

Mikko Mathias Lund

Verdiskapelse i byggeprosjekt gjennom integrert prosjektering

Hvordan kan prosjekteringsleder bruke integrert
prosjektering for å maksimere verdi i et
byggeprosjekt?

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Frode Drevland

Juni 2022

Forord

Denne masteroppgaven er utarbeidet våren 2022 ved Institutt for Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Masteroppgaven er siste del av sivilingeniørstudiet innenfor Bygg- og miljøteknikk, 2-årig Mastergrad, og representerer 30 studiepoeng. Denne oppgaven er skrevet innenfor hovedprofil prosjektledelse.

Oppgaven har som mål å belyse på hvilke impulser i en hvordan en prosjekteringsprosess kan skape verdi for kunden i et byggeprosjekt gjennom en integrert prosjekteringstilnærming og Lean-tankegang. Videre er det fokus på hvordan prosjekteringsleder kan påvirke dette, og hvordan plansystemer, visualiserende modeller og møtestruktur kan fasilitere dette. Masteroppgaven er både basert på forskning og empiri, der aktuelle metoder er både innenfor litteratur og løsning av case. Dette betyr at oppgaven har som mål å knytte sammen teori og praksis, noe som innebærer at både et litteraturstudium for generell informasjon om temaene og et casestudie for å gi spesifikk informasjon fra byggbransjen.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med byggkonsernet AS Backe, som er et casestudie for å belyse det praktiske aspektet ved integrert prosjektering og prosjekteringsledelse. Dette innebærer intervjuer med et utvalgte aktører og dokumentgjennomgang av bedriften kvalitetssystem, for å finne utfordringer og forbedringspotensialer i dagens gjennomføring av prosjekteringsfasen. Dette samarbeidet skal gi et empirisk innblikk i enkelte temaer som er vanskelig å avdekke i litteratur, og skal svare på hvordan situasjonen er i praksis i den norske byggbransjen.

Takk til alle som har bidratt til dette samarbeidet! En spesiell takk til AS Backe for samarbeid, i form av gjennomføring av eksternt casestudie ved gjennomføring av denne oppgaven. Takk til Jonas Wilson, som har vært min interne veileder i Backe. Videre takk til alle informantene ved intervjuene i dette casestudiet, som har gitt verdifull informasjon rundt prosjekteringsledelse for oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Takk til hovedveileder Frode Drevland, som har hjulpet for å legge rammer for oppgaven og ved å gi veiledning gjennom prosessen med oppgaven.

Sammendrag

Tilnærming basert på integrert prosjektering tilfører byggeprosjektet tverrfaglige, helhetlige og iterative prosesser og problemløsning, og gir muligheten til å skape ytterligere verdi i byggeprosjekter. Gjennom videreføring av tankegang fra Lean, og bruk av metodikk bestående av LPS (Last Planner System), BIM og ICE, kan integrert prosjektering tilføre en stor forbedring i kvalitet i leveranser av dagens byggeprosjekter. Med stadig større krav til kvalitet og mer komplekse byggeprosjekter, er det stor etterspørsel etter hva integrert prosjektering kan tilføre disse. Utarbeidelse av prosjekteringsløsninger krever gjensidig og intensiv kommunikasjon mellom aktører, noe som kan tilrettelegges gjennom en integrert forståelse av prosjekteringsprosessen.

Denne oppgavens hensikt er å se på mulighetene for verdiskapelse i prosjekteringsprosessen med forankring i integrert prosjektering og Lean. Oppgavens mål er å svare på følgende problemstilling: **“Hvordan kan prosjekteringsleder bruke integrert prosjektering for å maksimere verdi i et byggeprosjekt?”**

Denne masteroppgaven er skrevet todelt med både et litteraturstudium og et samarbeid med byggkonsernet AS Backe, noe som innebærer dokumentstudie og intervju. Dokumentstudiet har fokus på å se på styrings- og kvalitetssystemer internt i bedriften, mens intervjuet utlyser relevante spørsmål rundt problemstillingen som er hensiktsmessig å stille internt i en bedrift. Samarbeidet med Backe har fokus på praktiske implikasjoner rundt problemstillingen i oppgaven, som er vanskelig å få et godt bilde på med teoretisk informasjonsinnhenting. I tillegg er det gjennomført et omfattende litteraturstudie for å samle inn teori og å samle sammen et bakliggende rammeverk av informasjon for å kunne gi grunnlag til analyse fra flere metoder. Ved triangulering, noe som betyr å se på informasjon samlet ved flere metoder, har man et sterkere grunnlag for å diskutere standpunkter og komme med påstander rundt utvalgte temaer. Når informasjon ved flere metoder konvergerer har man et sterkere grunnlag for å tro at bestemt informasjon er riktig.

Integrert prosjektering er en tilnærming som viderefører Lean-tankegang, og innebærer flere ideer som gir muligheten til praktisk gjennomføring av sentrale konsepter for effektivitet i byggeprosjekter. Tidlig integrering av prosjekteringsgruppen, større fokus på teamarbeid og større inkorporering av prosjekterings- og produksjonsprosessen er nye implementeringer som legger til rette for en modernisering av prosjekteringsprosessen. Videre er metodikk fra VDC, gjennom visualiserende modell og kollisjonskontroll i BIM og møtemetodikk i ICE, sentrale arbeidsmetoder som benyttes i integrert prosjektering for verdiskapelse i byggeprosjekter. Lean-tankegang har fokus på maksimering av verdi for kunde og minimering av sløsing internt i prosjektet. For byggeprosessen tilfører Lean både effektivisering og tilpasning av produksjonssystem og gir en gjennomføringsmodell, LPDS (Lean Project Delivery System), som forbedrer prosjekteringen betydelig.

Generelt er prosjekteringsprosessen krevende å planlegge, da oppgaver i prosessen inneholder stor grad av kompleksitet i form av iterativt arbeid og tverrfaglig kompetansesammensetning for å utvikle en felles løsning. Noen sentrale punkter i prosessen det finnes utfordringer innenfor er kommunikasjon, grensesnitt,

informasjonsflyt, teambygging og kvalitetskontroll. Integrert prosjektering forbedrer prosjekteringsprosessen både i form av tidlig verdiskapende dialog, effektive plansystemer, kollisjonskontroll, felles visualisering og bedre informasjonslogistikk. Likevel er det flere elementer i en prosjekteringsprosess som ikke kan løses med god metodikk, gjennomføringsmodell og planlegging. Vellykket samhandling, grensesnittkontroll, kvalitetssikring og kommunikasjon krever smart ledelse av prosessen. Det kommunikative aspektet står i prosjekteringsleders hender, og her er god planlegging, effektiv informasjonslogistikk, tillitsbygging og tverrfaglig samhandling sentrale punkter. Det klargjøres i oppgaven at verktøy og gode tankeganger alene ikke er nok til å generere verdi, selv om integrert prosjektering og verktøy basert på dette muliggjør dette. Det kreves fortsatt smart problemløsning i en prosjekteringsgruppe og god ledelse av prosjekteringsleder, og gruppa er ansvarlig for å skape flyt i prosessene selv.

Den største utfordringen med å implementere integrert prosjektering er at det er en tidkrevende investering for en byggbedrift gjennom introduksjon av programvarer, opplæring og ressurser. Det er en utfordring for mange ansatte å lære systemene, men dette løses stort sett ved god opplæring innen bruken av disse og ved en åpenhet i kulturen for å integrere disse systemene i prosjektet. Backe dokumenterer at denne overgangen har gått relativt problemfritt for ulike grupper i byggkonsernet, og at verdien de nye verktøyene kan tilføre er stor. I tillegg er det viktig å diskutere implementering av disse elementene separat kontra sammen. Litteraturen fremhever og casestudiet bekrefter hvordan BIM og Lean fungerer sammen i synergi, og at innføring av verktøy og tankegang fra begge to bidrar til en integrert prosjekteringsprosess.

Implikasjonen av oppgaven er at prosjekteringsprosessen drar stor nytte av hva integrert prosjektering og følgende metodikk kan gi prosessen, og at denne endringsprosessen svarer på et rom av etterspørsel i byggbransjen. Å implementere disse verktøyene slik at prosjekteringsgruppen får brukt dem effektivt og å planlegge prosessen for å skape god flyt er sentrale deler av prosjekteringsleders jobb. Bedre tverrfaglig samhandling, mer tilpasset planleggingssystem, unngåelse av feil gjennom kollisjonskontroll og betydelig bedre informasjonsbehandling er noen av de mest synlige punktene en integrert prosjekteringsprosess kan løse. Dette skaper verdi med hensyn på flyt i prosjekterings- og produksjonsprosessene, og har også en innvirkning på endelig prosjekteringsløsninger, slik at endelig kunde verdi kan fasiliteres. Plannivåer i LPS, felles visualisering i BIM og tverrfaglige møter i ICE bidrar til å gjøre prosjekteringsprosessen mye lettere gjennomførbar. Dette bryter ned organisatorisk kompleksitet i byggeprosjektet og gjør at en prosjekteringsgruppe kan jobbe langt mer effektivt.

Executive summary

An approach based on integrated design gives a construction project interdisciplinary, holistic and iterative processes and problem solving, and gives the possibility to add value to the project. Through furthering thinking from Lean, and using methodology consisting of LPS (Last Planner System), BIM and ICE, integrated design can provide improved quality to projects in today's society. With higher demands for quality and more complex construction projects, there is a severe demand for what integrated design can provide to these. Production of project specifications demands reciprocal and intensive communication between actors, which can be facilitated through an integrated understanding of the design processes.

This thesis' purpose is to examine the possibilities for value creation in the design processes with a focus on integrated design and Lean. The goal of this M.Sc. Thesis is to answer the following question: **“How can the design manager use integrated design for maximizing value in a construction project?”**

This M.Sc. Thesis is written in two parts, consisting of a literature study and a collaboration with the construction company of AS Backe, which comprises both a document study and interviews. The document study has a focus on the internal management and quality systems of the company, and the interviews expose relevant questions around the main problems which can be found internally from a company. The collaboration with Backe has a focus on practical implications around the main problem of the thesis, which is difficult to get a good answer on from theoretical information gathering. In addition, there is performed a literature study to gather theory and build up an underlying foundation of information to give a basis for analysis from multiple methods. Through triangulation, which means using information from several methods, there is a stronger reason to discuss viewpoints and deliver propositions around themes in this thesis. When information from several methods converge, you have a stronger basis to believe that this information is right.

Integrated design is an approach that furthers Lean-thinking, and consists of several ideas that give the possibility for important concepts for effectiveness in construction projects. Early integration of the design group, more focus on teamwork and a closer incorporation of the design and production processes are new implementations that facilitate modernization of the design process. In addition methodology from VDC, in terms of visualizing models and crash control in BIM and meeting methodology in ICE, is used in integrated design processes for value creation in construction projects. Lean-philosophy has a focus on maximizing the value for clients and minimizing the internal waste of the project. For the building process, Lean delivers effectivization and facilitation of the production systems and gives a delivery model through LPDS (Lean Project Delivery System), which improves the process significantly.

Generally, the design process is difficult to plan, as activities in the process have a high degree of complexity through iterative work and interdisciplinary composition of competence to develop a common solution. Some central aspects of the process which are challenging to handle include communication, interface, information flow, teambuilding and quality control. Integrated design improves the design process

through early dialogue to create value, effective planning systems, collision control, common visualization and better information logistics. Nevertheless, there are several elements in a design process that cannot be solved with good methodology, delivery models and planning. Successful reciprocation, interface control, quality checking and communication demands smart leadership of the process. The communicative aspect is in the hands of the design manager, and important aspects here include sufficient planning, effective information processing, building of trust and interdisciplinary collaboration. In this thesis, it is clarified that effective methodology and value based thinking by itself is not enough to create value, even though integrated design processes and constituting methodology gives the possibility for this. There is still a demand for smart problem solving in a design group and good leadership from the design manager, and the group is responsible for creating flow in the processes.

The biggest challenge of implementing integrated design is that it is an investment that needs time in a construction company through introduction of software, resources and educating the group. There is a high threshold for many employees to learn the systems, but this is usually solved by good education in using the systems and openness to integrate them into the project. Backe confirms that this transition process has gone relatively smoothly for different groups of the construction company, and that the value these new methodologies can deliver is big. In addition, it is important to discuss implementation of these elements separately versus together. The literature and the case study confirms that BIM and Lean work together in synergy, and that an implementation of methodologies and thinking from both contribute to deliver an integrated design process.

The implication of this thesis is that the design process benefits hugely from what integrated design and the forthcoming methodology can give the process, and that this transformation process answers a room of demand in the construction industry. Implementing these methods such that the design group gets to use them effectively and planning the process to create flow are important parts of the work of the design manager. Better interdisciplinary collaboration, more effective planning systems, avoidance of mistakes through collision controls and substantially better information processing are some of the most visible benefits of an integrated design process. This creates value in terms of flow in the design and production processes, and also affects the quality of final design solutions, facilitating value for the client. A planning framework in LPS, collective visualization in BIM and interdisciplinary problem solving in ICE, all contribute to make the design process more feasible. This breaks down complexity in the construction project and makes more effective work possible for the design group.

Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon	12
1.1 Bakgrunn	12
1.2 Problemstilling	13
1.3 Avgrensninger	14
1.4 Struktur	15
2 Metode	16
2.1 Forskningsstrategi og -design	16
2.2 Forskningsmetode	18
2.2.1 Triangulering	18
2.2.2 Litteraturstudie	19
2.2.3 Casestudie	20
2.3 Evaluering av kvalitet	22
2.3.1 Reliabilitet	22
2.3.2 Validitet	22
2.3.3 Ethiske hensyn	23
3 Verdi	24
3.1 Betydning av verdi	24
3.2 Aktører i verdileveransen	26
3.3 Verdi i byggeprosjekter	29
3.4 Utvalgt definisjon av verdi	30
4 Prosjekteringsprosessen	31
4.1 Beskrivelse av prosjekteringen	31
4.2 Prosjekteringsleders rolle	34
4.3 Produksjon	35
4.3.1 Transformasjon, flyt og verdi	35
4.3.2 Prosjekteringen som produksjonssystem	36
4.4 Kommunikasjon i prosjekteringen	38
4.4.1 Kommunikasjonsteori	38
4.4.2 Informasjonsflyt	40
4.4.3 Teambygging	42
5 Integrrert prosjektering	44
5.1 Integrrert prosjektering	44
5.1.1 Integrrert prosjekteringstilnærming	44
5.1.2 Endringsprosess	49
5.2 Lean	50
5.2.1 Historisk bakteppe	51
5.2.2 Lean som filosofi	52
5.2.3 Lean i prosjektering	54

5.3 Metodikk	55
5.3.1 Last Planner System	55
5.3.3 BIM	58
5.3.4 ICE	61
6 Resultat	64
6.1 Casebeskrivelse	64
6.2 Kvalitets- og styringssystemer	66
6.3 Resultat av intervjuer	74
6.3.1 Prosjekteringens påvirkning på verdi	74
6.3.2 Integrrert prosjekterings bidrag til verdi i prosjektet	76
6.3.3 Lean-metodikk	79
6.3.4 Implementering av metodikk	83
7 Diskusjon	85
7.1 Prosjekteringens påvirkning på verdi	85
7.2 Integrrert prosjekterings bidrag til verdi i byggeprosjektet	87
7.3 Lean-metodikk	91
7.4 Implementering av metodikk	95
7.5 Kritikk av eget arbeid	96
8 Konklusjon	98
8.1 Videre arbeid	100
Referanser	101

Figurliste

Figur 1: De ulike kapitlene i oppgaven etter struktur og kronologisk rekkefølge.	14
Figur 2: Anvendt forskningsmetode i oppgaven.	18
Figur 3: Illustrasjon av hvordan utveksling av verdi foregår (Drevland, 2019).	24
Figur 4: Oversikt over ulike grader av avhengigheter og koordinasjon i arbeidsoppgaver i prosjekter (Westgaard et al., 2010).	25
Figur 5: Konseptualisering av verdi i produksjon (Koskela, 2000a)	25
Figur 6: Spencer et al. (2002) definerer forretningsgevinsten i dette bildet som det verdiskapende ved en investering.	27
Figur 7: Indre- og ytre effektivitet, basert på Eikeland (1999).	28
Figur 8: Kontekstuell modell for verdileveranseprosessen i prosjekter (Drevland, 2019).	29
Figur 9: Byggeprosessens kjerneprosesser (Eikeland, 1999).	30
Figur 10: De ulike fasene i prosjekteringen (Westgaard et al., 2010).	32
Figur 11: Innhold i prosjekteringsprosessen, basert på Meland (2000).	32
Figur 12: Helhetsbilde av prosjektorganisasjonen for å vise prosjekteringsgruppens plass i hierarkiet (Westgaard et al., 2010).	34

Figur 13: TFV-modellen til Koskela (2000) der transformasjon, flyt og verdi illustreres, og der pilene viser tilførsel og avkastning.	35
Figur 14: Analytisk og kreativ prosess (Westgaard et al., 2010)	36
Figur 15: Rikhet og effektivitet i kommunikasjonskanaler.	39
Figur 16: Barrierer i informasjonsoverføring i en prosjekteringsgruppe (Kaufmann et al., 2003).	40
Figur 17: De fem funksjonsforstyrrelsene for et team (Lencioni, 2002)	41
Figur 18: Håndteringsmodell av teamdynamikk (Drevland, 2019)	42
Figur 19: McLeamy-kurven, som illustrerer effekten av ulike typer prosjektering (Westgaard et al., 2010).	45
Figur 20: Push og Pull-systemer i Lean Construction (Drevland, 2019)	47
Figur 21: Oversiktsbilde over innholdet i leveransemodellen Lean Project Delivery (Ballard et al., 2010)	47
Figur 22: Komponenter for implementering av Lean og VDC i et byggeprosjekt (Alarcón et al., 2013).	49
Figur 23: Hvordan Lean skaper kunde verdi med stegene (1) og (2), basert på Hines et al. (2004) sin teori og figurer.	51
Figur 24: Fem ulike prinsipper i en syklus Lean bruker for å skape verdi i prosjektet (Womack et al., 1996).	52
Figur 25: Plannivå i LPS, basert på Alves et al. (2019).	55
Figur 26: Seks forutsetninger for en sunn prosjekteringsaktivitet, basert på Bølviken et al. (2010).	56
Figur 27: Utrekning av PPU.	57
Figur 28: Forenkling av kommunikasjon og informasjonsdeling gjennom samling av informasjon med BIM (Østby-Deglum, 2013).	58
Figur 29: Hvordan ulike spesifisiteter omgjøres til en løsning basert på flere ulike sett (Sobek et al., 1999).	59
Figur 30: Dialog mellom prosjektering og produksjon i Set-Based Design (Sobek, et al., 1999).	60
Figur 31: Tverrfaglig samarbeid i iRoom, basert på Tjell (2010).	61
Figur 32: Kart over ulike selskaper og virksomheter i AS Backe (Backe, 2022).	63
Figur 33: Utvendige utkast av Varegghallen for å illustrere forside, og hovedbruksområdene: hall og fotballbane, hentet fra Backes prosjekthotell.	64
Figur 34: Oversiktsbilde av Sekspunktsplanen med milepæler og prosesser, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.	67
Figur 35: Oppsett av milepæler som Backe fordeler i prosjekteringsplanen, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.	68
Figur 36: Prosjekteringsplan brukt av Backe med både utsnitt øverst og helhetlig oversikt nederst, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.	69
Figur 37: Særmøte i prosjekteringsplan med liste over saker og aktiviteter som diskuteres, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.	70
Figur 38: To aktiviteter i prosjekteringsplanen til Backe planlagt gjennom Pull-planlegging, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.	71
Figur 39: Redigering av Varegghallen i Solibri, hentet fra Backes prosjekthotell.	72

Figur 40: Hvordan tankegang fasiliteres av tilnærming og videre av praktisk gjennomføring, og hvordan Lean, integrert prosjektering og metodikk / verktøy er knyttet sammen. 92

Tabelliste

Tabell 1: Hvordan forskningsspørsmål blir besvart gjennom litteratur og case.	15
Tabell 2: Oversikt over ulike intervjuer gjennomført ved denne masteroppgaven.	20
Tabell 3: Forskjellig tankegang innen integrert prosjektering og tradisjonell prosjektering (Westgaard, et al., 2010).	44
Tabell 4: Oversikt over hvordan hovedprinsippene i integrert prosjektering konvergerer med hovedprinsippene innen Lean.	88
Tabell 5: Oversikt over hvordan hovedprinsippene i integrert prosjektering kan assosieres med ulike metoder.	91

1 Introduksjon

Kapittel 1 står som en introduksjon til masteroppgaven, og målet her er å gi et kontekst for oppgaven, etablere et forskningsområde og å spisse en problemstilling for denne masteroppgaven. Videre inneholder kapitlet utdypelse av bakgrunn, introduksjon til sentrale begreper, problemstilling, formål og omfanget i oppgaven. Til slutt presenteres oppgavens struktur i et eget delkapittel.

1.1 Bakgrunn

De siste tiårene har det vært fokus på å maksimere verdi et byggeprosjekt, spesielt etter introduksjonen av Lean og integrert prosjektering (Thyssen et al., 2010; Amor et al., 2010). Verdiskapelse for kunde etter vedkommendes premisser og en effektiv byggeprosess i form av tid, økonomi og kvalitet er sentrale punkter for verdiskapelse i et byggeprosjekt. En vellykket prosjekteringsprosess er avgjørende for et vellykket resultat og høy grad av verdi i et byggeprosjekt, da et underlag som skal representere endelig fysisk verdi i prosjektet genereres her (Emmit, 2007). Prosjekteringsprosessen er en iterativ prosess med spesielt behov for analyse og kreativitet, informasjonsbehandling på tvers av fag og bruk av plannivåer for å planlegge aktiviteter (Westgaard et al., 2010). Med økende kompleksitet og avhengighet mellom aktører og fragmentering av organisasjoner i byggeprosjekter blir kommunikasjon og ledelse enda viktigere i prosjektering. Sentrale utfordringer for prosjekteringsleder er å legge opp til fungerende kommunikasjon, kvalitetssystemer, tverrfaglig og iterativ samhandling og grensesnittkontroll (Bølviken et al., 2010).

Integrert prosjektering blir både omtalt som ide, tilnærming og leveransemodell i litteraturen (Ballard et al., 2010; Amor et al., 2010). Sistnevnte avhandling omtaler integrert prosjektering og prosjektleveranse som en tilnærming i et byggeprosjekt med et mål om å forbedre gjennomføringen og yteevnen i byggbransjen. Ballard et al. (2010) fremhever hvordan byggeprosjektet drar nytte av økt tverrfaglighet og gjensidig avhengighet mellom kjerneprosessene i byggeprosjektet, og Westgaard et al. (2010) hevder integrert prosjektering legger til rette for en lettere jobb for prosjekteringsleder. Iterative, helhetlige og tverrfaglige prosesser og tidlig involvering av en prosjekteringsgruppe står frem som viktige prinsipper innen integrert prosjektering, basert på hvordan dette omtales i litteraturen (Ballard et al., 2010; Amor et al., 2010). I denne oppgaven er det valgt å se på integrert prosjektering som en tilnærming i en prosjekteringsprosess, og der det fokuseres på hvordan dette kan gjennomføres praktisk i en byggbedrift.

Videre fremhever Ballard et al. (2010) at integrert prosjektleveranse også kan omtales som prosjektleveranse gjennom Lean, og trekker frem hvordan integrert prosjektering og Lean kan assosieres med hverandre. Lean står for en filosofi for å maksimere verdi og minimere sløsing i prosjekteringen (Womack et al., 1996). I tillegg står implementering av integrert prosjektering som en endringsprosess i byggbransjen, der prosjekteringen gjennomføres gjennom iterative og helhetlige fremfor lineære og sekvensielle prosesser (Amor et al., 2010). Denne endrings- og moderniseringsprosessen i byggbransjen innebærer også implementering av Lean- og VDC-metodikk, deriblant plansystemer gjennom LPS (Last Planner System), visualiserende modeller gjennom BIM og møtестruktur gjennom ICE (Ballard et al., 2010). Alarcón et al. (2013) definerer Lean som filosofien og tanken bak

endringsprosessen, mens BIM muliggjør denne endringen. Videre peker sistnevnte avhandling på hvor høy terskel det er for implementering av ny tankegang og nye verktøy.

Denne oppgaven forsøker å bygge bro mellom Lean, integrert prosjektering og relevant metodikk, og å se på hvordan denne endringsprosessen kan fasiliteres på en best mulig måte. Det forsøkes å se på hvordan integrert prosjektering påvirker verdiskapelse i et byggeprosjekt, og hvordan dette forbedrer ytelsesevnen til prosjekteringsleder. Det sees på denne saken fra et problemløsende perspektiv, med et fokus på hvordan integrert prosjektering har innvirkning på noen av de mest sentrale problemene i en prosjekteringsprosess.

1.2 Problemstilling

Denne masteroppgaven gir et dypdykk i hvordan integrert prosjektering, Lean og prosesser basert på dette kan brukes i prosjekteringen, og hvordan dette fører til verdiskapelse i byggeprosjektet. Videre har oppgaven en angrepsvinkel på prosjekteringsleders handlingsrom, og hvordan en integrert prosjekteringstilnærming kan brukes for verdiskapelse. Dermed bygges oppgaven rundt følgende problemstilling: **“Hvordan kan prosjekteringsleder bruke integrert prosjektering for å maksimere verdi i et byggeprosjekt?”**

Videre benyttes følgende forskningsspørsmål i oppgaven for å finne informasjon som kan svare på problemstillingen:

- **FS-1 “Hvordan bidrar prosjekteringsprosessen til verdiskapelse i et byggeprosjekt?”**
- **FS-2 “Hvordan bidrar integrert prosjekteringstilnærming til å skape verdi i byggeprosjektet?”**
- **FS-3 “Hvordan underbygger Lean- og VDC-metodikk integrert prosjektering?”**
- **FS-4 “Hvordan kan prosjekteringsleder implementere integrert prosjektering best mulig?”**

Gjennom disse forskningsspørsmålene sees det på verdi i prosjekteringsprosessen isolert, hvordan integrert prosjektering kan forsterke dette, hvordan sistnevnte underbygges av metodikk og hvordan dette kan implementeres riktig. Forskningsspørsmål 1 ser isolert på hvordan verdi kan skapes i prosjekteringsprosessen med hensyn på hele byggeprosjektet, uten tilknytning til integrert prosjektering eller sett fra prosjekteringsleders synsvinkel. Dette innebærer både hva som sees på som verdifullt i en prosjekteringsprosess, og hva som må gjøres for at denne verdien kan genereres. Forskningsspørsmål 2 belyser hva integrert prosjektering som tilnærming kan bidra med i forhold til verdigenerering i byggeprosjektet, og det fokuseres på prinsipper som helhetlige, tverrfaglige og iterative prosesser og tidlig involvering av prosjekteringsgruppe. Forskningsspørsmål 3 forsøker å finne implikasjoner på hvordan Lean- og VDC-metodikk muliggjør integrert prosjektering som tilnærming. Til slutt ser forskningsspørsmål 4 på hvordan en prosjekteringsleder kan gjennomføre en implementering av en integrert prosjekteringsprosess. Dette innebærer endringer fra en lineær og sekvensiell prosess til en helhetlig og iterativ prosess der tverrfaglig kunnskap benyttes på en riktig måte.

Denne Masteroppgaven bygger videre på prosjektoppgaven skrevet høsten 2021 ved emnet Prosjektledelse, fordypningsprosjekt. Prosjektoppgaven er skrevet som en "forløper" til masteroppgaven, med et fokus på grunnleggende forståelse rundt verdiskapelse i et byggeprosjekt og et dypere fokus på kommunikasjon og samhandling i en prosjekteringsprosess.

1.3 Avgrensninger

Denne masteroppgaven handler om hvordan verdi kan skapes i prosjekteringsprosessen på vegne av det samlede byggeprosjektet gjennom en integrert tilnærming. Problemstillingen i oppgaven refererer til byggeprosjektet som helhet, men det avgrenses til prosjekteringsprosessen og avhengigheter mellom sistnevnte og andre kjerneprosesser i byggeprosjektet. For eksempel blir det fokusert på hvorfor det er essensielt med en god prosjekteringsprosess for en effektiv produksjonsprosess, og hvorfor sistnevnte kan gjennomføres lettere med et godt prosjekteringsgrunnlag.

Det er avgrenset til ledelsesaspektet i prosjekteringsprosessen, og dermed blir det fokusert på prosjekteringsleders handlingsrom og muligheter for påvirkning. Fra et ledersperspektiv sees det på sentrale elementer i prosessen slik som kommunikasjon, teambygging, grensesnitt, plansystemer og kvalitetssystemer, noe som er av Bølviken et al. (2010) nevnt som essensielle punkter å håndtere i en prosjekteringsprosess. Rent tekniske aspekter, slik som konstruksjonsløsninger eller løsninger på vegne av andre fag, blir ikke omtalt i detalj og er i stor grad forenklet til om dette holder tilstrekkelig kvalitet eller ikke. Dette aspektet blir ofte omtalt med ordbruk som *god byggbarhet*, *god samhandling mellom rådgivere* eller *effektive prosjekteringsløsninger*. Videre er dette bygd rundt hvordan løsningene er avhengige av et godt ledelsesaspekt og god planlegging i prosessen. For eksempel fokuserer denne oppgaven på hvordan prosjekteringsleder kan tilrettelegge god dialog mellom rådgivere for utarbeidelse av prosjekteringsløsninger, men denne tekniske problemløsningen omtales ikke i detalj.

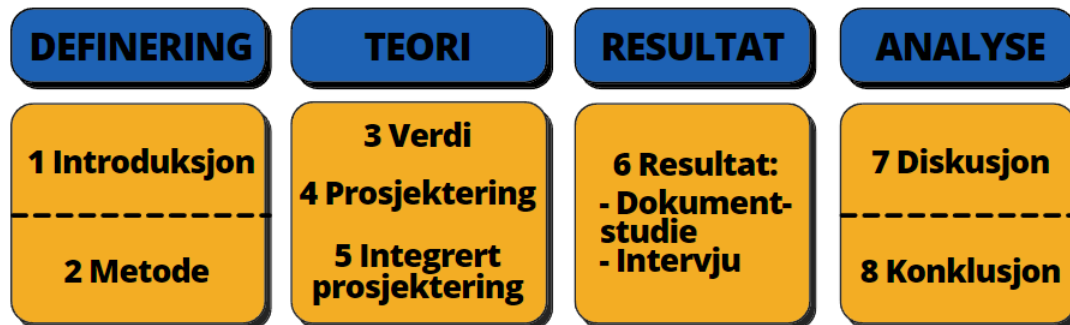
Innen integrert prosjektering er det primært avgrenset til de viktigste aspektene innen tilnærmingen, som av Ballard et al. (2010) nevnes som tidlig involvering av prosjekteringsgruppe og problemløsning og prosesser med iterativt, helhetlig og tverrfaglig fokus. Denne oppgaven er også begrenset til hvordan integrert prosjektering, Lean og tilhørende metodikk innen dette som praktiseres i Backe. For eksempel har det, før denne oppgavens utarbeidelse, vært ønsket å ha et større fokus på TVD (Target Value Design). Dette er en estimeringsmetode for prosjekteringsløsninger med opphav i Lean, og som er fremtredende i integrert prosjektering (Ballard et al., 2010). Likevel har ikke denne oppgaven noe gyldig grunnlag for å analysere prosjektering basert på denne metodikken, da dette ikke benyttes aktivt av Backe, og sistnevnte bedrift ikke har metodikk som replikerer dette.

Lean- og VDC-metodikk i denne oppgaven er behandlet etter hvordan dette brukes i Backe, og dermed er det begrenset til LPS (Last Planner System), BIM og ICE som hovedmetodene. Metodikk fra Lean og verktøy fra VDC blir i denne oppgaven belyst fra et perspektiv etter hvordan de kan forbedre prosesser, og kan skape verdi

gjennom å legge til rette for viktige aspekter innen integrert prosjektering. Lean og VDC understøttes av programvare, men dette ligger utenfor oppgavens ramme.

1.4 Struktur

Denne oppgaven er bygd opp etter en struktur med kapitler innenfor definering, teori, resultat og analyse. Denne oppdelingen er illustrert i figur 1.



Figur 1: De ulike kapitlene i oppgaven etter struktur og kronologisk rekkefølge.

I de to første kapitlene i denne oppgaven er målet å definere oppgaven, der kapittel 1 introduserer hovedkonseptene i masteroppgaven og presenterer problemstillingen som brukes i oppgaven. I kapittel 2 er metodene i denne oppgaven beskrevet, og det er drøftet rundt bruken av disse metodene og reliabilitet, validitet og etiske spørsmål ved bruken av disse. Kapittel 3, 4 og 5 står for teorikapitler i denne oppgaven. Her beskrives verdi, prosjekteringsprosessen og integrert prosjektering i helhetlige trekk for å gi et teoretisk bilde av sakene denne oppgaven foretar seg. Dette er relevant bakgrunnsinformasjon om de viktigste temaene i oppgaven, og står som et fundament for resultat- og analysekapitler senere i oppgaven. I kapittel 6 gjennomføres et samarbeid med byggbedriften AS Backe, som er et dokumentstudie og en serie med intervjuer. I de to siste kapitlene legges analyse til grunne. Data fra teori- og resultatkapitlene er analysert og drøftet i kapittel 7 for diskusjon. Her diskuteres oppsummerende trekk og synergier mellom litteratur og casestudiet, og viktigste funnene fra oppgaven legges frem her. Til slutt svares det på problemstillingen i oppgaven i kapittel 8 for konklusjon, og de viktigste hovedtrekkene rundt den oppsummeres her.

2 Metode

Metodekapittelet er en del av masteroppgaven der målet er å dokumentere hvordan arbeidet med oppgaven er gjennomført. Dette kapittelet gir en redegjørelse for oppgavens metodiske fundament, som står for å skrive denne oppgaven ved innhenting av informasjon og data. Dette kapittelet inkluderer beskrivelse av forskningsmetode, forskningsstrategi og -design, gjennomføring av metoder i oppgaven og en evaluering av oppgavens kvalitet.

2.1 Forskningsstrategi og -design

For å kunne svare på forskningsspørsmålene i kapittel 1.2 er det hensiktsmessig å legge opp flere forskningsstrategier, og å analysere ulike metoders egnethet for førstnevnte. Tabell 1 gir et svar på hvordan oppgavens hovedmetoder, litteratur- og casestudie, er egnet til å svare på hvert forskningsspørsmål. I denne tabellen betyr X at det er regnet at metoden gir egnet data for svar på forskningsspørsmålet, og (x) betyr at metoden er egnet som et bakteppe eller til å gi bekreftende data for å svare på forskningsspørsmålet.

	Litteratur	Case
FS-1 Hvordan bidrar prosjekteringsprosessen til verdiskapelse i et byggeprosjekt?	(x)	X
FS-2 Hvordan bidrar integrert prosjekteringstilnærming til å skape verdi i byggeprosjektet?	(x)	X
FS-3 Hvordan underbygger Lean- og VDC-metodikk integrert prosjektering?	(x)	X
FS-4 Hvordan kan prosjekteringsleder implementere integrert prosjektering best mulig?	(x)	X

Tabell 1: Hvordan forskningsspørsmål blir besvart gjennom litteratur og case.

Litteraturstudie

Snyder (2019) fremhever hvordan et litteraturstudie spiller en viktig rolle som et fundament for alle typer forskning, og kan blant annet brukes som et bakteppe for kunnskapsutvikling, gi bekreftelser på antakelser og skape nye ideer og muligheter for et bestemt felt. Litteratur kan benyttes til å videreføre hva som allerede har blitt sagt i annen litteratur, med enklere omformuleringer og tilpasninger (Drevland, 2019). I denne oppgaven benyttes det et forskningsdesign i litteraturen med fokus på bekreftelse av spesifikk informasjon fra ulike litteraturkilder. Litteraturstudiet i denne oppgaven har en mindre tyngde enn casestudiet, og står i hovedsak som bakgrunnsinformasjon som kreves før gjennomføring av case. Dette er fordi det kan antas at det er vanskeligere å finne spesifikk og dyptgående informasjon om et bestemt tema gjennom et litteraturstudie. Dermed er det valgt å bruke dette litteraturstudiet for å gi en teoretisk ramme, som brukes som et supplement til et

casestudie som undersøker praktiske mønstre som kan undersøkes i Backes systemer.

Et av de viktigste bruksområdene for litteraturstudiet i denne oppgaven er å utarbeide en god ramme for hvordan man kan se på verdi og hva dette er i byggeprosjekter. Videre er litteraturstudiet bedre egnet for å kunne sammenlikne tankegang fra Lean og praktisk tilnærming fra integrert prosjektering, da dette gir mulighet for fremstilling av sammenhenger fra eksisterende forskning. Det kan antas at litteraturen er i mindre egnet for å gi konkret informasjon om LPS (Last Planner System), BIM og ICE, selv om en presentasjon rundt metoder disse metodene kan ha stor nytteverdi som en bakgrunnsramme for å forstå konseptene rundt svaret casestudiet gir. Typen informasjon Snyder (2019) beskriver at litteraturstudier tradisjonelt gir er altfor tvetydig og lite spisset mot denne oppgavens problemstilling. Dermed er det valgt at dette er mindre egnet for å brukes for å svare direkte på forskningsspørsmålene.

Casestudie

Yin (2009) beskriver at et casestudie undersøker et tema i dybden med et kontekst i virkeligheten, der målet er å avdekke hull og grenser mellom fenomen og kontekst. I et casestudie er grensen mellom fenomenet og konteksten er ikke veldig klart, men det fokuseres på en unik situasjon der flere metoder brukes. Yin (2009) presenterer at den empiriske informasjonen i et casestudie kan samles inn gjennom dokumentasjon, arkivopplysninger, intervju, direkte observasjon, deltakende observasjoner og fysiske gjenstander.

For dette casestudiet er det benyttet intervju med ulike aktører i Backes prosjekteringsprosesser og dokumentstudie innen bedriftens styrings- og kvalitetssystemer. Det er valgt å gjennomføre dette samarbeidet for å finne empirisk informasjon rundt oppgavens problemstilling hos en enkeltbedrift i byggbransjen. Det er antatt at et casestudie er en god kvalitativ metode som kan gi mange opplysninger om få undersøkelsesenheter, slik at det kan spisset mot relevant informasjon med et mål om helhetsforståelse (Olsson, 2011). Det kan antas at et intervju med prosjekteringsleder og andre aktører i prosessen kan avdekke informasjon som er svært vanskelig å finne med forskning og litteratur, da dette er ekspertise fra et miljø med stor forståelse av praktisk gjennomføring. Vedkommende har bred erfaring med arbeid i rollen, slik som kommunikasjon, planlegging og utarbeidelse av leveranser, samt at vedkommende har en bred forståelse av prosjekteringen på prosess- og resultatnivå (Meland, 2000).

Det kan regnes at et casestudie er godt egnet for å svare på hvordan optimalisering av verdiskapelse i prosjekteringen gjennomføres i praksis og hvordan utfordringer kan løses, da det kan utarbeides intervju spørsmål som er direkte rettet mot dette. Denne oppgaven har et behov for informasjon fra casestudiet som kan brukes for å underbygge hvordan integrert prosjektering prosjektering er beskrevet i litteraturen, og for å gi et bilde på hvordan en integrert prosjekteringsprosess gjennomføres i praksis. Dette gir muligheten til å bygge bro mellom teori og praksis. Det er antatt at casestudiet kan gjennom analyse av styrings- og kvalitetssystemer gi god empirisk informasjon om hvordan Lean- og VDC-metodikk kan brukes for å underbygge integrert prosjektering i et byggeprosjekt. Det er mulig å spisse intervju spørsmål til informanter for å gi relevant for dette forskningsspørsmålet. Implementering av

integreert prosjektering og endringsprosesser generelt i prosjektering er temaer det kan antas å være vanskelig å finne spesifikke opplysninger om i litteraturen. Dermed er informasjonen i casestudiet essensielt for å belyse denne prosessen, og empiriske påstander rundt praktisk gjennomføring av prosjekteringen kan gi godt grunnlag for analyse her.

2.2 Forskningsmetode

Halvorsen (2008) definerer metode som *“den håndverksmessige siden av en vitenskapelig virksomhet, eller læren om de verktøy en kan benytte for å samle inn informasjon”*. En metode dreier seg om i hvilken grad og hvordan informasjon innhentes, bearbeides og tolkes (Olsson, 2011). Nøkkelen til en god analyse er et underlag av dokumentasjon og innsamlet data med betydelig bredde og kvalitet. Et bevisst forhold til metodiske valg i en analyse og begrensninger her er essensielt, da resultatene vil ha begrenset verdi for kunnskapsdannelse uten dette (Larsen, 2008). I dette delkapittelet presenteres hvordan oppgaven benytter seg av flere ulike metoder, og det beskrives hvordan litteraturstudium og casestudie er gjennomført i hvert sitt delkapittel.

2.2.1 Triangulering

Masteroppgaven benytter seg av triangulering, som er beskrevet av Olsson (2011) som bruk av flere metoder for å forsterke informasjon fra en kilde. Denne oppgaven er en kombinasjon av casestudier med bedrift og litteraturstudie, og et fokus her er å bygge bro mellom teori og praksis. Halvorsen (2008) skriver at ved bruk av flere ulike metoder med sammenfallende resultater, styrker det validiteten i studien. Triangulering i denne oppgaven går ut på å sammenlikne denne teoretiske informasjonen i litteraturstudiet med data hentet inn et casestudie. På denne måten er det også mulig å avdekke etterspørsel for informasjon i litteraturen, slik at man får et langt mer spisset utbytte i oppgaven. I følge Yin (2009) skal et casestudie nyttiggjøre seg av teoretisk informasjon for datainnsamling og analyse. Denne oppgaven gjør dette gjennom at et litteraturstudium kan brukes som et bakteppe for viktig tematikk i oppgaven, og sammenliknes med analyse av Backes virksomhet, gjennomføring av prosjekter og aktivitet. På denne måten har analyse og konklusjoner fra casestudiet større tyngde når dette konvergerer med litteraturstudie.

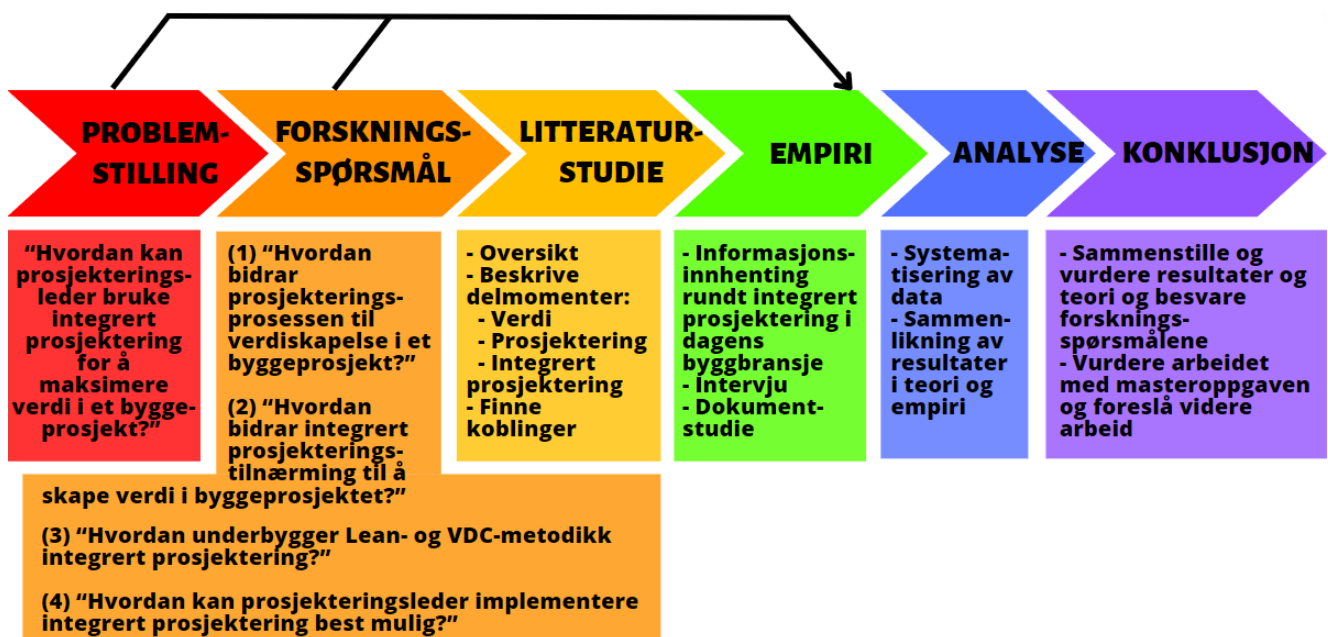
I denne oppgaven brukes det tre ulike metoder:

- **Litteraturstudie:** For å kartlegge relevant teori, og å få et rammeverk med bakgrunnsstoff relevant for problemstilling og forskningsspørsmål
- **Dokumentstudie:** Bakgrunnsstoff relevant for intervjuet gjennom interne kvalitets- og styringssystemer i Backe
- **Intervju:** For å stille spørsmål til aktuelle informanter i Backe som kan gi spesifikk og relevant informasjon for oppgavens forskningsspørsmål.

Målet med denne trianguleringen er å gi et helhetlig bilde som både stemmer overens med både den generelle utviklingen i byggbransjen kontra dagens situasjon i en vanlig byggbedrift. Dette gjøres ved at bedriftsintern informasjon konfronteres med teori og generell informasjon fra litteratur.

Forskningsmetoden i oppgaven er lagt opp etter Olsson (2011) sine anbefalinger, og prosessen for denne kan sees i figur 2. Oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål ble valgt i samarbeid med veileder Frode Drevland. Dette ble

gjort for å forsøke å legge til rette for hva oppgaven kan svare på, både med tanke på personlig motivasjon for analyse og hvilken informasjon som mangler i litteraturen. Videre ble rammen for casestudiet valgt ved hjelp av veileder i Backe, og dette ble tilpasset denne oppgavens problemstilling. Dette la grunnlaget for hvilken informasjon som kunne hentes inn, og en omfattende informasjonsinnhenting i litteratur og en empirisk datainnsamling i Backe ble gjennomført. Utarbeidelsen av det empiriske casestudiet inkluderte bruk av interne dokumenter fra bedriften, utarbeidelse av intervju spørsmål, gjennomføring av intervju og behandling av disse resultatene. Gjennomføring av litteratur- og casestudie er en konstant evalueringssyklus med mye endringer og revurderinger, og forskningsspørsmålene og problemstillingen er endret flere ganger under utarbeidelse av oppgaven for å spisse tematikk og fokusområde i analyse i oppgaven. Til slutt ble resultatene av dette fremstilt, og informasjonsinnsamlingen dannet et grunnlag for drøfting og analyse for å svare på oppgavens problemstilling.



Figur 2: Anvendt forskningsmetode i oppgaven.

2.2.2 Litteraturstudie

Litteraturstudiet er gjennomført ved innhenting av informasjon fra ulike kilder, derav de fleste har opphav fra søk på søkemotorene Google Scholar og Scopus. Det har både vært gjennomført søk i forbindelse med Prosjektoppgaven skrevet høsten 2021 og ved utarbeidelse av denne oppgaven. Dermed har det allerede vært etablert en samling med relevant litteratur for viktige momenter innenfor prosjekteringsledelse og Lean før denne oppgavens utarbeidelse. Under søket som har blitt gjennomført i sammenheng med denne oppgaven har det blitt brukt søkeord for å finne spesifikk tilgjengelig litteratur fra aktuell tematikk for denne oppgaven. Det har vært brukt generelle søk som "integrated design", "integrated design delivery" og "lean construction" for å finne et mangfold av artikler, og det har blitt gjort søk som "root cause analysis tommelein 2012", "westgaard 2010 prosjekteringsledelse" og "integrating bim and lean mould 2013" for å få tilgang til spesifikke artikler i utarbeidelsen av denne oppgaven.

Etter gjennomgang av relevant litteratur, ble det etablert sterkere forståelse for temaene. Dette gjorde at det ble lettere å gjennomføre gode søk i søkeprosessen, og for å forstå hvilken litteratur som var mest relevant. I utvelgelsesprosessen av litteratur har det vært en stor fordel å forstå oppgavens problemstilling og tematiske ramme, for å finne informasjonen som kan svare mest presist på dette. Det har i stor grad blitt valgt ut bøker, rapporter, forskningsartikler og avhandlinger innen litteratur, samt doktorgradsavhandlinger. Dette har i stor grad vært forskning med en relasjon til forskningsinstitusjoner med tilknytning til oppgavens tematikk, deriblant artikler med tilknytning til Lean Construction Institute eller internasjonale konferanser arrangert av Lean. Det har også blitt brukt avhandlinger publisert av anerkjente utdanningsinstitusjoner. I tillegg har pensumbøker, fagartikler, forskningsrapporter, forelesningsnotater og ulike fagbøker vært et godt underlag for denne teoretiske informasjonen. Dette er kilder med indirekte tilknytning til masteroppgavens problemstilling, og dekker gjerne små biter av sistnevntes tematikk.

Litteraturen i oppgaven er gjennomgått og evaluert etter TONE-prinsippet, noe som innebærer troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (VIKO, 2010). Dette er en evalueringsprosess som gir en grobunn for reliabilitet og validitet for litteraturstudiet. **Troverdighet** betyr om en kilde er en sikker kilde, som underbygges av en kunnskapsrik og anerkjent forfatter, kvalitetskontroll av oppgaven og kvaliteten på stedet kilden er funnet (VIKO, 2010). For troverdighet i dette litteratursøket har det vært fokus på forfatters og publikasjonsinstitusjons omdømme. **Objektivitet** betyr om en kilde gir et nøytralt og balansert standpunkt, noe som innebærer fravær av interessekonflikter, balanse i informasjonen og samsvar med eksisterende informasjon. Da denne oppgaven omhandler Lean og integrert prosjektering, er det en betydelig risiko å benytte seg av kilder som gir et overdrevent positivt inntrykk av tankegang og metodikk innen dette. **Nøyaktighet** betyr om kilden er oppdatert, om oppgaven er skrevet med integritet og om oppgaven generelt er presis og eksakt (VIKO, 2010). Dette vil innebære om en kilde har dokumentasjon eller støtte i andre kilder, om kildens innhold er relevant i 2022 og om hovedinnholdet i oppgaven er faktabasert. **Egnethet** betyr hvorvidt kilden er relevant for informasjonsbehovet, og om kilden dekker etterspørselen etter tema (VIKO, 2010).

Etter utvalg av hensiktsmessige kilder, er innhold fra litteraturen bært ut basert på denne oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål. Resultatet av litteraturinnsamlingen har blitt gjennomgått og analysert for å kunne skrive rundt oppgavens ramme med tematikk. Informasjonens relevans og hvordan den har vært presentert har vært viktige punkter for om den har blitt båret ut og skrevet ned i denne oppgaven. Før nedskrivning har informasjonen blitt kategorisert og systematisert basert på tematikk og hensikt, og ulike kilder har blitt sammenliknet på kryss og tvers. Det er forsøkt å etablere en helhetlig forståelse av temaene rundt oppgavens forskningsspørsmål, som gir en mulighet for diskusjon rundt disse.

Denne masteroppgaven er også skrevet i sammenheng med prosjektoppgave skrevet høsten 2021 i emnet Prosjektledelse, fordypningsprosjekt. Litteraturstudiet i denne oppgaven gjengir noe av det samme innholdet som er videreført i prosjektoppgaven, og tematikken mellom disse konvergerer på enkelte punkter. Blant annet er figur 4, 13, 16 og 28 i denne oppgaven opprinnelig utarbeidet i forbindelse med prosjektoppgaven, og redigert for å videreføres til denne oppgaven. Veldig mye av informasjonen som er oppgitt i kapittel 4 i denne oppgaven, og til en

viss grad hva som er oppgitt i kapittel 5, konvergerer med prosjektoppgavens litteraturstudie. Likevel er dette i stor grad bearbeidet i denne oppgaven og basert på kildene prosjektoppgaven refererer til, da dette brukes sammen med en ny samling av informasjon som brukes til analyse og brukes for å svare på nye forskningsspørsmål. For eksempel er kapittel 4.4 om kommunikasjon i prosjekteringen er basert på hva som er funnet i prosjektoppgaven, men er betydelig bearbeidet og utvidet med ny informasjon. I prosjektoppgaven er det gjort flere funn rundt kommunikasjon i prosjektering og prosjekteringsledelse, men dette er ikke brukt direkte i denne oppgaven, og resultatet av informasjonsinnhenting i prosjektoppgaven er i stor grad prosessert på nytt.

2.2.3 Casestudie

Casestudiet med AS Backe inkluderer både en dokumentdel og en serie med intervjuer, og her benyttes prosjektet Varegghallen brukes som en referanseramme. Dette er for å kunne befestе informasjon i intervjuene til konkrete aktiviteter og for å kunne koble dette til noe som gjennomføres i virkeligheten. Dokumentdelen av casestudiet analyserer Backes interne kvalitets- og styringssystem. Her har det vært fokus på å kartlegge rutiner, tilnærminger, fokusområder eller liknende i systemene til Backe, og det taes utgangspunkt i systemets oppbygning, med en inndeling i gjennomføring av kjerneprosesser, faser og beslutningspunkter. Dokumentstudiet spiller en sentral rolle i denne oppgaven, da det gir en ramme med bakgrunnsinformasjon og saker, som diskuteres og analyseres langt mer utfyllende i intervjuene. For eksempel gir dokumentstudiet et innblikk i hvordan en prosjekteringsplan brukes hos prosjekteringsledere og andre aktører i prosessen i Backe, mens i intervjuene forsøkes det å fange opp dypere kunnskap om hvorfor Pull-planlegging i disse planene er viktige for verdiskapelse i prosjektet som helhet.

Intervjuene er spisset mot forskningsspørsmålene, som er lagt opp for å finne implikasjoner på disse, for å svare på problemstillingen. Informantene er valgt ut basert på innsikt i valgte problemstillinger og bidrag til denne oppgaven. Intervjuene er strukturert i ulike kategorier for å kategorisere tematikk basert på ekspertise ulike prosjekteringsledere innehar. Dette ble gjort ved at intervjuobjektene snakket på forhånd om hvilke erfaringer de har og hva de kan svare på, noe som kan forvente å optimalisere ekspertisen som hentes inn. På forhånd ble det både satt opp flere konkrete intervju spørsmål og en intervjuguide (vedlegg) som skulle sikre at alle de viktigste temaene ble tatt opp. Dette ble sendt til intervjuobjektene slik at de var forberedt på intervjuet og kunne gi de beste svarene på spørsmålene, og tillegg ble sentrale begreper forklart og oversatt til Backes organisasjonsspråk. Dette er for å gi mer tid til å tenke på hva de svarer, og for å få mer reflekterte, presise og dyptgående svar. Det er gjennomført seks intervjuer med fem ulike prosjekteringsledere, og en oversikt over disse er vist i tabell 2.

Intervju	Tidspunkt	Person	Stilling
Intervju 1	Onsdag, 30. mars 2022 (13.00-14.00)	Vegard Sørliie Tennfjord	PGL
Intervju 2	Fredag, 1. april 2022 (13.00-14.00)	Øivind Igletjern	PGL

Intervju 3	Tirsdag, 5. april 2022 (13.10-14.00)	Vegard Ødemark	PGL
Intervju 4	Fredag, 22. april 2022 (13.00-14.20)	Kristian Løvaas	PGL
Intervju 5	Torsdag, 28. april 2022 (13.00-14.00)	Kristian Løvaas	PGL
Intervju 6	Fredag, 29. april 2022 (13.00-14.00)	Jonas Wilson	Leder Risikostyring

Tabell 2: Oversikt over ulike intervjuer gjennomført ved denne masteroppgaven.

I denne oppgaven er det valgt å gjennomføre semistrukturerte intervjuer, der det brukes forslag til spørsmål for å unngå rigiditet i systemet. Målet er å videreføre respondentens forståelse, innsikt, meninger og holdninger til temaet og problemstillingen, og at intervjuobjektene er informanter fremfor respondenter. Ordlyden på spørsmålene er essensiell for å få et hensiktsmessig svar for analyse og tolkning. Det ble forsøkt å legge opp spørsmål av mest mulig åpen natur, og som er innbydende for utfyllende svar. Ved gjennomføringen av intervjuene ble det brukt notater, og dette er et effektivt system for å skrive ned innholdet for å fange opp viktige sitater og essensielle meninger fra disse nøkkelpersonene.

2.3 Evaluering av kvalitet

Det er valgt å gi en evaluering av masteroppgavens kvalitet og troverdighet gjennom å diskutere reliabilitet, validitet og etiske spørsmål i denne oppgaven. Disse punktene gir et uttrykk for oppgavens etterprøvbarehet (Kirk et al., 1986), og dermed blir disse punktene evaluert henholdsvis i dette delkapittelet.

2.3.1 Reliabilitet

Reliabilitet kan defineres som pålitelighet til en undersøkelse eller måling, noe som kan måles ved om resultatene i denne vil bli de samme når de gjentas flere ganger under identiske forhold (Kirk et al., 1986). Begrepet kan også defineres som nøyaktighet og presisjon for en måleprosedyre (Cooper et al., 2009). For denne masteroppgaven er intervju en av de benyttede forskningsmetodene, og her betyr høy reliabilitet at andre intervjuere som stiller spørsmål til liknende klientell under lignende forutsetninger kan få svar som likner på denne oppgaven. For litteraturstudiet i oppgaven betyr høy reliabilitet at en person som gjennomfører lignende litteratursøk får informasjon som i stor grad samsvarer med det som står i denne oppgaven. Reliabilitet er tidsavhengig, og denne oppgaven kan assosieres med utgivelsesåret 2022, da byggbransjen preges av innovasjon og fornyelse.

Litteraturstudiet i denne oppgaven kan regnes for å ha høy reliabilitet, da det kan regnes at den svarer på sin hensikt, som er å etablere en teoretisk plattform til sammenlikning med casestudie. Dette kan begrunnes med nøyaktig evalueringen av kilder og stor bredde av kilder i litteraturgrunnlaget, noe som nevnes av Yin (2009) som essensielle punkter i et litteraturstudie.

Begrensninger ved casestudiet er at det kan antas at er vanskelig å generalisere svarene, og at alle svar i intervjuene vil være preget av subjektive oppfatninger som kan gi utfordringer i forhold til å identifisere mønster eller trender ved analyse av grunnlaget. Tolkning av svar på en riktig måte kan også sees på som en utfordring, da mye av informasjonen er oppgitt etter subjektive impulser til informant, og bør bearbeides etter måten det ble ordlagt på for å unngå misforståelser. I tillegg vil tolkning også være påvirket av subjektive impulser og gjennomføres basert på personlige observasjoner fra tolker. Begrenset antall respondenter og med undersøkelse i kun en bedrift, er også en begrensning med tanke på mulighet til ekstern generalisering og reliabilitet i forhold til liknende undersøkelser i andre bedrifter. Da flere personer intervjues, vil sammenfall i ulike respondenters svar tyde på at trender og tendenser går igjen på tvers av fagmiljøer og organisatoriske enheter. I tillegg vil det være reliabilitetsproblemer for dokumentstudien, da denne baseres på bedriftsinterne dokumenter. Konkret etterprøvelse av nøyaktig denne studien vil kreve spesiell tilgang og tillatelse fra Backe.

2.3.2 Validitet

Validitet kan defineres som gyldighet i informasjonen som er gitt, hvilken grad dette gir et riktig svar og i hvilken grad man kan trekke gyldige slutninger ut fra resultatene herfra (Kirk et al., 1986). Høy validitet betyr at man har samlet inn data som er vesentlig for rapporten, noe som betyr at man har samlet inn informasjon som er relevant for forskningsspørsmålene. Dette betyr høyt samsvar mellom spørsmålene i et intervju eller forskningsspørsmålene man søker basert på, og innholdet i denne rapporten. I denne oppgaven kan det både oppstå validitetsproblemer i interaksjonen mellom intervjuer og respondent, ved nedskrivning av informasjon og ved analyse for og svar på forskningsspørsmål i oppgaven. Konteksten ved møtet mellom intervjuer og respondent og interaksjonen mellom de to partene kan påvirke svarene som gis, og svarene kan være påvirket av manglende tillit mellom partene. Dermed må alle svar tolkes med en riktig form for skepsis for å kartlegge om det svares på det man forsøkte å spørre om og om gyldigheten i det innsamlede datagrunnlaget er godt nok.

Det kan skilles i ytre og indre validitet (Løkke, 2014). **Ytre validitet** kan defineres som at resultatene fra en studie kan generaliseres for andre studier, og høy grad av dette betyr at resultatene i denne oppgaven kan generaliseres for andre oppgaver. En av svakhetene med et intervju som gjennomføres etter ren kvalitativ metode, slik som i intervjuene i denne oppgaven, er at resultatene svært sjeldent kan generaliseres til andre studier. Dette er et aspekt som kan forsterkes dersom flere informanter hadde blitt intervjuet eller flere studier hadde blitt gjennomført. **Indre validitet** kan defineres som i hvilken grad tolkning og analyse av data i en bestemt situasjon kan etterprøves av en annen forsker, og gi samme resultat (Løkke, 2014). For å optimalisere indre validitet bør en være bevisst på eksterne faktorer med påvirkning i denne oppgaven, for eksempel hvilken årsak som har påvirket resultatet og bevissthet rundt eksterne faktorer som kan påvirke resultatet.

Det kan stilles spørsmål ved litteraturstudiet om informasjonen sett under ett kan favne altfor bredt, og gir en så stor mengde informasjon som det er vanskelig å trekke en helhetlig konklusjon fra. Informasjonen kan være for sprikende til å kunne gi konkret materiale for analyse. I tillegg kan det være en stor risiko for feilkilder i litteratur funnet gjennom internett. Likevel bygger mange av kildene i denne

oppgaven på hverandre, noe som forsterker hvor egnet den er for å svare på forskningsspørsmål. Det kan også stilles spørsmål om seks intervjuer er nok for å finne informasjon av høy validitet i en masteroppgave. Hvert av disse intervjuene har en tidsramme på omtrent en time effektiv tid, noe som betyr at disse er utfyllende og med store mengder tett pakt informasjon. I tillegg er det gjennomført bedriftsbesøk og Teams-samtaler, som gir et videre grunnlag for innblikk i tematikk og observasjoner i systemene til bedrift. Dermed er det valgt at dette gir en stor nok ramme for informasjonsinnhenting casestudiet, til tross for at gjennomføring av kun seks intervjuer kan høres lite ut.

2.3.3 Etiske hensyn

Under utarbeidelse av en masteroppgave vil flere etiske spørsmål underveis, noe som innebærer hvilke hensyn som taes både under datainnsamlingen og formidlingen av resultatene. Det kan stilles spørsmål rundt informasjonsinnhenting hos aktører i Backe under caset, og det er relevant om et intervjuobjekt gjennomfører intervjuet av egen eller ekstern motivasjon. Dermed har det blitt valgt å ikke nevne navn på respondenter i resultatdelen eller å diskutere interaksjonen mellom intervjuer og intervjuobjekt. Dette er gjort for å opprettholde en grad av anonymitet både fra egen og respondentenes synsvinkel, noe som er gjort for å holde dette intervjuet til hva som ble sagt, fremfor hvem som har sagt det. Dette er for å kunne legge fokus på sak, og for å ha et minst mulig personlig fokus i denne diskusjonen, og analysen gjøres uavhengig av respondentutvalgets karakter og størrelse.

3 Verdi

Dette kapitlet er det første av tre kapitler som presenterer bakgrunnsteorier i denne oppgaven, og her forsøkes det å definere verdi. Dette innebærer også hvem verdiskapelsen er for, og hva vedkommende ser på som verdifullt ved et byggeprosjekt (Drevland, 2019). Dette er valgt å inkludere i denne oppgaven, da verdi står sentralt innen Lean og integrert prosjektering, og problemstillingen handler om maksimering av verdi i byggeprosjekter. Dette kapitlet er oppdelt i delkapitler for ulike definisjoner av verdi, bidragsytere i denne verdiforvekslingen, verdi i kontekst av et byggeprosjekt og en utvalgt definisjon av verdi som brukes videre i denne oppgaven.

3.1 Betydning av verdi

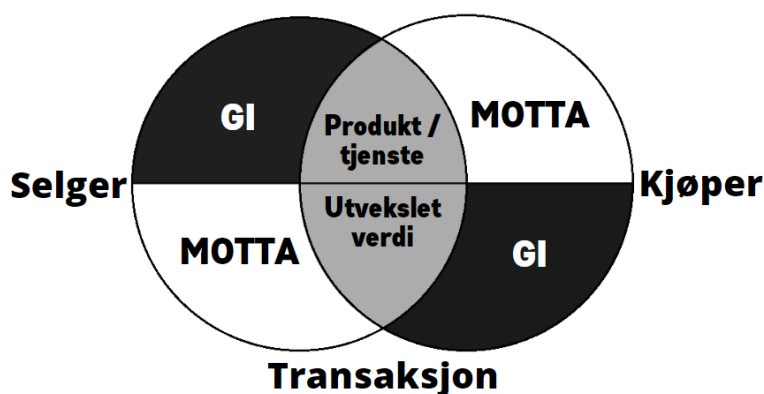
Verdi er et flertydig ord med flere ulike definisjoner, som har fått definisjoner i ulike bransjer ordet er brukt (Drevland, 2019). Generelt har verdi en flertydig og dårlig definert betydning, der litteratur og brukere av ordet i stor grad er uenige om hva det betyr. Videre er det også relevant å spørre hvem denne leveransen av verdi skal gå til. Verdi kan assosieres med hva man får kontra gir i et situasjonsbestemt kontekst, og er ofte et biprodukt av verdier i flertall, noe som betyr oppfatninger eller konsepter om situasjonsbasert utfall eller status (Drevland, 2019). Innen litteratur har følgende definisjoner av verdi blitt klarlagt:

- Kelly et al. (2004): Verdi er definert som; $verdi = \frac{funksjon}{kostnad}$. Her tas prosjektets målbare leveranser inn i betraktning, og verdi blir oppgitt som forholdet mellom funksjon og kostnad.
- Fewings (2013): Verdi kan økes både ved (1) redusert kostnad og vedlikeholdt funksjon, (2) vedlikeholdt kostnad og økt funksjon, (3) en kombinasjon av de to første punktene
- Emmitt et al. (2013): Verdi er et mål på den reelle avkastningen som er oppnådd etter forbruket av ressurser
- Womack et al. (1996): Verdi kan kun bestemmes av kunden, og den er oppnådd når det uttrykkes i form av et bestemt produkt som tilfredsstiller kundens behov på et bestemt tidspunkt til en bestemt pris
- Zeithaml (1988): Verdi er det man får for hva man gir
- Bowman et al. (2007): Verdi har en todelt definisjon i form av forbrukeroverskudd eller "verdi for pengene". Dermed får man skilt mellom kundens subjektive oppfatning av verdi og den faktiske prisen. Generering av verdi foregår når kostnader reduseres ved å eliminere unødvendig funksjon, fremfor å øke grad av funksjon eller å redusere plass brukt for verdiskapelsen.

Implikasjonene av de nevnte definisjonene er at verdi som begrep har en bred betydning og er generelt et komplekst konsept. Litteraturen har et bredt spekter med definisjoner for verdi, og konvergerende oppfatninger av begrepet danner et grunnlag for hvordan begrepet kan forstås. Basert på de ulike definisjonene av verdi i listen over, kan man forstå at verdi deles generelt i to aspekter innen prosjektleveranser: (1) verdiskaping på prosessnivå ved å maksimere produktivitet og å redusere sløsing, og (2) verdiskaping for kunde gjennom bruksverdi. Videre må verdi beskrevet i dette kapitlet også sees i sammenheng med hvordan dette er beskrevet i sammenheng med Lean som filosofi og produksjonssystem, noe som er behandlet i kapittel 5.

Verdi inneholder både eksterne og interne impulser relatert til et prosjekt (Klakegg, et al., 2013). Avhandlingen fremhever hvordan en bedrift er avhengig av økt kunde verdi for en langsiktig vekststrategi, og at nye markeder kan vinnes ved utnyttelse av innovasjon og kundeadministrasjon. Det betyr at verdi kan relateres til produktivitet, forbedrede kostnadsstrukturer og effektive driftsprosesser. Basert på Lean kan verdi sees i kontekst av sløsing, noe som defineres som en aktivitet som bruker opp ressurser uten å skape noe verdi (Womack, et al., 1996). Et prosjekt har et mål om å optimalisere forholdet mellom gunstig avkastning innhentet fra et ressursforbruk (Klakegg et al., 2013). Verdi kan både kobles til subjektiv kontra objektiv tankegang og til et tidsaspekt der både kontekstet for verdi og priser i markedet vil forandre seg over tid (Drevland, 2019). Sistnevnte doktorgrad legger også opp et matematisk aspekt til verdi gjennom de følgende uttrykkene: (1) Verdi = Nytte - Kostnad; (2) Verdi = Nytte. Doktorgraden diskuterer å tilknytte verdi et av de to nevnte uttrykkene, og hevder en praktisk overførbar sannhet ligger et sted i mellom disse uttrykkene og at uttrykk (1) er en bedre definisjon i kontekst av et produksjonssystem.

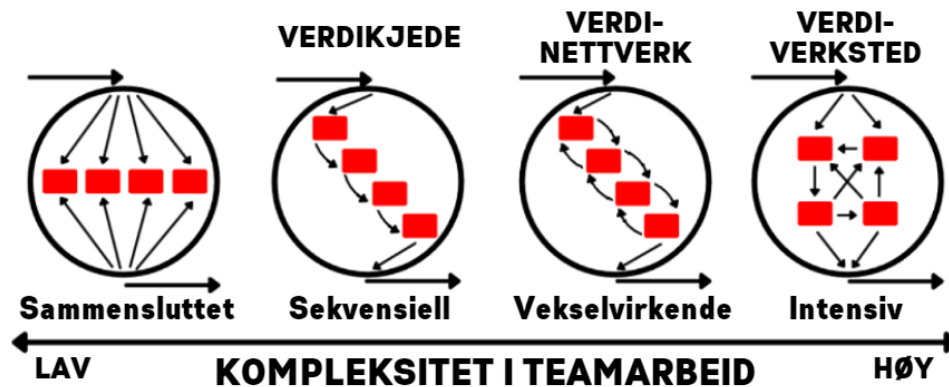
Verdi er aller mest sentralt i økonomi- og markedsbransjen, der begrepet kan tilknyttes transaksjonen en selger og en kjøper forveksler en leveranse mellom hverandre (Drevland, 2019). Figur 3 gir en illustrasjon på hvordan dette foregår i form av produkt eller tjeneste mot en utvekslet verdi. Denne teorien er ikke nødvendigvis optimal for produkt- eller prosjektleveranse med et selger-kjøper-forhold, og den trenger et mer komplisert bilde for å kunne representere prosjekteringsprosessen eller et byggeprosjekt. Likevel mener Drevland (2019) at modellen kan brukes i aktuelle prosjekt- og produktbransjer så lenge man er bevisst på enkelte aspekter ved en transaksjon: (1) Transaksjonen kan i tillegg tilknyttes et stykke arbeid som ikke er den del av den formelle utvekslingen, (2) Verdi i denne utvekslingen er subjektivt, og forholdet mellom å gi og motta kan bli oppfattet ulikt av kjøper og selger, (3) Modellen er ikke spesifikt tilpasset markedsverdi, (4) Modellen tar ikke hensyn til forholdet mellom kjøperens oppfatning av bruks- og utvekslingsverdi.



Figur 3: Illustrasjon av hvordan utveksling av verdi foregår (Drevland, 2019).

Verdi kan ikke bare sees i form av leveranse og resultat, men kan også sees med hensyn på prosess eller produksjon i form av verdistrøm (Stabell et al., 1998). Avhandlingen presenterer ulike verdiskapelseskonfigurasjoner i prosjekt- og produksjonsleveranser: verdiverksted, verdikjede og verdinettverk, som kan kategoriseres basert på analyse av tankesett, logikk og systematikk. Disse tre

verdiaspektene kan kobles til grad av avhengighet og koordinering mellom aktiviteter ved at aktiviteter samles i et “basseng” for å standardisere, planlegge og tilpasse aktiviteter (Thompson, 1967). Disse ulike avhengighetene kan sees i figur 4, og verdikjede kan assosieres med sekvensielt aktivitetsmønster, verdinettverk med intensivt og verdinettverk med vekselvirkende aktiviteter. Verdikjede består av å utvikle et sluttprodukt gjennom en tilførsel gjennom en transformasjon, verdinettverk betyr verdiforveksling gjennom forhandlinger og informasjonsdeling og verdiverksted er tilretteleggelse av problemløsning gjennom kreativitet og innovasjon (Thompson, 1967).



Figur 4: Oversikt over ulike grader av avhengigheter og koordinasjon i arbeidsoppgaver i prosjekter (Westgaard et al., 2010).

3.2 Aktører i verdileveransen

Drevland (2019) analyserer optimalisering av byggeprosjekter som verdileveranse-systemer i sin doktorgrad, og her sees det blant annet på ulike former for verdi, definisjon av hvem som er mottaker av verdi i et byggeprosjekt og konseptualisering av verdileveransemodeller. Et byggeprosjekt består av flere ulike aktører, og det er hensiktsmessig å se på hva som er verdifullt for hvem av disse. Begrepet kunde verdi går utover byggherre, noe som betyr alle som får innvirkning av prosjektet, og kunden kan klassifiseres som en interessent for prosjektet (Drevland, 2019). PMI (2013) benevner en interessent som “et individ, gruppe eller organisasjon som vil påvirke, bli påvirket av eller se på seg selv om påvirket av en avgjørelse, en aktivitet eller et utfall fra et prosjekt”. I grunnleggende trekk er det to sentrale parter av aktører i en verdileveranse: kunde og leverandør, der sistnevnte skaper verdi for førstnevnte ved en transaksjon (Koskela, 2000). Figur 5 viser hvordan leverandør genererer verdi for en kunde gjennom produkt eller tjenester, og at denne transaksjonen er basert på samarbeid, behov og forventninger.



Figur 5: Konseptualisering av verdi i produksjon (Koskela, 2000a)

Byggeprosjekter har blitt definert som midlertidige produksjonssystemer for verdi, og sistnevnte kan både tilknyttes prosessen og sluttproduktet her (Ballard, 2008). Et byggeprosjekt er omfattende, og det vil være mange ulike interessenter i et prosjekt, noe som gjør at det ikke er mulig å gi et klart svar for hvem som er kunde i leveransen i et byggeprosjekt (Drevland, 2019). For at et verdileveransesystem skal optimalisere et prosjekt er det viktig å definere klart hva målene for dette innebærer og hva som er det ønskede utbyttet. Drevland (2019) fordeler prosjektet i fem ulike grupper for aktører i byggeprosessen, og beskriver hvordan et prosjekt kan påvirke dem i form av verdi::

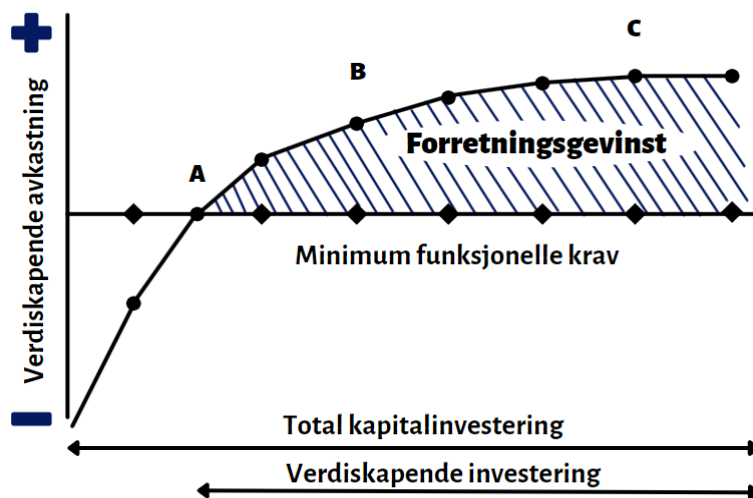
- (1) **Kunde:** eiende person eller organisasjon som setter i gang prosjektet, finansierer prosjektet og tar i mot bygget etter overlevering
- (2) **Leveransegruppe:** Prosjektorganisasjon der prosjekteringsgruppe og produksjon er de viktigste leddene
- (3) **Samfunnet som helhet:** Allmennheten eller mangfoldet av samfunnet, stort sett representert av institusjoner i regjeringen.
- (4) **Brukere:** Dette kan være både brukere av bygningen, leietakere eller kjøpere.
- (5) **Naboer:** Direkte påvirkning av fasilitetene i nærliggende områder

Mitchell et al. (1997) diskuterer typografi blant aktører i prosjekter ved hvordan vedkommende kan tilknyttes til et prosjekt og hvilken rolle vedkommende har i det. Avhandlingen går ut fra at en aktør kan assosieres med kategoriene makt, legitimitet og krav, og omtaler aktører med alle tre som "absolutte" aktører i prosjektet. Drevland (2019) går ut fra dette systemet, og nevner at byggherren, samfunnet som helhet og leveransegruppen er definitive interessenter, og basert på denne teorien har brukere og naboer et mer avhengighetsbasert forhold til verdi. Jørgensen (2006) diskuterer også paradokset mellom om det er kunde, bruker eller samfunnet som helhet som er mottaker av verdi, og hvem som definerer denne verdien. Her argumenteres det med at det er kundes forretningside og -virksomhet med et byggeprosjekt som skaper verdi for bruker, som videre skaper verdi for samfunnet som helhet. Derfor mener Jørgensen (2006) at verdi bør være tilknyttet brukeren av bygningen på samfunnsbasis og at man bør se på byggeprosjektet i et livsløpsperspektiv.

Videre har alle interessentene i et byggeprosjekt ulike interesser som danner grunnlaget for hva som er verdifullt for dem, noe som danner verdi for dem gjennom produkt og prosess, fordi verdi er interessebasert (Drevland, 2019). Kunde har hovedinteresse i investeringen i bygningen og dens virksomhet og bruksområde, samt kostnader innen både transaksjoner, investering og drift av bygningen. Eikeland (1999) diskuterer også vedkommendes interesser i et prosjekt, og nevner også image og identitet til bygningen. Leveransegruppen har interesse i byggbarhet, effektive prosesser i form av ressurser, tid og kostnader, godtgjørelse og trygghet på arbeidsplassen (Drevland, 2019). Samfunnet som helhet har interesse for bygningens påvirkning på samfunn og miljø, ressursbruk, bruksverdi og dannelse av arbeidsplasser, mens ulike brukere har interesse i egen bruksverdi av bygningen eller virksomheten som foregår der. Basert på denne teorien er hva som er verdi i et byggeprosjekt et bredt spekter med interesser til byggeprosjektet, og kan assosieres med både prosess og sluttprodukt.

Drevland (2019) kartlegger også hva som er motivasjonen bak en verdileveranse, basert på psykologi, verdifilosofi og aktørenes holdninger til motparten. Enhver aktør

vil ha en type motivasjon for å levere verdi, og avhandlingen kategoriseres i *transaksjonell*, *egoistisk* eller *altruistisk* motivasjon (Drevland, 2019). Transaksjonell verdimotivasjon betyr at motivasjonen for verdileveransen vil være bygd rundt den formelle transaksjonen, og det er fokus på både verdiskapelsen i leveransen på tvers av begge aktørene og muliggjøringen denne handelen gjør. Egoistisk verdimotivasjon betyr fokus på egen vinning ved en transaksjonell verdileveranse, mens altruistisk motivasjon betyr belønning av motparten (Drevland, 2019). Videre gir også sistnevnte doktorgrad et innblikk i at verdi er avhengig av kunnskap, erfaring og kontekst, men er både konkret og sammenlignbart. I tillegg argumenteres det for at verdi ikke kan summeres, og at ulike verdileveranser ikke kan sammenliknes matematisk, da verdi er vilkårlig og unikt for ulike aktører (Drevland, 2019).



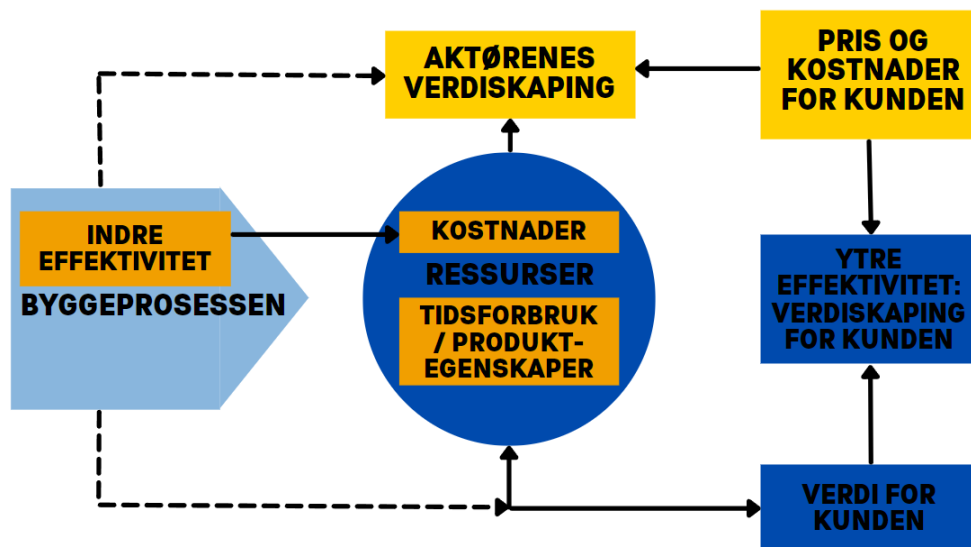
Figur 6: Spencer et al. (2002) definerer forretningsgevinsten i dette bildet som det verdiskapende ved en investering.

Spencer et al. (2002) beskriver verdi fra et kunde- og økonomiperspektiv, der et byggeprosjekt kan gi en forretningsgevinst i form av nytte eller marginal nytte basert på verdiskapende avkastning og total kapitalinvestering. Med andre ord har byggbransjen et markedsmessig fokus på denne typen verdiskapelse og kunnskapsoverføring gjennom byggeprosjekter. Denne oppnås basert på at verdiskapende avkastning overgår minimum funksjonelle krav i forhold til et utvalgt standpunkt, gjennom at økt kapitalinvestering gir merverdi for ytterligere investering. Dette er vist i figur 6. Når verdiskapende avkastning overgår punkt A på figuren, vil kunden i prosjektet oppnå en forretningsgevinst (Spencer et al., 2002). Området mellom punkt A og C sees på som det mest verdiskapende området, da kurven for verdiskapende avkastning flater ut på punkt C.

3.3 Verdi i byggeprosjekter

Verdi kan kobles til effektivitet i prosjekter, selv om ikke begrepene betyr det samme (Eikeland, 1999). Avhandlingen skiller i indre og ytre effektivitet, og definerer begrepene med: **Indre effektivitet:** Forhold som primært har konsekvenser for ressursbruk, kostnader og tidsbruk; **Ytre effektivitet:** Et uttrykk for byggeprosessens evne til å tilfredsstille de mål, krav og prioriteringer som tilknyttes prosjektet av byggenæringens kunder. Eikeland (1999) illustrerer sammenhengen mellom disse begrepene figur 7. Videre er det også hensiktsmessig å se forskjellen på

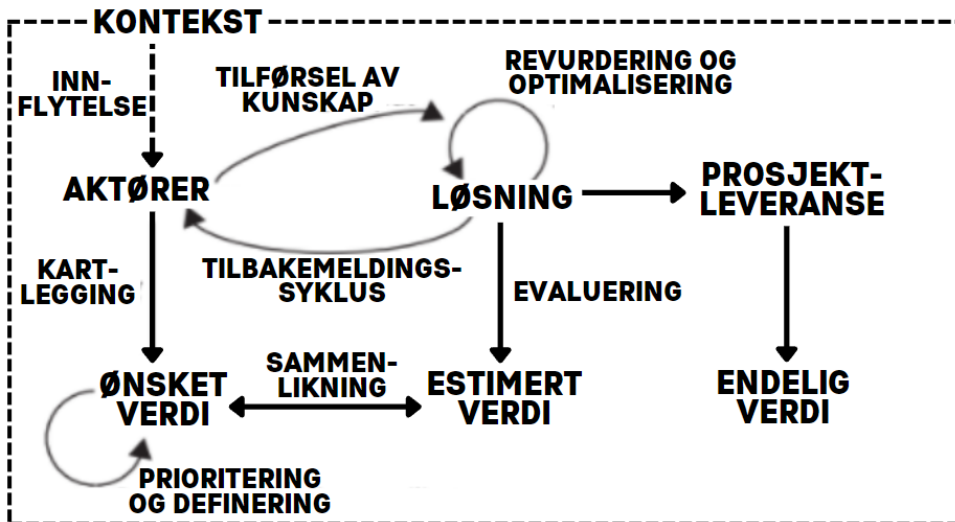
måloppnåelse og virkninger i OECDs evalueringskriterier for byggeprosjekter (Chianca, 2008). Førstnevnte betyr realisering av effektmålet til kunde og behovstilfredsstillelse for prosjektets målgruppe, mens sistnevnte betyr virkninger for samfunnet som en helhet som et resultat av prosjektet.



Figur 7: Indre- og ytre effektivitet, basert på Eikeland (1999).

Drevland (2019) nevner også prinsipper for optimalisering av verdiløyper ved byggeprosjekter. Dette innebærer nøyaktig kartlegging av ønsket verdi tidlig i prosjektet og oppdater denne definisjonen på verdi gjennom prosjektet. Videre innebærer dette å følge, forstå og observere konteksten for verdiløyper, og hvordan dette kan endres. Det anbefales å ha en øverste dommer for definering av verdi, og å aktivt få prosjektgruppen til å forstå og akseptere verdiløper som er lagt opp (Drevland, 2019). Innen denne gruppen anbefales det å ha all relevant kunnskap ved endringer eller bytte av verdi, der denne kunnskapen er transparent. Drevland (2019) anbefaler videre å senke terskelen for kommunikasjon, å forkorte tilbakemeldingssyklus, å etterspørre ulike aktørers syn på verdi og å etterstrebe kontinuitet i prosjektgruppen. Videre anbefales det å spesifisere ønsket verdi på en slik måte at verdi kan sammenliknes. Når en løsning er ferdig bør det benyttes en mulighet til å låse denne slik at den ikke kan endres.

Drevland (2019) sammenlikner også oppfattet, ekte og estimert verdi. Oppfattet verdi betyr verdien en bestemt person med en bestemt kunnskap og dømmekraft oppfatter. Ekte verdi omtales som en oppfattet verdi ved optimal kunnskap, mens estimert verdi betyr verdi dømt fra en tredjepart. Den kontekstuelle modellen for verdiløyper i prosjekter, vist i figur 8, fremhever at alle prosjektet er preget av et kontekst som påvirker ulike aktørers oppfatning av verdi. Den ønskede verdien er lagt opp av aktører basert på kartlegging og en tilbakemeldingssyklus med prioritering og forsoning (Drevland, 2019). Videre assosierer modellen estimert verdi med løsningen prosjektgruppen har lagt frem ved tilførsel og tilbakemelding av kunnskap. Løsningen blir avgrenset og utviklet videre i en optimaliseringsprosess, og står for en evaluering av verdi gjennom identifisering og utvikling (Drevland, 2019). Til slutt står det endelige prosjektet for den faktiske verdien prosjektet leverer.



Figur 8: Kontekstuell modell for verdileveranseprosessen i prosjekter (Drevland, 2019).

3.4 Utvalgt definisjon av verdi

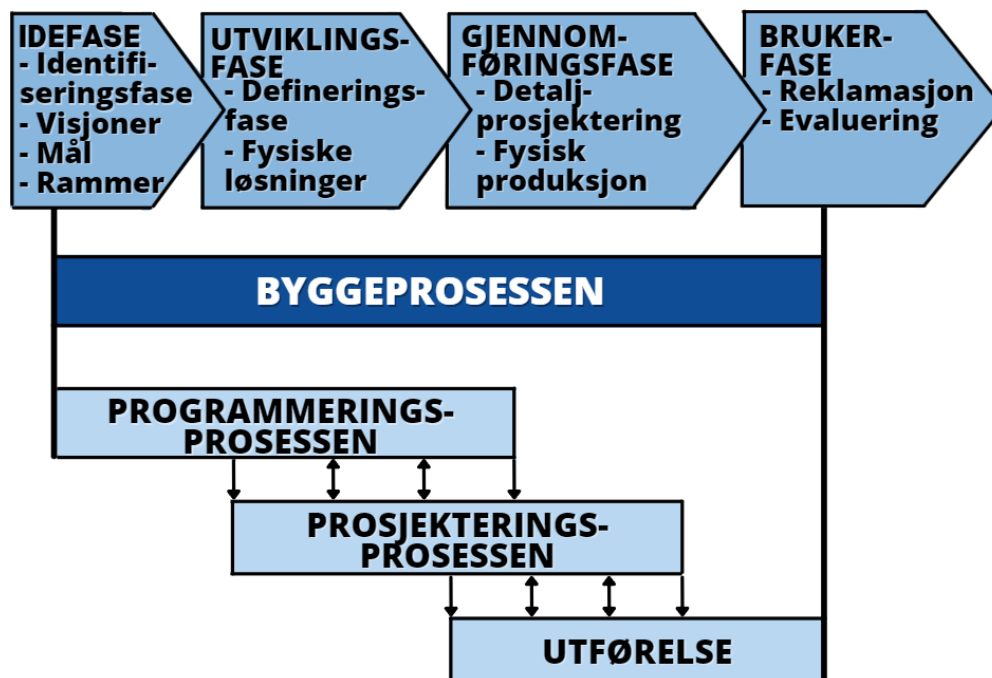
Videre i denne oppgaven velges det å se på verdi fra et perspektiv der det kan kobles både til resultat og prosess, og at maksimalisert verdi betyr optimalisering av begge deres. Verdi betyr i praksis økt kunde- og brukerverdi og reduisering av sløsing internt i prosjektet, og kan på denne måten kobles til både ytre og indre effektivitet i prosjekt. Det betyr at en prosess eller aktivitet kan sees på som verdifull ved å ytterligere svare på byggherres visjon, å gi brukergruppen høyere grad av brukerverdi og å fasilitere produktivitet internt i prosjektet. Kunde, leveransegruppe og samfunnet som helhet har sterkest tilknytning til byggeprosjektet, men det er i denne oppgaven valgt å se på verdi for kunde, brukergruppe og samfunnet som helhet da disse har et mottakende og avhengighetsbasert forhold til prosjektet. På denne måten er disse aktørene mottakere av verdi gjennom byggeprosjektet.

4 Prosjekteringsprosessen

Denne masteroppgaven omhandler prosjekteringsprosessen, og dens innflytelse på verdiskapelse i hele byggeprosjektet. Dermed er valgt å presentere prosjekteringen i form av prosess og resultat, problemløsning knyttet til den og produksjonssystemet internt i den. Målet er å gi grunnleggende innsikt i hva prosjekteringen er, prosjekteringsleders rolle og funksjon i en prosjekteringsgruppe og hvordan man kan legge opp god flyt og generering av verdi i denne prosessen. Dette kapitlet beskriver prosjekteringsprosessen, prosjekteringsleders rolle, produksjonssystemet i prosessen og hvordan kommunikasjon har en stor innflytelse her i hvert sitt delkapittel.

4.1 Beskrivelse av prosjekteringen

Prosjekteringsprosessen er den andre kjerneprosessen i et byggeprosjekt, som tradisjonelt er delt i programmering, prosjektering og produksjon (Westgaard et al., 2010). Sammenhengen mellom disse prosessene og ulike faser i byggeprosjektet kan sees i figur 9. Prosessen har som hovedoppgave er å legge opp til produksjonsprosessen ved at et produksjonsunderlag utarbeides, som skal være en representasjon av hvordan bygningen ser ut etter ferdig utbygging. Prosjekteringen har også sterk tilknytning til tidligfase i prosjektet, og skal bygge videre på visjonene, målene og rammene som legges for prosjektet tidlig. Prosjekteringsprosessen er en langvarig og kompleks prosess som må gjennomføres i ulike faser basert på detaljeringsgrad og tilgjengelig informasjon (Westgaard et al., 2010). Målet er å oppnå en effektiv prosess i form av tid, kostnader og ressurser i byggeprosjektet.



Figur 9: Byggeprosessens kjerneprosesser (Eikeland, 1999).

Verdiskapelse er lett å identifisere i produksjonsprosessen, da denne prosessen har klare rammer og linjer for hva som er sløsing, produktiv tid og riktig bruk av ressurser eller arbeidskraft (Emmit, 2007). I prosjekteringen derimot, fremhever Gray et al. (2001) at dette er svært vanskelig fordi resultatet av prosessen ikke kan sees før

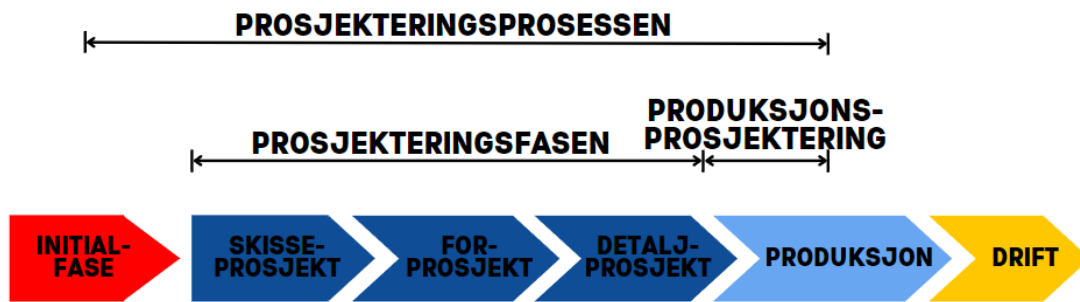
resultatet av bygningen er ferdig. Avhandlingen benevner at kvaliteten på prosjekteringsløsningene og produksjonsunderlaget ikke kan analyseres før etter selve byggeprosjektet. Westgaard et al. (2010) hevder at det er vanskelig å gjennomføre en god produksjon godt uten gode løsninger fra prosjekteringen. Løsningene som genereres i prosjekteringen har en innvirkning på økonomien i produksjonen. Kvaliteten på utførelsen av produksjonen nokså liten innvirkning på kvaliteten på bygget, da de fleste byggefeilene i et byggeprosjekt har sitt opphav fra prosjekteringen (Grimsmo, 2008). Både resultatet av byggeprosessen og produksjonen lider av feil gjennomført i prosjekteringen, og rundt 40 % av registrerte byggefeil har sin opprinnelse i prosjekteringsfasen.

Store deler av grunnlaget for endelig verdiskapelse i byggeprosjektet legges i prosjekteringsprosessen, da gjennomgang av designet blir mer og mer komplisert og kostbart desto senere man kommer i prosjektet (Forbes et al., 2011). Dette bekrefter også Westgaard et al. (2010), som beskriver at byggeprosjektets avhengighet av prosjekteringen ligger i at grunnlaget for de fysiske løsningene utvikles i sistnevnte prosess, noe som representerer endelig verdi i byggeprosjektet. Dette understrekes av at påvirkning på kostnader og handlingsrom blir lavere og lavere tidlig i prosjekteringsprosessen. Prosjekteringsprosessen har den helhetlige påvirkningen på økonomien i et byggeprosjekt, da kostnadsrammen i prosjektet blir mer og mer klargjort under prosessen (Westgaard et al., 2010). Prosjekteringsprosessen har en tett kobling til både programmeringsprosessen, ved at førstnevnte prosess er tett tilknyttet til kunde og brukergruppe, og det er stadig større etterspørsel etter å få inn prosjekteringsgruppen så tidlig i bildet som mulig (Westgaard et al., 2010). Prosjekteringen og produksjonen går også i stor grad inn under hverandre, men de kan ofte skilles av ved et beslutningspunkt for byggestart.

Grovt sett kan prosjekteringsprosessen deles opp i 3-5 ulike kategorier, derav forprosjektering, skisseprosjektering og detaljprosjektering kan tilknyttes fasen i seg selv (Westgaard et al., 2010). Videre blir kalkulasjons- og innkjøpsprosessen ofte assosiert med prosjektering, ofte omtalt som initialfase, og prosjekteringsgrunnlaget overføres til produksjon gjennom produksjonsprosjektering. Alle delprosessene kan sees på som analytiske og kreative prosesser. Disse delprosessene i prosjekteringen kan gå inn under hverandre, men den kronologiske rekkefølgen til aktivitetene og fokuset i ulike deler av prosessen er nokså like fra prosjekt til prosjekt. De viktigste fasene i prosjekteringen kan tilknyttes spesifikke aktiviteter, og kan sees i figur 10 (Westgaard et al., 2010):

- **Initialfase** - innledende aktiviteter som trengs for prosjekteringen slik som hovedanalyser, programmering, modeller, metoder og kontrahering
- **Skisseprosjektering** - ideutvikling med valg av fysisk og funksjonelt konsept, inkludert utarbeidelse av skisser for prosjektet som evaluerer arealbehov og utforming, basert på myndighetskrav og byggherres ønsker
- **Forprosjektering** - videreutvikling av prosjektet med valg av teknisk, funksjonell og fysisk struktur, der dokumentasjon brukes for å skaffe rammetillatelse
- **Detaljprosjektering** - detaljert utarbeidelse av løsninger i form av beskrivelse og klargjørelse, som skal sendes inn til produksjon. En sørger for at alle krav og regler er tatt hensyn til, både fra det offentlige og byggherren.
- **Produksjonsprosjektering** - den siste prosjekteringen for byggeplass gjennomføres etter at anbudsgrunnlaget er gått igjennom og det er blitt gitt

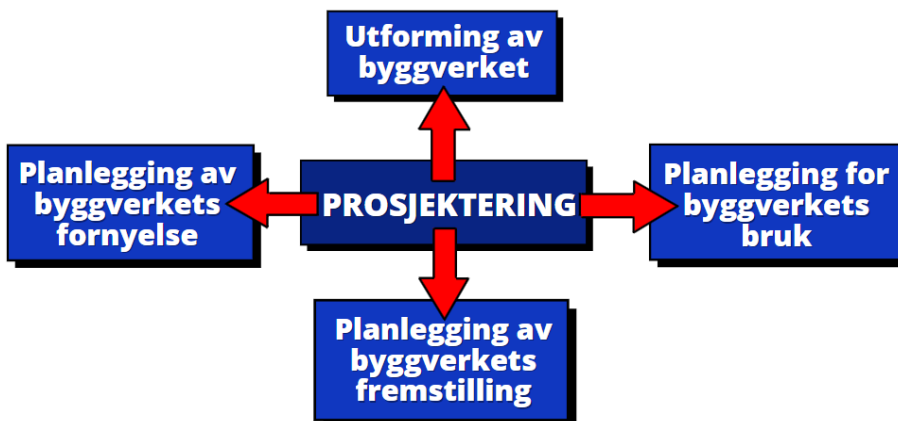
tillatelse til byggestart. Dette innebærer valg av produkter, klargjøring av dokumenter og kontroll av detaljprosjekteringen for mangler og avvik.



Figur 10: De ulike fasene i prosjekteringen (Westgaard et al., 2010).

Prosjekteringen kan beskrives som en kreativ syntese av ideer og tegninger til ferdige løsninger gjennom iterasjoner (Meland, 2000). Prosessen skal definere løsninger for momenter i prosjektet som: (1) Tekniske løsninger for brukere, (2) Omgivelser, slik som steds- og terrengtilpasning, estetikk og klima, (3) Rammer for produksjonsprosessen, (4) Kostnad, tid, kvalitet og myndighetskrav. Meland (2000) diskuterer impulser rundt prosjekteringsprosessen og prosjekteringsledelse, og nevner essensen med førstnevnte som å *“utvikle det immaterielle produktet som legges til grunn for produksjon, bruk og videreutvikling av bygningen”*, og nevner at dette innebærer videreutvikling av skisser, tegninger og digitale modeller. Før denne fremstillingen av produktet begynnes må dets egenskaper være på plass, og variablene som bestemmer egenskapene må tilføre verdier i form av krav eller løsningsforslag. Meland (2000) deler opp i fire ulike kategorier for innhold i en prosjekteringsprosess, noe som også vises i figur 11:

- **Utforming av byggverket** - fastleggelse av egenskapene det fremtidige bygget skal ha og til byggverkets form og omgivelser
- **Planlegging av byggverkets fremstilling** - valg av metoder, aktiviteter og ressurser
- **Planlegging av bygningens bruk** - funksjonell drift, forvaltning, teknisk drift og vedlikehold
- **Planlegging av byggverkets fornyelse** - generalitet, fleksibilitet, elastisitet og utrangeringsforberedelser gjennom for eksempel ombruk, materialgjenvinning, riving, substitusjon og kildereduksjon.



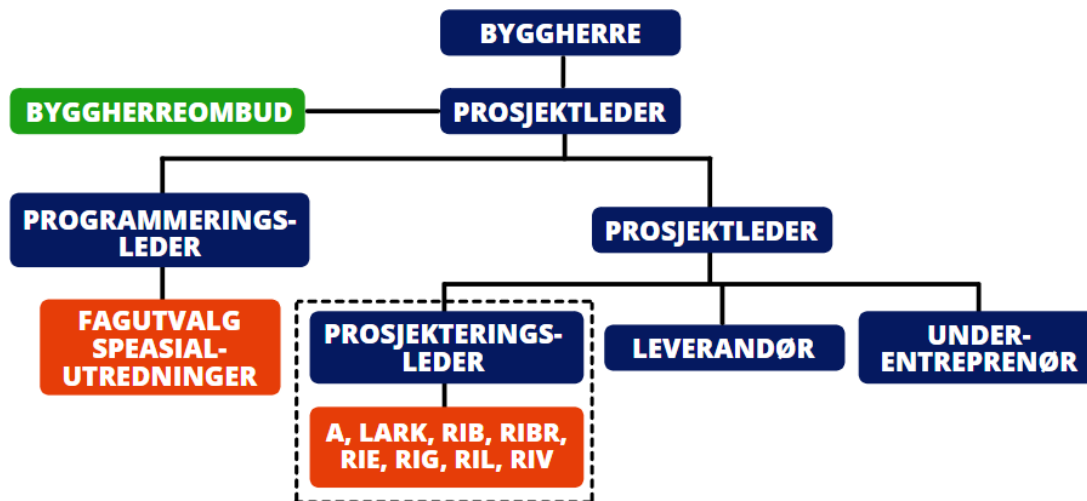
Figur 11: Innhold i prosjekteringsprosessen, basert på Meland (2000).

4.2 Prosjekteringsleders rolle

Prosjekteringsleder står som ansvarlig og leder for prosjekteringsprosessen, og vedkommende har oppgaver som krever både tverrfaglig teknisk kompetanse og ledelseskompentanse (Meland, 2000). Prosjekteringsleder har et ansvar for beslutningspunkter, teambygging, tverrfaglig kontroll, bruk av menneskelige ressurser og sammenstilling og samhandling mellom aktører i prosjekteringsprosessen. Kommunikasjon spiller en rolle som en koordinerende og tillitsbyggende mekanisme i prosjekteringsprosessen, og prosjekteringsleder har også ansvar for informasjonslogistikk og å bryte ned faglige barrierer i kommunikasjon med prosjektleder, rådgivere og arkitekt. Meland (2000) hevder videre at prosjekteringsleders rolle foregår indirekte ved bruk av kunnskap, ferdigheter, hjelpemidler og prosedyrer fremfor å direkte påvirke tekniske løsninger. Prosjekteringsleder må stimulere behovene til prosjekteringsprosessen som produksjonssystem, noe som omtales som å se muligheter, motivere og skape entusiasme om et felles mål og å beherske administrative rutiner og styringsverktøy.

Westgaard et al. (2010) hevder at prosjekteringsleders jobb handler om å sikre at prosjekteringsprosessen er rett organisert og strukturert, og å legge opp koordinerende og integrerende tiltak for fremdrift i prosessen. Dette innebærer tilretteleggelse for problemløsning i team, utarbeidelse av en plan for prosjekteringen med faser, aktiviteter og leveranser, analyse av verdistrøm og å legge opp og følge opp beslutningspunkter. Ønskede egenskaper hos vedkommende er å være lagspiller, å oppdage problemer tidlig, å være beslutningsdyktig og å være løsningsorientert. Westgaard et al. (2010) hevder videre at prosjekteringsleder må kjenne hele prosessen, og ha et helhetsblikk der det legges riktig oppmerksomhet på programmering, utførelse, overlevering og drift. Det har vært betydelige endringer i prosjekteringsrollen de siste tiårene på grunn av endringer i byggeprosjekters kompleksitet i form av avhengigheter i byggbransjen, noe som innebærer større behov for samordning, mer fleksible prosesser og mer transparens i prosjektet. Dette fører til større krav for prosjekteringsleders arbeid og mer effektive kommunikasjons- og arbeidsmetoder (Westgaard et al., 2010).

Prosjekteringsgruppen er en omfattende gruppe som består av flere sentrale aktører med nøkkelkompetanse for den kreative prosessen prosjekteringen er, og hovedkategoriene her er prosjekteringsleder, arkitekt og rådgivere (Westgaard et al., 2010). Det kreves et spekter av kompetanse og kunnskap for å gjennomføre prosjekteringen, og riktige faglige ressurser må involveres etter prosjektets art. Prosjekteringsleder har ansvar for arkitektens tegninger, rådgiveres prosjektmateriale og dokumentasjon. Arkitekt og rådgiver har henholdsvis spesifikt ansvar for bygningens utforming og for bygningens tekniske løsninger. En prosjekteringsgruppe består tradisjonelt av minimum følgende deltakere (Eikeland, 1999): Prosjekteringsleder (PGL), Arkitekt (ARK), Rådgivende ingeniør byggteknisk (RIB), Rådgivende ingeniør varme, ventilasjon og sanitær (RIV), Rådgivende ingeniør elektro (RIE), Rådgivende ingeniør brannteknikk (RIBr) og Landskapsarkitekt (LARK). I tillegg er andre vanlige innslag i en prosjekteringsgruppe: Rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG), Rådgivende ingeniør akustikk (RIAku), Rådgivende ingeniør miljø (RIM) og Rådgivende ingeniør FDV (RIFDV). Prosjekteringsgruppen i forhold til resten av prosjektgruppen er vist i figur 12.



Figur 12: Helhetsbilde av prosjektorganisasjonen for å vise prosjekteringsgruppens plass i hierarkiet (Westgaard et al., 2010).

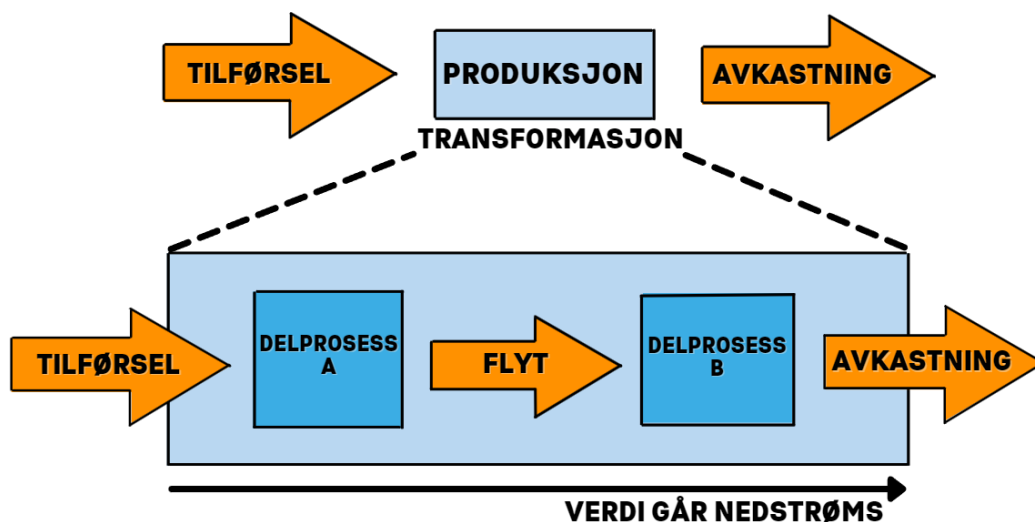
4.3 Produksjon

Da prosjekteringen er en del av et byggeprosjekt, og målet er å utarbeide et ferdig produksjonsunderlag, kan prosessen sees på som et produksjonssystem (Meland, 2000). For å forstå hvordan verdi skapes i prosjekteringen er det hensiktsmessig å forstå hvordan prosessen kan visualiseres som et produksjonssystem.

Prosjekteringsprosessen kan videre tilknyttes TFV-modellen utviklet av Koskela (2000). Denne modellen og prosjekteringen som produksjonssystem presenteres i hvert sitt delkapittel i dette kapitlet.

4.3.1 Transformasjon, flyt og verdi

TVF-modellen til Koskela (2000) er vist i figur 13, og målet med den er å realisere produksjon effektivt, eliminere sløsing og å legge opp til kunde verdi. Den forsøker å forklare hvordan et produksjonssystem foregår gjennom begrepene transformasjon, flyt og verdi.



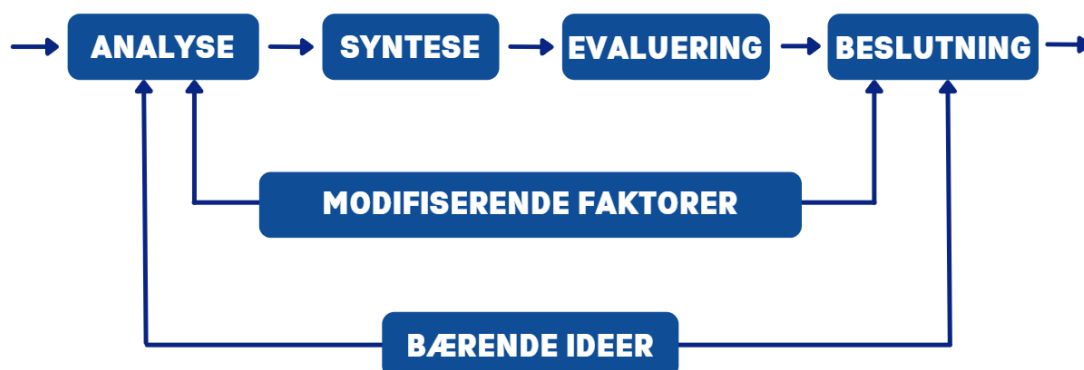
Figur 13: TFV-modellen til Koskela (2000) der transformasjon, flyt og verdi illustreres, og der pilene viser tilførsel og avkastning.

Modellen forklarer hvordan en tilføring gir en avkastning, og kaller denne endringen for en **transformasjon**. Dette er kjernen i en produksjonsprosess og i alle leveransesystemer. **Flyt** er det som skjer mellom verdiskapende aktiviteter, og det er langt mindre forutsigbart hva dette er i en prosjekteringsprosess. **Verdi** er det endelige resultatet av disse aktivitetene, som betyr hva som kunde får for investeringen med denne produkt- eller prosjektleveransen og basert på tids- og kostnadsinvestering ved denne leveransen. Figuren illustrerer hvordan verdi går nedstrøms i dette systemet, og at verdien skapes gjennomsiktig gjennom verdiskapende aktiviteter og beslutningspunkter. Begrepene transformasjon, flyt og verdi har henholdsvis praktiske bidrag i form av å kartlegge hva som skal gjøres, unngåelse av sløsing og å håndtere mål og visjoner fra kunde.

I produksjonssammenheng er det hensiktsmessig å skille i unikheten til produktet og hvor lang tid prosjektorganisasjonen varer; dette gir et grunnlag for hvilken type leveranse dette er (Drevland, 2019). Modellen til Koskela (2000) fremhever hvor forskjellig prosjektering og produksjon er som produksjonssystem. Hvordan transformasjonen og flyt oppnås i førstnevnte er et mer komplekst spørsmål da prosjekteringen er en kreativ prosess. Meland (2000) viser til at det er langt mindre forutsigbart hva som er en verdiskapende aktivitet i prosjekteringsprosessen, og at flyten i sistnevnte prosess stiller mye større krav til fleksibilitet og variabilitet. Produksjon er mye mer strømlinjeformet der det er langt mer forutsigbart hva som er verdiskapende aktiviteter kontra sløsing og der det er mye lettere å legge opp fornuftig logistikk. Her er det nokså lett å måle arbeid, kapasitet, ressurser og tid. Likevel kan konseptene for transformasjon, verdi og økonomi sees på som nokså likt for alle typer produksjon (Drevland, 2019).

4.3.2 Prosjekteringen som produksjonssystem

Prosjekteringen kan sees på som et produksjonssystem der ferdig byggeplan genereres ut fra ideer, tegninger og kalkulasjoner (Meland, 2000). Prosjekteringsgruppen, som består av prosjekteringsleder, arkitekt og ulike rådgivere forveksler informasjon og implementerer løsninger for et hensiktsmessig prosjekteringsgrunnlag. Prosjekteringen er en analytisk, dialektisk og kreativ prosess preget av uforutsigbarhet, iterativ problemløsning, stort behov for samhandling og gjennomsiktig handlingsrom (Westgaard et al., 2010). Figur 14 oppsummerer hvordan denne iterative prosessen foregår ved å begynne ved en analyse og avsluttes ved en beslutning.



Figur 14: Analytisk og kreativ prosess (Westgaard et al., 2010)

Prosjekteringsaktiviteter er pregede av iterasjoner, som betyr en endring i prosessen (Westgaard et al., 2010). Det som menes med at aktører i prosjekteringen går gjennom iterasjoner for fremdrift i en aktivitet, betyr at aktørene ser på materiale flere ganger og utveksler dialog med hverandre før grunnlaget fra denne aktiviteten kan videreføres til neste. Målet er å legge opp et ferdig produkt gjennom et hensiktsmessig antall iterasjoner, som betyr å gjennom analyse, syntese og evaluering danne et produkt av høyere verdi (Westgaard et al., 2010). For verdiskapelse må det gjennomføres positive iterasjoner, noe som betyr en sekvens av en aktivitet eller samhandling mellom aktører som genererer marginalt mer verdifulle løsninger. Dette kan illustreres ved et eksempel Drevland (2019) legger frem: plassering av en søyle vil alltid påvirke lastbærende kapasitet, materialbruk og gjennomstrømning av mennesker i bygningen. Likevel vil kostnaden av å finne en marginalt bedre løsning oppveie nytten med den, når løsningen allerede er god nok, og på denne måten vil denne tids- og ressursbruken være sløsing. En negativ iterasjon er en del av en aktivitet som bruker opp tid og ressurser uten å kompensere med nytteverdi for dette (Westgaard et al., 2010).

I produksjonen er det relativt lett å identifisere om en iterasjon er positiv eller negativ, og ytterligere iterasjoner her er ofte negativt for prosjektet (Drevland, 2019). Aktiviteter på byggeplass kan bli sett på som mer eller mindre binært i form av at hvis en aktivitet gir verdi må det forbedre det endelige sluttproduktet. I produksjonsprosessen må produksjonsgruppen følge et produksjonsunderlag fra prosjekteringen lineært for å utvikle og ferdigstille en bygning som kan brukes. Dette kan for eksempel være rivning av en vegg, gjerne som et resultat av en feil i prosjekteringen (Grimsmo, 2008). I mange sammenhenger er et økt antall iterasjoner i prosjekteringen positivt, og reduserer sannsynligheten for omarbeid i produksjonen, men skaper ikke disse ytterligere aktivitetene merverdi for tid og kostnader er dette sløsing. Prosjekteringsprosessen har en helt annet behov for fleksibilitet enn strømlinjeformede prosesser (Bølviken et al., 2010). Prosjekteringsleder må ha en viss grad av gjennomsiktighet i prosjektet sitt i form av hensyn og behov ved implementeringer og løsninger i prosjekteringen. Det er også essensielt at feil, usikkerhet og variabilitet kan oppdages på et tidligst mulig tidspunkt slik at de kan bli håndtert (Westgaard et al., 2010).

Graden av variabilitet i prosjekteringen er også høy, da ulike bygninger har ulike behov for ulike løsninger (Forbes et al., 2011). Variabiliteten er både høy med tanke på produkt, prosess og aktører, da prosjekter er unike produksjonssystemer og prosjekteringsgrupper er temporære grupper. Dette gjør at aktivitetsoppsettet er veldig komplekst og avhengig av spesifikke aktører som kan gjøre spesifikke implementeringer (Bølviken et al., 2010). Fremdrift i prosjekteringsprosessen er basert på beslutningspunkter, da aktiviteter er bundet til hverandre med dette (Westergaard et al., 2010). Om en kan gå fra en aktivitet til en annen, må det bestemmes om man kan gå videre ved et beslutningspunkt, og for disse er prosjektets nåtid og kvalitetsstyring essensielt. Da prosjekteringen har et spesielt behov for iterasjoner, er et utkikkssystem essensielt (Bølviken et al., 2010). Det må være en usikkerhet for hva som gjennomføres i forhold til opprinnelig plan, og samhandling og konstant revurdering av prosessen er essensielt for å håndtere denne usikkerheten i prosessen.

Det er økende grad av kompleksitet i både prosjekteringsaktiviteter og i bygge-

prosjekter generelt, noe som betyr en kombinasjon av at noe er komplisert og kaotisk, og til dels uforstått (Emmit, 2007). Prosjekteringsaktiviteter har stadig mer krevende oppsett for samhandling og stigende krav for ferdig løsning i dagens byggbransje (Westgaard et al., 2010). Dette er en implikasjon av endringer i et byggeprosjekt, i form av involverte aktører, organisasjoner og bransjer. Behovet for deling av felles informasjon er også spesielt høyt i prosjekteringen, og ofte jobber prosjekteringsgruppen rundt en felles løsning, der alle aktører har egne impulser fra eget fagfelt de må løse (Westgaard et al., 2010). Avhandlingen fremhever hvorfor kompleks samhandling og kompetanseforveksling er en sentral del av utarbeidelsen av prosjekteringsgrunnlag, og dette innebærer vekselvirkende og intensive avhengigheter mellom hverandre. Førstnevnte betyr at aktørene forveksler kompetanse mellom hverandre og er gjensidig avhengige av hverandre ved hver iterasjon, mens sistnevnte betyr mer komplekse sammenhenger mellom aktører og kompetanseforvekslinger.

Hvordan aktører samhandler for å generere en prosjekteringsløsning er en betydelig utfordring, og potensialet for dårlig samhandling er stort (Westgaard et al., 2010). Bølviken et al. (2010) klargjør at det er vanskelig å gjennomføre prosjekteringsoppgaver uten å involvere flere ulike typer kompetanse i den iterative problemløsningen. Dette kan for eksempel være kommunikasjon mellom rådgiver i konstruksjon (RIB) og arkitekt, eller rådgivere som løse problemer i en gruppe med bakgrunn innen konstruksjon, elektro, energi og vann. Kvalitetssystemer er essensielle for prosjekteringen som produksjonssystem, og denne kvalitetssikringen har en tett kobling med kommunikasjons- og samhandlingsaspektet i prosessen (Westgaard et al., 2010). Dette kan motvirke kollisjoner og grensesnittproblematikk, og til vanlig består dette av kontroll av eget arbeid og fra interne og eksterne rådgivere, som vurderer kvaliteten i arbeidet gjennom sjekklister. Det er meningen at kvalitetssystemer skal sørge for korrekt prosjektering, tilrettelegging for produksjon, dokumentering av prosjekteringen og analyse av farer (Westgaard et al., 2010).

4.4 Kommunikasjon i prosjekteringen

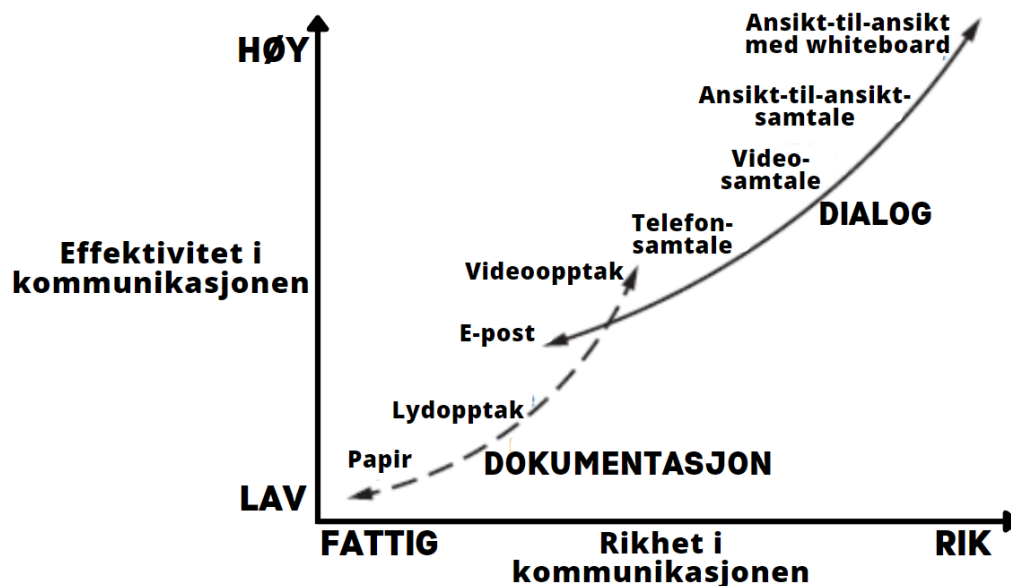
Kommunikasjons- og samhandlingsaspektet i prosjekteringen er en essensiell del av prosessen, og fungerer som en koordinerende mekanisme i et teamarbeid (Emmit, 2007). Sentrale utfordringer i prosjekteringen er løsning av aspekter innen informasjonsflyt, teambygging, kvalitetskontroll og grensesnitt (Bølviken et al., 2010). Dette sees på i dette kapitlet gjennom delkapitler for kommunikasjonsteori, informasjonsflyt og teambygging i prosjekteringen.

4.4.1 Kommunikasjonsteori

Kommunikasjon kan sees på som all mellommenneskelig interaksjon, og representeres i prosjekteringsprosessen i form av all atferd, samhandling og alle informasjonsoverføringer (Grenness, 1999). I et byggeprosjekt er dette representert av transport eller formidling av energi eller informasjon mellom aktører og organisasjoner, og omhandler i stor grad prosesser, modeller, rapporter, kontrakter og arbeidsoppgaver. Suksessfull kommunikasjon er ikke bare et kriterie for en prosjekteringsprosess, det er helt elementært for prosjektarbeid på generell basis, eller for organisasjoner med et felles mål. Det er et ofte oversett punkt i byggeprosjekter, og mangel på fokus her fører ofte til mangelfull effektivitet og dårlige resultater. Meland (2000) omtaler kommunikasjon som et "smøresystem" på tvers av

aktører, og dette kan sees på som et verktøy for å unngå sløsing, for å legge opp til fremdrift og å skape samhold og motivasjon i en gruppe. Kommunikasjon har en innvirkning på både tillit i prosjekteringsgruppen, samhold og informasjonstilgjengelighet, og dermed er det essensiell del av prosjektet å løse (Emmit, 2007).

Hvorvidt aktører i en kommunikasjonsprosess kommuniserer synkront eller asynkront er essensielt for effektiviteten og rikheten i kommunikasjonen (Drevland, 2019). Latens er en viktig del av kommunikasjonssystemet, noe som betyr et mål på tidsforsinkelser i tidspunktet fra senderen sitt budskap til mottakeren sin tilbakemelding. Drevland (2019) forklarer at økt effektivitet og rikhet i kommunikasjon kan oppnås ved verbal kommunikasjon, lav latens, høy personlig kontakt og bruk av artefakter. Det betyr at det er et stort behov for muntlige, gjensidige og synkrone samtaler. I tillegg påpekes det at det å dele informasjon på for eksempel whiteboard, tegninger eller modeller gir best kommunikasjon. Figur 15 viser ulike former for kommunikasjonskanaler, og her skilles det mellom dialog og dokumentasjon (Drevland, 2019). Emmit (2007) bekrefter informasjonen til Drevland (2019), og fremhever hvorfor dette er viktig for høy tillit på prosjektbasis.



Figur 15: Rikhet og effektivitet i kommunikasjonskanaler.

Kommunikasjon kan kategoriseres etter hvilken vei den går i en hierarkisk struktur (Jacobsen et al., 2002), og i en prosjekteringsprosess er det mye vertikal kommunikasjon ved at prosjekteringsleder samhandler med rådgivere og arkitekt (Westgaard et al., 2010). Mye av denne kommunikasjonen er rettleidende og styrende beskjeder i prosessen. Likevel er den horisontale kommunikasjonen i prosessen avgjørende, der rådgivere kommuniserer gjensidig for å utarbeide en prosjekteringsløsning. Et annet aspekt ved kommunikasjon er om den er **formell** eller **uformell** (Kaufmann et al., 2003). Ved formell kommunikasjon forveksles viktige budskaper, viktig informasjon eller dokumentasjon gjennom møtstruktur, e-post eller brev. Likevel fremhever Kaufmann et al. (2003) hvor viktig det er å tillate uformell kommunikasjon, og hvor elementært dette er for tillitsbygging i prosjektorganisasjoner.

Det er viktig at prosjekteringsleder evner å se behovet for ulike typer kommunikasjon ved ulike situasjoner, og at kommunikasjonsmønstre tilpasses en spesifikk prosjekteringsaktivitet basert på kompleksitet i prosjektet og for gruppen sin del (Ballard, 2000a). Dette krever en klar tanke bak hvordan man benytter ulike typer kommunikasjon og informasjon, og at prosjekteringsleder evner å se mønstre av kommunikasjon. Kommunikasjonskanaler er elementære verktøy i prosjekteringsprosessen, og det er prosjekteringsleders jobb å tilrettelegge effektive verktøy for samhandling (Emmit, 2007). Ved dårlig planlegging av praktisk benyttelse av kommunikasjonskanaler lider prosjektet av dårlig samhandling mellom aktører (Emmit, 2007). Det er viktig å ta hensyn til ulike aktører i en gruppe og dynamikk her, og det er i stor grad prosjekteringsleders oppgave å identifisere hvilke aktører som bør være involvert ved hvilken type metode (Westgaard et al., 2010).

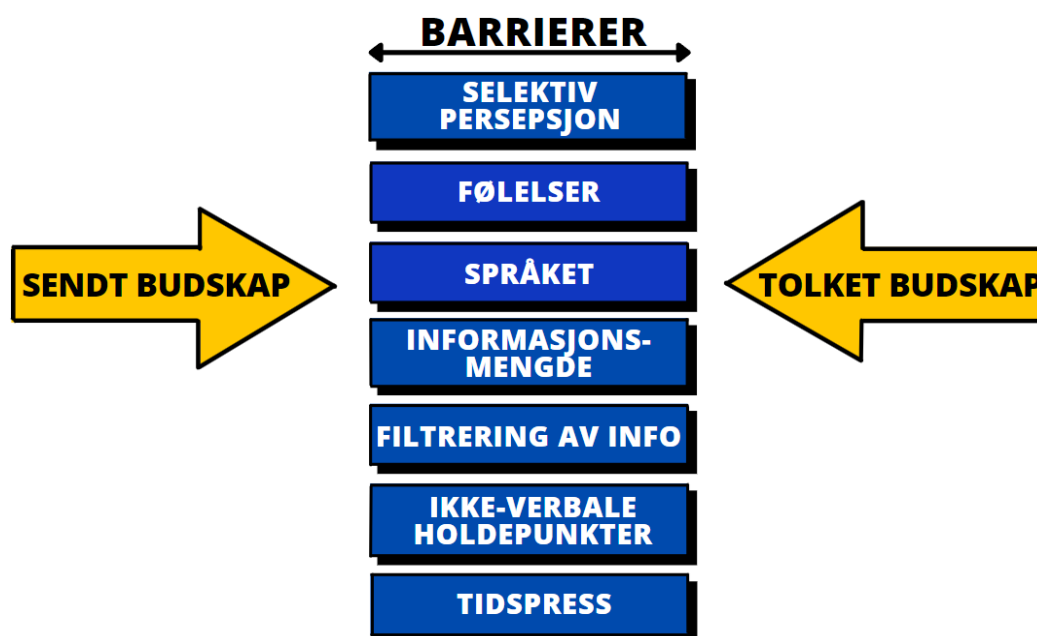
4.4.2 Informasjonsflyt

Generelt står informasjonsbehandling sentralt i prosjektering, og så mye som 58 % av tiden ved prosjekteringsaktiviteter brukes på å behandle informasjon i prosessen (Flager, 2009). Kommunikasjon er grobunnen til informasjonsflyt i en prosjekteringsprosess, og fra et rent instrumentelt perspektiv er kommunikasjon informasjonsoverføringer fra aktør til aktør (Gray et al., 2001).

Informasjonsoverføringer er viktig både for fremdrift og samhandling ved prosjekteringsaktiviteter og beslutningspunkter, og grobunnen til problemer i prosjekteringen kommer av feil og mangler i informasjonsoverføringer. Noen sentrale utfordringer i kommunikasjon er mangel på kommunikasjon, informasjon som ikke kommer frem på grunn av barrierer, dårlig tverrfaglig samhandling, mangel på tillit og dårlig organisatorisk koordinasjon mellom aktører. Dette kan innebære "taus kunnskap", der en aktør holder inne viktig kunnskap for effektiv problemløsning, noe som betyr at vedkommende ikke tar hensyn til behov for gjensidig og intensivt samarbeid når det er nødvendig (Bølviken et al., 2010). I en prosjekteringsaktivitet er det flere punkter med informasjon som må deles mellom ulike aktører, og det kan forenkle prosessene i prosjektet når informasjonen er samlet på en felles plattform.

Kompleksiteten i prosjektering oppstår ved svikt i kognitiv informasjonsomsetning hos sender og mottaker (Emmit, 2007). Tre tidspunkter er kritiske: når sender koder budskapet, når budskapet formidles gjennom kanalen og når mottakere dekode meldingen (Jacobsen et al., 2002). Når opprinnelig intensjon fra avsender enten ikke når mottaker eller forvrenges på veien oppstår det problemer, og resultatet av svikt i informasjonsoverføringer er at mottaker tolker budskapet på en annen måte (Westgaard et al., 2010). Bølviken et al. (2010) hevder at det er nettopp skillet mellom ulike bransjer og grensesnitt som skaper problemer i prosjekteringen, og at god grensesnittkontroll er et godt fundament for tverrfaglig samhandling. Akkurat i prosjekteringen er ulik fagterminologi hos aktører og ulike systemer for informasjonsoverføring sentrale problemer. Hyperverbal informasjonsoverbelastning er en fallgrube, noe som betyr at en aktør overbelaster en annen med informasjon og at denne går tapt (Westgaard et al., 2010). Overkomplisering av innkodingen eller overbelastning av informasjon er et sentralt moment som kan virke negativt for vellykket kommunikasjon (Kaufmann et al., 2003). Når ikke aktører er i stand til å forklare sine faglige standpunkter på en overførbar måte til andre aktører er ikke informasjon fra bransje til bransje ikke overførbart.

Barrierer i disse informasjonsoverføringer er sentrale for svikt i informasjonsflyt i prosjekteringsgruppen, og her ødelegges muligheten til å gi riktig informasjon i riktig mengde til riktig aktør på riktig måte til riktig tid (Kaufmann et al., 2003). Med økende kompleksitet i samarbeid mellom ulike bransjer er risikoen for dårlig informasjonsdeling og -håndtering stor. I følge Kaufmann et al. (2003) er det følgende punkter er hovedgrunnene til hull i informasjonsflyt innen organisasjoner: selektiv persepsjon, følelser, språket, informasjonsmengde, filtrering av info, ikke-verbale holdepunkter og tidspress (vist i figur 16). Emmit (2007) beskriver at disse barrierene er med på å forverre verdiskapelse i prosjekteringen, og at kommunikasjon og informasjonsflyt er essensielt her. Ofte oppstår problemer ved altfor høy terskel for kommunikasjon, og en generell grobunn for problemer i kommunikasjonen er mangel på kommunikasjon (Westgaard et al., 2010). I noen sammenhenger blir uformell kommunikasjon stigmatisert, men mangel på dette resulterer ofte i at aktører tillitsbygging svekkes. Ofte kan integrering av prosjekteringsgruppen rundt en felles visjon og et felles mål med prosjektet være med på å unngå kommunikasjonssvikt.



Figur 16: Barrierer i informasjonsoverføring i en prosjekteringsgruppe (Kaufmann et al., 2003).

4.4.3 Teambygging

Prosjektering er et teamarbeid, og dette handler om å jobbe mot et felles mål og å utnytte egenskaper i synergi (Westgaard et al., 2010). Aktører i prosjekteringsgruppen besitter spesifikk kompetanse for en prosjekteringsaktivitet, og det er viktig at vedkommende kan implementere sin kunnskap og påvirke prosjekteringsløsningen med denne. Ved god teamsammensetning har parter som skal løse gjensidige oppgaven god tillit til hverandre og god innsikt i hverandres egenskaper, og klarer videre å generere effektiv problemløsning i synergi (Westgaard et al., 2010). En prosjekteringsgruppe er ofte preget av divergerende tankegang, og det en utfordring å integrere den slik at ferdigheter, kunnskaper og produksjonskapasitet kan benyttes best mulig (Gray et al., 2001). Det temporære tidsaspektet gjør også at det ekstra krevende å gjøre prosjekteringen til et

tradisjonelt teamarbeid. Hovedmålet er å sette opp prosjekteringsgruppen til å bli effektive team med lav terskel for kommunikasjon og samhandling (Westgaard et al., 2010). Prosjekteringsleder må ha en systematisk strategi for teambygging, slik at det oppfordres til samhandling og menneskelige kvaliteter analyseres og fordeles, slik at det settes sammen samspill.

Westgaard et al. (2010) nevner at det er en tradisjonell feil i et prosjekteringsoppdrag er å legge opp en prosjekteringsgruppe til å bli mer gruppebasert fremfor teambasert. Førstnevnte betyr en gruppe mennesker med et felles mål, men adskilte oppgaver, mens sistnevnte betyr oppgaveløsning i fellesskap og avhengighet av hverandres gjensidighet for å oppnå et felles mål. Med komplekse oppgaver som krever mange ulike fagfelter er etterspørselen etter effektiv teambygging i prosjekteringen innlysende (Westgaard et al., 2010). Drevland (2019) diskuterer videre ytelses- og funksjonsforstyrrelser i et team. Doktorgraden viderefører prinsipper fra Lencioni (2002) som funksjonsforstyrrelser for et team i et hierarkisk system (vist i figur 17): (1) Mangel på oppmerksomhet rundt resultater, (2) Forsømmelse av ansvar, (3) Mangel på forpliktelse, (4) Frykt for konflikt og (5) Fravær av tillit. Disse funksjonsforstyrrelsene har grobunn i bestridelse av noen av de mest sentrale elementene i et fungerende team, som ligger i ansvar, måloppnåelse og gjensidig tillit.

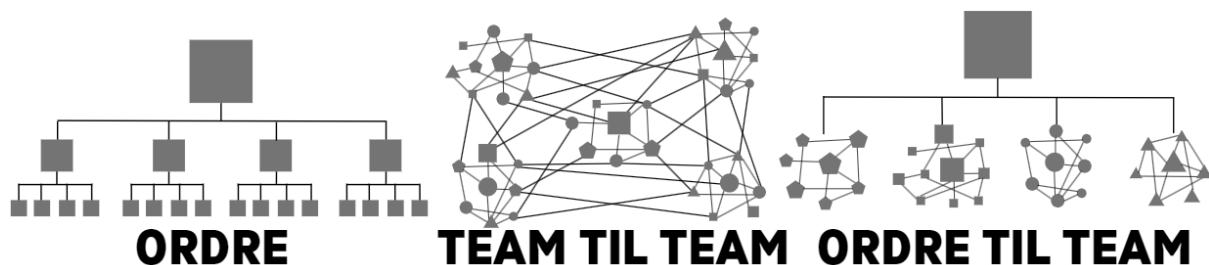


Figur 17: De fem funksjonsforstyrrelsene for et team (Lencioni, 2002)

Tillit er et grunnleggende element ved problemløsning og oppnåelse av resultater i et team, noe som betyr å stole på noen i situasjoner preget av usikkerhet og at vedkommende samhandler når man jobber mot et mål (Emmit, 2007). Ved full åpenhet og respekt mellom medlemmene, hvor ferdigheter og kunnskap kommuniseres effektivt har man skapt et klima med god tillit. Dette oppnås gjennom følelse av samhold og organisatorisk tilknytning over tid, og kan ofte kreve strategisk teambygging. I byggeprosjektet har dårlig tillit en bakliggende grunn til konflikter (Emmit, 2007), noe som gir dårlige samarbeidsforhold og fører prosjektet i feil retning. Videre kan dårlig tillit være stridende interesser i en prosjekteringsgruppe, og at aktørene har ulike mål med selve prosessen. Suboptimalisering er en fallgrube, noe som betyr at de prosjekterende sitter hver for seg og jobber mot egne interesser

uten samhandling eller fokus på felles mål. Det er prosjekteringsleders ansvar å sørge for en organisasjon uten konflikter, gjerne gjennom å identifisere konfliktdrivende aktører og å bruke tilbakemelding for å generere tillit mellom aktører (Westgaard et al., 2010).

Drevland (2019) diskuterer sammenhengen mellom ordre og team, der ulike sammenhenger mellom disse kategoriene kan sees i figur 18. Det som diskuteres her er i hvilken grad det trengs ordre for effektiv ledelse, og i hvilken grad dette kan kombineres med team. Det er bred enighet i at prosjekteringsoppgaver bør løses i team, og at det trengs aktører som løser problemer i samlag uten store uenigheter (Westgaard et al., 2010). Likevel kan det diskuteres hvordan en lederfunksjon kan se ut i et hierarki. Hvordan en lederfunksjon benyttes vil være essensielt for organisatorisk koordinasjon, og prosjekteringsleder spiller en essensiell rolle her (Westgaard et al., 2010). Drevland (2019) legger frem at det mest effektive er trolig en blanding mellom rent hierarki og teamstruktur. Dette viser hvor viktig prosjekteringsledelsesfunksjonen er for kommunikativ koordinering i prosjekteringsorganisasjonen.



Figur 18: Håndteringsmodell av teamdynamikk (Drevland, 2019)

5 Integrert prosjektering

I denne masteroppgaven er integrert prosjektering og Lean sentrale elementer, og problemstillingen i oppgaven handler om hvordan førstnevnte kan brukes for økt verdiskapelse i et byggeprosjekt. Amor et al. (2010) definerer integrert prosjektering som en tilnærming for gjennomføring av byggeprosjekt, og Ballard et al. (2010) definerer at en leveransemodell basert på dette er synonymt med en leveransemodell basert på Lean. Lean er en filosofi som forsøker å legge opp til maksimal verdiskapelse og minimert sløsing (Womack et al., 1996), og disse to konseptene går hånd i hånd med hverandre (Ballard et al., 2010). Målet med dette kapittelet er å se eksplorativt integrert prosjektering som tilnærming, Lean som tankegang og metodikk som tilhører dette. Dermed er dette kapittelet oppdelt i delkapitler for integrert prosjektering, Lean og metodikk fra sistnevnte og VDC.

5.1 Integrert prosjektering

Denne masteroppgaven ser eksplisitt på integrert prosjekteringstilnærming sin betydning for verdiskapelse i et byggeprosjekt. Dermed er det valgt å belyse hva en integrert prosjekteringsprosess innebærer, og hvordan dette kan kobles både til gjennomføringsmodell i byggeprosjekter og endringsprosesser i prosjekteringen. Dette kapittelet inneholder delkapitler for hvordan integrert prosjektering som tilnærming gjennomføres og for fasilitering av endringsprosessen i byggbransjen.

5.1.1 Integrert prosjekteringstilnærming

Integrert prosjektering defineres av Amor et al. (2010) som en tilnærming for gjennomføring av prosessen, og Westgaard et al. (2010) peker på at dette innebærer at en prosjekteringsgruppe kan dele kunnskap på tvers av fag, har et økt engasjement for prosjektet og har et mer helhetlig syn på prosjektet. Videre trer bruk av BIM frem som arena for gjennomføring innen integrert prosjektering, og sistnevnte bygger i stor grad videre på prinsippene i Lean (Krygiel et al., 2008). I Lean omtales integrert prosjektering som "Integrated Design & Delivery", og basert på denne tilnærmingen og leveransemodellen kan prosjekteringsgruppen samhandle tettere, starte et samarbeid tidligere og se mer helhetlig på byggeprosjektet (Ballard et al., 2010). Noen andre aspekter integrert prosjektering tar hensyn til er iterative prosesser, bruk av synergier, fokus på livssyklus kostnader og bedre optimalisering av systemer. Målet er at alle aspekter skal kunne innvirke på hverandre på en helhetlig måte fra starten av, gjennom fasilitering av samarbeid, informasjonsdeling og tverrfaglighet gjennom BIM (Eastman et al., 2011). Tabell 3 viser en oversikt over forskjeller i tankegang ved integrert og tradisjonell prosjektering.

Integrert prosjektering	Tradisjonell prosjektering
Fokus på tidligfase gjennom tid, energi og involvering av aktører i en tidlig fase	Lite fokus på tidligfase, og involvering av gruppe medlemmene underveis etter behov
Tverrfaglige designprosesser	Beslutninger taes uten tverrfaglig fokus
Iterative designprosesser	Lineære designprosesser

Fokus på helhetstenking	Systemer blir ofte vurdert isolert
Tillater full optimalisering	Begrenset eller fremtvunget optimalisering
Søker synergier	Mindre muligheter for synergier
Fokus på livssyklus kostnader og livssyklus til bygningen	Fokus på kostnader i prosjektet og prosessen er ferdig når bygningen er ferdig

Tabell 3: Forskjellig tankegang innen integrert prosjektering og tradisjonell prosjektering (Westgaard et al., 2010).

Prosjektleveranse gjennom integrert prosjektering og Lean divergerer med tradisjonell prosjektleveranse på punkter som kultur, tankegang, ledelse, beslutninger, mål, organisasjonsoppsett, prosess, kunnskap, risiko, kommunikasjon og kundefokus (Ballard et al., 2010). Integrert prosjektering fasiliterer læringsprosesser, kontinuerlig forbedring og risikostyring, der det stilles krav til å refleksjon og analyse av prosjekteringsprosessen. Dette strider med tradisjonell prosjektleveranse, der det er stort preg av maktkamper, skyld og mangelfull risikostyring. For eksempel håndteres risikostyringen i integrert prosjektering kollektivt og åpent, mens i tradisjonell prosjektering er dette gjort individuelt og fragmentert (Ballard et al., 2010). Det helhetlige fokuset i integrert prosjektering handler om å gå ut fra systemet, med langsiktig fokus og med resultatet av prosjektet som mål. Det forsøkes videre på kollaborativ styring gjennom åpen informasjonsdeling og åpent samarbeid, og at organisasjonsstrukturen vil alltid være basert på etterspørsel, kompetanse og generering av verdiskapelse. I tradisjonell prosjektering er tankegangen strømlinjeformede og fragmenterte prosesser, og organisasjonsstrukturen vil ha fokus på fragmentering av fagfelt, kontroll og et sterkt fokus på hierarki (Ballard et al., 2010).

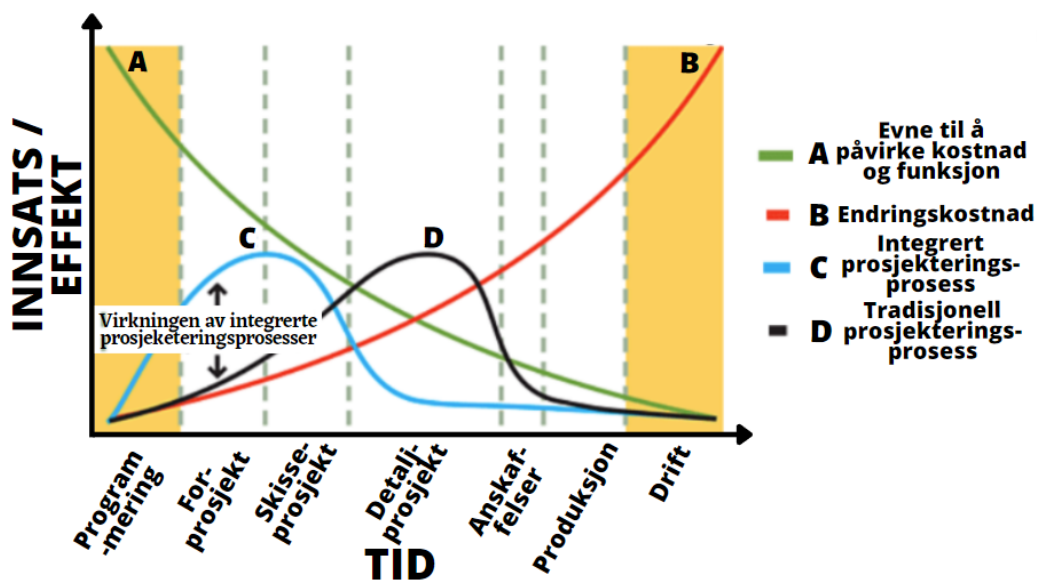
Tverrfaglige prosesser

Integrert prosjektering gir hver aktør en helhetlig forståelse av byggeprosjektet, og hvordan deres del av arbeidet bidrar i det store bildet (Ballard et al., 2010). Det har vært stor suksess med å involvere integrerte og helhetlige prosjekteringsgrupper slik at de klarer å samarbeide og å legge til rette for informasjonshåndtering og -deling (Moud, 2013). På denne måten er det lettere å håndtere informasjon og å tilrettelegge tverrfaglig samarbeid. Dette står i strid med de gamle metodene der beslutninger tas i en mindre gruppe, og endringer og involveringer senere i prosjektet øker kostnader. Her er det langt mer utfordrende å dele informasjon, og å holde aktører oppdaterte over tid. Involvering av hele prosjekteringsgruppen, slik det gjøres innen integrert prosjektering, legger opp til at et bredt spekter av synspunkter (Ballard et al., 2010). Integrert prosjektering rendyrker problemløsning i team, og filosofien bygger videre på at flere aktører og kompetansefagfelte kan bidra til å finne bedre løsninger. Kunnskap om hvordan et fagfelt eller en nisje kan utøves til et tverrfaglig prosjekt er noe integrert prosjektering fasiliterer i aller høyeste grad (Ballard et al., 2010). Denne typen teamarbeid kan også føre til konstruktive diskusjoner som vil være med på å løfte prosjektet fremover.

Det tverrfaglige fokuset i integrert prosjektering gir grunnlaget for bred informasjonsdeling, og spesialisering i hvordan flere fagfelter kan brukes mot et mål (Ballard et al., 2010). På denne måten kan en som ikke er fagspesialist innen et område opparbeide seg kompetanse innen et annet felt, og dermed øke sin totale faglige innsikt og få nye vinkler å forstå en sak på. Denne tverrfaglige kompetansen deles også ved at det arrangeres møter og kurs hvor man kan dele erfaringer, kunnskap, informasjon og mål. Integrert prosjektering tror på at et slikt bredt spekter av synspunkter kan være nyttig å ta med videre i utviklingsprosessen, og at nye ideer kan kombineres med eksisterende forslag (Ballard et al., 2010). Dette gjør at man kan prosjektere ut fra erfaringer, bevis og empiri. Likevel kan dette fokuset på bred kunnskap neglisjere dybdekunnskap og fagpersonell som er svært gode på området.

Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe

Integrert prosjektering har fokus på “front-loading”, noe som betyr å sentrere problemløsning tidlig i prosjektet (Hamdi et al., 2012). Dette innebærer å involvere de rette ressursene og å avdekke problemer så tidlig som mulig. Da god problemløsning tidlig i prosjektet fører til effektiv prosjektering og et godt grunnlag for produksjon, dokumenterer Westgaard et al. (2010) at dette gir helhetlige besparelser. I integrert prosjektering er den totale forståelsen i gruppen allerede stigende i konseptfasen, noe som står i strid med tradisjonell prosjektering der veldig mye informasjon må behandles i overgangen mellom prosjektering og produksjon (Ballard et al., 2010). Westgaard et al. (2010) diskuterer hvordan en prosjektering på et tidligere punkt kan øke verdiskapelse i prosjektet. Gjennom tidlige beslutninger rundt bygningens levetidskostnader og brukbarhet vil kostnader for endringer i prosjekteringen reduseres, noe som vises i McLeamy-kurven i figur 19. Her vises det når i byggeprosjektet en integrert prosjekteringsprosess vil foregå (kurve C) og når en tradisjonell prosjekteringsprosess vil foregå (kurve D). I tillegg kan et tidlig utviklet prosjekteringsgrunnlag føre til en lettere overgang til og bedre tilrettelegging for produksjonsprosessen (Westgaard et al., 2010).



Figur 19: McLeamy-kurven, som illustrerer effekten av ulike typer prosjektering (Westgaard et al., 2010).

Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe i integrert prosjektering gjøres for å få oversikt over alle temaene, å sikre at de riktige beslutningene blir tatt til rett tid og at brukere får gitt sine innspill (Hamdi et al., 2012). Integrert prosjektering etterspør tidlig bruk av aktører med kunnskap om byggbarhet, kostnader og materialer, og dette gir resultatet i form av færre feil og mindre omarbeid (Ballard et al., 2010). En fordel med denne tidlige involveringen er at utformingen av designet blir mer pålitelig, da de utførende har større innflytelse på design og informasjon i BIM-modellen. Dette står i motsetning til en konvensjonell prosjekteringsprosess der aktørene blir involvert etter behov og hvilken fase hver aktør kan knyttes til. Ved større innflytelse på og innblikk i ulike designløsninger blir de prosjekterende mer engasjerte til å utføre designet (Moud, 2013). I tillegg er det et psykologisk aspekt ved dette tidlige samarbeidet, ved at det er lettere å bygge opp en felles visjon om behov og verdier så tidlig som mulig og gir et bedre samarbeid mellom deltakerne (Ballard et al., 2010).

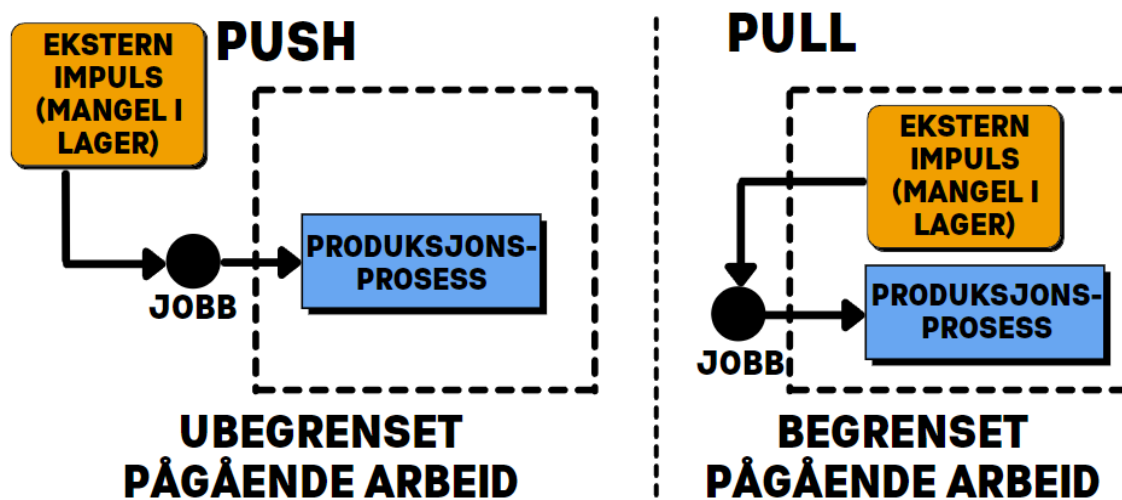
“Front-loading” kan også gjennomføres gjennom den Lean-baserte samarbeidsstrategien Target Value Design (TVD), der det forsøkes å prosjektere etter kundens verdimål og optimalisere kostnader, tid, prosjekteringskriterier og byggbarhet (Ballard et al., 2010). Metoden strekker seg etter at en tidlig involvert prosjekteringsgruppe utarbeider et estimat av optimale løsninger og regulerer kostnader i prosjektene, og at det prosjekteres basert på dette. Hensikten med metoden er at prosjekteringsløsningene skal være basert på et detaljert estimat, fremfor at estimatet er basert på et detaljerte prosjekteringsløsninger (Ballard et al., 2010). Med dette detaljerte estimatet har man en ide om et produkt, og man bør i størst mulig grad rendyrke utformingen av produktet og prosessen som produserer dette produktet. På denne måten unngår man endringer underveis for å ta hensyn til eventuelle kostnadsoverskridelser, og man oppnår bedre flyt i prosjekteringen.

Iterativ tilnærming

Integrert prosjektering tar hensyn til den iterative tilnærmingen som prosjekteringsprosessen etterspør (Westgaard et al., 2010). En veldig sentral av prinsippene i Lean er tilretteleggelse av indre effektivitet gjennom verdistrøm, flyt og Pull-planlegging (Womack et al., 1996). Da prosjekteringsprosessen er en iterativ, analytisk og kreativ prosess, kreves det prinsipper og systemer for å legge opp en god verdistrøm. Integrert prosjektering har et transparent syn på prosjektgjennomføring og forsøker å ta hensyn til eierskap til ulike deler av prosjektet (Ballard et al., 2010). Dette innebærer mer organisering og visuell planlegging, der lederskap og delegering av arbeid er essensielt. Her er Pull-prinsippet fra Lean essensielt, og i praksis betyr dette at aktører har ansvar til å trekke informasjon til seg (Ballard, 2000c). Det første steget ved å lage denne planen vil gjennomføres ved å legge opp milepæler. Dette vil være en ramme for hvordan prosjektet går fremover, hva som må prioriteres og hvordan tiden i prosjektet kan distribueres. Bruken av dette planleggingssystemet gir avkastning i form av at det blir mer tid på planlegging, noe som gjør at byggingen går mer effektivt (Alves et al., 2012).

Pull-planlegging står i motsetning til Push-planlegging, som er mer strømlinjeformet og uavhengig av prosjektets nåværende status. Visualisering av forskjellen kan sees i figur 20. I et Push-system har man på forhånd laget en plan på hva man trenger og når ut fra ordre- og prognosestyring (Ballard, 2000c). Push-prinsipper forsøker å “trykke” prosessen gjennom fra starten, noe som betyr at hver aktivitet er brutt ned

for en viss tidslengde fremover. Tilnærmingen integrert prosjektering har med Pull-planlegging krever mindre detaljstyring og kontroll av menneskelige ressurser, sammenliknet med hvordan dette gjøres i tradisjonell prosjektering.

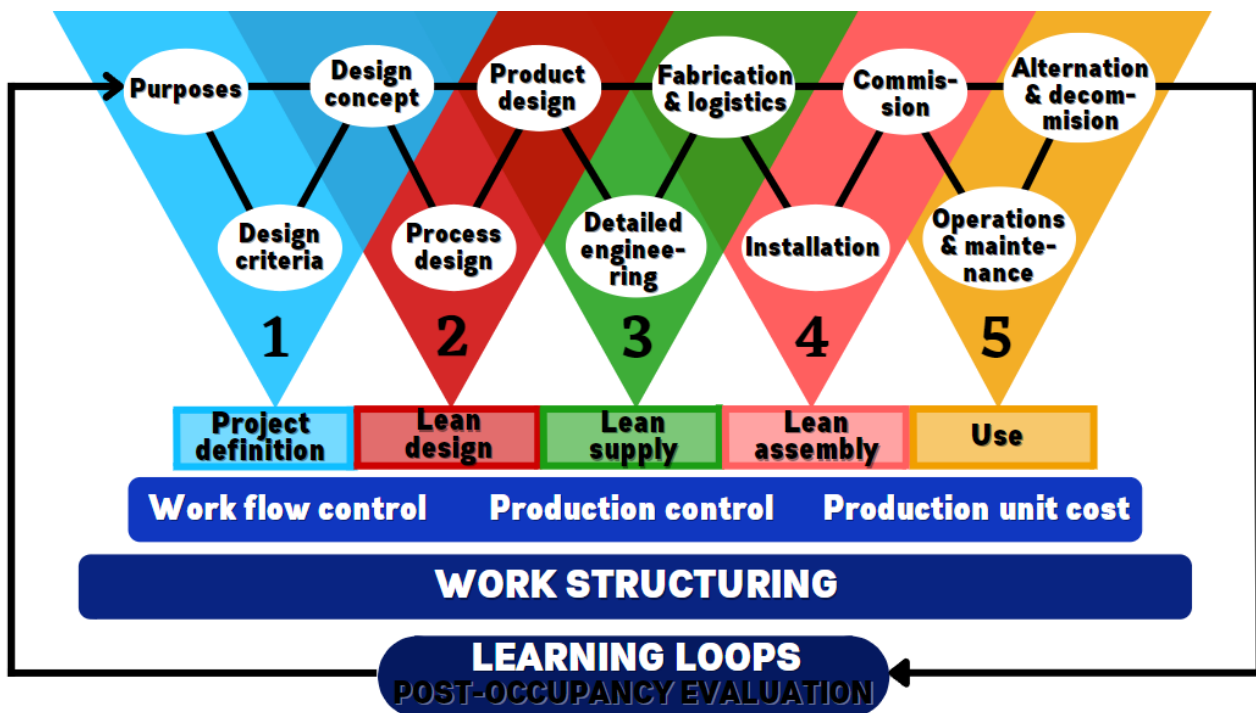


Figur 20: Push og Pull-systemer i Lean Construction (Drevland, 2019)

Informasjonsdeling i integrert prosjektering er langt mer åpen og tidlig sentrert, fremfor en langt mer tilbakeholden eller direkte "silo-basert" struktur i tradisjonell prosjektering (Ballard et al., 2010). Avgjørelser i integrert prosjektering er integrert med arbeidet og progresjon i prosjektet, og har grobunn i statistikk fra prosjektet. Dermed er avgjørelsene langt mer gjennomtenkte enn i tradisjonell prosjektering. Integrert prosjektering går ut fra langt mer fokusert måling av fremgang, og går ut fra prosjektets mening og verdi skapt herfra (Ballard et al., 2010). I tradisjonell prosjektering er målingene langt mer kommersielle, fokuserte på individuelle aktørers interesser og forankrede i arbeidskraft og timeverk. Innen integrert prosjektering sees det helhetlig på prosjekteringsgruppen med tanke på verdi i forhold til prosess og resultat.

Helhetlige prosesser

Integrert prosjektering tilfører et helhetlig syn på byggeprosjekter gjennom integrering av dets kjerneprosesser, noe som kan fasiliteres ved den Lean-baserte metodikken TVD (Target Value Design) og leveransmodellen Lean Project Delivery System (LPDS) (Ballard, 2008). TVD baserer seg på prosjektering gjennom estimering og tidlig involvering av prosjekteringsgruppen, og ser på hele livsløpet til prosjektet gjennom å legge opp en strategisk vei for prosjektleveransen gjennom programmering, prosjektering og produksjon. Litteraturen fremhever at tradisjonelle kontrakts- og kostnadsstyringsverktøy ser på byggeprosjektet altfor fragmentert uten helheten med grobunn i et leveransesystem. LPDS (vist i figur 21) kan fasilitere både prosjekteringsprosessen og byggeprosjektet som helhet og er et rammeverk for hele prosjektforløpet med konkrete faser i et prosjekt (Ballard et al., 2010). Sistnevnte avhandling beskriver at LPDS fasiliteter den integrerte prosjekteringsprosessen der det er økt samspill mellom fag, systemer og løsninger. Dette er et sentralt styringssystem som strukturerer byggeprosessen slik at den samsvarer Lean-tankegang og leverer et prosjekt som oppfyller kundens behov med minimal sløsing.



Figur 21: Oversiktsbilde over innholdet i leveransemodellen Lean Project Delivery (Ballard et al., 2010)

Leveransemodellen består av de fem fasene i en kronologisk rekkefølge: Project definition, Lean Design, Lean Supply, Lean Assembly og Use (Ballard et al., 2010). Første fase, Project Definition, inkluderer avklaring av behov og verdier, avklaring av begrensninger, kriterier og et designkonsept (Ballard et al., 2010). I andre fase, som er Lean Design og beskriver prosjekteringen, tar utgangspunkt i designkonseptet fra Project Definition og viderefører dette til en prosjekteringsprosess. Her etableres det en prosess for gjennomføring og utvikles det et mer detaljert design (Ballard et al., 2010). Prosess og produkt utvikles parallelt for å sikre at de to går hånd i hånd, og resultatet av fasen er et forprosjekt. Ved bruk av dette systemet er prosjekteringsgruppen ansvarlig for å hjelpe kunden med å bestemme hva han egentlig ønsker å oppnå med prosjektet. Jørgensen (2006) fremhever at LPDS er en effektiv måte å sikre en tettere integrering mellom prosjektering og produksjon, da det er klar tilknytning mellom Lean Design, Lean Supply og Lean Assembly. I Lean Design utvikles prosjekteringsideen fra forprosjekt til et detaljprosjekt, mens Lean Supply står for overgangen mellom prosjektering og produksjon og Lean Assembly omfatter selve produksjonen. Dermed bygger LPDS bro mellom disse fasene, noe er en essensiell hensikt med integrert prosjektering (Ballard et al., 2010).

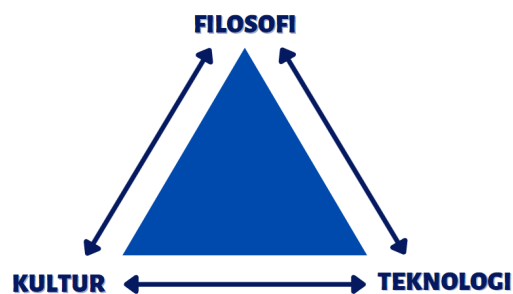
5.1.2 Endringsprosess

Prosjekteringsprosessen samt organiseringen og gjennomføringen av den er i rask endring, og denne endringsprosessen innebærer en overgang fra lineær og sekvensiell forståelse av prosessen til tverrfaglig og helhetlig forståelse (Westgaard et al., 2010). Amor et al. (2010) fremhever hvordan integrert prosjektering står som en tilnærming for gjennomføring av en prosjekteringsprosessen som forsøker å

forbedre ytelseevnen i et byggeprosjekt. Utarbeidelse av prosjekteringsløsninger blir stadig mer komplekst, og dermed stiller dette helt andre krav til kompetanse fra ulike spesialister i prosjekteringen (Krygiel et al., 2008). Derfor er det stadig større behov for integrerte prosjekteringsgrupper som kan dele kunnskap på tvers av fag, som har et helt annerledes grunnlag for kompetansefordeling i en gruppe. En integrert prosjekteringsprosess bygger videre på samarbeid, sluttresultat, tillit og transparens, åpenhet og kreativitet og kontinuerlig læring og forbedring (BC Green Building Roundtable, 2007). En sluttresultatorientert prosess legges opp ved godt definert omfang, visjon og mål, og blir gjennomført i praksis ved teambygging og kollektive prosjektmål.

Da integrert prosjektering fasiliterer bruk av Lean og BIM sammen, er det essensielt å analysere hvordan disse verktøyene fungerer sammen (Westgaard et al., 2010). Fra samtaler mellom Tjell (2010) og Glenn Ballard illustreres det at Lean er operativsystemet, den bakliggende ledelsesfilosofien og en nødvendig forutsetning til ethvert verktøy, og at uten dette vil ikke BIM være like funksjonelt. Dette viser at BIM og Lean har en gjensidig avhengighet, og ved å implementere begge to vil man få et mer effektivt prosjekt der mengden av uforutsette hendelser er redusert. Denne avhengigheten dokumenterer også Eastman et al. (2011), Alarcón et al. (2013) og Moud (2013), og illustreres ved kontinuerlig kontakt mellom deltakerne og med fokus på å unngå feil. I de fleste tilfeller er den praktiske gjennomføringen i gruppen og god problemløsning nøkkelen til suksess ved bruk av BIM og Lean i prosjekter (Eastman et al., 2011).

Litteraturen omtaler også at det er viktig å implementere BIM og Lean i synergi, da individuell implementering ikke vil fungere optimalt (Alcarón et al., 2013). Å innføre BIM uten bruk av Lean-prinsipper vil føre til en oppgradering av teknologi uten en filosofi eller et rammeverk for bruken av det. Motsatt, vil en innføring av Lean med tradisjonelle prosjekteringsmetoder føre til tilstrebelse av flyt og verdistrøm det ikke finnes rammeverk til å gjøre. Lean er en filosofi for å koordinere og utvikle et design i praksis, men mangler en intern metode for å strukturere og visualisere bygningsdesignet, noe BIM kan bidra med (Tjell, 2010). Metodikk basert på BIM gir muligheten til å ta prosjekteringen vekk fra tradisjonell arbeidsflyt, og gir muligheten til nye måter for informasjonsdeling og en prosjekteringsgruppe som jobber på en mye mer synkron måte (Alarcón et al., 2013). Sistnevnte avhandling hevder at teknologien muliggjør prosessen, noe som gjør at BIM er et helt sentralt ledd i Lean. Det hevdes også at Lean og VDC deler felles filosofi og kultur i form av å effektivisere prosjektering, og generelt fokus på verdiskapelse (figur 22).



Figur 22: Komponenter for implementering av Lean og VDC i et byggeprosjekt (Alarcón et al., 2013).

5.2 Lean

Lean er en filosofi for produksjon og leveranser, og går ut på maksimering av verdi i og minimalisering av sløsing i et prosjekt (Womack et al., 1996). Integrert prosjektering og Lean har svært konvergerende tankegang, og bygger i stor grad på hverandre (Ballard et al., 2010). Derfor blir Lean-tankegang presentert i denne oppgaven. Filosofien har i stor grad konsentrert seg om optimalisering av vareproduksjon og har sterkest tilknytning til fabrikkproduksjon, men kan også tilpasses alle former for produkt- og prosjektleveranse (Womack et al., 1996). Dette kapittelet gir et innblikk i et historisk bilde av bruk av Lean, de viktigste prinsippene innen tankegangen og Lean spesifikt for prosjektering gjennom ulike delkapitler.

5.2.1 Historisk bakteppe

Tankegangen til Lean har sitt utgangspunkt i Fords samlebåndsproduksjon fra det tidlige 1900-tallet (Hall, 2004). Ordet "lean" kan oversettes til "slank", der en viktig del av essensen i tankegangen er en "slank" produksjon for å oppnå bedre flyt og bedre produktivitet i produksjonen gjennom standardisering av arbeidsprosesser og reduksjon av tid- og ressursbruk. Basert på denne tankegangen utviklet Ford en modell for å tilpasse fabrikkproduksjon og utviklet en samlebåndsproduksjon gjennom repetisjon av aktiviteter, slik at den svarte T-Forden kunne ferdigstilles hvert tiende sekund (Hall, 2004). Baktankene bak denne Lean-tankegangen har videre blitt introdusert til etterkrigstidens Japan, der tankegangen har vært sentral for utvikling av bilmerket Toyota gjennom samlebåndsproduksjon. I et lite land i areal med høy befolkningstetthet og begrensede naturressurser, var det helt nødvendig å studere produksjonsmetodene fra Lean for en bærekraftig videre industrialisering (Hall, 2004). Systemene fra Japan i disse tiårene fokuserte på optimalisering av omstillingstider og design av arbeidsflyten, og resultatet var en langt høyere utnyttelsesgrad med færre ressurser, og tilpasning av markedet og maksimering av verdi.

Den japanske samlebåndsproduksjonen fikk igjen fotfeste i den vestlige verdenen sent på 1980-tallet og tidlig på 1990-tallet (Hall, 2004). Lean ble først brukt som begrep i artikkelen "Triumph of the Lean Production System" fra 1988, og videre beskrevet i boken "The Machine That Changed the World" av James Womack i 1990. Dette ble mer og mer tilrettelagt byggeplassproduksjon gjennom økning av fleksibilitet, maksimering av verdiskapelse i prosessen og fokus på kontinuerlig forbedring senere på 90-tallet, gjennom introduksjon av Lean Construction (Koskela, 1992). Dette er en tilpasning av teoriene til et byggeprosjekt, der en leveranse skiller seg fra samlebåndsproduksjon ved at forutsetningene for byggeplassproduksjon endrer seg fra prosjekt til prosjekt og omgivelsene varierer gjennom prosjektets levetid. Tanken bak Lean Construction var å forbedre konkurranseevnen ved trinnvis effektivisering av aktiviteter, i motsetning til mer tradisjonelle konkurransefokusede aktiviteter (Koskela, 1992). Byggeprosesser kan sees på som flytprosesser bestående av både verdiskapende og ikke-verdiskapende aktiviteter, og dermed må et produksjonssystem tilpasses varierte og mer komplekse arbeidsoppgaver.

Disse tankene fikk i løpet av få år fotfeste i USA, og ble i løpet av få år sett på som et paradigmeskifte (Ballard, 2000c). Lean Construction skiller seg fra tradisjonelle byggeprosesser gjennom målene, inndeling av faser og struktur i prosjektet. For eksempel har filosofien en klar ide rundt sammenhenger mellom aktiviteter og

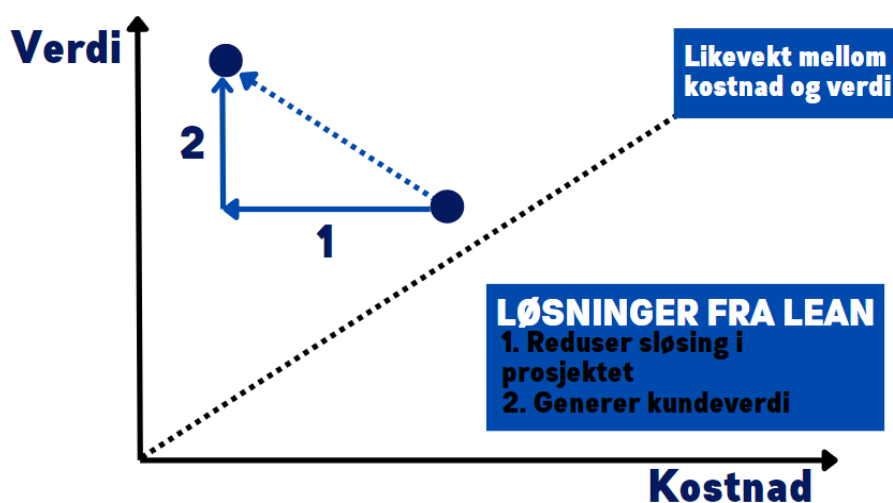
delprosesser og hvordan aktører i prosessen samhandler (Koskela, 1992). Dette er en tankegang som underbygger integrert prosjektering som tilnærming. Lean-tankegangen ble videreutviklet til boken "Lean Thinking" fra 1996, som ga en dypere utredning av innholdet i tankegangen, og definerte de fem prinsippene verdi, verdistrøm, flyt, Pull og kontinuerlig forbedring (Womack et al., 1996). Videre har Lean blitt implementert i byggbransjen i Norge og i vestlige land gjennom en endringsprosess i tankegang fra filosofien, som en tilnærming fra integrert prosjektering bygger videre på (Westgaard et al., 2010). Dette representerer en overgang fra tradisjonelle og lineære metoder til Lean- og VDC-baserte metoder. Dette har vært en gradvis prosess de siste 20 årene, men i Norge har denne endringsprosessen vært mest fremtredende de siste 5-10 årene basert på intervjuer i denne oppgaven.

5.2.2 Lean som filosofi

Det er utarbeidet definisjoner på Lean i litteraturen. Følgende avhandlinger omtaler filosofien som:

- Russel et al. (2006): "An integrated management system that emphasizes the elimination of waste and the continuous improvement of operations."
- Koskela (2008): "A way to design production systems to minimize waste of materials, time, and effort in order to generate the maximum possible amount of value."

Et prosjekt basert på Lean er et som er systematisk strukturert for å levere et produkt som maksimerer verdien og minimerer sløsing (Russel et al., 2006). Lean tilstreber å forbedre effektiviteten og produktiviteten, og ideen bak dette produksjonssystemet er å redusere inventaret og øke samhandling og samhold i en prosjektgruppe. Hines et al. (2004) diskuterer Lean sitt todelt fokus på å generere kunde verdi og å redusere sløsing i prosessen. Avhandlingen viser dette i en graf som kan sees i figur 23, og illustrerer hvordan dette fører til høyere verdi for lavere kostnader. Hines et al. (2004) deler verdiskapelsen i to hovedpunkter: (1) Verdi skapes når intern sløsing og redusert, dvs. ved unngåelse av unødvendige aktiviteter og kostnader, (2) Verdi kan økes når funksjoner eller tjenester etterspurt av kunden kan tilbys ved sluttproduktet av bygningen.

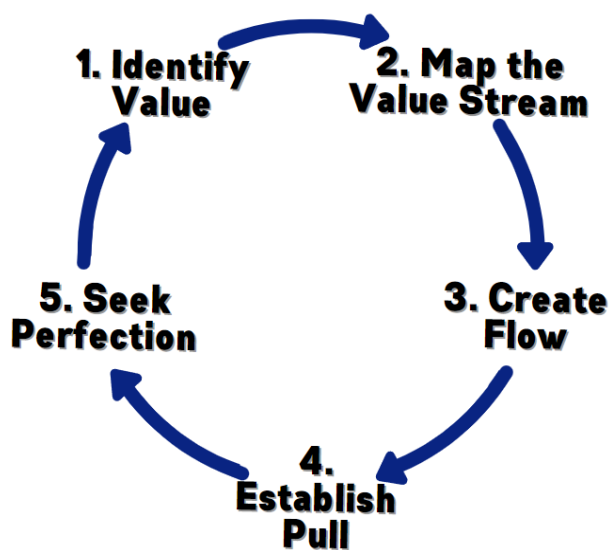


Figur 23: Hvordan Lean skaper kunde verdi med stegene (1) og (2), basert på Hines et al. (2004) sin teori og figurer.

Sentralt for Leans viktige tanker står fem hovedprinsipper, som er verdi, verdistrøm, flyt, pull og kontinuerlig forbedring (Womack et al., 1996):

- **Verdi** - Tanken bak Lean Construction er basert på verdi for kunde eller sluttbruker. Lean står for at kunden definerer hva som er verdifullt og nyttig, og legger opp til at vedkommende skal få mest bruksverdi for utbyttet av produktet. En sentral politikk her er å legge opp til null feil ved overlevering etter kundens referanser.
- **Verdistrøm** - Sekvensen av aktiviteter som kreves for å designe, produsere og levere en bestemt vare eller tjeneste, og langs hvilken informasjon og hvilke materialer verdi strømmer. Definisjon av hva som er verdifullt i prosessen, basert på kartlegging og en "kritisk linje" for verdien, noe som betyr å identifisere og minimere på aktiviteter som ikke genererer verdi, og forsterker aktiviteter som skaper verdi i prosjektet.
- **Flyt** - Tilretteleggelse for at de kartlagte verdiskapende aktivitetene kan flyte uhindret. Det betyr at et sørges løpende for at alle nødvendige forutsetninger for enkelte aktiviteter er tilstede når en aktivitet gjennomføres, og målet er å la produktet "flyte" uten stans gjennom verdiskapingen.
- **Pull** - Innsatsmidlene suges gjennom verdistrømmen fremfor å skyve fra ett ledd til neste. Prinsippet er basert på at et innsatsmiddel trekkes til en aktivitet når den er klar for gjennomføring, og at verdiskaping lagt opp av kunden skaper et sug for hva som foregår i produksjonen. Dersom et ledd i produksjonskjeden ikke kan påbegynne sin aktivitet på grunn av mangel på innsatsmiddel fra forrige ledd, blir dette klassifisert som sløsing i prosessen.
- **Kontinuerlig forbedring** - Gjennomføring av de fire foregående elementene slik at det fanges opp nye erfaringer underveis og lærer fra dette, og på denne måten kan prosjekteringsgruppen læres opp for bedre prestasjon. Kontinuerlig forbedring i et vanlig byggeprosjekt inkluderer målinger, observasjoner, gjennomganger og evalueringer i prosesser, bruk av teori og optimalisering av kvalitet i prosessene. Dette kan gjøres i kurs og etterutdannelser etter ferdigstillelse av prosjektet, noe som omtales ytterligere i kapittel 5.3.1 for LPS.

Disse hovedprinsippene i Lean er illustrert i figur 24.



Figur 24: Fem ulike prinsipper i en syklus Lean bruker for å skape verdi i prosjektet (Womack et al., 1996).

Lean Construction fungerer som en videreføring av tankegangen i Lean for produksjon i byggeprosjekter, med et spesifikt mål om å generere verdi både for sluttproduktet og underveis i prosessen (Womack et al., 1996). Noen sentrale mål for å oppnå dette er lave kostnader, færre forsinkelser, smartere materialvalg og logistikk, mindre usikkerhet, bedre design, mer effektive bygninger og fasiliteter og høyere brukertilfredshet. Khanzode et al. (2006) omtaler Lean Construction slik: *“The ultimate goal of Lean Construction is to eliminate waste from construction and deliver a product that a customer wants, instantly”*. Ideene og prinsippene bak Lean Construction gir avkastning i praksis i form av redusert sløsing, redusert variabilitet ved aktivitetsgjennomføring, bedre forståelse av prosessen, økt fleksibilitet, gjennomsiktighet i prosjektet og tilført verdi (Koskela et al., 2002). De tradisjonelle måtene å motvirke sløsing i produksjonen gjennom Lean-filosofi ligger i å øke fleksibiliteten gjennom tilrettelegging for fleksible ressurser, noe som betyr at maskinene kan omstilles raskt og billig, og at arbeiderne har tverrfaglig innsikt (Russel et al., 2006).

Russel et al. (2006) definerer “de syv kilder til sløsing”, noe Lean forsøker å motvirke: overproduksjon, venting, transport, unødvendig arbeid, inventar, unødvendig bevegelse og reparasjoner eller omarbeid. Lean forsøker å unngå produksjon av mer enn hva som kan forbrukes, og dermed unødvendig inventar og kapitalbinding som kunne vært brukt på mer lønnsomme investeringer. Overproduksjon kan motvirkes med JIT-metodikk (“Just In Time”), som har opphav i tradisjonelle japanske produksjonssystemer (Russel et al., 2006). Denne formen for metodikk gjennomføres ved å få bedre kontroll over behovet for nye materialer, og går ut på å bestille materialer basert på etterspørsel i kvantum og hvilke materialer, lavt volum av inventar og mer tilrettelagt logistikk. Lean forsøker å unngå reparasjon og omarbeid gjennom et kompetansefokuseret og bærekraftig fokus. Dette er ofte et resultat av en opprinnelig dårlig løsning, noe som alltid er et resultat av mangel på kompetanse, kartlegging av kunnskap og samhandling, og fører videre til problemer senere i prosessen (Russel et al., 2006). Leans prinsipper forsøker også å motvirke andre former for ineffektiv bruk av arbeidstid, slik som unødvendig bevegelse, venting, ineffektiv logistikk og unødvendige aktiviteter.

5.2.3 Lean i prosjektering

Russel et al. (2006) oppsummerer de viktigste verdiaspektene et byggeprosjekt skal legge opp til basert på Lean-filosofi. Dette gir et innblikk hvordan Lean utøves i prosjekteringen. Disse tre punktene innen prosjektering har, ifølge boken, størst påvirkning på verdi i byggeprosjektet:

- (1) Effektiv generering av et produksjonsunderlag med maksimering av positive iterasjoner i prosjekteringsprosessen gjennom å tilrettelegge prosessstyringsverktøy for å strømlinjeforme prosessen for å oppnå høyere effektivitet
- (2) Et produksjonsgrunnlag som kan benyttes effektivt i produksjonsfasen, med andre ord tilstrebe prosjekteringsløsninger som tar hensyn til og tilrettelegger mest mulig effektiv byggeplassproduksjon
- (3) Prosjekteringsløsninger som tar hensyn til byggherres visjon og formålet med prosjektet på samfunnets vegne, noe som betyr at prosjekteringsgrunnlaget oppfyller de mål, ønsker og krav kunden har satt for prosjektet

Sentrale teknikker fra Lean som brukes i prosjekteringen inkluderer problemløsning i team, tverrfaglighet gjennom deling av erfaring, lavt volum, reduksjon av

produksjonen, utsettelse av beslutninger og overdimensjonering ved behov (Womack et al., 1996). Lavt volum i prosjekteringen betyr at man kan løse vanskelige problemer med en modell som en enkel å bruke, og å forhåndsinnstille flere dokumenter slik at man slipper å fylle ut samme informasjon flere ganger. Lean tar vare på løsninger slik at de kan gjenbrukes på en måte man har god erfaring med, og lik utføring av aktiviteter kan skape standardisering av prosessen, og skape en mer stabil strøm i prosessen (Russel et al., 2006). Reduksjon av produksjonen går ut på at man kun skal produsere det som er nødvendig for at de andre skal kunne utføre sin jobb. I Lean ønsker man å utsette beslutninger for å få gjennomtenkte beslutninger for å kunne legge opp verdi, da disse er gjennomført fornuftig og er vurdert over lengre tid. I enkelte tilfeller kan beslutninger utsettes så lenge at alle andre potensielle muligheter utelukkes, og at man velger alternativet som har overlevd lengst under utvelgelsen.

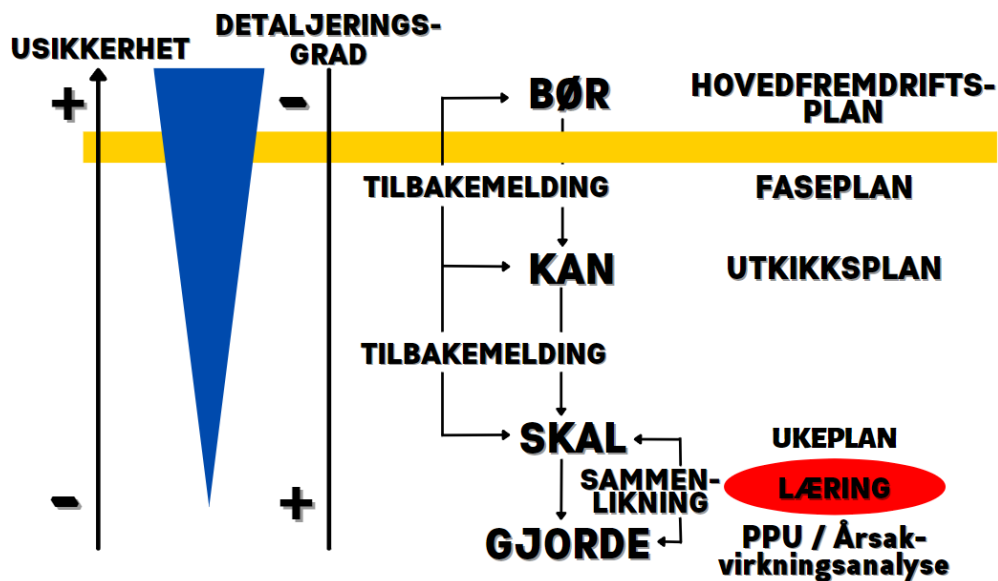
5.3 Metodikk

Integrert og Lean-basert prosjektering kan gjennomføres ved bruk av intern metodikk med opphav i Lean og ekstern metodikk gjennom VDC (Ballard et al., 2010). Avhandlingen beskriver viktigheten av verktøy fra VDC for at en integrert prosjekteringsprosess kan gjennomføres i praksis. VDC er et moderne rammeverk for kommunikasjon, grensesnitt og informasjonsflyt, og har en sterk tilknytning til Lean og endringsprosesser i byggeprosjekter (Kunz et al., 2012). Den mest sentrale metoden innen Lean som omtales i denne masteroppgaven er LPS (Last Planner System). I tillegg benytter integrert prosjektering seg av VDC-metodikk i form av BIM og ICE for felles visualisering og møtstruktur. Disse tre spesifikke metodene omtales i hvert sitt delkapittel nedenfor.

5.3.1 Last Planner System

Last Planner System (LPS) er et verktøy for å planlegge og styre produksjon, og for å forbedre prosessene i byggeprosjekter etter Pull-planlegging (Ballard, 2008; Bølviken et al., 2010). Målet med metoden er å planlegge prosjektet bakfra fra et forhåndsplanlagt endepunkt gjennom et planhierarki og en møtstruktur. Dette innebærer et system mellom en hovedfremdriftsplan og en detaljert tverrfaglig aktivitetsplan som oppdateres løpende gjennom et utkikkssystem (Ballard, 2008). Detaljerte planer styres av viktige prosesser og beslutningspunkter i en overordnet fremdriftsplan, og prosjektet følges opp med et utkikkssystem for å oppdatere aktivitetsplanen løpende og for å unngå "hindringer" på veien (Alves et al., 2019). I tillegg holdes ukentlige møter for å legge opp til kommende aktiviteter for de utførende. Ballard (2000b) bekrefter at LPS gir langt bedre prosjektresultater sammenliknet med prosjekter med mer tradisjonelle metoder.

LPS kan kategoriseres som et engasjementbasert plansystem, og bygger på at det siste leddet i planleggingskjeden skal utarbeide planene (Ballard, 2008). Dermed er det fokus på utkikkplanlegging, forpliktelse og læring fra gjennomførte aktiviteter. Planene skal være pålitelige, og vil i ettertid bli evaluert ved å analysere nåværende prosentandel utført med endelig prosentandel utført. LPS benytter fire ulike plannivåer: hovedfremdriftsplan, faseplan, utkikkplan og to-ukers arbeidsplan (Bølviken et al., 2010). Hvordan de ulike planene henger sammen med tankegang, usikkerhet og detaljnivå kan sees i figur 25.



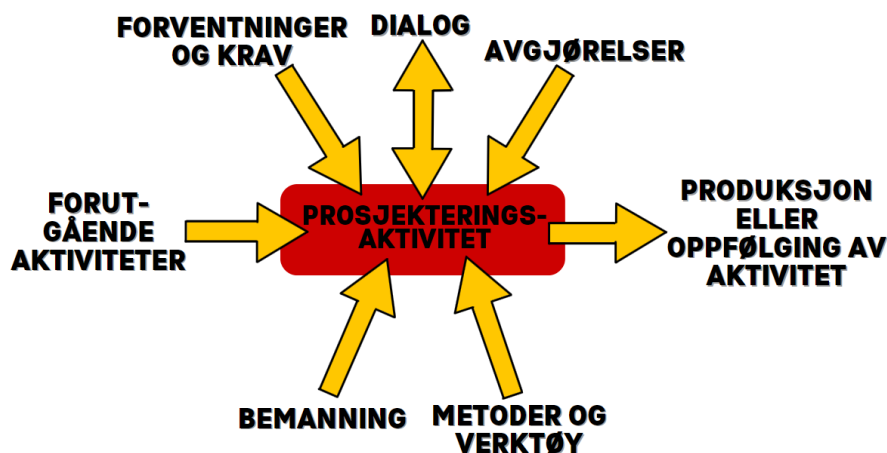
Figur 25: Plannivå i LPS, basert på Alves et al. (2019).

Planene går etter rekkefølgen (1) bør, (2) kan, (3) skal, (4) gjorde fra høyt opp i plansystemet og nedover. I hovedfremdriftsplan skal det som **bør** gjøres omdannes til det som **kan** gjøres i utkikkspanen, noe som videre omdannes til det som **skal** utføres i ukeplanen. De ulike plannivåene og delene av plansystemet kan i korte trekk beskrives:

- **Hovedfremdriftsplan:** En overordnet plan for både produksjon og prosjektering, med et fokus på milepæler, og som gir oversikt over tidspunktene for de ulike fasene i prosjektet gjennom milepæler (Ballard, 2000b). Målet er å legge opp en mest mulig realistisk plan for å redusere usikkerhet i prosjektet før det begynner (Alves et al., 2019).
- **Faseplan:** Plan for spesifikke faser i prosjekteringsprosessen, og som gir grunnlaget for overganger mellom ulike fag og oversikt over sentrale aktiviteter (Alves et al., 2019). Dette er med andre ord en plan som bygger videre på hovedplanen, men er mer detaljert og spesifikk for en bestemt tidsramme.
- **Utkikkspan:** Denne planen går ut fra ulike intervaller tatt ut fra faseplanen, og denne utarbeides gjennom Pull-planlegging (Ballard et al., 2003). Ved bruken av denne planen får man grunnlaget for hvilke aktiviteter som kan gjennomføres for en kommende tidsramme på 1-2 måneder. På denne måten planlegger man for operasjonell detalj fortløpende, og man forsøker å identifisere hvor realistiske aktiviteter er når de settes opp med utkikkspanen.
- **Ukeplan:** Her tar man videre aktiviteter fra utkikkspanen, og her klargjøres oppgaver for en tidsramme på 1-2 uker (Ballard, 2000b). Dette er med andre ord en langt mer detaljert plan basert på utkikkspanen, og omfatter tegninger og prosjekteringsdokumenter som skal benyttes i produksjon. For å legge inn en aktivitet i denne er man forpliktet til å gjennomføre dette.

LPS er opprinnelig produsert for å tilpasse produksjonsprosessen, men har i senere tid blitt tilrettelagt prosjekteringen ved Bølviken et al. (2010). Målet her er å integrere alle fasene i byggeprosjektet ytterligere sammen, og å legge opp prosjekteringen basert på pull-planlegging og mer tilrettelagt samhandling. LPS ved prosjektering benytter de syv punktene fra Bølviken et al. (2010) for at en aktivitet kan klassifiseres

som “sunn” i en prosjekteringsprosess, noe som er et krav for å påbegynne denne aktiviteten. Disse punktene er: (1) Forutgående aktiviteter, (2) Bemanning, (3) Metoder og verktøy, (4) Forventninger og krav, (5) Dialog og (6) Avgjørelser. Figur 26 viser en visualisering av de seks ulike forutsetningene for en sunn prosjekteringsaktivitet. Essensen med utviklingsmøtene er å klargjøre at hver aktivitet har de nødvendige forutsetningene for å utføres. Om ikke alle forutsetningene er på plass kan ikke aktiviteten gjennomføres.



Figur 26: Seks forutsetninger for en sunn prosjekteringsaktivitet, basert på Bølviken et al. (2010).

LPS gir mange muligheter sammenlignet med gamle styringsmetoder, da de sistnevnte er preget av høy usikkerhet, høy grad av uorden og vanskeligheter med å følge planen (Alves et al., 2019). Aktivitetsoppsettet i moderne prosjekter blir generelt sett på som rotete, og ofte blir dette sett på som “styring av kaos”. Dermed gir LPS muligheten til å øke sikkerheten i estimatene ved at aktiviteter kan planlegges så sent som mulig (Alves et al., 2019). I denne sammenhengen har man en tilnærming der man begynner med målet, og arbeider seg tilbake i tid ved at informasjon, dokumenter og fremdrift blir “sugd etter”. Dette står i motsetning til å “pushe” prosjektet fremover med tradisjonelle metoder. Dermed går LPS hånd i hånd med pull-planlegging og tett samarbeid mellom ulike aktører (Alves et al., 2019).

Et sentralt måleverktøy i LPS som brukes i prosjekteringsprosessen er måling av PPU (Prosent Planlagt Utført), noe som gir et innblikk i om planleggingen og utførelsen stemmer overens i oppfølgingene (Ballard, 2000b). PPU kan regnes som prosentandelen av utførte aktiviteter i forhold til totalt antall planlagte aktiviteter i ukeplanen, noe som kan sees i figur 27.

$$\text{PPU} = \frac{\text{Utførte aktiviteter}}{\text{Totalt antall planlagte aktiviteter}} \times 100$$

Figur 27: Utrekning av PPU.

Disse aktivitetene er stort sett enten konkrete oppgaver i ICE-økter, handlingsplaner eller tegningsleveranser (Ballard, 2000b). Essensen med regning av PPU er å få en indikasjon på effektiviteten, påliteligheten og kvaliteten ved LPS-planlegging. Målet er å kontinuerlig øke PPU så nærme 100% som mulig, og å bruke dette verktøyet

som en kontinuerlig læringsprosess i form av konstruktiv tilbakemeldingsdialog (Ballard, 2000b). Videre kan informasjonen rundt ikke-utførte aktiviteter og bakliggende årsaker til dette identifiseres gjennom BIM og fremstilles i en rapport. Dette er et verktøy som kan benyttes for å komme frem til en løsning eller bruke informasjonen i forbedringsprosesser.

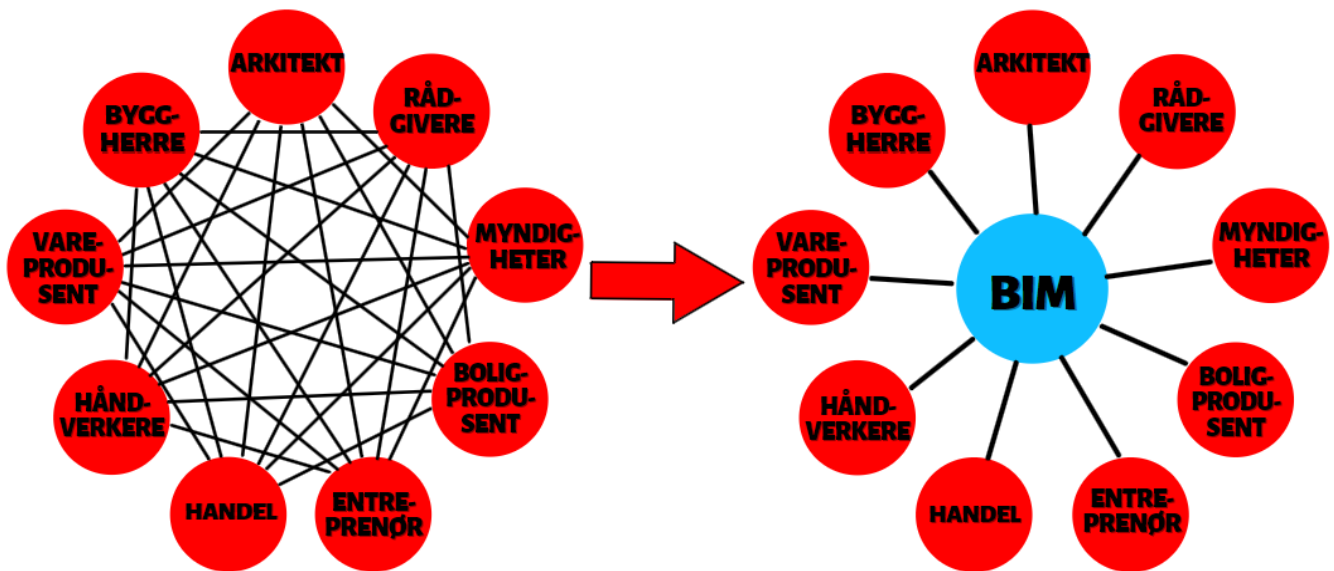
Gjennom LPS (Last Planner System) kan også læringsprosesser gjennomføres ved å analysere aktivitetsoppsettet (Ballard, 2000b). Verdien av prosjektet øker når man lærer fra prosessene og har fokus på forbedring gjennom å for eksempel analysere arbeidsmetodene og planleggingssystemene. Det sentrale i en læringsprosess er å se på hver hendelse eller aktivitet som en mulighet til å lære gjennom å se, tenke, gjøre og føle gjennom konkrete aktiviteter (Womack et al., 1996). I LPS kan dette gjøres gjennom DSM (Design Structure Matrix) og VSM (Value Stream Mapping) (Browning, 2016; Thomsen et al., 2010). DSM gir muligheten til å analysere avhengigheter mellom aktiviteter og aktører, for å legge opp struktur mellom aktivitetene i en rekkefølge som minimerer negative iterasjoner i en prosjekteringsprosess gjennom matriser. VSM kan brukes for å identifisere verdi- og ikke-verdiskapende aktiviteter i byggeprosjekter, og målet her er å analysere hvordan tilførsel blir til avkastning i TFV-modellen for å belyse verdistrøm i aktivitetsoppsett (Thomsen et al., 2010). Den praktiske nytteverdien av læringsprosesser er bedre integrering av prosjekteringsfasen med initialfasen og produksjon (Bølviken et al., 2010). Disse prosessene kan brukes effektivt for å finne grunnleggende årsaker for problemer.

5.3.3 BIM

BIM (Bygnings Informasjons Modell / Modelling) er et tredimensjonalt modelleringsprogram innen VDC, som samler all informasjon om prosjektet i en 3D-modell og gir prosjekteringsgruppen en felles visualisering av bygningen (Hamdi et al., 2012). BIM er en sentral del av integrert prosjektering og fungerer i synergi med Lean, da akkurat dette verktøyet tillater tverrfaglig, helhetlig og iterativt arbeid. Systemet beskriver virtuell design, bygging og drift av bygninger, og gir et innblikk i prosjekterings omfang, kollisjonskontroll, materialbruk, fremdriftsplan og økonomi som er koordinert i modellen (Forbes et al., 2011). En BIM-basert modell er en dynamisk modell, og denne kan gi parametriske og visuelle informasjon rundt fysiske og funksjonelle egenskaper til bygningen. For at en modell kan omtales som en BIM-modell, legger Eastman et al. (2011) opp seks kriterier for hva den inneholder: (1) Digital, (2) 3D Romforståelse, (3) Målinger, (4) Inneholder design, byggeteknikk, tid, metoder, virkemidler, økonomi og mulighetsstudie, (5) Tilgjengelig for alle aktører, (6) Kan brukes i alle prosjektfasene. I tillegg tilfører BIM prosjektet et felles lagringsformat, synkronisert fagterminologi og kobling til prosesser (SINTEF, 2009).

Noen av fordelene BIM gir prosjektet er felles forståelse i prosjekteringsfasen, forbedret kvalitet på materialet som leveres, høyere effektivitet i prosjekteringen, mindre omarbeid, pålitelige prosjekter og økt total verdi (Forbes et al., 2011). BIM gir muligheten til samlokalisering av alle aktører, som gir muligheten til visualisering og samler all informasjon i en database (Hamdi et al., 2012). På denne måten blir informasjonsdeling og -innhenting langt lettere ved bruk av den, og forenkler kommunikasjon betydelig ved at alle forbindelser går gjennom plattformen, noe som vises i figur 28. Bruk av BIM gjør at det er lettere for aktørene i prosjekteringsgruppen å forstå hvordan resten av gruppen tenker og hvordan det skal prosjekteres, og på denne måten kan det finnes en optimal løsning til et spesifikt

prosjekt (Eastman et al., 2011). Kunde får et helhetlig bilde av hvordan prosjektet blir ved at vedkommende kan benytte modellen, og kommunikasjon mellom førstnevnte og prosjekteringsleder forenkles. Gjennom denne modellen får for eksempel de prosjekterende informasjon fra byggherren om at verdien av bygningen øker når antall søyler i bygningen reduseres. Videre kan entreprenøren gi innspill til hva som er en optimal måte å redusere antall søyler gjennom erfaring fra tidligere arbeid.



Figur 28: Forenkling av kommunikasjon og informasjonsdeling gjennom samling av informasjon med BIM (Østby-Deglum, 2013).

BIM-modellen forsterker byggeprosjekt innen kommunikasjon og analyse gjennom tids- og kostnadsestimater, byggtekniske estimater og kollisjons- og samsvars kontroll (Eastman et al., 2011). Disse funksjonene kan blant annet gi tverrfaglig kontroll med energiberegning, brann-, akustikk- og fremdriftssimulering samtidig. Bølviken et al. (2010) fremhever hvordan BIM gir prosjekteringsgruppen en mer helhetlig forståelse av bygget, gir transparens i prosjektet, fasiliterer tverrfaglig samarbeid, reduserer kompleksiteten i bygget og gir økt forståelse hos fagfolk. M-en i BIM står for både modell og modellering, noe som gjengir at verktøyet er både et produkt og en prosess (Sacks et al., 2010). Gjennom prosessen kan informasjonen i elementene i modellen oppdateres eller detaljeres fortløpende, og dersom et sett med tegninger endres blir også flere sett med tegninger endret. Det blir omtalt at BIM er prosessen med å generere og styre bygningsdata gjennom livssyklusen til bygningen. Modellen gir også mulighet til å standardisere prosesser gjennom å gjenbruke gamle løsninger og redusere variasjon for eksempel gjennom reduksjon av omstillingstider, kontroll og fokus på forbedringer (Ballard et al., 2010).

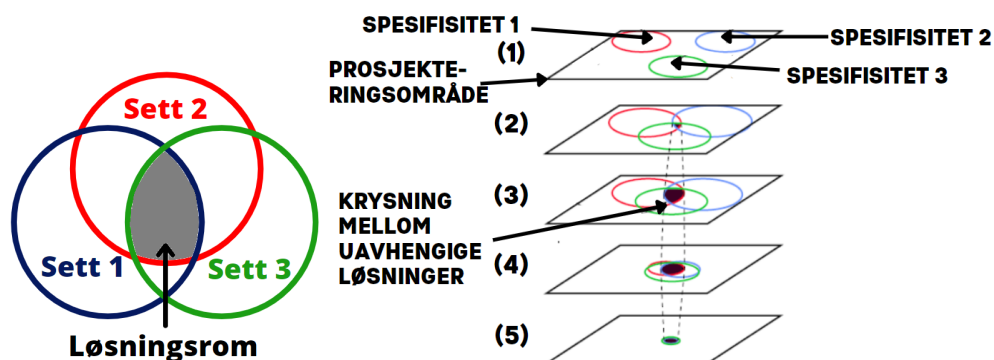
Samling av informasjon og deling av tegninger gjennom IFC-fil er sentralt innen bruk av BIM (SINTEF, 2009). Her har alle deltakerne i prosjekteringsgruppen tilgang til å lese andres modell og den sammenstilte modellen gjennom et felles lagringsformat. Dette er tilpasset hver enkelt aktør sitt softwareprogram, slik at alle aktører kan importere modellen, og deretter kan en redigert modell eksporteres tilbake til et IFC-format for å kunne deles med andre aktører igjen. Ved deling av dette filformatet kan data som geometriske verdier, farger og lysmengder overføres. Dette betyr at

modellen kan utvikles i ulike programmer, noe som gjør at modellen bryter barrierer mellom fagfelt og datavare. Dette betyr at dersom RIB bruker modelleringsprogrammet Revit, mens arkitekten bruker ArchiCad, kan begge aktørene dele sin modell ved å eksportere til en IFC-fil (SINTEF, 2009).

Implementerings- og opplæringsprosessen med BIM kan innebære utfordringer (Hamdi et al., 2012). Blant annet har flere aktører dårlig kunnskap om bruken av plattformen, til tross for at det generelt er høy interesse for bruken av verktøyet. Dette krever ofte implementering av avanserte teknikker og bruk ved flere kontekster. Dette må ofte løses ved kostbar kursing, opplæring og trening av ansatte, noe som er en utfordring å innføre i de fleste bedrifter (Hamdi et al., 2012). Å styre prosjekter gjennom et nytt verktøy gjennom endrede arbeids- og samarbeidsmetoder og tilvenning av ny software er en investering. Uten tilstrekkelig kunnskap og kompetanse om ny teknologi, vil ikke denne teknologien bidra til å forbedre prosjekteringsprosessen (Hamdi et al., 2012). Ofte kan dette kreve teknisk spisskompetanse, og det er ingen selvfølge at programvaren fungerer i alle tilfeller. Noen punkter må gjennomgås for suksessfull implementering av BIM, og dette innebærer mål og bruksområde til modell, struktur til modellen, detaljeringsgrad, programvarer, format og fordeling av ansvar og oppgaver (Hamdi et al., 2012).

Kollisjonskontroll basert på SBD

BIM tilfører byggeprosjekter en kollisjonskontroll basert på Lean-prinsippet SBD (Set-Based Design) (Ballard et al., 2010). Dette verktøyet går ut på at man velger et endelig forslag ut fra flere løsninger basert på at de ulike fagene, gjennom integrering av ulike løsninger til et fungerende sluttprodukt. Her kan koordineringsfeil og geometriske feil unngås, og modellen vil kontrollere mot kollisjoner mellom objekter. Her er målet å kunne bruke bred faglig kompetanse sammen for å finne flere mulige løsninger, og ved sammenlikning av ulike alternativer av løsninger finne et løsningsrom basert på prosjektets muligheter og begrensninger, noe som kan sees i figur 29 (Sobek et al., 1999).



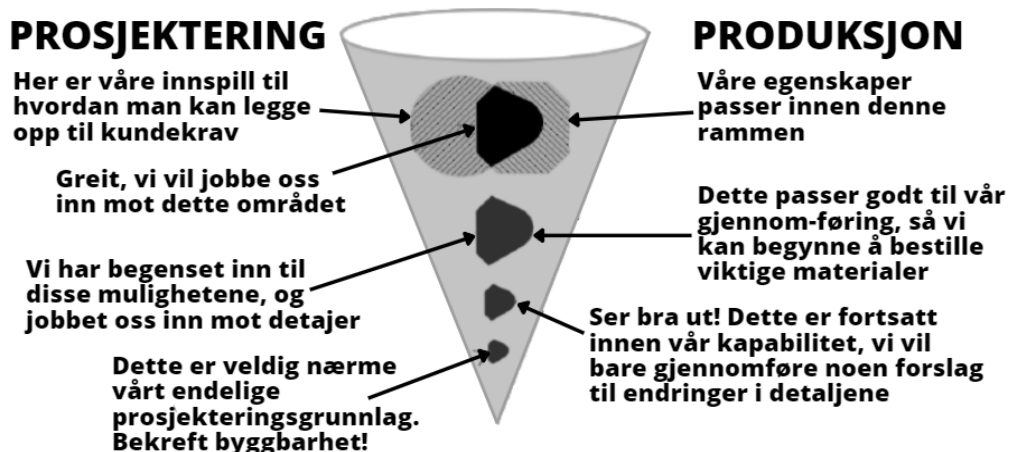
Figur 29: Hvordan ulike spesifisiteter omgjøres til en løsning basert på flere ulike sett (Sobek et al., 1999).

Gjennomføringen av denne metodikken kalles *integrering gjennom overlapping*, noe som betyr at man jobber med å finne de alternativene som fungerer bra sammen. Denne typen problemløsning gjennom BIM muliggjør tverrfaglig, helhetlig og iterativ gjennomføring basert på integrert prosjektering, noe som tilpasser prosessen i seg selv (Sobek et al., 1999). Ideen bak SBD er å bruke alle relevante kriterier for å produsere, evaluere og velge design ved utforming av prosjekteringen. Videre er

denne metodikken essensiell for byggbarhet i produksjon, da den tar hensyn til byggeplassproduksjon.

Ved kollisjoner er det mulig å bruke dette verktøyet til å granske plan og modell nærmere for å unngå at en liknende feil skjer igjen gjennom identifisering av avvik gjennom RCA (Root Cause Analysis) (Tommelein et al., 2012). Systemet kan både brukes innen både BIM og plansystemer, og fremdriftsplaner fra LPS og tegninger eller modeller fra BIM kan trekkes inn i et felles system. Dette er en effektiv metode for å identifisere årsaken til uenigheter mellom fag eller ikke-utført arbeid, og gir grunnlaget for å rette opp årsaker som de sistnevnte. Målet er å komme til bunns i hvorfor arbeidsoppgavene ikke ble utført som planlagt eller at ulike faglige løsninger kolliderer (Tommelein et al., 2012). På denne måten kan man finne informasjon om komplekse problemer i prosjekteringen, og man får et rammeverk for å ta tak i problemet for å unngå det flere ganger.

Tverrfaglig kontroll gjennom BIM kan for eksempel gjøre at man unngår en kollisjon mellom en søyle eller en ventilasjonskanal (Sobek et al., 1999). Man kan samkjøre modellene fra arkitekt, RIB, RIV og RIE i programmet Solibri. Deretter kan man gå inn på hver enkelt kollisjon, få opp en rapport som sendes ut til alle involverte og å løse problemet som oppstår her. Dette kan spare prosjektet for store kostnader. Det er også mulig å kontrollere modellen opp mot krav fra gjeldende lovverk og standarder, slik som brann, akustikk, lys og ventilasjon. Kollisjonskontroll i BIM fasiliterer dialog mellom prosjektering og produksjon, som skal bli enige om et endelig produksjonsunderlag (Sobek et al., 1999). Dermed har prosjektering og produksjon mulighet til å innarbeide hverandre i mellom hvordan detalj- og produksjonsprosjektering bygges videre til endelig produksjonsplan. Hvordan dette kan gjennomføres kan sees i figur 30, og denne formen for tverrfaglig samhandling har som mål å optimalisere byggbarhet i prosjektet.

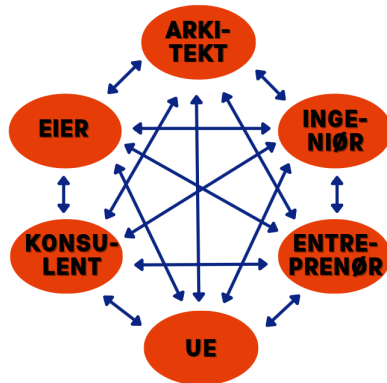


Figur 30: Dialog mellom prosjektering og produksjon i Set-Based Design (Sobek, et al., 1999).

5.3.4 ICE

ICE er et VDC-basert verktøy som gir muligheten til møtestruktur med høy grad av samhandling, samtidighet og tverrfaglighet, og der et mangfold av deltakere kan involveres (Chachere et al., 2004). ICE står for Integrated Concurrent Engineering, og betyr at relevante aktører sitter i et samlokalisert iRoom og kan prosjektere jevnlig

over et avgrenset tidsrom. ICE-møter er en felles plattform for mange beslutningstakere (figur 31), gir muligheten for raskt og iterativt samarbeid i prosjekteringsgruppen og har fokus på sak fremfor status eller posisjon i det organisatoriske hierarkiet (Kunz et al., 2012). Dette gir grunnlaget for samlokalisert prosjektering som fremmer kommunikasjon, innovative prosjekteringsløsninger og skaper en effektiv beslutningsprosess (Chachere et al., 2004). ICE har sitt opphav fra prosjektering i romfartsbransjen, der det ble stilt ekstra høye krav om kvalitet og måloppnåelse, men har i ettertid blitt videreutviklet for byggbransjen. Disse møtene passer veldig godt inn i prosjekteringsprosessen med faglig kompleks problemløsning og et mangfold av aktører (Bølviken et al., 2010).



Figur 31: Tverrfaglig samarbeid i iRoom, basert på Tjell (2010).

iRoom er et samhandlingsrom som er en sentral del av ICE, og utnevnes som viktig for samlokalisert prosjektering (Kunz et al., 2012). Her kan deltakerne i prosessen presentere informasjon i BIM-modellen gjennom en digital plattform, og her kan informasjon lagres transparent slik at det er tilgjengelig for hvert fag til enhver tid. Dette gir et åpent informasjonsnettverk som har blitt fremhevet som en etterspørsel ved tradisjonelle prosjekteringsmetoder. Problemløsning gjennom whiteboard og dialogmatrise og aktivitetsoppsett gjennom post-it lapper er noen av de mest sentrale elementene ICE kan bidra med. Her muliggjøres en enkel presentasjon, beskrivelse og vurdering av ulike perspektiver i prosjekteringen til et tidspunkt (Kunz et al., 2012). Det som gjør dette verktøyet unikt er at man jobber med felles modeller og detaljer for å utarbeide prosjekteringsgrunnlaget, som gir gruppen visualiserende forståelse, øker tempoet i prosjektet og tilfører langt mer effektive beslutninger.

ICE-møter kan finnes i utkikkplan og ukeplan basert på LPS, og i disse møtene legges inn basert på en overordnet agenda for aktiviteter og tema (Kunz et al., 2012). Her planlegges og avklares det hva som skal gjennomføres i prosjekteringen til neste møte, og gjennomføres for eksempel en gang i uka eller annenhver uke. Man benytter seg av nåværende løsning av prosjekteringsunderlaget ved et møte, og man avklarer mangler før neste underlag (Kunz et al., 2012). Chachere et al. (2004) hevder at felles mål, klargjøring av prosessene, interne grupper, uavhengig ledelsesstruktur og dekomponering av aktiviteter som sentrale suksessfaktorer ved bruk av ICE, basert på arbeid med et av de mest erfarne teamene i NASA. Møtene kan være psykologisk krevende, noe som betyr at alle deltakerne bør være dedikerte til oppgaven under møtene og være innstilte på å måloppnåelse i fellesskap (Chachere et al., 2004). Tilstedeværelse, besluttsomhet, forståelse av programvaren og fokus på oppgaven er sentralt for suksessfull gjennomføring av ICE-møter.

6 Resultat

Dette kapitlet presenterer resultatet av casestudiet med byggkonsernet AS Backe. Casestudiet er delt i dokumentstudie med hovedfokus på kvalitets- og styringssystemene til bedriften, og en serie med intervjuer for å kartlegge dypere informasjon rundt problemstilling og forskningsspørsmål i oppgaven. Det er meningen å kartlegge konkrete aktiviteter og prosesser som skal gi en representasjon av prosjekteringsprosessen i Backe. Her er hovedmålet å analysere prosjekteringsprosessen fokus på verdiskapelse i byggeprosjektet hos sistnevnte bedrift, med fokus på hva som gjennomføres basert på Lean og integrert prosjektering. Prosjektet Vareggghallen brukes som en supplerende referanseramme som skal gi praktiske eksempler for gjennomføring. Dette kapitlet er delt i delkapitler for casebeskrivelse, dokumentinformasjon om kvalitets- og styringssystemene i bedriften og resultat av intervjuer. Sistnevnte delkapittel er også spesifikt kategorisert i delkapitler tilrettelagt for hvert forskningsspørsmål.

6.1 Casebeskrivelse

AS Backe er et sentralt byggkonsern i Norge med forretningsområder innenfor bygg, eiendom og prosjektering. Den utøvende delen av konsernet som brukes i denne oppgaven representeres av Backe Entreprenør, Backe Bergen og Backe Østfold. Bedriften ble grunnlagt i 1946 i Oslo, og har i 2021 hatt en omsetning på 4,2 milliarder kroner, og har det samme året 872 registrerte ansatte (Backe, 2022). En oversikt over ulike selskaper og ulike virksomheter i systemene til AS Backe kan sees i figur 32.



Figur 32: Kart over ulike selskaper og virksomheter i AS Backe (Backe, 2022).

Et av Backe sine sentrale mål er å skape verdi gjennom kompetanseutvikling og tillitsbygging med samarbeidspartnere. Konsernsjef i selskapet snakker om Backe sin visjon: *"Vi bygger tillit hos våre kunder og leverandører gjennom å være faglig dyktige, ærlige, åpne og å holde det vi lover. Vi skal skape resultater og verdier gjennom vår egen dyktighet og ikke ved å misbruke makt eller ved å utnytte andres svakheter. Dette kaller vi positiv verdiskaping."* Bedriften ser verdi i arbeidsmiljø, kommunikasjon og bruk av kompetanse på tvers av fagfelter. Backe har et mål om å jobbe mot et felles mål, og å levere kvalitet i alt de gjør. Konsernet har seriøsitet og positiv verdiskaping innen deres etiske retningslinjer og legger til rette for bærekraftig innkjøpspraksis. Videre har Backe fokus på ytre miljø og miljøvennlighet, sikkerhet og helse på byggeplasser og arbeidsglede og -trivsel.

Varegghallen er et pågående prosjekt som gjennomføres av Backe Bergen. Dermed er det relevant å kartlegge hvordan prosjektering gjennomføres for akkurat dette prosjektet, og å bruke dette som en referanseramme. Dette står som et praktisk eksempel på hvordan kvalitets- og styringssystemene til bedriften benyttes, og intervjuene blir underbygd av hva som sies i intervjuene. Prosjektet Varegghallen blir bygd i sentrumsnære omgivelser i Bergen og har en arealramme på 7669 m² med bruttoareal. Tomten ligger i skrånende terreng i Sandviken bydel i bergen. Målet med prosjektet er å være en flerbrukshall for breddeidrett, og denne bygges under bakkenivå med en fotballbane på toppen av den. Figur 33 viser et utkast av bruksområdene til bygningen.



Figur 33: Utvendige utkast av Varegghallen for å illustrere forside, og hovedbruksområdene: hall og fotballbane, hentet fra Backes prosjekthotell.

Prosjekteringsgruppen består av arkitekt fra Rolv Eide AS, RIB og RIBaku fra Holst & Valen AS, RIBfy fra Siv.Ing. FM Haaland og RIBr fra KonseptA AS. Fremdriftsplanen til hallen gir et innblikk i at detaljsjektering pågår i øyeblikket denne masteren skrives, våren 2022. Produksjon begynner sommeren 2022, og har estimert byggetid på to år. Dermed er det antatt at hallen ferdigstilles i 2024. Kostnadsrammen til bygningen ligger på 150-200 millioner ekskludert merverdiavgift. Hallen bygges i et skrånende terreng i bevaringsverdig område, noe som betyr at det kreves forsiktig utførelse. Utfordringen med prosjektet er å “sprengne seg ned” fra dagens bakkenivå, 20 meter ned i en rørvegg i et boligområde. Slik bygningen bygges blir det som å bygge en bunkers. Her er det veldig mye spunt og vann å håndtere, og nedbørfeltet blir en utfordring.

6.2 Kvalitets- og styringssystemer

Backes interne styrings- og kvalitetssystemer gir et rammeverk med regler, anbefalinger og ressurser for gjennomføringen av prosjekteringsprosessen på tvers av konsernet. Dette representerer dokumentstudiet i oppgaven og inkluderer implementeringer og involveringer i et historisk forløp gjennom hele prosjektet. Dette gir et innblikk i plansystemer, prosjekteringsleders plikter, praktisk gjennomføring av prosjektering i Backe og andre tiltak som bør gjennomføres for en hensiktsmessig prosjekteringsprosess. I dette dokumentstudiet fokuseres det på de mest essensielle delene av dette systemet for verdiskapelse i prosjekteringen, og legges opp i 13 ulike punkter i dette kapittelet:

1. Lean og integrert prosjektering i Backe

Backe har gjennomført endringsprosesser innen modeller og verktøy i de ulike delene av konsernet i løpet av de fem siste årene. Dette har vært en gradvis overgang gjennom kursing og introduksjon av nye systemer, verktøy og funksjoner. Metodikken med forankring i Lean har satt preg på gjennomføringsmodell og struktur i byggeprosjektene til Backe, noe som har gitt store resultater for konsernet. Backe strekker seg etter å legge opp til et produksjonssystem som er basert på prinsipper fra integrert prosjektering. Blant annet tas det hensyn til iterative prosesser, helhetlig tenking og involvering av tverrfaglig kompetanse. Innkjøp, prosjektering og produksjon henger tett sammen, og man skal prosjektere et underlag fra en gitt jobb. Hvordan Lean og integrert prosjektering er synlig i ulike deler av Backe handler om god flyt i prosessen etter filosofiens definisjon, noe man prøver å oppnå gjennom å jobbe ut fra en Lean-tankegang og innføring av tekniske verktøy som plansystem, prosjekthotell og teknisk grensesnittmatrise.

Konsernet har fokus på gjennomføringsmodell i henhold til hensikt, fremfor varemerke. Det vil si at de ikke benevner sine verktøy for gjennomføring med Lean, LPS, BIM eller VDC, men benevner dette med bruksområde. For eksempel bruker Backe enklere uttrykk som fremdriftsplan og faseplan fremfor LPS, grafisk modell fremfor BIM og særmøter fremfor ICE. Konsernet har bevisst denne politikken for å ikke gi gjennomføringsmodellen navn basert på terminologi fra leverandøren, og ønsker å heller fokusere på å integrere disse leveransemodellene i eget system. Argumentet deres for å gjøre dette er fordi de ønsker å bygge videre på deres egne organisasjonssystemer, fremfor å fornye disse. Da deres styrings- og kvalitetssystemer er etablerte systemer, må prinsipper fra Lean innføres og integreres gradvis i egne systemer.

2. Kvalitetssystemene

Backe er ISO 9001-sertifisert, og her stilles det krav til måten man jobber med prosessutvikling og utvikling av bedrift. Etter disse kravene har Backe egne kvalitets- og styringssystem som sikrer ivaretagelse av egne kontrakter (RIF, 2015). Disse systemene inkluderer blant annet "Seks punktsplanen" og prosjekteringsplaner, og er en betydelig forandring fra gamle systemer brukt i Backe. ISO 9001 er en standard sertifisering som Backe har et forhold til, noe som betyr at sistnevnte pålegges å jobbe på en viss måte etter en viss struktur. Dette forholdet er underlagt en revisjon. Informasjonen fra ISO 9001 er videreført av RIF (Rådgivende Ingeniørers Forening) i deres håndbok RIF (2015). Backe tar utgangspunkt i ytelser de prosjekterende må levere, som bidrar til standarder og endringer. Denne boken gir konkrete rammer for rutiner ved en anbud og prosjektering, og gir et rammeverk for felles spilleregler og juridiske saker bedrifter må følge. Det beskrives at kvalitetssystemene skal som et minimum sikre oppfyllelsen av kontraktskrav i egen organisasjon, og omfatte følgende punkter:

- Organisasjonsplan som viser ansvars- og oppgavefordelingen
- Rutiner som sikrer at oppgaveløsningen skjer på en kvalifisert måte
- Identifikasjon av gjeldende krav i plan- og bygningslovgivningen for gjennomføring av oppdrag
- System for å identifisere, rette opp og hindre gjentakelse av avvik
- Styring av dokumenter I tillegg til ovennevnte system, skal systemkravene etter Pbl. være oppfylt for de funksjoner prosjekteringsleder ivaretar, eksempelvis ansvarlig søker (SØK).

3. Beslutningsplan

Backe bruker *seks punktsplanen* som en overordnet fremdriftsplan i byggeprosjektet. Dette er et kvalitetssystem som tilrettelegger at prosjekteringen er på et kvalitetsmessig nivå at prosjektet kan gå videre, og skal utarbeides av prosjekteringsleder. Beslutningsstrukturen ved seks punktsplanen gir muligheten til binære valg for fremdrift gjennom prosjekteringsmøter, og kan sammenlikne prosjektets nåtid mot byggherres ønsker. Den består av seks milepæler som står for ulike grader av fremdrift, og som tilsvarer beslutningspunkter i prosjektet. Fasene og beslutningspunktene her er tilrettelagt viktige deler av prosjekteringsprosessen, og ved disse beslutningspunktene gis det tillatelse for å gå videre i prosjektet. Kravene til planen er at den inneholder alle beslutningene byggherre skal ta, synliggjøre omfang av oppgaver og indikere tidsmessig når sentrale milepæler er. De viktigste fasene i seks punktsplanen er Salg og marked, Kalkulasjon og tilbud, Etablering og mobilisering, Prosjektgjennomføring, Prosjektavslutning og Service og ettermarked. De seks milepælene i Seks punktsplanen er:

Milepæl 1: Kalkylebeslutning,

Milepæl 2: Tillatelse til å levere anbud,

Milepæl 3: Tillatelse til å signere kontrakt,

Milepæl 4: Tillatelse til oppstart produksjon (Intern IG),

Milepæl 5: Periodisk oppfølging,

Milepæl 6: Prosjektavslutning.

Milepælene og fasene i seks punktsplanen kan sees i figur 34.

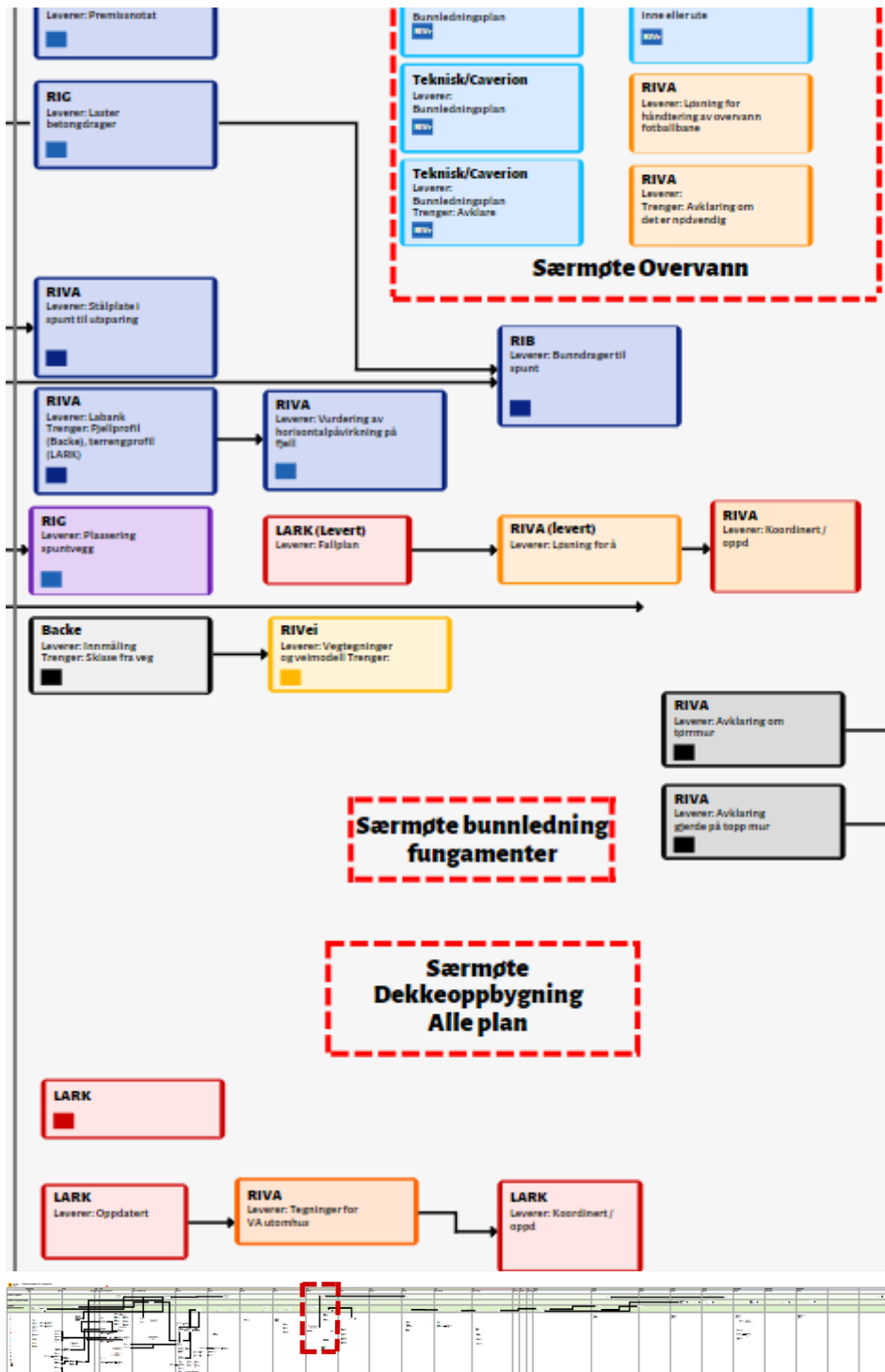


Figur 34: Oversiktsbilde av Sekspunktsplanen med milepæler og prosesser, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.

Prosjekteringsprosessen er en langvarig prosess det er vanskelig å avgrense, og dermed inngår prosessen i flere av fasene i byggeprosjektet. De viktigste delene av prosjekteringsprosessen mellom tillatelse til å levere anbud og tillatelse til oppstart av produksjon, og detaljprosjekteringen er i størst grad assosiert med "Etablering og mobilisering". Likevel har prosjekteringen tilknytning til fasene "Salg og marked", "Kalkulasjon og tilbud" og "Prosjektgjennomføring", og prosjekteringsprosessen inngår i disse. Ofte er det gjennomført skisseprosjektering som en del av markedsdelen som skal selges inn i salg- og markedsfasen, noe som gjerne en målpris med kostnadsramme. I produksjonen trer prosjekteringen frem som målsetting og støtte, noe som blir av Eikeland (1999) kalt for produksjonsprosjektering. Essensen her er at prosjekteringen inngår i flere faser i byggeprosjektet, og gjøres hele veien. Man må gå ut fra en verdikjede, og hvis man skal sette prosjekteringsprosessen inn i dette systemet er det aktuelt hele veien.

4. Prosjekteringsplan

Backe bruker en flytplan for aktivitetsoppsett i prosjekteringen, og blir ofte kalt for prosjekteringsplan. Denne bærer i stor grad preg av Lean og VDC, og er tilrettelagt spesifikt for prosjekteringen. Denne er laget for å formidle helheten av prosjektet, slik at rådgivere kan kommunisere, og brukes ved siden av prosjekthotellet Dalux, som samler informasjon etter hva som forsøkes å levere. Dette systemet er fleksibelt, og er på denne måten tilpasset flere plannivåer og planlegging på helhetlig prosjektbasis. Videre gir systemet muligheten til nøyaktig planlegging av forbindelser mellom aktiviteter og Pull-planlegging. Det tar hensyn til iterasjoner, variabilitet, varighet på aktiviteter og flere aktører og aktiviteters foregående behov. Systemet er både tilrettelagt planlegging både tidlig og underveis, og legger opp til høy grad av fleksibilitet. Prosjekteringsplanen er en omfattende plan som tar hensyn til hele prosjektet med referanser på ukesbasis. Det settes inn milepæler og aktiviteter i hver del av prosjektet med sammenhenger mellom, noe som kan sees i figur 35. Denne planen går ut fra milepæler i prosjektet og går ut fra byggesaker, innkjøp og prosjektmodenhet.



Figur 36: Prosjekteringsplan brukt av Backe med både utsnitt øverst og helhetlig oversikt nederst, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.

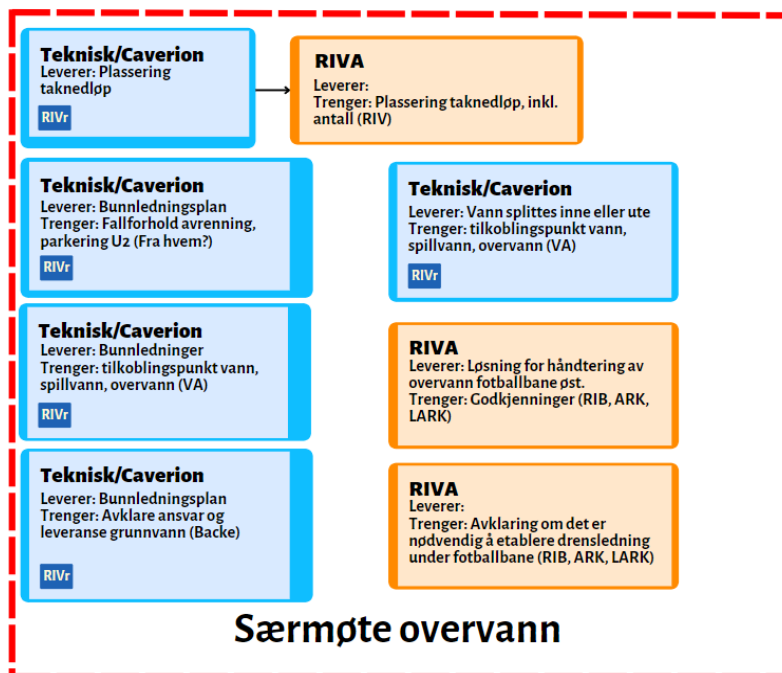
5. Gjennomføring og oppfølging av prosjekteringen

I punktet for gjennomføring og oppfølging av prosjekteringen i Backes kvalitets- og styringssystemer fremheves prosjekteringsleder sitt ansvar. Dette innebærer måling av prosjekteringsens samlede fremdrift mot opprinnelig prosjekteringsplan, og å oppdatere prosjekteringsgruppen på denne fremdriften. Videre nevnes det at prosjekteringsleder har ansvar for intern varsling, dokumentasjon av avtaler og beslutninger, kartlegging av konsekvenser og tiltak for å vedlikeholde tidsramme i

prosjekteringsplanen. Backe gjennomfører prosjekteringsmøter og særmøter for fremdrift i prosessen, og disse brukes som oppdateringer i status i prosjektet og foregår på en tidsbasis på 14 dager. Prosjekteringsleder skal bistå ansvarlig søker i å sette opp gjennomføringsplan, slik at det fordeles ansvar i prosjektering og utførelse og hentes inn ansvarserklæringer. Videre skal prosjekteringsleder ha innsikt i krav ved søknad og tillatelser, og påse at ansvarlig søker tar hensyn til dette i søknadene. Prosjekteringsleder har videre ansvaret for å involvere produksjonskompetanse til prosjekteringen, noe som ofte gjøres gjennom særmøter gjennom interne gjennomganger, tegningsgransking eller kommentering som særøppgave.

6. Særmøter gjennom ICE-struktur

Backe gjennomfører særmøter gjennom ICE-struktur, noe som betyr møter der det involveres fag og fokuseres på sak. Koordinering og fordypning i temaer og problemstillinger i gjennomføres i disse møtene. Til hvert møte er det ulike aktiviteter som tilknyttes denne saken, og dette gir et rammeverk for hvilke aktører som må involveres. Et eksempel på strukturen i et slikt møte kan sees i figur 37. Særmøter er integrert inn i Backes prosjekteringsplaner, og det legges inn advarsler om hvor det må legges inn særmøter. På denne måten får man en forståelse for aktivitetsoppsett og behov for særmøter.

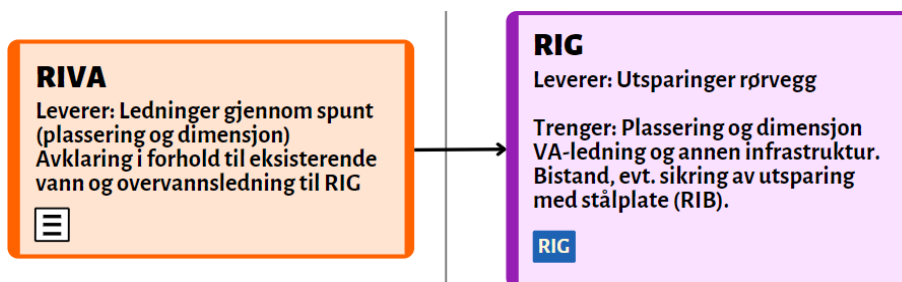


Figur 37: Særmøte i prosjekteringsplan med liste over saker og aktiviteter som diskuteres, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.

7. Pull-planlegging

Prosjekteringsplanen planlegges etter Pull-prinsippet, som er sentralt innen Lean. Slik som beskrevet av litteraturen i kapittel 5.1.1, begynner denne typen planlegging med målet, og man ser på aktivitetenes rolle for utarbeidelsen av produksjonsunderlaget. For å legge opp en del av en bygning har man en liste over ulike aktiviteter, og for å utarbeide en plan trenger man flere andre ferdige planer. For eksempel skal man først definere hvordan man ønsker at en betongtegning ser ut.

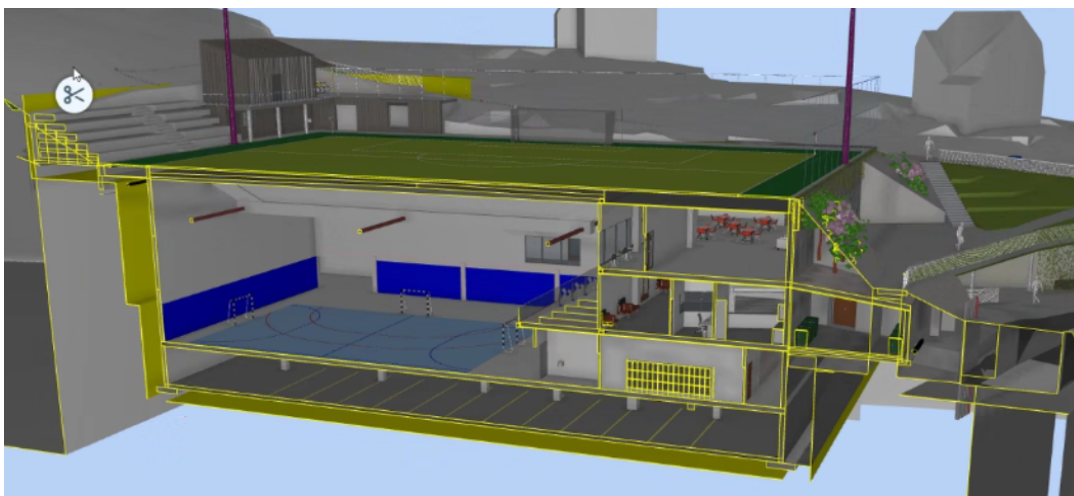
Deretter legger man opp en liste over aktiviteter som trengs for dette, som i dette tilfelles inneholder graveplan, spuntplan, peleplan. Videre trengs det spuntlinje og dybde i fjell for spuntplanen. På denne måten kan man legge opp en plan for gjennomføring ved å sette opp alle aktiviteter i et prosjekt i en rekkefølge, med et mål om et sluttprodukt. I figur 38 vises det to aktiviteter i Backe Bergen sine prosjekteringsplaner for Varegghallen. Her skal det legges på plass utsparinger i rørvegg, og her trengs det størrelse på VA-ledninger. Dermed viser figuren hvordan dimensjonering av ledningene gir muligheten til utsparingene i rørveggen. Etter pull "løsner" man bakover i et tre etter behov og etterspørsel. Skulle dette blitt gjort i push legger man opp dette ut fra starten til prosjektet uten fokus på behov og etterspørsel.



Figur 38: To aktiviteter i prosjekteringsplanen til Backe planlagt gjennom Pull-planlegging, hentet fra Backes kvalitets- og styringssystemer.

8. BIM-modeller

Backe prosjekterer alt i BIM, noe som inkluderer tegneverktøy som Revit, ArchiCad og Tekla samt kontrollverktøyet Solibri, og det er krav om bruk av IFC-filer i prosjekter. Modellene består av ulike faggitte modeller der alle fag jobber i samme modell: RIB, RIV, LARK. Alle tegneverktøy genererer en modell som kan legges inn i BIM, og dette legges i en IFC-fil som kan brukes i BIM. Backe bruker også Dalux som webhotell, som formidler alt av dokumenthåndtering, bilder og fagmodeller. Videre brukes Solibri som kollisjonskontroll, som kan sees i figur 39 gjennom et utsnitt av Varegghallen.



Figur 39: Redigering av Varegghallen i Solibri, hentet fra Backes prosjekthotell.

9. Kvalitetssikring

Backes har rutiner for kvalitetssikring i deres kvalitets- og styringssystemer, og fungerer i synergi med beslutningsplaner og fremdrift, der dette ofte er grunnlaget for at man kan gå videre i prosjektet. Backe har en overordnet kvalitetssikring før byggestart, og det er krav til hvor tidlig underlaget må komme før produksjon. Dette innebærer interne rutiner i form av bruk av rådgivere til sidemanns- og tredjemannskontroll, og gjennom disse kontrollene finnes det ofte saker som kan gjøres annerledes. Et eksempel på hva dette går ut på at interne ressurser brukes til å si at RIB bør regne på armering igjen. Målet er å legge opp til at dette er riktig dimensjonert, og ikke overdimensjonert. I tillegg til kvalitetssikring gjennomføres tverrfaglig kontroll og kollisjonskontroll. ISO 9001 forteller om hvordan dette skal jobbes med, og dette er i stor grad koordinering med rådgivere.

10. Tillatelse til byggestart

I dokumenter innen kvalitets- og styringssystemene til Backe fremheves tillatelse til byggestart som en milepæl, og dette representerer ofte som overgangen fra prosjektering til produksjon. Her skal det være utviklet et ferdig produksjonsunderlag som det ikke må utarbeides mer på, og det må være klart at dette kan brukes til produksjon. Dette er et krav til igangsettelsestillatelse, som går gjennom en offentlig søknad. Det gjennomføres en intern kvalitetskontroll, som går ut på om planverket henger på grep og om prosjekteringsplanen har hensyntatt produksjonen. Denne går ut på granskninger og gjennomganger, og om ikke dette gjennomføres kan ikke produksjonen starte. I et byggeprosjekt blir noen deler av bygningen produsert et år inn i prosjektet, mens noen deler av bygningen har behov for å bli produsert fort etter byggestart. Ved overgangen fra detaljprosjektering til produksjon gjøres det særskilte avtaler for overlevering mellom prosjekteringsleder og byggeplassleder. Tre uker før oppstart av bygging gjøres det bytte i oppfølging og eierskap fra prosjekteringsgruppe til produksjon, gjennom en-til-en gjennomganger, plenumgjennomganger og utarbeidelse av oppgavelister.

Det første man trenger å vite ved byggestart er å ha en graveplan, og at man har en infrastruktur til bæresystemene klart. Prosjekteringsplaner må bli bygd opp på en bærekraftig måte, og det taes utgangspunkt i at når det er gravd må man vite at det kan legges inn betong og deretter bygges en infrastruktur til selve bygningen. Dette betyr at høyder, snitt, plassering av sjakter og grensesnitt mellom prefabrikking og betong må være klart. En av informantene i intervjuene fremhever at deler av bygningen som ikke har påvirkning trenger ikke å være klare ved første levering av underlag, og at man for eksempel har ikke låst plan for dørplasseringer. Romskjema trengs for eksempel ikke til første runde med produksjonsunderlag, men rammen til selve bygningen må være klar. Backe gjennomfører detaljprosjektering, som er forstått som prosessen frem til utgitte arbeidstegninger uten kjent revideringsbehov.

11. Tidlig involvering av prosjekteringsleder

Basert på sekspunktspanen har Backe "best practice"-rutiner for involvering av prosjekteringsleder, der man går ut fra en idealisering. Dette går ut på at prosjekteringsleder kommer inn i salg og innkjøpsperioden i sekspunktspanen, og de aktuelle ressursene, slik som RIB, RIV, RIE og akustikk, blir kjøpt inn til anbudsutarbeidelse, og er på den måten tidlig involvert. Det er ikke krav om dette, men det er noe Backe ønsker å praktisere.

12. Livssyklus for bygninger

Backe har en tilnærming for livssyklus kostnader for bygninger i deres byggeprosjekter, noe som gjennomføres gjennom LCC (Life Cycle Cost) og LCA (Life Cycle Analysis). Dette innebærer kostnaden på produktet etter at det er levert, noe som inkluderer kostnader etter overlevering av bygningen. Dette betyr kartlegging av vedlikeholds- og driftskost, og det legges opp estimer for dette i tidlig fase.

13. Forbedringsprosesser

Forbedringsprosesser er en essensiell del av et byggeprosjekt hos Backe. Dette gjøres for Varegghallen nærmere slutten av prosjektet. Her analyserer man prosjektets karakter, faktorer og ulike egenskaper hos personer i prosjekteringsgruppen.

6.3 Resultat av intervjuer

Dette kapitlet forsøker å samle sammen all informasjon funnet ved gjennomføringen av intervjuene i casestudiet, som bygger videre på dokumentstudiet. Resultatet av informasjonsinnhenting fra intervjuene er samlet her, og organisert i fire kapitler med fokus på hvert sitt forskningsspørsmål. På slutten av hvert delkapittel er det oppsummert en punktliste over de viktigste funnene for hvert forskningsspørsmål.

6.3.1 Prosjekteringens påvirkning på verdi

Deler av spørsmålene stilt i intervjuet sikter seg på hvordan prosjekteringsprosessen påvirker verdi i byggeprosjektet, og hvordan sentrale momenter innenfor denne prosessen har påvirkning på verdi. Det forsøkes å finne svar på forskningsspørsmål 1: **“Hvordan bidrar prosjekteringsprosessen til verdiskapelse i et byggeprosjekt?”**

Intervjuresultatene viser til viktigheten av prosjekteringsprosessen i byggeprosjektet gjennom at prosessen legger grunnlaget for hva som skal bygges og hva som senere skal bli fysisk verdi. Dette kan assosieres med endelig bygning og leveranse av kunde verdi gjennom endelige fysiske løsninger basert på et prosjekteringsgrunnlag. Prosjekteringen er avgjørende for det endelige resultatet av prosjektet, og med dårlig prosjektering kan det bli reklamasjoner. En god prosjekteringsprosess legger opp et godt underlag, og en av prosjekteringslederne hevder at hvis man har prosjektert riktig er produksjonen optimalisert slik at det kan bygges uten problemer og det kan spares tid. Dette vil gi høyere kvalitet og større grad av verdi i prosjektet, og om prosjekteringsgruppen ikke evner å utarbeide løsninger av en viss kvalitet vil det oppstå problemer i produksjonen, og ting må ofte gjøres på nytt.

I intervjuene hevdes det at prosjekteringsprosessen sin hovedrolle for verdi i byggeprosjektet er å legge grunnlaget for et bra prosjekt, og å sørge for at det legges opp høy kvalitet i forhold til ressursbruk i produksjonen. Målet er å legge opp et prosjekt som flyter godt, som prosesseres riktig og der produksjonen går lett uten å stoppe opp. Et prosjekt som ikke flyter er en av de største fallgruvene i en prosjekteringsprosess, og som i aller høyest grad går påvirker verdiskapelse og effektivitet i prosjektet negativt. En av informantene nevner at dette vil føre til utsettelse i selve prosjekteringen i seg selv, og gjør at utviklingen av produksjonsunderlaget påvirkes negativt i form av tid, økonomi og kvalitet. Dette

innebærer mangel på klarhet, omarbeid eller omprosjektering i produksjonsprosessen.

Grobunnen for god flyt i prosjektet innebærer å identifisere hva som skal prosjekteres, der rekkefølge og avhengigheter er en utfordring og å utarbeide et prosjekteringsgrunnlag gjennom modning og tid. Dette innebærer å bruke menneskelige ressurser og kunnskap for å få fremgang i prosessen, noe som kan for eksempel bety å holde prosjekteringsgruppen informert i oppgaveløsning, oppfordre gruppen til å kommunisere og å koordinere aktører i prosjektet. Tilrettelegging av god flyt innebærer blant annet å se på synergier, forstå ulike mennesker og personlighetstyper og å kunne se det praktiske bildet av hvordan en gruppe samarbeider. For eksempel kan problemer oppstå ved at en person ikke klarer å samarbeide i team eller innordne seg hva teamet gjør videre. For å få dette til å fungere er planlegging viktig, og uten dette og fokus på teamarbeid kan arbeidet stoppe opp. Alle i et team må være interessert i teamarbeid for at det skal fungere, og kommunikasjon er essensielt for å få det til å fungere. Tilstedeværelse og oppmerksomhet rundt et felles mål står sentralt i teambygging og effektiv problemløsning. Dette gir et innblikk i at koordinerende mekanismer hos prosjekteringsleder er essensielle for effektivitet i prosjekteringen, både med tanke på effektivitet i prosess og kvalitet på resultat.

Det fremheves hvordan problemer teamarbeid og kommunikasjon fører til dårligere verdiskapelse i prosjekteringsprosessen på generell basis. Det understrekes i et av intervjuene at teambygging i prosjekteringen er ekstra vanskelig da ulike aktører kommer fra ulike bedrifter, og at det kan være vanskelig å se på dette som en gruppe. Kommunikasjonsproblemer i prosjekteringen består ofte av mangel på kommunikasjon rundt leveranser, noe som fører til at ting blir levert for sent. Dette er gjerne uklarheter om noe er ferdig, og eneste måten å løse dette på er gjennom kommunikasjon. Videre kan kommunikasjon glippe ved mange ledd i en kommunikasjonskjede, spesielt når flere rådgivere må videreføre beskjeder. Dette er ofte følgefeil på grunn av klønete kommunikasjon, gjerne fordi en beskjed kommer for sent. Et annet problem som kan oppstå er om kommunikasjonen foregår skriftlig eller muntlig, der denne ofte kan være i gråsonen mellom formell og uformell kommunikasjon. Her understrekes viktigheten av å oppgi den mest essensielle informasjonen skriftlig, gjerne viktige koordinerende beskjeder om hva prosjekteringsgruppen velger å gjøre kontra gå bort ifra. Dette gir et bilde av at det er betydelig usikkerhet i hvilken kommunikasjonskanal som brukes ved informasjonsbehandling i prosjekteringen i Backe.

Prosjekteringsleders rolle for verdiskapelse i prosjekteringsprosessen understrekes i alle gjennomførte intervjuer, og et av intervjuobjektene fremhever at prosjekteringsleder leder prosjekteringen gjennom planlegging. Prosjekteringsleders viktigste ansvarsområder er å planlegge fremdrift gjennom å legge opp milepæler, påse at de utførende har det de trenger for å gjøre jobben sin, kjenne prosessen godt og å koble det som prosjekteres til byggherres ønsker og krav i standarder. Det vil si at prosjekteringsleder arbeid kan assosieres med verdiskapelse både i forhold til prosess og resultat i prosjekteringen. Vedkommende skal ikke gi materiale til prosjekterende personlig, men heller sørge for de utførende må klare å gjennomføre jobben sin gjennom å planlegge på andres vegne. Innkjøp med tekniske fag, prefabrikkering og bevissthet rundt kommunikasjonsprosesser er sentralt for å få ting

tidlig på plass, og at spesifikke rådgivere kan kommunisere med hverandre for problemløsning ved en aktivitet.

Prosjekteringslederne som intervjues gir en implikasjon av at både ledelses- og teknisk kompetanse er viktig, men at førstnevnte er mer essensielt for prosjekteringsprosessen som helhet. Det koker ned til at man trenger begge typene kompetanse og et resultatorientert tankesett i en prosjekteringsprosess; prosjekteringsleder skal styre prosjektet, ikke motsatt. En prosjekteringsleder har et ansvar som en "gruppeleder", og vedkommende står ansvarlig for prosessen og det faglige, noe som omtales som "tosidighet" i et av intervjuene. En av informantene hevder at ledelseskompentansen er enda mer essensiell for gruppen, noe som er viktig for å kunne koordinere teknisk kompetanse på en god måte. Vedkommende må også bruke tid på å integrere prosjekteringsgruppene i forhold til tankene med prosjektet, og å legge opp en plan som fungerer. Det er også essensielt å ha innsikt i tekniske systemer for å for eksempel identifisere divergens i tekniske løsninger og å kunne stille gode spørsmål rundt tekniske saker. Mye av denne tekniske forståelsen innebærer formidling av informasjon til andre aktører. Prosjekteringsleder må ha innsikt i om kvaliteten på prosjektert underlag er godt nok, og om ikke vedkommende evner det påvirkes verdien i prosjektet negativt.

Liste over hovedfunn for forskningsspørsmål 1:

- Den mest fremtredende indikatoren for verdiskapelse i byggeprosjektet med hensyn på prosjekteringsprosessen nevnes i intervjuene som flyt i sistnevnte prosess og i produksjon, det vil si prosjektets indre effektivitet
- De største usikkerhetsmomentene rundt flyt i og resultater av prosjekteringsprosessen kan assosieres med informasjonsflyt blant aktører
- Verdi kan også assosieres med kunde verdi og gode endelige løsninger for bygningen, men fremstår som mindre viktig enn flyt i prosjektet
- Hvordan prosjekteringsleder evner å styre prosjekteringen med ledelseskompentanse er essensielt for verdi med hensyn på både prosess i og resultat av prosjekteringen

6.3.2 Integrrert prosjekterings bidrag til verdi i prosjektet

Det er stilt flere spørsmål rundt utarbeidelse av prosjekteringsløsninger i praksis og hvordan involveringer av ulike kompetanse gjennomføres. Dette er for å skape et inntrykk av hvordan integrert prosjektering trer frem i prosjekteringsprosessen i Backe. Dette delkapittelet oppsummerer informasjon funnet rundt forskningsspørsmål 2 i oppgaven: **"Hvordan bidrar integrert prosjekteringstilnærming til å skape verdi i byggeprosjektet?"**

Slik som klargjort i kapittel 1.3, defineres rammen for integrert prosjektering som helhetlige, tverrfaglige og iterative prosesser samt tidlig involvering av prosjekteringsgruppe. Dette kapittelet behandler dette i underkapitler, og forsøker å svare på hvordan dette er synlig i Backes gjennomføringspraksis.

Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe

Tidlig involvering av aktører blir, som nevnt i punkt 11 i kapittel 6.2, praktisert i Backe som rutiner etter "beste praksis" i kvalitets- og styringssystemene, men det nevnes på et intervju at dette punktet har et forbedringspotensiale. Informantene i

intervjuene er sammenfallende om at bedriften sjelden klarer å oppfylle tidlig involvering av prosjekteringsleder og -grupper, og det er ikke noe krav til at førstnevnte er involvert i tidligfase. Basert på RIF (2015) sine veiledningslinjer for involvering av aktører, gis det ikke noen anbefaling for at prosjekteringsleder kommer inn i prosjektet. I den ISO-sertifiserte håndboken anbefales det at prosjekteringsleder kommer inn i starten av prosjekteringsfasen, noe som betyr at vedkommende kommer inn i skisse- og forprosjektet.

Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe i Backe fremstår som rotete, og ofte blir ikke prosjekteringsgruppen involvert før en overgang fra kalkulasjonsfase til etablering og mobilisering. Dette foregår gjerne etter at Backe har vunnet en anbudskonkurranse, men intervjuobjektet innrømmer at detaljprosjektering burde foregå før levering av anbud. Dermed lider Backes muligheter for tidlig prosjektering og involvering av prosjekteringsgruppe av markeds konkurranse. Intervjuobjektet mener at det kan være et problem at mennesker ikke er villige til å ta risikoer, og at man velger å unnlate seg denne fremfor å betale for en mulighet. Et intervjuobjekt fremhever at rutiner for tidlig involvering av prosjekteringsleder ikke gjennomføres fordi den aktuelle prosjekteringsgruppen er opptatt med andre prosjekter.

Når tidlig involvering av prosjekteringsleder gjennomføres kommer vedkommende tidlig inn i prosjektet for å for å legge opp et grunnlag for å legge opp en vellykket prosjekteringsplan før prosjekteringsprosessen begynner. Et av intervjuobjektene hevder at uten tilstrekkelig tidlig involvering av prosjekteringsleder kan flytplanen bli lineær, og det kan skapes mye større grad av rigiditet i dette systemet som krever fleksibilitet og gjennomsiktighet. I tillegg kan vedkommende miste muligheten til å få nyttige råd rundt for eksempel økonomi eller byggherres bygningsplan. Et eksempel på et prosjekt som har lidd av dette nevnes i et av intervjuene som et på Furuset, der det ble gjort brudd på brannregler i forprosjektet på grunn av for dårlig tverrfaglig kontroll. Dette førte til at det måtte bores gjennom et nabo hus for 1,5 millioner i produksjonsfasen, ellers kunne dette blitt farlig for biler i garasjen.

Ved realisering av tidlig involvering av prosjekteringsgruppe i Backe legger man til rette for et større fokus på mål hele veien og kontroll fortløpende, og gir både lettere prosesser i prosjektet og fører til en langt mer integrert prosjekteringsgruppe. Dette gjøres gjennom oppstartsmøter i tidligfase, der det fortelles om forutsetninger og man forsøker å få hodene inn i prosjektet. På denne måten får man involvert ulike kompetanse gjennom rådgivere for tidlig problemløsning, etter hva integrert prosjektering anbefaler. Backe benytter aktivt dialog mellom prosjekteringsleder og byggherre, for å legge opp løsninger etter kundens referanser. Dette innebærer å bli med på byggherremøte og å legge opp en beslutningsplan basert på dette. Likevel foregår dette etter levering av anbud, noe som fører i praksis til at byggherres løfter ikke kan oppfylles, gjerne fordi vedkommendes kompetanse kommer inn for sent. Dette er saker som burde vært klargjort i tidligfase.

På intervjuene diskuteres også tidspunktet til prosjekteringsprosessen, og her kommer det frem at dette gjennomføres tidligere enn ved tradisjonell prosjektering i Backe, men ikke like tidlig som basert på prinsippene integrert prosjektering. Det kommer frem at en tidligere prosjekteringsprosess kan være en fordel, men med tidspunktet til prosjekteringen slik det er nå fungerer tilfredsstillende. Det er et argument å ha et "kompakt" prosjekt, noe som betyr der prosjekteringsprosessen

gjennomføres tett opptil produksjonen. Likevel peker noen av prosjekteringslederne på at det kan være lite tid til enkelte oppgaver i slutten av prosjekteringen, noe som påvirker kvalitet negativt. Dette er tegn problemer som dukker opp i prosjektering etter tradisjonell eller konvensjonell prosjektering.

Helhetlige prosesser

Veldig mange av svarene på intervjuene gir et inntrykk av at prosjekteringsprosessen forsøker å tilrettelegge for produksjonen, noe som er et av de viktigste fokuspunktene i integrert prosjektering. Blant annet hevdes det at det er viktig at prosjekteringen legges opp ut fra hvordan anleggsledelsen tenker ut, og her kommer det frem at prosjekteringsleder må være involvert i hele prosjektet, gjerne helt fra starten av. Vedkommende er med på kvalitetssikringsrunder og er også involvert i produksjonen. I tillegg holdes rådgivere ansvarlige for deres løsninger i produksjonsprosessen, og det er behov for involvering av vedkommende i sistnevnte. Dette gir et bilde av at Backe praktiserer et helhetlig fokus på byggeprosjektet med en tankegang fra integrert prosjektering, med en kritisk linje som går gjennom programmerings-, prosjekterings- og produksjonsprosessene. Likevel kan det være utfordringer med å starte prosjekteringsprosessen tidlig nok, noe som fører til lavere kvalitet på produksjonsunderlaget, og at prosessen ofte lider av at kalkulasjon- og innkjøpsprosessen ikke er ferdig tidlig nok.

Det nevnes som et problem at prosjekteringsledere i Backe har i veldig mange tilfeller lite erfaring med praktisk gjennomføring av produksjonen. Dette fører til at byggeprosjektet lider ofte av prosjekteringsløsninger som legger opp til dårlige løsninger for produksjonen. Ofte er det en utfordring å holde rådgivere ansvarlige for deres leveranser i produksjonen, noe som kan øke skillet mellom prosjektering og produksjon. Dersom prosjekteringsleder har erfaring med hvordan noe blir utformet på byggeplass er dette en utrolig stor fordel, og har mulighet til å underbygge rådgiveres hovedansvar for hva som fungerer kontra ikke. Det er sentralt å få nok tid til en innkjøpsprosess før prosjektering, og om førstnevnte blir for lang blir det allfor lite tid til en god prosjekteringsprosess. Detaljprosjektering er tett tilknyttet til produksjon, og dette bygger videre på innkjøp. Utfordringene med fremdrift løses ved at man har datoer når ting skal være klart, og man har en tanke om når man må kjøpe aktuelle produkter for å få prosjektert det som trengs til en bestemt tid.

Tverrfaglig og iterativ samhandling

Intervjuobjektene forklarer tydelig hvor store krav det er til en iterativ og tverrfaglig samarbeidsprosess, og gir inntrykk av at kommunikasjonsprosessene tilsvarer i Backe replikerer hvordan dette skal legges opp i integrert prosjektering. Det kommer frem at for vellykket tverrfaglig og iterativ prosjektering er kommunikasjon essensielt, og når dette gjennomføres dårlig lider prosjekteringsløsningene av dette. Her fremheves det at grunnlaget for flyt og fremdrift i en iterativ prosess er å skape positive iterasjoner, og dette kan ofte tilrettelegges ved bevissthet rundt kommunikasjon blant aktører. Tverrfaglig og iterativ samhandling fasiliteres gjennom kommunikasjon, og dette legges opp gjennom oppstarts- og prosjekteringsmøter. Dette handler om teambygging etter hvordan en integrert prosjekteringsprosess legges opp, noe som går ut på best mulig utnyttelse av kompetanse og menneskelige ressurser i en temporær arbeidsgruppe.

I intervjuene kommer det frem at hvordan man tilrettelegger samarbeid i starten av prosjektet og hvordan prosjekteringsoppgavene videreføres internt i en gruppe er essensielt. Planleggingen av disse møtene og aktiviteter i prosjekteringen er essensielt for flyt i prosjektet, noe som behandles ytterligere i analyse av plansystemene i Backe i kapittel 6.3.3. Oppstartsmøter er ofte en innledende løsning for å håndtere denne typen problemer, og å innstille prosjekteringsgruppen på et felles mål. Det legges opp til tillitsbygging ved å legge opp til en "trygg arena" for innspill, konstruktiv kritikk og et godt miljø for tilbakemeldingssyklus. Ved tverrfaglig samhandling er det viktig at ingen aktører blir "sablet ned" når vedkommende har gjort en feil. Gjennom dette forsøkes det å tilrettelegge en prosess der det gjøres færrest mulig feil, men det er vanskelig å legge opp til perfektjon i praksis. Fokus på sak fremfor personlig fokus er en viktig forutsetning for effektiv problemløsning, og ved motsatt tilfelle har aktører altfor høy grad av tillit til hverandre, noe som påvirker prosjektet negativt.

Ukentlige prosjekteringsmøter fasiliterer gruppens behov for kommunikasjon og informasjonsdeling, og er et sted der alle i gruppen er tilstede for at beslutninger kan taes med mange kompetansedyktige aktører tilstede. For ytterligere grad av tverrfaglig samhandling kan det legges opp at rådgivere sitter sammen i en prosjekteringsprosess, men man kan ikke forvente at dette er alltid mulig å få til. Ofte blir feil innen tverrfaglig problemløsning rettet opp ved at prosjekteringsgruppen utlyser kvaliteten på leveransen og samhandlingen gjennom kollisjonskontroll. Tradisjonelt sett er dette kollisjonsutfordringer mellom fag, og et eksempel på dette kan være kollisjoner mellom fundament og rør der de tekniske ikke har gjort innkjøpet og rammetillatelse kommer for sent. Dette kan føre til utsettelse i prosessen og at ting tar lengre tid. Aspektet med tverrfaglig kontroll behandles i større grad i kapittel 6.3.3, der BIM benyttes.

Liste over hovedfunn for forskningsspørsmål 2:

- Backe replikerer integrert prosjekteringsstilnærming gjennom iterative, helhetlige og tverrfaglige prosesser, og rutiner for tidlig involvering av prosjekteringsgruppe
- Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe underbygger gjennomføring av tverrfaglig problemløsning i team
- Tidlig involvering av prosjekteringsleder er helt nødvendig for å legge opp en iterativ prosess gjennom Pull-planlegging, og når dette ikke gjennomføres kan prosjekteringsprosessen bli mer lineær
- Helhetlige prosesser i Backe er synlige ved at bedriften ser en rød tråd mellom kjerneprosessene i byggeprosjektet, og dette er essensielt for verdi i prosjektet både med tanke på indre og ytre effektivitet
- Grunnlaget for å skape flyt i et prosjekt er å gjennomføre positive iterasjoner, og dette gjøres med vellykkede tverrfaglige prosesser og god kommunikasjon
- Høy grad av tillit i en gruppe som saksbasert fremfor personlig fokus, gir de beste forutsetningene til vellykket tverrfaglig samarbeid

6.3.3 Lean-metodikk

Store deler av casestudiet sikter seg på verktøyene som implementeres sammen med tankegang fra Lean og integrert prosjektering. Det fokuseres på både samhandling i prosjekteringsgruppe, plansystemer og visualiserende modeller med

en forankring i LPS, BIM og ICE. Det forsøkes å svare på forskningsspørsmål 3: **“Hvordan underbygger Lean- og VDC-metodikk integrert prosjektering?”**

Plansystemer

Informantene i intervjuene presenterer Backe sitt plansystem, som i stor grad replikerer LPS (Last Planner System), der sekspunktsplanen (punkt 3 i kapittel 6.2) og prosjekteringsplanen (punkt 4) benyttes, som planlegges gjennom Pull-prinsippet (punkt 7). Sammenhengen mellom fremdriftsplan og flytplan er at førstnevnte etablerer kritiske linjer for sistnevnte. Om noe viktig ikke kommer i fremdriftsplanen er det gjort en feil, og flytplanen vil alltid være avhengig av hva som legges opp i den overordnede fremdriftsplanen. Prosjekteringsplan og prosjekthotell i et system, og basert på intervjuene gir dette store forbedringer i forhold til de tradisjonelle systemene. Dette kunne ofte gi uoversiktlige excel-lister som ikke ble forstått av rådgivere, noe som har blitt forbedret med endringene. Prosjekteringsplanen tar utgangspunkt i to måneder om gangen, og likner på denne måten på utkikkssystemet i LPS. En av prosjekteringslederne fremhever at det ikke er mulig å planlegge et halvt år frem i tid, og at det er helt nødvendig å legge opp et tidsperspektiv og utkikkssystem på samme måte som LPS tilrettelegger. På denne måten kan man håndtere høy grad av kompleksitet i prosjektene, og tatt tak i de mange hensynene som må tas for sluttproduktet.

En av informantene kommer frem til at planlegging og organisering av prosjekteringen med moderne verktøy fra Lean er den mest essensielle fordelen med endringsprosessen. Dette gir muligheten til å legge opp bestemte dager i uka det skal lastes opp nye modeller. Pull-planlegging nevnes i intervjuene som en forutsetning for koordinering av vellykkede iterative og tverrfaglige prosesser, og for flyt i prosessen er det essensielt å legge opp til at alle planlagte aktiviteter kan gjennomføres har forutsetningene som trengs. Denne typen planlegging gjennom fleksible plansystemer fremstår som måten integrerte prosjekteringsprosesser kan muliggjøres i praksis. En av de intervjuede i Backe nevner at Push-planlegging ville vært veldig suboptimalt slik prosjekteringen gjennomføres i bedriften. Denne typen planlegging ville tilrettelagt produksjon av to elementer i et tilfelle der det kun trengs et, noe som betyr at halvparten blir brukt og halvparten blir inventar. Etter pull produserer Backe bare hva de trenger, basert på JIT, noe som betyr å bruke kort tid på å vite nøyaktig behov og å finne informasjon om hva kunden trenger. Alt annet enn det skal ikke prosjekteres.

Det er alltid noe som ligger til grunn for en aktivitet, og stort sett er dette basert på hva som trengs for å generere et underlag. For eksempel har RIE og RIV et behov for en modell fra arkitekt og RIB for å implementere sin tekniske kompetanse. Det betyr at de sistnevnte må bli ferdig med sin innledende planlegging av modellen før de to førstnevnte kommer inn i bildet. Alle slike oppgaver går ut på koordinering av aktiviteter og leveranser, der bruk av Pull-planlegging er essensielt. Fornyelser i metodene Backe bruker kan i praksis bidra til lettere ansvarliggjøring og eierskap i prosjekteringen, ved å legge opp til bedre flyt ved konkrete tidspunkter en person leverer. I praksis betyr det at det lettere holdes oversikt over hvilke rådgivere og aktører som må implementere sin kunnskap til en løsning for god fremdrift og flyt. Dette håndteres med leveranseplan og -datoer, og er langt lettere å håndtere gjennom BIM-modeller. I Varegghallen er dette nevnt som en betydelig utfordring, og det beskrives at det er vanskelig å få rådgiverne til å forstå når de skal levere

produktet sitt, og når de leverer noe til andre. Oppfølging av prosjekteringsplanene kan innebære "jaging" av rådgivere fra prosjekteringsleder.

På generell basis er håndtering av aktiviteter og aktører i Backe erfaringsbasert, fremfor basert på teknologi eller matriser. Dermed bygger bedriften sitt grunnlag på menneskelig erfaring for hva som må komme på plass. En av informantene trekker frem utfordringer ved utarbeidelse av flytplanen, og disse er gjerne endringer i planene som gjør at ting forskyves. Alt henger sammen med alt, og en av informantene sier at hver prosjekteringsaktivitet er en liten del av et stort puslespill. For Backe er jobben å få inn alle forhold som kreves som påvirker den prosjekterendes arbeid, noe som kan være private avtaler mellom rådgivere og aktuelle aktører. Det forventes at sistnevnte arrangerer særmøter selv og har en egen autonomi innen egen gjennomføring, mens prosjekteringsleder legger opp rapporter om prosjekteringskontroll. Prosjekteringslederne i Backe gir et innblikk i at byggbransjen er stadig preget av endringer i form av prosjekt- og organisatorisk kompleksitet. Det er mange eksterne aktører i Varegghallen-prosjektet, der 7-8 eksterne rådgivere som må bistås og koordineres av en prosjekteringsleder. I tillegg er det utførende og underentreprenører som har ansvar for rørlegging, sprinkling, heis og materialutførelse. Dette blir benevnt med høyere trykk i prosjekteringen, der flere krav, mange grensesnitt og mange aktører er en utfordring.

BIM

Et av intervjuobjektene fremhever hvordan BIM har gjort underverker for byggbransjen generelt. Her nevnes verdien av å jobbe i og å se ting i modell som ekstremt nyttig, og at man på denne måten unngår å bygge noe som ikke fungerer. Dermed får man et forhåndsestimat av et bygg, og man unngår et sprikende prosjekt og kan se hva som fungerer. Man får involvert alle aktørene som trengs gjennom bruk av en felles IFC-fil i prosjekter, og dette brukes som et aktivt verktøy for tverrfaglig kontroll og å kontrollere at man bygger kontrollert. Resultatet av dette nevnes som at gruppen samhandler langt mer, noe som er svært viktig for en god utvikling. Dette brukes for å visualisere et produkt ut fra en prosess, som er et av de viktigste verdiskapende aspektene med BIM. En forutsetning til suksessfull bruk av BIM er å diskutere hvor detaljert bruken av modellen skal være, og hva som vises. Det er også krav til at man må kunne bruke programvaren om det skal brukes i et prosjekt.

Tverrfaglig kontroll av prosjekteringsløsninger nevnes som en fordel ved bruk av BIM, noe som gir mulighet til å koordinere løsninger mellom fag og å ta hensyn til krav og forventninger fra byggherre. For gjennomføring av dette i Backe brukes kollisjonskontroll i BIM i programmet Solibri. Dette kan brukes til en kollisjonskontroll i visualiserende modell, noe som har tidligere blitt gjort på "døde tegninger" der presisjon har vært en klar mangelvare. Det er for eksempel langt lettere å se en korridor i en visualiserende modell, og dette gir en helt ny måte å prosjektere på. Sporbarhet av informasjon er en sentral sak ved fornyelser i systemene, da det er mye lettere å finne tilbake til gammel informasjon med ny metodikk. Man kan søke etter alt i BIM og plansystemene, noe som gjør at man slipper å lese møterapporter for å finne gammel informasjon. Kvalitetssikring diskuteres også i intervjuene, og det klargjøres at for å gå videre med et punkt må man sørge for at det er forsvarlig i form av at noen fungerer. Prosjekteringsgrupper setter opp tidspunkter når det ikke skal være faglige kollisjoner i prosjekteringen, slik at ferdig grunnlag kan låses.

3D-modellen BIM kan gjøre at rådgivere kan finne løsninger på lettere måter og å lettere komme til enighet, da modellen viser fysisk plassering til ulike elementer. Dette gjør at man kan kontrollere at bygget er mer koordinert, og det er lettere å unngå utfordringer på byggeplass, fordi det er lettere å bygge rett ut når man ser det i modell. Bruken av BIM gir muligheten til modellutveksling gjennom IFC-fil, noe som er essensielt for prosjektet og foregår gjennom særmøter og prosjekteringsmøter. På denne måten gjennomføres iterative runder. Dette kan for eksempel være å finne en ny løsning når belysning, ventilasjon, sprinkler og høyttaler kræsjer. En av prosjekteringslederne som intervjues fremhever en fremtredende "feilaktig" tankegang i byggbransjen, som går ut på at teknologien "redder prosjektene". Her argumenteres det for at det kreves dyktige medarbeidere for å fasilitere teknologien. Likevel er BIM essensielt ved prosjektgjennomføring, og en av prosjekteringslederne fremhever at det er vanskelig å tenke seg hvordan man kunne bygd uten BIM. Byggbransjen har på generell basis vendt seg til disse verktøyene, og dette gir fordeler i form av detaljert på tvers av fag, unngåelse av kollisjoner og tidlig problemløsning.

ICE / Særmøter

Innen Backe gjennomføres både særmøter og prosjekteringsmøter. Intervjuene peker på at førstnevnte har en struktur med opphav i ICE, og legger man opp en møteserie som varer et visst tidsintervall. Over tid foregår dette som gjentakende ukentlige møter, og disse handler om en aktuell sak der det er behov for aktører fra flere ulike fagfelt. Prosjekteringsmøter er mye mer overordnede møter der det fokuseres på identifisering av problemer. Dette er mye mer initierende enn særmøter, der det er fokus på problemløsning. Det er et langt større fokus på rådgiverne i særmøter, da vedkommende står ansvarlig for problemløsning, mens prosjekteringsleder fasiliteter, har ansvar for ledelse og skriver referater. Dermed kan prosjekteringsleder sees på som en fasilitator som fokuserer på å styre prosessen, og rådgiverne leverer når det er behov for noe i verdikjeden.

Informantene peker på at i et særmøte legges grunnlaget for å løse problemer som dukker opp underveis i prosjektet, og at dette er den mest effektive måten å gjennomføre tverrfaglige prosesser på. Dette kan for eksempel være søknad om rammetillatelse. For eksempel kan et problem rundt tegning av lysmaster i Vareggghallen løses gjennom særmøter. I dette prosjektet kan mastene ikke være på fotballbanen, og krav til dette kommer inn for sent, noe som gjør at lysmastene havner inn i en vegg eller utenfor bygget. Slike problemer kan løses gjennom kontroll i ICE-baserte møter. Prosjekteringsleder tar ansvar ovenfor særmøter i gruppa, og har ansvar for agenda overfor prosjekteringsgruppe og involvering av byggherre. Her har prosjekteringsleder ansvar for beslutninger, og at løsninger blir tegnet inn og at det blir gjort innkjøp etter alle løsninger. Rådgivere løser problemer i særmøter, og koordinerer seg i mellom. Prosjekteringsleder tar tak i problemer og fasiliteter hvordan dette foregår i praksis. En av de intervjuede prosjekteringslederne foreslår at ICE-metodikk kunne blitt benyttet ytterligere ved å ha "intensive uker" for å se spesifikt på noen få problemstillinger, slik at gruppen jobber mye mer sammensveiset. Dette mener vedkommende at kunne spart mye tid og skapt høyere grad av verdi.

Liste over hovedfunn for forskningsspørsmål 3:

- Vellykket Pull-planlegging gjennom LPS-baserte plansystemer er en forutsetning for iterative og tverrfaglige prosesser i integrert prosjektering
- BIM skaper mye verdi gjennom tverrfaglig kollisjonskontroll, noe som gjør at prosjekteringsløsningene kan kvalitetssikres
- Modellutveksling av IFC-filer gjennom BIM fasiliteter iterativ problemløsning, og forbedrer flyt i tverrfaglige prosesser
- Særmøter gjennom ICE er en effektiv måte å gjennomføre tverrfaglige problemløsning

6.3.4 Implementering av metodikk

Under intervjuene ble det stilt flere spørsmål rundt praktisk implementering og fasilitering av endringene i prosjekteringen. Mye av dette ble gjennomført for å få gode svar på forskningsspørsmål 4 i oppgaven: **“Hvordan kan prosjekteringsleder implementere integrert prosjektering best mulig?”**

En endringsprosess mot en prosjekteringsprosess som i større grad er basert på integrert prosjektering og Lean, har ut fra intervjuene vært en veldig positiv implementering i Backe. Et av intervjuobjektene peker på at Lean står for en “slank” og rask prosess der aktiviteter glir godt, og vedkommende fremhever at gjennom denne typen prosess unngår man i praksis “krumspring” som må gjennomføres flere ganger. Lean blir av Backe brukt som en del av praksisen, og uavhengig av om dette blir omtalt som Lean eller effektivisering av interne prosesser, klargjør et intervjuobjekt at fordelene ved denne effektiviseringsprosessen er utrolig nyttig. Disse endringene i Backe drar ting i en mer flytende retning, uavhengig om det har et opphav fra VDC, Lean eller noe helt annet. Likevel fremheves det menneskelige arbeidet som fortsatt viktigere enn teknologien, og at endringsprosessene gir mulighet til sistnevnte er viktig, men dette begrenses til et verktøy. Problemløsningen gjennom ny metodikk fungerer ikke om de prosjekterende ikke vet hvordan de skal prosjektere eller bygge.

En av prosjekteringslederne peker på at verdien BIM og godt tilrettelagte plansystemer kan skape gjennom denne endringsprosessen er essensiell for både gjennomføring av prosjekteringsprosessen og resultatet av et byggeprosjekt. Endringene her fører til at gruppen kan jobbe langt mer effektivt og jobbe mer på samme tidsbasis, blant annet fordi resultatet av endringsprosessen betyr færre formaliteter og mindre reising. På spørsmål om metodikkene kan forbedres ytterligere, eller om noe kan gjøres annerledes, er intervjuobjektene helt sikre på at både metodikker og programvarer kan forbedre flyten ytterligere. Det skjer generelt mye utvikling i teknologibransjen som kan gjøre ting lettere, og desto tydeligere programvaren og metodikken er desto mer effektivt går prosessene. Det vil aldri være negativt å prøve å optimalisere en prosess, og det er fortsatt momenter i forhold til sporbarhet, læringsprosesser og videreutvikling som er avgjørende for verdiskapelse i prosjektering. Veldig ofte er sløsing i prosjekteringen et resultat av en løsning ikke fungerer og må gjennomføres på nytt, og det er alltid mulig å legge opp metoder og programvarer som kan legge opp til å unngå dette. Likevel pekes det på at det største forbedringspotensialet ikke ligger i spesifikk metodikk, men i kompetanse og erfaring hos menneskelige ressurser, for å tilrettelegge flyt i gruppen.

De intervjuede gir et sammenfallende inntrykk av at åpenhet for kulturen med fornyelse av prosjekteringen er essensielt for at verktøyene kan implementeres suksessfullt og at byggbransjen kan dra mest mulig nytte av disse. Det betyr at psykologien i gruppen er essensiell for at en endring kan gjennomføres, og barrieren som må brytes ligger i hvordan gruppen som helhet tenker. Konservativ kultur kan i noen tilfeller virke i mot disse endringene, selv om prosjekteringsgruppene er generelt veldig fornøyde og Backe helhetlig har taklet denne overgangen relativt godt. For at implementeringen av tekniske verktøy skal gå vellykket må kunnskapene være på en god plass. Kompetansedeling mellom rådgiver og prosjekteringsleder essensielt her, og ofte må sistnevnte lære opp førstnevnte i hvordan man for eksempel gjennomfører en kollisjonskontroll. I et av intervjuene nevnes det at å følge en BIM-manual oppskriftsmessig bidrar til suksessfull implementering av verktøyene. Dette gir essensiell informasjon som hvordan en IFC-fil skal eksporteres og hva den skal inneholde, og gjennomføring av prosedyrer etter anbefalt metodikk er en suksessfaktor.

Forståelse av hvordan verktøyene brukes og hvordan disse utføres i planlegging og kommunikasjon i prosessen pekes på som essensielt. En av prosjekteringslederne fremhever dette er en opplæringsprosess som tar tid, og at det har vært litt vanskelig de første årene. Det har vært mye diskusjoner som har krevd utvendig hjelp angående bruken av verktøyene. Det har vært mange meninger om denne saken, og det tok lang tid å til slutt lande prosessen, men det har gitt et veldig godt resultat. På kort sikt har dette vært en betydelig investering, men en av de intervjuede sier uten å referere til dokumentasjon eller tall, at man trolig sparer penger på relativt kort tid ved å unngå feil. Endringsprosessen i seg selv fører til at man sparer penger ved å unngå feil i initialfase eller forprosjekt, fremfor at dette står frem som problemer senere. Dermed gir dette stor verdi for resultatet i prosessen både med tanke på kundens referanser og funksjonalitet på bygningen. Den gjenværende delen av endringsprosessen er å lære systemene og tankegangene enda bedre, og integrere disse enda bedre til alle deler av prosjektet. Læring av de nye systemene bedre må gjennomføres i flere faser, og det må legges opp til en god dialog for videre implementering.

Liste over hovedfunn for forskningsspørsmål 4:

- Endringene i tilnærming og metodikk for prosjektering er gjennomført uten store problemer i Backe, og prosjekteringsgruppene her er i veldig stor grad positive til nye verktøy og nye muligheter
- Åpenhet for fornyelse og opplæring av hvordan verktøy brukes, fremstår som essensielle punkter for suksessfull implementering
- Endringsprosessene relatert til integrert prosjektering gjør at prosjekteringsgruppen kan generelt jobbe mer effektivt og gjennomføre mer arbeid per tidsenhet

7 Diskusjon

I denne delen av masteroppgaven presenteres den viktigste diskusjonen og analysen som kreves for problemstillingen i oppgaven. Dette er resultatet av analyse og drøfting, der det diskuteres hvilken informasjon som er sammenfallende og hvor informasjonen er divergerende, for å gi et grunnlag for å svare på masteroppgavens problemstilling. Dette kapittelet er delt opp i ulike delkapitler for å analysere oppgavens ulike forskningsspørsmål.

7.1 Prosjekterings påvirkning på verdi

Målet i dette kapittelet er å analysere det første forskningsspørsmålet: **“Hvordan bidrar prosjekteringsprosessen til verdiskapelse i et byggeprosjekt?”**

Både litteratur og intervjuer i kapittel 6.4.1 gjør det klart at prosjekteringsprosessen spiller en avgjørende rolle for sluttresultatet av byggeprosjektet. Det endelige resultatet av bygningen bærer et sterkt preg av hvordan prosjekteringsløsningene er satt opp, og disse vil alltid påvirke endelig fysisk bygning. Tre aspekter kan tilknyttes hvordan prosjekteringsprosessen bidrar til verdiskapelse i et byggeprosjekt, basert på hvordan Russel et al. (2006) beskriver verdi i Lean Construction i kapittel 5.1.2:

- (1) Tilretteleggelse av en tids- og kostnadseffektiv prosjekteringsprosess
- (2) Prosjekteringsgrunnlag som tillater effektiv produksjon av bygningen
- (3) Prosjekteringsløsninger som legger opp til kundeverdi

Disse tre verditilknytningene er nevnt flere ganger gjennom intervjuene, og det kommer tydelig frem at verdiskapelse i prosjektet har elementer av disse tre. Med både data fra litteratur og intervjuer som konvergerer, ønsker jeg å konkludere at maksimert verdiskapelse i et byggeprosjekt gjennom en prosjekteringsprosess innebærer verdi med hensyn på disse tre tilknytningene. De to første av disse tilknytningene kan kobles indre effektivitet i prosjektet, mens det siste kan kobles til ytre effektivitet. Dette gir en bekreftelse på at verdiskapelse gjennom prosjektering kan sees både med hensyn på prosess og resultat.

Intervjuene gir et innblikk i at verdiskapelse i prosjekteringen med hensyn på prosess er mer sårbart enn verdiskapelse med hensyn på sluttprodukt, da det er en betydelig utfordring å få aktiviteter til å flyte. I casestudiet nevnes det flere muligheter til å gjøre feil tilknyttet til fremdrift i prosjektering og kvalitet på prosjekteringsunderlag fremfor sluttproduktet av byggeprosessen. Her pekes det spesielt på feil innen informasjonsflyt i prosessen, og prosjekteringsleders styring av prosessen fremstår som viktig for å unngå dette. Til tross for at det pekes det mye på feil i endelig bygning og reklamasjoner som et resultat av mangelfull prosjektering i intervjuene, fremstår feil innen prosessene som mer avgjørende for byggeprosjektet.

Intervjuene er spesielt klare på at produksjonsunderlagets kvalitet spiller en avgjørende rolle for hvor problemfritt produksjonsprosessen foregår. Dermed er både litteratur og intervjuer sammenfallende om at det er ikke mulig å legge opp en vellykket produksjonsprosess uten en vellykket prosjektering, da kvaliteten på sistnevnte er avhengig av resultatet på førstnevnte. Hvor effektivt produksjonsgruppen kan bygge med et gitt prosjekteringsgrunnlag, og hvor godt løsningene herfra er tilpasset ekte bygningsløsninger har en sterk korrelasjon med indre effektivitet i prosjektet på generell basis. Ved dårlig prosjektering fremheves

omarbeid og -prosjektering i produksjonen som potensielle resultater. Målet er å legge opp en prosjekteringsprosess som kan legge opp til flyt både med hensyn på prosessen og hva som foregår etter. Det vil si en prosjekteringsprosess som foregår effektivt og som kan fasilitere en rask produksjonsprosess.

Litteratur rundt integrert prosjektering i kapittel 5.1.1 peker på at på samme måte som produksjonen er avhengig av et godt prosjekteringsgrunnlag, er prosjekteringsprosessen avhengig av en programmeringsprosess som er tilpasset prosjekteringen. Det fremheves i intervjuene hvordan dette har betydning på verdileveranse for kunde, noe som betyr at idegrunnlaget og byggherres visjon implementeres riktig til prosjekteringsprosessen. Dermed kan denne delen av verdiskapelsen assosieres med ytre effektivitet i prosjektet og hensyn til kundeverdi. For å tilrettelegge dette er både tidlig involvering av prosjekteringsgruppe og prosjekteringsleders kontinuerlige dialog med kunde essensielle punkter. Førstnevnte kan nevnes som et punkt Backe har vanskeligheter med å gjennomføre i praksis ut fra intervjuene, mens sistnevnte understrekes som svært viktig i prosjekteringen. Målet er at prosjekteringsprosessen kan ta utgangspunkt i spesifikke rammer for løsning og et estimat for et ferdig prosjekt. Intervjuene peker på at kundeverdi generert i prosjekteringen er avhengig av at byggherre kan involveres gjennom dialog tidlig i prosjektet, og at vedkommendes kompetanse benyttes effektivt.

I litteraturen i kapittel 3 kommer det frem at det er uenigheter i hvem som mottar verdi og på hvor langt tidsperspektiv man ser på for verdiskapelse. Ut fra Drevland (2019) sine definisjoner av verdi i kapittel 3.2 og Leans verdiperspektiv presentert i kapittel 5.1.2 kan endelig verdi kobles opp mot kunde-, bruker- og samfunnsverdi. De tre sistnevnte kan klassifiseres som sentrale interessenter i et prosjekt, derav alle disse mottar verdi gjennom prosjektet, og det er strid rundt hvilken av disse interessentene det skal fokuseres på. Jeg ønsker å argumentere for at fra det ytre verdiaspektet bør forretningsideen til kunde eller formålet med bygningen fasiliteres. Videre mener jeg det er denne som har det største grunnlaget for å definere verdi i prosjektet. Dermed vil denne ideen eller dette formålet sette preg på samfunnet, og hvordan brukergruppen drar nytte av verdien ved bygningen. På denne måten vil jeg si at den ytre verdiskapelsen i prosjektet kan defineres av kunde, men mottas av samfunnet som helhet.

For verdiskapelse i prosjekteringen med hensyn på prosess og resultat bør verdi-strømmen i prosessen analyseres, og denne kan sees på som generert gjennom en kjedeformet rekke med faser og aktiviteter der en foregående aktivitet er tilpasset neste aktivitet. Resultatet av casestudiet gir et sammenfallende inntrykk av at å løse problemer innen sentrale utfordringer (1) fremdrift og kvalitet og (2) kommunikasjon og samhandling, er utslagsgivende for god verdistrøm. Det dokumenteres at dårlig håndtering av dette fører til både byggefeil og lite effektiv bygging, og at verdi genereres når disse håndteres suksessfullt. Det betyr at disse punktene kan assosieres med både flyt i prosessen og for en vellykket endelig bygning. For at det kan tilrettelegges for disse punktene i prosjekteringen fremstår prosjekteringsleders styring av prosessen gjennom plansystemer og kommunikasjon med aktører som viktig. Vedkommende har et stort ansvar for hvordan prosjektet flyter, og dette innebærer håndtering av informasjon og hvordan gruppen samhandler.

Mange av svarene antyder at effektiv teambygging er avgjørende for god utarbeidelse av prosjekteringsløsninger, og her er prosjekteringsleders organisatoriske koordineringsmekanismer sentrale. Dette innebærer å bygge opp et team som er motiverte og i stand til å utarbeide et godt produksjonsunderlag, og å følge opp at dette teamet har det de trenger å gjøre. Hvordan et team samhandler er essensielt for flyten i prosessen, og hvor effektivt løsninger genereres.

Grunnleggende teori rundt teambygging beskrives i litteraturen i kapittel 4.4.3, men intervjuene gir et inntrykk av at det ofte er for dårlig tid til å gjennomføre dette i en prosjekteringsgruppe. Dermed ønsker jeg å fremheve at en prosjekteringsgruppe innarbeides på for kort tid til at det kan genereres en optimal grad av tillit. Likevel viser intervjuene til at det videreføres klare signaler som oppfordrer til kommunikasjon mellom ulike aktører i prosessene til Backe, og at det er en aktørs jobb på videreføre et budskap om en sak de kan påvirke med egen ekspertise. Intervjuene gir et innblikk i at klarhet i kommunikasjonen er essensielt, og at denne gjerne bør være sentralisert et sted. Rutiner for å formidle hva som er besluttet kontra fremstår som uklart i intervjuene, og det finnes mange plattformer i dagens byggeprosjekter der slike beskjeder kan videreføres.

7.2 Integrert prosjekterings bidrag til verdi i byggeprosjektet

Masteroppgavens andre forskningsspørsmål er: **“Hvordan bidrar integrert prosjekteringstilnærming til å skape verdi i byggeprosjektet?”**

Med tanke på hvor kompleks prosjekteringsprosessen og et byggeprosjekt er, etter hva som beskrives i kapittel 4.3.2, ønsker jeg å hevde at byggeprosjektet i stor grad avhengig av fordelene og ideene integrert prosjektering kan gi. Prosjekteringsprosessen har en klar etterspørsel etter behov for fleksibilitet, variabilitet og iterativt aktivitetssoppsett i prosessen. Oppsummert drar prosjekteringsprosessen stor nytte av integrert prosjektering sine prinsipper i form av fokus på tverrfaglig koordinering, helhetlig tenking og iterative prosesser. Integrert prosjektering og Lean kan, ut Ballard et al. (2010) sine beskrivelser i kapittel 5.1.1, i stor grad assosieres med hverandre. En leveransemodell basert på disse gir en grunnstamme med nye muligheter til prosjekteringsprosessen, og hovedprinsippene innen integrert prosjektering gir et grunnlag for praktisk gjennomføring av de fem verdiskapende elementene til Lean. Integrert prosjektering bygger videre på Lean-filosofi ved at førstnevnte legger opp en tilnærming som gir mulighet til å oppfylle prinsipper fra sistnevnte. Hvordan prinsipper innen integrert prosjektering kan assosieres med Lean-prinsipper er oppsummert i tabell 4.

Lean-prinsipp	Type effektivitet	Fokus på tidligfase	Helhetlige prosesser	Iterative prosesser	Tverrfaglige prosesser
Verdi	Ytre effektivitet	X	X		
Kontinuerlig forbedring	Ytre og indre effektivitet		X		
Verdistrøm	Ytre og indre effektivitet	X	X	X	X

Flyt	Indre effektivitet		X	X	X
Pull	Indre effektivitet		X	X	X

Tabell 4: Oversikt over hvordan hovedprinsippene i integrert prosjektering konvergerer med hovedprinsippene innen Lean.

Koblingene i tabell 4 er utarbeidet etter konseptuell tenking basert på teori fra litteraturstudiet og empiri fra intervjuene. Verdi på sluttproduktet av byggeprosjektet fremstår i intervjuene som i stor grad avhengig av tidlig problemløsning i prosjektet. Dette krever en integrert prosjekteringsgruppe, og er avhengig av et helhetlig prosjekt der det fokuseres på dialog mellom kunde og prosjekteringsleder. Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe kan løse mange problemer som beskrives i intervjuene i denne oppgaven. For eksempel etablerer tidlig involvering av prosjekteringsleder ansvarliggjøring av oppgaver og klarhet i hvilke aktører som skal kommunisere, slik at iterativ og tverrfaglig problemløsning kan begynne tidligere. Dette fasiliterer verdistrøm i prosjektet, og man kan unngå mange av kommunikasjonsproblemene i Backe som nevnes i kapittel 6.3.2. Læringsprosesser kan gjennomføres med en helhetlig tilnærming til prosjektet, da BIM samler informasjon som kan brukes til slike prosesser. Flyt og Pull-planlegging i Lean-tankegang henger tett sammen med tanke på indre effektivitet i byggeprosjektet, og tverrfaglige og iterative prosesser gjør at det er mulig å gjennomføre dette. Dette påvirker i stor grad verdistrøm, som også kan assosieres med tverrfaglige og iterative prosesser. Helhetlig fokus i prosessene gjør Pull-prinsippet kan brukes effektivt, noe som fasiliterer flyt i prosjektet.

Ut fra hvordan Lean beskrives i kapittel 5.2, er hovedbegrensningen med konseptet at det er bare et tankesett for hvordan effektive prosesser og eliminering av sløsing skal foregå. Filosofien i seg selv gir ikke noe rammeverk for handling for hvordan prinsippene gjennomføres, selv om metoder som LPS (Last Planner System) og TVD (Target Value Design) har opphav i Lean. Alarcón et al. (2013) fremhever i kapittel 5.1.2 at det mest fremtredende prosesstyringsverktøyet for å oppnå verdi i sluttresultat og prosess er BIM. Denne koblingen bygger også integrert prosjektering videre på, der begge konseptene er en sentral del av integrert prosjektering da de deler felles kultur og filosofi. Alarcón et al. (2013) argumenterer for at Lean og BIM fungerer sammen gjennom at førstnevnte er ideen og prosessen og sistnevnte er teknologien og fasilitatoren som muliggjør dette. Lean alene fungerer som en ide for økt verdi og redusert sløsing, noe en tilnærming og praktisk gjennomføring bygger videre på. Derfor ønsker jeg å argumentere for at bruk av integrert prosjektering og BIM bygger videre på Lean, og er sammen avgjørende for en prosjekteringsprosess som maksimerer verdiskapelse i byggeprosjektet.

Fokus på tidligfase

Intervjuene med Backe dokumenterer at fokuset på tidlig involvering av prosjekteringsgruppe og iterative prosesser gir avkastning i form av høy kvalitet på produksjonsunderlaget. Litteraturen er sammenfallende om at tidsperspektivet integrert prosjektering gir er helt essensielt, da dette forsterker tidlig problemløsning

og tidlig involvering av aktører i prosjekteringen forbedrer prosessen betydelig. Dette omtales som “Front-loading”, og betyr å legge inn ressurser i problemløsning i en tidligfase og sentrere prosjekteringen så tidlig i prosjektet som mulig i prosjektet. Figur 19 i kapittel 5.1.1 gir et klart bilde av hvilken avlastning/prioritering av prosjekteringen tidlig er for prosjektet som helhet. Dette bryter ned organisatorisk kompleksitet i prosjektet og reduserer usikkerhet sent i prosjektet. På denne måten er blant annet overgangen fra prosjektering til produksjon langt lettere, og det er langt mindre usikkerhet i hvordan sistnevnte foregår.

Intervjuene og dokumentstudiet fra kapittel 6.3.2 gir et bilde av at Backe kan dra nytte av ytterligere tidlig involvering av prosjekteringsleder og -gruppe, selv om hensiktsmessig gjennomføring av dette dessverre er en mangelvare i byggkonsernet. Her fremheves det at flere problemer kan dannes av at disse kommer inn i bildet for sent, og det mest fremhevende er at når prosjekteringsleder ikke kommer tidlig nok inn i bildet, er det risiko for at prosjekteringsprosessen kan bli mer lineær. Likevel trer det tydelig frem i intervjuene at når det tilrettelegges tidlig utarbeidelse av prosjekteringsløsninger, og at det kan skapes verdi på denne måten. På grunnlag av dette ønsker jeg å anbefale mer bærekraftige systemer for omfattende dialoger innen prosjekteringsgruppen i tidligfase for å klarlegge mål og oppgaver i prosjektet. Slik bedriften gjennomfører involvering av prosjekteringsleder i dag, fører det til altfor lite tid til modning for og gjennomføring av prosjekteringsløsninger. Jeg ønsker å foreslå involvering av prosjekteringsleder i programmeringsprosessen, og det er grunn til å hevde at prosjektet drar nytte av at vedkommende er like aktiv tidlig som prosjektleder, slik at en integrert prosjekteringsgruppe kan etableres tidlig. Dette legger, basert på hva som er funnet ut i intervjuene, grunnlaget for effektiv iterativ og tverrfaglig problemløsning. Hva intervjuene forteller om tidlig involvering av prosjekteringsleder i Backe gir et bilde på at det er betydelig potensiale for tidlig involvering av prosjekteringsleder i norsk byggbransje.

Helhetlige prosesser

I intervjuene i kapittel 6.3.2 refereres det til at man ser en rød tråd gjennom hele prosjektet, med programmering, prosjektering og produksjon. Ved integrert prosjekteringsstilnærming, som beskrives i litteraturen i kapittel 5.1, må man klare å sammenheng fra fase til fase, og å gjennomføre dette på mest mulig flytende måte. Slik integrert leveransemodell for prosjekter (LPDS) illustrerer, har alle aktiviteter en essens, og man forsøker å legge opp noe for neste fase. Det er sentrale aktiviteter som kan assosieres med alle faser i prosjekter, og en tilstrekkelig løsning er essensielt for de neste aktivitetene. Hele byggeprosjektet bærer preg av dette, og målet er å legge opp et optimalt sluttresultat. Gjennom dette helhetlige synet på byggeprosjektet, slik integrert prosjektering forsøker å legge opp til, strekker man seg etter en prosjekteringsprosess som tilrettelegger for en suksessfull produksjonsprosess. Backe tilrettelegger aktivitetsmønstre i sin gjennomføring av prosjektering som replikerer hvordan integrert prosjektering og LPDS fungerer.

Intervjuene refererer til de store linjene i prosjektet, som illustrerer de helhetlige prosessene best. En tilstrekkelig programmeringsprosess kreves for vellykket prosjektering, noe en god produksjonsprosess er videre avhengig av. Dette bygger videre på hvordan disse sammenhengene mellom fasene i prosjektet er essensielle for verdiskapelse i byggeprosjektet under ett, noe som ble fremhevet i kapittel 7.1. Integrering av kjerneprosessene inn i hverandre for å forbedre disse ved synergi gir

et praktisk bilde av helhetstenkningen i integrert prosjektering. Her er tidlig informasjonsinnhenting og -behandling i tidligfase og prosjektering viktig for å legge opp en god produksjonsprosess de essensielle punktene. Det er opp til prosjekteringsleder å planlegge prosjekteringsprosessen etter denne tankegangen og å holde prosjekteringsgruppen oppdaterte på fremdrift og aktuelle oppgaver, og informasjonshåndtering og prosesser og sentralt her. Dermed bidrar helhetlige prosesser til både flyt og verdistrøm i prosess, og til et godt resultat på sluttproduktet av bygningen.

Supplerende metodikk, som diskuteres i detalj i kapittel 7.3, fremstår som avgjørende for tilrettelegging av helhetlige prosesser i byggeprosjektet, da i aller høyest grad informasjonssentrering og standardisering i BIM og plansystemer basert på LPS. Intervjuene peker på prosjektering av materialer i BIM med parametriske informasjon, noe som står frem som et viktig punkt for å utarbeide løsninger ønsket av kunde og for et produksjonsunderlag med høy grad av byggbarhet. Plansystemene kan tilrettelegges gjennom Pull-planlegging for å legge opp klare linjer mot et sluttprodukt av byggeprosjektet. Slik plansystemene til Backe utvikles, gir denne formen for planlegging en bedre tilnærming for hvordan et prosjekteringsgrunnlag kan utarbeides, og hvordan prosjektering kan integreres med produksjon. Med andre ord er metodikken viktig for at det både kan genereres kundeverdi og en effektiv produksjonsprosess.

Tverrfaglig og iterativ samhandling

Litteraturen fremhever at det store fokuset på tverrfaglig samhandling i integrert prosjektering fører til at det er lettere å praktisere prosjekteringen iterativt. Videre peker intervjuene på at grunnlaget for å skape flyt i et prosjekt er gjennom positive iterasjoner, noe som krever vellykkede tverrfaglige prosesser og god kommunikasjon. Tverrfaglig koordinering av prosjekteringsleder kan sees på en nødvendighet i dagens byggeprosjekter, noe integrert prosjektering har et stort fokus på. Intervjuene gir et innblikk i at med så mange forbindelser i en byggeprosess og et så stort behov for tverrfaglig koordinering, gir integrert prosjekteringstilnærming mulighet til svært effektive prosesser innen dette. Backe gjennomfører tverrfaglige prosesser på en måte som i stor grad konvergerer med hva som beskrives i litteratur om integrert prosjektering, og prosjekteringslederne i intervjuene i denne oppgaven anerkjenner behovet for tverrfaglig samhandling. Slik bedriften har rutiner for etablering av gruppe og tverrfaglig kontroll, gjennomføres teambygging og tverrfaglige prosesser på en god måte.

Intervjuene peker på at tverrfaglige og iterative prosesser er avhengig av en riktig type teambygging. Dette innebærer et team som fokuserer på sak, klarer å benytte hverandres egenskaper i synergi og er enige om å jobbe mot et felles mål. Det hevdes tydelig i intervjuene at dette oppnås gjennom en riktig form for tillit internt i gruppa, som i stor grad oppnås gjennom ledelse fra prosjekteringsleder. For å holde gruppen fokusert på sak er det viktig å bruke dialog med gruppemedlemmene, for å gi de pedagogisk utbytte gjennom deres forslag til løsninger. Prosjekteringsleder må også styre gruppen og holde sistnevnte oppdatert gjennom prosjekteringsmøter. Dette vedlikeholder et samhold i gruppen og holder den oppdatert på viktig informasjon, og kan dermed sees på som en sentral koordineringsmekanisme i prosjekteringen.

Likevel er det enkelte momenter som kan påvirke tverrfaglige og iterative prosesser i Backe negativt. Tidlig involvering av prosjekteringsgruppe og “Front-loading” fremstår som en forutsetning for en vellykket prosess, noe Backe ofte ikke har gjennomført. Resultatet av intervjuene peker også på en tilsynelatende mangel på bevissthet rundt gjensidig kommunikasjon under utarbeidelse av prosjekteringsløsninger. Slik prosjekteringslederne i Backe beskriver dette, mangler prosjekteringsteamene ofte innsikten i hvordan aktørene bruker hverandres kompetanse, og hvor mye de faktisk må kommunisere for å generere gode prosjekteringsløsninger. På denne måten fremstår den iterative prosessen mellom rådgivere og arkitekter svekket, og ofte kan kommunikasjonen mellom rådgivere virke påtvunget. Samtidig gir dette et bilde av hvor vanskelig kommunikasjon for generering av produksjonsunderlag er, og at det er vanskelig å gjennomføre på en god måte. Da litteratur og casestudie med Backe gir et nokså liknende bilde av denne saken, kan både verdien av og utfordringene rundt tverrfaglige og iterative prosesser generaliseres på vegne av større deler av norsk byggbransje.

7.3 Lean-metodikk

I dette kapitlet forsøkes det å finne analysegrunnlag som svarer på oppgavens tredje problemstilling: **“Hvordan underbygger Lean- og VDC-metodikk integrert prosjektering?”**

Casestudiet med Backe i kapittel 6.4.3 gir et innblikk i at en integrert prosjekteringsprosess drar stor nytte av og muliggjøres av plansystemer basert på LPS (Last Planner System), BIM-modell og ICE-møter. Dette er metodikk som understreker hva integrert prosjektering som tilnærming og Lean som tankegang forsøker å tilføre prosjekteringen. Tankegang og metodikk spiller hver sin rolle i synergi for en bedre prosjekteringsprosess, og underbygger hverandre for høyere verdiskapelse i byggeprosjektet. Figur 40 gir en illustrasjon på hvordan jeg vil fremheve at tankegang, tilnærming og metodikk bygger videre på hverandre. I denne sammenhengen er Lean tankegangen, integrert prosjektering tilnærmingen og BIM, ICE og LPS (Last Planner System) den spesifikke metodikken. Slik som det pekes på i kapittel 7.2, er Lean begrenset til å kun være en tankegang, mens integrert prosjektering har klare linjer for hvordan et byggeprosjekt gjennomføres og hvordan økt verdi og redusert sløsing oppnås gjennom prinsipper, basert på Amor et al. (2010). Derfor argumenterer jeg for at integrert prosjektering som tilnærming bygger videre på Lean som tankegang. I kapittel 5.1.2 peker Alarcón et al. (2013) på at en tankegang eller filosofi krever konkret metodikk for realisering, og Ballard et al. (2010) hevder at integrert prosjektering innebærer brukt av disse metodene. Dermed bygger LPS, BIM og ICE videre på både Lean og integrert prosjektering, og muliggjør dette.



Figur 40: Hvordan Lean, integrert prosjektering og metodikk er knyttet sammen.

Hvordan integrert prosjektering-prinsipper fasiliteres av metoder, basert på resultatet av casestudiet, er oppsummert i tabell 5. Her forsøker jeg å vise aktuelle koblinger mellom tilnærming og metodikk. Fokus på tidligfase nyttiggjør seg av hvordan en endelig bygning kan estimeres gjennom BIM, og dette kan prosjektet planlegges gjennom LPS. Et helhetlig fokus på byggeprosjektet går ut på sammenhenger mellom kjerneprosessene, der et godt aktivitetsforløp basert på dette kan planlegges i LPS og BIM kan bidra til estimater av prosjektet. Tverrfaglige prosesser drar nytte av både LPS, BIM og ICE gjennom henholdsvis koordinering og planlegging av avhengigheter, visualisering av løsninger og kollisjonskontroll og effektive problemløsning gjennom god møtестruktur. Iterative prosesser drar nytte av både alle tre metodene gjennom Pull-planlegging i plansystemer, tillatelse for iterativ problemløsning i BIM og effektiv tverrfaglig samhandling i ICE.

Integrert prosjektering-prinsipp	Last Planner System (LPS)	BIM	ICE
Fokus på tidligfase	X	X	
Helhetlige prosesser	X	X	
Tverrfaglige prosesser	X	X	X
Iterative prosesser	X	X	X

Tabell 5: Oversikt over hvordan hovedprinsippene i integrert prosjektering kan assosieres med ulike metoder.

Resultatet av intervjuene impliserer at bruk av verktøy og metodikk i Backe krever strategisk planlegging og ledelse av prosjekteringsprosessen, og kan ikke løses alene av tilnærming fra integrert prosjektering eller tilhørende teknologiske metoder. Mest presist sagt, muliggjør og forenkler verktøy fra Lean og VDC god prosjekteringsledelse, men det kreves fortsatt effektive kommunikasjons-, kvalitetssikrings- og teambyggingsstrategier fra prosjekteringsleder for å kunne gjennomføre prosessen på en best mulig måte. Teknologien fasiliterer ikke gode prosesser og økt verdi i seg selv, men gir prosjekteringsgruppen mulighet til å jobbe mer effektivt. Dette er et utsagn som jeg ønsker å generaliseres på tvers av bedrifter, og gir et logisk resonnement på vegne av hvordan en prosjekteringsprosess gjennomføres. Det understreker hvor viktig prosjekteringsleders rolle er, og jobben til vedkommende går ut på å legge opp til riktig bruk av disse verktøyene og annen ikke-Lean-basert strategisk planlegging for en effektiv prosjekteringsprosess. Det kreves ofte ytterligere teambyggings- og problemløsningsstrategier, effektiv fordeling og prosessering av informasjon og god kvalitetssikring i ulike deler av prosessen, som ikke kan gjennomføres med LPS, BIM og ICE.

Plansystemer

Intervjuobjektene peker på Pull-planlegging som et elementært prinsipp og et verktøy som står sentralt i plansystemene til entreprenørkonsernet. Dette systemet konvergerer med hvordan plansystemer i LPS er beskrevet. Flere av prosjekteringslederne i Backe hevder i intervjuene at et slikt plansystem med

fleksibilitet er helt nødvendig for å ta hensyn til prosjekteringsprosessens komplekse og iterative natur. Hvordan Pull-planlegging benyttes i prosjekteringsplanene til bedriften utfyller behovet prosjekteringen har for iterasjoner og tverrfaglig samhandling. Med høy grad av kompleksitet i både organisasjon og aktivitetsoppsett, er et plansystem som Backe kan levere helt nødvendig. Slik plansystemene fungerer, bidrar de til at man kan unngå mange kommunikasjons- og informasjonsproblemer som ville dukket opp ellers. Prosjekteringsplanens praktiske utbytte kan ikke undervurderes, og måten dette bidrar til fremdrift og ansvarliggjøring i prosjekteringsgruppen gir et stort utbytte i både flyt og læringsprosesser i prosjektet.

Slik plansystemene til Backe fremstilles i intervjuene, kan de ikke klassifiseres som feilfrie eller optimale. De mangler smartere og mer databaserte systemer for å for eksempel legge opp rekkefølge mellom aktiviteter, da flere av prosjekteringslederne nevner at aktiviteter legges opp på erfaring. Det som savnes her er noe VSM (Value Stream Mapping) og DSM (Design Matrix Structure), omtalt i kapittel 5.3.1, kan gi prosessen for å optimalisere arbeidsnedbrytningsstruktur og læringsprosesser. Slik disse verktøyene er beskrevet, gir de et bilde av hva Backes prosjekteringsprosesser i utgangspunktet etterspør. Ofte blir dette løst gjennom prosjekteringsleders erfaring uten forankring i tidligere løsninger fra BIM eller algoritmebasert informasjon. Derfor ønsker jeg å utlyse systemer som likner på VSM og DSM i plan- og aktivitetssystemene til Backe.

BIM

Både resultatet av intervju og implikasjonen av litteratur er at BIM har gjort en enorm forskjell for byggbransjen, og bidrar gjennom 3D-visualisering, kollisjonskontroll og informasjonssentrering. Fordelene dette kan gi presentert i kapittel 5.3.2 dokumenteres i intervjuene i kapittel 6.3.3, og intervjuede prosjekteringsledere oppgir positive påstander om BIM som vedkommende generaliserer ovenfor byggbransjen i Norge. Informasjonen i litteraturen gjengis i stor grad i intervjuene, og dette beskriver bruk av BIM bryter ned kompleksitet i byggeprosjekter. Dette gir veldig store fordeler gjennom nedbrytning av barrierer i informasjonsinnhenting og gir en plattform som fungerer på tvers av fag. Felles problemløsning og muligheten til å bruke en felles IFC-fil, gir muligheter for en tverrfaglig kontroll som ikke hadde vært mulig med gammeldags prosjekteringsgjennomføring. Slik tverrfaglige deler av prosjekteringsprosessen kan gjennomføres med BIM, og måten verktøyet gir mulighet for iterativt arbeid, muliggjør BIM en integrert tilnærming til prosjekteringen. Dette underbygger hva Tjell (2010), Eastman et al. (2011), Alarcón et al. (2013) og Moud (2013) sier om avhengigheten mellom BIM og Lean, som understreker hvorfor dette er en essensiell del av integrert prosjektering.

Intervjuene forklarer hvordan BIM benytter seg av Lean-metodikk som likner på Set-Based Design (SBD), selv om førstnevnte er en ekstern programvare med opphav i VDC. BIM gir muligheten til tverrfaglig og iterativt arbeid i modellering av bygninger, noe som forsterkes gjennom kollisjonskontroll. Sistnevnte samkjører alle fag for å finne en løsning som er tilstrekkelig for alle fag. Dette er et eksempel på hvordan BIM fungerer som et rammeverk for praktisk gjennomføring av Lean, da førstnevnte benytter seg av prinsipper fra sistnevnte. Dette gir stor verdi til prosjektet ved at man utvikler et tilstrekkelig prosjekteringsunderlag som kan brukes til en produksjonsprosess uten omprosjektering, utsettelse eller endringer. På denne måten er fordelen med BIM at man effektiviserer byggeprosessen gjennom bedre

prosjekteringsløsning. Det klareste eksemplet på at Lean-tankegang og -metodikk har en sterk avhengighet med ekstern metodikk i form av BIM, er at sistnevnte bruker prinsipper fra SBD (Set-Based Design) i kollisjonskontrollen. Gjennom SBD har Lean en tankegang for hvordan man løser en problemstilling ved å ta hensyn til flere fag, og legger opp til et sett basert på flere sett. Intervjuene peker på hvor stor forskjell dette gjør i praksis, og at dette sikrer kvalitet og gjør plansystemene lettere.

ICE / særmøter

Slik ICE-møter, kalt særmøter i Backe, omtales i intervjuene, ønsker jeg å argumentere for at denne møtestrukturen har et stort bruksområde i prosjekteringsprosessen. Sistnevnte er en prosess som har en spesiell etterspørsel etter hvordan denne typen møtestruktur kan gi. Intervjuer beskriver hvordan dette kan gjennomføres i praksis, mens litteratur gir et godt bilde av bruksområde for denne typen møtestruktur. Tverrfaglighet, kompleksitet og iterativ problemløsning i sistnevnte prosess har et stort behov for møtestrukturen ICE kan levere. Med utgangspunkt i hvor kompleks byggbransjen og akkurat i denne delen av byggeprosjekter er, er det logisk å hevde at prosjekteringen har behovet for en avansert møtemetodikk på samme måte som romteknologi har hatt ved utviklingen av ICE (refererer til Chachere et al., 2004). Slik ICE er skrevet i detalj i kapittel 5.3.3 og utbyttet Backe får av deres særmøter, får prosjekteringsprosessen stor nytteverdi av møtestrukturen. Det er essensielt at denne typen møter legges opp ved aktiviteter der det kreves høy grad av samhandling og mange iterasjoner. Da prosjekteringsløsninger ofte lider av mangel på kommunikasjon, samhandling og tverrfaglige hensyn, tilfører disse møtene en etterlengtet samhandling med fokus på oppgave og der kompetanse kan involveres riktig.

Jeg ønsker å hevde at ICE et helt nødvendig supplement til integrert prosjektering, og utfyller sistnevnte tilnærming og Lean-filosofi som metodikk. På samme måte som bruk av BIM er helt nødvendig for å kunne gjennomføre en prosjekteringsprosess slik integrert prosjektering eller Lean beskriver, er møtestrukturen gjennom ICE et innslag som skaper stor nytteverdi. Dette understreker hvordan integrert prosjektering og Lean har begrenset praktisk virkning på et prosjekt eller ved gjennomføring av en aktivitet uten klare planer for metoder og gjennomføring. Siden prosjekteringen har et åpenbart behov for bedre tilretteleggelse av iterative prosesser og tverrfaglighet, noe integrert prosjektering prøver å legge opp til, er bidraget ICE kan gi prosessen stort.

7.4 Implementering av metodikk

Dette delkapittelet forsøker å analysere oppgavens fjerde forskningsspørsmål: **“Hvordan kan prosjekteringsleder implementere integrert prosjektering best mulig?”**

Basert på hvordan prosjekteringsprosessen er utformet og hvilke utfordringer som eksisterer her (kapittel 4.3.2), ønsker jeg å argumentere for at implementering av tilnærming fra integrert prosjektering og metodikk som underbygger dette er helt nødvendig i dagens byggbransje. Dette behovet forsterkes også av en stor økning i kompleksiteten i byggeprosjekter. Likevel er dette en stor endring som stikker dypt i organisering og gjennomføring av prosjekteringsprosessen, basert på hvordan dette er omtalt i kapittel 5.1.2. Det kan regnes som en tidkrevende og utfordrende prosess

å implementere prinsipper fra integrert prosjektering, og å gå vekk fra konvensjonelle og tradisjonelle. Implementering av ny tankegang og nye verktøy krever betydelig modning. Denne endringsprosessen vil alltid være en investering som krever både økonomiske, tekniske og pedagogiske ressurser. Likevel har dette blitt adoptert i systemene til Backe uten større problemer, basert på hva prosjekteringsledere hevder i kapittel 6.3.4.

Endringene Backe har gjort handler om å implementere en integrert og helhetlig prosess og å gå vekk fra en lineær prosess. Basert på litteratur kunne det antas at endringsprosessen kunne lide av konservativ kultur som ville påvirke hvor fort systemene kan integreres, men dette har intervjuene bekreftet som et mindre problem i Backe enn antatt på forhånd. Hovedimplikasjonen fra intervjuene er at en integrert prosjekteringsprosess gir sammenfallende stor nytteverdi til byggeprosjektet. Noen av kommentarene er at prosesser går fortere og at prosjekteringsgruppen kan jobbe langt mer effektivt og kan gjennomføre mer arbeid per tidsenhet. Dette gir et innblikk i at investeringen i nye verktøy og ny tankegang har blitt veldig godt mottatt i Backe. Likevel kan ikke denne positive tilbakemeldingen generaliseres overfor andre bedrifter i dette landet, og det kan ikke antas at hele byggbransjen ser like positivt på disse endringene. Likevel ønsker jeg å generalisere at implementeringsprosessen på landsbasis vil skape økt verdi og produktivitet gjennom modning over tid. Denne vellykkede implementeringsprosessen bør bidra med innflytelse og læring til bedrifter som ikke har implementert systemene i like stor grad, og bidra til at integrert prosjektering og tilhørende verktøy kan brukes i større grad i dette landet.

Svarene fra intervjuene om endringsprosessen gjengir at med innføring av Lean-tankegang og verktøy fra Lean og BIM er det viktig å skape en kultur som fasiliterer dette. Det er viktig at prosjekteringsgruppen sett under ett er imøtekommende for denne endringsprosessen, og at programvare og metodikk kan integreres inn i gruppen slik at det kan brukes effektivt i prosessen. Åpenhet for endringer og hvordan ny programvare kan benyttes nevnes som avgjørende i intervjuene. Det er også prosjekteringsleders ansvar å oppfordre til kultur for og å legge opp kurs i moderne prosjekteringsverktøy for å tilrettelegge for en god overgang til moderne prosjekteringsmetoder og -verktøy. Videre er det prosjekteringsleders ansvar å legge opp et samhold i gruppen og en felles mening om å bruke disse verktøyene til å oppnå mål i fellesskap.

Jeg mener også at endringsprosessen i implementering av integrert prosjektering, Lean og VDC inn i prosjekteringsprosessen ikke trenger å være forankret i noe navn eller domene, og kan i stedet sees på som en generell modernisering av prosjekteringsprosessen. Ut fra hvordan det beskrives hva Lean-filosofien står for i kapittel 5.2.1, er ikke det viktigste hva som implementeres eller hvilket verktøy eller hvilken metode som benyttes, men hva som oppnås og hvilken måte prosessen styres på. Dette understrekes av hvordan Backe ser på Lean i sine kvalitets- og styringssystemer, og integrerer dette implisitt i sine styringssystemer og sin styringspraksis. Lean som tankegang vil alltid ha utspring i hvordan en organisasjon legger opp effektive prosesser internt, og i Backe er dette basert på gode plan-systemer, visualiserende modeller, kollisjonskontroll og effektiv møtestruktur. Lean er bygd rundt generering av verdi og eliminering av sløsing, og de fem elementene verdi, verdistrøm, flyt, Pull-planlegging og kontinuerlig forbedring. Integrert

prosjektering står for helhetlige, iterative og tverrfaglige prosesser. Hvilken metodikk som brukes for å øke verdiskapelsen eller forbedre prosessene er ikke relevant.

Både litteratur og svar fra intervjuer gir et innblikk i at for en optimal endringsprosess er det viktig at tankegang og metodikk implementeres sammen. Det understrekes at integrert prosjekteringstilnærming ikke kan implementeres uten LPS, BIM og ICE. Et av disse elementene isolert vil ikke være tilstrekkelig for betydelig verdiskapelse i praksis, noe som gir et bilde på at integrert prosjektering er avhengig av den nevnte metodikken. Dette gir et bilde på hvordan integrert prosjektering søker synergier, og at tilnærmingen har en gjensidig avhengighet med bruk av BIM. Intervjuene er sammenfallende om at Lean-prinsipper er vanskelige å implementere uten BIM. Begge to utfyller hverandre ved at Lean og integrert prosjektering står bak ideen, og BIM og ICE tilfører metodikken med tilhørende programvare som tillater at dette kan gjennomføres. Intervjuene gir en implikasjon som konvergerer med hva Alarcón et al. (2013) hevder om sammenheng mellom Lean og BIM i kapittel 5.1.2.

7.5 Kritikk av eget arbeid

Funnene ved casestudiet i denne oppgaven dokumenterer mye av det som litteratur utlyser rundt virkninger og utfordringer ved modernisering av prosjekteringen. Likevel er dette for tynt grunnlag til å generalisere de fleste funn, og å hevde at denne informasjonen vil gjelde alle bedrifter eller store deler av bedrifter i dette landet. Litteraturstudiet gir informasjon oppgitt i dominerende litteratur innen byggbransjen og i prosjektering, og casestudiet gir informasjon som gjelder prosesser i ulike prosjekter for Backe. Det kan regnes med at fenomenene behandlet og mønstrene funnet i denne oppgaven også kan finnes i andre organisasjoner, men denne oppgaven er unikt skrevet for å beskrive hvordan dette er spesifikt i Backe. Dermed må det undersøkes ytterligere prosjekter og implementeringsprosesser i byggbransjen for å kunne bekrefte eller avkrefte sentrale funn. Det kan konkluderes med at integrert prosjektering er veldig positivt for byggeprosjekter på bransjebasis, men det kan være flere langsiktige ringvirkninger av endringene i metodikk i byggbransjen som ikke fanges opp i denne oppgaven.

Et av de største validitetsspørsmålene i denne oppgaven kan settes rundt om det er troverdig å analysere integrert prosjektering og Lean i en bedrift som selv ikke sier de benytter eller praktiserer dette direkte. Likevel kan tankegang, tilnærming og metodikk basert på dette tett assosieres med Backes interne kvalitets- og styringssystemer og gjennomføringspraksis. Etter å ha gjennomført flere bedriftsbesøk og intervjuer med byggkonsernet, er det riktig å hevde at disse konseptene har veldig høy korrelasjon med hvordan en prosjekteringsprosess gjennomføres her. Prosessene er iterative, tverrfaglige og helhetlige, med et mål om å skape verdi og å minimalisere sløsing, noe som kan dokumenteres gjennom både dokumenter i styringssystemer og intervjuer med prosjekteringsledere. Da dette er et casestudie som prøver å belyse en praktisk vinkel på saken, er dette svært relevant informasjon rundt integrert prosjektering og Lean. I tillegg konvergerer informasjonen om endringsprosessen rundt integrert prosjektering i Backe i stor grad med hvordan dette omtales i litteratur. I tillegg klargjør denne oppgaven tydelig hvilken informasjon som kan generaliseres på vegne av kun konsernet Backe eller på vegne av større deler av byggbedrifter i dette landet. Dermed kan informasjonen i denne oppgaven klassifiseres som troverdig.

Ved å vurdere eget arbeid med masteroppgaven kan resultatene karakteriseres som troverdige. Både dokumentstudie og intervju gir pålitelig informasjon, og casestudiet sett under ett kan sees på som relevant for oppgaven. For bedre validitet i oppgaven kunne det vært undersøkt informasjon ved flere prosjekteringsledere og hos flere bedrifter i bransjen. Likevel har hovedfokuset i oppgaven vært helhetlig dybdeinformasjon ved et mangfold av Backe-prosjekter, uten låst forankring i noen få prosjekter. Det har blitt stilt spørsmål som kan rettes mot flere prosjekter og gjentakende utfordringer i prosjekteringsgrupper. Det har vært fokusert på spisskompetanse fremfor variasjon i meninger blant deltakende aktører, noe som betyr at det har blitt gitt mer tillit til prosjekteringsledere fremfor andre aktører i en prosjekteringsgruppe.

8 Konklusjon

Denne masteroppgaven har som mål å svare på følgende problemstilling: **“Hvordan kan prosjekteringsleder bruke integrert prosjektering for å maksimere verdi i et byggeprosjekt?”** Den svares på gjennom fire forskningsspørsmål. I følgende avsnitt oppgis det et kort svar på oppgavens fire forskningsspørsmål, noe som bidrar til å kunne svare på oppgavens problemstilling.

FS-1 “Hvordan bidrar prosjekteringsprosessen til verdiskapelse i et byggeprosjekt?”

Denne masteroppgaven kommer frem til at i prosjekteringsprosessen spiller en rolle for å tilrettelegge verdi i byggeprosjektet gjennom: (1) en tids- og kostnadseffektiv i prosjekteringsprosess, (2) prosjekteringsløsninger som tilrettelegger en effektiv produksjonsprosessen og (3) leveranse basert på kundes referanser. Intervjuene peker på at hvordan prosjekteringsleder håndterer informasjonsflyt i prosjekteringsgruppen og hvordan aktører i prosjekteringsgruppen samhandler er sårbare punkter for verdiskapelse i prosessen. Om dette gjøres dårlig påvirker det flyt i byggeprosjektet og kvalitet på endelig prosjekteringsgrunnlag negativt, der sistnevnte vil i stor grad sette preg på hvor effektivt byggeplassproduksjon foregår og kvaliteten på endelig bygning. Verdileveranse kan tilknyttes kunde, bruker og samfunnsverdi, og denne oppgaven har kommet frem til at mottakelse av denne verdileveransen kan i aller størst grad kobles til forretningsideen til kunde.

FS-2 “Hvordan bidrar integrert prosjekteringstilnærming til å skape verdi i byggeprosjektet?”

Denne oppgaven beskriver hvordan en integrert prosjektering som tilnærming gir en ramme for hvordan en Lean-basert prosjekteringsprosess kan realiseres. De største fordelene denne oppgaven finner med integrert prosjektering er muliggjøring av tverrfaglige, iterative og helhetlige prosesser, noe som ikke er mulig ved lineære designprosesser. Dermed er det kommet frem til at integrert tilnærming utfyller hvordan prosjekteringsprosessen er utformet, og at sistnevnte prosess etterspør mulighetene integrert prosjektering kan gi. I denne oppgaven pekes det på at tidlig involvering av prosjekteringsgruppe og tidlig problemløsning er viktig for generering og leveranse av kundeverdi, og for å maksimere effekt- og samfunns mål i prosjektet. Casestudiet med Backe gir et bilde på gevinsten en slik involvering kan gi, og at om ikke dette gjennomføres kan det påvirke iterative og tverrfaglige prosesser negativt.

FS-3 “Hvordan underbygger Lean- og VDC-metodikk integrert prosjektering?”

En integrert prosjekteringsprosess kan muliggjøres gjennom metoder og verktøy i praksis, der BIM-modell, ICE-møter og LPS-baserte (Last Planner System) plansystemer står frem som de mest sentrale. Disse metodene muliggjør iterative, helhetlige og tverrfaglige prosesser, slik integrert prosjekteringstilnærming forsøker å legge opp til. Dette gir hele prosjekteringsgruppen nye måter å systematisere informasjon, visualisere fysisk verdi og koordinere ulike fag imellom hverandre. Denne oppgaven kommer også frem til at tverrfaglig koordinering og kollisjonskontroll i BIM ved bruk av prinsipper fra SBD (Set-Based Design) står frem som et avgjørende element for gode prosjekteringsløsninger. Dette tillater effektiv tverrfaglig kontroll, og gir en mulighet til å sette sammen en modell som tar hensyn til samhandling fra alle fag. Videre fremstår praktisk gjennomføring av Pull-planlegging

i LPS som svært viktig, da dette gir muligheten til et aktivitetsmønster som tar hensyn til prosjekteringsprosessens iterative tilnærming.

FS-4 “Hvordan kan prosjekteringsleder implementere integrert prosjektering best mulig?”

At prosjekteringsleder klarer å integrere tankegangen i Lean og BIM i prosjekteringsgruppen, og at sistnevnte er åpen for endringene verktøy kan tilføre er essensielt for at denne prosessen går uten problemer. Generelt er integrert prosjektering og endringsprosessen sistnevnte innebærer mottatt veldig positivt i Backe, og konservativ kultur og teknisk tilvenning ved bruk av verktøy er et mindre problem enn antatt i akkurat denne bedriften. Endringsprosessen i tankegang, tilnærming og metodikk gir stor økonomisk og verdimessig avkastning, basert på empiriske påstander hos prosjekteringsledere i Backe. I tillegg er det viktig å implementere tankegang og verktøy i prosesser sammen, og at begge er gjensidig avhengige av hverandre. Dette hevder litteratur, og intervjuene gir et bilde på hvorfor det ikke er funksjonelt å introdusere et av elementene alene.

Svar på problemstilling

Denne masteroppgaven kommer frem til at implementering av integrert prosjektering spiller en stor rolle i verdiskapelse prosjekteringsprosessen og byggeprosjektet som helhet. Dette gjelder både på prosess- og resultatnivå, og bidrar til å forme prosjekteringsprosessen på en helt ny måte og gi prosjekteringsleder en ny måte å styre prosjekteringsprosessen på. Tankegang og prosesser basert på integrert prosjektering innebærer større fokus på helhetlige prosesser, tverrfaglig samarbeid, iterativ problemløsning og bruk av kompetanse i en prosjekteringsgruppe. Noen av fordelene en integrert prosjekteringsprosess kan gi er mer tilpassede planleggings-systemer, bedre informasjonslogistikk, bedre tverrfaglig samhandling og bedre kontroll av prosjekteringsløsninger. Integrert prosjektering fasiliterer endringsprosesser innen prosjektering, noe som innebærer en modernisering fra lineære og sekvensielle prosesser. En integrert prosjekteringstilnærming gjør det lettere å koordinere ulike fagfelter og legge opp til iterativ problemløsning, noe som tar hensyn til økt kompleksitet i byggbransjen. Denne oppgaven gir også et innblikk i at prosjekteringsleders arbeid er sentralt for å tilrettelegge en integrert prosjekteringsprosess, blant annet gjennom koordinering av gruppe og implementering av verktøy.

Denne oppgaven fremhever hvordan integrert prosjektering som tilnærming muliggjør gjennomføring av Lean-basert prosjektering i praksis gjennom hensiktsmessig metodikk. Ved bruk av integrert prosjektering kan det tilrettelegges bedre flyt i prosjekteringsprosess, prosjekteringsløsninger som tillater en effektiv produksjonsprosess og løsninger som genererer kunde verdi. Plansystemer basert på LPS (Last Planner System), BIM-modell og ICE-møter står frem som de mest sentrale verktøyene for å løse problemer i en prosjekteringsprosess. BIM står frem som essensielt for en iterativ og tverrfaglig prosjekteringsprosess, da førstnevnte tilrettelegger kollisjonskontroll, standardisering av prosesser og tverrfaglig deling av modeller gjennom IFC-fil i prosjekteringen.

I denne masteroppgaven belyses det hvordan en prosess basert på integrert prosjektering kan forsterke teambygging, kommunikasjon, og informasjonsflyt i en prosjekteringsgruppe. Prosjekteringsleder har en essensiell rolle for å fasilitere verdi i prosjekteringsprosessen gjennom blant annet bruk av plansystemer, tilrettelegging

av kommunikasjon internt i gruppa og dialog med kunde. Hvordan vedkommende styrer prosessen har stor innvirkning på flyt og verdistrøm i prosjektet, og vedkommendes planlegging og koordinerende mekanismer har en innvirkning på hvordan rådgivere og arkitekter kan utarbeide prosjekteringsløsninger. Ved høyere grad av integrerte prosesser i prosjekteringen blir prosjekteringsleders rolle og arbeid viktigere.

Det er benyttet både teoretisk bakgrunnsinformasjon fra litteratur og empirisk informasjon fra casestudie med byggkonsernet AS Backe i denne masteroppgaven. Informasjonen funnet ved disse metodene konvergerer i svært høy grad, og i veldig mange tilfeller bekrefter casestudiet det som hevdes i litteraturen. Casestudiet gjennomført med Backe impliserer at Lean trer frem som gjennomføringspraksis, og fasiliterer målsetningen om maksimert verdi og minimert sløsing i et byggeprosjekt. Dette gir et innblikk i at Lean og integrert prosjektering kan identifiseres i byggbransjen etter essensen i tankegangen eller hvordan tilnærmingen er gjennomført, ikke etter navn på metodikk og programvare.

8.1 Videre arbeid

Denne oppgaven beskriver hvordan integrert prosjektering fremstår som tilnærming og konsept, og hvordan ideer bak dette kan utøves i praksis. Likevel er ikke kildene sammenfallende om at integrert prosjektering er en tilnærming, og flere av kildene i denne oppgaven definerer ikke integrert prosjektering tydelig. Dermed ønsker jeg å anbefale å finne ytterligere forskning om hvordan integrert prosjektering benyttes i bedrifter, hvilke sammenhenger dette har med Lean og VDC og hva som er utviklingsmuligheter innen dette feltet. I tillegg kan det være interessant å finne mer informasjon om endringsprosessen rundt overgangen fra lineær og sekvensiell tankegang til prosjektering til en mer integrert prosjekteringsprosess. Mye av informasjonen i denne oppgaven er spesifikt relevant for prosjekteringsgjennomføring i Backe, ikke byggbransjen generelt. Intervjuene klargjør at Lean- og VDC-baserte verktøy og metoder også krever modning. Dermed kreves det mer erfaring med både implementering og bruk av disse før noe kan generaliseres. Det er mye i denne oppgaven som kan sees på videre, blant annet bruk av de ulike verktøyene fra Lean eller VDC.

Et nokså lite utforsket tema, som det også har vært lite fokus på i denne oppgaven, er brukerpåvirkning i prosjekter. Hvordan Lean og integrert prosjektering kan bli bedre på å tilrettelegge for brukeren, og på denne måten oppnå effektmål og samfunns mål i prosjektet enda bedre, er et interessant tema å belyse. I veldig mange Lean-baserte kilder er det fokus på kun byggherre, og koblingen mellom byggherre og bruker har ofte blitt neglisjert, selv om førstnevnte har et mål om å skape verdi for sistnevnte. I tillegg er kvalitetssikring i prosjektering og generelt i byggeprosjekter et tema det er mulig å finne mer informasjon om. Denne oppgaven gir grunnlaget for hvordan kvalitetssikring står sammen med beslutningspunkter, plansystemer og tverrfaglig koordinering, men det kunne vært interessant å utrette forskning rundt hvordan kvalitetssikring gjennomføres i praksis og mer spisset fokus på betydningen av dette.

Referanser

- Alarcón, L., Mandujano, M. & Mourgues, C. (2013). *Analysis of the implementation of VDC from a Lean perspective: Literature review*.
- Alves, T., Oskouie, P., Gerber, D.J. & Becerik-Gerber, B. (2012). *Extending the Interactions of Building Information Modeling and Lean Construction*. Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Alves, T. C. L., Olivieri, H., Seppänen, O., Scala, N., Schiavone, V., Liu, M. & Granja, A. D. (2019). *Survey Comparing Critical Path Method, Last Planner System, and Location-Based Techniques*, ASCE.
- Amor, R., Owen, R., Palmer, M., Dickinson, J., Tatum, C. B., Kazi, A. S., Prins, M., Kiviniemi, A. & East, B. (2010) *Challenges for Integrated Design and Delivery Solutions*. Architectural Engineering and Design Management, 2010, Volume 6, 232-240
- Backe (2022). *Årsregnskap og beretning*. <http://backe.no>
- Ballard, G. (2000a). *Positive vs negative iteration in design*. In 8th International Conference on Lean Construction, Brighton.
- Ballard, H. G. (2000b) *The Last Planner System of Production Control*. The University of Birmingham.
- Ballard, H. G. (2000c). *Lean Project Delivery System*. White Paper #8, Lean Construction Institute, May 1, 6 pp.
- Ballard, G. & Howell, G. (2003). *An update on last planner*. I Proceedings of the 11th annual conference of the international group for Lean Construction.
- Ballard, G. (2008). *The lean project delivery system: An update*. Lean Construction Journal 2008 1-19.
- Ballard, G., Mossman, A., & Pasquire, C. (2010). *Lean Project Delivery - innovation in integrated design & delivery*.
- BC Green Building Roundtable (2007). *Roadmap for the integrated design process*. Prepared by Busby Perkins + Will Stantec Consulting
- Bowman, C. & Ambrosini, V. (2007). *Firm value creation and levels of strategy*. Management Decision 45(3) 360-371.
- Browning, T. (2016). *Design Structure Matrix Extensions and Innovations: A Survey and New Opportunities*. IEEE Transactions on engineering management, vol. 62, No. 1, February 2016
- Bølviken, T., Gullbrekken, B. & Nyseth, K. (2010). *Collaborative design management*. IGLC-18, 2010. Haifa: International Group of Lean Construction.
- Chachere, J., Kunz, J. & Levitt, R. E. (2004). *Observation, Theory, and Simulation of Integrated Concurrent Engineering: Grounded Theoretical Factors that Enable Radical Project Acceleration*. CIFE Working Paper #WP087, August 2004, Stanford University.
- Chianca, T. (2008). *"The OECD/DAC Criteria for International Development Evaluations: An Assessment and Ideas for Improvement."*
- Cooper, S., Endacott, R. & Chapman, Y. (2009). *Qualitative research: specific designs for qualitative research in emergency care?* School of Nursing and Midwifery (Gippsland), Monash University, Churchill, Victoria, Australia.
- Drevland, F. (2019). *Optimising Construction Projects as Value Delivering Systems*. Norwegian University of Science and Technology: Faculty of engineering, Department of Civil and Environmental Engineering.

- Eastman, C. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Eikeland, P. (1999). *Teoretisk analyse av byggeprosesser*. (SiB-rapport 14-98) Trondheim: SiB.
- Emmit, S. (2007). *Design management for architects*, Oxford, Blackwell Publ.
- Emmit, S., Ruikar, K. & Reifi, M.H.E. (2013). *Developing Conceptual Briefing Process Model for Lean Design Management*. IGLC-21, Fortaleza, Brazil
- Fewings, P. (2013). *Construction project management: An integrated approach*. London: Routledge.
- Flager, F. O. H. John. (2009). *Multidisciplinary process integration and design*. Journal of Information Technology in Construction.
- Forbes, L.H. & Ahmed, S.M. (2011). *Modern construction: Lean project delivery and integrated practices*. Boca Raton: CRC Press.
- Gray & Hughes, W. (2001). *Building design management*, Oxford, Butterworth-Heinemann.
- Grenness, C. E. (1999). *Kommunikasjon i organisasjoner: innføring i kommunikasjonsteori og kommunikasjonsteknikker*, Oslo, Abstrakt forlag.
- Grimsmo, E. (2008). *Hvordan unngå prosjekteringsfeil*.
- Hall, R. (2004). *Lean and the Toyota production system*. ISSN: 0924-1884, 1569-9986, Target: international journal on translation studies, 2004, Vol.30(3), p.22
- Halvorsen, K. (2008). *Å forske på samfunnet*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- Hamdi, O. & Leite, F. (2012). *"BIM and Lean Interactions from the BIM Capability Maturity Model Perspective: A Case Study."*
- Hines, P., Holweg, M. & Rich, N. (2004). *Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking*. International Journal of Operations & Production Management 24(10) 994-1011.
- Jacobsen, D. I. & Thorsvik, J. (2002). *Hvordan organisasjoner fungerer*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad og Bjørke.
- Jørgensen, B. (2006). *Integrating Lean Design and Lean Construction: Processes and Methods*. The Technical University of Denmark (DTU).
- Kaufmann, G. & Kaufmann, A. (2003). *Psykologi i organisasjon og ledelse*. Fagbokforlaget Vigmostad og Bjørke.
- Kelly, J., Male, S. & Graham, D. (2004). *Value Management of Construction Projects*. Wiley-Blackwell.
- Khanzode, A., Fischer, M., Reed, D. & Ballard, G. (2006). *A guide to Applying the Principles of Virtual Design & Construction (VDC) to the Lean Project Delivery Process*, Stanford University.
- Kirk, J. & Miller, M.L. (1986). *Reliability and validity in qualitative research. Method series vol.1*. Beverly Hills, Sage Publications.
- Klakegg, O.J. & Hjelmbrække, H. (2013). *The New Common Ground: Understanding Value*. 7th Nordic Conference on Construction Economics and Organization, Akademika forlag.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction (vol. 72)*. Stanford university Stanford.
- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. & Tommelein, I. (2002). *The foundations of lean construction*. VTT Building and Transport, Finland, Lean Construction Institute, University of California, Berkeley.

- Krygiel, E. & Nies, B. (2008). *Green BIM: Successful sustainable design with Building Information Modeling*
- Kunz, J. & Fischer, M. (2012). *Virtual Design and Construction: Themes, Case Studies and Implementation Suggestions*. Stanford University
- Larsen, A. K. (2008). *En enklere metode - Veiledning i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Lencioni, P. (2002). *The Five Dysfunctions of a Team: A Leadership Fable*. Published by Jossey-Bass, A Wiley Imprint, 989 Market Street, San Francisco, CA 94103-1741.
- Løkke, J. (2014). *En alternativ omtale av funksjonelle analyser som inkluderer kausal metodologi*. Norsk Tidsskrift for Atferdsanalyse, Høgskolen i Østfold
- Meland, Ø. (2000) *Prosjekteringsledelse i byggeprosessen: suksesspåvirker eller andres alibi for fiasko?* 2000:116, NTH
- Mitchell, R. K., Agle, B. R. & Wood, D. J. (1997). *Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts*. The Academy of Management Review, 22(4), 853–886. doi:10.2307/259247. JSTOR: 259247
- Moud, H.I. (2013). *Integrating BIM and Lean in the design phase; investigating collocated design meetings (iRoom)*.
- Olsson, N. (2011). *Praktisk rapportskrivning*. Tapir akademisk.
- RIF. (2015). *Prosjekteringsledelse i bygge- og anleggsprosjekter*, Rådgivende Ingeniørers Forening, ISBN 978-82-93131-07-6
- Russel, R. S. & Taylor, B. W. (2006). *Operations Management - Quality and competitiveness in a global environment - 5th edition*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sacks, R., Koskela, L., Bhargava, D. A. & Owen, R. (2010) *Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*. Journal of Construction Engineering and Management / Volume 136 Issue 9 - September 2010.
- SINTEF, B. (2009). *Introduksjon til buildingSMART og BIM for Rambøll Norge AS*. (A. Moum, & T. F. Berg, Artister) Norge.
- Snyder, H. (2019). *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*. Journal of Business Research, 104 (2019) 333-339, BI Norwegian School of Business, Nydalsveien 37, 0484 Oslo, Norway
- Sobek, D. K., Ward, A. C. & Liker, J. K. (1999). *Toyota's principles of set-based concurrent engineering*. Sloan management review, 40(2), 67.
- Spencer, N.C., Winch, G. & Council, C.I. (2002). *How buildings add value for clients*: Construction Industry Council London.
- Stabell, C., Fjeldstad, Ø. D. (1998). *Configuring value for competitive advantage: on chains, shops, and networks*. Strategic Management Journal / Volume 19, Issue 5 / p. 413-437.
- Thompson, J.D. (1967). *Organizations in Action*. New York: McGraw-Hill.
- Thomsen, C., Darrington, J., Dunne, D. & Lichtig, W. (2010). *Managing integrated project delivery*. White paper of the Construction Management Association of America.
- Thyssen, M.H., Emmitt, S., Bonke, S. & Kirk-Christoffersen, A. (2010). *Facilitating Client Value Creation in the Conceptual Design Phase of Construction Projects: A Workshop Approach*. Architectural Engineering and Design Management, 6:1, 18-30
- Tjell, J. (2010). *Building Information Modeling (BIM) in Design Detailing with Focus on Interior Wall Systems*. (Master thesis), The Technical University of Denmark, University of California, Berkeley.

- Tommelein, I. D. & Gholami, S. (2012). *Root causes of clash in building information models*. Proceedings for the 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 1(510), 10, 2012
- VIKO. (2010). *Kildekritikk*. <http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk>, NTNU.
- Westgaard, H., Arge, K. & Moe, K. (2010). *Prosjekteringsplanlegging og prosjekteringsledelse: Rapport til Byggekostnadsprogrammet*, Oslo, Arkitektbedriftene.
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your organization*. New York: Rawson Associates.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods (4th Ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Zeithaml, V. A. (1988). *Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence*. Retrieved 24th May 2022, from: <https://doi.org/10.1177/002224298805200302>
- Østby-Deglum, E., Svalestuen, F., Drevland, F. (2013) Kompendium TBA4127/AAR4951 *Prosjekteringsledelse*, Trondheim

