressurs. Dette gjør at interorganisatoriske relasjoner blir viktigere. I verdiverksted skjer samutvikling av ressurser gjennom interorganisatorisk interaksjon, noe som vil endre hvordan kunder styrer sin bedrift og hvordan de opererer i nettverket. Ressursinteraksjonene illustrerer hvordan varer og tjenester kombineres fra ulike aktører for å produsere sluttproduktene. Gjennom interaksjonen utnyttes aktørens kunnskap og kompetanse for å skape verdi. Interorganisatoriske relasjoner muliggjør samarbeid på tvers av nettverket, og bidrar til å utvikle og tilgjengeliggjøre kompetanse.

I en digital verdikjede gjennomgår hovedaktivitetene strukturelle endringer sammenlignet med en tradisjonell verdikjede. Mens hovedaktivitetene i en tradisjonell verdikjede fokuserer på å omgjøre råvarer til ferdige produkter, er hovedaktivitetene i et verdiverksted for additiv tilvirkning sentrert rundt å løse problemer for sluttkunde. Endringen fører med seg en mer problemorientert tilnærming. Aktivitetslinkene endres også i overgangen til behovsstyrt produksjon. Flyten går fra å være lineær og sekvensiell, til å bli syklisk og iterativ. Hovedaktivitetene er fortsatt avhengig av hverandre, men denne avhengigheten er gjensidig. I tillegg blir hovedaktivitetene mer fleksible. Behovsstyrt produksjon vil føre til en nedgang i egen produksjon for OEM og leverandører, samtidig som lagerholdet reduseres betraktelig. Sluttkundens rolle blir mer sentral i innkjøpsprosessen da de kontrollerer produksjonen i større grad.

Omstruktureringen av aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker kan føre til at aktører utnytter de globale nettverkene sine på en bedre, mer effektiv måte. Dette vil gi betydelige konkurransefortrinn. Konkurransefortrinnene kan være innenfor kostnadsledelse, på grunn av reduserte kostnader, eller innenfor differensiering av produktene aktørene leverer til sluttkunde.

Figur 5.3 illustrerer hvordan verdikjeden endres, med utgangspunkt i aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker. Nettverket blir sentrert rundt en dominerende aktør. De tre koblingene forestiller aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker.



Figur 5.3: Illustrasjon av endringen i verdikjeden med utgangspunkt i aktørbånd, ressurskoblinger og aktivitetslinker.

5.5 utfordringer

I lys av den presenterte empirien er det ønskelig å diskutere utfordringer knyttet til masteravhandlingen. Mest sentralt står utfordringen med få informanter. Selv om kvaliteten og tyngden på informantene er god, så er syv informanter lite dersom man ønsker å oppnå et bredt perspektiv på hvilke underliggende dynamikker en kan finne i verdikjeder. Det hadde også vært ønskelig å snakke med bedrifter som er kritiske til additiv tilvirkning, og ikke ser fordelene med teknologien. Dette ville gitt et verdifullt kritisk perspektiv til

empirien. Det ble forsøkt å innhente kontaktinformasjon til bedrifter som ikke er interesserte i additiv tilvirkning, uten hell. På grunn av dette er det rimelig å anta at oppgaven har fått et ensidig datagrunnlag, og gått mer i dybden enn i bredden. Dette er dog vanlig for en kvalitativ oppgave.

I utgangspunktet var kandidatene interessert i å undersøke påvirkningen additiv tilvirkning har på effektivitet innen verdikjedestyring. Empirien førte til en retningsforandring bort fra verdikjedestyring, til drivere og barrierer for additiv tilvirkning i dag. Denne retningsforandringen ble en utfordring for kandidatene, da teorigrunnlaget og innfallsvinkel måtte endres underveis i oppgavens tilblivelse.

På grunn av den begrensede utbredelsen av additiv tilvirkning i Norge, er det også en mulighet for at utenforstående kan identifisere informanter gjennom beskrivelser i oppgaven. Informantene har blitt gjort oppmerksomme på denne muligheten for identifikasjon, og blitt tilsendt intervjutranskripsjoner for sitatsjekk.

5.6 Svakheter

Opgaven har hatt få informanter, men de informantene som er intervjuet har mye kunnskap og ekspertise rundt additiv tilvirkning. At datagrunnlaget er bygget opp av kun syv informanter, kan også gjøre det utfordrende å benytte funnene og analysen fra denne oppgaven i andre scenarier utenfor bedriftene undersøkt i oppgaven. Det er gjort forsøk på å anvende teori og empiri for å identifisere overføringsverdi for andre bedrifter i lignende situasjoner.

Det er også verdt å merke seg at alle informantene jobber i norske selskap, og alle utenom én informant er norske. Et bredere og mer internasjonalt perspektiv på additiv tilvirkning kunne styrket oppgaven, og gitt en bredere, mer internasjonal forståelse av additiv tilvirkning. I tillegg ble det tatt et valg om å benytte skriftlig oppfølging etter intervju, i stedet for oppfølgingsintervjuer. Dette reduserte muligheten til å stille oppfølgings spørsmål basert på de mottatte svarene på oppfølgings spørsmålene. I tillegg kan kandidatenes bakgrunn som logistikkingeniører ha vært en påvirkningskraft gjennom tolkning og analyse gjennom oppgaven, og ført til bias i oppgaven.

Gjennom oppgavens diskusjon blir det foreslått løsningsmuligheter for å øke utbredelsen av additiv tilvirkning. De foreslåtte løsningene er generelle og ikke undersøkt i dybden. Videre undersøkelse av dette området er nødvendig for å kunne benytte oppgavens funn, noe som er en potensiell svakhet ved oppgaven.

5.7 Oppgavens validitet og reliabilitet

For å undersøke om resultatene fra oppgaven er overførbare til andre scenarier er det nødvendig å diskutere oppgavens reliabilitet og validitet.

5.7.1 Reliabilitet

Oppgavens reliabilitet mener kandidatene selv er sterk, da det er gitt gjennomgående beskrivelser av bakgrunn, teoretisk rammeverk, metodebruk og presentasjon av datakildene. Datakildenes troverdighet er sterk, da informantene er fremtredende individer innenfor sine felt, og innehar mye kunnskap og kompetanse på sine respektive felt. Påliteligheten til analyseprosessen er opp til leser å bedømme, da dette er objektive analyser som kan ha blitt påvirket av kandidatenes underliggende subjektivitet. Oppgavens objektivitet er begrenset av kandidatenes evne til å reflektere og analysere data fra flere innfallsvinkler, noe som kan ha hemmet dataanalysen i oppgaven.

5.7.2 Validitet

Intern validitet, altså hvor troverdig oppgaven er, undersøker hvorvidt oppgavens fremgangsmåte og funn er i samsvar med studiets formål, i tillegg til om dataen representerer virkeligheten. Studiets formål var å finne hvordan verdikjeder påvirkes av innføring av additiv tilvirkning. Fremgangsmåten med datainnsamling via intervjuer og litteratursøk for å bygge kandidatenes kunnskap om fenomenet har vært i tråd med oppgavens formål. Gjennom intervjuene er det undersøkt hvordan faktiske verdikjeder har blitt påvirket av innføringen av additiv tilvirkning, i tillegg til hvordan aktørene ser for seg at verdikjeden kan bli påvirket i fremtiden. På en annen side, er det ikke sikkert at verdikjedene ville blitt påvirket på samme måte om uavhengig variabel, i dette tilfellet additiv tilvirkning, ble endret. Om en annen ny teknologi ble innført i verdikjeder kunne det hatt andre følger enn for additiv tilvirkning. Den eksterne validiteten, altså hvorvidt funnene fra de valgte verdikjedene gjelder for andre verdikjeder, må diskuteres. Kandidatene har brukt mye tid på å sette seg inn i fenomenet additiv tilvirkning, i den grad dette har vært mulig med masteravhandlingens tidsperspektiv. Det er også brukt metodetriangulering for å undersøke forskjellige synspunkter og styrke oppgavens objektivitet. Kandidatene anser den eksterne validiteten som god. Dette fordi man kan trekke generelle slutninger fra funnene i oppgaven, og finne fellestrekk i andre verdikjeder. Eksempelvis er Equinor et stort kundeselskap som opptrer som en pådriver for bruk av additiv tilvirkning, mens Kongsberg Maritime er en stor OEM som er skeptisk til å innføre bruk av additiv tilvirkning i større grad enn i forskning og utvikling. Videre tilbyr Pelagus 3D en digital plattform for interaksjon og digitalt lager, mens AM North er en produsent. Det er rimelig å anta at

det i dagens situasjon finnes lignende situasjoner i andre verdikjeder som utforsker bruken av additiv tilvirkning, og at funnene i oppgaven har overføringsverdi for disse.

6 Konklusjon

Additiv tilvirkning er en teknologisk innovasjon som vil endre verdikjeder i stor grad, og det vil også endre måten de styres på. En forutsetning for varende teknologisk innovasjon er organisatorisk innovasjon, i dette tilfellet i form av digitale verdikjeder. Uten digitalisering av verdikjedene er det liten gevinst å hente fra additiv tilvirkning, da fordelene for bedriftene ligger i redusert leveringstid og redusert lager. Digitalisering av komponenter i digitale varelager gjør det mulig å redusere lagerhold og gjør det mulig å materialisere den digitale filen hvor som helst, når som helst. Man kan derfor si at en forutsetning for varende og bærekraftig innføring av additiv tilvirkning i eksisterende verdikjeder er digitalisering av disse verdikjedene.

For å kunne snakke om innovasjon i aktørnettverket må en først vurdere hva som driver, eller hindrer innføring av additiv tilvirkning hos enkeltaktører. Med utgangspunkt i teori om disruptiv teknologi ble det avdekket at manglende satsning på additiv tilvirkning kan gjøre at bedrifter havner på etterskudd hva gjelder en teknologi som kan vise seg å stå for en radikal endring i markedet. Dette kommer av at bedriftene er for opptatt med å betjene eksisterende kunders behov og optimalisere nåværende produksjonsmetode. Den manglende satsningen på additiv tilvirkning kan også begrunnes i at aktører ikke ser brukspotensialet til teknologien. Som nevnt er verdien av en ressurs bestemt av i hvilken grad den har et kjent brukspotensial. Manglende kunnskap og kompetanse på additiv tilvirkning hos aktørene kan derfor være en grunn til manglende satsning på teknologien.

Teknologiakseptmodellen (TAM) belyste et annet viktig aspekt når det kommer til aksept av additiv tilvirkning hos enkeltbedrifter. Med utgangspunkt i TAM for B2C-netthandel, hvor det viste seg at kundens tillit til leverandørene var avgjørende for om en transaksjon fant sted eller ikke, ble tillit vurdert for digitale verdikjeder. Med bakgrunn i empirien viste det seg at for B2B-transaksjoner i digitale verdikjeder er tillit avgjørende for en OEM eller leverandør, men ikke kunde. Dette kommer av frykten for å offentliggjøre immateriell eiendom, tape omsetning ved at produkter får lengre levetid eller at det produseres et større antall enn avtalt. En OEM eller leverandør eksponerer seg derfor ved å bli med i en digital verdikjede, i motsetning til en kunde, som sitter igjen med gevinsten i form av redusert ledetid og lagerhold. Dette bidrar til teorien for TAM. I en digital, B2B-transaksjon hvor produksjon ikke er styrt og kontrollert av OEM eller leverandør, er tillit til de andre i systemet avgjørende for en OEM eller leverandør, men ikke for kunde. Dette til forskjell fra digitale, B2C-transaksjoner som netthandel, hvor kundens tillit til leverandøren er avgjørende.

Med utgangspunkt i ARA-modellen ble endringen i verdikjeden diskutert. Overgangen til digitale verdikjeder, og anvendelsen av intensiv teknologi, legger til rette for en ny verdikonfigurasjon, i verdiverksted. I et verdiverksted er ARA-dimensjonene sentrert rundt en dominerende aktør, eller tilrettelegger, som faciliterer aktørenes deltakelse i verdiskapningsprosessen som additiv tilvirkning muliggjør. Tilrettelegger besitter den nødvendige kunnskapen og kompetansen for å jevne ut asymmetrien innen informasjon og kunnskap. Kunnskapen og kompetansen som tilretteleggeren besitter er den viktigste ressursen i aktørnettverket, og blir tilgjengelig gjennom tettere aktørbånd.

En overgang til behovsstyrt produksjon fører med seg flere endringer i aktivitetslinkene mellom aktørene. Flyten i aktivitetene går fra å være lineær og sekvensiell til å bli syklisk og iterativ. I tillegg er det flere aktiviteter som faller bort, deriblant produksjon og montering hos leverandør eller OEM, og lageraktiviteter på tvers av verdikjeden. Dette vil frigjøre ressurser som kan reallokeres til andre aktiviteter.

Den viktigste dimensjonen er aktørbånd. Tillit bygges gjennom langsiktige relasjoner mellom aktørene i en verdikjede, og tillit er det viktigste aspektet som må være på plass for å realisere en effektiv og bærekraftig innføring av additiv tilvirkning. Det er i dag en skjevfordeling av risiko og belønning på tvers av verdikjeden. Gjensidig risiko- og belønningsfordeling mellom aktørene er et viktig punkt for effektiv styring av verdikonfigurasjonene. Dette er ikke mulig i digitale verdikjeder hvor produksjonen ikke er kontrollert av leverandør eller OEM. Sluttkunden ender opp med brorparten av belønningen. OEM og leverandører vil kunne kutte kostnader, men fortsatt være eksponert for en stor risiko. Å bygge tillit på tvers av aktørene vil bidra med å redusere OEM eller leverandør sin oppfattede risiko, men de vil i realiteten fortsatt være eksponert. Denne skjevheten må kompenseres, for eksempel med nye forretningsmodeller, for å opprettholde god dynamikk mellom aktørene.

Det er rimelig å anta at etterhvert som teknologien modnes, og kunnskap og kompetanse utvikles blant aktørene, kan en overgang til verdinettverk være et naturlig steg videre. Hvorvidt dette skjer er avhengig av videre investering av ressurser og kompetansebygging på tvers av aktører.

6.1 Videre forskning

I lys av diskusjonen er det et par punkter som gjerne skulle ha vært undersøkt nærmere, og dermed kan være muligheter for videre forskning innenfor temaet additiv tilvirkning og digitale verdikjeder.

6.1.1 Risiko- og belønningsdeling

Hvordan skal leverandører belønnes for å eksponere seg for risiko. Det blir en skjevfordeling av risiko og belønning i verdikjeden, hvor leverandører tar stort sett all risiko, og kunden ender opp med brorparten av fordelene knyttet til innføringen av teknologien. Denne skjevfordelingen må motbalanseres på et vis. Som en mulig løsning på dette nevner Equinor nye forretningsmodeller for å sikre inntekter til OEM og leverandør. En type ”Spotify” for reservedeler, hvor OEM tjener penger på royalties, er et forslag. OEM og leverandør må fjerne deler av bedriften sin, som for eksempel produksjon, og heller vie mer fokus til design og videreutvikling. Dette er en gigantisk omstilling. Videre forskning kan derfor gå inn på disse nye forretningsmodellene. Hvordan skal de se ut?

6.1.2 Kannibalisering

OEM og leverandører vil ikke vise ansikt på digitale plattformer, for å skjule hvem de er og at de leverer reservedeler som øker levetiden på deres produkter. Reservedelene er egentlig utdaterte og OEM og leverandører vil heller at kunder skal kjøpe nye produkter. De skjuler seg for ikke å tape fremtidige inntekter på nye og bedre produkter ved at kundene bare vedlikeholder og reparerer gamle produkter, noe som øker levetiden betraktelig. De kannibaliserer produktene sine ved å slutte å tilby reservedeler, og heller selge nye produkter. Her kan også nye forretningsmodeller være en mulig løsning. Det kreves mer forskning på området for å finne en definitiv løsning.

6.1.3 Repeterbarhet

Informant 1 og 2 nevner at produksjon av komponenter i Norge kan gi forskjellig resultat enn produksjon i Rio de Janeiro på grunn av klima og fysiske parametre. Dette gjelder også uavhengig av klima, hvor operatører med forskjellig kompetansegrunnlag optimalt sett skal få samme resultat. Dette er ikke nødvendigvis tilfellet, fordi kompetansen varierer stort og oppsett av produksjon er lite automatisert i dag. Man har også aspektet hvor samme operatør må få samme kvalitet på alle komponenter i samme parti. Å utforske hvorfor dette skjer vil gå dypt inn i det tekniske aspektet ved additiv tilvirkning. Det faller derfor utenfor kandidatenes kompetanse. Videre forskning kan dykke dypere i de tekniske utfordringene, og finne løsninger på dette.

Bibliografi

- Alnes, J.H. (2020). *hermeneutikk*, *Store Norske Leksikon*. [Hentet: 29. Jan. 2024]. URL: <https://snl.no/hermeneutikk>.
- AM North (2023). *Om oss*. Hentet: 10. april 2024]. URL: <https://amnorth.no/om-oss>.
- Attaran, M. (2017). «Additive Manufacturing: The Most Promising Technology to Alter the Supply Chain and Logistics». I: *Journal of Service Science and Management* 10.03, s. 189. DOI: 10.4236/jssm.2017.103017.
- Awaleh, F. (2008). «Interacting Strategically within Dyadic Business Relationships: A case study from the Norwegian Electronics Industry». Ph.d.-avh. BI Norwegian School of Management. URL: <https://biopen.bi.no/bi-xmlui/bitstream/handle/11250/94320/2008-06-awaleh.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Azar, G. og Ciabuschi, F. (2017). «Organizational innovation, technological innovation, and export performance: The effects of innovation radicalness and extensiveness». I: *International Business Review* 26.2, s. 324–336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2016.09.002>.
- Baraldi, E., Gressetvold, E. og Harrison, D. (2012). «Resource interaction in inter-organizational networks: Foundations, comparison, and a research agenda». I: *Journal of Business Research* 65.2, s. 266–276. DOI: 10.1016/j.jbusres.2011.05.030.
- Bingham, A.J. (2023). «From Data Management to Actionable Findings: A Five-Phase Process of Qualitative Data Analysis». I: *International Journal of Qualitative Methods* 22. DOI: 10.1177/16094069231183620.
- Bloom, N., Schankerman, M. og Van Reenen, J. (2013). «Identifying technology spillovers and product market rivalry». I: *Econometrica* 81.4. [Hentet: 26. april 2024, s. 1347–1393. ISSN: 00129682, 14680262. URL: <http://www.jstor.org/stable/23524180>.
- Bonney, M.C. mfl. (1999). «Are push and pull systems really so different?» I: *Int. J. Prod. Econ.* 59.1, s. 53–64. DOI: 10.1016/S0925-5273(98)00094-2.
- Burgess, G.L. og Worthington, A.K. (2021). *Technology Acceptance Model*. Hentet: 24. april 2024]. URL: <https://ua.pressbooks.pub/persuasiontheoryinaction/chapter/technology-acceptance-model>.
- Christensen, C.M. (2016). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Review Press.
- Christensen Institute (2017). *Disruptive Innovations - Christensen Institute*. [Hentet: 7. mai 2024]. URL: <https://www.christenseninstitute.org/disruptive-innovations>.

- Corsi, S. og Di Minin, A. (2014). «Disruptive Innovation ... in Reverse: Adding a Geographical Dimension to Disruptive Innovation Theory.» I: *Creativity amp; Innovation Management* 23. [Hentet: 26. februar 2024], s. 76–90. URL: <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=3e61e5da-7dc1-4569-8688-cadacf87b8be%40redis>.
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P. og Warshaw, P.R. (1989). «User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models». I: *Management Science* 35.8. [Hentet: 24. april 2024], s. 982–1003. URL: <http://www.jstor.org/stable/2632151>.
- Davis, F.D. og Granić, A. (2020). *The Technology Acceptance Model - 30 Years of TAM*. SpringerCham. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45274-2>.
- Davis, T. (1993). «Effective Supply Chain Management». I: *Sloan Management Review*. URL: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/effective-supply-chain-management/docview/1302972594/se-2?accountid=12870>.
- Dhinakaran, V. mfl. (2020). «Wire Arc Additive Manufacturing Perspectives and Recent Developments». I: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 988, s. 012102. DOI: [10.1088/1757-899X/988/1/012102](https://doi.org/10.1088/1757-899X/988/1/012102).
- DNV (u.å.). *Om DNV*. [Hentet: 16. mai 2024]. URL: <https://www.dnv.no/om>.
- Equinor (u.å.). *Kort om Equinor*. [Hentet: 9. april 2024]. URL: <https://www.equinor.com/no/om-oss/kort-om-equinor>.
- Flick, U. (2006). *An Introduction to Qualitative Research*. (3. utgave). SAGE Publications.
- Ford, D. mfl. (2011). *Managing Business Relationships*. John Wiley & Sons Ltd.
- Gefen, D., Karahanna, E. og Straub, D.W. (2003). «Trust and TAM in Online Shopping: An Integrated Model». I: *MIS Quarterly* 27.1. [Hentet: 10. mai 2024], s. 51–90. DOI: <https://doi.org/10.2307/30036519>.
- Gonzales, P.L.R., Framinan, J.M. og Pierreval, H. (2013). «Token-Based Pull Production Control Systems: An Introductory Overview». I: *Journal of Intelligent Manufacturing* 29.3, s. 5–22. DOI: [10.1007/s10845-011-0534-4](https://doi.org/10.1007/s10845-011-0534-4).
- Gripsrud, G., Jahre, M. og Persson, G. (2006). «Supply chain management – back to the future?» I: *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 36.8, s. 643–659. DOI: [10.1108/09600030610702907](https://doi.org/10.1108/09600030610702907).
- Grønmo, S. (2023). *Utvalg*. [Hentet 28. februar 2024]. URL: <https://snl.no/utvalg>.
- Harrison, D. og Håkansson, H. (2006). «Activation in resource networks: a comparative study of ports». I: *Journal of Business & Industrial Marketing* 21.4, s. 231–238. DOI: [10.1108/08858620610672597](https://doi.org/10.1108/08858620610672597).

- Håkansson, H. og Snehota, I. (1995). *Developing Relationships in Business Networks*. Routledge.
- Isaksen, A. og Ørstavik, F. (2023). *Innovasjon*. [Hentet: 1. februar 2024]. URL: <https://snl.no/innovasjon>.
- Johannessen, A., Christoffersen, L. og Tufte, P.A. (2020). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Abstrakt forlag.
- Kenton, W. (2020). *Understanding the Spillover Effect*. [Hentet: 26. april 2024]. URL: <https://www.investopedia.com/terms/s/spillover-effect.asp>.
- Knudsen, H. og Flåten, B.T. (2015). *Strategisk ledelse*. Cappelen Damm.
- Kongsberg Gruppen (u.å.[a]). *Kongsberg Maritime*. [Hentet: 9. april 2024]. URL: <https://www.kongsberg.com/who-we-are/kongsberg-maritime>.
- (u.å.[b]). *Kongsberg Maritime, Technologies for Sustainable Oceans*. [Hentet: 9. april 2024]. URL: <https://www.kongsberg.com/maritime>.
- (u.å.[c]). *Who we are*. [Hentet: 9. april 2024]. URL: <https://www.kongsberg.com/who-we-are>.
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. (2. utgave). Gyldendal.
- Lincoln, Y.S. og Guba, E.G. (1985). *Naturalistic Inquiry*. SAGE Publications, s. 304–305.
- Linneberg, M.S. og Korsgaard, S. (2019). «Coding Qualitative Data: A Synthesis Guiding the Novice». I: *Qualitative Research Journal* 19, s. 259–270. DOI: <https://doi.org/10.1108/QRJ-12-2018-0012>.
- Marín, R. mfl. (2023). «Value Chain digitalization and technological development as innovation catalysts in small and medium-sized enterprises». I: *Journal of Innovation Knowledge* 8.4. DOI: [10.1016/j.jik.2023.100454](https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100454).
- Martinsen, K. (2024). *3D-printing*, *Store Norske Leksikon*. [Hentet: 22. januar 2024]. URL: <https://snl.no/3D-printing>.
- Mentzer, J.T. mfl. (2001). «Defining Supply Chain Management». I: *Journal of Business Logistics* 22.2, s. 1–25. DOI: [10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x](https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x).
- Olaussen, J.O. (2023). «Forelesning 2: Vitenskapsteori og etikk». I: *TMET410 Kvalitativ og kvantitativ metode*. [Hentet: 29. januar 2024]. URL: <https://ntnu.blackboard.com>.
- Oppen, M., Mørk, B.E. og Haus, E. (2020). *Kvantitative og kvalitative metoder i merkantile fag*. Cappelen Damm.

- Pelagus 3D (u.å.). *About Us, Pelagus 3D*. [Hentet: 23. april 2024]. URL: <https://www.pelagus.com/about-us>.
- Pinto, J. (2023). «Lecture: The Qualitative Method. Data Collection». I: *TMET410 Kvantitativ og kvalitativ metode*. [Hentet: 1. februar 2024]. URL: <https://ntnu.blackboard.com>.
- Porter, M.E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.
- Puchkova, A., Le Romancer, J. og McFarlane, D. (2016). «Balancing Push and Pull Strategies within the Production System». I: *IFAC-PapersOnLine* 49.2, s. 66–71. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.03.012.
- Qin, L., Xie, W. og Jia, P. (2024). «Value Chain Digitalization, Global Value Chain Embeddedness, and Distributed Innovation in Value Chains». I: *Sustainability* 16.7. DOI: 10.3390/su16072845.
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovations*. Simon Schuster, s. 5, 272–281.
- Schumpeter, J.A. (1983). *Theory of Economic Development*. Transaction Books.
- Scott, I. (2023). *Sekundærkilder*. [Hentet: 4. mars 2024]. URL: <https://snl.no/sekund%C3%A6rkilder>.
- Sengupta, A. (u.å.). *CAD File | Technology Glossary Definitions | G2*. [Hentet: 1. mai 2024]. URL: <https://www.g2.com/glossary/cad-file-definition>.
- Sing, S.L. og Yeong, W.Y. (2020). «Laser powder bed fusion for metal additive manufacturing: perspectives on recent developments». I: *Virtual and Physical Prototyping*. DOI: 10.1080/17452759.2020.1779999.
- SINTEF (u.å.). *Additive manufacturing (3D printing) - SINTEF*. [Hentet: 14. mai 2024]. URL: <https://www.sintef.no/en/sintef-research-areas/additive-manufacturing-3d-printing>.
- Smith, S.F. (1992). «Knowledge-based production management approaches, results and prospects». I: *Production Planning Control*, s. 350–380. DOI: 10.1080/09537289208919407.
- Stabell, C.B. og Fjeldstad, Ø.D. (1998). «Configuring value for competitive advantage: on chains, shops, and networks». I: *Strat. Mgmt. J.* 19.5, s. 413–437. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0266(199805)19:5<413::AID-SMJ946>3.0.CO;2-C.
- Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal, s. 47.
- Tollaksen, T.G., Ryggvik, H. og Smith-Solbakken, M. (2024). *Equinor, Store norske leksikon*. [Hentet: 9. april 2024]. URL: <https://snl.no/Equinor>.

- Tollaksen, T.G. og Smith-Solbakken, M. (2023). *Vår Energi, Store norske leksikon*. [Hentet: 10. april 2024]. URL: https://snl.no/V%C3%A5r_Energi.
- Tziantopoulos, K. mfl. (2016). «Supply chain reconfiguration opportunities arising from additive manufacturing technologies in the digital era». I: *Production Planning & Control*. DOI: 10.1080/09537287.2018.1540052.
- Vår Energi (u.å.). *Vår Energi, Om oss*. [Hentet: 10. april 2024]. URL: <https://varenergi.no/no/om-oss>.
- Westkämpfer, H.C.E. (1997). «Manufacturing on Demand in Production Networks». I: *CIRP Ann.* 46.1, s. 329–334. DOI: 10.1016/S0007-8506(07)60836-1.
- Wu, K. mfl. (2011). «A meta-analysis of the impact of trust on technology acceptance model: Investigation of moderating influence of subject and context type». I: *International Journal of Information Management* 31.6, s. 572–581. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2011.03.004.
- Xia, C. mfl. (okt. 2020). «A review on wire arc additive manufacturing: Monitoring, control and a framework of automated system». I: *J. Manuf. Syst.* 57, s. 31–45. DOI: 10.1016/j.jmsy.2020.08.008.
- Yin, R.K. (2018). *Case Study Research and Applications*. SAGE Publications.
- Zhang, K. mfl. (2014). «Characterization of stainless steel parts by Laser Metal Deposition Shaping». I: *Mater. Des.* 55, s. 104–119. DOI: 10.1016/j.matdes.2013.09.006.

Vedlegg

A Intervjuguide

Innledning

- Ønske velkommen til intervju
 - Fortelle om vår egen bakgrunn
- Kort om bakgrunn for oppgaven og intervjuet, og hvorfor vi utfører dette
 - Formål
 - Problemstilling

Informere om datahåndtering og opptak av intervju

Hvordan vil innføringen av additiv tilvirkning endre dagens verdikjeder og hvordan skal bedriftene håndtere dette?

Opptak

Generelle spørsmål (Bakgrunn m.m.)

- Be respondenten fortelle litt om sin bakgrunn og utdanning
- Hvilken stilling har respondenten og hva det innebærer
- Fortell om bedriften/organisasjonen du er ansatt i. Er det noen relevante prosjekter dere jobber med nå du kan fortelle litt mer om?

Additiv tilvirkning (AM)

- Hvilken rolle og eventuelt ansvar har du i bedriften når det kommer til verdikjede-optimalisering og implementering av ny produksjonsteknologi som AM?
- Hvor lenge har dere benyttet AM i deres produksjon?
- I hvilken grad benytter dere dere av AM?
- Hva er de primære motivasjonene eller drivkreftene bak beslutningen om å innføre additiv tilvirkning og digitale verdikjeder i deres forsyningskjede?

- Er det noen barrierer som forhindrer dere fra å bruke AM i større grad?
- Hvordan er dere organisert for additiv tilvirkning? Outsourcing, kompetansesenter, partnerskap?
- Har det oppstått noen uventede effekter?

Leverandører og kunder (bedriftsnettverk)

- Er relasjonsbygging viktigere enn tidligere for å få leverandørene til å spille på ”lag” med dere etter dere tok i bruk AM?
- Har AM og digitale verdikjeder påvirket relasjonene til deres leverandører. Har dere noen strategi for å etablere og opprettholde samarbeidet med leverandørene når dere i teorien har tilgang til ”oppskriftene” på det dere benytter leverandøren til?
- Har dere møtt på noen konflikter knyttet til overleveringen av IP-beskyttede modeller med leverandører? I så fall, hvordan løste dere dette?
- Hvordan planlegger dere å møte utfordringene som er knyttet til IP-rettigheter når AM når en større skala?

Effekt på verdikjeder

- Hvordan har overgangen til AM og virtuelle verdikjeder påvirket deres verdikjede?
- Kan du gi et eksempel på en situasjon hvor AM har gitt dere en betydelig fordel/besparelse?
- Hvilken effekt har AM hatt på ledetid og produksjonskostnad hos dere? Har dere ett konkret eksempel?
- Ser dere noen effekt på miljøregnskapet deres etter dere har tatt i bruk AM? Er dette noe dere har klart å kvantifisere?

Ulemper

- Ser dere noen ulemper/negative sider ved bruk av AM? Hvilke?
- Er det noen fler ikke nevnte utfordringer har dere møtt i forbindelse med bruk av AM? For eksempel produksjonstids, produksjonsplanlegging, opplæring osv.

B Samtykkeerklæring

Vil du delta i forskningsprosjektet **Additiv tilvirkning og digitale verdikjeder**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke effekten overgang til additiv tilvirkning har på verdikjeder og verdikjedestyring. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Prosjektet ønsker å utforske, analysere og forstå hvordan additiv tilvirkning og virtuelle verdikjeder påvirker kjerneaspektene ved verdikjedestyring, i tillegg til å identifisere de strategiske utfordringene og endringene som kreves for å optimalisere utnyttelsen av additiv tilvirkning. Problemstillingen i prosjektet er «Hvordan vil innføringen av additiv tilvirkning endre dagens verdikjeder og hvordan kan bedrifter håndtere dette?»

Prosjektet er en masteroppgave som markerer slutten på en toårig master i Ledelse av teknologi ved NTNU Handelshøyskolen i Trondheim.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU Handelshøyskolen i Trondheim er ansvarlig for prosjektet. Prosjektets veileder er Tina B. Aune, Førsteamanuensis ved NTNU Handelshøyskolen. I tillegg skrives oppgaven i samarbeid med biveileder Trond Halvorsen ved SINTEF, grunnet mye kunnskap innenfor feltet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du blir spurt om å delta i dette forskningsprosjektet grunnet din kompetanse innenfor additiv tilvirkning og/eller virtuelle verdikjeder.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltakelse i prosjektet vil innebære intervju, fysisk eller digitalt. Intervjulengde vil variere etter behov.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi

behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Veileder og biveileder vil ha tilgang til informasjonen som kommer frem i intervju.
- Navn og kontaktopplysningene dine vil erstattes med en kode som lagres på en egen navneliste adskilt fra øvrige data.

Du vil refereres til i publikasjonen kun ved tillatelse, ved navn, etternavn, stilling og bedrift. Dette for å forsikre leser om at informasjon som fremkommer i publikasjonen er legitim.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 23.05.2024. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger slettes.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU Handelshøyskolen har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NTNU Handelshøyskolen ved Tina B. Aune.
– Tina.b.aune@ntnu.no
- Vårt personvernombud: Thomas Ørnulf Helgesen

- thomas.helgesen@ntnu.no
- 93079038

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig



Tina B. Aune

Studenter



Eric M. Rinvik

Joakim A. Kristensen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Additiv tilvirkning og digitale verdikjeder* og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at opplysninger gitt i intervju kan brukes/gjengis i oppgave

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

