



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi	Høstsemesteret, 2017 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Stian Kirkvik Johnsen	 (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Jan Frick, Handelshøgskolen ved UiS Veileder(e): Jan Frick, Handelshøgskolen ved UiS	
Tittel på masteroppgaven: Engelsk tittel:	Konsekvensene av økt digitalisering blant framtidens byggentreprenører Future consequences of increased digitization among building contractors
Studiepoeng: 30	
Emneord: Prosjektledelse Digitalisering Scenarioanalyse Konsekvensutredning Bygg og anlegg	Sidetall:107..... + vedlegg/annet:7..... Stavanger, ..15/12/2017..... dato/år

**Masteroppgave –
M.Sc. Industriell Økonomi**

Konsekvensene av økt digitalisering blant framtidens
byggentreprenører



Universitetet
i Stavanger



Stian Kirkvik Johnsen

IØRP

Universitetet i Stavanger

15. desember, 2017

Universitetet i Stavanger

Postboks 8600 Forus

N-4036 Stavanger

www.uis.no

Rapporten er skrevet i \LaTeX

© Stian Kirkvik Johnsen

stian.k.johnsen@gmail.com

SAMMENDRAG

Oppgaven tar for seg konsekvensene av økt digitalisering i framtidens byggebransje, og fokuserer på bygge- og anleggsnæringens framtidige digitale transformasjon, kompleksiteten i prosjekter, og hvilken effekt dette får for byggetid, byggekost og kvalitet i framtidens byggeprosjekter. Herunder belyses også konsekvensene av digitalisering og kravene dette setter til samhandling og koordinering. Hensikten er å gi en indikasjon på hvorvidt en fremtidig byggebransje er bedre stilt enn den vi har i dag.

Utredning av framtidige og situasjonsbetingede implikasjoner, fordrer en kvalitativ, konseptuell og teoretisk, vitenskapelig tilnærming. Oppgavens primæranalyse er en *scenarioanalyse*, hentet fra framtidforskningen og fremsynsmetodikken. En scenarioanalyse er ikke en prediksjon eller trendforlengelse av dagens situasjon, men et utforskende instrument for systematisk synliggjøring alle plausible (og eventuelt ønskelige) framtidige situasjoner. Oppgaven har også sekundært innbefattet en litteraturstudie, kvalitative dybdeintervjuer, en PESTEL-analyse av byggebransjens drivkrefter, og en casestudie, som understøtte til scenarioanalysens drøfting.

Oppgaven anvender begreper som *operasjonell*, *taktisk* og *strategisk vellykkethet* for de ulike perspektivene på prosjektsuksess. Resultatene av litteraturstudien antyder at byggebransjens verdikjede er en sammensatt konstellasjon av forholdsvis mange aktører med varierende spesialisering. Dette fremstår som et kompliserende aspekt i forbindelse med graden av samarbeid byggeprosjektet som produksjonsmetode innebærer.

Gjennom litteraturstudien identifiseres bransjespesifikke nøkkelfaktorer som avgjørende for prosjektsuksess, herunder «*digitalisering*», «*omstillingsevne, endringsledelse og omskolering*», «*lovverk og offentlig bevilgning*», «*kontrakter, entreprisform, og kontraheringsprosessen*», «*design og prosjektering*», «*utførelse, kompetanse og tverrfaglig samarbeid*», «*kommunikasjon og leveringskjeder*», «*prosjektets interesser*», og «*prosjektevaluering*».

Casestudien ser de bransjespesifikke nøkkelfaktorene i sammenheng med en middels stor totalentreprenør, og identifiserer for hver nøkkelfaktor de viktigste forholdene på prosjektnivå. Her trekkes spesielt kommunikasjon og kompetanse frem som signifikante aspekter for operasjonell og taktisk vellykkethet.

Scenarioanalysen innledes med en PESTEL-analyse av de viktigste drivkreftene som preger byggebransjen på et overordnet nivå. Herunder belyses politiske, økonomiske, sosiokulturelle, teknologiske, miljømessige og juridiske forhold. Resultatene viser at særlig *økonomisk vekst*, *produksjonsetterspørsel*, og *teknologiutvikling og -integrasjon* er sentrale drivkrefter med stor innvirkning på bransjen. Disse benyttes som variabler i den påfølgende scenarioanalysen, hvorpå en *vellykket teknologisk integrasjon* er ensbetydende med suksessfull implementering av digitale verktøy i prosjektets arbeidsprosesser. *Vellykket teknologisk integrasjon* innebærer i tillegg en fullstendig og sømløs integrering av tekniske installasjoner i bygningsmassene. *Produksjonsetterspørsel* innebærer at prosjektomfanget varierer – at

mengden bygg som bygges, eller at prosjektstørrelsen, varierer. Vi identifiserer ved hjelp av variablene *fire* ulike, fremtidig plausible situasjoner for byggebransjen og byggebransjens aktører.

Scenarioet «*Nedkjølt Polemikk*» bærer preg av stor kompleksitet og et vanskelig samarbeidsklima, og framstår som operasjonelt og taktisk lite vellykket. «*Smart med Trått*» opplever mindre konflikt, og er totalt sett operasjonelt vellykket, men har forbedringspotensiale på det taktiske plan. «*Digital Vinning*» er scenarioet med størst grad av operasjonell og taktisk vellykkethet, hvor tverrfaglige samarbeidsproblemer og kompleksitet er å anse som inteteksisterende. I det siste scenariet, «*Strevende Uttelling*», er operasjonell vellykkethet høy, mens man i et taktisk perspektiv ikke har lyktes like godt.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to address the consequences of an increased digitalization in the future construction industry, focusing on future digital transformation, the complexity of projects, and the impact this will have on building time, building cost and building quality in future construction projects. The goal is to give an indication of whether a future construction industry is better off than today.

To examine future implications of digitalization, the paper utilizes a qualitative, conceptual and theoretical approach. The primary analysis is a *scenario analysis* derived from foresight research methodology. A scenario analysis is not a prediction or trend extension of today's situation, but an exploratory instrument for systematic visualization of all credible (and possibly desirable) future situations. The dissertation has also included a literary study, qualitative depth interviews, a PESTEL-analysis of the construction industry's driving forces, and a case study that supports the scenario analysis discussion.

The dissertation make use of concepts such as *operational*, *tactical* and *strategic success* for the various perspectives on project success. The results of the literature study indicate that the value chain of construction companies is a complex constellation of numerous parties with varying specialization. This appears to be a complicating aspect in terms of how much cooperation construction projects require.

Through the literature study, industry-specific key factors identify as crucial to project success, among these «*digitization*», «*adaptability, change management and training*», «*legislation and public funding*», «*contracts, contractual form and procurement process*», «*design and engineering*», «*execution, competence and interdisciplinary cooperation*», «*communication and supply chains*», «*project stakeholders*» and «*project evaluation*».

The case study examines the industry-specific key factors in the context of a medium-sized general contractor, and identifies the key factors at a project level. Communication and competence is specifically identified as important aspects of operational and tactical success.

The scenario analysis is initiated by a PESTEL analysis of the most important driving forces that characterizes the construction industry at an overall level. These include political, economic, social, cultural, technological, environmental and legal issues. The results show *economic growth*, *production demand* and *technology development and integration* as key drivers with big impact on the industry. These are used as variables in the following scenario analysis, where successful technological integration entails successful implementation of digital tools in the project's work processes. *Successful Technology Integration* also involves the complete and seamless integration of technical installations in buildings. *Production demand* implies that the project's scope varies – by the amount of projects, or in project size. Varying the variables, we identify *four* different, yet plausible future situations for the construction industry and its participants.

The first scenario, «*Cold Controversy*», has a complex and turbulent collaboration climate, and appears

to be operational and tactically unsuccessful. «*Smart but Slow*» experiences less conflict and is generally operationally successful, but has yet to utilize its full potential at a tactical level. «*Digital Gain*» is the winning scenario, with the greatest possible operational and tactical success among the four scenarios. Interdisciplinary collaboration issues and complexity are also next to non-existent. In the last scenario, «*Struggling Profits*», the operational efficiency is considered high, while being considered unsuccessful in a tactical perspective.

FORORD

Denne oppgaven er et produkt av siste semester i det toårige studiet Industriell Økonomi ved Universitetet i Stavanger. Oppgaven er på 30 studiepoeng, og har blitt gjennomført på siden av full jobb. Motivasjonen for oppgaven baserer seg på min bakgrunn som byggingeniør, erfaring fra bransjen og de tanker man har gjort seg opp underveis i karriereløpet.

Jeg ønsker å takke min arbeidsgiver, som har tilrettelagt for at gjennomføringen av oppgaven skulle foregå så smidig som overhodet mulig: Takk for kontorplass, lesedager, støtte og verdifull input til oppgaven underveis – dette til tross for at man befant seg midt i et hektisk byggeprosjekt.

Og til mine fantastiske medstudenter i Indøks for gode samtaler og råd: Dere har gjort studietiden til en drøm! En stor takk også, til min kjære familie som har bidratt med god hjelp i innspurten.

Til slutt vil jeg rette en spesiell takk til min veileder, Jan Frick, for gode innspill og hjelp til å stable oppgaven på plass.

Innholdet i denne oppgaven står for forfatterens regning.

Stavanger, 15.12.2017



Stian Kirkvik Johansen

ORDLISTE

ARK	<i>Arkitekt</i>
BH	<i>Byggherre</i>
TE	<i>Totalentreprenør</i>
TUE	<i>Totalunderentreprenør</i>
IoT	<i>Internet of things</i>
PMIS	<i>Prosjektinformasjonssystem</i> <i>(Project Management Information System)</i>
BIM	<i>BygningsInformasjonsModell(ering)</i>
(n)D	<i>(ant) Dimensjoner i modell</i>
HMS	<i>Helse, miljø og sikkerhet</i>
IT	<i>Informasjonsteknologi</i>
KS	<i>Kvalitetssikring</i>
BA	<i>Bygg og anlegg</i>
BAE	<i>Bygg, anlegg og eiendom</i>
ITB	<i>Integrerte Tekniske Bygningsinstallasjoner</i>
PBL	<i>Plan- og bygningsloven</i>
LoA	<i>Lov om offentlig Anskaffelse</i>
TEK	<i>Byggteknisk forskrift</i>
SAK	<i>Byggesaksforskriften</i>
SMB	<i>Små- og mellomstore bedrifter</i>
FDV	<i>Forvaltning, drift og vedlikehold</i>

(BLANK SIDE)

INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	1
1.1	BAKGRUNN FOR TEMA	1
1.2	MÅLSETNINGER	4
1.3	PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL	4
1.4	AVGRENSNINGER	4
1.5	OPPGAVENS STRUKTUR	5
1.6	BESLUTNINGSPROSESS OG BETRAKTNINGER	6
2	METODE	8
2.1	VITENSKAPELIG TILNÆRMING	8
2.2	EMPIRISK FORSKNING KONTRA KONSEPTUELL OG TEORETISK FORSKNING	9
2.3	KVALITATIV KONTRA KVANTITATIV METODE	9
2.4	PÅLITELIGHET OG GYLDIGHET AV RESULTATER	10
2.5	OM Å FORSKE I EGEN ORGANISASJON	11
2.6	EVALUERINGSKRITERIER FOR KILDER	12
2.7	FORSKNINGSDESIGN	13
2.8	FREMSYNSMETODER	14
2.8.1	SCENARIOANALYSE	15
2.9	PESTEL-ANALYSE	20
2.10	LITTERATURSTUDIE	24
2.11	KVALITATIVE INTERVJUER	25
2.12	CASE-STUDIE	27
3	TEORETISK GRUNNLAG	29
3.1	PROSJEKT OG PROSJEKTLEDELSE OG -STYRING	29
3.1.1	PROSJEKT	29
3.1.2	ULIKE PROSJEKTTYPER	29
3.1.3	PROSJEKTLEDELSE OG -STYRING	30
3.2	EFFEKTIVITET	31
3.3	INTERESSENER	32
3.3.1	VERDI	32
3.3.2	ØNSKER OG BEHOV	33
3.4	PLANLEGGINGSASPEKTER	35
3.4.1	OMFANG	35
3.4.2	TID	35
3.4.3	KOSTNAD	36

3.4.4	BUFFERE	38
3.4.5	KVALITET	38
3.4.6	USIKKERHET	39
3.5	KOMPLEKSITET	40
3.6	RISIKO	41
3.7	INFORMASJON	42
3.7.1	INFORMASJONSFLYT	44
3.8	BYGGEPROSESSEN	46
3.8.1	ADMINISTRATIVE PROSESSER	47
3.8.2	OFFENTLIGE PROSESSER	47
3.8.3	KJERNEPROSESSER	47
3.8.4	SEKVENSIELL FASEINDELING	48
3.9	ENDRINGER	48
3.10	KONTRAKT- OG ENTREPRISEFORMER	50
3.11	DIGITALISERING	51
3.11.1	BYGNINGSINFORMASJONSMODELLERING (BIM)	51
3.11.2	INDUSTRI 4.0	51
3.11.3	BYGG 4.0	52
3.11.4	INTEROPERABILITET	53
3.12	BRANSJENS NØKKELFAKTORER	54
4	CASE	61
4.1	OM EKSEMPELBEDRIFTEN – «ENTREPRENØR AS»	61
4.2	OM CASE-PROSJEKTET	62
4.3	PROSJEKTUTFORDRINGER	63
4.4	PROSJEKTSPEISIFIKKE NØKKELFAKTORER	68
5	SCENARIOANALYSE	82
5.1	FOKUS, KONTEKST, INNFALLSVINKEL OG TIDSHORISONT	82
5.2	SENTRALE TRENDER OG DRIVKREFTER	83
5.2.1	POLITIKK OG LOVGIVNING	83
5.2.2	ØKONOMI OG DEMOGRAFI	84
5.2.3	INDUSTRIALISERING OG TEKNOLOGISK UTVIKLING	85
5.2.4	MILJØ OG KLIMA	87
5.2.5	VURDERING AV DRIVKREFTENE	87
5.3	KRITISKE USIKKERHETER OG UTVIKLING AV SCENARIOENE	89
6	RESULTAT OG DRØFTING	90
6.1	SCENARIOFOTELLING 1: «NEDKJØLT POLEMIKK»	91
6.1.1	SCENARIOET	91
6.1.2	KONSEKVENSENE	92
6.2	SCENARIOFOTELLING 2: «SMART MEN TRÅTT»	94
6.2.1	SCENARIOET	94
6.2.2	KONSEKVENSENE	94
6.3	SCENARIOFOTELLING 3: «DIGITAL VINNING»	95
6.3.1	SCENARIOET	95
6.3.2	KONSEKVENSENE	96
6.4	SCENARIOFOTELLING 4: «STREVENDE UTTELLING»	97

6.4.1	SCENARIOET	98
6.4.2	KONSEKVENSENE	98
7	KONKLUDERENDE BEMERKNINGER	100
VEDLEGG A	DIGITALISERINGENS MODENHETSTRAPP	108
VEDLEGG B	INTERVJUGUIDE – VEILEDENDE TEMA FOR DIALOGEN	110
B.1	«ENTREPRENØR AS» – CASEBEDRIFT	111
B.1.1	RESPONDENT: <i>ING-1</i> OG <i>FOR-1</i>	111
B.1.2	RESPONDENT: <i>BAS-1</i>	113

FIGURLISTE

1.1	<i>Konsumprisindeks kontra byggekost</i>	2
1.2	<i>OECD Produktivitet per timeverk</i>	3
1.3	<i>Oppgavens struktur og rammeverk</i>	5
2.1	<i>Pålitelighet og validitet</i>	11
2.2	<i>Avhandlingens forskningsdesign</i>	14
2.3	<i>Forecasting</i>	15
2.4	<i>Framtidskjeglen – Ulike scenariotyper</i>	16
2.5	<i>Metode for rangering av drivkrefter</i>	18
2.6	<i>PESTEL-rammeverket</i>	20
3.1	<i>Ulike prosjekttypen</i>	30
3.2	<i>Verdiskapning</i>	33
3.3	<i>Byggeprosjektets behovsdekning</i>	34
3.4	<i>Prosjekttriangel</i>	35
3.5	<i>Ulike planleggingsmetoder</i>	37
3.6	<i>Muligheter, kostnader og usikkerhet</i>	40
3.7	<i>Usikkerhet, tvetydighet og kompleksitet</i>	41
3.8	<i>Risiko, kompleksitet og kompetanse</i>	41
3.9	<i>«Information richness» iht. kommunikasjonsmetode.</i>	43
3.10	<i>Informasjonstype kontra indre effektivitet</i>	43
3.11	<i>Beslutningsprosessen</i>	44
3.12	<i>Tradisjonell informasjonsflyt</i>	45
3.13	<i>Ønskelig informasjonsflyt</i>	45
3.14	<i>Byggeprosessene etter Eikeland</i>	46
3.15	<i>Kjerneprosessene</i>	46
3.16	<i>Sekvensiell faseinndeling</i>	48
3.17	<i>Endringsprosessen</i>	49
3.18	<i>Digital modenhetsgrad</i>	51
3.19	<i>Digital tvilling</i>	52
3.20	<i>Det digitale mulighetsrom</i>	53
4.1	<i>Skisse over caseprosjektets totalentreprise og dets hierarki.</i>	64
4.2	<i>Eks. på utfordringer i case-prosjektet</i>	67
5.1	<i>Drivkreftenes usikkerhet og betydning for digitaliseringsgraden</i>	88

6.1	<i>Scenario kryss</i>	91
7.1	<i>Scenarioene sammenstilt</i>	102
A.1	<i>Forklaring digitaliseringens modenhetstrapp</i>	109

TABELLISTE

2.1	<i>Sammenligning kvantitativ og kvalitativ metode</i>	9
2.2	<i>Oversikt over avhandlingens informanter</i>	26
5.1	<i>Drivkreftene i henhold til PESTEL-rammeverket</i>	88

KAPITTEL 1

INNLEDNING

Kapitlet presenterer grunnlaget for oppgaven; Bakgrunnen for valget av problemstilling, forsknings-spørsmål forsøkt besvart, oppgavens oppbygning, og eventuelle avgrensninger knyttet til oppgavens omfang. Delkapittel 1.6 gir i tillegg en oppsummerende beskrivelse av valg og betraktninger gjort underveis i oppgavearbeidet.

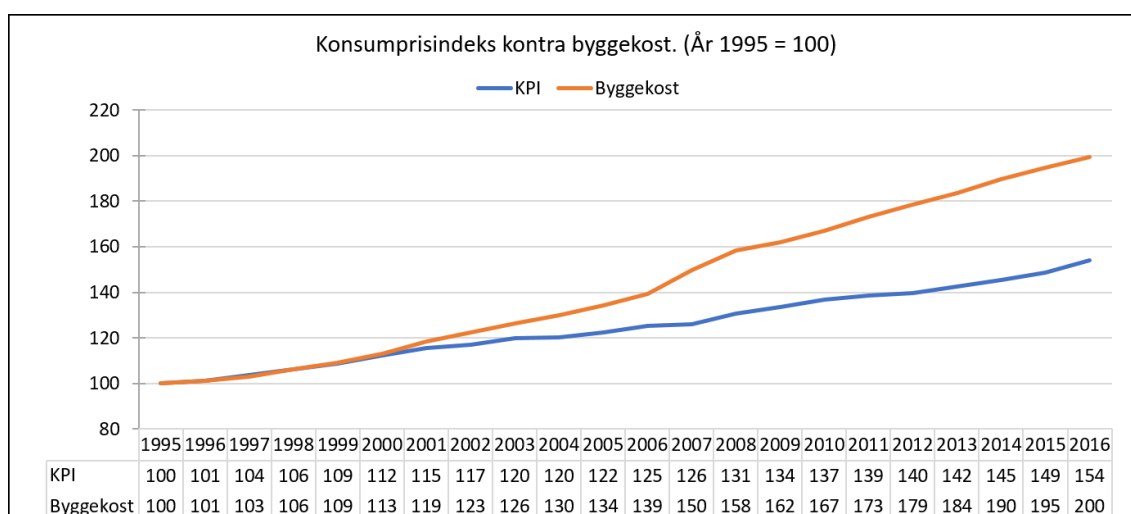
1.1 BAKGRUNN FOR TEMA

Byggebransjen betegnes ofte som hjørnesteinen i vår økonomi, og står for mye av verdiskapningen på verdensbasis. Også i Norge er bygg- og anlegg (BA) en betydelig bidragsyter, med en årlig total omsetning på nesten 500 mrd. kr. [1]. Bygg-, anlegg-, og eiendomssektoren (BAE-sektoren) er med andre ord en vesentlig aktør i det norske samfunnet. Disruptive endringer og trendbrudd innen sektoren kan skape ringvirkninger med implikasjoner for store deler av samfunnet. Det syntes derfor maktpåliggende å kunne analysere og drøfte konsekvensene av potensielle omveltninger BAE-sektoren kan utsettes for.

ØKTE BYGGEKOSTNADER

Til tross for høy omsetning innen bygg og anlegg, antyder dagens byggekostnader sammenlignet med konsumprisindeksen at det er blitt dyrere å bygge i Norge enn før (jf. figur 1.1) [2]. Tilsvarende trend bekreftes også av «Stortingsmelding 28 (2011-2012)» [3], hvor det påpekes at BAE-sektorens byggekostnader for boliger har økt med 89 prosent, kontra konsumprisindeksens 47 prosent i tidsperioden 2000-2011.

Ser man dette i sammenheng med næringens enorme omsetning, virker det innlysende at konsekvensene av eventuelle byggefeil og merarbeid, prosjektendringer, og effektivitetstap kan innebære uante økonomiske konsekvenser – både for byggherre, entreprenør og forsikringsselskap, men også samfunnet som helhet. Ulike kilder viser blant annet til effektivitetstap på så mye som 20-30% grunnet



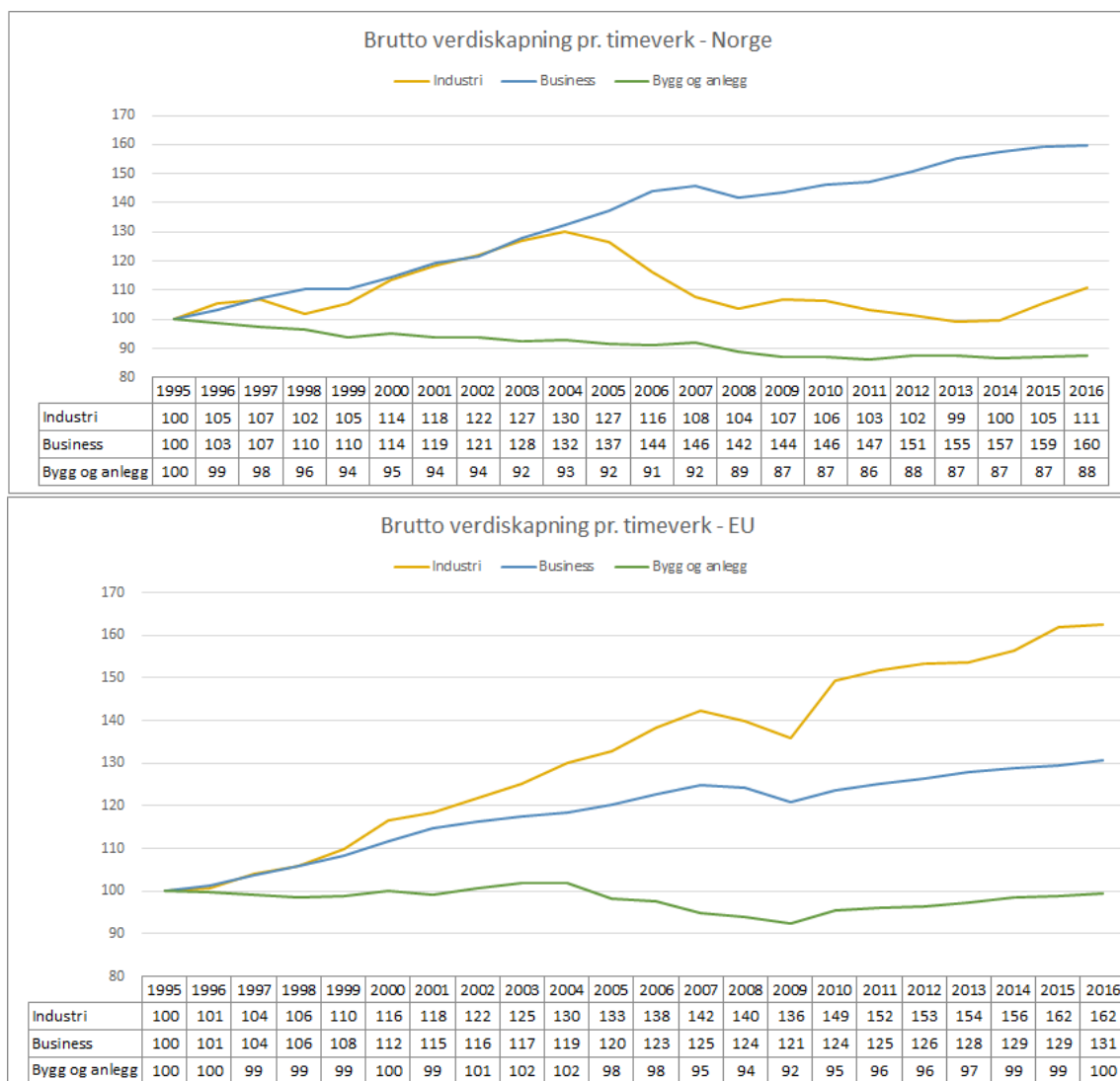
Figur 1.1: Konsumprisindeks kontra byggekostnadsindeks (1995 = 100). [2]

såkalt *heft* på byggeplass, endringsarbeider på opptil 10-20% av totale prosjektkostnader, og byggefeil med konsekvenser for opptil 5-10% av kontraktssum [4, 5].

PRODUKTIVITETSPARADOKSET

Det åpenbare mottiltak til fordyrende prosjekter syntes å være en mer *effektivt* produksjon; med kortere byggetid, og med høyere *produktivitet* eller brutto *verdiskapning* per timeverk. Det er nærliggende å tro at man med dagens avanserte teknologi og prosesseringskraft, skulle ha klart å demme opp for de økte byggekostnadene, sammenlignet med de «gamle» analoge byggeprosjektene. Men tall fra OECD [6] viser at byggebransjens produktivitet på verdensbasis faktisk har gått ned sammenlignet med øvrige næringer (jf. figur 1.2). I «Stortingsmelding 28» påpekes det at produktiviteten i entreprenør- og handverksverksemdet falt over 20 prosent fra 2000 til 2011. Dette tilsvarer at tidsbruken for samme arbeidsoppgave som man i år 2000 benyttet 60 minutter på, steg til over 75 minutter i 2011 [3]. Stortingsmeldingen presiserer dog at det er usikkerhet rundt produktivetsutviklingen i bransjen, da man ser store variasjoner i produktivitet mellom nybygg- og rehabiliteringsprosjekter.

Mange har forsøkt å utrede og forklare den negative produktivetsutviklingen, blant annet med liten internasjonal konkurranse, omfattende krav og regelver, økt bruk av utenlandske bedrifter og arbeidskraft, liten oppmerksomhet rundt produktivitet i «gode tider», konservativ næringskultur, fragmenterte verdikjeder, komplekse prosjektporteføljer, manglende ansvarliggjøring, kommunikasjonsproblemer, og manglende erfaringsoverføring [7–12]. De fleste trekker likevel frem fraværet av større teknologiske nyvinninger og økt kompleksitet som et ankepunkt i deres forklaringer om bakenforliggende årsaker til produktivetsparadokset. Byggebransjen står i det hele overfor store utfordringer knyttet til nåværende prosjektgjennomføring, som langt på vei innebærer liten produksjons- og kvalitetskontroll, manglende planlegging og medfølgende lave produktivitet, sløsing, samt liten samhandling og helhetstenkning blant byggeprosjektene interessenter – såkalte *stakeholders* [13]. Mulighetsrommet er med andre ord stort.



Figur 1.2: OECD Produktivitet per timeverk (1995 = 100). [6]

DIGITALISERING OG NYE TRENDER

Som i samfunnsdebatten og i de fleste industrier, har *digitalisering* lenge vært et moteord som har preget byggebransjen. Det har handlet om hvordan vi skal imøtekomme inntoget av digitale hjelpemidler, og om hvordan det fremtidige næringslivet vil se ut. *Digitalisering* i avhandlingens øyemed innebærer innføringen og integreringen av digital teknologi i byggeprosjektene, hvor prosesser og arbeidsoppgaver som tidligere ble gjort gjennom analog og manuell input, nå gjennomføres vha. digitale verktøy. En heldigital hverdag betyr at forretningsmodeller og -praksis – organisasjon og prosesser – designes for å utnytte dagens teknologi, men også for å imøtekomme morgendagens teknologiske nyvinninger. Digitaliseringen av en bransje endrer også bransjens forretningsbetingelser; nye trender oppstår, kostnads- og inntektsbildet forandres, nye muligheter oppstår, nye konkurrenter dukker opp mens andre går under [8]. Nye forretningsbetingelser gjør at bedrifter, bransjen og samfunnet må endre sine strategier for å utvikle seg – og overleve i en stadig skiftende og dynamisk verden[8].

Med hensyn til bransjens utfordringer knyttet til produktivitet, er det store spørsmålet hvordan inntoget av teknologi i byggebransjen – den kommende *digitale transformasjonen* – vil prege bransjen i årene som kommer, og om dette medfører konsekvenser for kostnader, byggetid og kvaliteten i byggeprosjektene.

1.2 MÅLSETNINGER

Oppgaven fokuserer på bygge- og anleggsnæringens framtidige digitale transformasjon, kompleksiteten i prosjekter, og hvilken effekt dette får for byggetid, byggekost og kvalitet i framtidens byggeprosjekter. Herunder belyses også konsekvensene av digitalisering og kravene dette setter til samhandling og koordinering. Hensikten er å gi en indikasjon på hvorvidt en heldigital byggebransje er bedre stilt enn den vi har i dag.

1.3 PROBLEMSTILLING OG FORSKNINGSSPØRSMÅL

For å knytte masteroppgaven opp mot overnevnte målsetning, ble følgende overordnede problemstilling utarbeidet:

Hva blir konsekvensene av økt digitalisering for framtidens byggebransje?

Det ble i tillegg, som veiledning underveis i arbeidet med oppgaven, formulert forskningsspørsmål med bakgrunn i velkjente utfordringer byggebransjen står overfor:

- 1: Hvilken effekt har byggebransjens digitale transformasjon på byggetid, byggekost og kvalitet i framtidens byggeprosjekter?
- 2: Hvilke konsekvenser får økt digitalisering for kompleksiteten og kravene til samhandling og koordinering?

Forskningsspørsmålene er formulert med den hensikt å lede arbeidet, samt sørge for en «rød tråd» i gjennom oppgaven. Forskningsspørsmålene forsøker å greie ut om dagens situasjon, utrede plausible framtider, og konsekvensene av disse. Til sammen etablerer spørsmålene og problemstillingen rammene for analysen, resultatene og den påfølgende drøftingen. Rapportens konklusjon har deretter til hensikt å besvare spørsmålene.

1.4 AVGRENSNINGER

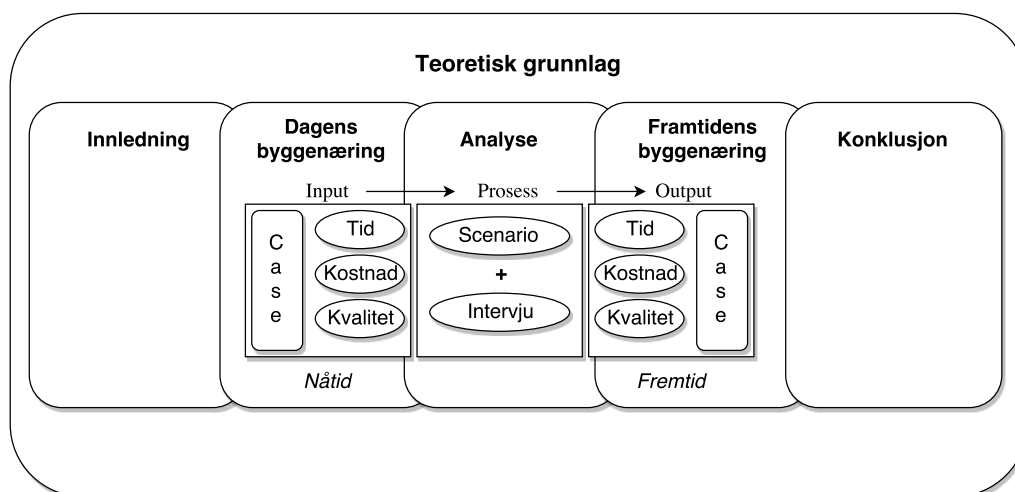
Byggebransjen befatter flere omfattende fagområder, både innen håndverk, tekniske fag, logistikk, prosjektledelse, økonomi og administrasjon. Bygg- og anleggsprosjekter har alle ulike omfang – fra enklere tømmerarbeid til fullskala utbygging av infrastruktur. Utvalget av entreprenører varierer også fra enkeltmannsforetak til store multinasjonale konsern. Bare i Norge har de største entreprenørene milliardomsetning og tusenvis av ansatte [14]. Omfanget av BA-bransjen er for stor til at denne

oppgaven skal klare å «gape over» hele spektret av BA-bransje. Det syntes derfor hensiktsmessig å avgrense oppgavens omfang.

Oppgaven begrenser seg til den norske bygg- og anleggsbransjen. Det finnes dog klare likhetstrekk og paralleller med bransjen i andre land – særlig for Skandinavia, hvor mange norske entreprenører også opererer. Oppgaven tar likevel utgangspunkt i den norske industrien, men vi erkjenner også at oppgavens omfang også kan strekke seg ut forbi Norges grenser. Oppgaven tar ikke for seg årsakene til produktivitetsparadokset nevnt i kapittel 1.1, da oppgaven ikke har som formål å bekrefte eller avkrefte årsakene bak den synkende produktiviteten, men å belyse konsekvensene av byggenæringens digitale transformasjon.

Den utvilsomt største begrensningen for arbeidet med masteroppgaven, er likevel *tiden* kandidaten har til rådighet. En oppgave på 30 studiepoeng forløper seg til bare ett semester. Dette betyr at forskningsbidraget vil være begrenset sammenlignet med annen forskning. Fordi oppgavens forskningsmetodikk retter seg mot *framtiden* gjennom fremsynsmetoder, vil oppgaven være av en konseptuell karakter. Man har således verken tid eller anledning til å sammenligne resultater *ex ante* og *ex post* – til det måtte forskningen gått over flere år. Vi vil med andre ord bare kunne «skrape i overflaten» av fagfeltet og tematikken vi forsøker å utrede.

1.5 OPPGAVENS STRUKTUR



Figur 1.3: Oppgavens struktur og rammeverk

Oppgaven innledes ved å etablere kontekst og bakgrunnen for valget av tema gjennom kapittel 1. Målsetning, problemstilling, forskningsspørsmål og avgrensning sier noe om hvor bred forskningen har vært, hva man har ønsket å formidle, samt hvilket forskningsbidrag oppgaven forsøker å gi. Kapittel 2 presenterer en oversikt over oppgavens vitenskapelige tilnærming, beslutningsprosessen underveis, og metodene oppgaven benytter. Det teoretiske grunnlaget for oppgaven avklares gjennom kapittel 3, hvor det gis innføring i en del sentrale begreper.

Videre bygger rammeverket rundt oppgavens problemløsning på et *input-prosess-output*-prinsipp (jf. fig.1.3). Litteratur- og dokumentstudier danner basis for det teoretiske grunnlaget, og understøtter oppgaven med teori fra start til slutt – fra innledning, analyse, diskusjon til konklusjon, sammen med bransjens nøkkelfaktorer. Casestudien i kapittel 4 tar for seg dagens BAE-næringen sett fra caseprosjektet og entreprenørens perspektiv, hvorpå aspekter knyttet til *tid*, *kostnad* og *kvalitet* betraktes. Dette danner videre grunnlag for input til analyseprosessen i kapittel 5 – i tillegg underbygget av innhentede data fra intervjuobjektene. Analyseprosessens output i kapittel 6 drøfter den framtidige byggentreprenørens perspektiver på tid, kostnad og kvalitet sett opp mot caseprosjektet – og hvilke konsekvenser dette har for byggeprosjekter mht. digital transformasjon, samt krav til samhandling og koordinering. Kapittel 7 presenterer avsluttende og konkluderende bemerkninger vi har gjort oss opp om oppgaven.

1.6 BESLUTNINGSPROSESS OG BETRAKTNINGER

Avhandlingen var innledningsvis, i startfasen av oppgaveskrivingen fokusert på en effektivisering av byggeprosjekter. Tanken var at man ved å greie ut om diverse effektiviseringsmetodikker som f.eks Lean Construction, kunne gi et bidrag til bransjen. Det ble fort klart at en slik oppgave – for å gi et reelt forskningsbidrag – ville måtte innebære en operasjonsanalyse hos en byggentreprenør, en påfølgende analyse og effektivisering/forbedring av operasjonen, samt en gjentatt operasjonsanalyse for å se effekten av effektiviseringstiltakene. Ulike samarbeidsbedrifter ble kontaktet, men med liten respons. Tilbakemeldingen var at man i byggeprosjektene allerede hadde utfordringer knyttet til tid og kostnader, og at en masteroppgave ville innebære å tilsidesette ressurser man ikke kunne avse. I tillegg var det fra undertegnede bekymringer knyttet til omfanget av eventuelle innkjøp (som f.eks innkjøp av utstyr, programvare, osv.) som ville måtte gjøres for å gjennomføre prosjektet. Bransjens innovasjonsbidrag syntes å drives fram av de store aktørene med tilstrekkelige FoU-ressurser. Siden det i stor grad bare var små- og mellomstore bedrifter (SMB) som kunne være aktuelle samarbeidspartnere for denne oppgaven, ble ambisjonene om å gjennomføre en eksperimentell oppgave forkastet. Det var tydelig at ett semester begrenset oppgavens omfang til en mer teoretisk oppgavelyd.

Parallelt med framstøtene mot ulike bedrifter ble mye informasjon og teori innhentet – i hovedsak for å få en oversikt over problemstillinger og forskning allerede utredet. En slik *førundersøkelse* gjorde det raskt klart at en mer framtidsrettet avhandling var aktuell vei å gå. *Digitalisering* og *digital transformasjon* pekte seg ut som aspekter bransjen hadde utfordringer med. Veldig mye forskning syntes å ha vært gjort på hvordan selve teknologien kan integreres i prosjektene – hvordan geolokalisering, sensorer, IoT, ulik programvare, osv. mest hensiktsmessig implementeres. Tanken var derfor å se nærmere på hvorvidt teknologimangfoldet var medvirkende til det førnevnte produktivtetsparadokset (jf. kap. 1.1), og til en økt kompleksitet i prosjektene. I så henseende var fokuset lenge at det enten kunne være hensiktsmessig å utrede hvilke bidrag digitaliseringen gir oppføringen av byggverk, eller hvordan prosjektenes *informasjonsflyt* påvirkes av økt kompleksitet og digitalisering. Oppgavens problemstilling fluktuerte derfor lenge mellom «Bygg 4.0' mht. bedre

leveringskjeder og koordinering mellom firma og arbeidsoppgaver» og «Hvilke konsekvenser har 'Bygg 4.0' for framtidens informasjonsflyt?» Det viste seg dog at en slik oppgave ble for teoretisk og konseptuell – for abstrakt til å praktisk la seg utrede og løse. Oppgaven måtte med andre ord forandres...

Heldigvis hadde man i forundersøkelsen avdekket at konsekvensene av digitaliseringen på et overordnet nivå, ennå ikke var blitt omfattende utredet. Tiden fram mot oppgavens innleveringsfrist ble kortere og kortere, og et valg av problemstilling måtte foretas. Kanskje var en konsekvensutredning av digitaliseringen et godt utgangspunkt? Problemet var bare at digitaliseringen av BAE-sektoren fortsatt er startfasen, og at man bare på få år kan komme til å oppleve ekstreme omveltninger. Å basere forskningen på utelukkende empiriske data, mht. de tilgjengelige ressursene og masteroppgavens tidshorison, syntes derfor utfordrende. Det ville kreve samarbeidspartnere som enten allerede hadde gjennomført en form for digital transformasjon, eller som er villig å avsette tilstrekkelige ressurser for å bli med på en transformasjon. Konklusjonen var at omfanget av en slik jobb ligger langt utenfor rammene til én masteroppgave. Det ble derfor besluttet at en analyse av *fremtidige* konsekvenser var det mest aktuelle utgangspunktet. Man gikk altså fra et fokus på effektivisering, til å se på bidraget av «Bygg 4.0», til å se nærmere på fremtidige konsekvenser av de digitale transformasjonene. Det var likevel utfordringer tilknyttet utredningen av *fremtidige* aspekter. Hvordan skulle man sammenligne data fra nåtiden med noe som ennå ikke har skjedd? Undertegnedes alternativ var derfor å benytte fremsynsmetodikk som utgangspunkt for oppgaven. I så henseende ble scenariofortelling betraktet som den mest aktuelle analysemetoden. Man var klar over at en scenarioanalyse raskt kunne fremstå mer som *synsing* enn forskning, og således ikke være tilstrekkelig for en masteroppgave. Men fordi fremsynsmetodikken i økende omfang benyttes av akademia og næringsliv som et seriøst, strukturert og strategibyggende verktøy, bekrefter valget av scenarioanalysen som et hensiktsmessig valg av utgangspunkt. For å understøtte scenarioanalysen med tilstrekkelig data, ble oppgaven supplert med både referansedata fra en casestudie, kvalitative intervjuer og en litteraturstudie. I undertegnedes formening burde dette være tilstrekkelig.

KAPITTEL 2

METODE

Det finnes en rekke ulike tilnærminger og perspektiver til forskning og forskningsstrategier. Dette kapitlet gir en overordnet oversikt over forskningsmetodene avhandlingen anvender og de avveininger som er gjort underveis. Delkapittel 2.1 til 2.7 beskriver avhandlingens vitenskapelige tilnærming, forskjellen mellom kvantitative og kvalitative metoder, forskningsdesign og forskningsstrategi. Delkapittel 2.8 til 2.11 beskriver metodene som benyttet. I tillegg identifiseres potensielle feilkilder, hvorpå resultatenes troverdighet diskuterer opp mot begreper som reliabilitet og validitet.

2.1 VITENSKAPELIG TILNÆRMING

Dalland [15] presiserer viktigheten av «riktig» metodevalg til den spesifikke problemstilling, da ulike metode- og strategivalg medfører ulike konsekvenser for forskningsarbeidet – som igjen influerer hvilken vinkling resultatene presenteres med. Det er derfor i følge Thagaard [16] et behov for en strategisk og strukturert arbeidsmetode for innhenting av informasjon, og for redegjørelse av framgangsmåter under datainnsamling, analyse og fortolkning. Metoden velges på bakgrunn av hvilket fenomen som skal utredes.

Thagaard [16] fastslår videre at forskning enten foregår ved:

- *Induktiv* tilnærming, som innebærer utvikling av ny teori på bakgrunn av akkumulasjon av innsamlet og prosessert data fra empiriske undersøkelser. Her er i stor grad identifisering av trender og korrelasjoner et viktig aspekt;
- *Deduktiv* tilnærming, som søker nyansering eller videreutvikling av etablert teori gjennom f.eks. utprøving av hypoteser;
- Eller *abduktiv* tilnærming – mellom teori og empiri – som innebærer at etablert teori danner forskningens utgangspunkt, hvorpå den etterfølgende analysen av data etablerer grunnlaget for nye teoretiske perspektiver.

I denne avhandlingen har man valgt å innta en abduktiv tilnærming til tematikken, med det formål

Sammenligning	Kvalitativ metode	Kvantitativ metode
Benyttes ved	lite kunnskap om fenomenet	god kunnskap om fenomenet
Når man skal	utvikle nye teorier og hypoteser	teste teorier og hypoteser
Når man ønsker	mye informasjon om få enheter (ikke generalisere)	lite informasjon om mange enheter (generalisere)
Når man vil	utforske innholdet i et fenomen	utforske hyppigheten av et fenomen

Tabell 2.1: *Sammenligning kvantitativ og kvalitativ metode*

om hvordan dagens kunnskap og teori om byggekost, fremdrift og kvalitet, vil framstå i en heldigital byggebransje.

2.2 EMPIRISK FORSKNING KONTRA KONSEPTUELL OG TEORETISK FORSKNING

Empirisk forskning baserer seg i stor grad på observasjoner alene, hvor forskeren(e) trekker slutninger med bakgrunn i observasjonene. Bevis framskaffet gjennom eksperimenter eller empiriske studier anses å være den sterkeste formen for bekreftelse eller avkreftelse av hypoteser og teorier vi har i dag [17]. I mange tilfeller er det dog ikke mulig å observere, spesielt mtp. utredning av konsepter og andre forhold. Måten teoretikere og filosofer utvikler nye konsepter (eller ny-tolker eksisterende), er i følge Kothari [18] *konseptuell forskning* – relatert til abstrakte ideer eller teorier. Dette er også forskningstilnærmingen denne avhandlingen har valgt å fokusere på framfor tradisjonell empirisk forskning. Grunnen er at det framstår nærmest umulig å hente ut empiri om byggebransjens abstrakte og tiltenkte framtid, da ingen med sikkerhet kan si hvordan fremtidige situasjoner vil forespeile seg. Løsningen på et abstrakt problem syntes derfor å være en abstrakt tilnærming.

2.3 KVALITATIV KONTRA KVANTITATIV METODE

Det skilles mellom to ulike metoder for innhenting av informasjon; kvalitativ og kvantitativ forskning [18][17]. Kvalitative metoder søker dybde, og vektlegger betydning, mens kvantitative metoder fokuserer på antall og utbredelse [16, 18]. En kvantitativ og kvalitativ kombinasjon kalles for *triangulering* [16]. En god oppsummering av metodene av Jacobsen [19] presenteres i tabell 2.1, og harmonerer med faglig diskurs i både Kotharis, Samsets og Thagaards betraktninger.

KVALITATIV METODE

Kvalitativ forskning omhandler og betrakter subjektive vurderinger som holdninger, meninger, adferd og kognitive prosesser som ikke lar seg tallfeste [18]. Forskingen er således en funksjon av forskerens eller informantens kunnskap, følelse og erfaring, og gir ofte mye informasjon samt dyptgående innsikt

om få undersøkelsesenheter – og bidrar samtidig til et helhetlig perspektiv og dypere forståelse av fenomener [17]. Kvalitativ data er vanskelig å etterprøve, men særdeles viktig for utviklingen av teorier og hypoteser. Vanlige teknikker for kvalitativ informasjonsinnhenting er dybdeintervjuer, fokusgrupper, observasjoner, samt analyser av dokumenter, bilder, videoopptak og samtaler. Ved bruk av kvalitative metoder bør man være innforstått med at kvalitative metoder reduserer graden av objektivitet i forskningen, siden innhentet data influeres av aktørens subjektivitet. Det er således viktig å påse informasjonens troverdighet gjennom kryssjekk med andre uavhengige kilder.

KVANTITATIV METODE

Kvantitative metoder benytter i utstrakt grad der fenomener lar seg utrede objektivt vha. tall og statistikk. Formålet med en kvantitativ analyse er ofte å teste en overensstemmelse mellom hypotese og faktiske forhold [18]. Metodens benyttes særlig for å trekke slutninger om årsak-virkningsforhold, ved å omdanne informasjon til målbare enheter [17]. Informasjonen tallfestes, hvorpå analysen går ut på vurdering av verdier eller størrelser. Etterprøvbarehet er i kvantitativ forskning en viktig forutsetning, da hensikten er å dokumentere og skaffe bevis for en teori eller hypotese [17]. Kvantitativ forskning benytter seg fortrinnsvis av observasjoner, statistikk eller omfattende spørreundersøkelser med større utvalg som hovedkanal i anskaffelsen av informasjon.

2.4 PÅLITELIGHET OG GYLDIGHET AV RESULTATER

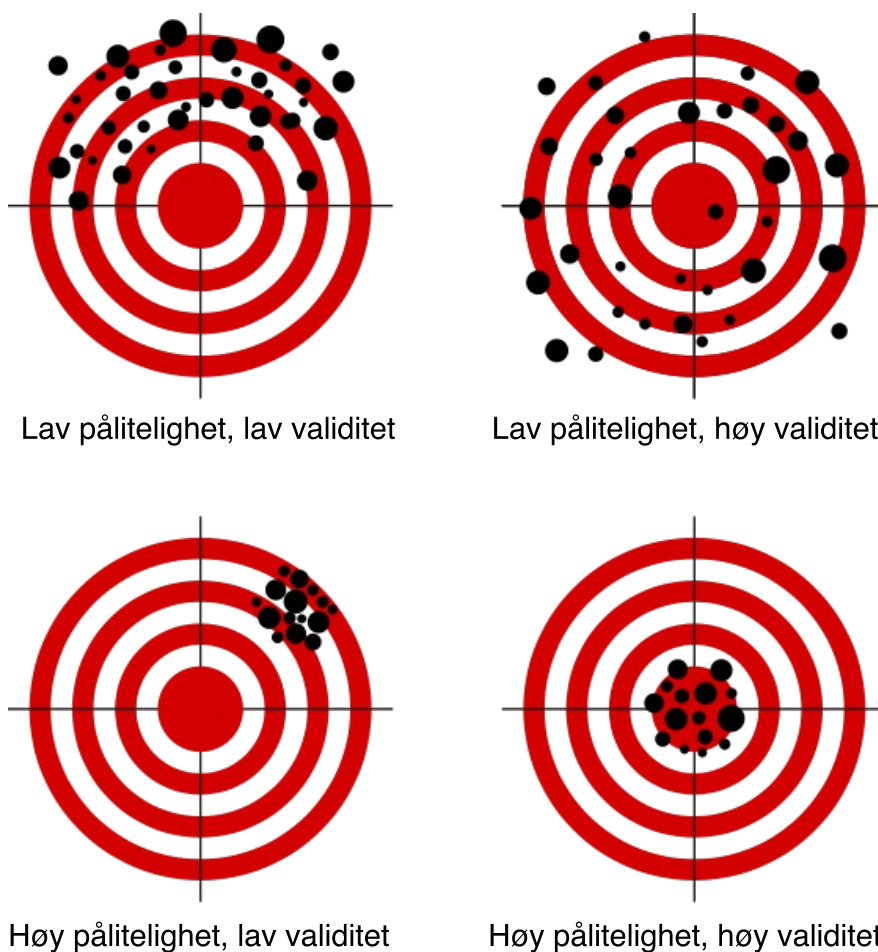
Resultatenes pålitelighet beror på forskningens målesikkerhet, på konsistens eller stabilitet. For høy pålitelighet bør resultatene være replikerbare – dvs. at samme resultater genereres dersom den samme studien blir utført på nytt, under de samme forutsetningene. For å kunne utføre en pålitelig studie bør forskeren unngå å være for subjektiv i sine utsagn og vurderinger [17]. Formålet bør være å gjennomføre en studie med stor pålitelighet, da pålitelighet impliserer resultater av høy kvalitet. For denne oppgaven har konsise og entydige spørsmål vært rettleidende for de semi-strukturerte intervjuene, samtidig som at man har gitt ulike perspektiver fritt spillerom i scenarioanalysen. Vi mener dette gir oppgavens større *gyldighet*, da tvetydighet bidrar til et kreativt mangfold – noe vår problemstilling fordrer. Målet på gyldigheten – eller *validiteten* – av resultatene relateres til hvilken grad man fra analysene kan trekke gyldige slutninger om emnet man undersøker [17]. Videre kan forskningens gyldighet bero på følgende spørsmål:

1. *Er forskningsdesignet hensiktsmessig?*
2. *Inneholder forskningsdesignet alle viktige faktorer og forhold?*
3. *Har man prøvd å unngå subjektive skeivvurderinger (såkalte «bias»)?*

Dersom studiens resultater kan generaliseres, med overføringsverdi på andre bruksområder enn utgangspunktet, innhar resultatene en såkalt *ytre validitet*. *Indre validitet* innebærer videre en god kontroll på eventuelle bias, slik at resultatene kan forklares vha. den antatte hypotesen [20]. Med hensyn til indre validitet er det spesielt viktig å vurdere hvorvidt de valgte parametrene faktisk måler det man ønsker å måle [17]. Når undersøkelsene avspeiler aspektene vi gjennom problemstillingen ønsker å

avklare, er den indre validiteten høy. Da er det også god sammenheng mellom problemstillingen og undersøkelsen i følge Samset [17]. Han påpeker videre at for analyser som baserer seg på antakelser, beror gyldigheten av resultatene på hvordan problemstillingen defineres [17]. I tilfeller hvor man har utfordringer med pålitelighet og presisjon, er det essensielt å påse – som et minimum – at informasjonen man analyserer er relevant.

Begrepene pålitelighet og validitet kan kanskje illustreres best gjennom Samsets eksempel på treffsikkerhet av resultatene på en blink (jf. figur 2.1).



Figur 2.1: Pålitelighet og validitet etter Samset [17]

2.5 OM Å FORSKE I EGEN ORGANISASJON

Deler av avhandlingens forskning har vært tilknyttet egen organisasjon. På bakgrunn av dette kan det i følge Ry Nilsen [21] være hensiktsmessig å belyse enkelte forhold, for å gi oppgaven nødvendig troverdighet.

Å studere en del av sin egen kulturkrets – sin egen virkelighet – kan være lettere enn å studere i ukjente omgivelser. Man kjenner til «hverdagspråket», kutymen, og hva menneskene i organisasjonen

er opptatte av [21]. Dette kan dog medføre et ugunstig forskningsperspektiv, hvor man fortrinnsvis analyserer og tolker resultatene i lys av sin posisjon i, og kjennskap til, organisasjonen. Det kan i følge Ry Nilsen [21] derfor være vanskelig å innhente relevante data når man i utgangspunktet bør betraktes som en aktør i organisasjonen – og dermed være en del av dette datasettet. En annen utfordring er hvorledes man som observatør vil bli påvirket av egne erfaringer, fordommer og meninger om emnet som utredes. Og *i hvilken grad anser respondentene forskeren som uavhengig observatør eller som deltager i organisasjonen?* Det handler altså om hvordan forskeren klarer å holde seg nøytral i sine observasjoner, og i hvilken grad informasjonen fra respondentene kan ansees som uhildet.

Undertegnede har i litt under et halvt år innehatt en stilling i casebedriften (jf. kap. 4) og har således kjennskap til både respondentene hos «Entreprenør AS» i tabell 2.2, og måten Entreprenør AS arbeider på. Hva de øvrige respondentene angår, er disse mer eller mindre ukjente – men har alle en form for relasjon til casebedriften enten som konkurrent, oppdragsgiver eller tilbyder. Undertegnede har derfor i forskningsprosessen vært konsekvent i måten man har forholdt seg til forhold som kan være av betydning for tolkningen og vurderingen av resultater. Man har så langt som mulig etterstrebet en profesjonell «distanse» mellom rollen som observatør og aktør, og vært nøye på å ikke «omskrive» data underveis i prosessen. Man må likevel, uten at det har vært til hensikt, konstatere at enkelte ubevisste, men subjektive omskrivninger kan ha forekommet.

Samtidig kan rollen som både aktør og observatør være fordelaktig, fordi kontekst og informasjon en utenforstående ville måtte tilegne seg, allerede er på plass [21]. For eksempel gjør kjennskapen til organisasjonen muligheten til å formulere konsise spørsmål, og hvis hensiktsmessig, stille oppfølgings-spørsmål ad hoc under intervjuene. Et annet fordelaktig aspekt tilknyttet forskning i egen organisasjon, er observatørens og respondentenes sammenfallende bakgrunnskunnskap og referanseramme – noe som tilrettelegger for klare og entydige svar, og således en oppgave av høyere validitet og pålitelighet [21].

2.6 EVALUERINGSKRITERIER FOR KILDER

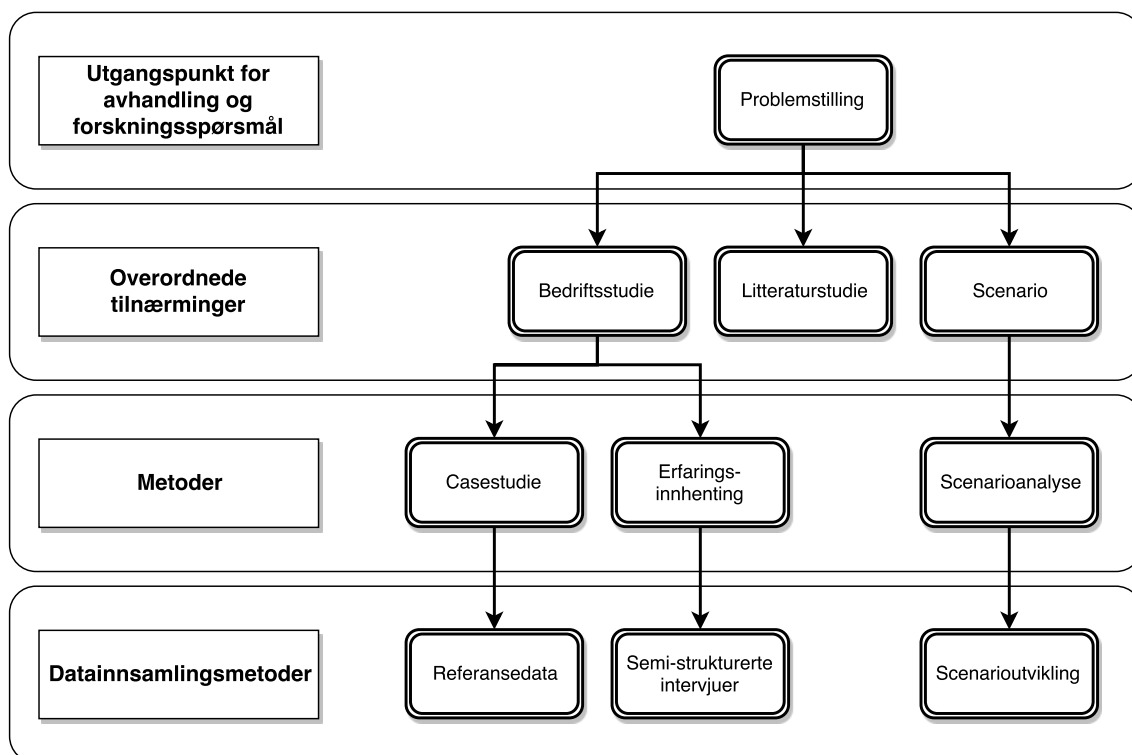
For evalueringen av informasjonskildene, anbefaler Universitetsbiblioteket i Stavanger å benytte NTNUs VIKO – *Veien til informasjonskompetanse* [22]. VIKOs prinsipper for kvalitetsikring av kilder bygger på «TONE»: *troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet* – i samsvar med allerede diskuterte begreper som *pålitelighet* og *validitet*. For litteraturkilder spør vi om: *Har kilden vært igjennom fagfellevurdering, og om teksten er skrevet av en anerkjent forfatter innen sitt fagfelt? Har forfatteren vært objektiv i sine påstander? Er kilden oppdatert, eksakt og dokumentert? Og er kilden relevant i forhold til tema?* TONE-kriteriene ble også benyttet i forbindelse med valget av intervjuobjekter.

Bare et fåtall litterære kilder ble forkastet eller utelukket, fordi de ikke oppfylte TONE-kriteriene. Dette skyldes nok at man benyttet anerkjente søkemotorer. De fleste kildene benyttet i oppgaven kom fra amerikanske universiteter, men både engelske, tyske, australske, brasilianske, koreanske og norske høyskoler og universitet var representert blant kildene som ble vurdert. At amerikanske kilder var i

flertall kan nok kanskje skyldes USAs dominante posisjon i teknologi-industrien, og fordi en rekke av verdens ledende universiteter befinner seg i USA. Vi konstaterer at våre analyser kanskje ikke er generaliserbare for utenlandsk byggeindustri som nevnt over, da mange av makroomgivelsene vi benytter som utgangspunkt for scenarioanalysen ikke har overføringsverdi utover Norges (og til dels Nordens) grenser. Eksempelvis sosiokulturelle forhold. Vi tror dog at å benytte kilder fra ulike land og universiteter kan virke positivt inn på oppgavens validitet, fordi man kanskje ubevisst hensyntar en rekke elementer vi ikke ser i Norge. Oppgaven har uansett gjort et poeng av å påse at kildenes egnethet – slik at vi med sikkerhet kan si at teorien passer inn i, eller kan tilpasses norske forhold og en norsk byggenbransje.

2.7 FORSKNINGSDESIGN

Figur 2.2 gir en oversiktlig oppsummering av hvordan oppgavens forskning har blitt strukturert. Utgangspunktet for arbeidet har vært problemstillingen og de underliggende forskningsspørsmålene. En omfattende litteraturstudie ble innledningsvis gjennomført for å danne et overblikk over ulike tematikk og kilder. Ulike søkemotorer har blitt benyttet, men kildene har hovedsaklig – foruten statistikk og konsulentrappporter – blitt innhentet via kjedesøk på søketjenesten *Oria*. Man har deretter igangsatt en bedriftsstudie, hvor et eksempelprosjekt har vært utgangspunkt for oppgaven. Fra bedriften har man også innhentet data gjennom semistrukturerte intervjuer. I tillegg har andre relevante informanter bidratt med data gjennom sine respektive intervjuer. Scenarioutviklingen er oppgavens hovedfokus, og understøttes av data fra både litteraturstudiet, casestudien og intervjuene.



Figur 2.2: Avhandlingens forskningsdesign

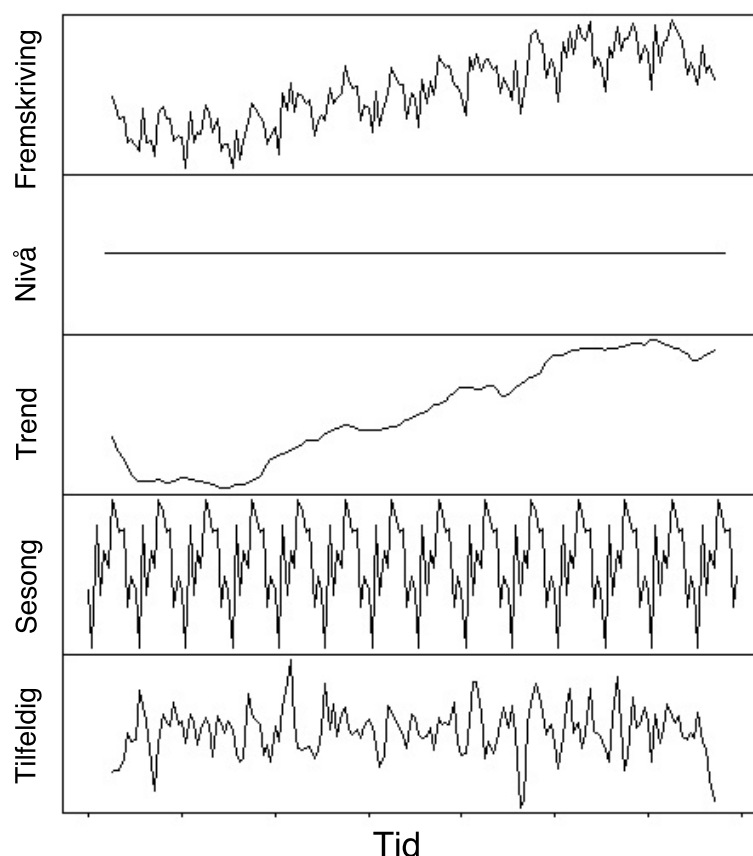
2.8 FREMSYNSMETODER

I takt med en tiltagende samfunnsutvikling, øker også behovet for å kunne forutsi trender eller forandringer som kan måtte oppstå. Fordi de ulike samfunnsområdene opplever kausale avhengigheter, vil lineære trendforlengelser ikke være tilstrekkelige for analyser av en mangesidig virkelighet [23]. Og som Stoknes og Hermansen [24] påpeker, må trendbrudd forventes. Siden virkeligheten ofte består av situasjoner hvor det er liten grunn til å tro at fremtiden vil bli lik fortiden, kan analyser basert utelukkende på empiriske data fort komme til kort. Det kan derfor syntes hensiktsmessig å anvende skjønnsbaserte metoder for systematisk synliggjøring av det fremtidig plausible. Dette behovet danner bakteppet for et eget forskningsfelt for framtidforskning – såkalt *foresight*.

Vi skiller i så henseende mellom to typer prediksjonsmetoder [23]:

- **Fremsynsmetoder:** Helt eller delvis *kvalitative*. Skjønnsmessige vurderinger fra beslutningstakere, eksperter og lekfolk.
- **Konvensjonelle prediksjonsmetoder:** *Kvantitativ*. Matematiske og statistiske analyser av empiriske data. Omfatter årsak-virkningsmodeller og tidsserier med trendforlengelse (jf. fig. 2.3).

På bakgrunn av avhandlingens egenart og tidshorisont, forblir empiriske data særdeles vanskelig å samle inn – og kanskje ennå vanskeligere å etterprøve. Som førnevnt, finnes det ikke noen lovmessighet i at fremtid blir lik fortid. Vi prekluderer derfor de konvensjonelle prediksjonsmetodene. Avhandlingen baserer seg i så måte på kvalitative og skjønnsmessige metoder, herunder *scenarioanalyse* som



Figur 2.3: Forecasting – Eksempel på konvensjonell fremsynsmetode og de fire komponentene [23].

presentert i kapittel 2.8.1, understøttet av *kvalitative intervjuer* med utvalgte informanter presentert i kapittel 2.11.

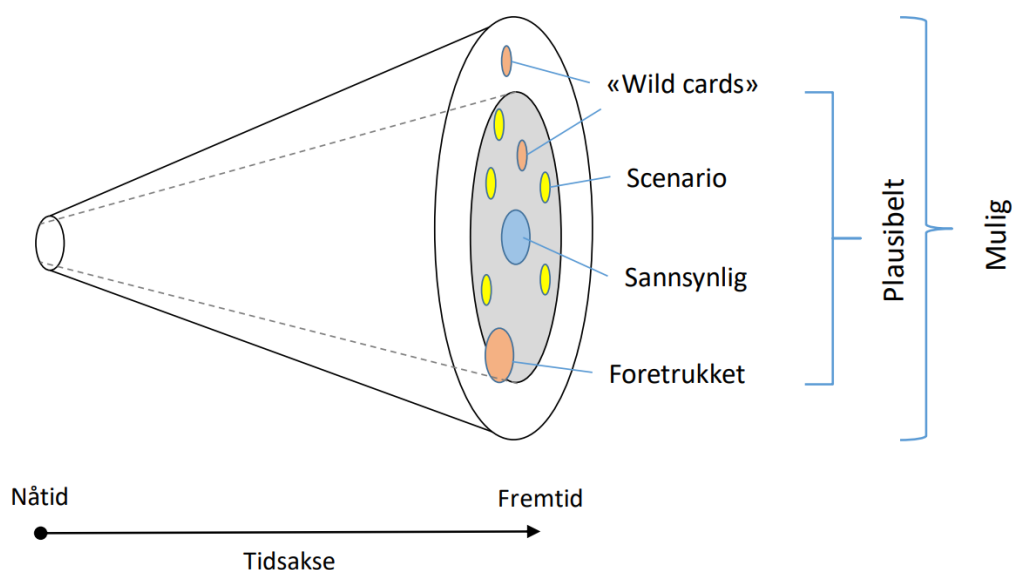
2.8.1 SCENARIOANALYSE

Ogilvy og Schwartz [25] definerer scenarioer som «*fortellinger om alternative omgivelser som dagens beslutninger kan utspille seg i.*». En annen, Heijden [26], hevder at «*a scenario is not a future reality but a way of foreseeing the future, thereby throwing light on the present in terms of all possible and desirable futures*». Et scenario er med andre ord ikke den faktiske framtidige virkeligheten, men et instrument for å belyse alle plausible (og eventuelt ønskelige) fremtidige situasjoner.

Scenarioer gir oss rammeverket for å håndtere kompleksitet i en uforutsigbar framtid, gjennom å utnytte åpenbare og eksplisitte *usikkerheter*. Man benytter usikkerhet for å utforske mulighetsrommet, for å komme til en dypere forståelse av hva som er viktig, og å identifisere hva som må betraktes – og hva er forbigående og kan bli ignorert [27].

Scenarioutviklingen, som fremsynsmetode, har med andre ord til hensikt å gjøre det lettere å forestille seg mulige fremtider i situasjoner med høy kompleksitet, lav forutsigbarhet og mange *usikkerheter* – slik som byggebransjens vei til full digitalisering til dels framstår. Andre ganger kan hensikten være å utvikle

forutsigbare prognoser, å understøtte strategiske beslutninger, eller beskriver situasjoner som det anbefales å virkeliggjøre. Scenarioer kan m.a.o. være *eksplorative* (mulige), *forutsigbare* (sannsynlige prognoser) eller *normative* (anbefalt realiserte fremtidsbilder) [23, 28]. Et eksplorativt scenario omfatter i hovedsak situasjoner som med relativ sikkerhet *kan* oppstå, men også disruptive situasjoner hvis utviklingsforløp fremstår som svært lite sannsynlig, men likevel mulig – såkalte «wild cards» [25, 29, 30] (se figur 2.4).



Figur 2.4: Framtidskjeglen – Ulike scenariotyper etter J. Voros [30].

Konvensjonelle fremsynsmetoder og forecasting-teknikker bygges som kjent opp av 4 komponenter: nivå, trend, sesong, og tilfeldige variasjoner (jf. fig. 2.3) [23]. Dette kan også gjelde for de kvalitative metodene, da disse i stor grad beror på subjektive vurderinger av virkeligheten. Nettopp fordi fremsynsmetodene er skjønnsbaserte, bygger prosessen, diskusjonen og resultatene på subjektive ideer og vurderinger – på følelser såvel som kunnskap. Som nevnt kan det tidvis være hensiktsmessig å anvende skjønnsmessige metoder – spesielt i situasjoner som omhandler politikk og planlegging på områder hvor entydige observasjoner, lover og regler kanskje ikke foreligger. En skjønnsbasert metode tilrettelegger for å ivareta ulike perspektiver av samme sak, herunder etikk, estetikk og politiske eller sosiale forhold man ikke klarer å hensynta gjennom empiriske observasjoner [23]. På denne måten makter scenariometodikken å bidra til at kvantifisert kunnskap kan benyttes i andre sammenhenger enn hva man i utgangspunktet benyttet kunnskapen til. Men samtidig må man være klar over at subjektivitet og skjønn gir følelser, fordommer, private agendaer og andre idiosynkratiske oppfatninger fritt spillerom, som kan være med på å forringe scenarioenes pålitelighet [23].

METODEN I BRUK

Analysen i kapittel 5 påtar seg i hovedsak en eksplorativ tilnærming, men kan likevel framstå normativ i sin beskrivelse. Den klassifiseres i henhold til Schwartz [31] og Fahey og Randell [32] som et industriscenario; Et hjelpemiddel for å identifisere sannsynlige framtid, forhold og omstendigheter

i en industri eller en industribedrift. Et industriscenario utforsker også hvordan disse tilstandene tilsynelatende blir å utvikle seg, og kan samtidig bidra til beslutninger om hva organisasjonen anbefales å gjøre for å havne i ønsket situasjon.

Med hensyn til valget av scenarioanalysens tidshorison, ble det innledningsvis vurdert å benytte et tidsperspektiv på ca. **5-10 år**, fordi man i en slik tidshorison kan ha større sannsynlighet for å oppleve de dyptgripende og disruptive endringene analysen etterstreber. Samtidig ville scenarioene være av en mer eksplorativ art, og i så måte harmonere med avhandlingens målsetning. Med en kort tidshorison risikerer man å prolongere nå-situasjonen inn i scenarioutviklingen, og dermed vektlegger det som i dag ansees som mest sannsynlig framfor plausible fremtider [27]. Dette kan igjen gi utfordringer med å vise mulighetsrommet som ligger i scenarioene. Valget falt dog på **3-5 år** som en mulig tidshorison, fordi dette bidrar til å produsere mer plausible scenarioer, men også fordi vi tror samfunnets tiltagende utvikling fortsetter å eskalere. Skal man hensynta prinsipper som f.eks. «Moores lov» [33], er dagens prosessorkraft 32-doblet, sammenlignet med 10 år gammel teknologi. En tidshorison på 3-5 år kan derfor i denne sammenhengen være «lang nok», og slik ivareta et eksplorativt utgangspunkt jf. analysens målsetning.

Det er viktig å påpeke at analysen i kapittel 5 er en framtidstenkning av plausible scenarioer – sannsynlige som usannsynlige. Formålet er altså ikke å spå framtiden, men å utforske plausible alternative fremtider for å slik være rustet til alle eventualiteter og forandringer. Scenarioer er således konseptuelle, og passer derfor godt inn i denne avhandlingen.

FREMGANGSMÅTE

Det er innen scenariometodikken, en rekke forskjellige teknikker og tilnærminger til scenarioutviklingen, jf. von Reibnitz [29], Schwartz [31], og Wright et al. [27]. Analysen i kapittel 5 vektlegger deres trinnvise fremgangsmåter, med løse tilknytning til nåtiden. Dette gir analysen et mindre preg av å være en prognose, og et større fokus på en eksplorativ prosess [27].

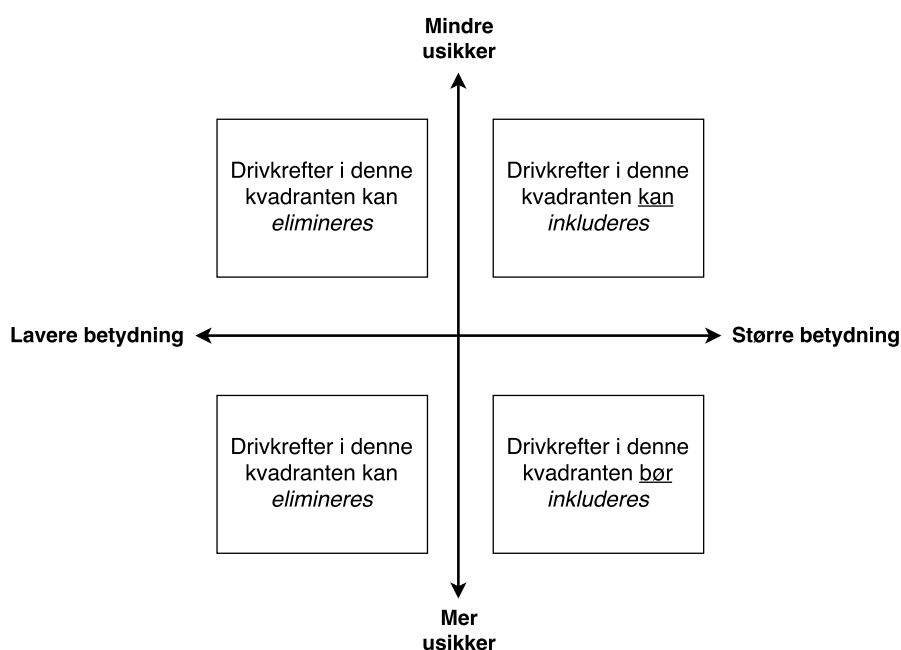
Et felles utgangspunkt som syntes å være vanlig i scenariometodikken, er etableringen av en innledende agenda – tydelig formulert og av betydning for målgruppen. Dette framkommer av fokusspørsmålet i kapittel 5.1. For øvrig er analysens framgangsmåte basert på en kombinasjon av både Wright et al. [27], von Reibnitz [29] og Schwartz [31] trinnvise prosedyrer, og forløper seg slik:

- 1: Etablere agenda og kontekst.** Beslutte innfallsvinkel (eksplorativ, prognose, normativ), definere fokusspørsmål og adekvat tidshorison. (jf. kap. 5.1)
- 2: Identifisere nøkkelfaktorer** avgjørende for byggetreprenørenes digitaliseringsgrad som lokale enheter (jf. kap. 3.12).
- 3: Identifisere og beskrive drivkrefter** (endringskrefter) med betydning for bransjens fremtidige utvikling (jf. kap. 5.2). Drivkreftene analyseres ved hjelp av en PESTEL-analyse (jf. kap. 2.9).
- 4: Kartlegge og rangere drivkreftene** iht. grad av betydning for digitalisering, og usikkerheten tilknyttet de ulike drivkreftene (jf. kap. 5.2.5 og fig. 5.1).

- 5: Identifisere kritiske usikkerheter.** De kritiske usikkerhetene er drivkreftene som sannsynligvis vil ha størst innvirkning på digitaliseringsgraden (jf. kap. 5.3). Disse blir det primære fokuset og grunnlaget for den videre scenaribygingen.
- 6: Utvikle scenarioene** og bransjens plausible retning, på bakgrunn av de kritiske usikkerhetene og nøkkelfaktorene tidligere identifisert (jf. kap.6). Scenarioene navngis for tydeliggjøring av retning.
- 7: Utforske implikasjonene** scenarioene har, herunder identifisering av muligheter og trusler, og av fordeler og ulemper – hvordan å snu risikoelementer til muligheter, og hvordan å maksimere mulighetene scenarioene gir (jf. kap. 6).
- 8: Teste scenarioene** iht. relevans, substans og nyhetsverdi (se under).

Vedrørende kartleggingen, rangeringen og identifiseringen i punkt 4 og 5 over, foretas en systematisk gjennomgang av drivkreftene etter deres viktighet og grad av usikkerhet. Scenarioanalysens hovedfokus bør opplagt bero på drivkrefter av høy usikkerhet og stor betydning – og disse *bør* inkluderes i alle scenariofortellinger. Drivkrefter med forutsigbarhet, men samtidig av høy betydning, *kan* inkluderes i de videre scenarioene, dersom man finner det hensiktsmessig. Figur 2.5 viser hvilke kvadranter man kan ekskludere, og hvilke som er av betydning for scenaribygingen.

Fordi PESTEL-analysen i punkt 3 over kan produsere et stort antall drivkrefter – ofte av lik karakter, har man sett det hensiktsmessig å kombinere to eller flere drivkrefter, og slik gjort analysearbeidet mer håndterbart. Av samme grunn velger man i punkt 5 å redusere analysen til noen få sentrale krefter man kan fokusere fullt på. For en forenklet scenaribyging – og for å gi en oversiktlig konsekvensutredning av scenarioene – kombineres hoveddrivkreftenes ytterpunkter med hverandre. Disse danner så grunnlaget for utforskningen av implikasjoner som nevnt i punkt 7.



Figur 2.5: Figuren antyder hvordan rangeringen av drivkreftene forløper seg.

TESTING AV SCENARIOENE

Under utviklingen av scenarioene, finner vi det hensiktsmessig å påse at resultatene innehar tilstrekkelig relevans og nyhetsverdi. Nyhetsverdi innebærer i så henseende at man framskaffer nye og «fantastiske» idéer og perspektiver som utfordrer eksisterende modeller og strategier. Scenarioet må med andre ord inneha elementer som kan virke *disruptiv* på etablerte trender – samtidig som det er troverdig og relevant. Dette er trolig det vanskeligste å oppnå, men vi anser det som viktig for å identifisere alle plausible framtidige situasjoner. Med henblikk på scenarioenes troverdighet beror dette på at vi identifiserer *plausible* scenarioer – at vi f.eks. ikke undergraver grunnleggende økonomiske lover, eller «bygger luftslott». Scenarioene må med andre ord ha rot i virkeligheten, og være forankret i nåtiden, samtidig som vi holder oss til tema. Scenarioene påvirkes således av analysens utgangspunkt, kontekst, og det underliggende datagrunnlagets kvalitet – av intervjuene og PESTEL-analysen. Selve testingen av scenarier foretas fortløpende og drøftes heller ikke nærmere.

KRITIKK AV METODE

En scenariofortelling vil være begrensende i sitt omfang fordi den ikke er uttømmende, og ei heller evner å beskrive samtlige kjennetegn og begivenheter som spiller inn i en gitt fremtidig situasjon. Til det er virkeligheten altfor kompleks. Scenarioene er forenklete skildringer av virkeligheten, som reflekterer scenarioforfatterens perspektiv på hvilke utviklingstrekk som ansees som viktigst og med mest relevans. Dette står igjen i et avhengighetsforhold til scenarioets formål, og forfatterens skjønnsmessige og subjektive vurderinger av hvilket «nivå» vi befinner oss i, megatrender som vi mener influerer, og andre sesongbaserte og tilfeldige variasjoner som vi mener spiller inn på scenarioene. Det hele beror altså på en strukturert form for «synsing» – der resultatene hviler på scenarioforfatterens egne tanker, følelser og erfaringer om hvordan fremtiden *kan* se ut [23, 31] – en form for *kognitiv bias*.

Foruten de skjønnsmessige vurderingene som ligger til grunn i en scenarioanalyse, kan valget av inndata til analysen også være av vesentlig betydning. Både Schwartz [31] og O'Brien [34] påpeker at scenariobyggerne har en tendens til å regelmessig overdrive effekten scenarioenes drivkrefter. Enkelte faktorer, som valutakurs, rentenivå og bransjens økonomiske situasjon kan med andre ord bli *for* fremtredende i scenarioene, mens andre og kanskje ditto viktige aspekter undervurderes. Dette kan potensielt medføre en vurderingsskjevhet i resultatene som påvirker konklusjonen deretter.

Scenariometodikkens største utfordring er som nevnt at scenarioene kun representerer forfatterens synspunkter. Det er altså ingen garanti for at fremtiden spås korrekt – ingen er profeter. Hovedformålet med scenarioer er å søke etter disruptive trender som *kan* influere en plausibel framtid, men fordi virkeligheten er uforutsigbar, har man ingen garantier for at såkalte *black swans*¹ (sorte svaner) ikke kan oppstå. Dette er et viktig aspekt å vedkjenne seg vedrørende nytteverdien og bruken av scenarioer.

¹Ukjente trusler eller hendelser – såkalte "ukjente ukjente"[35].



Figur 2.6: PESTEL-rammeverket

2.9 PESTEL-ANALYSE

For å gi en forståelse av hvilke makroomgivelser (drivkrefter) som påvirker BAE-sektoren, og for å danne et utgangspunkt til scenarioanalysen i kap. 5, er det valgt å benytte et strategisk verktøy kalt *PESTEL*. PESTEL er den engelske forkortelsen på *politiske* (political), *økonomiske* (economical), *sosiokulturelle* (sociocultural), *teknologiske* (technological), *miljømessige* (environmental) og *juridiske* (legal) faktorer, ofte ansett som de viktigste kreftene en virksomhet eller bransje utsettes for (jf. fig. 2.6) [36]. PESTEL-metoden er intuitiv og logisk i sin tilnærming, og integrerer så og si hele spektret av forhold som påvirker eller kan komme til å påvirke en bransje eller en bedrift – i dag eller i framtiden. Sett fra et strategisk perspektiv er analysens formål, i følge Wright et al. [27], å avdekke hvordan de viktigste drivkreftene i makroomgivelsene påvirker bransjens framtidige posisjon, vekst og kurs – slik at virksomheten kan posisjonere seg best mulig i forhold til framtidige muligheter og trusler. I så henseende gjør to spørsmål seg gjeldende:

1. *Hvilke faktorer i makroomgivelsene er mest kritiske for BAE-næringen?*
2. *Hvilke er viktigst i dag, og hvilke er viktigst i framtiden?*

PESTEL-faktorene er i følge Wright et al. [27] en del av det eksterne forretningsmiljøet, og påvirkes i liten grad av den enkelte virksomhet. Det er i tillegg viktig å bemerke at faktorene ofte er korrelerte, og påvirkes dermed av hverandre [37]. De må således betraktes i sammenheng med hverandre. Samtidig påpekes det at de ulike faktorer ikke alltid bør vektlegges like mye, og enkelte faktorer noen ganger utelates, da betydningen beror på hvilken setting analyseobjektet vurderes i – ulike momenter vil ha ulik betydning avhengig av virksomhet [37].

De påfølgende delkapitler gir en nærmere generell beskrivelse av faktorene i henhold til Johnson &

Scholes [37] og Gillespie [38], men også hvordan vi i vår PESTEL-analyse velger å betrakte disse.

POLITIKK OG LOVGIVNING

Politiske og juridiske faktorer omhandler offentlige beslutninger og lovreguleringer som i ulik grad kan påvirke analyseobjektet. Ettersom lovgivningen har sitt utspring i politiske føringer, henger faktorene i stor grad sammen. Vi finner det derfor hensiktsmessig å også presentere faktorene i sammenheng med hverandre.

Politikk kan vesentlig påvirke industri, marked og næringsliv. Et stabilt politisk klima gjør bedriftsmiljøet mer oversiktlig, og lettere å evaluere. For mange næringer er politiske reguleringer av ekstra betydning – særlig med tanke på hvor betydelig skatteuttak, skattepolitikk og andre subsidier kan påvirke økonomien innen en industri. Politiske føringer kan videre springe ut i ny eller revidert lovgivning, som kan påskynde eller bremse reguleringsprosesser eller forretningsmuligheter. Fordi beslutninger iverksatt av myndighetene ofte berører industrisektorer, kan det under «*Politikk og lovgivning*» være hensiktsmessig å karlegge om myndighetene har iverksatt, eller har til hensikt å iverksette tiltak, sanksjoner eller insentiver innen bransjen; dette være seg lov- eller vedtektsbestemmelser, forskrifter, godkjenninger, konsesjoner, andre krav eller lignende. Også politiske og lovmessige forhold i naboland eller land med stor innflytelse på norsk økonomi og næringsliv bør vurderes.

Under «politikk» vektlegges normalt:

- Politisk stabilitet
- Skattepolitikk
- Handelsreguleringer
- Arbeidsledighetspolitikk
- Sosiale velferdsgoder

For «lovgivning og juridiske forhold» vektlegges normalt:

- Monopollovgivning
- Arbeidsreguleringer
- Kontraktsrett
- Forbrukerrett
- Helse, miljø og sikkerhet

ØKONOMI OG DEMOGRAFI

Den økonomiske situasjonen er av vesentlig betydning for alle virksomheter. Avtagende eller stagnerende vekst på et forretningsområde kan bidra til at virksomheten avstår fra å ta markedsandeler ettersom risikoen kan være for høy – særlig gjeldende i kapitalintensive næringer. En nedgangskonjunktur vil påvirke etterspørselen. Videre bidrar vekst i økonomien til økt levestandard som gir positive ringvirkninger i næringslivet. Økonomisk stabilitet har med andre ord innvirkning på virksomhetes ordredybde, inntjening, og mulighetene for å finne investorer eller å ta opp lån.

Foruten økonomisk vekst og sykluser, vektlegges vanligvis:

- Valutakurs

- Rentenivå
- Inflasjon
- Arbeidsledighet
- Lønnsnivå og kjøpekraft

Analysens *sosiokulturelle faktorer* representerer demografiske og kulturelle aspekter som potensielt påvirker forbrukerbehov og markedets størrelse. Herunder finner man i hovedsak demografiske faktorer som befolkningsvekst, inntektsnivå og aldersfordeling, men også befolkningens sosiale holdninger som har sitt utspring i kulturelle forskjeller. I analysen har man valgt å vektlegge de demografiske faktorene framfor sosiale holdninger, da vi mener disse har størst betydning for byggebransjen – og særlig utslagsgivende for produktetterspørsel. Vi konstaterer dog at sosiale holdninger også kan være trendsettende gjennom kundens forbrukermakt, i form av hvordan et selskap skal operere og hva som bør produseres.

Under «sosiokulturelle forhold» vektlegger man normalt:

- Demografi
- Inntektsfordeling
- Livsstilsendringer
- Verdi- og holdningsgrunnlag
- Utdanningsnivå

TEKNOLOGISKE FAKTORER

I dag framstår teknologisk utvikling som en av de viktigste faktorene av betydning for virksomheter. Utviklinger er raskere enn noen sinne, og kan representere uante muligheter, men også store trusler for både virksomhet og bransje: Muligheter gjennom teknologiske fremskritt som muliggjør effektiv drift eller bedre produkter; og trusler i den forstand at bedrifter som ikke evner omstilling, utkonkurreres av konkurrenter som tar i bruk moderne teknologi. Tilgangen til adekvat teknologi kan være avgjørende for hvorvidt en forretningsmulighet blir suksessrik eller ei – Nyvinninger kan åpne opp for nye markeder, men også være ødeleggende for markeder som ikke evner omstilling.

De vanligste vektlagte forholdene innen «teknologi» er:

- Teknologisk innovasjons- og foreldelsesfrekvens
- Offentlig forskning og utvikling
- Nye oppdagelser
- Teknologifokus
- Digitaliseringsgrad

MILJØ OG KLIMA

«Miljø og klima» omhandler i hovedsak forhold tilknyttet naturen og miljøet, men *kan* også innbefatte andre samfunnsmessige forhold. Denne analysen fokuserer dog kun på naturen og miljøet, og faktorer vesentlig for BAE-næringen. De samfunnsmessige forholdene er allerede ivaretatt under de øvrige faktorene i PESTEL-rammeverket.

Menneskelig miljøpåvirkning får en stadig større plass på vår agenda. Forbrukere, kunder og myndigheter «straffer» – i større grad enn før – virksomheter og industrier med uønsket innvirkning og effekt på miljøet. Samtidig belønnes næringslivet for å bidra positivt til miljøsaken gjennom offentlige subsidier og incentiver, og man ser at kunder er blitt mer villige til å endre sine produktpreferanser til fordel for produsenter som utviser en grønnere profil. Bedriftene innser også at klimaendringer kan ha negative konsekvenser for virksomheten gjennom økte investerings- og forsikringskostnader, og også lavere inntjening på sikt. For andre kan klimaendringer innebære nye forretningsmuligheter i områder man tidligere ikke hadde forutsetninger for å operere rasjonelt.

Under «miljø og klima» vektlegges normalt:

- Miljøvernlovgivning
- Klimaendringer
- Befolkningens holdning til miljø
- Energitilgang og kostnad
- Avfallsdeponering og gjenvinning

METODEN I BRUK

I oppgaven har PESTEL-analysens hovedfokus vært å identifisere drivkreftene BAE-næringen påvirkes av gjennom sine makroomgivelser. Fordi makroomgivelsene som belyses er tidsuavhengige faktorer, kan vi identifisere fremtidens drivkrefter samtidig som troverdighet og relevans ivaretas [27, 36]. PESTEL-analysen inngår som en del av scenariometodikken (jf. kap.2.8.1), der identifiseringen av drivkreftene har tatt utgangspunktet i PESTEL-rammeverket som utredet over. Analysen benytter de vanligst vektlagte momentene som pekepinn fra hver av makroomgivelsene. Analysen diskuterer dog ikke hvilke momenter som utelates i særlig grad, ei heller hvorfor disse utelates, da det er scenarioanalysen som er hovedfokus, og PESTEL-analysen inngår som en del av denne. PESTEL-analysens resultatene kan gi en forståelse av de drivkrefter som BAE-næringen kan bli influert av i fremtiden, sett fra dagens perspektiv.

KRITIKK AV METODE

Isolert sett begrenser PESTEL-analysens resultater seg mtp. reell strategisk verdi, hvis ikke kombinert med andre analyseformer. I denne oppgaven inngår analysen som en del av de mer omfattende fremsynsmetodene, og blir således en støtteanalyse med strategisk bidrag. PESTEL-analysen er generelt sett godt egnet til å identifisere de relativt konstante og vedvarende faktorene i makroomgivelsene, men får utfordringer med mer dynamiske forhold. Sammenlignet med før, virker det som at vi til stadighet opplever endringer eller omveltninger som medfører konsekvenser på makroøkonomisk nivå. Man kan videre påstå at dagens samfunn er mer dynamisk enn før, og at dette kan medføre utfordringer med å si noe om disse drivkreftene i et lengre tidsperspektiv. Vår utredning forutsetter derfor at forholdene som identifiseres, også kan tas med videre inn i scenarioanalysenes tidshorison. Ved å gjennomføre ulike PESTEL-analyser for ulike tidsperioder, kunne man kanskje ha klart å hensynta de fleste makroøkonomiske endringene som kunne oppstå – men innenfor masteroppgavens rammer har dette blitt ansett som lite hensiktsmessig.

At PESTEL-rammeverket i betydelig grad baserer seg på fortid og nåtid, har også vært en åpenbar kilde til kritikk [36]. Det kan likevel innen fremsynsmetodikkens diskurs argumenteres for at fremtiden best kan forklares ut i fra hendelser i fortiden – såkalt *forecasting*[37, 38]. Et annet aspekt med PESTEL-rammeverket, er at modellen i utstrakt grad *identifiserer* faktorene som påvirker makroomgivelsene, men gir et lite bidrag til hvordan man faktisk bør *håndtere* faktorene. Rammeverket er dog en god katalysator for diskusjonen rundt hvilke drivkrefter man bør ta høyde for.

2.10 LITTERATURSTUDIE

Arbeidet med masteroppgaven startet først med en litteraturstudie, anvendt for å skaffe oversikt over aktuelle oppgavetema, samt gjøre seg opp en mening om hvilke fagtidsskrift som kunne være formålstjenlig å fokusere på. Neste fase av litteratursøket gikk ut finne kilder man anså som relevante. Som metode innebærer en litteraturstudie en kritisk og systematisk gjennomgang av eksisterende litteratur innen et emne eller fagfelt.

METODEN I BRUK

For innhenting av informasjon ble Oria, en søketjeneste levert av BIBSYS, i hovedsak benyttet. I første omgang omhandlet søkene teknologiske nyvinninger innen bygg- og anleggsbransjen og hvordan disse kunne implementeres i samsvar med *construction 4.0* – byggebransjens svar på *industri 4.0*. Av hypping anvendte nøkkelord var *construction*, *industry 4.0*, *internet of things*, *interoperability*, *management*, de mest frekventerte. Blant andre søkeord som ble benyttet finner man: *BIM*, *VDC*, *IPD*, og *LEAN*. Men søket begrenset seg ikke bare til disse. Via avansert søk ble kombinasjoner av førnevnte benyttet. Ulike tidsskrifter gikk igjen, deriblant *Automation in construction*, *Journal of management in engineering* og *Journal of Construction Engineering and Management*. Alle tidsskrifter er hentet fra kjente og pålitelige utgivere som *ASCE*, *Elsevier* og *Emerald*. Andre kilder for informasjon, som statistikk, stortingsmeldinger og konsulentrapporter er hentet direkte fra henholdsvis SSB, regjeringen.no og konsultentselskapenes respektive hjemmesider. Bøker som oppgaven siterer er lånt fra universitetsbiblioteket i Stavanger. For å «sile ut» relevante kilder ble «TONE»-kriteriene benyttet (se kap. 2.6), samtidig ble det definert enkle inkluderingskriterier for de litterære kildene. Disse var ikke definitive, men fungerte som en rettleiding i hvilke kilder man benyttet. Inkluderingskriteriene var at kildene:

- måtte omhandle digitaliseringen av bygg- og anleggsbransjen, eller støtte opp om aspekter oppgaven prøver å formidle.
- ikke burde være eldre enn 10 år.
- måtte være pålitelig og ha god validitet
- måtte være fra anerkjente tidsskrifter og databaser
- ha en høy referansefrekvens og siteringsindeks
- har vært gjennom en fagfelleevaluering

KRITIKK AV METODE

Som forskningsmetode syntes litteraturstudiet å være et gunstig utgangspunkt for å innhente

informasjon omkring et emne, men også for å finne «hull» i litteraturen – altså områder man fortsatt ikke har blitt gjennomført adekvat forskning på. Vi bemerker oss likevel noen aspekter med bruken av litteraturstudier som metode.

Grunnet den enorme mengden informasjon tilgjengelig i databaser og på internett, kan det være at enkelte (og kanskje vesentlige) detaljer blant kildene er blitt oversett og ikke fanget opp gjennom litteraturstudiet. Samtidig kan det på bakgrunn av det litterære omfanget også være en del vesentlige detaljer og perspektiver man ikke har hatt anledning til å vurdere, fordi man ikke har gjennomgått materialet. Det er med andre ord begrensninger i hvor mange kilder en kan undersøke, og hvor nøye kildene blir undersøkt. Inntrykket er at man ofte bare fanger essensen av det kildene prøver å formidle.

Mange av studiens kildehenvisninger stammer fra samme forskningsmiljø, hvor den ene publikasjonen siterer den andre. I et slikt tilfelle kan motstridende perspektiver raskt viskes ut, og man opplever forskningen som et *ekkokammer* – en form for bias hvor det enkelte tidsskrift har sitt perspektiv på hvilken forskning de publiserer. Dette problemet kan dog minimeres ved å benytte seg av fagfelleevaluering (*peer review*), hvis formål er å påse at bidraget tilfører noe nytt til forskningsfeltet. Men også for en fagfelleevaluering kan såkalt *publiserings bias* eksistere, i form av at man har lettere for å godkjenne resultater som følger gjeldende teori og diskurs innen fagfeltet, enn resultater som vil medføre kontrovers.

Dette kapittelet benytter for øvrig kilder som ikke er direkte relaterbar til oppgavens tematikk. Dette er teori det er bred konsensus om. Både Thagaard [16], Jacobsen [19], Samset [17], Kothari [18] og blant annet Dalland [15] er alle anerkjente forskere og forfattere, omfattende sitert i akademien. Det levnes derfor ingen tvil til disse kildenes validitet, ei heller pålitelighet.

2.11 KVALITATIVE INTERVJUER

Formålet med det kvalitative intervjuet som forskningsmetode, er å anskaffe utdypende og omfattende informasjon om hvordan informantene opplever et gitt fenomen eller situasjon [19]. Intervjuet er således informantenes egne og subjektive tolkninger – basert på opplevelse, erfaring og følelser [16]. Også forskerens bakgrunnskunnskap kan være med på å avgjøre tolkningen av informantenes opplevelser [19].

Et kvalitativt intervju ønsker å gå i dybden av intervjuobjektet, og gir informasjon i form av analyserbar tekst [18]. Oftest foregår intervjuene på tomannshånd hvor intervjuobjektet besvarer spørsmål av uformell karakter og hvor samtalen beveger seg fritt [19]. Intervjuene kan også ha en mer rigid struktur og et formelt preg, hvor ferdig oppsatte spørsmål styrer retningen intervjuet tar. Generelt medvirker en uformell samtale til å komme tettere inn på intervjuobjektet, som kan bidra til kunnskap og data som ellers ville blitt forblitt usagt belyst [19]. Resultater man får fra uformelle intervjuer kan dog være vanskeligere å systematisere og sammenligne enn hva er tilfellet med forhåndsdefinerte spørsmål [19]. Utbyttet av et slik intervju kan derimot meget verdifull. Mellomtingen av formelle og uformelle intervjuer kalles ofte for semistrukturerte intervjuer, hvor samtalen flyter fritt, men tematikk

er forhåndsdefinert.

METODEN I BRUK

Det ble i forbindelse med studien tidlig bestemt å benytte uformelle samtaler som utgangspunkt for innhenting av informasjon blant informantene. En semistrukturert tilnærming ble besluttet som mest hensiktsmessig. Det ble før intervjuet bedt om tillatelse til å ta opp samtale for å gjøre etterarbeidets strukturering av informasjon enklere. Informantene ble samtidig gjort oppmerksom på at deres anonymitet ville bli bevart. Det ble derfor ikke gjennomført transkribering av samtale i etterkant. Informantene fikk derimot et oppsummerende intervjureferat tilsendt for godkjenning i etterkant av intervjuene, hvor essensen av respondentenes kommentarer ble trukket fram. Alt dette i henhold til personlovgivning og etter diskursens anbefalinger [16, 18, 19].

Utvelgelsen av informanter ble foretatt ut i fra en strategisk utvelgelse av de som framsto som mest interessante, relevante og kompetente – men også ut i fra et bekvemmelighetsperspektiv med informantene det var lettest å komme i kontakt og avtale møter med; derav forskningen i egen organisasjon (jf. kap. 2.5). En vurdering av intervjuobjektene i henhold til «TONE»-prinsippet ble også gjennomført. Intervjuene fremstår som såkalte respondentintervjuer, hvor informantene selv har erfaringer med fenomenet vi utforsker [19]. I mange tilfeller ble informantene ansett, eller anså seg selv, som nøkkelpersoner i sin virksomhet mht. digitaliseringen BAE-næringen står overfor.

Selv om vi har bemerket oss informantenes kompetanse, erfaring og nåværende stilling, har vi valgt å likestille samtlige som jevngode med hensyn til pålitelighet. Kompetanse og erfaring har således ikke blitt vektlagt i vurderingen av besvarelsen. Tabell 2.2 gir videre en oversikt over informantene som ble intervjuet i forbindelse med studien, bedriftstilhørighet, bedriftsstørrelse, erfaring, og alder.

ID	Stilling	Erfaring (ca.)
Entreprenør AS		
(casebedrift)		
	<i>ca. 100 ansatte</i>	
PL-1	Prosjektleder	25 år
PGL-1	Prosjekteringsleder	7 år
ING-1	Innkjøpsansvarlig	30 år
FOR-2	Formann, tømmer	35 år
ING-2	Prosjektingeniør	2 år
BAS-1	Bas (lagleder)	15 år
Teknisk		
underentreprenør		
	<i>I avd. ca. 30 ansatte</i>	
PL-2	Prosjektleder	11 år
BAS-2	Bas (lagleder)	20 år

Tabell 2.2: Oversikt over avhandlingens informanter

KRITIKK AV METODE

Som nevnt ovenfor baserer informantenes respons seg på deres egne og subjektive tolkning og forståelse av en situasjon eller et fenomen, og er i så måte unik i følge Jacobsen [19]. Videre innebærer

den nære dialogen mellom observatør og respondent at forskeren får utfyllende og dyptrengende kunnskap om fenomenet som utredes. Dette medfører dog svært komplekse data som er krevende å systematisere mht. ressursbruk og tid. Den nære dialogen mellom observatør og respondent kan dessuten være utfordrende for intervjuets pålitelighet, fordi observatøren ubevisst kan komme i skade for å subjektivt «sile» informasjonen man får fra respondenten, på bakgrunn av egne fordommer, holdninger, erfaring, osv. – til tross for at observatør og respondent innehar samme referanserammer og bakgrunnskunnskap [19]. Av samme grunn kan forskeren pga. denne nærheten, risikere å miste sin kritiske holdning som er nødvendig for observatør-rollen, fordi man kommer «for nært». Dette kan skape utfordringer med evnen til å stille kritiske spørsmål, men også påvirke vurderingen av intervjuene i etterkant [19].

Forøvrig henvises det til kapittel 2.5 med tanke på forskning i egen organisasjon, og de implikasjoner dette kan medføre.

2.12 CASE-STUDIE

En case-studie, eller *eksempelstudie*, er studien av én enhet med hensyn til et fenomen eller en kontekst [39]. Robert Yin [40] definerer case-studien som «*en empirisk undersøkelse som studerer et moderne fenomen i sin virkelige kontekst, spesielt når grensene mellom fenomen og kontekst ikke er entydige.*» Case-studier benyttes ofte som frittstående undersøkelser, men også som et verktøy for å produsere beskrivelser eller hypoteser om årsakssammenhenger eller fenomener man i ettertid ønsker å utrede vha. andre forskningsmetodikker [39]. Case-studier kan som andre forskningsmetoder inneha ulike innfallsvinkler, herunder *explanatory* (forklarende), *exploratory* (utforskende) og *descriptive* (beskrivende) [40].

METODEN I BRUK

Masteroppgavens case-studie tar utgangspunkt i en norsk totalentreprenør, «Entreprenør AS», og et av deres pågående prosjekter. Case-studiens formål er å danne *referansedata* – kontekst og utgangspunkt – for aspektene som utredes i scenarioanalysen i kapittel 5, på bakgrunn av nøkkelfaktorene presentert i kapittel 3.12.

Case-studiens framgangsmåte baserer seg på anerkjent case-metodikk etter Yin [40], og innledes med en formulering av case-studiens fokus og formål. I vårt tilfelle tar vi utgangspunkt i oppgavens allerede definerte forskningsspørsmål (jf. kap. 1.3). Fordi case-studien skal være kontekstskapende og fungere som basis for den videre scenarioanalysen, etablerer vi ikke en spesifikk hypotese. Vi konstaterer simpelthen at enkelte faktorer vil influere byggebransjen, og tar derfor utgangspunkt i en utredning av disse. Videre, for å begrense omfanget av datainnsamlingen, definerer vi *enhetene* («hva») som skal analyseres, og begrenser oss til de ulike nøkkelfaktorene, samt analysen av deres bidrag til digitaliseringen av byggebransjen.

Kapittel 4 er resultatet av case-studien, og greier ut om dagens byggenæring, videre benyttet som grunnlag for scenarioanalysens kontekst. Vi forsøker her å forklarer hvilke nøkkelfaktorer som påvirker

byggebransjen, «Entreprenør AS», og case-prosjektet vi studerer med hensyn til kostnad, fremdrift og kvalitet – sett ut i fra et digitaliseringsperspektiv. Case-studien starter derfor med et delvis *forklarende* og delvis *utforskende* perspektiv, hvor vi forsøker å greie ut om hvilken tilstand byggebransjen er i p.t. Etter scenarioanalysen, bringer vi i kapittel 6 referansedataene inn i scenarioene, og benytter oss av en mer *utforskende* tilnærming. Ønsket er å sammenligne dagens nøkkelfaktorer med situasjonen de ulike scenarioene presenterer, og se effekten byggebransjens digitale transformasjon kan ha på byggetid, byggekost og kvalitet.

KRITIKK AV METODE

Case-studien tillater observatøren å gå i dybden av enheten man undersøker, og slik innhente detaljerte og inngående beskrivelser av fenomenet under lupen [39]. Case-studien som metode gir således et unikt bidrar til kunnskap om individuelle, organisatoriske, sosiale og politiske fenomener. Det kan dog være utfordrende å benytte case-studiens resultater og observasjoner alene som et konkluderende grunnlag, da enkeltobservasjoner ikke nødvendigvis representerer hele populasjonen man undersøker [39, 40]. I tillegg kan det være utfordrende å identifisere årsakssammenheng vha. case-studiet, da det ofte kan være kombinasjonen av ulike faktorer og fenomener som påvirker et gitt utfall – og heller ikke bare de faktorene man utreder i case-studien. På samme måte som for de øvrige forskningsmetodene benyttet, har man fortløpende vurdert både pålitelighet og validitet av resultatene case-studien frembringer.

KAPITTEL 3

TEORETISK GRUNNLAG

Kapittelet etablerer grunnlaget for avhandlingens teori, og gir et innblikk i fagfeltets diskurs. Generelle avklaringer og definisjoner presenteres og forklares nærmere ut i fra hvordan oppgaven definerer og benytter disse.

3.1 PROSJEKT OG PROSJEKTLEDELSE OG -STYRING

3.1.1 PROSJEKT

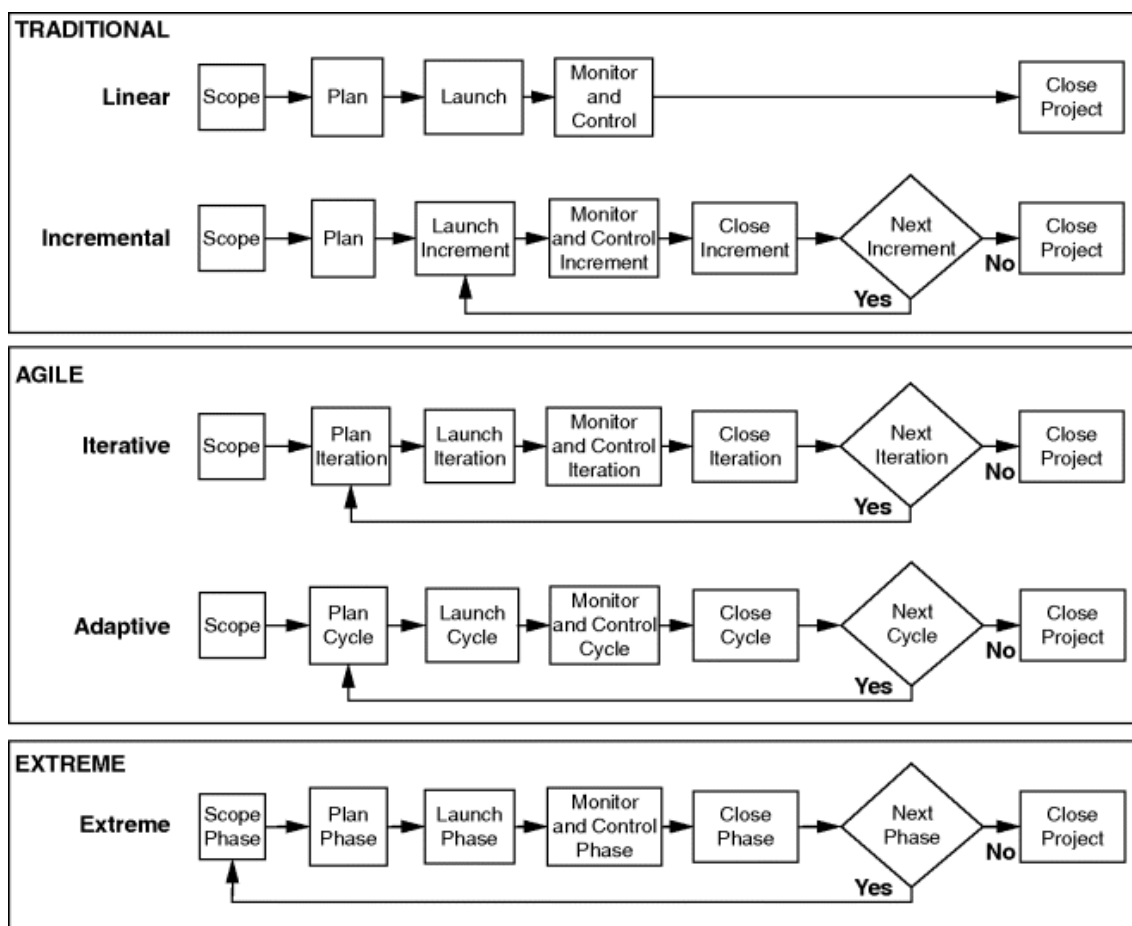
Et prosjekt er i følge Project Management Institute (PMI) «... *a temporary endeavor undertaken to create a unique product, service, or result*» [41]. Andre igjen, som Wysocki [42], gir en mer detaljert definisjon: «*A project is a sequence of unique, complex, and connected activities that have one goal or purpose and that must be completed by a specific time, within budget, and according to specification*». Et byggeprosjekt innebærer i så henseende hovedprosessene, og sekvenseringen av aktiviteter, for oppføring og installasjon av utstyr og materialer på byggeplass – i samsvar med godkjente tegninger, dokumenter, prosedyrer og spesifikasjoner. Sekvensering innebærer i dette tilfellet den logiske gjensidige avhengighet mellom nødvendige byggeaktiviteter.

3.1.2 ULIKE PROSJEKTTYPER

Det finnes i følge Wysocki ulike former for prosjektledelse (jf. figur 3.1) [42]; deriblant *tradisjonell prosjektledelse* (TPM), *smidig prosjektledelse* (APM) og *ekstrem prosjektledelse* (xPM/MPx). For byggebransjen er særlig lineær TPM mest utbredt, mens f.eks. IT-prosjekter benytter seg av APM, og teknologi- og organisasjonsutviklingsprosjekter benytter xPM/MPx [42].

Byggebransjen oppgaven forholder seg til er i henhold til Wysockis *tradisjonelle prosjektledelse*, hvis annet ikke er oppgitt. Samset [17] konstaterer at byggeprosjekter er prosjekter hvor omfanget av prosjektet er kjent, kunnskapen om gjennomføringen er stor, og forventningen av endelig resultat mht.

kvalitet er tydelig kommunisert. Overordnede ansvarsområder og roller er stort sett forhåndsdefinert. Det samme gjelder tydelige tidsplaner og budsjett. Tvedydigheten i TPM-prosjekter er følgelig liten sammenlignet med de øvrige modellene, men kompleksiteten og behovet for kontroll og styring kan likevel være stort – særlig fordi byggeprosjekter ofte innehar mange ulike aktører og interessenter [42, 43].



Figur 3.1: Ulike prosjekttypen iht. Wysocki [42].

3.1.3 PROSJEKTLEDELSE OG -STYRING

Prosjektledelse er selve organiseringen av prosjektet, eller som Wysocki definerer det: «... an organized common-sense approach that utilizes the appropriate client involvement in order to meet sponsor needs and deliver expected incremental business value» [42]. For Samset [17] dreier prosjektledelse seg om hva de med ansvar på prosjektnivå beslutter, hva angår planlegging og gjennomføring av prosjektet innenfor prosjektets fastlagte rammer. Et vellykket prosjekt og prosjektsstyring, blir i så henseende målt ut i fra gjennomføringen i form av tid, kostnad og kvalitet – men også andre aspekter. *Prosjektstyring* defineres som «det den finansierende part (prosjekteier) gjør for å sikre at prosjekter lykkes og når sine mål» [44] – altså at det settes krav og gis rammer som sikrer at utførende entreprenør innehar nødvendig kompetanse og kapasitet, men også får tilstrekkelig fleksibilitet til å utføre jobben. I henhold

til Samset [17] har vi 3 ulike perspektiver på prosjektstyring i forbindelse med byggeprosjekters mål- og rammeoppgjør:

- Det **operasjonelle** perspektiv, hvor suksess måles mot krav til kvalitet, kostnad og tid.
- det **taktiske** perspektiv, hvor fokuset ligger på prosjektets relevans, effekt, brukbarhet, og virkning opp mot eier og brukers behov og ønsker.
- det **strategiske** perspektiv, som innebærer å måle prosjektet opp mot langsiktig utvikling og samfunnsmessig innvirkning – spesielt innen bærekraftighet, vekst og langsiktig behovstilfredsstillelse.

Med hensyn til hvorvidt prosjektet lar seg definere som en suksess, er dette i følge Eikeland [43] avhengig av hvor mye slakk – eller hvor store marginer – prosjektet i utgangspunktet var tilmålt. Romslike kostnads- og tidsrammer, og en beskjeden kvalitetsmessig målsetning, øker sannsynligheten for prosjektsuksess, mens det motsatte – stram kostnadsramme, knapp tid og høye kvalitetskrav – heller øker sannsynligheten for overskridelser og forsinkelser.

3.2 EFFEKTIVITET

Selv om prosjekter i et operasjonelt perspektiv oppfattes som vellykkede, kan det likevel være mislykket på det taktiske planet. Eikeland [43] forklarer: «*bruksbehov kan være endret eller misforstått i planleggingen. Nye brukere, andre markedsbehov enn forutsatt, ny teknologi som fortrenger gamle løsninger osv, er eksempler på forhold som kan føre til at prosjektets relevans i forhold til de virkelige bruksbehovene i driftsfasen blir dårlig, til tross for at prosjektets operasjonelle mål ble tilfredsstillt.*» På samme måte kan et prosjekt være fullstendig mislykket på taktisk og operasjonelt nivå, men likevel bli vurdert vellykket på sikt, i et strategisk og samfunnsmessig perspektiv.

Dette har sammenheng med det som på engelsk kalles *effectiveness* og *efficiency* – på norsk bare **effektivitet**. *Effectiveness* handler i så henseende om å gjøre de *rette* oppgavene – om måloppnåelse og gjennomføring av oppgavene iht. et operasjonelt perspektiv. *Efficiency* derimot, handler om å gjøre ting på en optimal måte – på den raskeste eller minst kostbare måten. Det kan være *feil* oppgave, men oppgaven ble likevel gjennomført optimalt. På norsk skiller vi mellom *indre* og *ytre effektivitet* [45]:

YTRE EFFEKTIVITET

Ytre effektivitet omhandler hvorvidt byggeprosessen evner å tilfredsstille kundens målsetninger, krav og prioriteringer. Ytre effektivitet er således et mål på prosjektets verdiskaping sett fra kunde og bruker. Ytre effektivitet dekkes i stor grad av både de taktiske og operasjonelle perspektivene.

INDRE EFFEKTIVITET

Indre effektivitet omhandler forhold som primært medfører konsekvenser for ressursforbruk, kostnader og tidsforbruk. Det vil si at byggeprosessen bruker et minimum av ressurser, tid og kostnader på resultatet – iht. det operasjonelle perspektivet. Høy grad av indre effektivitet fordrer entydige og

stabile mål som grunnlag for effektiv prosjektsstyring, og beror på at det interne samspillet mellom prosjektaktørene og andre interessenter fungerer.

PRODUKTIVITET

Begrepet *produktivitet* fokuserer i denne oppgaven på *arbeidskraft* og brutto verdiskapning per timeverk – definert som byggeprosessens verdiskapning (intern effektivitet og oppføringen av byggverket minus utgifter til f.eks. materialer) per arbeidstime [17]. En økning i produktiviteten betyr at man kan oppnå større verdiskapning med samme eller færre ressursbruk. For prosjekteier kan dette bety bygg av høyere kvalitet til lavere kostnad, høyere lønnsomhet for entreprenørene, og høyere lønninger for arbeidstakerne. Produktivitet har med andre ord sammenheng med overnevnte *indre effektivitet*.

3.3 INTERESSENER

PMI [41] omtaler interessenter som: «... *enkeltpersoner og/eller grupper som er aktivt involvert i prosjektet eller som har interessenter som kan bli påvirket av prosjektet eller dets resultat, men kan også omfatte de som kan påvirke prosjektets mål eller resultater.*» Interessenter er med andre ord aktører som er tilknyttet prosjektet på ulike måter, og som vil kunne eller ønske å påvirke prosjektet i varierende grad.

Interessentene deles som oftest inn i fire grupper, basert på innflytelse, krav og forventninger i følge Greiman [46]:

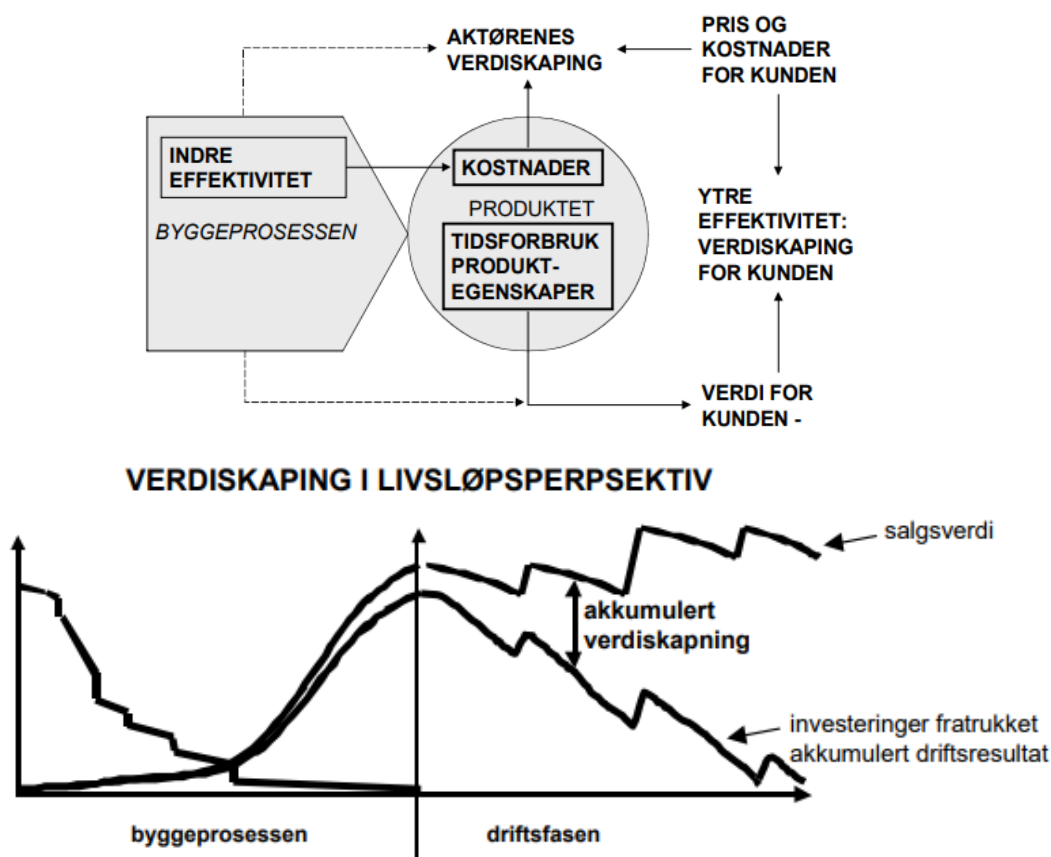
1. **Høy innflytelse, høy forventning og interesse** – eksempelvis prosjekteier, leverandører, offentlig myndighet, (naboer) og sluttbruker.
2. **Lav innflytelse, høy forventning og interesse** – eks. underleverandører eller støttefunksjoner.
3. **Høy innflytelse, lav forventning og interesse** – eks. offentlige etater som ilegger prosjektet begrensninger og føringer.
4. **Lav innflytelse, lav forventning og interesse** – eks. lokale besøkende

Inndelingen er ikke kategorisk, og varierer fra prosjekt til prosjekt. Interessentene i gruppe 1-3 innehar alle mye relevant og kontekstuell kunnskap om prosjektet og om prosjektomgivelsene. Karleggingen av, og relasjonene til og mellom interessentene, kan få betydning for prosjektets vellykkethet og er således et viktig aspekt med prosjektstyringen. Prosjektledelsens prioritering av interessentenes innflytelse, behov, krav og forventninger avhenger av prosjektets type og omfang – om det f.eks. er en offentlig eller privat oppdragsgiver. Gruppen med lav innflytelse, lav forventning og interesse er i følge Greiman [46] neglisjerbar, og behøves ikke hensyntas på samme måte som de tre første.

3.3.1 VERDI

Begrepet *verdi* kan ha ulik mening. I byggeprosjekter og byggherrens øyemed innebærer begrepet *verdi* den *merverdien* som skapes når prosjektet er ferdigstilt (jf. fig. 3.2) [43]. Verdien er i så måte

differansen mellom prosjekteierens investeringskostnader og verdien av fremtidig bruk, utleie eller salg. Har prosjektet en høy grad av indre effektivitet, kan dette også bidra til forbedret ytre effektivitet. Verdi kan således betraktes som en funksjon av prosjektets endelige kostnad, fremdrift og kvalitet [43]. Dette gjelder også for de ulike prosjektaktørene, hvor verdien betegner differansen mellom inntekt og totale kostnader. Kostnadene bestemmes i så måte av byggeprosessens samlede indre effektivitet, men også av aktørenes egen interne kostnadseffektivitet.



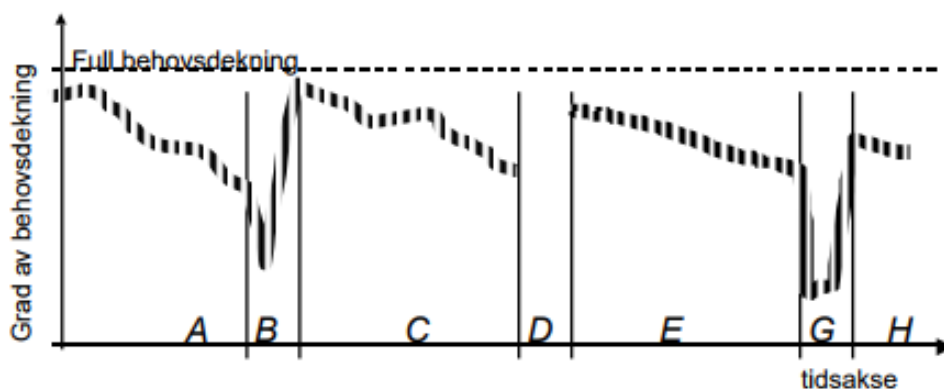
Figur 3.2: Verdiskaping fra [43].

Det er prosjekteierens totale utgiftspost som begrenser prosjektdeltakernes maksimale verdiskaping. Derfor kan man ved å øke prosjektets verdi for eieren, potensielt også øke verdiskapingen hos prosjektdeltakere. Og siden verdi og verdiskaping relaterer til prosjekteierens og øvrige interessentenes oppfatning av verdi, er kundens prioriteringer, ønsker og behov vesentlige aspekter å ivareta.

3.3.2 ØNSKER OG BEHOV

Man skiller innen psykologien og sosiologien mellom ulike former og nivåer for menneskets behov [47]. I forbindelse med byggeprosjekter innebærer imidlertid *behovsaspektet* alle de vilkår og krav som må oppfylles for at prosjektet skal imøtekomme krav og forventninger i et taktisk og strategisk perspektiv. *Ønsker* er i såenseende underordnede behov som ikke nødvendigvis *må* oppfylles for at interessentene

BRUKERNES BEHOVSDEKNINGEN ENDRES OVER TID



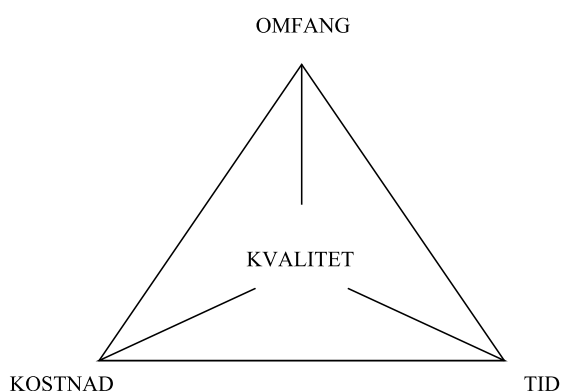
Figur 3.3: Byggeprosjekters behovsdekning fra Eikeland [43].

skal oppleve en merverdi i prosjektet [47]. Kunden *ønsker* f.eks. høyest mulig kvalitet til lavest mulig pris, men så lenge bygget imøtekommer øvrige minimumskrav og forventninger, er behovet å anse som tilfredsstillt.

Grunnet prosjektenes ofte uklare karakter og utfall, er risikoen for tids- og kostnadsoverskridelser stor. Man bør derfor prioritere og differensiere mellom aktuelle og overordnede *behov*, og underordnede *ønsker* [47]. Siden prosjektomgivelsene innbefatter ulike interessenter og unike enkeltindivider, finnes det også ulike og unike variasjoner av *ønsker* og *behov*. Det er i så måte hensiktsmessig å på et tidlig stadie, gjennomføre behovsanalyser for å avklare hvilke behov som bør prioriteres over andre. Det er likevel nødvendig å være klar over at sluttbrukerne og deres behov er dynamiske aspekter i forandring, og at både brukerne og deres behov vil endres til stadighet gjennom bygningens levetid (jf. fig.3.3). Dette er viktige aspekter som må ivaretas i byggeprosessens design og prosjekteringsfase [43].

3.4 PLANLEGGINGSASPEKTER

Alle prosjekter er på en eller annen måte begrenset i tid, kostnad, omfang og/eller kvalitet [43]. Dette er et vesentlig aspekt ved prosjekt som verdiskapende produksjonsmetodikk. Prosjektledelse innebærer således å *balansere* prosjekteiers krav og målsetninger opp mot prosjektets restriksjoner – herunder omfang, tid, kostnad og kvalitet [48]. Restriksjonene og balanseringen av planleggingsaspektene illustreres best ved hjelp av det såkalte *Prosjekttriangleret* (jf. fig. 3.4) [49]. Prosjekttriangleret inkluderer også et kvalitetsaspekt som ikke er en begrensende faktor, men en forutsetning for at prosjektet skal levere iht. kundens forventninger. Et for stort fokus, eller for ressursallokering til én av aspektene vil gi konsekvenser for de øvrige [48].



Figur 3.4: *Prosjekttriangleret*

3.4.1 OMFANG

Et prosjekts *omfang* (på engelsk: *scope*) omhandler hva som er en del av prosjektet – hva som skal leveres. PMI [41] definerer prosjektomfang som: «*The work that needs to be accomplished to deliver a product, service, or result with the specified features and functions.*». Prosjektledelse dreier seg med andre ord om hvordan de ansvarlige, på tilfredstillende vis, klarer å levere prosjektomfanget i henhold til kundens krav og målsetninger. Å håndtere prosjektomfanget innebærer blant annet å: Definere, planlegge og kontrollere hva som i henhold til kontrakt skal inn i prosjektet, og hva som ikke er inkludert; sørge for å oppfylle kontrakt og prosjektomfang; håndtere endringer i prosjektomfanget gjennom en integrert endringskontroll; samt sikre at endringer lar seg inkludere [42].

En viktig del av *scoping-prosessen* er å «bryte» prosjektomfanget ned til mer håndterbare deler – såkalte arbeidspakker. Dette kalles for *prosjektnedbrytning* eller *Work Breakdown Structures (WBS)* på engelsk. Prosjektnedbrytning går ut på å definere de største delene av et prosjekt, for så å dele de opp i mindre og mindre arbeider til man står igjen med aktiviteter som innebærer konkrete og avgrensede oppgaver [42].

Vellykkede prosjekter har som regel lyktes med å håndtere både omfanget av prosjektet, og eventuelle prosjektendringer med innvirkning på tid og kostnad [17, 49].

3.4.2 TID

Tid omhandler planleggingen framdriften i prosjektet, og er en av de første prosessene som bør gjennomføres, fordi så mange øvrige prosesser påvirkes av tidsaspektet. Hovedformålet med fremdriftsplan-

leggingen er å koordinere samhandlingen mellom prosjektaktørene, for å slik imøtekomme byggherrens tidsfrister [42]. For en fornuftig prosjektfremdrift er tidligere erfaring vesentlig i fremdriftsplanleggingen, men fordrer at det er gjennomført en grundig prosjektnedbrytning til adekvate arbeidspakker [42]. Men vanligvis baseres estimatene på aktørens egne erfaringstall, på akkordtariff som er bransje-gjennomsnittlige tider, eller eksperthjelp fra f.eks. formenn og baser i produksjonen [49].

Å vite hvor lang tid en aktivitet varer, gjør planleggingen av de ulike operasjonene mindre kompleks – noe som i tillegg gjør det mulig å beregne en omtrentlig total byggetid. Det er dog viktig å ta andre tidsforlengende omstendigheter i betraktning, som for eksempel logistikk, opprigg, nedrigg, ventetid, ytre påvirkning eller uforutsette hendelser [49]. Det kan også være lurt å hensynta variabler som vær- og klimaforhold i henhold til sesongvariasjoner i framdriftsplanleggingen [49].

Det finnes flere ulike planleggingsmetoder for prosjektfremdrift. Vi gir ikke en detaljert beskrivelse av hver metode, men lister opp de vanligste i figur 3.5 under [49]. I dag inngår de fleste av metodene i de digitale planleggingsprogrammene, men er fortsatt avhengig av menneskelig input.

3.4.3 KOSTNAD

Det er avgjørende å ha et kostnadsestimat å forholde seg til når man gjennomfører et prosjekt. Byggeprosjekter er kostbare investeringer, som uten tilstrekkelig finansiell kontroll kan medføre katastrofale følger for både prosjektet, prosjekteier, entreprenører og øvrige interessenter. Det er for å fullføre prosjektet innenfor de definerte økonomiske rammene derfor nødvendig med metoder for estimering, budsjettering, og oppfølging av prosjektets kostnadsbilde [41].



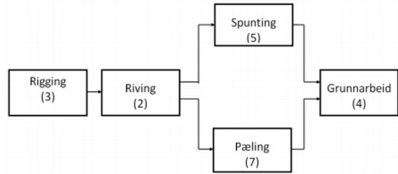
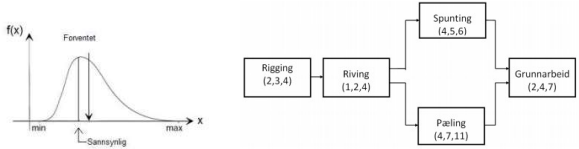
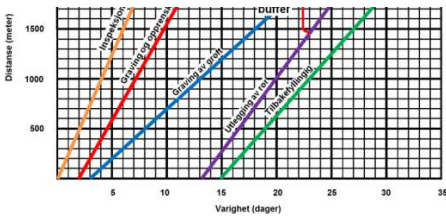
Gode og oversiktlige budsjetter sørger for at prosjektets utvikling eller implementering holder seg under innenfor de forhåndsdefinerte økonomiske rammene[48]. Noen ganger må dog prosjektlederne tildele ytterligere ressurser for å imøtekomme viktige frister og milepæler. Forsinkelser innebærer som oftest døgnmulkt, ensbetydende med unødige ekstrakostnader [49].

Prosjektets kostnadsforløp illustreres i figur 3.6. Man ser at kostnadene tilknyttet endringer stiger mot prosjektets ferdigstillelse, fordi endringer i et forprosjekt og i en prosjektering gjennomføres lettere lar seg gjøre. Prosjektets akkumulerte kostnader er også økende mot prosjektslutt. Dette fordi de initielle kostnadene i forprosjektet utgjør en relativt liten del av totale kostnader, og øker i takt med gjennomføringen og involveringen av aktører.

KOSTNADSDEFINISJONER

Vi definerer i henhold til PMI [41] i tillegg ulike kostnadsaspekter og begreper oppgaven omtaler:

- **Direkte kostnader** – Alle kostnader som er direkte tilknyttet prosjektspesifikke budsjettposter.
- **Indirekte kostnader** – Alle kostnader som ikke kan tilknyttes ett enkelt prosjekt.
- **Faste kostnader** – Periodiske betalinger som ikke varierer med omsetning.
- **Variable kostnader** – Kostnader som fluktuerer i takt med omsetning.

Type	Beskrivelse
Gantt-diagram	<p>Linker prosjektaktiviteter til en tidslinje slik at aktivitetenes start, varighet og slutt blir illustrert vha. egen stolpe som representerer varigheten til den spesifikke aktiviteten.</p> 
Nettverksdiagram	<p>En grafisk representasjon av de ulike aktivitetene som et nettverk. Benyttes til å få oversikt over aktivitetenes avhengighetsforhold. To ulike nettverksdiagrammer: Activity on Arrow og Activity on Node.</p> 
Critical Path Method (CPM)	<p>Benyttes for å kalkulere samlet prosjektvarighet. Hver aktivitet har start- og sluttidspunkt. Finner de kritiske aktivitetene som bestemmer prosjektets varighet.</p> 
Program evaluation and review technique (PERT)	<p>Metode som bestemmer prosjektvarigheten med utgangspunkt i aktivitetenes statistiske varighetsfordeling. Kjent forventningsverdi og varians. Pessimistisk, sannsynlig og optimistisk varighet benyttes vanligvis</p> 
Skråstreksplanlegging	<p>Godt egnet for prosjekter som har repeterende aktiviteter. Også kalt stedsplanlegging. Ofte benyttet i anleggsprosjekter med lang utstrekning, og i den senere tiden også mht. BIM og taktplanlegging</p> 

Figur 3.5: Ulike planleggingsmetoder

- **Alternativkostnad** – Det man alternativt kunne ha tjent ved å velge beste alternative anvendelse av en ressurs.
- **Livsløpskostnad** – Kostnader som omfatter både anskaffelseskostnader og kostnader gjennom hele bruksperioden, til og med riving.
- **Irreversible kostnader** – Kostnader som har påløpt, og ikke kan reverseres. Irrelevante i videre økonomiske analyser (På engelsk: *Sunk costs*).

3.4.4 BUFFERE

Buffere – også kalt *slakk* – er mekanismer som bidrar til fleksibilitet i håndteringen av forutsett eller uforutsett variabilitet i prosjektet [48]. Det finnes flere typer buffere, og likedels forskjellige måter å utnytte mekanismene på. De vanligste formene for buffere er, og beskrives: *Tidsbuffere*; *finansielle buffere*; *kapasitetsbuffere* og *inventarbuffere* [42, 48–50]:

- **Tidsbuffere** er kanskje det man vanligvis forbinder med bruken av buffere. En tidsbuffer innebærer å gi aktivitetene ekstra tid – eller snarere tidsrommet mellom aktivitetene – som en sikkerhet, dersom forsinkelser skulle oppstå. En tidsbuffer kan variere fra timer til uker, avhengig av aktivitet.
- **Finansielle buffere** innebærer å ha ekstra penger på bok, og kan være hensiktsmessig ved innkjøp fra utlandet hvor valutasingninger utgjør en betydelig risiko. Finansielle buffere brukes også når man er usikker på prosjektets kostnadsbilde.
- **Kapasitetsbuffere** benyttes i de tilfellene man bør ta hensyn til uforutsett fravær i arbeidslaget, ved å gi arbeidslaget *mindre* arbeid enn de i realiteten klarer å gjennomføre. I motsatt tilfelle, hvis for mange av arbeidslaget er på jobb, kan kapasitetsbuffere i form av ekstraaktiviteter benyttes, og på den måten sysselsetter eventuell lediggang.
- En **inventarbuffer** innbefatter en bevisst overskuddslagring av materiell og annet inventar på byggeplass, og kan være spesielt hensiktsmessig i de tilfellene materialer ikke lar seg umiddelbart sendes til byggeplassen (les: Svalbard og andre mindre tilgjengelige byggeplasser)

Det er generelt kostbart å utnytte fleksibiliteten og mulighetene buffere gir, men er ofte en forutsetning for at prosjektet skal lykkes [48]. Benyttes bufferne tidlig i prosjektet, er det kanskje ingen slakk igjen til når behovet er som mest, noe som kan føre til at prosjektets tidsfrist eller kostnadsramme overskytes.

3.4.5 KVALITET

Kvalitetsbegrepet kan virke både kompleks og omfattende. *Kvalitet* har ulik betydning fra aktør til aktør, og individ til individ. Kvalitet har sammenheng med kundens oppfatning av verdi, ønsker, behov og prioriteringer [43]. Kvalitetsaspektet kan også være situasjonsbetinget [43]: For boliger er kvalitetsaspektet sammensatt, og ofte kulturelt betinget. For næringsbygg og industrilokaler er hvordan bygget i praksis stimulerer produksjonen som er utslagsgivende. Da er praktiske kvaliteter som bruksareal og volum, installasjoner, innemiljø, logistikk og transportveier av vesentlig betydning

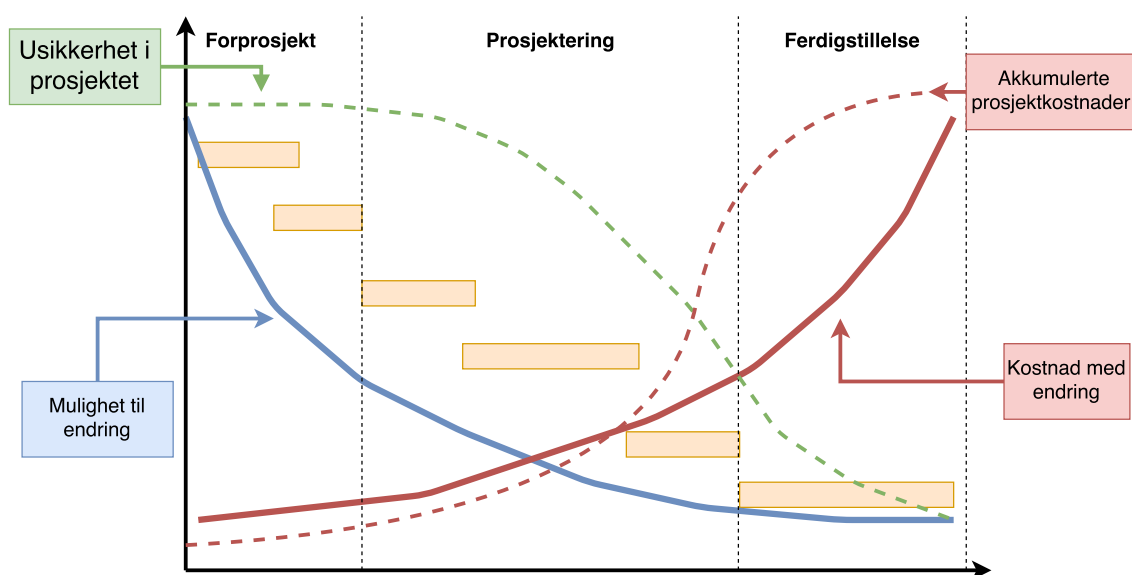
for produksjonsprosesser.

I sammenheng med prosjekttriangler er kvalitetsaspektet en integrert del av både tid, kostnad og prosjektomfang. Kvalitet er en vesentlig del av tid- og kostnadsaspektet, fordi marginalkostnaden blir høyere for hvert «kvalitetsnivå» man forsøker å oppnå [43]. Kvalitet er likevel ikke en begrensende faktor, men et prosjektmål i seg selv [49]. Høy kvalitet øker byggets merverdi, er en viktig del av prosjektets leveranse, og inngår i både det operasjonelle og taktiske perspektivet [43]. Korrigering av feil og kvalitetsavvik er svært ressurskrevende, og utgjør i mange tilfeller en vesentlig årsak til høye kostnader og ekstra tidsforbruk [43]. Kvalitetssikring (KS) er derfor en øvelse prosjektledelsen må beherske. Å «bygge rett første gang» er ofte billigere enn retting, riving og ombygging [49]. Tilstrekkelig kvalitetssikring bidrar derfor til å øke prosjektets indre effektivitet, men også videre til en forbedret ytre effektivitet, fordi kvalitetsaspektet virker inn på tilfredsstillelsen av kundens krav og forventninger.

3.4.6 USIKKERHET

Usikkerhet defineres i følge Daft og Lengel [51] som «...*mangelen på informasjon, kunnskap eller kontroll over fremtidige forhold*», eller som «...*differansen mellom mengden informasjon nødvendig for beslutningstaking, og mengden informasjon som allerede eksisterer*». Usikkerhet er et element i prosjektplanleggingen som innebærer risiko – både positiv og negativ [48]. Usikkerhet kan reduseres gjennom tilstrekkelig informasjonsinnhenting, planlegging, prosjektering, formelle beslutninger, inngåtte forpliktelser og kontraktsforhold [43, 51]. Jf. figur 3.6, har forprosjektet stor handlefrihet, men også stor usikkerhet. Ettersom prosjektet ferdigstilles blir kostnadene tilknyttet endringer større, fordi det meste allerede er definert. Usikkerheten reduseres i takt med fysisk utførelse. Dette er fordi prosjektet blir stadig mer definert, og mulighetene til endring færre, etterhvert som prosjekteringsprosessen og utførelsen skrider fram [43].

Redusert usikkerhet bidrar til sikrere planlegging, og kan dermed ses på som et virkemiddel for å øke indre effektivitet [43]. Utfordringen er ofte at man fra prosjekteiers og sluttbrukernes perspektiv ser på usikkerheten som mulighet til handlefrihet og endringer [43]. Krav og endringer kan få store kostnad- og tidsmessige konsekvenser når de innebærer endringer av beslutninger som på et tidligere tidspunkt har vært avgjort [48]. Kontrakter, bestillinger, utførte arbeider og viktige beslutninger kan allerede være avklart eller gjennomført.



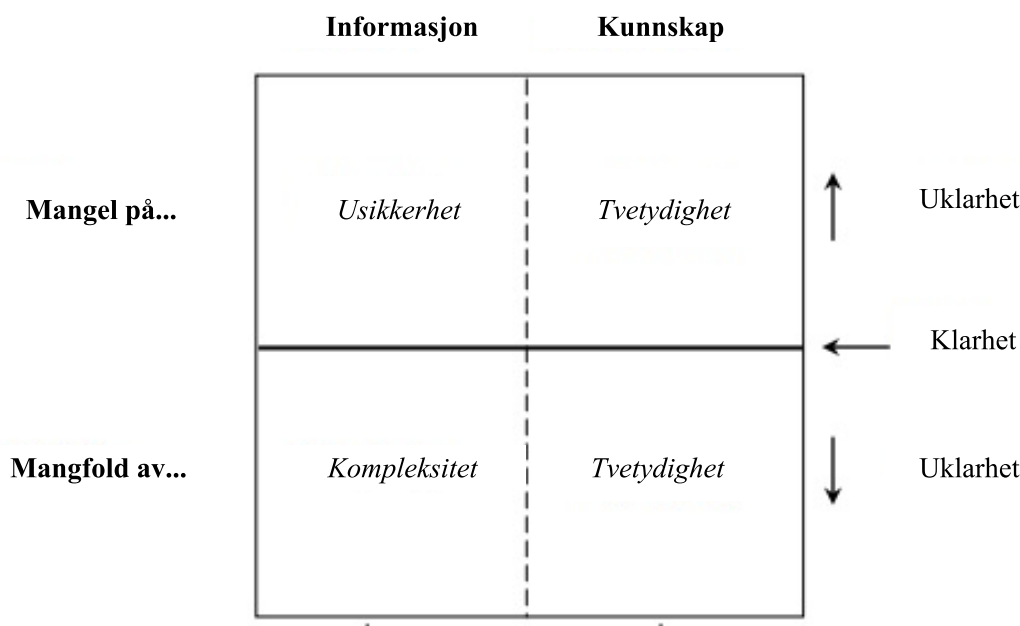
Figur 3.6: Endringsmulighet og -kostnad, samt usikkerhet og akkumulerte prosjektkostnader

3.5 KOMPLEKSITET

Usikkerhetsaspektet er også nært beslektet med kompleksitet, tvetydighet og ulike referanserammer. Kompleksitet defineres av Zack [52] som «et stort antall parter som samhandler på en ikke-enkel måte». Komplekse situasjoner behøver ikke nødvendigvis å være vage eller uforutsigbare. Det kan være at mengden av intrikate elementer, relasjoner, sekvenser, osv. er for omfattende til å vurderes samtidig [52]. For å redusere kompleksitet, må man øke evnen til å hensiktsmessig behandle situasjonen, gjennom eksempelvis standardisering, regler eller rutiner [51]. Kompleksiteten kan også reduseres ved å bryte ned kompleksiteten til mindre, mer håndterbare komponenter.

Tvetydighet (på engelsk: *Equivocality* eller *ambiguity*) innebærer at det eksisterer flere og motstridende tolkninger om et saksforhold eller en organisatorisk situasjon [51, 52]. Enkeltindivider har hver sine egne, unike og stilltiende sett med erfaringer, verdier og kunnskap [52]. Individene vil dermed også tolke hendelser annerledes enn andre individer – noe som gir grobunn til tvetydighet. Tvetydighet kan også skyldes upålitelige eller motstridende informasjonskilder [52]. For å redusere tvetydighet, fordrer dette en sammenfallende tolkning, lettest oppnådd gjennom felles diskusjon og avklaringsmøter [52].

Individenes *kunnskap* (og kompetanse) spiller sammen med informasjonsgrunnlaget inn på tvetydigheten, og videre på kompleksiteten. Figur 3.7 viser hvordan Zack [52] mener utfordringer knyttet til usikkerhet, tvetydighet, og kompleksitet utspiller seg – det såkalte *kunnskapsproblemet*. Målsetningen er oppnåelsen av *klarhet* blant prosjektets deltakere.



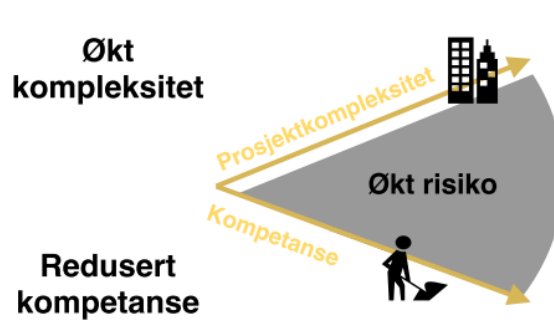
Figur 3.7: Usikkerhet, tvetydighet og kompleksitet etter Zack [52]

3.6 RISIKO

I prosjekter er risiko en fremtidig hendelse hvor utfallets resultat enten er positiv eller negativ [51]. Risiko blir for det meste assosiert med tap, men kan likevel representere et gunstig utfall. Risiko blir i denne oppgaven denotert med et negativt fortegn, og kan innebære kostnadsøkning, forsinkelser eller andre hendelser som innebærer ekstrakostnader eller en form for tap [42]. Kostnaden for tap kan estimeres, og er det matematiske produktet av sannsynligheten for at hendelsen

vil oppstå og av utfallets alvorlighetsgrad/konsekvensomfang. Basert på dette estimatet, må prosjektledelsen avgjøre hvorvidt man skal unngå, redusere, håndtere, dele eller overføre risikoen, og hva som kan gjøres for å minimere konsekvensene av en uønsket hendelse.

Prosjektaktørens risiko har sammenheng med aktørens ansvar, og har dermed mye til felles med hvilken kontrakt og entreprisform prosjektet fører. I tillegg innebærer økt projektkompleksitet, kombinert med en redusert kompetanse, en større projektrisiko (jf. fig. 3.8) fordi man ikke evner å håndtere situasjonen tilstrekkelig [42]. Risikoanalyser som tar utgangspunkt i prosjektets kontrakt, prosjektaktørens ansvar, kompleksitet og kompetanse er derfor hensiktsmessig å gjennomføre før, underveis og etter hver prosjektfase [42].



Figur 3.8: Risiko, kompleksitet og kompetanse

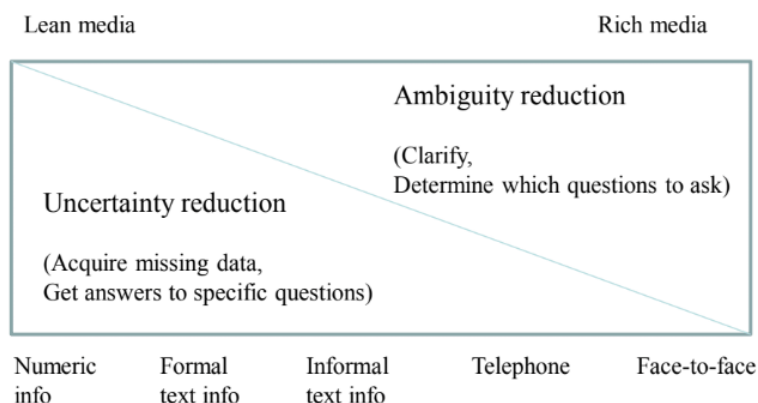
3.7 INFORMASJON

Organisasjoner benytter og prosesserer informasjon for å redusere usikkerhet og tvetydighet [51] i sin hverdag. For å redusere prosjekters usikkerhet, tvetydighet, og kompleksitet, er tydelig kommunikasjon og god informasjonsflyt viktige aspekter [51]. I oppgaven menes *informasjon* som all *fysisk dokumentasjon* (boreprøver, gamle kart, målinger, etc.), og *digital grafisk/ikke-grafisk informasjon* (databaser, dokumenter, bilder og/eller andre filer).

Måten man kommuniserer på gjennom systemer, og selve kommunikasjonsmediet som viderebringer informasjon, må tilpasses prosjektets karakteristikker, og utfordringene prosjektet opplever. Med hensyn til å redusere usikkerhet, er spesielt *mengden informasjon* av betydning. Siden menneskers kognitive kapasiteter begrenser seg, kan *for mye* informasjon bidra til å øke prosjektkompleksitet og usikkerhet, framfor en reduksjon [51]. Det er derfor viktig å opprette formelle informasjonsstyrings-systemer, med kapasitet til å videreformidle informasjon på en hensiktsmessig måte. Med hensyn til reduksjonen av tvetydighet, må informasjonssystemene i større grad tilrettelegge for diskusjon, avklaring og deltakelse, framfor å simpelthen forsyne organisasjonen med store mengder data. En viktig faktor er således å tilrettelegge for prosessering av såkalt *rik informasjon* (på engelsk: *rich information* [51]).

Hvor *rik* eller *fyldig* (*rich*) informasjonen er, er avhengig av i hvor stor grad informasjonen gir mottakeren en ny eller endret forståelse av emnet, innen et gitt tidsintervall. Kommunikasjon som på tvers av forskjellige referanserammer evner å klargjøre tvetydige problemer, og dermed gir mottakeren en endret forståelse innen rimelig tid, kan betegnes som *rik*. På tilsvarende vis blir kommunikasjon som krever langt tid for forståelse, eller som ikke evner å krysse referanserammer, betegnet som *fattig* eller *lean* informasjon [51]. Kommunikasjonen inneholder med andre ord ikke *nok* informasjon til at mottakeren forstår hele sammenhengen, og krever at mottakeren innhenter ytterligere kunnskap om emnet. *Information richness* sier med andre ord noe om kommunikasjonens «læringskapasitet» – eller kapasitet til å bære informasjon. Kommunikasjonsmediet – selve måten man overfører informasjon på – vil ha varierende *richness* ut i fra hvordan type medie som benyttes [51, 52]. Figur 3.9 viser en oversikt over hvordan kommunikasjonsmåtene varierer i *richness*, og hvilke former for kommunikasjon som virker reduserende for henholdsvis usikkerhet og tvetydighet. *Lean* informasjon innebærer tall, og tekstrik informasjon, mens *rich* informasjon innbefatter tale, visuelle signaler, kroppsspråk, m.m. Årsakene til differansen av *richness* beror på mediets mulighet for umiddelbar respons og tilbakemelding, antall tegn og kommunikasjonskanaler utnyttet, individuell tilpassing og språklig variasjon [51]. Kommunikasjon ansikt til ansikt er f.eks. mediet som gir mest informasjon, og en umiddelbar feedback gjennom kroppsspråk og toneleie – i tillegg til at budskapet frembringes gjennom et muntlig og forståelig språk.

Rikere media reduserer informasjonens tvetydighet fordi budskapet fremkommer uten at man må inneha samme referanseramme eller bakgrunnskunnskap [51]. Man kan således bearbeide komplekse og subjektive meldinger, og likevel ha en forståelse for budskapet uten at vital informasjon går tapt. I motsatt ende av skalen, for *lean* media, krever forståelsen av meldingens budskap felles



Figur 3.9: «Information richness» iht. kommunikasjonsmetode etter Daft & Lengel [51].

referanserammer eller bakgrunnskunnskap. *Lean* informasjon gir ikke mulighet til umiddelbar feedback, og tilbyr heller ikke et mangfold av kommunikasjonskanaler og nivåer [51]. Det er imidlertid et viktig poeng at medier med lav *richness* er effektiv for håndtering av meldinger og standarddata som mottaker forstår. Informasjonstypens forhold til indre effektivitet belyses i figur 3.10 [51]: *Rich* media fremstår som lite hensiktsmessig når tvetydigheten er lav, men effektiv for tvetydighetsreduksjon. Derimot er *lean* media i møte med liten tvetydighet svært hensiktsmessig, og motsatt ineffektiv for situasjoner hvor tvetydigheten er stor.

Rich media	Ineffective communication: Rich media can provide too much data, leading to conflicting meanings and confusion	Effective communication: Rich media appropriate for tasks with high ambiguity
Lean media	Effective communication: Lean media appropriate for clearly defined, commonly understood tasks	Ineffective communication: Lean media do not provide enough meaning to achieve clarification
	Low ambiguity	High ambiguity

Figur 3.10: Informasjonstype kontra indre effektivitet etter Daft & Lengel [51].

Med hensyn til informasjonens kvalitet og brukbarhet i prosjekter, må visse kriterier være oppfylte [53]:

- **Nøyaktighet:** Informasjonen må først og fremst være korrekt. Feil informasjon er ensbetydende med fraværet av informasjon, og vil medføre beslutningstagning på galt grunnlag. Nøyaktig informasjon gjenspeiler virkeligheten, og er derfor en forutsetning. Likevel bør håndteringen av informasjon i praksis, deles inn i ulike nivåer, avhengig av bruksområde. Det er dog mulig at informasjonen blir *for* nøyaktig i den forstand at den blir for detaljert, og dermed for omfattende å bearbeide.
- **Punktlighet:** Informasjonen må være punktlig. For *sen* informasjon medfører at avgjørelser tas på utilstrekkelig beslutningsgrunnlag, og dermed kan bli feil. Informasjonen må i tillegg oppdateres

raskt og ofte nok til å støtte informasjonsbehov som påvirker ledelsesbeslutninger.

- **Kompletthet:** Ufullstendig informasjon bidrar til økt kompleksitet, tvetydighet og usikkerhet. Beslutningstagning kan skje på gale premisser fordi det helhetlige bildet mangler. Samtidig kan det helhetlige bildet være for omfattende, sammenlignet med beslutningen som skal gjennomføres, fordi informasjonsmengden blir for omfattende.
- **Sammenheng:** Sammenheng innebærer hvor bra informasjonen «henger sammen» og er konsistent med seg selv. Informasjonen blir usammenhengende gjennom tvetydige, irrelevante eller diffuse detaljer, men også gjennom tvetydige formater som forvirrer mottakeren i sin beslutning.
- **Kompatibilitet:** Informasjonens kvalitetsaspekt ligger ikke bare i kvaliteten på selve informasjonen, men også i hvordan den kan kombineres med annen informasjon, og bidra til å danne nye sammenhenger. Kompatibilitet innebærer således interoperabilitet (jf. kap. 3.11.4) – at systemer samarbeider.

3.7.1 INFORMASJONSFLYT

Et prosjekt kan i det vesentlige ansees som en samling beslutningsprosesser [42].: Beslutningstakere har spørsmål som krever svar i form av informasjon. Først når informasjon foreligger, kan beslutninger fattes, hvorpå nye problemstillinger oppstår. Denne brukes så til videre beslutningstagning. Slik driver informasjonsflyten prosjektet videre (jf. fig.3.11).

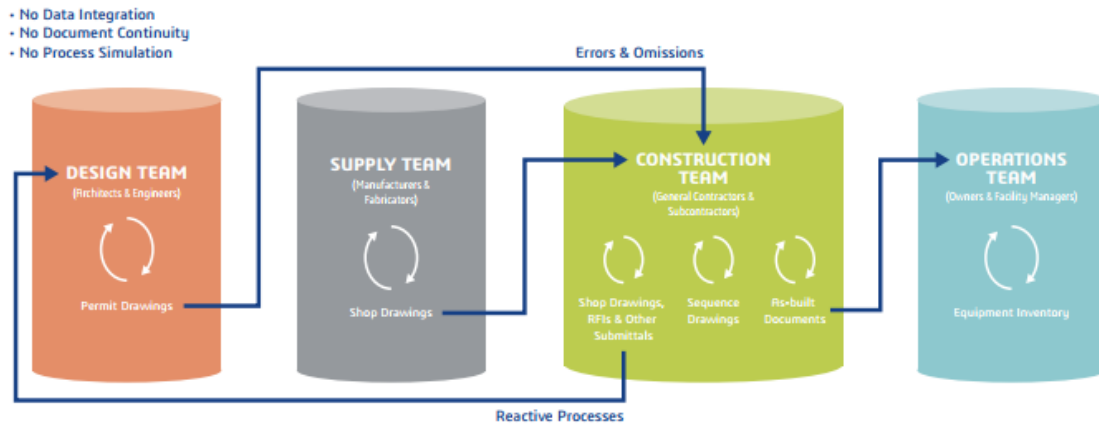


Figur 3.11: *Beslutningsprosessen*

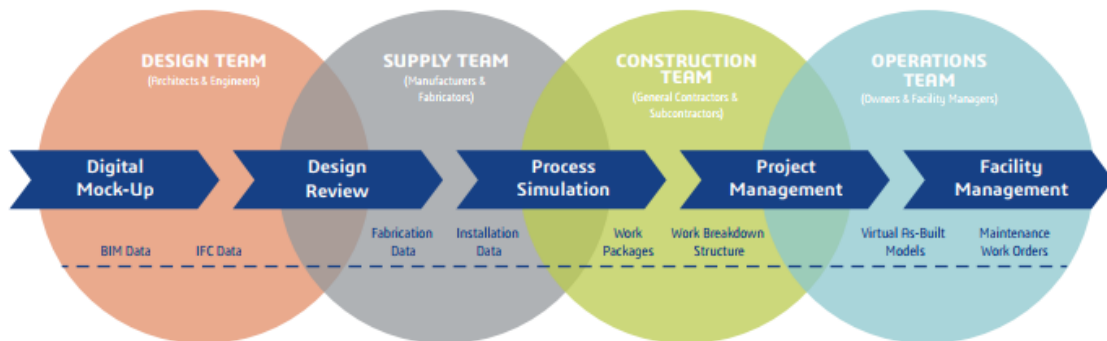
Informasjonsaspektet i byggeprosjekter er vesentlig, men har grunnet det store antallet aktører og prosjektenes kompleksitet, gjort flyten og delingen av vital informasjon til resten av verdikjeden vanskelig [54]. Informasjonsflyten skal gå gjennom hele verdikjeden, men avleveringen av informasjon prosjektaktørene eller prosessene i mellom, har tradisjonelt sett gått tregt og problematisk grunnet manglende struktur, og dataintegrasjon [54]. Dette har medført forsinkelser i leveringstidene mellom aktørene og forsinket påfølgende avhengige aktiviteter – informasjon blir rett og slett ikke videregitt tidsnok.

Informasjonsflyt i dagens byggeprosjekter illustreres i figur 3.12, og preges i stor grad av en såkalt *silo-mentalitet* med manglende tverrfaglig integrasjon og samhandling [54, 55]. Figuren viser til nåværende BIM-nivå 2 jf. kapittel 3.11.1. En ønskelig informasjonsflyt illustreres i figur 3.13, og har et modenhetsnivå som tilsvarer BIM-nivå 3.

Moderne informasjonsteknologi, i form av f.eks. BIM, har åpnet opp for muligheter til potensiell «boost» av byggeprosjektenes indre effektivitet. Selv om informasjonsflyten benytter datasystemer og teknologi som kommunikasjonskanal, er det likevel (og enn så lenge) menneskene bak systemene og teknologien



Figur 3.12: Tradisjonell informasjonsflyt – BIM nivå: 2 (FIGUR: DASSAULT SYSTEMES)



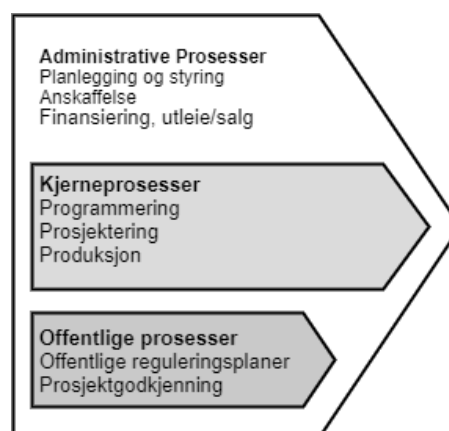
Figur 3.13: Ønskelig informasjonsflyt – BIM nivå: 3 (FIGUR: DASSAULT SYSTEMES)

som er både avsendere og mottakere av kommunisert informasjon [43]. Dette menneskelige aspektet er vesentlig for flyten av informasjon, siden mennesket har en iboende tendens til å tolke informasjon ut i fra egen interesse. Informasjon kan derfor få ulike virkninger utover den formelt tilsiktede, fordi mennesket bevisst eller ubevisst benytter informasjonen til å fremme egne prioriteringer og mål [43]. Tolkningen og bruken av informasjon kan, hvis de ulike aktørene har motstridende prioriteringer mtp. beslutninger, påvirke informasjonsflyt og innhold til egen fordel [43, 54]. I så måte kan tydelig formulerte formelle retningslinjer, krav og uformelle spilleregler til objektiv informasjonsflyt være hensiktsmessig å etablere [54].

3.8 BYGGEPROSESSEN

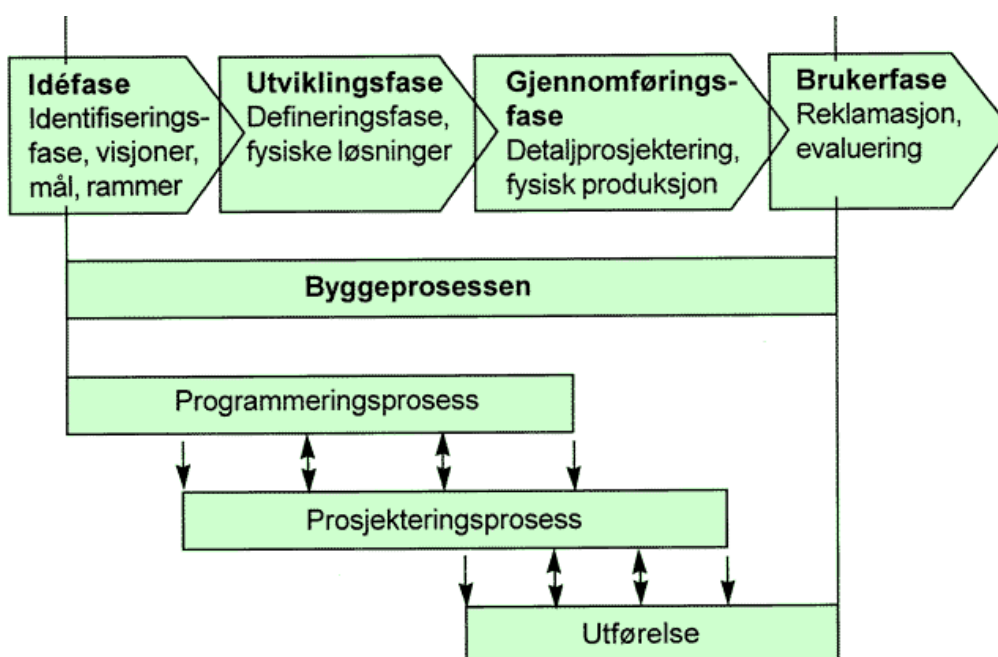
Byggeprosessen omfatter alt fra konseptfase til byggets oppføring, overtakelse, drift og riving. Herunder nevnes både finansiering, regulering, anskaffelse planlegging, styring, byggemelding og godkjenning, programmering, prosjektering, produksjon, prefabrikasjon og montasje, utleie/salg, innflytting og driftsstart osv. – og i følge Eikeland [43] «... alle prosesser som fører fram til eller er en forutsetning for det planlagte byggverk».

Eikeland mener videre at byggeprosessen består av 3 hoveddeler, som hver har underlagte delprosesser (jf. figur 3.14). Alle hovedprosessene løper parallelt med hverandre, med et gjensidig avhengighets- og påvirkningsforhold. De administrative prosessene påvirker både kjerneprosessene og de offentlige prosessene gjennom administrativ planlegging, informasjonsutveksling og forhandlinger, og vice versa, mens de offentlige prosessene spiller inn på både administrasjon og kjernevirksomhet [17, 43, 56]. Denne avhandlingen fokuserer i hovedsak på kjerneprosessene som presentert under, men tar også for seg de øvrige prosessene hvor dette faller seg naturlig.



Figur 3.14: *Byggeprosessene etter Eikeland [43]*

Figur 3.15 illustrerer den *generiske* byggeprosessen, på et overordnet nivå. Fasene er generiske i den forstand at de er generelle og vil finnes i alle tradisjonelle byggeprosjekter [43].



Figur 3.15: *Kjerneprosessene [56]*

3.8.1 ADMINISTRATIVE PROSESSER

Alle organisasjoner behøver innslag av administrasjon, planlegging, styring og organisering. De administrative prosessene omhandler i så henseende om byggeprosjektets administrasjon av og tilrettelegging for de øvrige hovedprosessene. De administrative prosessene løper ut prosjektperioden. [43]. Planleggings- og styringsprosesser, anskaffelsesprosessene og prosesser knyttet til finansiering, markedsføring, utleie og salg er sentrale for den administrative delen av byggeprosjekter, hvorpå førstnevnte – planlegging og styring – innebærer prosessplanlegging og framdriftsstyring, kvalitetsplanlegging og -styring, kostnadsstyringplanlegging og -styring, samt informasjons- og materiallogistikk.

3.8.2 OFFENTLIGE PROSESSER

Av offentlige prosesser som påvirker byggeprosjekter finner vi bl.a. Plan- og bygningsloven [57], Byggherreforskriften, Byggteknisk forskrift (TEK 17), og Byggesaksforskriften (SAK 10) som definerer de øvrige offentlige beslutningsprosessene med innvirkning på byggeprosjekter.

Herunder plan- og reguleringsprosesser og prosjektgodkjenninger. Arbeidsmiljøloven, Internkontrollforskriften, og Forurensningsloven er andre bestemmelser som også retter seg direkte mot byggeprosjekter og oppføringen av disse.

3.8.3 KJERNEPROSESSER

Kjerneprosessene har til formål å beskrive, prosjektere, planlegge og produsere byggverket, og utgjør selve utformingen av bygget, fra idéfase til bruksfase [43]. I **programmeringsprosessen** identifiseres taktiske og strategiske perspektiver som byggverket har til hensikt å tilfredsstillere, herunder rammer, visjoner og målsetninger, samt programkrav relatert fremtidig bruk og drift av bygningsmassen. Her beskrives produktet i form av prinsippkisser og overordnede tekniske beskrivelser og spesifikasjoner, som utgjør arbeidsgrunnlaget entreprenørene benytter som utgangspunkt for sine tilbud. **Prosjekteringsprosessen** er prosessen hvor bygget utvikles og utformes, og hvor byggets fysiske egenskaper beskrives. Det er i prosjekteringsprosessen utarbeidelsen av tegninger og spesifikke beskrivelser skjer. **Utførelsen** – eller produksjonsprosessen, innebærer selve oppføringen av byggverket.

3.8.4 SEKVENSIELL FASEINDELING

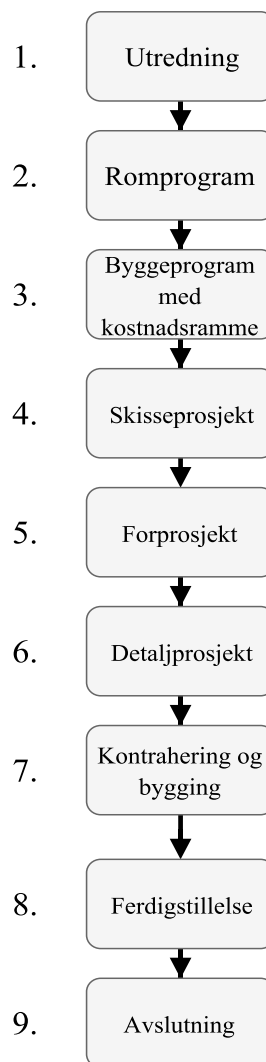
Kjerneprosessene (programmering, prosjektering og produksjon) har videre av Statsbygg blitt ytterligere formalisert gjennom inndelingen av *faser*. Dette fordi en sekvensiell faseinndeling gir bedre oversikt over den praktiske byggeprosessen, slik at interessentene lettere kan stilling til prosjektets helhetlige bilde [43]. Tanken er at en formalisert faseinndeling skal fungere som et redskap til prosjektorganisering og -styring. Figur 3.16 viser den formaliserte og sekvensielle faseinndelingen i henhold til Statsbyggs prosjektmal [43]. Eikeland [43] forteller at fase 2-6 beskriver prosjektetdokumentasjonen som skal foreligge til godkjenning ved utløpet av fasen, mens fase 1, 7, 8 og 9 er beskrivelsen av de praktiske forhold – eksempelvis kontraheringen og ferdigstillingen i punkt 7 og 8.

3.9 ENDRINGER

Uansett prosjekt, vil man måtte håndtere endringsforespørsler fra klient, prosjektgruppen og andre aktører eller interessenter [42]. Prosjektendringer er et aspekt som tilhører prosjektet som produksjonsform. Enkelte endringsforespørsler kan man sågar forvente – og være forberedt på. Mens man i andre tilfeller ikke har forutsetninger for å kjenne til endringene på forhånd. Likevel må prosjektledelsen ha strategier for å håndtere både endringene og de påfølgende konsekvensene. Endringer defineres som «...alle avvik fra slik arbeidet opprinnelig var planlagt og budsjettet» [42]. Altså er endringer alt som rokker ved prosjekttrianglerets balanse.

Endringer har i følge Wysocki [42] to utgangspunkt: De endringer som skyldes utvidelse av prosjektomfang, og de endringer som faller inn under opprinnelig prosjektomfang. Årsakene til endring kan være så mangt, men er i følge både Samset [17] som oftest relatert til:

- Forsinkelser: Internt og/eller eksternt
- Behovsendringer fra kunde, entreprenør eller eksterne aktører
- Etterlevelse av lov- og regelverk eller etter pålegg fra myndighetshold
- Teknologisk utvikling



Figur 3.16: Sekvensiell faseinndeling [43]

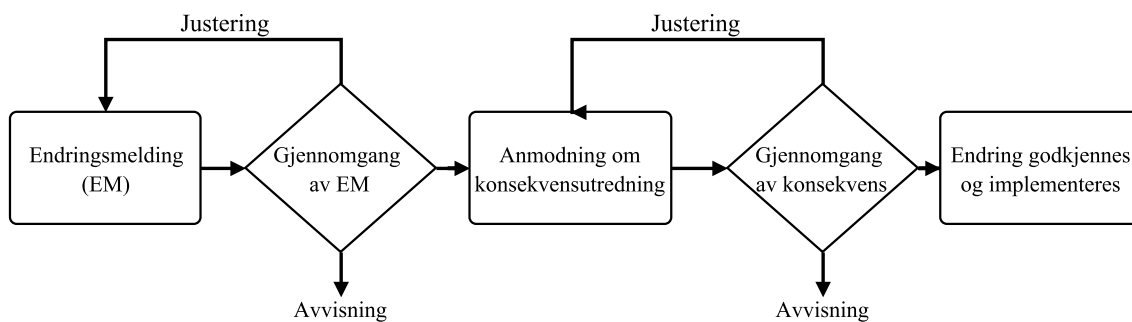
- Uforutsette omstendigheter, som f. eks. vær, grunnforhold, osv.

Generelt kan man si at dess større og kompliserte prosjekter er, dess større er sannsynligheten for endringer i prosjektets levetid [48, 49].

Endringer innebærer en forandring og inngripen i prosjektet, som kan påvirke det operasjonelle og taktiske perspektivet i større eller mindre grad avhengig av endringens omfang [43]. Endringer bør uansett omfang følges opp og diskuteres med prosjekteier og interessenter av betydning. For en strukturert håndtering av byggeprosessen benyttes såkalte *endringsmeldinger*[42]. En endringsmelding er en formell dokumentering av en anmodning om konsekvensmessig inngripen i prosjektets omfang, budsjett eller fremdriftsplan [43]. Endringene kan komme fra flere hold, inkludert entreprenør og byggherre, og er erfaringsmessig [42, 49] relatert til:

- Varsel om avvik i prosjekteringsgrunnlaget, programkravet eller andre dokumenter.
- Varsel om avvik i arbeidsunderlaget fra prosjektering.
- Varsel om andre forhold som prosjekteier bærer ansvar og risiko for, og som medfører fristforlengelse og/eller dekning av ekstraavgifter hos entreprenør.
- Spesifiserte krav om dekning av entreprenørens ekstraavgifter og/eller fristforlengelse.
- Varsel om eventuelle pris- og tidskonsekvenser grunnet endringer som enten byggherren har pålagt eller har varslet at han vil kunne komme til å pålegge entreprenøren.
- Krav om tillegg når byggherren krever noe som entreprenøren mener ikke inngår i kontrakten.

Figur 3.17 illustrerer endringsprosessen i henhold til Wysocki [42].



Figur 3.17: *Endringsprosessen iht. Wysocki*[42]

3.10 KONTRAKT- OG ENTREPRISEFORMER

Byggeprosjektene er strengt juridisk regulerte prosjekter, hvor partene enes om produktomfang og godtgjørelse for oppføringen av prosjektet. I Norge er *NS 8407 Alminnelige kontraktsbestemmelser for totalentrepriser* og *NS8405 Norsk bygge- og anleggskontrakt* de mest brukte standardkontraktene mellom byggherre og entreprenør – som oftest med egne avtalte formuleringer [58].

Entrepriseform er prosjektets forretningsmodell og struktur, og bestemmes av byggherre i tidlig fase. Byggherren må da bestemme seg for om hvor mange aktører han er villig til å inngå kontrakt med. Entrepriseformen har betydning for ansvars- og risikofordelingen prosjektdeltakerne i mellom, og avgjøres i stor grad ut i fra type prosjekt, prosjektomfang, budsjett, men kanskje viktigst av alt hvor stor kontroll og ansvar byggherren er villig til å påta seg [58]. Det finnes ulike formater, deriblant *hovedentreprise, generalentreprise, totalentreprise, delentreprise, samhandlingsentreprise, osv.* Denne oppgaven tar for seg totalentreprisen, da totalentreprisen delegerer brorparten av risiko og ansvar til den såkalte *totalentreprenøren* (TE) [58]. TE er ansvarlig for både prosjektering, framdrift, utføring og kvalitetsoppnåelse iht. kravspesifikasjoner. Totalentreprenøren kontraherer inn tjenestene han mangler kompetanse eller kapasitet på – såkalte *totalunderentreprenører* (TUE). Totalentreprenøren har i tillegg kontrakt med arkitekt og andre rådgivende konsulenter. Vanligste kontraktsform mellom Byggherre og TE er *fastsumskontrakter* med eller uten insentiver [58].

I sum er totalentreprisen gunstig fordi ansvaret samles hos én profesjonelle aktør, hvis fokus er å oppføre byggbare løsninger av tilfredstillende kvalitet. Dette gir i tillegg klare ansvarsforhold for byggherren, som bare behøver å forholde seg til TE [58]. Totalentreprisen er spesielt gunstig for (de noen ganger litt mindre kunnskapsrike) kundene, opptatt av hva prosjektet leverer i form av *funksjoner* framfor leveranser [58]. Nøkkelen til suksess ligger i en god gjennomføringsfase, og kan medføre konflikter hvis f.eks anbudsgrunnlag og kravspesifikasjon ikke er tilstrekkelig formulert og beskrevet [58]. Dette fordi totalentrepriser gir liten mulighet for kundepåvirkning av utførelse og kvalitet etter kontraktinngåelse.

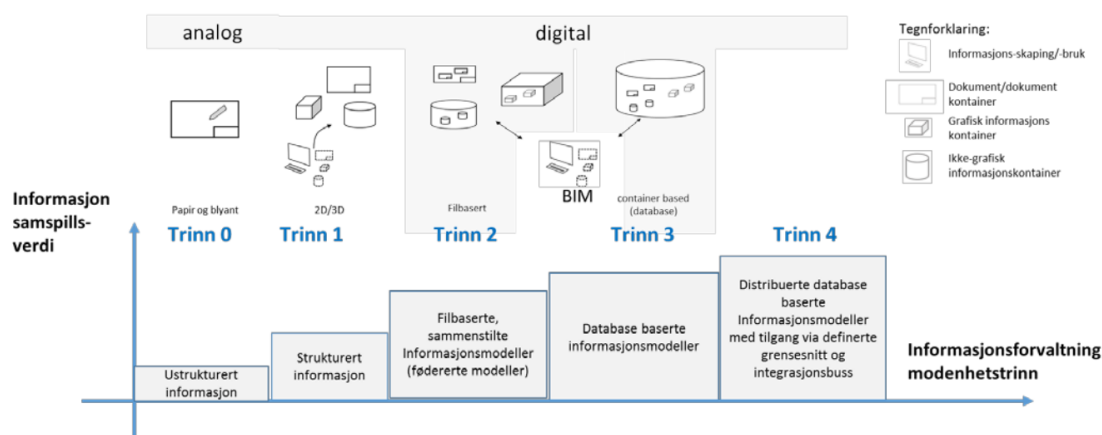
3.11 DIGITALISERING

Digitaliseringsbegrepet i denne oppgaven omhandler aspekter tilknyttet innføringen av dataverktøy i industrien generelt, men også byggebransjen spesielt. Digitalisering i oppgavens henseende innebærer introduksjonen av høyteknologi og datatekniske metoder og verktøy i byggeprosjektene for å erstatte, effektivisere og automatisere manuelle prosesser, oppgaver og operasjoner. Formålet er å oppnå forbedret indre og ytre effektivitet, og produsere vellykkede prosjekter iht. et operasjonelt, taktisk og strategisk perspektiv.

3.11.1 BYGNINGSINFORMASJONSMODELLERING (BIM)

BIM har vært BA-bransjens måte å forbedre samhandling, og informasjonsflyten gjennom byggeprosessen. Målsetningen har vært å gi et bidrag til både indre og ytre effektivitet. Industrialiseringen av byggebransjen – altså skiftet fra plassbygde byggverk, til fabrikk-inspirert elementproduksjon – fordret en strukturering av prosjektets designinformasjon. BIM-modellen gir prosjektdeltakerne ulik informasjon om byggets komponenter. Fram til nylig har de vanligste funksjonene i BIM vært muligheten til visualisering av bygget, til mengdeuttak- og kontroll, samt kollisjonstesting av tekniske komponenter. Dette betegnes av BNL [59] som modenhetsnivå 2 – illustrert tidligere i figur 3.12.

Figur 3.18 illustrerer en oversikt over teknologiens ulike modenhetsgrader. Vedlegg A gir en nærmere forklaring på de ulike modenhetsgradene.



Figur 3.18: Digital modenhetsgrad iht. BNL [59]

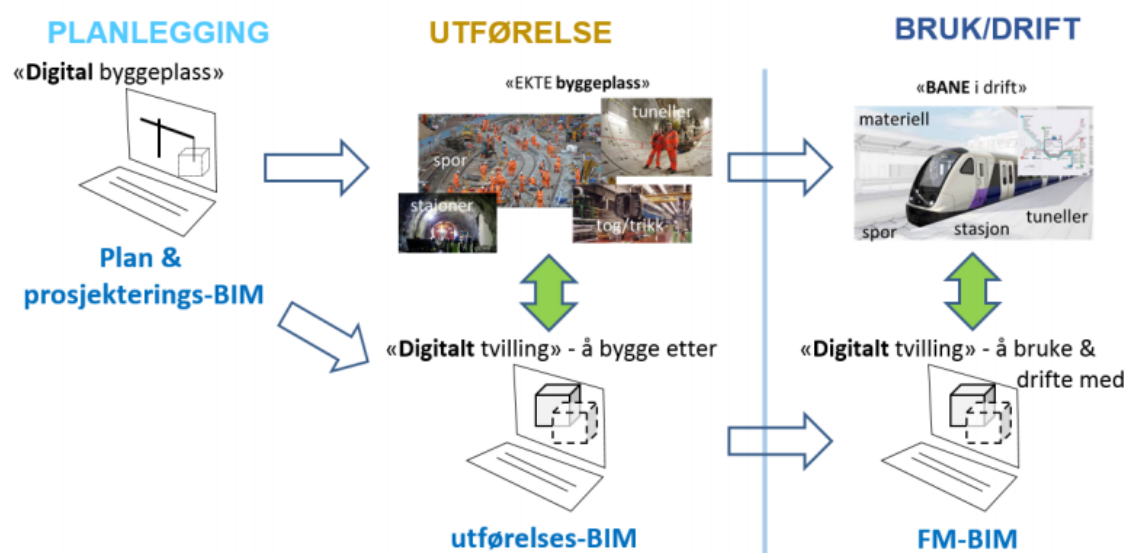
3.11.2 INDUSTRI 4.0

Begrepet *industri 4.0* er en henvisning til *den fjerde industrielle revolusjon*, hvor internett fusjonerer og blir en integrert del av både produksjon og produkter. Konseptet innebærer at man vha. internett-forbindelser – såkalt *Internet of Things* (IoT), tillater en kontinuerlig samhandling og utveksling av informasjon mellom mennesker, menneske og maskin, men også mellom maskin og maskin [60]. Visjonen bak industri 4.0 er at næringslivet vil bære preg av fullstendige automatiserings- og

digitaliseringsprosesser, og utstrakt bruk av elektronikk og informasjonsteknologi i produksjon [60]. Tanken er altså at arbeidsprosesser som i dag krever manuell input, organiserer seg selv, og frigjør kognitiv kapital blant de ansatte.

3.11.3 BYGG 4.0

Bygg 4.0 er et ordspill på *industri 4.0*, og innebærer inntoget av automatiserings- og digitaliseringsprosesser i bygg- og anleggsvirksomheten [60]. For entreprenørene handler Bygg 4.0 om digitaliseringen av planlegging, konstruksjon, risikostyring og logistikk på byggeplassen – om samhandling mellom mennesker, mennesker og maskiner, og mellom maskinene selv [7]. Dette er tiltenkt fasilitert gjennom at BIM-modellen blir en integrert del av byggeplassen gjennom sensorteknologi og direkte kommunikasjon mellom 3D-modell og funksjonelle systemer [59]. *Bygg 4.0* tilsvarer i stor grad modenhetsgrad 4 (jf. figur 3.18).



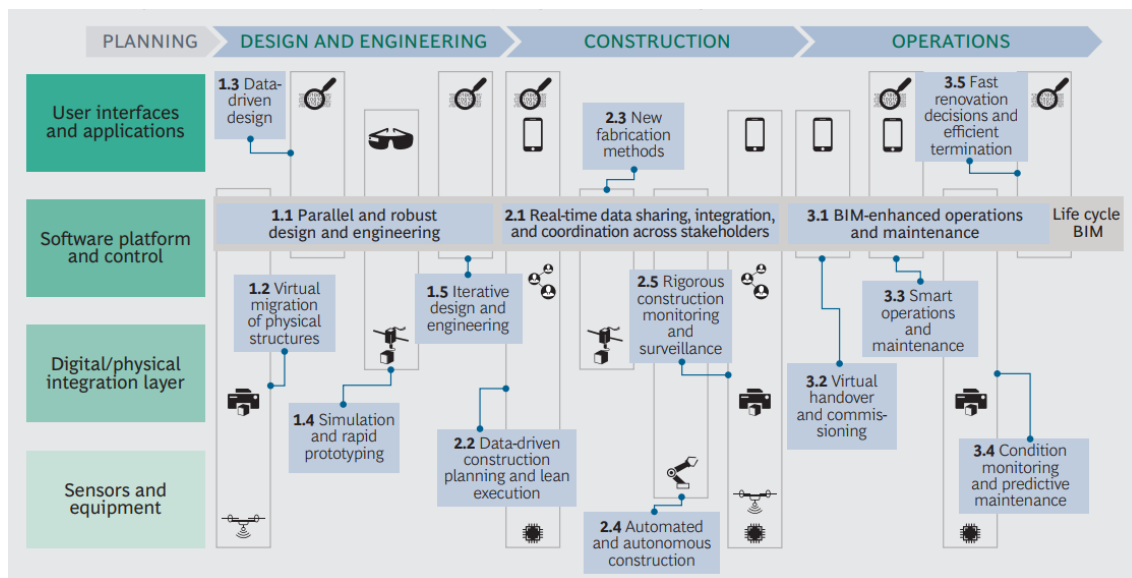
Figur 3.19: Digital tvilling [59]

For prosjektets planlegging og prosjektering innebærer dette at prosjektet planlegges og prosjekteres digitalt. Det skapes en *funksjonell digital byggeplass* – en modell som inkluderer informasjon om gjennomføringsplaner og byggeoperasjoner, om risikoaspekter, og hvordan utførelsens logistikk i praksis skal utføres (jf. fig 3.19). Realistiske datasimuleringer av byggeprosessen sikrer at produktet faktisk kan bygges, at det tilfredsstiller kravspesifikasjoner og myndighetskrav, samtidig som utfordringer tilknyttet byggeprosessen avdekkes allerede *før* byggingen har startet. Det som tidligere bare var en visuell representasjon av bygget i 3D, har nå ytterligere fem dimensjoner som gir prosjektets aktører informasjon om fremdrift (4D), kostnad (5D), FDV (6D), bærekraft (7D) og HMS (8D) [59]. Under utførelsen oppføres prosjektet i henhold til den digitale planleggingen. Det skal i prinsippet ikke være nødvendig å gjøre stedsbaserte tilpasninger fordi alle aspekter skal være ivaretatt i prosjekteringen og planleggingen. Eventuelle avvik og endringer synkroniseres med modellen og overleveres kunden. I bruksfasen (FDV)

fungerer modellen som en *digital tvilling*, og er byggverkets *as-built*-dokumentasjon.

I bruksfasen gir modellen informasjon om bygget, slik det er ment driftet og vedlikeholdt. Sensorteknologi implementert i bygget, genererer driftsinformasjon – *big data* – som kan brukes til å optimalisere driften og dermed redusere byggets livsløpskostnader [59].

Boston Consulting Group (BCG) har også laget en figur som illustrerer hvordan de mener Bygg 4.0 vil se ut mht. byggeprosessens faser (jf. fig. 3.20):



Figur 3.20: Det digitale mulighetsrom av BCG [12]

3.11.4 INTEROPERABILITET

Interoperabilitet er et prinsipp innen programvareutvikling, som gjennom digitaliseringen av ulike samfunnsområder og industri har fått ny relevans. I følge EU-programmet ISA [61], er formålet med interoperabilitet er å tilrettelegge for effektiv informasjonsflyt på tvers av organisasjoner, datasystemer, arbeidsprosesser og regelverk, men også innen den enkelte virksomhet. Med interoperabilitet menes informasjonsutvekslingen mellom prosjektdeltakere i ulike delprosesser og mellom programvaresystemer, samt evnen til å nyttegjøre seg av denne informasjonen. Det er ulike former for interoperabilitet, organisatorisk såvel som juridisk [61]. Denne oppgaven innbefatter i hovedsak: **Teknisk interoperabilitet**, som innebærer at datasystemer kan kommunisere med andre systemer gjennom åpne standarder. Og **semantisk interoperabilitet** som innebærer at begreper defineres likt og har samme betydning blant mennesker og maskiner, både hos avsender og mottager av data. Dette er blant annet en forutsetning for å lykkes med maskin-til-maskin-kommunikasjon.

3.12 BRANSJENS NØKKELFAKTORER

Moderne bygg blir stadig mer komplekse, da både tekniske anlegg for ventilasjon, kjøling, solavskjerming, lys og varme, overvåkning, sikkerhet, og annen byggautomasjon skal implementeres og integreres i byggene [7, 10–12, 62]. Det stilles i tillegg høye krav til energieffektivitet, sikkerhet, komfort og ikke minst livsløpskostnader. For å knytte byggets tekniske installasjoner sammen i byggeprosessen er det essensielt å ivareta alle hensyn samtidig [7]. Dette krever god evne til planlegging og helhetlig tenkning, samt evne til å samarbeide på tvers av tekniske fag og entrepriser.

Byggebransjen står i det hele overfor store utfordringer knyttet til nåværende prosjektgjennomføring, som i stor grad innebærer liten produksjons- og kvalitetskontroll, manglende planlegging og medfølgende lave produktivitet, sløsing, samt liten samhandling og helhetstenkning blant byggeprosjektene interessenter [12]. Mulighetsrommet er med andre ord stort – og fordrer i følge bransjen selv [59, 63] at bransjeaktørene «tar igjen» det digitale skiftet man har hatt ellers i samfunnet. Spørsmålet er videre hvorvidt en meget fragmentert næring, bestående av et utall lavteknologiske små- og mellomstore bedrifter (SMB), evner å gjennomføre den digitale transformasjonen som er nødvendig. Vi har derfor i dette kapitlet forsøkt å kartlegge det litteraturen anser for å være de viktigste faktorene for en slik digital transformasjon.

Kapittel 5.2 identifiserer megatrender og drivkrefter som påvirker byggebransjen på et *makronivå* – på globalt og nasjonalt overordnet nivå. Nøkkelfaktorene som presenteres i dette kapitlet derimot, innbefatter byggebransjen på *lokalnivå* – avgjørende for byggetreprentørenes digitaliseringsgrad i organisasjonene og bedriftene som enheter. Nøkkelfaktorene er i hovedsak identifisert ved hjelp av rapporter og akademiske publikasjoner, men er senere også bekreftet som plausible gjennom intervjurundene. Noen nøkkelfaktorer kan derfor framstå som selvfølgeligheter, men blir likevel eksplisitt belyst pga. betydningen de har.

DIGITALISERING

Mangelen på interoperabilitet har lenge vært kjent som et problem i BAE-næringen, mye grunnet mangfoldet av applikasjoner og systemer brukt av de ulike aktørene [64]. Det finnes ingen samlende standard for hvordan kommunikasjonen systemene i mellom skal være. Manglende interoperabilitet er i uoverensstemmelse med dynamikken og tilpasningsevnen som man trenger for å operere i bransjen [12, 65].

Applikasjoner og systemer bør altså være interoperabile [65]. Dette gjelder spesielt for prosjektinformasjonssystemer (PMIS) som skal nå ut til prosjektets aktører og interessenter. Alt for mye tid går til tidkrevende eksportering og konvertering av filformater mellom programmer, noe som går tilsvarende ut over produktiviteten og indre effektivitet [65]. Designet av løsninger bør være intuitivt, enkelt å forstå og benytte. I tillegg må følelsen være ivaretatt [64]: På brukerstadiet må brukergrensesnittet være «formannsvennlig» for å oppmuntre til bruk. På programvarestadiet må applikasjonene være kompatibel med eksisterende bedriftsløsninger, og dempe behovet for omfattende og hyppige programvareinves-

tering og oppgraderinger. Også kostnadsaspektet mht. innkjøp av dyre lisenser spiller inn. Ideelt bør programvare snakke samme språk, og være interoperabel med hverandre, slik at selve programvaren som benyttes kan velges ut i fra brukerens egne preferanser [65]. Dette vil også bidra til at man ikke må «låse seg» til en enkelt programvareutvikler. Uten smertefrie brukergrensesnitt og intuitive løsninger, benytter brukerne mer tid på opplæring og «knoting» enn faktisk verdiskapende arbeid.

E-post syntes for øyeblikket å være uerstattelig, noe som hindrer adopsjonen av nye informasjonssystemer [65]. Det er derfor nødvendig å identifisere manglene med dagens informasjonssystemer, og etablere funksjonalitet og løsninger som hindrer PMIS-applikasjonene fra å erstatte e-post.

Selv i dag er «arkivering» nærmest ensbetydende med digital lagring av data. Dette gir stor fleksibilitet og god økonomisk utnyttelsesgrad av prosjektets midlertidige bygningsmasser fordi man ikke behøver fysiske arkiver [65]. Men fordi alle dokumenter i dag er plassert i den digitale verden, blir håndteringen av data stadig mer viktig. Ettersom flere deler av samfunnet digitaliseres, forventes en datamengde å øke betraktelig, spesielt med inntoget av sensorer og «big data». Standardiserte prosedyrer for organisering og klassifisering må komme på plass for å håndtere denne datamengden [65]. Ifm. datahåndtering og organisering er det også et sikkerhetsaspekt som må ivaretas. For uten standarder vil brukervennligheten av informasjonssystemene forsvinne i takt med økende informasjonsmengde [65].

Versjonshåndtering er et aspekt innen digitaliseringen som man må ha kontroll på. For eksempel kan kompatibilitet være utfordrende under utrulling av oppdaterte programversjoner: Fordi én del av verdikjeden benytter siste versjon, mens den andre benytter en gammel og utdatert programvare, kan dette medføre problemer som tap av data eller inkompatibilitet [65]. En annen utfordring tilknyttet versjonshåndtering, er hvordan man i prosjektinformasjonssystemer skal håndtere versjonskonflikter som kan oppstå, når ulike disipliner oppretter, modifierer eller oppdaterer samme data, samtidig. Informasjonsintegritet må ivaretas ut prosjektets levetid, og må være kompatibel med eventuelle fremtidige datasystemer og filformater [65].

OMSTILLINGSEVNE, ENDRINGSLEDELSE OG OMSKOLERING

En digital transformasjon av en tradisjonelt sett analog bransje som byggebransjen, er en *omstilling*, eller en *disruptiv endringsprosess* hvorpå suksess fordrer at enkelte kriterier eller nøkkelfaktorer innfris eller i det minste hensyntas. I endringsledelsens diskurs blir John P. Kotters artikkel *Leading Change* [66] ofte sitert, der Kotter gjennom 8 steg blant annet påpeker viktigheten av:

- En felles forståelse for endringens nødvendighet;
- Involvering av viktige nøkkelpersoner, ansatte og ledelse i endringsprosessen
- Visjonsutvikling og veien til målet
- Formidling og kommunikasjon
- Ressursallokering og tilrettelegging
- Raske og synlige resultater

- Bygge videre på positive resultater
- Forankring av endring i ny bedriftskultur

Sett i sammenheng med byggentreprenørers digitale transformasjon, kan dette overføres til at blant annet **styret og ledelse** må ta eierskap i, og del av transformasjonen sammen med de ansatte. Videre bør innføringen av heldigitale prosjekter og arbeidsmetoder være forankret i en *strategisk målsetning*, og komme fra «toppen». Et strategisk grep innebærer videre at **tilstrekkelige ressurser** allokeres – hvor penger, tid, utstyr og programvare gjøres tilgjengelig for prosjektledelsen og andre involverte. **Opplæring** er ditto viktig for å opparbeide seg **kunnskap og ekspertise** innad i bedriften, men bidrar i hovedsak til bedre arbeidsflyt på nye systemer. Samtidig skjer ikke endring uten de rette pådriverne – såkalte *champions*, som «drar lasset» og motiverer under transformasjonen. Av samme grunn kan involvering av **stakeholders** (eller *interessenter* på norsk) være betydningsfullt da disse ofte er brukere, byggherre, underentreprenører, aksjonærer, naboer, og/eller myndigheter – og det er disse som definerer verdien av endringsprosessens resultater. [42][66]

Å skape aksept for *hvorfor* en digital transformasjon er nødvendig, fordrer at de tre viktigste interessentene (kunder, underentreprenører og egne ansatte) presenteres en tydelig **visjon** – og videre hva visjonen innebærer for den organisatoriske strukturen, for bedriftens videre arbeid, og for ressursallokeringen og prioriteringen innad [42].

En undersøkelse gjennomført av OECD i 2016 [67] viser tydelig mangelen på aktuell digital kompetanse blant den skandinaviske befolkningen. Andelen ansatte med manglende digital kompetanse er trolig lik for byggebransjen – hvor også så mye som 80% av toppledelsen unnlater å ha en klar digital strategi [68]. Byggentreprenørers hittil manglende digitale satsing kan med andre ord være forankret i både toppledelse og i bunnlinjen. Årsaken kan antakelig tilskrives **forandringsvegring**, hvor man enten har vanskeligheter med å bryte gamle mønstre, føler resignasjon, eller er fiendtlig innstilt til økt digitalisering og automasjon – begrunnet i frykten for nedlegging av arbeidsplasser [68].

Omstillingsevne og endringsledelse er med andre ord en faktor som spiller inn i et digitalt skifte. Organisasjoner som ikke investerer tid og ressurser på digitalisering, vil trolig oppleve motstand. Mangelen på tilstrekkelig opplæring, ressurser, felles visjoner og strategier, samt organisatorisk støtte fra ledelse, vil sannsynligvis forsinke implementeringen av heldigitale byggeprosjekter.

Kostnader til omskolering og kursing av ansatte uten tilstrekkelige digitale ferdigheter, bør betraktes som en investering. Det økende digitale ferdighetsetterslepet kan tenkes å redusere intern effektivitet, fordi man uten kompetanse bruker lengre tid på å fullføre oppgaver, eller lete etter informasjon når kjennskap til programvaren eller funksjonalitetene ikke er kjent.

LOVERK OG OFFENTLIG BEVILGNING

Som kapittel 5.2 antyder, har endringer i lov- og regelverket direkte betydning for, og innvirkning på, den daglige aktiviteten i bedriftene. Et digitalt skifte fordrer en modifisering av forskrifter for **effektiv saksbehandling** og økt åpenhet. Automatisk saksbehandling av byggesaker vha. f.eks. roboter, kan

redusere sannsynligheten for formelle feil og korrupsjon, og effektiviserer byggesøknadsprosessen ved å minimere søknadstiden. Dette kan spare både samfunnet og involverte aktører for tid og penger fordi tidligere prosjektoppstart kan iverksettes. Andre **forskriftsendringer** bør gjenspeile bransjens «beste praksis», som igjen kan bidra til standardiserte og mer formålstjenlige byggeforskrifter. Dette bidrar videre til å dra alle aktører i samme retning, som på sikt vil gi positive synergieffekter.

Bevilgninger til innovasjon, forskning og utvikling av f.eks. nye material- eller programvarestandarder stimulerer til en digital transformasjon, effektiviserer byggeprosjekter, og reduserer risiko aktører påtar seg ved FoU [65]. Bevilgninger bør ha utgangspunkt i en klar digital myndighetsstrategi, hvor det avsettes midler til digital kompetanseheving, og etableres åpne digitale standarder som både rådgivere, arkitekt, entreprenører og utbyggere kan benytte som felles plattform i design-, prosjektering- og utbyggingsfasen.

KONTRAKTER, ENTREPRISEFORM, OG KONTRAHERINGSPROSESSEN

Det syntes å være behov for å revidere det **kontraktsmessige rammeverket** i bygg- og anleggsbransjen – ofte karakterisert av en relativt «fiendtlig» ordlyd [43]. Det er åpenbart at løsningsorienterte forretningsmodeller med tilrettelegging av samspill, oppnås ved at kontraheringsprosessen baseres på en totalvurdering av løsningen med størst verdi, samt entreprenørens erfaring og tidligere resultater – enn kontraktssum alene [48]. **Kontraheringsprosessene** er i dag i stor grad avkastningsorientert. Ofte favoriseres tilbudet med lavest pris, framfor tilbudet med best forhold mellom pris og kvalitet [49], herunder også «beste løsning». Kanskje bør også *estetikk og design, byggbarhet, kompetanse, leveransetid, løsningsforslag* eller *oppdragsforståelse og miljø* tillegges større vektning.

Tidlig kontroll og overvåkning av prosjektstatus vha. forhåndsdefinerte og kontraktsfestede ytelsesindikatorer¹ bør etableres. Overvåkingen kan strømløst integreres i **digitale samhandlingsplattformer** for alle prosjektdeltakere, slik at samarbeid om korrigerende tiltak iverksettes tidsnok, og avviksomfanget minimeres. Dagens tradisjonelle kontraktsformer har dog tilsynelatende få incentiver for samarbeid, og tilrettelegger i stor grad for profittering av avvik og endringer. Dette kan nok i stor grad skyldes kontraktsformenes regulering av profitt, ansvar og risiko, med et utbredt fokus på finansielle transaksjoner og ansvarliggjøring, framfor å skape gode relasjoner. Det kan derfor være hensiktsmessig å vurdere alternative forretningsmodeller som gjenspeiler bransjens «beste-praksis», og som tilrettelegger for godt samarbeid og effektiv utførelse – samtidig som det bygges langsiktige forretningsrelasjoner. Et eksempel er mye omtalte *Integrated Project Delivery* (IPD) som er en variant av **samspillskontrakter**. Grunnet samspillskontraktenes natur, fordrer disse utpreget bruk av digitale hjelpemidler, og er således en viktig brikke i bransjens digitale transformasjon.

¹Enheter for å måle effektiviteten til en prosess. På engelsk: Key performance indicator – KPI

DESIGN OG PROSJEKTERING

Omstendelige og kvalitetssikrede design- og prosjekteringsprosesser avgjør i stor grad om et byggeprosjekt sporer av eller blir en suksess [50]. En gjentakende utfordring har tidligere vært at prosjekter ofte måtte omprosjekteres fordi byggherren ønsker endringer, eller det prosjekteres feil fordi kommunikasjonen og informasjonsflyten aktørene imellom er mangelfull, feil eller fraværende [69, 70]. En annen årsak til omprosjektering kan være divergerende tilnærminger fra prosjektets aktører basert på fagfelt, og ulike økonomiske og faglige incentiver. Feil- og omprosjektering har direkte konsekvenser for framdrift, utførelse og kostnadene ved prosjektet [50]. Mangelfullt arbeidsgrunnlag innebærer at entreprenøren ved tidskritiske prosjekter, ofte må se seg nødt til å løse utfordringer direkte på byggeplassen uten tilstrekkelig avklaring fra andre parter [48]. Dette kan i ytterste fall medføre flere kostbare avvik og tidkrevende merarbeid.

Veldig ofte medfører manglende samsvar mellom 3D-modell og arbeidstegninger i 2D hodebry for prosjektledelsen [9]. Viktige aspekter med prosjektet gå tapt, eller feil kan oppstå fordi man ikke klarer å fange opp viktig informasjon i prosjekteringsfasen – spesielt når arbeidstegninger sendes fram og tilbake mellom rådgivende ingeniører [48]. Sett fra et digitaliseringsperspektiv kan design- og prosjekteringsprosessen forbedres betraktelig ved at alle aktører benytter seg av, og prosjekterer i samme datamodell [9]. Integrert og digital design og prosjektering betyr at 3D-modeller kan benyttes som aktuelle arbeidstegninger som igjen minimerer byggefeil [48]. Videre kan maskinlæring og kunstig intelligens forbedre dagens kollisjonskontroller til å f.eks. også kontrollere kontraktsspesifikasjoner opp mot datamodell, eller gi automatisk varsling ved prosjekteringsfeil og mangler [71].

I forbindelse med prosjekteringsprosessen bør det i prosjektene som ikke behøver skreddersydde løsninger, rettes et større fokus på å industrialisere prosjekteringen [69]]. Dette innebærer å designe *byggbare* designmoduler og bygningselementer som i stort omfang kan la seg kopieres og repeteres – og slik bidra til økt intern effektivitet i prosjekteringsfasen [69]. Løsninger fra tidligere prosjekter kan med andre ord bli «gjenbrukt» på lignende prosjekter. Her kan nøkkelen være å betrakte bygging som et produksjonssystem [71], hvor utvidet bruk av prefabrikkering minimerer plassbygde konstruksjoner.

UTFØRELSE, KOMPETANSE OG TVERRFAGLIG SAMARBEID

For at prosjektene fullt ut skal dra nytte av et heldigitalt skifte, må det menneskelige kontroll- og oppfølgingsbehovet minimeres og helst skje automatisk [71]. Det nytter ikke at sensorer på byggeplassen genererer mengder av data hvis man må bruke unødvendig mye ressurser på manuell analyse og tolkning av data. Oppfølgingen bør skje automatisk, hvor sensorer gir tilbakemelding på prosjektstatus og annen framdriftsrapportering i sanntid [65]. Systemet bør også gi mulighet for kostnadskontroll og varsel om sløsing av ressurser [71]. Avvikskontroll og kvalitetssikring bør skje i sanntid, blant annet ved hjelp av GPS og annen posisjoneringsteknologi, slik at man umiddelbart kan rette opp byggefeil. Dess raskere avvik oppdages, dess raskere og mindre kostbart blir også utbedringen [71].

For øyeblikket er en av de største hindringene ved heldigitale byggeprosjekter at bruken av digitale verktøy som PMIS og BIM ikke er fullstendig innarbeidet blant bransjens aktører [54]. Enkelte aktører arbeider analogt, mens andre er fullstendig digital. Skal digitaliseringen gi synergieffekt og bidra til økt indre og ytre effektivitet, må programvare som stimulerer til tverrfaglig samarbeid på plass [54]. Visjonen om Bygg 4.0 innebærer at alle bransjeaktørene drar i samme retning [12]. For entreprenørene er selve produksjonen tett tilknyttet den individuelle ansattes fagtekniske og digitale kompetanse, men også prosjektorganisasjonens kompetanse til å utnytte informasjonen som går gjennom verdikjeden. Spesielt mht. digital kompetanse må *hele* prosjektorganisasjonen – alle prosjektaktørene – være på omtrent samme digitale ferdighetsnivå før man ser synergieffekter av digitaliseringen [65]. Det nytter med andre ord ikke at prosjektledelsen introduserer 8D BIM eller felles digitale samhandlingsplattformer brukerne ikke evner å benytte verktøyene slik de foreligger. Dess større endringene er, dess mer trening og kompetanseheving kreves. Et annet aspekt er at digitale transformasjoner assosieres med bratte læringskurver, slik at ansatte som for første gang tar i bruk verktøy, derfor må forventes å gjennomgå en karensperiode før den indre effektiviteten blir tilfredstillende [65].

KOMMUNIKASJON OG LEVERINGSKJEDER

Kommunikasjon er kanskje den viktigste nøkkelfaktoren på byggeprosjekter [9], uavhengig av digitale transformasjoner eller ei. Tydelige kommunikasjonskanaler bidrar til å bygge og vedlikeholde essensielle relasjoner mellom byggeprosjekts aktører. Gode tillitsforhold ansees som selve livsnerven i enhver forretningstransaksjon, siden beslutninger ofte fattes med utgangspunkt i tillitt til informasjonsgrunnlaget. Åpenhet og etterlevelse av forpliktelser til samarbeidspartnere bygger tillit og danner varige relasjoner [9].

Med hensyn til kommunikasjon innebærer den digitale transformasjonen at man beveger seg bort fra informasjonsutveksling på papir og e-post, til sanntidsdeling av informasjon. Dette vil være med på å sikre åpenhet, transparens og tverrfaglig samhandling, umiddelbar fremdriftsrapportering, risikovurdering, og kvalitetskontroll – som bidrar vellykkede prosjekter i et operasjonelt og taktisk perspektiv [9]. Bransjen har tradisjonelt sett stolt på fortrinnsvis papirdokumenter via brev eller e-post for å håndtere byggeprosessen [12]. Særlig i produksjonsøyemed har og er papirformatet primært benyttet. Omfattende ressursbruk går blant annet med til kvalitetssikring av pdf-dokumenter, noe som ofte har forsinket informasjonflyt. Fremtidig digital kommunikasjon må i så henseende kunne skje uhindret på tvers av fagfelt og aktører. Den må i tillegg kunne foregå i sanntid, og være utformet slik at det stimuleres og tilrettelegges for tillit og åpenhet [9].

PROSJEKTETS INTERESSENER

En god håndtering av interessentene er et vesentlig aspekt ved ethvert prosjekt [42]. De fleste prosjekter involverer flere og ulike interessenter, hvor hver har potensialet til å øke, redusere eller fullstendig hindre prosjektets fremdrift [9]. Selv interessenter som i utgangspunktet ikke yter særlig innflytelse i

prosjektet – såkalte sekundære interessenter – kan være ekstremt nyttige støttespillere eller vanskelige motstandere av prosjektet [42]. Å holde interessentene informert om prosjektet, oppfylle forventninger og behov vil bidra til å redusere risikoen for negative påvirkninger som kan påvirker prosjektet [42]. Kartleggingen og håndteringen av interessenter er dermed av stor viktighet, fordi det kan rydde veien for potensielle framtidige hindringer [9].

God styring av interessenter gjennom et prosjekt bør sikre at interessentene involveres tilstrekkelig. Dette vil fra interessentenes side sette prosjektet i et positivt lys uavhengig av faktisk resultat, fordi man ved involvering også ansvarliggjør interessentene [42]. En god håndtering av interessene kan bidra til at prosjektet oppnår både operasjonell og taktisk velykkethet. Det er imidlertid ikke alltid lett for prosjektledelsen å holde alle interessenter like informert og engasjert, særlig i de tilfellene hvor interessentene befinner seg på ulike lokasjoner. En felles samhandlingsplattform vil i så måte være et effektivt verktøy og arena for å bringe alle deltakerne sammen, oppdatere på fremdrift, søke konsultasjon og tilbakemeldinger, samt utnytte eventuelle ressurser interessenten innehar [42].

PROSJEKTEVALUERING

I mange prosjekter blir den avsluttende prosjektevalueringen ofte nedprioritert, fordi prosjektdeltakerne vanligvis starter på et nytt prosjekt allerede før prosjektet er fullstendig avsluttet [42]. Evaluering er en viktig nøkkelfaktor i byggeprosjekter, fordi det gir prosjektteamet nyttig tilbakemelding på hva som gikk bra, og hva som gikk galt – såkalte «lessons learned» om hva man må huske på i neste prosjekt [9]. Selv om hvert prosjekt er unikt i omfang, finnes det likevel læringsutbytte i gjennomføringen fordi neste prosjekt kan ha momenter som ligner. Erfaringsdata en prosjektevalueringsprosess genererer, er i første omgang nyttig kunnskap for prosjektets deltakere, men også for bedriften i sin helhet. Dette fordrer dog at erfaringene deles med den øvrige prosjektorganisasjonen [9].

En digital samhandlingsplattform vil i større grad bidra til at læringsmomenter fanges opp og deles til den øvrige prosjektorganisasjonen, enn hva dagens situasjon tillater. Det er derfor viktig at entreprenørenes digitale transformasjon også inkluderer prosjektevaluering som et viktig punkt.

KAPITTEL 4

CASE

Hensikten med casestudien er innledningsvis å danne basis og kontekst for den påfølgende scenarioanalysen (jf. kap. 5) på bakgrunn av nøkkelfaktorene presentert i kapittel 3.12. Hovedformålet er deretter å danne utgangspunktet for den påfølgende diskusjonen av scenariene i kapittel 6, hvor vi sammenligner dagens «Entreprenør AS» med fremtidens «Entreprenør AS».

4.1 OM EKSEMPELBEDRIFTEN – «ENTREPRENØR AS»

Vår eksempelbedrift, «Entreprenør AS», er en typisk norsk byggentreprenør blant Norges 100 største (jf. *Byggeindustrien – bygg.no* [14]). Omsetninger pr. år varierer ut i fra prosjektporteføljen og konjunktursvingninger, men ligger på anslagsvis 560-700 mill. kr. pr. år. Bedriften har rundt 100 ansatte fordelt på håndverkere innen tømmer- og betongfaget, men også prosjektledergrupper på ca. 5-6 for hvert av bedriftens prosjekter. «Entreprenør AS» gjennomfører oppdrag med ulikt prosjektomfang. Brorparten av prosjektene er totalentrepriser, men noe blir også definert som såkalte generalentrepriser. Denne oppgaven fokuserer i hovedsak på *totalentreprisen*. Bedriften byr på både offentlige og private oppdrag, boliger og næringsbygg, men utvikler også prosjektkonsepter selv, gjennom et søsterselskap. I et typisk prosjekt gjennomfører «Entreprenør AS» både betong- og tømmerarbeidene selv – såfremt kapasiteten er tilstede. Øvrige og tekniske fag kontraheres gjennom underentrepriser, og følges opp av prosjektledergruppa på byggeplass.

«ENTREPRENØR AS» SIN ANONYMITET

«Entreprenør AS» blir i masteroppgaven anonymisert og eksemplifisert. Dette er et bevisst valg. I første omgang gjort fordi masteroppgaven har til hensikt å utrede konsekvensene av økt digitalisering for framtidens byggebransje. Det har således aldri vært kandidatens intensjon å analysere «Entreprenør AS» sin kompetanse, ei heller konsekvensene en digital transformasjon vil få for denne spesifikke bedriften. Oppgaven ønsker å gi et bidrag til næringen som en helhet – altså en generalisering om

konsekvensene av økt digitalisering – hvorpå et veldig bedriftsspesifikt fokus kunne bidratt til å svekke oppgavens validitet. Oppgavens konklusjoner prøver med andre ord å være gjeldende for samtlige norske byggentreprenører i fremtiden. «Entreprenør AS» må sånn sett betraktes som en hvilken som helst, norsk, byggentreprenør. Samtidig har man aldri innhentet eksplisitt samtykke til benyttelsen av bedriftsspesifikke detaljer. For å ikke kompromittere med de etiske skjønn en slik masteroppgave fordrer, ble detaljer om bedriftens offisielle foretaksinformasjon, hentet fra Enhetsregisteret¹, Statistisk Sentralbyrå² eller andre allment tilgjengelige kilder. For å ytterligere anonymisere og generalisere, benytter vi medianen av omsetningen til de 100 største entreprenørene, som gir «Entreprenør AS» en årlig omsetning på ca. 560 millioner kroner. Dette er utgangspunktet, men ikke et tall vi vektlegger særlig mer enn at det viser oss hvor «landet ligger.»

4.2 OM CASE-PROSJEKTET

For å senere kunne identifisere konsekvensene av digitaliseringen i byggebransjen, finner vi det hensiktsmessig å beskrive et eksempelprosjekt.

Prosjektet er en totalentreprise, hvor oppførelsen av et kontor- og næringsbygg på cirka 10 000 m² er målet. Prosjektet har en tidsramme på cirka 14 mnd. fra mai til august, og vil således oppleve fire ulike årstider. Budsjettet ligger på ca. 200 millioner kr, og skal inkludere alt fra arkitekt- og konsulentonorarer til riggutgifter, byggematerialer, lønninger, og kvalitetssikring. Byggherren er en større eiendomsutvikler, og leietakere en miks av både private bedrifter og offentlige instanser. I forbindelse med konseptutviklingen av prosjektet har det blitt utarbeidet en overordnet kravspesifikasjon for arbeidet som skal utføres. Leietakerne har alle sine egne preferanser på utforming, utrustning og kvalitet, men den offentlig leietakeren har på bakgrunn av *Lov om offentlige Anskaffelser* (LoA) en egen kravspesifikasjon som Byggherre må imøtekomme. «Entreprenør AS» har således *to* hovedkunder å forholde seg til – med hver sine kravspesifikasjoner. Dette kan, som vi skal se, være et kompliserende aspekt.

Prosjektets primære kommunikasjonskanal har fram til den seneste tiden vært bruk av e-post – særlig for dokumentasjonshensyn. Dette har akkumulert store mengder e-posthenvendelser som tidvis har, som vi skal se, gjort det problematisk å finne igjen informasjon man er på leting etter. Prosjektet har i den siste tiden vært et av «Entreprenør AS» sine prøveprosjekter for et nytt *prosjektinformasjonssystem* (PMIS) som har til hensikt å minimere bruken av e-post i et dokumenteringsøyemed. Man forventer at prøveordningen med prosjektinformasjonssystemet løper til prosjektets slutt. I tillegg til elektronisk kommunikasjon, er prosjektaktørene avhengig av en mindre tvetydig kommunikasjonskanal – ansikt til ansikt:

- *Byggherremøtene* er prosjektets «øverste instans» hvor f.eks. offentlig saksbehandling og rammesøknader diskuteres, TE rapporterer inn HMS-status, fremdrift og andre elementer byggherren må ta stilling til. Eksempelvis prosjektendringer.

¹<https://www.brreg.no/om-oss/oppgavene-vare/alle-registrene-vare/om-enhetsregisteret/>

²<http://www.ssb.no/>

- *Prosjekteringsmøtene* er totalentreprenørens avklaringsmøter opp mot de prosjekterende konsulentene. Her fremheves saker som prosjekteringsgruppen må ta stilling til. Blant annet fremdrift i prosjekteringen, prosjektøkonomi ift. vedtatte rammer, samt problemløsning knyttet mot prosjektet.
- *Byggemøtene* i prosjektet er totalentreprenørens avklaringsmøte overfor underentreprenørene. Her håndteres aspekter knyttet til framdrift, bemanning, riggforhold, miljø, andres arbeider som har betydning for entreprenørenes arbeider, tegninger og beskrivelser, meldinger fra/til entreprenørene, bygningsmessige arbeider, VVS-arbeider, elektroarbeider og andre installasjoner. I tillegg behandles eventuelle endringer, mangler, avvik, «kollisjoner» og øvrige avhengigheter.
- *BAS-møtene* er som byggemøtene, men fungerer som ukentlig koordinering mellom arbeidslagene på byggeplassen. I møtene blir blant annet status for fremdrift av de enkelte arbeider, fremdriftsfront i forhold til gjeldende fremdriftsplan, rapportering av avvik, tiltak for korrigerende av eventuelle avvik, og koordineringssaker behandlet på et lavere nivå.

I tillegg gjennomføres det møter i forbindelse med ITB (Integrerte Tekniske Bygningsinstallasjoner), som har til hensikt å koordinere og påse at byggets tekniske installasjoner kan «snakke sammen», samt samordne driften av installasjonene.

HIERARKI OG ANSVARFORHOLD

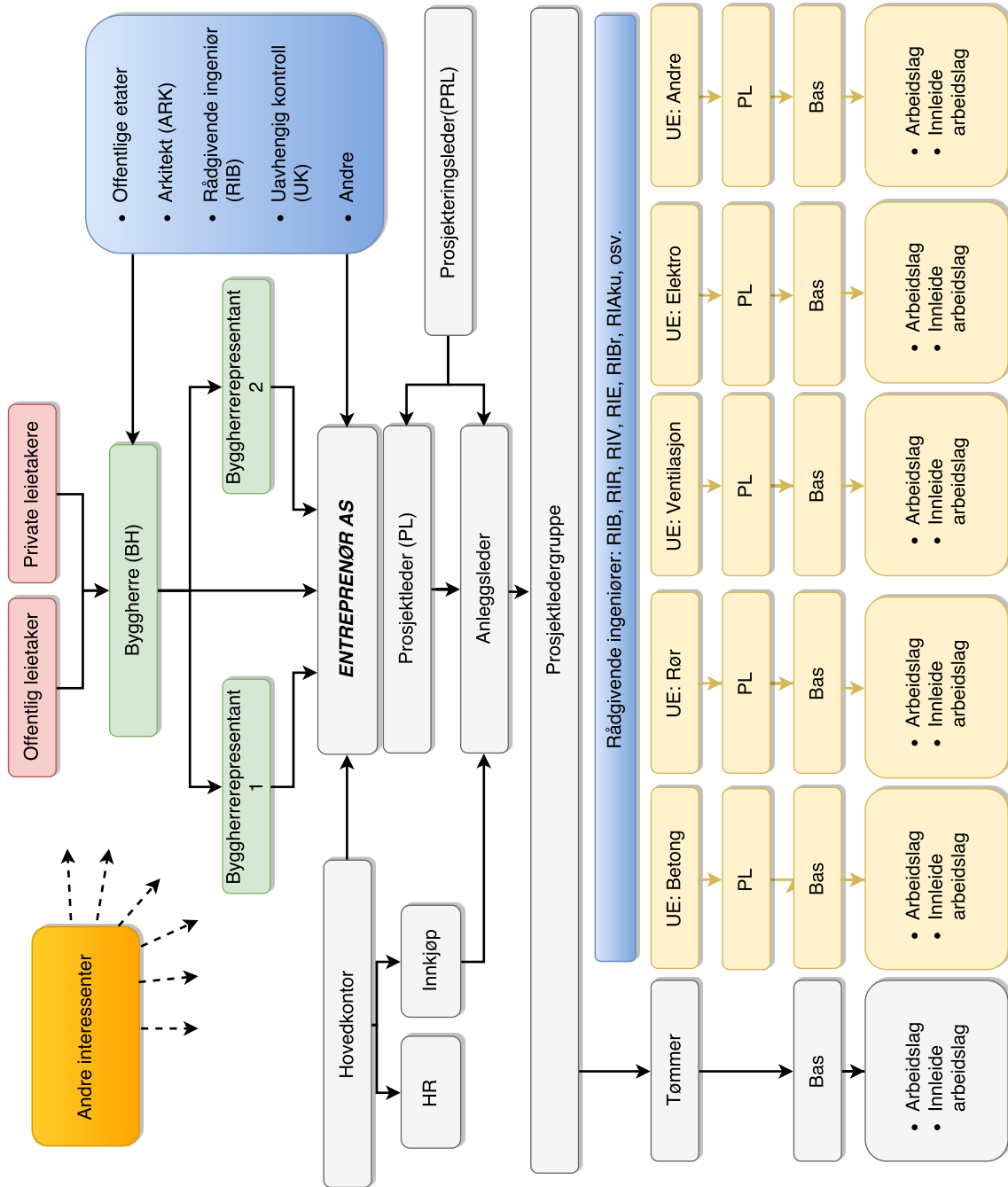
Figur 4.1 viser en skissert oversikt over eksempelprosjektets hierarki, og gir en pekepinn på prosjektets beslutningsprosess og kompleksitet. Denne skisseringen er ofte relativt lik for de fleste av «Entreprenør AS» sine prosjekter, men med ulike prosjektspesifikke justeringer. Foruten å ha prosjektledelsen og det overordnede ansvaret for oppdraget – som totalentreprenør (TE) – gjennomfører «Entreprenør AS» tømmerarbeidet selv. Øvrige fagfelt som betong, rør, ventilasjon, elektro, o.l. er satt ut til en eller flere totalunderentreprenører (TUE) gjennom ulike underentrepriser. Totalt er det i prosjektet rundt 30 ulike underentreprenører og tilbydere av materialer og/eller tjenester.

4.3 PROSJEKTUTFORDRINGER

Dette delkapittelet har til hensikt å identifisere de mest signifikante utfordringene respondentene fra prosjektledergruppen har erfart i løpet av prosjektets foreløpige levetid. Utfordringene oppsummeres og utredes i henhold til respondentenes utsagn.

FORPROSJEKTERINGEN

Første utfordring er forbundet med *forprosjekteringen* av totalentreprisen, altså konseptskisseringen av prosjektet. Forprosjektet danner grunnlaget for kontrakten mellom byggherre og «Entreprenør AS» som totalentreprenør (TE). I forprosjektet er arkitekten som utarbeider konseptskissen direkte engasjert av byggherren, men har ofte begrensede ressurser til rådighet – «*de må ofte gjette seg til hva byggherren ønsker å ha inn i bygget på et senere tidspunkt*» som en av respondentene sa – usikkerheten er stor. Dette innebærer i mange prosjekter at beskrivelsene og kravspesifikasjonene som legges til grunn for kontrakten, framstår som svært generelle, diffuse og vage fordi byggherren og byggherrens arkitekt vil



Figur 4.1: Skisse over caseprosjektets totalentreprise og dets hierarki.

sikre at de ikke utelater noe som senere kan medføre store ekstrakostnader. «Kopi og lim» fra andre prosjektskisser er også, i følge respondentene, normalt. Totalentreprenørens tilbudskalkulasjoner er på bakgrunn av den diffuse beskrivelsen nødt til å omfavne alle eventualiteter. Dette medfører i mange tilfeller at man enten «underbyr» eller «overbyr» i anbudsrunder, som igjen bidrar til urealistiske budsjetter hvis man får oppdraget.

KORT BYGGETID OG PROSJEKTERING

Byggherren ønsker raskest mulig å få tilbake investeringskostnadene ved prosjektet. Dette er med på å presse byggetiden ned til et minimum, som igjen betyr at totalentreprenørens byggetid ofte starter rett etter kontraktsinngåelse. Totalentreprenøren må umiddelbart, for å unngå forsinkelser, igangsette kontraheringen av både arkitekt, rådgivende ingeniører og underentreprenører. Det først nå selve *prosjekteringsprosessen* begynner, hvor bygget skal detaljprosjekteres. Men siden byggetiden allerede løper, må prosjekteringsprosessen foregå omtrent parallelt med selve byggeprosessen. En av respondentene påpeker: «*Parallell prosjektering setter et stort press på konsulentene, som må kjempe mot klokka. Her er det fort at de gjør feil, ikke tyder kravspesifikasjoner og beskrivelser godt nok, eller at endringer ett fagfelt foretar, ikke fanges opp av de andre.*» Endringer gjort underveis kan med andre ord gi utslag i forsinkelser grunnet manglende grunnlags- og arbeidstegninger, som igjen kan medføre byggefeil og/eller fordyrende aspekter ved produksjonen.

En annen utfordring tilknyttet kort byggetid, er at «Entreprenør AS» tidvis må prosjektere egne detaljer og løsninger fordi produksjonen er tidssensitiv, eller fordi ARK ikke har maktet å produsere et adekvat arbeidsgrunnlag. Dette innebærer at «Entreprenør AS» ofte må bygge etter egne tegninger, og i ettertid få ARK til å tegne *as-built dokumentasjon* (på norsk: *som-bygget-tegninger*). I slike tilfeller er både fagarbeidernes og prosjektgruppens erfaring vital for kostnad og kvalitet.

Et annet utfordrende aspekt tilknyttet prosjekteringen, er at det er ARKs ansvar å utarbeide tegningsdetaljer og løsninger på oppbygging av vegger, tak, gulv og andre tilslutninger iht. regelverk – men også iht. praktisk utførelse og kostnad. ARKs kompetansebehov er dermed tredelt; man må ha kjennskap til både regelverk som *Byggeteknisk Forskrift* (TEK17), fokusere på kostnadsbesparende løsninger, og praktisk gjennomførbarhet – såkalt *byggbarhet*. Alt dette må ivaretas, samtidig som man skal tjene både byggherrens ønsker, og stå til ansvar overfor totalentreprenøren som oppdragsgiver. Ut i fra respondentenes erfaringer er dette aspekter mange arkitekter sliter med å fange opp.

Når kundene blir involvert, og får delta i beslutningsprosessen, skaper man fornøyde kunder. Dette er noe både entreprenør og byggherre ønsker. Derfor er det blitt vanlig å gi kunden god tid på å bestemme seg for hvilke behov de har, og løsninger de ønsker i byggene. Dette betyr at fristene for leietakeravklaringer ofte havner for kort opp mot selve produksjonen. Et eksempel en respondent trekker fram, er plassering av kontorceller i en etasje hvor man etter prosjektets framdriftsplan skal starte produksjon den 12. desember, mens fristen for leietakeravklaringer er satt 2 uker senere. Dette innebærer at entreprenøren egentlig skal starte sitt arbeid *før* mengdene «låses». Dette er en utfordring som gjentar seg i de fleste prosjekter i følge respondentene.

KOMMUNIKASJONEN

Mange av utfordringene i prosjektet tilknyttet dårlig eller manglende *kommunikasjon* mellom prosjektets aktører. Det har tidvis vært problematisk at ulike saker knyttet til prosjektering eller utførelse «faller mellom to stoler», som en av respondentene beskriver det. Man har f.eks. i prosjekteringen av hulldekkene, ikke hensyntatt at det skulle være innlagt vannbåren varme i våtsonene, noe som har medført at høyden fra hulldekke til overkant ferdig gulv har vært for liten. Dette innebærer en fordyrende løsning som kunne vært unngått hadde kommunikasjonen mellom de prosjekterende blitt ivaretatt på en bedre måte. Enkelte av respondentene spør seg selv om dette er grunnet prosjektets håndtering av prekær informasjon, gjennom bruken av e-post som primær kommunikasjonskanal – særlig for dokumentasjonshensyn. Dette har medført store mengder e-poster, hvor informasjon lett kan forglemmes og utelates, eller at «*viktige opplysninger forsvinner i havet av informasjon*», som en respondent formulerte seg.

I det hele tatt virker prosjektutfordringene å være forbundet med at endringer og avvik ikke fanges opp tidnok, som munner ut i at kommunikasjonen ikke er god nok. Man tar ikke høyde for øvrige fag, og gjennomfører kanskje ikke kollisjonstester ofte nok. Kollisjonstesting burde f.eks. gjennomføres hver gang tegningsgrunnlaget oppdateres. Videre tror respondentene at kommunikasjon via telefon og spesielt e-post blir for tvetydig. Møtevirksomhet virker som den beste måten å løse problemer på, men baserer seg på at man har dokumentert problemet elektronisk forut. Det er også utfordringer knyttet til for mange møter, fordi man «*møter seg ihjel, og får ikke gjort arbeidet man er satt til å gjøre.*» Respondentene tror årsaken til mangelfull kommunikasjon er at dagens BA-næring framstår som svært fragmentert: Ulike aktører skal samarbeide om å lage et felles produkt, samtidig som aktørene ønsker å jobbe på egne premisser. Produktiviteten hemmes rett og slett av mangelfull kommunikasjon og dårlig samhandling.

TILTRANSPORTERING

Arkitekten var før kontraktsinngåelse mellom byggherre og TE direkte engasjert av byggherren. Ved inngåelse av kontrakt mellom utbygger og utførende, ble arkitekten så «tiltransportert» totalentreprenøren. Arkitekten ble deretter underlagt og ansett som engasjert av «Entreprenør AS». Men selv om det nå er «Entreprenør AS» som er arkitektens oppdragsgiver, og står ansvarlig for prosjektet, går veldig mye informasjon utenom dem. Dette medfører at «Entreprenør AS» som totalentreprenør ikke blir en integrert part i prosjekteringsprosessen, ei heller informert om kostnadssensitive diskusjoner og løsninger ARK foreslår til byggherren. «*Det er tross alt «Entreprenør AS» som skal betale for prosjektering av løsning, og løsningen i seg selv*», påpeker respondentene som en stor utfordring. Selv om ARK etter tiltransporteringen er underlagt totalentreprenøren, vedvarer likevel det tidligere oppdragsgiver-kunde-forholdet og lojaliteten mellom ARK og byggherre. «*Dette er problematisk, da det er vi som sitter på både penge-sekk og risiko.*» Arkitekten ønsker selvsagt å designe et best mulig prosjekt, og legger til stadighet inn fordyrende elementer byggherren ikke vil betale for. Dette skaper frustrasjon hos entreprenøren, særlig hvis de fordyrende elementene kan tolkes inn blant de diffuse og generelle elementene i kontraktens beskrivelser – som påfører «Entreprenør AS» ekstra kostnader.

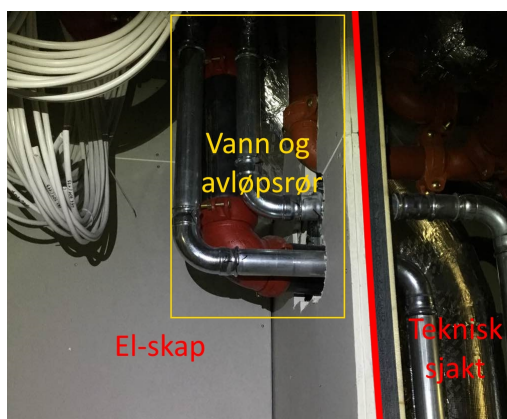
En annen form for tiltransportering i prosjektet har vært totalentreprenørens overtagelse av tidligere rådgiveres arbeider. I kontrakten står det blant annet at totalentreprenøren ved kontraktsinngåelse overtar ansvaret for allerede utarbeidede prosjektdokumenter fra forprosjektet som om TE selv hadde utarbeidet disse. Herunder også alle uforutsette grunnforhold. Med andre ord er «Entreprenør AS» ansvarlig for ev. feil som er gjort i forprosjektet. Dette kan potensielt innebære forhold som virker både kostnadsdrivende og kompliserende på prosjektet.

TO HOVEDKUNDER

Byggherren har gjennom forprosjektet utarbeidet sin egen kravspesifikasjon og beskrivelse. Men kontrakten med byggherre innebærer også at man må hensynta den offentlige leietakers kravspesifikasjoner og beskrivelser. Man har i så måte *to* kunder eller «byggherrer» å forholde seg til. Dette har i følge respondentene vært problematisk i den form av at man hele tiden har måttet dobbelsjekke om løsningene man benytter seg av tilfredsstillende begge. Særlig utfordrende har det vært når begge beskrivelser er for generelle og diffuse, eller det har vært motstridende spesifikasjoner mellom byggherrens og den offentlige leietakerens beskrivelser. I tillegg har man måtte ta stilling til brukerønsker fra leietakeren som kanskje vil medføre et fordyrende prosjekt, men som byggherre ikke er interessert å betale for.

KOMPETANSE OG ERFARING

Respondentene viser til en nedgang i bruken av tariffestet akkordproduksjon, når de snakker om utfordringer med byggenes kvalitet. Nedgangen i akkordarbeid er et resultat av økt bruk av fleksible underentrepriser og innleid arbeidskraft. Respondentene ser at videreføringen av norsk håndverksfaglig kompetanse og tradisjon er utfordrende, i og med at norske erfarne fagarbeidere blir eldre, tilførselen av lærlinger fra byggfagene minker, og etterspørselen av billig og fleksibel arbeidskraft fra utlandet øker. Respondentene fryk-



Figur 4.2: Eks. på utfordringer i case-prosjektet

ter kompetansen på bygging i nordisk klima på sikt kan forsvinne blant håndverkerne. En av respondentene trekker fram en innleid håndverker fra et vikarbyrå som jobbet som murer. Mureren gjorde mye feil som medførte ekstra utgifter og forsinkelser. Mureren ble av vikarbyrået byttet ut, men kom tilbake til prosjektet noen måneder senere – denne gangen som rørlegger. Respondenten spør seg om arbeideren i det hele tatt hadde fagkompetanse. Respondenten bedyrer likevel at han ikke er motstander av innleid arbeidskraft, og at deres bruk av innleide skyldes to forhold: Entreprenørene har ofte ikke tilstrekkelig kapasitet i egen arbeidsflokk når det «blåser som verst». Det er i tillegg vesentlig risiko og kostnader tilknyttet fast ansettelse av arbeidere, fordi byggebransjen preges av store konjunktursvingninger. I «gode tider» sprenges kapasiteten, mens man i «dårlige tider» knapt har arbeid til ansatte. Innleid arbeidskraft fungerer dermed som en buffer mot store utgifter, og i verste fall konkurs.

Andre utfordringer man ser under oppføringen av byggeprosjektet, er at utsparinger i hulldekket har

vært for små ift. komponentene som skulle gjennom hulldekket, eller at et fagfelt ikke har tatt hensyn til øvrige tekniske fag og deres forskriftskrav. I eksempelprosjektet har man f.eks. sett tilfeller hvor rørlegger ikke har hatt tilstrekkelig plass for sine føringer, og «fikser» dette ved å legge sine rør inn i et el-skap (jf. fig. 4.2), noe som etter forskriftene ikke er tillatt. Respondentene spør seg om det i slike tilfeller er kompetansen det skotter på: «*Mange av prosjektets aktører ser ikke, eller evner ikke å se konsekvensene av egne handlinger overfor den øvrige verdikjeden. Dette medfører ofte feil og forsinkelser.*»

4.4 PROSJEKTSPEISIFIKKE NØKKELFAKTORER

Kapittel 3.12 presenterte nøkkelfaktorer for byggebransjen, identifisert gjennom faglitteraturen. Dette kapitlet utreder nevnte nøkkelfaktorer sett i sammenheng med eksempelprosjektet, og hvordan disse spiller inn på bedriften *i dag*. Eventuelle prosjektspesifikke nøkkelfaktorer som intervjurespondentene fra prosjektgruppen anser som rådende for prosjektets utfall mht. taktisk og operativ vellykkethet belyses også. *Nøkkelfaktorer* er i så henseende faktorer som er avgjørende for prosjektets vellykkethet, og vil variere iht. de ulike prosjektenes prioriteringer. Omtrent alle av respondentene peker på *god kommunikasjon* som fundamentalt for prosjektets suksess, noe som innebærer dialog med samtlige av prosjektets interessenter – herunder også *brukeren* av bygget.

Gjennom intervjurundene beskriver respondentene et prosjekt som vellykket prosjekt når oppdragsgiver, sluttbruker og øvrige interessenter er tilfreds med resultatet – samtidig som at produktet leverer innen tidsfrist og gitte budsjettammer. Dette er en beskrivelse i henhold til Samsets definisjon [45] (jf. kap. 3.2), og relateres til prosjektets *kvalitet, byggekostnad* og *framdrift*. Fra intervjurundene identifiserer vi følgende nøkkelfaktorer:

DIGITALISERING

Hva bruk av digitale verktøy og hjelpemidler i prosjekter angår, er dette opp til prosjektledergruppen å avgjøre. Dette skjer i ulik grad fra prosjekt til prosjekt, og fra prosjektledergruppe til prosjektledergruppe. Trenden i bedriften syntes likevel å være at man i økende grad nyttiggjør seg av digitale hjelpemidler nå, enn tidligere. De fleste prosjektene bruker BIM, men oftest bare som et visualiseringsverktøy. Noen prosjekter har tatt i bruk såkalte BIM-stasjoner på byggeplass – PC-stasjoner hvor håndverkerne kan nyttiggjøre 3D-tegninger i sitt arbeid. Alle respondentene tror den økte bruken av digitale hjelpemidler bidrar til at kvalitetssikringen forbedres, og at man opplever færre direkte byggefeil. De fleste av «Entreprenør AS» sine prosjektledergrupper har gått til anskaffelse av bl.a. iPader som hjelpemidler i kvalitetssikringsarbeidet. I tillegg er flere prosjekter, herunder eksempelprosjektet, i gang med en prøveordning for et felles prosjektinformasjonssystem (PMIS – Project management Information System) for egne og UEs arbeidere. Når kompetansen og bruken av prosjektinformasjonssystemet kommer på plass, vil man forhåpentligvis oppleve at flere problemer fanges opp, og at informasjonsflyten i prosjektet forbedres med reduksjonen av antall sendte e-poster. Målet er færre avvik og økt kvalitet, som reduserer kostnader og merarbeid i etterkant.

For respondentene er det viktig å se at PMIS-ordningen og andre digitale hjelpemidler faktisk fungerer. At kost-nytte-forholdet er gunstig, og at bruken av løsningene gir synergieffekter gjennom forbedret produksjonsflyt og kostnadsreduksjon. Det er tross alt en relativt stor kostnad knyttet til digitaliseringen av «Entreprenør AS», både gjennom implementering og innkjøp av systemer og løsninger, men også for ressursene som brukes på opplæring og vedlikehold av systemer. Uansett hvilken digitale hjelpemidler prosjektene benytter, er det i følge respondentene viktig at bedriften og prosjektene har et minimum av digital kompetanse i møte med fremtiden. Mange arbeidsoppgaver som tidligere ble gjort via manuell input, som f.eks. den «gamle metoden» å regne akkordmengder på, krever betydelige ressurser fra prosjektmedarbeiderne, sammenlignet med tidsbruken en digital løsning krever. *«Utregningen er nå gjort automatisk med et par tastetrykk. Forskjellen kan i verste fall være dager, hvis man i tillegg skal gjøre annet forefallende arbeid i prosjektet.»*

I respondentenes øyne inneholder byggene flere og mer teknologiske løsninger sammenlignet med for bare få år siden. Spesielt innen automasjonsfeltet, «smarte løsninger» og samkjøringen av tekniske installasjoner har utviklingen *«regelrett eksplodert»*. Respondentene vektlegger viktigheten av å ha ingeniører og prosjektmedarbeidere som forstår sammenhengen mellom de tekniske fagene. En såkalt ITB-koordinator er i slike tilfeller av særlig betydning for kvalitetsikringen, da mange rådgivere og underentreprenørers fokus ligger i eget arbeid, og ikke på «grensesnittene» til øvrige aktører. En respondent sier: *«Det er i det hele tatt viktig å påse at løsningene blir levert komplett iht. kravspesifikasjonene, og man kan ikke basere seg på at konsulentene og underentreprenørene alltid har kompetansen som kreves – særlig for mer innovative løsninger.»* En annen påpekte i tillegg et viktig aspekt: *«Man behøver ikke være IT-spesialist, men man må ha kjennskap til hva man monterer i bygget, og hvordan man best og billigst mulig skal samordne løsningene.»*

For «Entreprenør AS» er ansattes tidsbruk ofte direkte korrelert med selskapets økonomi. Unødvendig mye tid på en arbeidsoppgave som kunne vært utført raskere og mer effektivt, anses som *sløsing* av ressurser. «Entreprenør AS» er derfor, i følge respondentene, interessert i alle løsninger som kan spare ressurser eller forenkle arbeidsprosessen. Nye løsninger vurderes ut i fra forholdet mellom kostnad og nytteverdi. For eksempelprosjektet i 200-millioner klassen, fremsto derfor anskaffelsen av et dataprogram til 50 000 kr som ubetydelig, dersom bruken av programmet kunne bidra til bedre arbeidsflyt. Hos «Entreprenør AS» er det derfor uproblematisk at ansatte har mindre «sideprosjekter» som kan forbedre flyt i prosjektene. Respondentene trekker fram et eksempel på dette som en del av digitaliseringen i bedriften, hvor en av de ansatte forsøker lage en automatisert og selvbetjent ordning for innregistrering av nye håndverkere på byggeplassen. En respondent forklarer: *«I seg selv fremstår ikke løsningen som særlig innovativ da det allerede eksisterer tilsvarende profesjonelle løsninger, men kost-nyttens av slike «hjemmesnekrede» løsningen er stor, minimerer unødvendig tidsbruk på repetitive oppgaver, og bidrar til å dra bedriften litt lengre inn i fremtiden.»*

OMSTILLINGSEVNE, ENDRINGSLEDELSE OG OMSKOLERING

«Entreprenør AS» har en relativt horisontal organisasjonsstruktur, hvor bedriftens ledelse har nær kontakt med prosjektledergruppene i de ulike prosjektene. I flere prosjekter er blant annet ledelsen direkte involvert i prosjektstyringen. I forbindelse med bedriftens omstillingsevne og endringsledelse medfører kort avstand fra ansatt til ledelse at eventuelle bransjetrender raskt blir en del av overordnet selskapsagenda. I tilfellet med prøveordningen og implementeringen av førnevnte prosjektinformasjonssystem, var dette en løsning de ansatte tok initiativ til. Ledelsen fulgte så rakst opp, og bidro med tilstrekkelige ressurser fordi man så potensialet som lå i struktureringen og digitaliseringen av prosjektinformasjon. «Entreprenør AS» er avhengig av kompetente medarbeidere, og ser nytteverdien av å sende nøkkelpersonell på kursing, spesielt hvis det bidrar til å øke den interne effektiviteten.

Bedriften ønsker å imøtekomme det digitale skiftet, men har verken intensjoner eller økonomi til å satse på egen FoU. For å kunne gjennomføre heldigitale prosjekter er derfor «Entreprenør AS» avhengig av den øvrige bransjen, og samarbeidende aktørers digitale modenhet. Likevel bidrar ildsjelene i bedriften, og støtten fra ledelse, til at «Entreprenør AS» på sikt kan ta spranget inn i den digitale tidsalder.

LOVVERK OG OFFENTLIG BEVILGNING

«Entreprenør AS» er underlagt samtlige lov- og regelverk byggebransjen omfatter, herunder PBL, LoA, TEK17 og SAK10 mfl. Mange av forskriftene kan virke kompliserende og fordyrende på byggeprosjektene hvis ikke tilstrekkelig håndtert, men sikrer samtidig høy byggestandard på norske bygg.

Respondentene peker på Byggteknisk forskrift (TEK17) som en utfordring mtp. kostnader og framdrift. Enkelte av respondentene mener for eksempel at energireglene i forskriften er unødvendig kompliserte, og ikke gir tilstrekkelig fleksibilitet i prosjekteringen eller i valget av produkter og løsninger. Mange av utfordringene kan dog, i følge respondentene, tilskrives manglende kompetanse innen regelverket blant både rådgivere og entreprenører, men kan også være en konsekvens av at mange av de mer kompliserte formuleringene i forskriften kan tolkes for vidt. Et annet eksempel på et kostnadsdrivende aspekt, er at samtlige leiligheter i et boligprosjekt påkrevs universell utforming³. En respondent spør seg selv: *«Kanskje holder det at en prosentvis andel av leilighetene i leilighetskompleks tilrettelegges for brukere med ulike funksjonshemninger? Samtidig er kanskje ikke alle funksjonshemmede heller rullestolbrukere. Da kan faktisk den universelle utformingen være mer belastende enn hjelpelig.»*

Respondentene mener likevel at regelverket gir klare spilleregler for bransjen, og at dette har medført en forbedring i bygningsmassenes kvalitet. Regelverket har samtidig bidratt til bygg med økt energieffektivitet, og har stimulert til økt anvendelse innovative løsninger, sammenlignet med hva man gjorde før, i følge en av respondentene. Respondenten er dog usikker på om TEK17 har medført et bedre samarbeidsklima i byggeprosessen mellom oppdragsgiver, prosjekterende og utførende, og ellers på tvers av fagfeltene. For eksempel fordi *«den ene forskriften, eller det ene kravet, slår det andre ihjel.»* Ofte

³Universell utforming innebærer å utforme omgivelsene slik at man ikke spesialtilpasser løsninger for enkeltpersoner eller grupper, men utformer løsninger som sikrer god tilgjengelighet for alle.

fremstår kravene i TEK17 som «overkill», i følge en av respondentene, og kan by på ekstrakostnader fordi lovverket i stor grad ikke lar seg tilpasse prosjektenes geografiske lokasjon.

I alt er synet på lov- og regelverket i eksempelbedriften noe ambivalent. Mye energi og ressurser brukes på små detaljer og tolkning av uklare formuleringer, noe som kan medføre at mer overordnede og viktige kvaliteter kanskje ikke drøftes. *«Regelverket er som oftest prisdrivende, som f.eks kravet til en viss, og noen gangerfor god materialkvalitet»*. Samtidig påpeker respondentene at kravene gir aktørene i næringen klare og forutsigbare spilleregler, som totalt sett sikrer kvaliteten i norske bygg.

For «Entreprenør AS» har offentlige bevilgninger til forskning og utvikling liten til ingen betydning. Verken caseprosjektet eller bedriften har budsjetter eller ambisjoner om å være ledende innen utvikling av løsninger med særlig innovativt preg. *«Til det er bedriften og prosjektene våre for små.»* Respondentene forteller at de heller ønsker å satse på gjennomprøvde produkter og løsninger som sikrer tilstrekkelig kvalitet i prosjektet uten at det går på bekostning av økonomien.

KONTRAKTER, ENTREPRISEFORM, OG KONTRAHERINGSPROSESSEN

For «Entreprenør AS» handler det om å finne en gylden middelvei i kontraheringsprosessen og byggeprosessen hva kostnader og konflikter i forhandlinger angår. *«Vi ønsker selvsagt å betale minst mulig for de tjenestene og materialene vi anskaffer, men vi ønsker heller ikke å kompromittere et ellers godt omdømme blant våre konkurrenter, kunder, underentreprenører og leverandører – noe som kan skade oss på sikt.»* Respondentene forteller at de forsøker å være så ryddige og imøtekommende de klarer, spesielt med kunder, leverandører og samarbeidspartnere de ofte samhandler med. *«Et høyt konfliktnivå er ingen tjent med,»* sier én. De forteller videre man i anbudsprosessen er best tjent med å kalkulere rett og gi byggherren et realistisk tilbud, framfor å vinne oppdraget til enhver pris ved å underby konkurrenter. Dette er i følge respondentene omdømmebyggende. Det hender dog i følge respondentene, at enkelt aktører gir en lavere pris enn hva realitetene skulle tilsi, for å senere satse på å øke inntjeningen gjennom hyppige endringsmeldinger og tillegg. En av respondentene begrunner: *«Å gi for lav pris på et prosjekt setter for det første egen bedrift og ansatte i fare, samtidig som man holder byggherren for narr og skaper et fiendtlig samarbeidsklima med vedvarende konflikter. Jeg garanterer for at prosjektet mislykkes på en eller annen måte, og at entreprenøren på sikt vil tape på det.»*

I forhandlingene med byggherren gjelder det i følge respondentene *«...å gi og ta, være fleksibel og samarbeidsvillig, men samtidig være konsekvent på hvilke spilleregler som er ønskelig i prosjektet.»* Spillereglene fremkommer av kontrakten, og er avhengig av hvilket type byggeprosjekt man skal oppføre. Respondentene mener det er prosjektets entreprise- og kontraktsform som er førende for prosjektets kompleksitet, konfliktnivå og overordnede taktiske og operasjonelle vellykkethet. De fleste av «Entreprenør AS» sine prosjekter er totalentrepriser med fastsum med/uten modifikasjoner. Dette er i følge respondentene ofte en gunstig kontrakt- og entrepriseform for næringsbygg, fordi det på den ene siden gir totalentreprenøren full fleksibilitet, samtidig som at man gir byggherren sikkerhet for et fullstendig produkt. Byggherren behøver ikke inneha detaljert byggekunnskap, fordi man baserer seg på at totalentreprenøren vha. sin fagkunnskap evner å tilfredstille de avtalte funksjonelle kravene. For

eksempelprosjektet er totalentreprisen med fastpris i byggherrens øyemed fordelaktig, da det gir visshet om prisomfang og levert funksjonaliteten, samtidig som byggherrens risiko reduseres betraktelig. Nevnte risiko er overført «Entreprenør AS», mot prispåslag, hvorpå det er opp til «Entreprenør AS» å gjøre prosjektet profitabelt. Bedriften påtar seg således ansvaret for at prosjektet leverer i henhold til kontraksbeskrivelse og kravspesifikasjon, og må følgelig håndtere både underentreprenører og rådgivere. Hva nevnte håndtering angår, har det i følge respondentene vært utfordringer med å fullføre prosjekteringen tidsnok til å starte produksjon, mye fordi deler av arbeidsgrunnet kan ha vært for diffust og rundt formulert. Avklaring omkring usikkerhetsmomentene har også dratt ut, noe som igjen har medført at de tekniske rådgiverne har vært usikker på hvordan å løse utfordringer i prosjekteringsfasen. Dette har medført forsinkelser i de tekniske rådgivernes prosjektering, med det resultat at underentreprenørene hele tiden har vært på etterskudd i sitt arbeid. «*Prosjektet har hittil vært preget av et reaktivt mønster med mye brannslukking og avgjørelser i siste liten hvor man «i farten» ikke alltid har klart å fange opp, hensynta eller avklare øvrige fagtekniske behov.*» Rent juridisk er underentreprenørene ansvarlig overfor «Entreprenør AS» mtp. utføringen og prosjekteringen av fagtekniske arbeider. Men fordi leietakeravklaringer har vært gjort i siste liten, og fordi en del aspekter i forprosjektet har vært uavklart, forteller respondentene at man har strukket seg så langt for å skape et godt samarbeidsklima, hvor konfliktløsning skjer på så lavt nivå som mulig.

Hva kontraheringsprosess og leveringskjeder angår, anser respondentene disse som særdeles viktig for prosjektets framdrift-, kvalitet- og kostnadsaspekt. Utenlandske leverandører kan vise seg særlig viktig å følge opp, spesielt fordi slike leveranser ofte har lang leveransetid, og fordi betaling og administrasjon kan være noe vanskeligere. Tett oppfølging av leveringskjedene gjelder forsåvidt også for norske og lokale leverandører. Det er viktig å sørge for at leverandørene man velger ikke går konkurs eller får problemer med å levere iht. kontrakt. Selv med forsikringsordninger som sikrer kompensasjon i tilfeller med grove forsinkelser eller konkurs, er mange av leveransene til prosjektene svært tidssensitive. Hvis kritiske komponenter skulle bli forsinket pga. leveranse, kan dette bety problemer med framdriften av *hele* prosjektet. I eksempelprosjektet var f.eks. en stor leveranse av vinduer forsinket fra den utenlandske leverandøren. Hvis man ikke hadde fanget dette opp tidsnok, kunne det ha innebåret store merkostnader og følgeforsinkelser. Tett oppfølging av kritiske leveringskjeder er derfor i følge respondentene essensielt. En karlegging av leveringskjeder og eventuelle avhengigheter mot andre fag er i så måte hensiktsmessig. «*Det kan også være lurt å ha planlagt mottiltak – en plan B.*»

Grensesnittene mellom f.eks. rørlegger, ventilasjon og elektriker er av stor betydning. Respondentene forklarer at det er her de fleste avvik og mangler oppstår, og at det derfor er viktig å kontraktsfeste de ulike ansvarsområdene: «*Grensesnittene blir bare viktigere og viktigere, jo mer tekniske, komplekse og omfattende prosjektene blir.*» Kvalitetsmessig kan det i kontraheringsprosessen være en fordel å ikke bare kontrahere mht. økonomi og kostnad, men også være klar over at kvalitet i noen tilfeller er kostnadskorrelerte. En respondent påpeker viktigheten av å spørre om kanskje tilbudet fra underentreprenøren syntes å være for billig. «*Kanskje har ikke leverandøren tilstrekkelig kompetanse til å levere på tid, og med god nok kvalitet?*» En annen utfordring totalentreprenører og oppdragsgivere må være oppmerksom på i kontraheringsprosessene, er useriøse aktører som utnytter ansatte økonomisk

– såkalt *sosial dumping*. I tillegg må oppdragsgiverne ta stilling til om leverandørene gir en for lav og urealistisk pris, og satser på å hente inn overskuddet gjennom tillegg og endringer. For å å unngå dette, bruker «Entreprenør AS» som oftest å sende prisforespørsel på oppdrag til underentreprenører og leverandører man tidligere har hatt gode relasjoner og erfaringer med. De ønsker ikke for mange «nye» aktører inn i prosjektene sine samtidig. Det kan, kjent eller ukjent aktør, likevel være lurt å sjekke referanseprosjekter og kompetansen blant leverandørens ansatte. Spesielt mht. kompetanse er det viktig å påse at nøkkelpersoner ikke forsvinner fra prosjektet før UE er ferdig med sitt arbeid. Dette har tidvis vært et problem for «Entreprenør AS». Samtidig påpeker en av respondentene at *«det samtidig er viktig å huske på at mange UE har små roller, og dermed er nødt til å påta seg mange ulike oppdrag fra forskjellige oppdragsgivere. Vi er derfor ikke alltid er den eneste oppdragsgiveren underentreprenøren skal betjene»*.

For «Entreprenør AS» er de viktigste aspektene tilknyttet *kontrakt- og entrepriseform* at prosjektets kontraktsfestede «spilleregler» og forprosjekterte utgangspunkt defineres i klartekst. Tvetydighet innebærer økt usikkerhet, som gjør prosjektlandskapet unødvendig komplisert. Byggherrens beslutningsplan må være realistisk i forhold til produksjon og fremdriftsplan. Grensesnittene blant tekniske fag må avklares i tidligfase, og kontraktsfestes. I tillegg er oppfølging av kontraherte tjenester og produkter særlig avgjørende for prosjektets vellykkethet.

Vi stilte avslutningsvis under intervjuene spørsmål om såkalte *samspillskontrakter*. Dette er noe «Entreprenør AS» ennå ikke har hatt særlig erfaring med, og er heller ikke noe de i nærmeste framtid vil vurdere å bli med på. Respondentene tror det foreløpig bare er aktuelt å benytte entrepriseformen i de største og mest kompliserte prosjektene hvor man ofte har kompetente byggherrer som kan styre samspillsprosessen, og som har ressurser til oppfølging av samspillsgruppen. «Entreprenør AS» har en for liten organisasjon til å kunne påta seg slike oppdrag. Respondentene tror i tillegg at entrepriseformen kan være utfordrende å gjennomføre ettersom den hittil har vært en noenlunde uvanlig modell i norsk sammenheng.

DESIGN OG PROSJEKTERING

Som man kan lese av avsnittene over, er et tydelig forprosjekt en betydelig bidragsyter hva suksess angår. Ofte blir forprosjektet tillagt minimalt med ressurser, og gjennomføres før entreprenøren i det hele tatt blir involvert. I slike tilfeller kan man, i følge respondentene, spare seg for mye hodebry og mange utfordringer ved å bruke litt ekstra tid i prosjekteringsfasen. Slik sørger man for å avklare mest mulig, tidligst mulig. Da påser man også at aspekter som burde bli hensyntatt ikke glemmes. En av respondentene forteller: *«En god prosjektering ligger med god tid i forkant av produksjonen, og har så langt det lar seg gjøre, tilrettelagt for eventuelle endringer og tillegg man erfaringsmessig 'vet' kan komme i ettertid.»* I eksempelprosjektet ble man f.eks. tidlig klar over at byggherren i løpet av få måneder inn i prosjektet kunne få klarsignal av myndighetene for utvidelse av bygget. Siden «Entreprenør AS» og rådgiverne påtok seg små ekstrakostnader for ytterligere dimensjonering av det første byggetrinn, sparte man hundretusener når klarsignalet på nytt tilbygg faktisk kom. Man

investerte altså litt ekstra til å begynne med, for å senere hente inn store besparelser. Slike endringer sent i prosjektet, ville medført store ekstrakostnader. Et annet eksempel på besparelse gjennom prosjektering, er «gjenbruken» av ubrukte vinduer og andre materialer fra første byggetrinn. Etter at byggetrinn nummer to fikk igangsettelsesgodkjenning sørget «Entreprenør AS» for at vinduene som var til overs ble tegnet inn i det nye påbygget. Det samme gjaldt for en del andre materialer som hadde blitt overflødig grunnet endringer. Respondentene forteller at «Entreprenør AS» ved å være involvert i prosjekteringen fra starten av, kunne bruke sin kompetanse til å fremme kostnadsbesparende forslag, uten at dette influerte kvalitet eller fremdrift. Det hadde ikke vært mulig om entreprenøren hadde blitt kontrahert inn på et senere tidspunkt.

En god prosjekteringsfase har i stor grad sammenheng med kontraheringsprosessen. Respondentene forklarer at man bør involvere alle interessenter så tidlig som mulig, og samkjøre prosjekteringen mht. de ulike fagenes kravspesifikasjoner. Bare da prosjekter man *byggbare* løsninger, som er rimelig og av god kvalitet. «*Kvalitet behøver ikke koste for mye om man planlegger og prosjekterer godt nok*», forteller en respondent. I eksempelprosjektet har prosjekteringen båret preg av å blitt gjort i siste liten, og dermed hele tiden vært på etterskudd. «*Det er når det 'brenner som verst' at god kommunikasjon og involvering av alle aktører viktig.*» Man må kunne stille kritiske men konstruktive spørsmål til rådgivere og øvrige aktører, for å sikre at man tar hensyn til alle fagfelt: «*Rådgivere og entreprenører er som regel veldig flink på egne fagfelt, men glemmer ofte helheten i prosjekteringen*». En respondent forklarer at det ideelle prosjekt er et ferdigprosjektert bygg – men hører dog til sjeldenthetene, særlig for totalentrepriser. Videre forklarer respondentene at prosjekteringen må være både hensiktsmessig og kostnadsbevisst. ARK ønsker selvsagt et signalbygg hvor «uttrykket» er best mulig, og de tekniske rådgiverne et bygg som kanskje overgår byggherrens forventninger, mens totalentreprenøren ønsker å minimere kostnadene. Man må med andre ord være forberedt på å inngå kompromisser, og være seg bevisst på hva man faktisk *skal* levere, og ikke hva man *vil* levere. Her er det viktig at de prosjekterende ser de reelle *behovene* til byggherren, og prosjekterer ut i fra disse med tanke på kostnad. Byggherren ønsker sjeldent å betale for ekstra funksjonalitet, eller mer «eksklusive» løsninger og produkter, dersom man ikke får kostnaden igjen fra leietaker over husleien. Her mener respondentene det er viktig for totalentreprenøren å veilede ARK i kartleggingen av behov, slik at ARK ikke investerer unødvendig mye tid og kostnad på prosjektering av løsninger man ikke får avkastning på. En av respondentene forklarer kort: «*Det gjelder å bygge 'godt nok', men ikke 'for godt'.*»

UTFØRELSE, KOMPETANSE OG TVERRFAGLIG SAMARBEID

Respondentene mener prosjektene stadig vokser i størrelse, omfang, og teknisk kompleksitet. Samtidig setter kortere byggetid større press på produksjonen. Det syntes å være et voksende behov for ulik kompetanse sammenlignet med før: «*Konsekvensene av endret prosjektomfang og kompleksitet er at bransjen har spesialisert seg, og vil måtte spise kompetansen ytterligere.*» De såkalte *generalistene* som hadde litt kompetanse om alt forsvinner, og *spesialistene* som er eksperter på sitt felt vokser fram. «*Fordelen er at man får ekspertkompetanse innen de ulike fagfeltene. Noen blir ekstremt flinke på betong, på ventilasjon, elektriske anlegg, osv. Men utfordringen er at det blir vanskeligere å samkjøre fagfeltene i*

det korte tidsrommet prosjektene skal oppføres i.» En mer spesialisert bransje stiller med andre ord store krav til prosjektledelsens koordinering og til mangfoldet av kontrakter som skal formaliseres. «*Kanskje må vi se nærmere på hvordan vi arbeider i gjennomføringsfasen?»* spør den ene respondenten seg.

En av årsakene til økt prosjektkompleksitet syntes å være behovet for mangfoldig kompetanse i prosjektorganisasjonen. Dette har sitt utspring i oppføringen av bygg med høye tekniske krav. «*Jo flere kokker, dess mer søl – samtidig som at kokkene bare inne i prosjektet for en liten periode av gangen»*, forteller en av respondentene. At flere aktører tar del i prosjektet og utfører mindre oppgaver sporadisk eller på kort tid, øker kompleksiteten i prosjektet fordi man mister det kontinuerlige samspillet aktørene i mellom. Respondentene mener prosjektledergruppen i eksempelprosjektet for øyeblikket framstår som en suksesskombinasjon av generalister med erfaring fra ulike spesialfelter. Men de tror graden av spesialisering vil tilta, og at man i fremtiden må forholde seg til flere typer kompetanse enn i dag. Respondentene forklarer at utfordringen med flere spesialiserte aktører i så henseende, blir å sørge for at alle arbeider mot et samlet og felles mål – og å sørge for at aktørene også hensyntar øvrige aktører i sitt arbeid.

I mange av «Entreprenør AS» sine prosjekter har byggetiden i vært et utfordrende og kompliserende aspekt. For respondentene har det vært viktig å få så tidlig avklaring på beslutninger som mulig. «*Jo flere og lengre beslutningene drar ut i tid, dess mer usikkert blir arbeidet vårt»*, forteller respondentene. Tidlig beslutningstagning er å foretrekke, fordi man med mer informasjon fjerner usikkerheter som gjør god planlegging enklere. Samtidig påpeker respondentene at *for tidlig* beslutningstagning kan innebære at beslutninger tas under gale forutsetninger og premisser, ofte fordi man ikke har tilstrekkelig informasjons- og beslutningsgrunnlag når beslutninger fattes. Respondentene erfarer at rammer og premisser for prosjektene i de fleste tilfeller endres underveis. I eksempelprosjektet var eksempelvis prosjektomfang og størrelse i utgangspunktet avgjort på et tidlig stadie. Men siden byggherre etter en lang godkjenningsprosess fikk gjennomslag hos kommunen, og ny leietaker var kommet inn i bildet, ble prosjektet utvidet med rundt 5000 m² gjennom et tilbygg. Dette endret også premissene for store deler av utførelsen fordi man nå måtte gjøre om på planene, siden det kanskje ikke var hensiktsmessig å gjøre ferdig den delen av bygget som lå i mot og inntil tilbygget.

«*Vi vet endringer kommer, og at det er noe vi må forholde oss til både i tidlig planleggingsfase, og i oppføingen av bygget. De beste prosjektene karakteriseres ved et minimum av brannslukking, og med tydelig struktur og forutsigbare rutiner»*, forteller en av respondentene, og forklarer videre at nøkkelen er å være konsistent i prosjektgjennomføringen samtidig som man har tilstrekkelig fleksibilitet til alle eventualiteter. I tillegg er en realistisk og oversiktlig fremdriftsplan essensiell, sammen med utvetydig kommunikasjon utad til samtlige aktører. For å lykkes med dette er det viktig på et tidlig stadie å kartlegge prosjektets behov. Det gjelder å få en god oversikt på logistikken, både hva gjelder materialer til og fra byggeplass, men også innad på byggeplassen: «*Hvor er f.eks. den mest optimale plasseringen av tårnkran, innlastningsområde for materiell, søppelhåndtering, lagerplass, osv.»* Det gjelder i så henseende overfor prosjektbehovene å være *proaktiv* framfor *reaktiv*: «*Det er ved brannslukking at feil fort kan skje, fordi man tar avgjørelser i siste liten uten å kanskje ha oversikt over totalbildet.»* En proaktiv holdning kan også relatere til å, på et tidlig stadie, være åpen om problemer og utfordringer,

slik at nødvendige mottiltak kan iverksettes tidsnok. Det gjelder også å løse utfordringer på et så lavt nivå som mulig.

Med hensyn til kvalitetsaspektet er et adekvat kontrollregime i prosjektene av vesentlig betydning. Det gjelder å finne et regime på kvalitetssikring (KS) som er overkommelig, og passer inn med hvordan samtlige aktører arbeider. Forholdsmessig kvalitetssikring har stor verdi fordi det forhindrer kostbare etterarbeider: «*Det er bedre å gjøre det rett med første gang, enn å måtte ta store kostnader på reklamasjon i ettertid*», forklarer respondentene. Respondentene tror videre at de fleste leverandører og underentreprenører har god kontroll på sin *egen* kvalitetssikring. Utfordringen er i følge respondentene i «Entreprenør AS» å samkjøre KS-systemene. Det er i tillegg av betydning å påse at kvalitetssikringen faktisk benyttes som et verktøy, og ikke oppfattes som en byrde: «*Forståelsen av hvorfor sjekklisten skal fylles ut, eller hvorfor støvsuger skal være påmontert sagstasjonen, er helt avgjørende for at KS-systemene skal fungere.*» Dette henger sammen med *kultur*, men også hvordan prosjektledelsen kommuniserer behovet for KS ut til både håndverkere og underentreprenører. I eksempelprosjektet har man hatt for eksempel hatt utfordringer med at håndverkerne på prosjektet ikke har overholdt de strenge støvminimerende prosedyrene for *Rent og Tørt Bygg* (RTB), hvor for mye støv i ventilasjonsanlegget kan medføre dårlig innelima i bruksfasen. Et annet eksempel har vært kjerneboringen av hulldekkene i etasjeskillene, hvor håndverkerne ikke har vært flink nok til å sikre områdene tilstrekkelig. Dette har ført til at vegger og vinduer ble tilgriset av betongslam, hvor konsekvensene har vært ekstrakostnader til rens og utskiftning av materialer.

Et annet ufravikelig og særdeles viktig aspekt med utførelsen, er fokuset på helse, miljø og sikkerhet (HMS). Ulykker på byggeplassen er ekstremt kostbare. Materielle skader kan fastsettes ut i fra rehabiliteringskostnader og merarbeid, mens verdien av menneskeliv framstår som svært vanskelig å anslå av innlysende årsaker. Sett bort i fra de menneskelige tragediene en ulykke kan medføre, kan uønskede hendelser i verste fall medføre ressurskrevende oppfølging av sykemeldte ansatte, og kanskje langvarige stopp i produksjonen grunnet f.eks. sikring av området, etterforskning og opprydning. I tillegg er HMS-aspektet en viktig faktor i produksjonsøyemed. Friske håndverkere arbeider raskere, mer effektivt, mindre kostbart, og med generell forbedret kvalitet. Det gjelder derfor å hele tiden tilrettelegge for en trygg men effektiv produksjon. I eksempelprosjektet er HMS prioritert framfor alt annet. Regelen er at arbeid skal stoppes hvis det er fare for helse, miljø og/eller sikkerhet – uansett hvor prekær og tidssensitiv situasjonen er. Prosjektledergruppen gjennomfører jevnlig risikoanalyser for å avdekke momenter som kan være risikodrivende. Samtlige farefylte arbeidsoperasjoner skal analyseres forut oppstart gjennom såkalte Sikker Jobb Analyser (SJA). Respondentene kan i tillegg fortelle at det fortløpende vurderes risikoreduserende tiltak med hensyn til HMS-aspektet, som f.eks. enkle men effektive tiltak som å benytte mindre å mer ergonomisk håndterlige gipsplater til innerveggene. Dette reduserer helseplager, materialskader samtidig som arbeidet blir effektivisert, og er et godt eksempel på at et HMS-fokus gir positiv effekt på økonomi, framdrift og kvalitet.

KOMMUNIKASJON OG LEVERINGSKJEDER

I alle prosjekter som involverer mer enn én part, er god kommunikasjon mellom alle aktører en viktig forutsetning. Prosjektteamets sammensetning er i så henseende avgjørende, men blir ofte komponert ad hoc, ut i fra enkeltindivider som arbeider med ulike fagområder. Kommunikasjonen og tilliten prosjektdeltakerne i mellom, må derfor ofte bygges fra grunnen av – og innebærer for å være suksessrikt at det innledningsvis og underveis i prosjektet fokuseres på tiltak som f.eks. teambygging. Respondentene forklarer videre at større prosjekter vanligvis inkluderer tverrfunksjonelle team, ofte fra ulike aktører – i mange tilfeller også på ulik geografisk lokasjon. Da er relasjonene av ekstra betydning. I eksempelprosjektet er «Entreprenør AS» sine rådgivere lokalisert på andre siden av landet. At prosjektets aktører ikke er i umiddelbar nærhet byr på utfordringer, særlig hva gjelder kommunikasjon og samarbeid, forteller respondentene. Prosjektarkitekten og øvrige rådgivere må belage seg på oversendte bilder eller video for å holde seg oppdatert på byggestatus. I tillegg krever teknisk vanskelige og kompliserte problemer i stor grad tilstedeværelse for å kunne løses hensiktsmessig. En respondent forklarer at: «*Når ARK prosjekterer fra en annen del av landet, sier det seg selv at de ofte ikke har full oversikt og informasjon om løsningen de skal prosjektere. Dette gjelder spesielt den viktige 'romforståelsen'.*»

Valget av kommunikasjonskanal er dermed avgjørende for hvordan problemløsningen utarter seg. Tverrfunksjonelle team og ulike aktører har som oftest «sine egne» systemer og måter å kommunisere på, både når det gjelder kommunikasjonsmiddelet, men også for den underliggende tonen i dialog. Prosjektets kommunikasjonsnettverk må tilpasses eksisterende nettverk for å på best mulig måte koordinere prosjektaktivitetene. Tydelige kommunikasjonskanaler er viktig, påpeker respondentene: «*Mange ganger er det vanskeligst å formidle korrekt og tydelig informasjon på 'rett' måte. Utrolig mange aktører skal inkluderes i prosjektet, delta i de ulike prosessene, kunne gi innspill, og samarbeide om de utallige detaljene byggen består av. Kommunikasjon aktørene i mellom er således altavgjørende. Tar man feil av byggherres, leietakers og sluttbrukers behov, er prosjektet dømt til å mislyktes uansett hvor god kvalitet, økonomi eller framdrift man har.*»

Åpenhet forklares videre for en forutsetning til god kommunikasjon prosjektaktørene i mellom. På grunn av denne omfattende prosjektkompleksiteten og økte spesialisering, blir det ennå viktigere enn tidligere å skape gode kommunikasjonskanaler mellom partene i prosjektet. «*Jo mer kompleks et byggeprosjekt blir, dess mer må fagene snakke sammen, både i planleggingsfase og under utførelsen.*» Prosjektledelsen må ofte forholde seg til problemstillinger både opp- og nedover i prosjektorganisasjonen. Da kommuniserer man med mange ulike fagfelt som krever ulik grad av kompetanse – kompetanse man kanskje selv ikke innehar. I slike tilfeller hvor spesialistene sitter på informasjon resterende aktører er avhengig av, men kanskje ikke har, eller er klar over finnes, må informasjonen deles. Uten åpenhet kan mange av beslutningene prosjektledelsen tar gjøres på galt eller ufullstendig grunnlag. Åpenhet reduserer dermed kompleksiteten i prosjektet. Åpenhet bidrar også, i følge respondentene, til tillit og respekt for hverandres ekspertise og fagfelt. Da skapes det rom for å være ærlig om utfordringer eller problemer som i utgangspunktet kan virke utfordrende, men som etter felles problemløsning fremstår

som en bagatell. «Løses problemer på byggeplassen etter en 'jeg hjelper deg, du hjelper meg'-holdning, gangner det alle», forteller en respondent. Med tillitt og respekt løses også mange av problemene ute på byggeplassen, arbeidslederne i mellom, uten at det behøves å «løftes opp» til formann- eller prosjektledernivå. Et slikt samspill bidrar til arbeidsflyt. «Vi jobber tross alt sammen om oppdraget, og prøver alle å gjøre vårt beste for å oppfylle prosjektets målsetninger. Da må vi ha tillit til hverandre, og det får vi bare ved å åpne oss opp», forklarer en respondent. Samtidig, til tross for positive ringvirkninger fra åpenhet og samarbeid, må man være oppmerksom på at enkelte aktører kan forsøke å dra nytte av åpenheten, for egen vinning og profitt.

Komplekse prosjekter krever god informasjons- og dokumentasjonsflyt. Det finnes i følge respondentene er rekke ulike digitale løsninger på prosjektinformasjonssystemer (PMIS). Selv benytter «Entreprenør AS» et felles prosjekthotell for distribuering av viktige filer og dokumenter, blant annet tegninger og BIM-fil. De prøver som nevnt tidligere også ut en eget dedikert PMIS-løsning. Men: «Uansett løsning er det viktig å ha et system som ivaretar alle hensyn; som ikke er for omfattende, og samtidig lett og intuitivt i bruk. Systemet må fange opp de viktigste aspektene i prosjektet og distribuere dette til de riktige aktørene i rett tid.» En annen respondent forteller videre: «Det er kanskje ikke så viktig for maleren å få informasjon om hvordan veggen skal bygges opp. Maleren behøver kanskje bare å vite arealet av overflaten og materialtypen som skal males. Resten har han verken behov eller interesse for.» En annen nøkkelfaktor syntes å være håndteringen av de store mengdene informasjon i prosjektet. Når mange forskjellige aktører skal dokumentere eget og andres arbeid kan det visstnok tidvis gå litt for raskt i svingene: «Glemmer man å videreformidle kritisk informasjon, er det fort at det oppstår misforståelser og misnøye som kan være med på å forderve et godt samarbeidsklima.» Kommunikasjonen er derfor nøkkelen for å unngå misforståelser og konflikter – og er i følge respondentene avgjørende hva kvalitet, byggekost og fremdrift angår.

Informasjonen som kommuniseres må dog kommuniseres «rett». Dette innebærer at for mye informasjon kan «drukne» viktige aspekter i prosjektgjennomføringen. For lite informasjon kan samtidig bli katastrofalt fordi man mangler tilstrekkelig beslutningsgrunnlag. Respondenten forklarer: «Informasjonsmengden må være slik at vi får akkurat nok info til å kunne produsere, samtidig som at vi ikke blir overlatt med unødvendigheter som kompliserer prosjektet.» Men selv med nok informasjon, må informasjonen være korrekt: «Det kan bli katastrofalt hvis man feilaktig gir grønt lys til kuttingen av metallkabler i oppspente hulldekker. Bygget kan kollapse!» Informasjonen må altså være tilstrekkelig, ikke for omfattende, være relevant, og samtidig korrekt. Respondentene mener derfor e-post kan utgjøre et problem i de mer komplekse prosjektene: «Man får ofte ikke tid til å gå gjennom alle e-poster godt nok, som kanskje innebærer at man overser viktig informasjon som ligger i en mail man bare skummer igjennom.» Respondentene forklarer at uansett hvor gode digitale systemer man har, er viktigheten av dialog – ansikt til ansikt, fundamental: «Man må ikke glemme å prate i lag! Ingenting er så effektivt som når to parter møtes ansikt til ansikt over en kopp kaffe.» Det er kanskje derfor respondentene syntes samstemte i at de aller viktigste avklaringene og diskusjonene i prosjektledergruppen skjer rundt morgenkaffen og til lunsj. Derfor er det heller ingen forhåndsdefinerte og absolutte tider på kaffepause eller lunsj. Til sammenligning er det en utfordring at rådgiverne

arbeider utenbys fra: «ARK er f.eks. ikke på byggeplass nok til å forstå de spesifikke utfordringene våre. Vi føler de har havnet i en digital boble, hvor uttrykket i 3D-modellen er blitt viktigere enn virkeligheten. Den digitale boblen gjør at den viktige 'romfølelsen' for prosjektet er borte, og den menneskelige relasjonen mellom oss og dem forvitret.»

Respondentene kan fortelle at de tror mange av utfordringene relatert til «kommunikasjon», har sitt utspring i prosjektorganisasjonens kultur: «Vi føler i tilfellet med rådgiverne våre at den relasjonen som er nødvendig oss mennesker imellom mangler. Vi har et skrikende behov for å se motparten i øynene, lese kroppsspråket, samtidig som vi lytter til stemmeleiet. Kommunikasjon er så mye mer enn bare i en tekst, eller en stemme over telefon. Selv en videokonferanse mangler hva et fysisk møte kan få til», forteller en av respondentene som har arbeidet nært opp mot rådgiverne. Rådgiverne har ikke fått ta del i prosjektledergruppens kultur og måte å kommunisere på. På tilsvarende vis mangler prosjektledergruppen kjennskap til og forståelse av rådgivernes kultur. Dette påpeker respondentene kan være et avgjørende aspekt for «kjemien» prosjektaktørene i mellom.

Hva kultur og kommunikasjon angår, er bygg- og anleggsbransjen en internasjonal arena. Utenlandsk arbeidskraft, ulike språk, kulturforskjeller og ulike syn på aspekter som f.eks. kvalitet, men særlig HMS, virker tidvis utfordrende. Ulike kulturer kan tolke informasjon ulikt. Samtidig kan kompetanse, normer og forståelsen for et problem eller regelverk være ulikt fra land til land, og kultur til kultur – men også fra bedrift til bedrift. Dette peker respondentene på som et viktig aspekt å ta med.

PROSJEKTETS INTERESSENER

Hvert prosjekt har ulike og unike interesser – på engelsk: *stakeholders*. I «Entreprenør AS» sine prosjekter er de vanligste interessentene byggherren, byggherrens representanter, leietaker eller sluttbruker, arkitekt, underentreprenører, leverandører, offentlige instanser, og prosjektets naboer. Prosjektledelsen må tidlig kartlegge hvilke behov de ulike interessentene har. For eksterne interesser er kanskje spesielt kommunikasjonen og informasjonen utad fra prosjektledelsen av særlig betydning: «*Hvordan berøres vi av dette prosjektet?*» er et spørsmål vi ofte får. Man sparer så mye 'styr' knyttet til tid og ressurser på å involvere prosjektets omgivelser – på naboer, på barnehagen som ligger i nærheten, på nærbutikken som plages av anleggstrafikk osv.» Det gjelder å ta seg tid til kartleggingen av omgivelser, og gi interessentene mulighet til å bli involvert i byggeprosessen. Respondentene forteller at ignorerte interesser potensielt medfører konflikt og unødvendig ressursbruk og «glatting», om man underveis og etter byggeprosjektet skal gjennomføre konfliktløsende tiltak. Med andre ord bidrar kartlegging av interesseomgivelsene positivt til kostnadsbesparelse og fremdrift fordi man kan bygge uforstyrret.

Også innad i prosjektet har man interessentbehov som enten må ivaretas eller håndteres i ulik grad. Byggherrens behov, for eksempel, er vesentlig å kartlegge. «*Ofte vet ikke byggherren selv hva han faktisk 'behøver', og hva som er 'ønsket'. Da er det opp til oss å se på om vi kan tilfredsstille både behov og ønsker uten at det skal koste verken oss eller byggherren noe mer.*» Respondentene påpeker at en fornøyd byggherre gjør samarbeidsklimaet «*uendelig mye lettere*», og derfor er et viktig moment å ta i betraktning. For «Entreprenør AS» et godt renommé av stor betydning, spesielt for muligheten til nye og gjentatte

oppdrag med samme byggherre. «*God omtale gjør mye, og det skal svært lite til for å rive ned noe som har tatt år å bygge. Vi skal derfor være serviceinnstilte og 'fair' overfor kundene våre, men samtidig ikke være dumsnill, og gi for mye.*»

Prosjektets samarbeidsklima har videre en sammenheng med aktørenes underliggende agenda og innstilling til gjennomføringen av prosjektet. Med mange aktører som skal samarbeide om gangen, er det i følge respondentene, lett at enkelte aktører jobber for å forme prosjektet etter egne preferanser, framfor å dra prosjektet i samme retning: «*En rådgivende ingeniør har kanskje insentiv for å fakturere mest mulig timer, mens arkitekten ønsker seg et signalbygg og vektlegger estetikk og arkitektur framfor byggbarhet og kostnadsbesparende løsninger. Entreprenørenes motiver kan være økt fortjeneste, mens byggherren ønsker seg et raskt prosjekt av høy kvalitet uten å måtte betale for mye.*» Utfordringen er i følge respondentene tydelig: Jo flere aktører med ulike innfallsvinkler, dess vanskeligere blir det å enes om et felles mål – en felles retning. Dette påvirker i stor grad prosjektets samarbeidsklima, og er noe man må være klar over. Mangfoldet av interesser sees av respondentene som en kompliserende faktor i prosjektets ulike faser. «*Det gjelder å ha oversikt over hvilke interesser som eksisterer, og hvordan maktbalansen blant de ulike interessentene fordeler seg. Vi skal hensynte samtlige, men noen interesser er klart viktigere enn andre.*» Respondentene påpeker videre en vesentlighet og nøkkelfaktor for prosjektsuksess: «*Man må å ha oversikt over hvilke beslutninger som må tas, til hvilken tid beslutningene skal fattes, hvilke beslutninger som er kostnadsdrivende eller tidssensitive, og hvem som skal være med på å beslutte.*»

For å ha kontroll på nevnte beslutningstagning og involvering av interesser, er kommunikasjonen mellom aktørene essensiell for å unngå misforståelser eller uenigheter. Avklaringer på interessentenes prosjektforventninger og behov bør må tidlig avklares for å kunne håndtere konflikter som vil kunne oppstå – både for faglige og ikke-faglige tvistemål. Det er for prosjektledergruppen viktig å løse umiddelbart kunne nøste opp i uenigheter som potensielt kan eskalere og ødelegge samarbeidsklima, eller påføre prosjektet ekstrakostnader og/eller forsinkelser.

PROSJEKTEVALUERING

I følge flere av respondentene repeteres de overordnede problemene og utfordringene i nye prosjekter. Selv om de kanskje utspiller seg noe annerledes, er det mye som tyder på at det skotter på evnen til erfaringsoverføring. Respondentene forklarer videre at de tror nøkkelen i forbedringsarbeidet, er at man etter ferdigstillelsen av bygget, får tilstrekkelig med tid til gjennomgang av prosjektets positive og negative momenter: «*Hva gikk bra, hva gikk galt, hvilke problemer kunne vært unngått, hva skal til for å unngå problemene neste gang, og hvilke lærdommer er viktig å dra videre inn i neste prosjekt, osv.*», er spørsmål som bør besvares. I følge respondentene kan det nemlig være slik at neste prosjekt, eller deler av neste prosjekt, har elementer som tilsvarer avsluttede prosjekter. Det finnes i følge respondentene alltid potensiale for læring etter et vellykket eller mislykket prosjekt. Prosjektevaluering med prosjektets interesser og internt i prosjektgruppen, samt erfaringsutveksling med hele bedriften bidrar til å hente ut erfaringer som potensielt kunne vært oversett, og i et senere prosjekt gjentatt. Utfordringen

p.t. slik respondentene ser det, er at man sendes avgårde til et nytt prosjekt allerede *før* det nåværende er avsluttet og arkivert. Da blir det ofte ikke nok tid til evaluering, fordi man kanskje opptas av nye utfordringer. For lang tid mellom prosjektslutt til prosjektevaluering, kan også gi utfordringer med å huske alle momenter som kan være av betydning.

KAPITTEL 5

SCENARIOANALYSE

Analysen innledes med å skape kontekst og en forståelse av sentrale drivkrefter som kan være med på å influere framtidens byggebransje og prosjekter. For å oppnå dette benyttes en PESTEL-analyse, nærmere beskrevet i metodekapittelet (jf. kap. 2.9). Med utgangspunkt i drivkreftene, og sammen med byggentreprenørens nøkkelfaktorer (utredet i kapittel 3.12), definerer vi to variable parametre vi betrakter som kritiske mht. framtidens byggekostnader, byggetid og kvalitet. Disse kritiske usikkerhetene fungerer videre som input til selve scenarioanalysen, hvorpå samspillet mellom variablene gir oss analysens output i form av ulike scenarier. Scenariofortellingene presenteres deretter i eget delkapittel, før analysen avsluttes med en sammenlignende oppsummering. En nærmere beskrivelse av scenarioanalysen og scenariolæringens metodikk og framgangsmåte finnes i kapittel 2.8.1, hvor prosessen bak utviklingen av scenariene også forklares.

Analysens formål er å danne et utgangspunkt for avhandlingens case og diskusjonsdel. Det presiseres at analysen ikke et komplett formulert scenariobilde av byggebransjen som helhet. Ei heller prøver analysen seg på spådommer eller framskrivinger av hva som kommer til å skje. Analysen er et industriscenario – en såkalt *foresight* (framtidstenkning), og kun en skissering av *mulige* alternative framtidige situasjoner.

5.1 FOKUS, KONTEKST, INNFALLSVINKEL OG TIDSHORISONT

I henhold til diskursen i «scenariofaget», og etter Schwartz [31], er det essensielt å etablere en forståelse av analysens fokus, kontekst og hvilken tidshorisont som benyttes.

Analysen er utforskende (*eksplorativ*), problemspesifikk og kvalitativt med et *mellomlangt* perspektiv. Vi definerer her en tidshorisont på cirka 3-5 år. Analysens utgangspunkt og fokus knyttes opp mot oppgavens problemstilling, og tar for seg konsekvensene av økt digitaliseringsgrad i fremtidige byggeprosjekter med hensyn til de kritiske usikkerhetene.

5.2 SENTRALE TRENDER OG DRIVKREFTER

I de påfølgende delkapitlene beskrives identifiserte og sentrale drivkrefter (også kalt *endringskrefter* eller *megatrender*) som influerer, eller forventes å influere byggebransjen og byggeprosjekter i årene framover – spesielt mht. digital transformasjon. Identifiseringen er gjort på bakgrunn av en PESTEL-analyse. Det presiseres at beskrivelsene i påfølgende delkapitler *ikke* er uttømmende, men bidrar til å danne et grunnlag for den videre analysen.

Et viktig moment i scenarioanalyser er å påpeke hvilke drivkrefter som antas som *sikre* og *usikre* for analysens tidsperspektiv – og hvilke drivkrefter som er viktige for digitaliseringen av byggebransjen. Innen demografi er eksempelvis *befolkningsvekst* en rimelig sikker drivkraft, mens *økonomisk vekst* kan framstå som noe usikkert. Denne usikkerheten er viktig å kartlegge, da f.eks. befolkningsvekst innebærer økende urbanisering, som igjen kan påvirke boligmarkedet i urbaniserte strøk. PESTEL-kartleggingen er gjort ut i fra kandidatens egne tanker, vurderinger og erfaringer, men har også hentet inspirasjon fra ulike samfunnsøkonomiske og bransjespesifikke rapporter [7, 10, 12, 62].

5.2.1 POLITIKK OG LOVGIVNING

Kombinasjonen av norsk og internasjonal politikk og lovendringer betyr mye for norsk økonomi, og følgelig retningen byggebransjen beveger seg mot. Politikken legger føringer for omfanget av **statlige investeringer** i infrastruktur gjennom statsbudsjettet, og videre føringer for det private næringslivet gjennom eksempelvis styringsrenten og andre lov- og forskriftsendringer. Vi vet at det er store etterslep på vedlikehold av bygningsmasser og annen infrastruktur, og det er mye som kan tyde på at myndighetene på et tidspunkt vil måtte intensivere sine investeringer. En slik økning av investering i infrastruktur fra myndighetene, gir prosjekter med ressurssterke byggherrer som kan legge føringer for **standardisering**, digitalisering og innovasjon. Vi ser f.eks. at Statsbygg, Forsvarsbygg, Bane NOR og Statnett, i større grad enn før legger krav om miljø, samordning, og digitalisering inn som kriterier i sine anbud. Siden overnevnte krav om standardiserte løsninger fra offentlige byggherrer allerede inkluderes i dagens anbudskriterier, er økt standardisering en sikker drivkraft som utvilsomt vil få mye å si for byggenæringens digitale transformasjon. Spørsmålet er dermed om betingelsene for heldigitale prosjekter vil smitte over til private byggherrer, eller om kostnaden og risikoen for slike kriterier viser seg for stor.

I et internasjonalt perspektiv er **globalisering** en sterk drivkraft, som har bidratt til en intensiverende politisk dragkamp mellom liberalisme og proteksjonisme – om en økning eller innskrenking i internasjonal økonomisk integrasjon. Norsk næringsliv har som kjent, i mange år hatt relativt fri flyt av arbeidskraft og tjenester gjennom frihandelsavtaler og forpliktelser til EU/EØS-avtaler. Sett i lys av pågående TTIP-forhandlinger¹ mellom USA og EU, er dette tydelige tegn på at denne trenden er økende. Hva en slik frihandelsavtale vil innebære for selve digitaliseringen av BA-bransjen er dog noe usikkert. Implikasjonen av slike frihandelsavtaler er derimot historisk relativt sikker: De gir byggenæringen

¹ Transatlantic Trade and Investment Partnership (TTIP) er en investerings- og handelsavtale under forhandling mellom USA og EU. Forhandlingens målsetning er en vidstrakt avtale for vare- og tjenestehandel, samt offentlige innkjøp og investeringer.

tilgang til større markeder, men gir også internasjonale aktører tilgang til det norske markedet og ditto større konkurranse. Et utfall av avtalene kan eksempelvis resultere i nye bransjestandarder, og/eller en arbeids(for)deling av vare- og tjenesteproduksjonen på verdensbasis. På den andre siden av internasjonal økonomisk integrasjon finner man EU-land som i mange år har slitt økonomisk, og nå ønsker en mer proteksjonistisk politikk. Et eksempel på dette er Storbritannia som har valgt å trå ut av det europeiske samarbeidet. Hvorledes dette får innvirkning på digitaliseringen er dog usikkert, men man kan anta at aktører i et isolert og beskyttet marked, ikke vil ha samme insentiver til innovasjon sammenlignet med et konkurrerende marked hvor differensiering er essensielt.

Et økende miljøfokus fra forbrukerne smitter også over på den politiske agendaen, og videre inn på **regulering** av byggebransjen mht. utbygging gjennom eks. Byggteknisk forskrift (TEK) som regulerer hvordan byggeprosjekter «...*planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi*» [72], og Byggesaksforskriften (SAK) som regulerer saksbehandlingen av byggeprosjekter. Kanskje blir behovet for en regulering og standardisering av byggebransjen enda viktigere ved åpnere marked fordi mange aktører utvikler egne digitale løsninger som ikke er kompatibel med konkurrentens?

Fordi politiske føringer har sitt utspring i det politiske klimaet som til enhver tid eksisterer, forblir «statlig investering», «regulering», eller «proteksjonisme», momenter det knyttes stor usikkerhet til. Samtidig er implikasjonene av politiske føringer av relativ høy betydning for byggebransjen, sett i lys av digitaliseringen.

5.2.2 ØKONOMI OG DEMOGRAFI

Som nevnt opplever samfunnet en økt globalisering, og markedene dermed økt konkurranse som kan bidra til **lavere marginer** – som igjen kan stimulere til innovasjon. Lavere marginer kan også bety at ressursvake bedrifter vil slite med digitaliseringen grunnet manglende midler til forskning og utvikling (FoU). Vi kan med andre ord oppleve at nisjebedrifter og større aktører overlever, mens allmenne små- og mellomstore bedrifter (SMB) uten evnen til digital transformasjon vil kunne slite økonomisk. Der er derfor rimelig å anta en plausibel utvikling av et «klaseskille» i byggebransjen hvor digitale aktører evner å utnytte synergieffekter som ligger og venter, mens analoge aktører som «kjemper mot vindmøller» vil streve. Det er slik sett en relativ sikkerhet tilknyttet byggebransjens synkende marginer, og at man må øke produktiviteten for å opprettholde dagens lønnsomhet.

Etter finanskrisen i 2008 har det vært sterk **økonomisk vekst** og økning i oppføringen av nybygg, men denne utviklingen ser dog ut til å ha stagnert noe. Om man opplever en ny finanskrisen eller motkonjunktur i analysens tidshorisont er dog et usikkert moment, men det vil med stor sikkerhet ha betydning for både FoU og videre for satsingen på heldigitale byggeprosjekter. Videre kan en eventuell økonomisk stagnering bety lavere avkastning, og gi private byggherrer et mer kortsiktig fokus på sine investeringer – som igjen bidrar til å forsterke forventningen om «mer for mindre» og «bedre kvalitet på kortere tid». Dette kan gjøre det utfordrende å introdusere nye konsepter og forretningsmodeller som harmonerer med den digitale transformasjonen.

Makroøkonomi er en annen drivkraft som i stor grad influerer byggebransjen. Siden de fleste av både private og offentlige oppdrag er lånefinansiert, er styringsrenten av vesentlig betydning for bransjen [73]. Lav rente muliggjør investeringer, så fremst låntagerne kan vise til en tilstrekkelig inntekt. En høyere styringsrente på den andre siden, innebærer større rentekostnader for utbyggere, som igjen kan slå ut i lavere eiendomsinvesteringer. Dette bidrar videre til å drive boligprisene opp, som sammen med strengere lånebetingelser kan gjøre det vanskeligere for førstegangsetablerere å skaffe lån til bolig. Uttalelser fra Norges Bank tyder på at renten ville bli liggende på dagens nivå den nærmeste tiden, men antyder også at styringsrenten med relativ sikkerhet vil bli justert. Implikasjonene av dette syntes dog å være ubetydelig for digitaliseringen.

En **aldrende populasjon** innebærer at man i analysens tidshorisont vil oppleve et generasjonsskille med IKT-kompetente og læringsvillige nyutdannede, og en eldre generasjon som ikke evner en digital transformasjon i jobbsammenheng. Her er det essensielt med et ledelsesfokus på ferdighetstrening og utvikling. Prognoser Statistisk Sentralbyrå har utarbeidet, proklamerer for en redusert rekruttering av yngre til fast jobb [74]. Dette betyr i sum at det kan bli vanskelig å erverve kvalifisert arbeidskraft fra egen arbeidsstyrke. Byggebransjen kan derfor måtte se seg avhengig av en økt **arbeidsinnvandring** for å dekke kompetansebehovet. **Arbeidsledighet og sysselsetting** er også en vesentlig drivkraft i byggenæringen, fordi den svinger gjennom vinteren. Normalt stiger arbeidsledigheten i rundt årsskiftet, mens den faller resten av året [73]. Arbeidsledigheten og sysselsettingen har i første omgang direkte innvirkning på bedriftenes økonomi, hvor stor ledighet gir færre arbeidstakere som bidrar med verdiskaping på nasjonalt nivå. Dette kan bidra til at offentlig forbruk og investering vil synke, noe som kan svekke den private etterspørselen. Siden dette slår ut på hele næringen, er spørsmålet om eventuelle investeringer innen digitalisering blir skadelidende, som igjen er av vesentlig betydning for bransjens digitale transformasjon.

Et økende antall enslige, og økning i antallet ett-barnsfamilier, impliserer færre mennesker per husstand [75]. I kombinasjon med **økt urbanisering** og **økt befolkningsvekst** innebærer dette en potensielt **økt produksjonsetterspørsel** av boliger. Byggenæringens etterspørsel er i stor grad drevet av befolkningsveksten – og behovet for boliger og infrastruktur som skoler og sykehjem. Endringer i befolkningsveksten har med andre ord betydning for byggenæringens inntektsgrunnlag. I seg selv bidrar ikke befolkningsvekst eller økt produksjonsetterspørsel graden av digitalisering i særlig grad, men påvirker kanskje investeringen i digitale verktøy og hjelpemidler, som selvsagt er viktig for økt digitaliseringsgrad.

5.2.3 INDUSTRIALISERING OG TEKNOLOGISK UTVIKLING

BA-bransjen har i stor grad i de seneste årene opplevd en **industrialisering**. Der man før plassbygde unike produkter, har man nå tilnærmet seg en «samlebåndsmåtenhet»; Mye takket være inntoget av prefabrikkerte produkter og modulbygg – nå også vha. 3D-printing. Håndverkere har tilsynelatende gått fra å plass bygge til å installere. Dette er således i tråd med økte krav til kvalitet, miljø, og standardisering. Fordelene er blant annet: Produksjon under kontrollerte forhold mht. f.eks. vær;

færre miljøpåvirkninger; kortere byggetid; færre konflikter mellom fagfelter; redusert behov for lagring på byggeplass; og økt sikkerhet for arbeidere. Overgangen fra byggeplassproduksjon til fabrikkproduksjon innebærer i tillegg et tids- og stedsuavhengig arbeid som gjør metoden attraktiv. Denne industrialiseringen, i kombinasjon med produksjons- og prosjektledelsesmetoder som Lean, Six Sigma, VDC og Prince, mfl., kan bidra til prosjekter med høyere kvalitet, mindre miljøpåvirkning og bedre marginer – for alle aktører. Spørsmålet ligger i hvorvidt morgendagens stadig kompliserte prosjekter umuliggjør prefabrikking, og om eventuelle logistikkutfordringer lar seg enkelt løse. Og vil det dersom 3D-printing blir billigere, igjen bli aktuelt å plass-produkere bygningsdeler på byggeplassen igjen? Industrialiseringen framstår i alt som en meget viktig drivkraft i den digitale transformasjonen, og er noe vi med rimelig sikkerhet kan anslå vil skyte fart i årene framover.

Teknologiutvikling og integrasjon er kanskje den mest sentrale drivkraften for digitalisering i byggebransjen, hvorpå inntoget av eksempelvis **automasjon, kunstig intelligens, «Internet of Things», sensorteknologi, og digitale hjelpemidler** som AR, VR og robotikk har medført økt mobilitet og effektivitet i byggeprosjekter ([11]). Eksempler på utfordringer sensorteknologi kan løse, knyttes til overvåking og varsling i framdrift og produksjon, behovet for tilstedeværelse, tyveri, vedlikehold og sikkerhet. Robotikk og automasjon kan for eksempel redusere behovet for manuell arbeidskraft – eller i det minste avlaste anstrengende arbeidsoppgaver, slik at operasjoner som krever mer kognitiv og menneskelig input kan få større fokus. Ekeland mfl. ([43]) antyder for eksempel en 50 % sannsynlighet for at håndverkere i framtiden mister jobben til fordel for heldigitaliserte løsninger. Automasjon kan friggi prosjektledelsens intellektuelle kapital ved å overta tidskrevende og repeterende kontrollmekanismer. Såkalte «wearables» eller andre AR og VR-løsninger kan redusere kompetansebehovet og språkbarrieren for håndverkere, ved at en datamaskin veileder håndverkeren i sitt arbeid. Sensorteknologi vil lettere kunne overvåke prosjektstatus, som igjen kan gi aktører betaling basert på aktuelt arbeid gjennomført. Dette gjør at betalinger skjer raskere, spesielt hvis blockchainteknologi kan gjøre direktetransaksjoner tilgjengelig. Selv om mye av den omtalte teknologien allerede er utviklet, er spørsmålet hvem som ønsker å påta seg kostnaden digital integrasjon fordrer, og om myndighetene følger opp med ny lovgivning. I tillegg er essensiell opplæring av personell og strømløse brukergrensesnitt viktige aspekter som ikke må utelates for å dra nytten av en heldigital transformasjon. Informasjonsflyt, prosesser og programvare må være oversiktlig og med god brukervennlighet for å integreres i bransjen. At teknologiutvikling og spesielt integrasjonen av teknologi påvirker byggebransjens digitaliseringsgrad er ubestridelig, og framstår således som den sikreste drivkraften med størst betydning for denne analysen.

Nye aktører som tradisjonelt ikke har vært direkte tilknyttet byggeprosjekter, entrer nå byggebransjens verdikjede. Eksempler på dette er inntoget av elektriske kjøretøy, nytt «smart» verktøy, og futuristiske «smarte» materialer. Tradisjonelle roller byttes ut, ansvar forflyttes ned i hierarkiet, mens andre funksjoner og oppgaver overføres eller forsvinner. Eksempler på dette er tiltreden av dataingeniører på byggeplassen, selvgående håndverkere, og såkalt «outsourcing» av tjenester. Også tiltakende gründervirksomheten bidrar til et teknologiskifte vi ennå ikke ser rekkevidden av. I tillegg ser man en trend hvor sluttbrukeren i økende grad viser interesse for byggeprosessen, og setter krav til at innovativ teknologi og byggeteknikker implementeres. At nye aktører trer inn i bransjen virker i og for seg naturlig,

og ansees derfor som en relativ sikker og betydelig drivkraft.

5.2.4 MILJØ OG KLIMA

Et skjerpet fokus på **klimaendringer** bidrar til strengere myndighets krav for materialer og utslipp i byggeprosessen, på inneklima, brukeropplevelse, og energibehov – og har sitt utspring i **kundens involvering** og forventninger om bærekraftige bygg gjennom hele byggets levetid. Levetidsanalyser på *life-cycle cost* (LCC), og sertifiseringer som BREAM og LEED tilrettelegger for innovative løsninger og øker fokuset på ressurseffektivitet. **Urbaniseringen** stiller større krav til bygningsmassene, noe som ofte innebærer økt kompleksitet i prosjektene. Man ser tydelig endringer i befolkningens **energimønstre**, med et skjerpet fokus på fornybar energi. Dette bidrar til økt etterspørsel av «plusshus» og teknologi som produserer mer strøm enn det forbrukes. Samtidig kan klimaendringer gjøre det vanskeligere å bygge – eller finansiere risikoutsatte bygg grunnet forhøyede forsikringspremier. Det vil trolig bli nødvendig å innføre nye byggemetoder og finansieringsformer, samt løsninger som ikke øker kompleksiteten i en allerede så intrikat og sammensatt prosess som byggeoperasjoner.

5.2.5 VURDERING AV DRIVKREFTENE

Som framstilt i overnevnte delkapitler, finnes det en rekke ulike men sentrale drivkrefter som influerer byggebransjen. Det er derfor avgjørende å avklare hvilke drivkrefter som framstår som mer eller mindre usikre, og med relevans for byggebransjens digitale transformasjon. Man har valgt å ikke lage utdypende redegjørelser for hvorfor den enkelte faktor er lett eller vanskelig å predikere, men har heller vektlagt hvorfor de er viktige/uviktige. Rangeringen av drivkrefter er i utgangspunktet en umulig oppgave, fordi så mange ulike faktorer spiller inn. Vi anerkjenner at flere av drivkreftene er sterkt korrelert i virkeligheten, men velger å se på drivkreftene isolert sett i vår vurdering.

Uten videre drøfting eller eksplisitt rangering av drivkreftene, oppsummerer vi i tabell 5.1 drivkreftene i henhold til PESTEL-rammeverket, og sammenstiller drivkreftene i figur 5.1, i henhold til våre vurderinger av usikkerhet og betydning. Figurens vertikale akser skildrer usikkerheten, mens horisontalaksen drivkraftens betydning for digitalisering. Drivkreftenes eksakte plassering på aksene er *ikke* ment som en definitiv rangering, men som en skissert fremstilling av hvor på aksene drivkreftene omtrentlig befinner seg.

Samfunnsområder	PESTEL	Drivkraft
Politikk og lovreguleringer	<i>Political & Legal</i>	Statlige investeringer Standardisering Globalisering Regulering
Økonomi og demografi	<i>Economical & Socio-cultural</i>	Marginer Økonomisk vekst Makroøkonomi Aldrende populasjon Arbeidsinnvandring Arbeidsledighet Befolkningsvekst Produksjonsetterspørsel
Industrialisering og teknologisk utvikling	<i>Technological</i>	Industrialisering Automasjon Kunstig intelligens IoT Sensortechnologi digitale hjelpemidler
Miljø og klima	Environmental	Klimaendringer Kundeinvolvering Urbanisering Energimønstre

Tabell 5.1: Drivkreftene i henhold til PESTEL-rammeverket



Figur 5.1: Drivkreftenes usikkerhet og betydning for digitaliseringsgraden

5.3 KRITISKE USIKKERHETER OG UTVIKLING AV SCENARIOENE

Ved å justere usikkerhetene kan man «besøke» fremtiden gjennom scenariofortellingene, og kan på den måten legge grunnlaget for å vurdere hva som må til for å være rustet i tilfelle fortellingene blir virkelighet. Scenariofortellingene kan sette søkelys på problemer og spørsmål som beslutningstakere er nødt til å være klar over eller forholde seg til, samt konsekvensene av beslutningene som må fatets.

For den videre scenarioutviklingen er det hensiktsmessig å avgjøre hvilke usikkerheter – drivkrefter og nøkkelfaktorer, vi ønsker å fokusere på. Usikkerhetene vi går videre med ble valgt på bakgrunn av at de ble vurdert som både relevante og av stor betydning for byggebransjen og bransjens digitale transformasjon. Scenariobyggingen er avhengig av de sentrale drivkreftene – trendene vi ser i samfunnet. Politiske, økonomiske, demografiske, miljømessige og teknologiske endringer former byggebransjens framtidige behov for digitalisering, samt rammebetingelsene for at digitaliseringen skal slå an. For vår analyse er det de økonomiske og samfunnsmessige endringene med usikre utfall, som gir grunnlag for utviklingen av de ulike scenariofortellingene. Den teknologiske utviklingen anser vi som en konstant i vår scenarioutvikling, da denne allerede er i gang, og vil komme til å fortsette i lang tid.

Identifisering av, og avgjørelse omkring hvilke drivkrefter som er viktige og relevante, er gjort på bakgrunn av diskusjoner med enkelte av intervjuobjektene – samt hva man i fra hva tidligere har identifisert gjennom litteraturstudier. Formålet var å definere hvilke usikkerheter som var av særlig betydning, og som scenariofortellingene kunne ta utgangspunkt i. De to mest sentrale usikkerhetene er begge av høy betydning for byggebransjen, men har en ulik usikkerhet knyttet til seg. Basert på drøftelsene i PESTEL-analysen og diskusjoner med intervjuobjekter, antas følgende aspekter å være de viktigste driverne for den videre scenariobyggingen:

- *Produksjonsetterspørsel og økonomisk vekst*
- *Teknologiutvikling og -integrasjon*

Produksjonsetterspørsel og økonomisk vekst er listet opp som to ulike drivkrefter i fra vår PESTEL-analyse. Vi anser disse som svært korrelerte, og slår dem derfor sammen til én drivkraft: *Produksjonsetterspørsel*. *Teknologiutvikling og -integrasjon* er en relativt sikker drivkraft i vår vurdering. At bransjen opplever en digital transformasjon er sikkert, men usikkerheten vi tillegger denne drivkraften, beror på i hvor stor grad fremtidens bygg vil bli digitalisert – og i så måte graden av suksessfull digitalisering og integrering. Utgangspunktet vårt er at et bygg som har mange teknologiske installasjoner også blir oppført vha. digitale hjelpemidler. For å utvikle scenarioene benyttes de overnevnte usikkerhetene som input på denne måten:

PRODUKSJONSETTERSPORSSEL:	TEKNOLOGIUTVIKLING OG -INTEGRASJON
Prosjektomfanget varierer. Mengden bygg som bygges/ prosjektstørrelse øker eller synker .	Prosjektets digitaliseringsgrad varierer med vellykket integrering og ikke vellykket integrering .

Scenariofortellingene er i seg selv utforskende og inngår derfor som en del av drøftingen i kapittel 6.

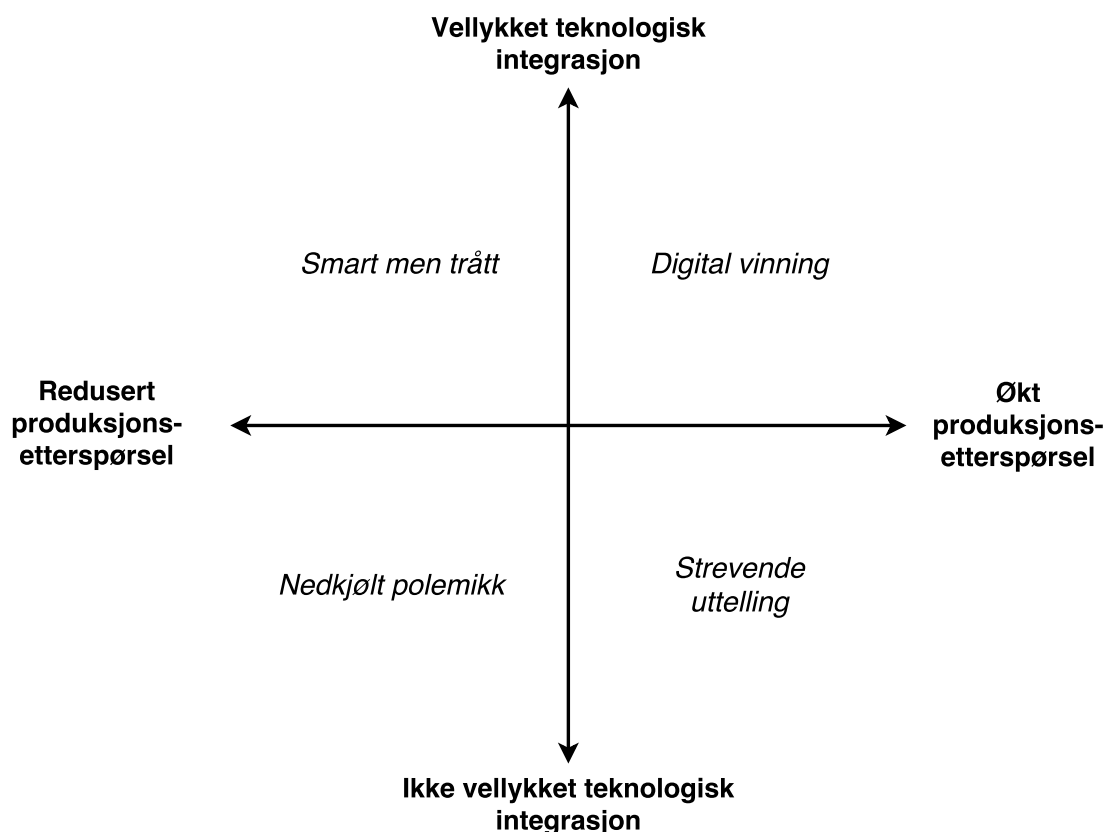
KAPITTEL 6

RESULTAT OG DRØFTING

Dette kapitlet presenterer de fire scenariofortellingene vi får ved å variere inputene som presentert i kap. 5.3 over. Drøftingen tar for seg den framtidige byggentreprenørens perspektiver på tid, kostnad og kvalitet sett opp mot nøkkelfaktorene og utfordringene i caseprosjektet i kapittel 4 – og de konsekvenser dette får for prosjektkompleksiteten og kravet til samhandling. Kapitlet forsøker også å belyse eventuelle mottiltak og løsninger som kan bidra til en bedre håndtering av konsekvensene.

SCENARIOENE

Av figur 6.1: *Scenariokryss*, framgår de fire scenariofortellingene; *Nedkjølt Polemikk*, *Smart men Trått*, *Digital Vinning*, og *Strevende uttelling*. De neste avsnittene gir en nærmere beskrivelse av hvordan byggebransjen med hensyn til usikkerhetene *kan se ut i vår tidshorisont på 3-5 år.*



Figur 6.1: Scenariokryss

6.1 SCENARIOFORTELLING 1: «NEDKJØLT POLEMIKK»

I fortellingen «Nedkjølt Polemikk» er byggeprosjektene ennå mer fragmenterte og komplekse enn i dag, fordi den teknologiske integreringen har mislyktes og aktørene digitaliserer hver for seg. Næringen og entreprenørene evner ikke å hente ut produktivitetspotensialet digitalisering potensielt kan gi. Samtidig gir laber økonomisk vekst nedgang i etterspørselen av nye oppdrag, som igjen truer bransjens mange og mindre aktører. Resultater er et konfliktfylt samarbeidsklima, hvor man forsøker å overleve ved å «mele sin egen kake».

6.1.1 SCENARIOET

Utbyggingsraten for bolig- og næringsbygg er på et minimum grunnet lav økonomisk vekst. Marginene er svært lave. Det private markedet har stagnert, til tross for lav rente. Offentlige byggherrer forsøker å stimulere økonomien med utbygging av infrastruktur, men grunnet prosjektenes størrelsesorden og stor konkurranse nasjonalt og globalt sliter norske aktører men å nå opp i anbudsrundene. I tillegg gjør dårlig samarbeid de små aktørene i mellom, det vanskelig å sammen gi tilbud på de offentlige prosjektene. Produksjonsetterspørselen for prosjekter egnet for små- og mellomstore bedrifter er med andre ord betraktelig redusert, både i offentlig og privat henseende.

Verdenssamfunnets teknologiske utvikling går fremover, men BAE-næringen henger konservativt igjen. Byggherrene, leietakere og brukere ønsker det siste tilgjengelige innen moderne teknologiske installasjoner, men entreprenørene sliter med å samkjøre installasjoner, prosesser og systemer fordi programvare ikke snakker sammen. Man har ikke mestret overgangen til papirløse prosjekter, fordi forandringsvegringen er stor og omstillingsevnen mangler. Den digitale kompetansen i næringen er lav, hvor man ofte prøver å løse morgendagens problemer med gårsdagens verktøy. Fraværet av standarder er påfallende. Myndighetenes forsøk på lov- og regelendringer har ikke ført til forbedring. Samtidig har offentlige bevilgninger til FoU eller omskolering av arbeidstakere har uteblitt, eller vært bevilget med feil mandat. Satsingen på digital kompetanse virker fraværende, som igjen vanskeliggjør rekrutteringen av yngre og nyansatte til bransjen. Kommunikasjonen i prosjekter framstår som er krevende fordi bransjens aktører har spesialisert og utviklet seg i sprikende retninger. De positive bidragene fra digitale hjelpemidler og verktøy uteblir i det hele. Dette innebærer at kommunikasjon skjer tradisjonelt, som i dag, per e-post og gjennom hyppig møtevirksomhet – uten velfungerende prosjektinformasjonssystemer. Mange av verktøyene er overlappende men ulike, og vanskeliggjør den ønskede, sømløse informasjonsflyten prosjektdeltakerne i mellom. Dette bidrar igjen til å skape mindre nisjemarkeder for programleverandørene. Prosjekteringen lider. Verdiskapningen foregår tilsynelatende, og i stor grad i såkalte *silos*. Ulike spesialiserte aktører evner ikke å hensynte øvrige fagfelt på grunn av kompetansemangel, eller fordi kontrakter og entrepriser ikke er tilpasset det digitale skiftet. Samarbeid og samspillskontrakter innebærer betydelig juridisk og økonomisk risiko, og mange prosjekter ender i konflikt eller søksmål. Prosjektenes samarbeidsmiljø oppfattes som fiendtlig, hvor mangelen på tillit og åpenhet er karakteristisk. Man frykter motparten vil profittere på delingen av informasjon. Dette virker destruktivt inn på relasjonene prosjektinteressentene i mellom, fordi man heller ønsker å hegne om egne hensyn enn å samarbeide. Et konfliktfylt samarbeidsklima vanskeliggjør også den avsluttende men essensielle prosjektevalueringen, noe som går ut over effekten og delingen av såkalte *beste praksis*.

6.1.2 KONSEKVENSENE

Scenarioet fremstår som en forverring av dagens situasjon, hvor det er stor konkurranse om færre oppdrag. Scenarioet beskriver det klart dårligste alternativet for «Entreprenør AS». Selv de få oppdragene som gjennomføres, preges av konflikt og lite samarbeid. Grunnet dårlige kommunikasjonslinjer, mangel på tillit og åpenhet, samt mangelfull informasjonsflyt, preges «Entreprenør AS» sine prosjekter i stor grad av heft, forsinkelser, merkostnader, avvik og dobbeltarbeid.

Prosjektenes framdrift planlegges ut i fra fremdriftsplanleggerens individuelle erfaringer med tilsvarende prosjekter. Fordi planleggingen som oftest tar utgangspunkt i anbudsfasens kalkulasjoner, er det essensielt å sørge for tilstrekkelig kontroll på prosjektets WBS – på aktivitetene og arbeidsoppgavene som skal gjennomføres – allerede *før* prosjektet igangsettes. Siden hver aktivitet i byggeprosessen har en gitt varighet, er prosjektnedbrytningen avgjørende for planleggingen av byggeprosjektets totale byggetid. Utfordringen ligger dermed i at *forprosjektet* fra byggherren og byggherrens rådgivere, ved komplekse prosjekter, ikke har den tilstrekkelige informasjonen nødvendig for kalkuleringen av pro-

sjektets byggetid. Siden man i dette scenarioet har mislyktes å samkjøre den teknologiske integreringen, hensyntas ikke prosjektkompleksiteten tilstrekkelig. På grunn av stor usikkerhet i forprosjektet og under prosjektering, ser man heller ikke hele bildet av prosjektomfanget. Konsekvensene er et feil eller ufullstendig prosjektomfang, som kan bety at beregningen av aktivitetenes varighet også blir feil. På grunn av presset byggetid eksisterer det heller ingen til liten *slakk* (eller buffer) i fremdriftsplanens kritiske aktiviteter. Vi anbefaler derfor «Entreprenør AS» å insistere på *nok* tid til prosjektering før spaden stikkes i jorda, fordi dette vil bidra til å senke usikkerhet, og dermed prosjektets helhetlige kompleksitet.

Vi ser i scenarioet at mye verdifull tid kan gå bort i administrative oppgaver som prosjektkoordinering og kvalitetssikring av allerede gjennomført arbeid. Dette er nødvendig fordi man ennå ikke har etablert en felles digital samhandlingsplattform – et prosjektinformasjonssystem som deler vital informasjon med alle av prosjektets deltagere. Vi tror likevel at ressursallokering til KS vil bidra positivt inn på total byggetid, kostnad og kvalitet fordi man vil minske omfanget av byggefeil. Grunnet manglende teknologisk integrering, vil prosjektene preges av dårlige brukergrensesnitt og programmer som ikke er interoperabile. Dette innebærer sløsing av tid på eksportering og konvertering av filer, men sees på som et nødvendig onde for at prosjektet i det hele tatt lar seg gjennomføre. Vi tror enkelte aktører har gått over til papirløse prosjekter, mens andre fortsatt jobber delvis på papir og delvis på data – noe som i mange tilfeller innebærer dobbeltarbeid. Ineffektive KS-systemer og arbeid i siloer struper informasjonsflyten gjennom verdikjeden, men bidrar til å redusere øvrig ressursløsning fra heft og dobbeltarbeid. Ved byggefeil og andre avvik ser vi for oss langvarige konflikter som står i stampe eller ender i søksmål, fordi ingen vil lempe på sine krav. Det er dette vi mener med «polemik».

På grunn av den store konkurransen er entreprenørene tilbøyelig for å godta kortere byggetid enn man vanligvis ville – for å i det hele tatt vinne oppdraget. Dette kan klart medføre forringet kvalitet grunnet hastverk. Viktige aspekter risikerer å bli oversett eller glemt, og risikoen for byggefeil grunnet pressede håndverkere er overhengende. At byggherrene, leietakere og brukere i økende grad forventer mer teknologi implementert i byggene, samtidig som at aktørene sliter med samkjøringen av installasjoner, prosesser og systemer, er et meget kompliserende aspekt.

6.2 SCENARIOFORTELLING 2: «SMART MEN TRÅTT»

«Smart men Trått» er fortellingen om en byggebransje hvor prosjektenes teknologisk integrasjon har vært vellykket, men labor økonomisk vekst har stagnert produksjonsetterspørselen. Bransjens mange og mindre aktører samarbeider, og kan derfor tilby et bredt kompetansespekter. Deler av digitaliseringens potensielle nyttiggjøres, men på grunn av den lave etterspørselen evner man ikke å industrialisere prosjektene i slik grad at det lar seg gjøre å hente ut de store skalafordelene. Hva teknologisk integrering og kompleksitet angår, fremstår dette scenarioet og påfølgende «Digital Vinning» som tilnærmet identiske.

6.2.1 SCENARIOET

Programvareindustrien har i dette scenarioet lyktes å løse utfordringene med overgang til papirløse prosjekter. Man digitaliserer nå *sammen*, grunnet et myndighetsfokus på utviklingen av bransjestandarder, sertifiseringer og felles terminologi. Dette har muliggjort en entydig digital kommunikasjon blant prosjektenes aktører som gir klare synergieffekter. Myndighetene og bedriftene har i tillegg – og i felleskap – arbeidet for omskolering av arbeidstakere, noe som har bidratt til en digital kompetanseheving for den eldre generasjonen håndverkere og ingeniører. Kontrakt- og entreprisereform har blitt tilpasset en heldigital prosjektgjennomføring. Mange aktører benytter nå aktivt mulighetene som ligger i de digitale hjelpemidlene, mye grunnet bevisstgjøringen rundt digitaliseringen. I plan- og prosjekteringsfasen benyttes digitale løsninger for planlegging og illustrasjonsøymed. Kostnad, fremdrift, HMS og risikoanalyser trekkes inn i den digitale modellen, hvor blant annet kostnads-, ytelses- og gjennomføringssimulering i 3D-modell sørger for å sikre tilfredsstillende av krav til byggverk og prosjektgjennomføring. Prosjekteringen forbedres ved at man vha. f.eks. kunstig intelligens ivaretar de behov byggherren og leietaker måtte ha, ut i fra kravspesifikasjonene som ligger til grunn. Det kan i tillegg gjennomføres simuleringer og analyser prosjekterings *byggbarhet*, slik at kostnadsaspektet ivaretas til fordel for både entreprenør og byggherre.

Likevel opplever deler av BAE-sektoren i scenarioet økonomiske utfordringer. Det er liten etterspørsel av rehabiliteringsprosjekter eller nybygg grunnet lav økonomisk vekst. Boligmarkedet er mettet, og offentlige investeringer innbefatter i de fleste tilfellene større infrastrukturprosjekter. Den store internasjonale konkurransen, da spesielt i de offentlige anbudsrundene, gjør at norske SMB kanskje må belage seg på mindre private og lokale oppdrag. Det kan fort oppstå et «klasseskille» hvor kun de mest digitaliserte, framtidsrettede og samarbeidsvillige aktørene overlever. Næringen lykkes med å hente ut produktivitets- og verdiskapningspotensialet digitaliseringen tilbyr, men fordi markedet er såpass begrenset, vil mange aktører oppleve en trå tilværelse.

6.2.2 KONSEKVENSENE

At man digitaliserer sammen har muliggjort en entydig digital kommunikasjon blant prosjektenes aktører som gir klare synergieffekter på både kostnad, fremdrift og kvalitet. Man kan i den digitale modellen

planlegge hele gjennomføringsprosessen, inkludert logistikk og detaljert fremdrifts- og gjennomføringsplan – noe som bidrar til god samhandling prosjektdeltagerne i mellom. Scenariet er således positiv mht. kommunikasjon og samhandlingsaspektet. I kombinasjon med prosjekttilpassede samspillkontrakter bidrar åpenhet og tillit blant samarbeidende aktører til redusert prosjektkompleksitet og redusert risiko – dette fordi man evner å eliminere usikkerhet og tvetydighet gjennom hyppig informasjonsutveksling. Bruk av f.eks. kunstig intelligens, blockchainteknologi, eller «smarte kontrakter» kan (hvis nok utviklet) automatisere og effektivisere prosjektledelsens administrative oppgaver, og slik frigjøre tid til mer verdiskapende arbeidsoppgaver. For prosjektets interessenter innebærer scenarioet at behov og ønsker ivaretas, og at man ved prosjektslutt får en «digital tvilling» som inneholder all informasjon og dokumentasjon nødvendig for effektiv forvaltning, drift og vedlikehold. Den digitale tvillingen fungerer således som en ressurs for både brukere og forvaltere av bygget. I takt med økt implementering av IoT-sensorer, vil den digitale tvillingen i tillegg kunne generere *big data* som kan brukes til å finne brukermønstre, og slik optimalisere driften. Interoperabiliteten den teknologiske integreringen bidrar med, fører til færre programvaresystemer å forholde seg til. Dette presser frigir ressurser som tidligere hadde gått til opplæringsøyemed. Alle programmene snakker nå samme «språk», som gjør at programvareutviklerne konkurrerer på brukergrensesnitt, og ikke i like stor grad på funksjonalitet som i dag. «Entreprenør AS» kan derfor oppleve sine programvare- og lisensieringskostnader betraktelig reduserte ift. dagens nivå.

6.3 SCENARIOFOTTELLING 3: «DIGITAL VINNING»

Scenariofortellingen «Digital Vinning» er vårt mest optimistiske framtidsbilde. Som i forrige scenario har byggebransjens teknologiske integrasjon vært høyst vellykket. Hva teknologisk integrering og kompleksitet angår, fremstår «Digital Vinning» og «Smart men trått» som tilnærmet identiske. Samtidig med en vellykket teknologisk integrasjon har scenarioet en meget gunstig økonomisk situasjon, hvor produksjonsetterspørselen overstiger tilbud grunnet både store offentlige og private investeringer. Byggebransjens drivkrefter er i dette scenarioet fordelaktig situert, og den positive veksten i økonomien bidrar til gode marginer.

6.3.1 SCENARIOET

Scenariet nærmer seg dagens visjon om hvordan heldigitale byggeprosjekter á la «Bygg 4.0» utspiller seg (jf. kap. 3.11). Man er i scenarioet på BIM-nivå 4. Overgangen til en heldigital og papirløs prosjektgjennomføring har vært insentivert av felles satsing og bevilgning til FoU fra både myndighetene, akademia og det private næringsliv. Forandringsvegringen man ser i scenariofortelling 1 og 4, har ikke påvirket digitaliseringsgraden nevneverdig. Som i «Smart men Trått» har utviklingen av kontrakt- og bransjestandarder, sertifiseringer og felles terminologi vært sentrale bidragsytere til at man nå digitaliserer sammen. I «Digital Vinning» har omstillingsevnen utvist av både statlige byråer, forskningsinstitutter og samarbeidende spesialist- og nisebedrifter vært avgjørende for satsingen på digital kompetanse, og ambisiøse prosjekter for kunder som verdsetter bærekraft, innovasjoner og helhetlig systemtenkning.

Satsingen bidrar til høy etterspørsel, rekruttering av kompetent arbeidskraft, og konkurranse om talentene – også fra andre bransjer. I scenarioet har man klart å samle en fragmentert spesialistsektor, hvor det er en sunn og tøff konkurranse, samtidig som at man evner å samarbeide på tvers. Programvare snakker nå godt sammen, mye grunnet programvareutviklingen av praktisk gode standarder. Entrepri-sene og kontraktsformene er tilpasset en digital og dynamisk hverdag, hvor samarbeid står i førersetet. Det tidligere spriket mellom hva som ble ansett som god teori og praksis er nå minimert. Hele leveringskjeden – både byggherre, entreprenører, leverandører og underentreprenører snakker sammen om løsninger til gagn for samtlige parter. En viktig faktor har i så henseende vært at åpenhet og informasjonsutveksling har blitt til tillit, som igjen har skapt gode og fruktbare relasjoner og samarbeid. Grunnet felles bransjestandarder konkurrerer nå programvareutviklerne på brukergrensesnitt, framfor funksjonalitet som i dag. I tillegg er forretningsmodellene i scenariofortelling 3 vesentlig forskjellig fra dagens modeller. Der hvor verdiskapningen tidligere baserte seg på aktørenes virksomhetsinterne konkurransefortrinn (eks. teknologi, patenter, effektiviseringsprosesser) skjer nå verdiskapningen i større grad gjennom horisontal samhandling på tvers av aktørene.

Scenarioets økonomiske situasjon er som nevnt svært fordelaktig. Grunnet den store produksjonsetterspørselen, og teknologiske fremskritt innen produksjonsmetoder, kan prosjektene i større grad la seg industrialisere. Dette kunne dog ikke ha latt seg gjøre uten en redusert prosjektkompleksitet.

6.3.2 KONSEKVENSENE

Kommunikasjonen prosjektdeltakerne i mellom er betydelig forbedret sammenlignet med scenariofortelling 1 og 4, hvor fraværet av relasjoner viste seg gjeldende. Det gode samarbeidsklimaet i prosjektene innebærer at interessentenes behov og ønsker ivaretas på en vesentlig bedre måte enn p.t. Avvik, heft og mangler på byggeplass under utførelse, blir ved hjelp av interoperable prosjektinformasjonssystemer umiddelbart knyttet opp mot den digitale modellen i «skyen» ved detektering. Dette på grunn av at de ulike programmene og systemene snakker samme «språk», og kan utveksle informasjon uavhengig av hvilke systemer de ulike aktørene benytter.

Åpenhet, og tillitsfull deling av det som tidligere var forretningssensitiv informasjon, samt bruk av felles prosjektinformasjonssystemer og dataverktøy, gjør at verdiskapningen ligger i synergien som oppnås av felles samhandling – jamførbart med f.eks. delingstjenester som AirBNB og Uber. Det er med andre ord tenkelig at delingsøkonomien *kan* innta BAE-næringen i løpet av scenarioanalysens tidshorisont – men hvordan denne spiller inn drøftes ikke. På grunn av bedre marginer, redusert og bedre kontroll på prosjektkompleksiteten, og store sprang i den teknologiske utviklingen, er det grunn til å tro at forsøk på 3D-printing av hus eller deler av hus er igangsatt, selv om det kanskje ennå er langt igjen til fullskala 3D-printede konstruksjoner. Som i «Smart men Trått» er det rimelig å anta at kunstig intelligens har gjort sitt inntog i både prosjekterings- og gjennomføringsfasen. Enn så lenge er det sannsynligvis snakk om mindre autonome prosesser, men inntøget av kunstig intelligens vil utvilsomt frigjøre ressurser til mer verdiskapende aktiviteter, samtidig som avvik og mangler i prosjektering og utføring automatisk fanges opp og belyses. Prosjektevaluering får i disse scenarioene en vesentlig plass,

fordi man gjennom de digitale verktøyene kan få tilgang til tilnærmest endelige mengder erfaringsdata. Alt som skjer på byggeplassen registreres, og kan gjennom analyser av *big data*, bidra inn i prosjektets beslutningstagning – også risiko- og HMS-spesifikke momenter. For prosjekteringsdel, dersom de industrialiserte prosjektene lar seg oppskalere, vil entreprenørene dra nytte av stordriftsfordeler avhengig av prosjektstørrelse og omfang. Marginene for samtlige aktører øker og prosjektenes framdrift blir raskere. Prosjekteringen drar også fordel av at designmodulene kan gjentas i andre prosjekter, noe som bidrar til å redusere antall medgåtte konsulenttimer på modellering. Indre effektivitet i prosjekteringsfasen vil øke, takket være økt koordinering og tverrfaglig samhandling og forbedrede BIM-modelleringsverktøy. Vi tror likevel ikke på at prosjekteringskostnadene reduseres nevneverdig, da prosjektering i BIM-nivå 4 inneholder tilleggsanalyser energi- og HMS-simuleringer. Den indre effektiviteten «spises» rett og slett opp. Et større fokus på prosjekteringsfasen, hvor entreprenøren nå i større grad deltar, flytter prosjektets ressursallokering «fremover» til tidligere i prosjekteringsfasen. Prosjektet er dermed i større grad enn p.t. ferdigprosjektert ved byggestart, noe som bidrar til bedre KS og økt kvalitet grunnet mindre byggefeil fordi utførelsen skjer i henhold til de simulerte gjennomføringsplanene.

I produksjonsfasen blir intern effektivitet på ulike måter forbedret. Bedre kontroll på planleggingen og sanntidsanalyser av byggeoperasjonene sikrer optimal ressursallokering. Byggefeil og merarbeid reduseres kraftig, fordi f.eks. 3-D laserskanning og annen sensorteknologi overvåker fremdriften og påser at den foregår iht. simulert framdrift. Avansert BIM og forbedret prefabrikkering muliggjør storskala montering av prefabelementer. Resultatet er at byggingen utføres raskere, bedre og billigere grunnet redusert sløsing i verdiskapningen. Dette gjør at entreprenør- og rådgiverkoalisjonene som evner å digitalisere på tvers av verdikjedene, oppnår konkurransefordeler.

Vi tror man i scenarioets tidshorisont vil se klare «klasseskiller» blant bransjens aktører: De som klarer å digitalisere egne prosesser vinner brorparten av konkurransene, mens aktører med forandringsvegring (tenk Kodak!), vil se at flere og flere anbud går tapt til fordel for mer fremtidsrettede aktører med digital kompetanse. Dette skjer fordi oppdragsgivere i større grad ønsker moderne teknologi som en integrert del av prosjektene, og fordi en vellykket digital integrasjon resulterer i bedre byggverk. Sett under ett lykkes bransjen med å hente ut produktivitets- og verdiskapningspotensialet digitaliseringen tilbyr.

6.4 SCENARIOFORTELLING 4: «STREVENDE UTTELLING»

«Strevende Uttelling» er scenariofortellingen hvor produksjonsetterspørselen er stor, mens den vellykkede teknologiske integrasjonen har uteblitt. På mange måter minner dette om dagens situasjon, hvor bransjens generelle økonomi er tilfredsstillende, mens produktiviteten synker. «Strevende Uttelling» fanger dog et fremtidig plausibelt scenario, og er således ikke direkte jamførbar med situasjonen p.t.

6.4.1 SCENARIOET

Hva teknologisk integrasjon angår, samsvarer dette scenarioet i stor grad beskrivelsene fra «Nedkjølt Polemikk»: Byggeprosjektene er komplekse og fragmenterte grunnet økt spesialisering og mengden teknologi som forsøkes integrert i byggene. Aktørenes samarbeid er ofte preget av konflikt. Men til tross for at den teknologiske integreringen har mislyktes, og aktørene digitaliserer hver for seg, er marginene i stor grad fortsatt positive. Mangfoldet av oppdrag og høy kvadratmeterpris på bolig og næringsbygg gir overskudd, men det er tydelig at potensialet som ligger i den digitale transformasjonen ikke er høstet fullt ut. BAE-næringen henger igjen på den digitale fronten, og entreprenørene sliter med å samkjøre installasjoner, prosesser og systemer fordi programvare ikke snakker sammen. Man har ikke mestret overgangen til papirløse prosjekter, fordi forandringsvegringen er stor og omstillingsevnen mangler – «*man tjener jo fortsatt godt*». Selv om den digitale kompetansen er forholdsvis lav, forsøkes morgendagens problemer løst gårdagens verktøy. Myndighetenes lov- og regelendringer har ikke ført bransjen nærmere en felles standard. Offentlige bevilgninger til FoU eller omskolering av arbeidstakere har uteblitt, eller ikke gitt effekt. Mangelen på digital satsing vanskeliggjør rekrutteringen av yngre og nyansatte til bransjen, som på sikt kan danne et kompetansegap i bedriftene. Bransjen nøler om veien videre og fortsetter i samme spor som før, fordi dette fram til nå har gitt inntekt. Kommunikasjonen i prosjektene virker i de fleste tilfeller krevende fordi bransjens aktører har spesialisert og utviklet seg i sprikende retninger. De positive bidragene fra digitale hjelpemidler og verktøy uteblir for det meste. Kommunikasjon skjer tradisjonelt, uten velfungerende informasjonssystemer. Prosjektering lider av lite systematisering. Verdiskapningen foregår i *siloer*, hvor aktørene ikke evner å hensynta øvrige fagfelt. Noe skyldes kompetansemangel, og noe fordi kontrakter og entrepriser ikke er tilpasset det digitale skiftet. For entreprenørene innebærer nye og ukjente entreprisformer betydelig juridisk og økonomisk risiko, som gjør at man ikke fullt ut tørr å åpne seg opp for samspill.

6.4.2 KONSEKVENSENE

Kompleksiteten i byggeprosjektene er høy fordi samhandlingen på tvers av verdikjeden har uteblitt. Dette medfører at mange prosjekter ender i konflikt eller søksmål, mye fordi mangelen på tillit og åpenhet skaper et fiendtlig samarbeidsmiljø. Man frykter et nullsumspill, hvor motparten vil profitere på bekostning av en selv. Dette virker destruktivt inn på relasjonene prosjektinteressentene i mellom, fordi man heller ønsker å hegne om egne hensyn enn å samarbeide. Man evner med andre ord ikke å hente ut synergiene fra samhandling, noe som gir utslag på kostnadsaspektet. Hver aktør går sin egen vei, som innebærer økte kostnader for den enkelte aktør, sammenlignet med hvis aktørene hadde vært tilbøyelig til å dele utgifter. Trolig finnes det få eller ingen insentiver for å skulle gå inn i turbulente partnerskap, så lenge marginene fortsetter å være tilstrekkelig store. Aktørene som ser nytten av et strevsomt samarbeid antas å være bransjeledende fordi man som eneste aktører evner å hente ut potensialet som ligger i digitaliseringen.

Vi tror den interne effektiviteten i scenarioets byggeprosjekter vil være noe bedre enn i scenariofortelling 1, men vurderer konsekvensene av scenarioets digitalisering til å være lite fordelaktig på sikt.

Fremdriften vil på grunn av manglende samhandling og informasjonsflyt være tilbøyelig for overskridelse. Byggekostnadene vil trolig være større enn nødvendig, fordi man ikke evner å hensynta prosjektkompleksiteten, men at man godtar såkalt bygg-og-riv grunnet store marginer. At man ikke evner å samkjøre de mange teknologiske installasjonene gjør kompleksiteten utfordrende, og kan innebærer at man ikke klarer å imøtekomme byggherre og øvrige interessenters forventninger, behov og krav – noe som i sum går ut over bygningsmassenes kvalitet.

KAPITTEL 7

KONKLUDERENDE BEMERKNINGER

Oppgaven har tatt for seg konsekvensene av økt digitalisering i framtidens byggebransje, med det formål å gi en indikasjon på hvorvidt en heldigital og framtidig byggebransje, kan forventes å være bedre stilt enn den vi har i dag.

Vi forsøkte innledningsvis, i kapittel 1, å danne et bakteppe og en kontekst for tematikken oppgaven omhandler. Gjennom kapittel 2 ble oppgavens vitenskapelige tilnærming og metodikk for analysene gjennomgått. Kapittel 3 dannet det teoretiske grunnlaget analysene bygger på. Her ble også resultatene fra oppgavens litteraturstudie – *byggebransjens nøkkelfaktorer* – presentert. Kapittel 4 ga oss deretter et innblikk i dagens byggebransje, og de faktorene respondentene fra «Entreprenør AS» anser som vesentlige. Scenarioanalysen – oppgavens primære fokus – presenteres i kapittel 5. Her gjennomførte vi først en PESTEL-analyse av bransjens makroomgivelser. Målet var å identifisere sentrale drivkrefter, før vi deretter definerte hvilke kritiske usikkerheter scenarioanalysen baseres på. Videre utgjorde kapittel 6, oppgavens resultat- og drøftingskapittel. Her diskuterte vi scenariofortellingene med hensyn til *kompleksitet*, *byggetid*, *byggekostnader* og *kvalitet*. I dette kapittelet, kapittel 7, presenterer vi oppgavens konkluderende og avsluttende bemerkninger. Vi understreker dog at oppgaven, for å besvare problemstillingen tilstrekkelig, må betraktes *samlet* og under ett.

Mengden teknologi og installasjoner som forventes integrert i dagens bygg, øker jamførbart med en tiltagende teknologisk utvikling. Vi har i oppgaven tatt utgangspunkt i at dette bidrar til å øke kompleksiteten i prosjektene. Flere spesialiserte aktører skal involveres, alle med sin egen måte å arbeide på, og alle med eget insentiv for å lykkes med prosjektet. Kompleksiteten stiller utvilsomt høyere krav til samhandling på tvers av fagfelt, til funksjonalitet, brukervennlighet og interoperabilitet i digitale verktøy, til kompetanseheving, og til informasjonsflyten i prosjektene.

Vi mener oppføringen av digitaliserte bygg, betinger anvendelsen av digitale virkemidler. Siden digitaliseringen er en megatrend som allerede omslutter integrerer store deler av samfunnet vårt, er det altså bare et spørsmål om tid før BAE-sektoren også gjennomgår et digitalt skifte – en *digital transformasjon* som digitaliserer og endrer arbeidsprosesser og mønstre. Tradisjonelt har byggebransjen

vært en konservativ og fragmentert bransje med komplekse verdikjeder og unike produkter – ofte blant de siste industrisektorene til å ta i bruk innovasjoner. Man spør seg derfor hvorvidt bransjen vil evne å omstille seg – å digitalisere analog byggeprosesser uten at det får ytterligere innvirkninger på en allerede negativ produktivitetsutvikling. Hva blir så *egentlig* de framtidige konsekvensene av digitaliseringen?

Ingen er spåmenn, og ingen vet hva fremtiden vil bringe. Framtiden er et intrikat samspill av ulike faktorer det er svært vanskelig å utrede. Likevel tror vi vår utredning av plausible fremtidsbilder kan indikere hvordan byggetid, byggekostnader og kvalitet påvirkes av digitaliseringen. Figur 7.1 illustrerer scenarioene med hensyn til kompleksitet, byggetid, byggekostnad og kvalitet. Graden av kompleksitet illustreres av antall sirkler, mens konsekvensene av digitaliseringen for fremdrift, kostnader og kvalitet illustreres i form av antall stjerner, hvor et høyt antall stjerner representerer en mer fordelaktig situasjon hvorpå indre effektivitet er høy. Det påpekes derimot at scenarioene er *svært* intrikate og sammensatte, og kan på ingen måte beskrives tilstrekkelig og utfyllende nok gjennom drøftingens tekst eller i en oppsummerende tabell. Konsekvensene av økt digitalisering må sees ut i fra scenarioet som helhet, fra et sammensatt og overordnet perspektiv.

«NEDKJØLT POLEMIKK»

Byggeprosjektene framstår som svært kompliserte, grunnet manglende teknologisk integrasjon og fraværende samhandling. Fremdriftsaspektet har en forholdsvis lav indre effektivitet, hvor samarbeidsproblemer ikke bidrar reduserende på kompleksiteten. Risiko for tidsoverskridelser må anees som markant. Byggeprosjektene sliter allerede med lave marginer. Byggekostnadene anser vi som uforholdsmessig høye, og skyldes fraværet av synergieffektene godt samarbeid tilfører. Siden kompleksiteten er høy, klarer man heller fange opp vitale elementer i prosjektgjennomføringen. Vesentlige aspekter blir ikke hensyntatt. Interessentene oppfatter således kvaliteten som lav. Prosjektene bærer dermed tydelig preg av manglende måloppnåelse i henhold til interessenes behov og forventninger. I sum mener vi mesteparten av byggeprosjektene vil framstå som operasjonelt og taktisk lite vellykket.

«SMART MEN TRÅTT»

Byggeprosjektene kompleksitet er relativ lav, fordi den teknologiske integrasjonen har vært vellykket. Fremdriften har en forholdsvis høy indre effektivitet. Risiko for tidsoverskridelser anees som lav. Kostnadene er lave grunnet tydelige synergieffekter, men grunnet lav etterspørsel har bransjen generelt lave marginer. Man fanger i vesentlig grad opp aspekter i prosjektgjennomføringen, og imøtekommer således minimumsforventninger og -behov. Men grunnet lave marginer klarer man ikke tilføre «det lille ekstra», som medfører en middels god kvalitetsoppnåelse. Totalt sett mener vi byggeprosjektene vil være operasjonelt vellykket, men at man i det taktiske perspektivet fortsatt har forbedringspotensiale.

«DIGITAL VINNING»

Kompleksiteten framstår som minimal grunnet særdeles vellykket teknologisk integrasjon. Dette bidrar til at fremdriftsaspektet har høy indre effektivitet. Risiko for tidsoverskridelser ansees som tilnærmet null. Kostnadene er lave grunnet tydelige synergieffekter, og høy etterspørsel gir entreprenørene gode marginer. Store deler av overskuddet investeres i innovative løsninger og tiltak som bidrar til at man ofte overgår interessentenes forventninger hva ønsker og behov angår. «Det lille ekstra» gjør kvalitetsoppnåelsen stor. Samlet er byggeprosjektene både operasjonelt og taktisk sett meget vellykket.

«STREVENDE UTTELLING»

Prosjektkompleksiteten er moderat til høy. Manglende teknologisk integrasjon og fraværende samhandling er karakteristisk. Scenarioet har en moderat indre effektivitet hva fremdrift angår. Hadde det ikke vært for betydelig ressursallokering til fremdriftsforbedrende tiltak, hadde indre effektivitet vært lav. Risiko for tidsoverskridelser må dermed ansees som moderat. Gode marginer i næringen skyldes at man grunnet høy produksjonsetterspørsel delvis evner å industrialisere produksjonen. Byggekostnadene er forholdsvis lave grunnet storskalafordelelene, men kan potensielt reduseres ytterligere ved bedre samhandling og koordinering. Moderat til høy kompleksitet medfører mange avvik fordi vesentlige aspekter blir ikke hensyntas – noe som er med på å redusere kvalitetsoppnåelsen betraktelig. Sett i et taktisk perspektiv, i henhold til interessenes behov og forventninger, framstår prosjektets vellykkethet som lav. Byggeprosjektene operasjonelle vellykkethet er likevel å anse som relativt høy.

Scenario	Nedkjølt Polemikk	Smart men Trått	Digital Vinning	Strevende Uttelling
<i>Kompleksitet</i>	●●●●	●●	●	●●●
<i>Fremdrift</i>	★★	★★★★	★★★★★★	★★★
<i>Kostnader</i>	★★	★★★	★★★★	★★★★
<i>Kvalitet</i>	★	★★★★	★★★★★★	★★

★ Fordelaktighet ● Grad av kompleksitet.

Figur 7.1: Scenarioene sammenstilt

(BLANK SIDE)

REFERANSER

- [1] STATISTISK SENTRALBYRÅ. «OMSETNING I BYGGE- OG ANLEGGSVIRKSOMHETEN». STATISTIKKBANK-TABELL «03512». BESØKT: 17.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.SSB.NO/BYGG-BOLIG-OG-EIENDOM/ARTIKLER-OG-PUBLIKASJONER/OKT-OMSETNING-FOR-BYGG-OG-ANLEGG-I-2016](https://www.ssb.no/bygg-bolig-og-eiendom/artikler-og-publikasjoner/okt-omsetning-for-bygg-og-anlegg-i-2016)
- [2] «BYGGEKOSTNADSIKKEDEKS FOR BOLIG» & «KONSUMPRISINDEKSEN». STATISTIKKBANKTABELL «08650» & «08184». STATISTISK SENTRALBYRÅ. BESØKT: 17.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.SSB.NO/STATISTIKKBANKEN](https://www.ssb.no/statistikkbanken)
- [3] KOMMUNAL- OG REGIONALDEPARTEMENTET, “GODE BYGG FOR EIT BETRE SAMFUNN,” KOMMUNAL- OG REGIONALDEPARTEMENTET, MELD. ST. 28 (2011–2012), 2012.
- [4] J. MEHUS *et al.*, “ENDRING I BYGGEKVALITET,” NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT, TEKN. RAP., 2004.
- [5] T. INGVALDSEN, “BYGGSKADEOMFANGET I NORGE,” SINTEF BYGGFORSK, PROSJEKTRAPPORT 17, 2006.
- [6] OECD. «PRODUCTIVITY AND ULC BY MAIN ECONOMIC ACTIVITY (ISIC REV.4)». KONSTANTE PRISER. BESØKT: 18.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://STATS.OECD.ORG/INDEX.ASPX?DATASETCODE=PDBI_I4](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PDBI_I4)
- [7] D. K.-S. SCHOBBER OG D. P. HOFF, “CONSTRUCTION 4.0: DIGITIZATION IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY,” THINK ACT BEYOND MAINSTREAM, ROLAND BERGER GMBH, JUN 2016, BESØKT: 31.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.ROLANDBERGER.COM/PUBLICATIONS/PUBLICATION_PDF/TAB_DIGITIZATION_CONSTRUCTION_INDUSTRY_E_FINAL.PDF](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/tab_digitization_construction_industry_e_final.pdf)
- [8] E. ANDERSEN, 2014, “DEN DIGITALISERTE VIRKELIGHET: STRATEGIER FOR EN VERDEN FULL AV DATA.” *Magma - Tidsskrift for økonomi og ledelse*, VOL. 17, NR. 3, S. 22 – 29.
- [9] S. LINDHARD OG J. K. LARSEN, 2016, “IDENTIFYING THE KEY PROCESS FACTORS AFFECTING PROJECT PERFORMANCE,” *Engineering, Construction and Architectural Management*, VOL. 23, S. 657–673.
- [10] F. BARBOSA *et al.*, “REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY,” MCKINSEY INSIGHTS REPORT, MCKINSEY & COMPANY AND MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, FEB. 2017, BESØKT: 20.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.MCKINSEY.COM/INDUSTRIES/CAPITAL-PROJECTS-AND-INFRASTRUCTURE/OUR-INSIGHTS/REINVENTING-CONSTRUCTION-THROUGH-A-PRODUCTIVITY-REVOLUTION](http://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution)
- [11] R. AGARWAL *et al.*, “IMAGINING CONSTRUCTION’S DIGITAL FUTURE,” MCKINSEY INSIGHTS REPORT, MCKINSEY & COMPANY AND MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE, JUN 2016, BESØKT: 20.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.MCKINSEY.COM/INDUSTRIES/CAPITAL-PROJECTS-AND-INFRASTRUCTURE/OUR-INSIGHTS/IMAGINING-CONSTRUCTIONS-DIGITAL-FUTURE](https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future)
- [12] P. GERBERT *et al.*, “THE TRANSFORMATIVE POWER OF BUILDING INFORMATION MODELING,” DIGITAL IN ENGINEERING AND CONSTRUCTION, BOSTON CONSULTING GROUP, MARCH 2016, BESØKT: 21.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://FUTUREOFCONSTRUCTION.ORG/CONTENT/UPLOADS/2016/09/BCG-DIGITAL-IN-ENGINEERING-AND-CONSTRUCTION-MAR-2016.PDF](http://futureofconstruction.org/content/uploads/2016/09/BCG-DIGITAL-IN-ENGINEERING-AND-CONSTRUCTION-MAR-2016.PDF)
- [13] H. BALLARD, “THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL,” PH.D. AVHANDLING, SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING, THE UNIVERSITY OF BIRMINGHAM, 2000.
- [14] 100 STØRSTE. BYGGEINDUSTRIEN. BESØKT: 23.11.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.BYGG.NO/100-STORSTE](http://www.bygg.no/100-storste)
- [15] O. DALLAND, *Metode- og oppgaveskriving for studenter*, 5. VER. OSLO: GYLDENDAL AKADEMISK, 2012.
- [16] T. THAGAARD, *Systematikk og innlevelse – en innføring i kvalitativ metode*, 2. VER. FAGBOKFORLAGET, 2002.
- [17] K. SAMSET, *Prosjekt i tidligfase – Valg av konsept*. BERGEN: FAGBOKFORLAGET, 2014.
- [18] C. KOTHARI, *Research Methodology : Methods and Techniques*. NEW AGE INTERNATIONAL PVT. LTD., PUBLISHERS, 2004.
- [19] J. D. I., *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. KRISTIANSAND: HØYSKOLEFORLAGET, 2005.

- [20] S. DAHLUM. VALIDITET. STORE NORSKE LEKSIKON. BESØKT: 21.11.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://SNL.NO/VALIDITET](https://snl.no/validitet)
- [21] J. RY NIELSEN, "FRA NÆRHET TIL DISTANSE OG TILBAKE IGJEN: OM Å ANALYSERE SIN EGEN ORGANISASJON," I *Dugnadsånd og forsvarsverker*, 2. VER., P. REBSTAD, ED. NORGE: UNIVERSITETSFORLAGET, 2004.
- [22] VEIEN TIL INFORMASJONSKOMPETANSE. INTERNETTSIDE. BESØKT: 21.11.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.NTNU.NO/VIKO/KILDEKRITIKK](http://www.ntnu.no/viko/kildekritikk)
- [23] T. SAGER, "FREMSYNSMETODER," NTNU - INSTITUTT FOR BYGG, ANLEGG OG TRANSPORT, TRONDHEIM, TEKN. RAP., SEPT 2017, CONCEPT-RAPPORT NR 53.
- [24] P. E. STOKNES OG F. HERMANSEN, *Lær av Fremtiden, norske organisasjoners erfaringer med scenariobasert strategi*. OSLO: GYLDENDAL AKADEMISK, 2004.
- [25] J. OGILVY OG P. SCHWARTZ, 2004, "PLOTING YOUR SCENARIOS," *Global Business Network*.
- [26] K. VAN DER HEIJDEN, *cenarios. The Art of Strategic Conservation*. CHICHESTER: JOHN WILEY AND SONS, 1996.
- [27] G. WRIGHT *et al.*, 2012, "DOES THE INTUITIVE LOGICS METHOD – AND ITS RECENT ENHANCEMENTS – PRODUCE «EFFECTIVE» SCENARIOS?" *Technological Forecasting & Social Change*.
- [28] L. BÖRJESON *et al.*, 2006, "SCENARIO TYPES AND TECHNIQUES: TOWARDS A USER'S GUIDE," *Futures*, VOL. 38, NR. 7, S. 723–739.
- [29] U. H. VON REIBNITZ, "SCENARIOS + VISION: MANAGING AND PLANNING IN TURBULENT TIMES," I *IT Challenges in the Next Millennium*, 1999, SMB CONFERENCE.
- [30] J. VOROS, JUNE 2003, "A GENERIC FORESIGHT PROCESS FRAMEWORK," *Foresight*, VOL. 5, NR. 3, S. 10–21.
- [31] P. SCHWARTZ, *The Art of the Long View*. NEW YORK, NY, USA: JOHN WILEY AND SONS LTD, 1996.
- [32] L. FAHEY OG R. M. RANDALL, *Learning from the Future: Competitive Foresight Scenarios*. NEW YORK, NY, USA: JOHN WILEY AND SONS LTD, 1999.
- [33] G. E. MOORE, "CRAMMING MORE COMPONENTS ONTO INTEGRATED CIRCUITS," I *Proceedings of the IEEE*, VOL. 86, 1998, S. 82–85.
- [34] F O'BRIEN, 2004, "SCENARIO PLANNING — LESSONS FOR PRACTICE FROM TEACHING AND LEARNING," *European Journal of Operational Research*, VOL. 152, NR. 3, S. 709–722.
- [35] J. E. VINNEM. SORTE SVANER: INNEN RISIKOSTYRING. STORE NORSKE LEKSIKON. BESØKT: 21.11.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://SNL.NO/SORTE_SVANER_-_INNEN_RISIKOSTYRING](https://snl.no/sorte_svaner_-_innen_risikostyring)
- [36] J. SCHMIEDER-RAMIREZ OG L. MALLETT, 2015, "CHAPTER 28: USING THE SPELT ANALYSIS TECHNIQUE FOR ORGANIZATIONAL TRANSITIONS," *Education Applications and Developments*, S. 291–298.
- [37] G. JOHNSON OG K. SCHOLES, *Exploring corporate strategy*, 8. VER. HARLOW: FT PRENTICE HALL, 2008.
- [38] A. GILLESPIE, *Foundations of Economics*. USA: OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2007, KAP. PESTEL ANALYSIS OF THE MACRO-ENVIRONMENT.
- [39] E. WÆHLE OG A. B. STERRI. CASE-STUDIE. STORE NORSKE LEKSIKON. BESØKT: 23.11.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://SNL.NO/CASE-STUDIE](https://snl.no/case-studie)
- [40] R. K. YIN, "CASE STUDY RESEARCH: DESIGN AND METHODS," LOS ANGELES, CALIF, 2014.
- [41] PMI, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)*, 6. VER. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI), 2017.
- [42] R. K. WYSOCKI, *Effective project management: Traditional, Agile, Extreme*, 7. VER. INDIANAPOLIS: WILEY, 2014.
- [43] P. T. EIKELAND, "TEORETISK ANALYSE AV BYGGEPROSJEKTER," NTNU, TRONDHEIM, TEKN. RAP., AUG 2001, SAMSPILLET I BYGGEPROSESSER.
- [44] B. ANDERSEN *et al.*, "PROSJEKTMODELLER OG PROSJEKTEIERSTYRING I STATLIGE VIRKSOMHETER," NTNU - INSTITUTT FOR BYGG, ANLEGG OG TRANSPORT, TRONDHEIM, TEKN. RAP., OKT 2016, CONCEPT RAPPORT NR 50.
- [45] K. SAMSET, *Making Essential Choices with Scant Information*. LONDON: PALGRAVE MACMILLAN, 2009, KAP. PROJECTS, THEIR QUALITY AT ENTRY AND CHALLENGES IN THE FRONT-END PHASE.
- [46] V. A. GREIMAN, *Stakeholders, in Megaproject Management: Lessons on Risk and Project Management from the Big Dig*. HOBOKEN, NJ, USA: JOHN WILEY & SONS, 2013.
- [47] P. NÆSS, *Making Essential Choices with Scant Information*. LONDON: PALGRAVE MACMILLAN, 2009, KAP. FRONT-END DECISION MAKING IN MAJOR PROJECTS.

- [48] L. ANDERSEN, "SAMHANDLING I PROSJEKTERING OG BYGGING," NTNU SAMFUNNSFORSKNING, TEKN. RAP., 2013.
- [49] P. MITROPOULOS, "CONSTRUCTION PLANNING & SCHEDULING," FORELESNING, SAN DIEGO STATE UNIVERSITY, SAN DIEGO, CA, USA, 2012.
- [50] E. ØSTBY DEGLUM *et al.*, *TBA4127/AAR4951 Prosjekteringsledelse (Fagbok)*. TRONDHEIM: KOMPENDIEFORLAGET, 2013.
- [51] R. L. DAFT OG R. H. LENGEL, 1986, "ORGANIZATIONAL INFORMATION REQUIREMENTS, MEDIA RICHNESS AND STRUCTURAL DESIGN," *Management Science*, VOL. 32, NR. 5.
- [52] M. H. ZACK, "IF MANAGING KNOWLEDGE IS THE SOLUTION, THEN WHAT'S THE PROBLEM?" I *Knowledge Management and Business Model Innovation*, Y. MALHOTRA, ED. LONDON: IDEA GROUP PUBLISHING, 2001, S. 16–36.
- [53] H. MILLER, 1996, "THE MULTIPLE DIMENSIONS OF INFORMATION QUALITY." *Information Systems Management*, VOL. 13, NR. 2.
- [54] S. TITUS OG J. BRÖCHNER, 2005, "MANAGING INFORMATION FLOW IN CONSTRUCTION SUPPLY CHAINS," *Construction Innovation*, VOL. 5, S. 71–82.
- [55] E. TRIBELSKY OG R. SACKS, JUL 2010, "MEASURING INFORMATION FLOW IN THE DETAILED DESIGN OF CONSTRUCTION PROJECTS," *Research in Engineering Design*, VOL. 21, NR. 3, S. 189–206.
- [56] K. BORGES OG K. DENIZOU, *Programmering av byggeprosjekter*, BYGGFORSK STD. 220.010, 2000.
- [57] KOMMUNAL- OG REGIONALDEPARTEMENTET, "IKRAFTSETTING AV LOV OM PLANLEGGING OG BYGGESAKSBEHANDLING (PLAN- OG BYGNINGSLOVEN)," 2010. RUNDSKRIV H-1/10, JUN 2010.
- [58] DIFI, "GJENNOMFØRINGSMODELLER - BAE," ANSKAFFELSER.NO, 2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.ANSKAFFELSER.NO/HVA-SKAL-DU-KJOPE/BYGG-ANLEGG-OG-EIENDOM-BAE/GJENNOMFORINGSMODELLER](https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae/gjennomforingsmodeller)
- [59] BYGGENÆRINGENS LANDSFORENING. (2017) DIGITALT VEIKART FOR BAE-NÆRINGEN FOR ØKT BÆREKRAFT OG VERDISKAPNING. BESØKT: 05.09.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.BNL.NO/GLOBALASSETS/DOKUMENTER/RAPPORTER/210917-DIGITALT-VEIKART-FOR-BAE-3.PDF?ID=4000](https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/rapporter/210917-digitalt-veikart-for-bae-3.pdf?id=4000)
- [60] V. ROBLEK *et al.*, JUNE 2016, "A COMPLEX VIEW OF INDUSTRY 4.0," *SAGE Open*, VOL. 6, NR. 2.
- [61] ABOUT ISA. (INTEROPERABILITY SOLUTIONS FOR EUROPEAN PUBLIC ADMINISTRATIONS). BESØKT: 18.10.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://EC.EUROPA.EU/ISA2/%5BFIELD_ISA_SLIDE_LINK%5D_EN](https://ec.europa.eu/isa2/%5Bfield_isa_slide_link%5D_en)
- [62] BOSTON CONSULTING GROUP, "A BREAKTHROUGH IN MINDSET AND TECHNOLOGY," SHAPING THE FUTURE OF CONSTRUCTION, WORLD ECONOMIC FORUM, MAY 2016, BESØKT: 21.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW3.WEFORUM.ORG/DOCS/WEF_SHAPING_THE_FUTURE_OF_CONSTRUCTION_FULL_REPORT_.PDF](http://www3.weforum.org/docs/WEF_SHAPING_THE_FUTURE_OF_CONSTRUCTION_FULL_REPORT_.pdf)
- [63] BYGG21. (2017) PROSESSENE PÅ BYGGEPLASS ER LITE DIGITALISERT. UNDERSØKELSE. BESØKT: 05.09.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.BYGG21.NO/NO/RESULTATER/BYGG21-UNDERSOKELSE-VISER-AT-PROSESSENE-PA-BYGGEPLOSS-ER-LITE-DIGITALISERT/](http://www.bygg21.no/no/resultater/bygg21-undersokelse-viser-at-prosessene-pa-byggeplass-er-lite-digitalisert/)
- [64] N. GU OG K. LONDON, 2010, "UNDERSTANDING AND FACILITATING BIM ADOPTION IN THE AEC INDUSTRY," *Automation in Construction*, VOL. 19, NR. 8, S. 988–999.
- [65] A. GRILO OG R. JARDIM-GONCALVES, 2010, "VALUE PROPOSITION ON INTEROPERABILITY OF BIM AND COLLABORATIVE WORKING ENVIRONMENTS," *Automation in Construction*, VOL. 19, NR. 5, S. 522–530.
- [66] J. P. KOTTER, *Leading change*. BOSTON, USA: HARVARD BUSINESS REVIEW PRESS, 2012.
- [67] OECD, 2016, "SKILLS MATTER: FURTHER RESULTS FROM THE SURVEY OF ADULT SKILLS." [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.OECD.ORG/SKILLS/SKILLS-MATTER-9789264258051-EN.HTM](http://www.oecd.org/skills/skills-matter-9789264258051-en.htm)
- [68] RAMBØLL MANAGEMENT CONSULTING *et al.*, "IT I PRAKSIS," TEKN. RAP., 2017, NORGES DIGITALE STATUS.
- [69] B. SUGUMARAN OG M. LAVANYA, JAN 2013, "EVALUATION OF DESIGN CONSTRUCTION INTERFACE IN CONSTRUCTION INDUSTRY," *International Journal of Engineering Research & Technology*, VOL. 2, NR. 1.
- [70] L. F. ALARCÓN OG D. A. MARDONES, "IMPROVING THE DESIGN- CONSTRUCTION INTERFACE," 1998. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.IGLC.NET/PAPERS/DETAILS/34](http://www.iglc.net/papers/details/34)
- [71] B. DAVE *et al.*, 2016, "OPPORTUNITIES FOR ENHANCED LEAN CONSTRUCTION MANAGEMENT USING INTERNET OF THINGS STANDARDS," *Automation in Construction*, VOL. 61, S. 86–97.
- [72] KOMMUNAL- OG REGIONALDEPARTEMENTET, "BYGGTEKNISK FORSKRIFT (TEK17)," LOVDATA, JUN 2017.
- [73] BYGGENÆRINGENS LANDSFORENING. (2017) BYGGENÆRINGENS FREMTIDSBAROMETER 2017. BESØKT: 05.09.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.BNL.NO/GLOBALASSETS/DOKUMENTER/RAPPORTER/BYGGENARINGENS-FREMTIDSBAROMETER.PDF](https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/rapporter/byggenaringens-fremtidsbarometer.pdf)

- [74] FÆRRE UNGE HAR DELTIDSJOBB. STATISTISK SENTRALBYRÅ. BESØKT: 21.11.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTP://WWW.SSB.NO/ARBEID-OG-LONN/ARTIKLER-OG-PUBLIKASJONER/FAERRE-UNGE-JOBBER](http://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/artikler-og-publikasjoner/faerre-unge-jobber)
- [75] «FAMILIER OG HUSHOLDNINGER». STATISTISK SENTRALBYRÅ. BESØKT: 19.07.2017. [ONLINE] TILGJENGELIG: [HTTPS://WWW.SSB.NO/BEFOLKNING/STATISTIKKER/FAMILIE/AAR/2016-04-14](https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/familie/aar/2016-04-14)

VEDLEGG A

DIGITALISERINGENS MODENHETSTRAPP

Trinn 0 - ustrukturert informasjon - "manuelt tegnebrett"	
Innhold:	Linjer og tekst etablert med blyant eller tusj penn
Digitalisering:	Tegninger på tracing på et tegnebord. => Bare papirkopier
Interoperabilitet	Arbeid på scale-masterkopi av andre disipliners tegninger
Samspill:	Tradisjonelle kontrakter Koordinering i prosjekterings-møter og byggemøter Ingen felles standarder eller prosesser
Trinn 1 - strukturert informasjon - "ensom BIM"	
Innhold:	Digitale linjer, tekst, blokker og symboler i 2D og 3D
Digitalisering:	Tegninger laget med 2D og 3D CAD/BIM på en datamaskin. => Primært papirkopier også digitale filer f.eks. PDF
Interoperabilitet:	Arbeid på f.eks. DWG eller DXF bakgrunn fra andre fag
Samspill	Tradisjonelle kontrakter Systematisk interdisiplin-kontroll med noe digitale arbeidsflyter Felles standarder
Trinn 2 - Filbaserte, sammenstilte Informasjonsmodeller (fødererte modeller) - "proprietær samspill BIM"	
Innhold:	Enkle 3D objekter 3D bygnings-objekter med tilfeldig informasjonsinnhold
Digitalisering:	Tegninger laget med 3D CAD/BIM Tegninger / views fra BIM => Papirkopier og også digitale filer f.eks. PDF, og enkelte ganger 3D modell filer
Interoperabilitet:	Arbeid på proprietær 3D bakgrunn fra andre fag f.eks. DWG eller RVT. Filbasert fagmodell deling av åpen BIM (IFC), sammensatte modeller
Samspill:	Tradisjonelle kontrakter 3D visualisering, visuell kontroll i modellerings-verktøy + 4D (tid) og 5D (kost) Systematisk modellkoordinering, kollisjonskontroll, mengder
Trinn 3 - Databasebaserte informasjonsmodeller - "integrert BIM"	
Innhold:	Modeller og tegninger laget med BIM fagsystemer 3D bygnings-objekter med spesifikke krav til objekter, egenskaper og ID Produsentenes 3D objekter og egenskaper for grensesnitt (og drift)
Digitalisering:	Tegninger / views fra BIM streames til mobile enheter Åpen BIM med mål-setting streames til mobile enheter => Digitale modell filer er primærmedium, noe papirtegninger, noe 3D modeller på mobile enheter
Interoperabilitet:	Serverbasert deling av åpen BIM (IFC), kontinuerlig validering av modell Serverbasert kommunikasjon og sakshåndtering, alle saker relateres til objekter i BIM
Samspill:	Tradisjonelle kontrakter, men nye kontrakter som Integrated Project Delivery (IDP) tar ut digitalt potensiale 3D visualisering, visuell kontroll i modellerings-verktøy + 4D (tid) + 5D (kost) + 6D(livsløp) Systematisk modellkoordinering, kollisjonskontroll, mengder Avansert kontroll av modell mot system, typetilhørighet og grensesnitt. Modell bærer med seg all informasjon for bygging. Modelldrevet produksjon og bygging
Trinn 4 - Distribuerte databasebaserte informasjonsmodeller med tilgang via definerte grensesnitt og integrasjonsbuss - "verdinnettverksBIM"	
Innhold:	All prosjekt- og driftsdokumentasjon og historie er knyttet til objekter i modell
Digitalisering:	Åpen BIM med all driftsinformasjon og historie streames til mobile enheter => prosjektinformasjonsmodell er hovedlager, alle andre systemer er knyttet mot denne for synkronisering av nøkkeldata
Interoperabilitet:	Sensorer beriker modell. Direkte kommunikasjon mellom modell og funksjonelle systemer Plug-bare påkoblinger av ulike forhåndsgodkjente systemer
Samspill:	Tradisjonelle kontrakter, men nye kontrakter som Integrated Project Delivery (IDP) tar ut digitalt potensiale Modell benyttes både i prosjekter, drift, for ansatte, brukere og besøkende

Figur A.1: Forklaring digitaliseringens modenhetstrapp [59]

VEDLEGG B

INTERVJUGUIDE – VEILEDENDE TEMA FOR DIALOGEN

VEDRØRENDE BEDRIFTEN

Erfaring

Hovedansvar og oppgaver på prosjektet

Digital kompetanse

Bedriftens digitale modenhetsgrad

Prosjektets digitale modenhetsgrad

PERSONLIG

Forhold til bruk av digitale arbeidsverktøy ilt arbeidsdagen? Hva bruker du, og til hva?

Hvilke utfordringer i nåværende prosjekt ser du på som mest prekær?

Hvordan tror du digitale verktøy kunne vært til hjelp for å løse utfordringene?

Hvilke digitale verktøy tror du kunne underlettet ditt arbeid?

Hva ser du for deg når man snakker om digitalisering?

Hvordan tror du byggeprosjektene vil bli gjennomført om 3-5 år mht digitalisering?

OMSTILLINGSEVNE, ENDRINGSLEDELSE, OG OM- SKOLERING

LOVVERK OG OFFENTLIG BEVILGNING

KONTRAKTER, KONTRAHERINGSPROSESSEN OG LE- VERINGSKJEDER

DESIGN OG PROSJEKTERING

HVILKEN EFFEKT HAR DIGITALISERING PÅ BYGGE- TID, BYGGEKOST OG KVALITET?

Byggetid, kostnader, kvalitet

HVILKE KONSEKVENSER FÅR ØKT DIGITALISERING FOR KOMPLEKSITETEN OG KRAVENE TIL SAMHAND- LING OG KOORDINERING?

Utførelse

Kvalitetssikring

Samhandling & kommunikasjon

ANNET

Andre nøkkelfaktorer for prosjektet?

Hvordan er kommunikasjonen i prosjektet, internt og med UE?

Fordeler med digitaliseringen?

Utfordringer med digitaliseringen?

B.1 «ENTREPRENØR AS» – CASEBEDRIFT

B.1.1 RESPONDENT: *ING-1* OG *FOR-1*

Fellessamtale den 20.10.2017

OPPSUMMERT:

- Kort byggetid gjør at man lettere uvitende overser problemer. Stoler kanskje for mye på BIM ift. prosjektets digitale modenhetsgrad, da mange detaljer mangler.
- Prosjekteringen og dens beskrivelse er ofte «klipp og lim» fordi man ikke har tatt seg tid til å detaljprosjekttere.
- Manglende evaluering og erfarings- og kompetanseoverføring mellom prosjekter i bransjen generelt.
- Digitaliseringen fordrer i stor grad at prosjekteringen er ferdig.
- Fordeler med digitalisering:
 - Lettere å håndtere informasjonsflyten ut til byggeplassen. alle har tilgang til tegninger direkte.
 - Man får bedre oversikt over historikk og kontroll på KS.
 - Mengdeberegninger kan gjøres umiddelbart, noe som gjør at f.eks. endringsomkostninger er tilgjengelig direkte.
- Ulemper med digitaliseringen:
 - Lettere å gjøre endringer. Terskelen for å sende endringsmeldinger blir fort for lav.
 - Kan miste «feeling» på hvordan bygget blir å se ut i virkeligheten – mindre opptatt av å jobbe og sjekke hvordan bygget faktisk ser ut. Havner i en såkalt «digital boble» hvor man blir mer avhengig av datakunnskapen enn fagkunnskap man får ved å være ute på bygget – kan miste kompetanse av dette.
 - Man starter å stole blindt på BIM-modellen. Modellen er bare så god som det man modellerer inn. («Shit in – shit out»!)
 - I «tunge bygg» kan fort ting og aspekter blir oversett.
 - Føles fort veldig byråkratisk og «tunggrodd».
 - Kompetansemangel. Enn så lenge avhengig av dyktige rådgivere og egne ansatte med kompetanse til å bruke systemer og programvare.
 - Kostnader til opplæring. Hva hvis programvaren blir utdatert?
 - Kostbare programvarepakker og lisenser på sikt. Billige startavtaler, men dyrere etterhvert.

MER UTFYLLENDE:

ING-1 er innkjøpsansvarlig ved prosjektet. Har 30 års erfaring fra byggebransjen. Hovedansvar for kontrahering av underentreprenører, og innkjøp av materialer og utstyr fra leverandør. Spesielt ansvar for innkjøp av og koordineringen av større innkjøp som vinduer, dører, maling, etc. Relativt grei digital kompetanse, da han jobber mye med budsjettering og kalkulering i Excel og mengdeberegninger og innkjøp vha. 3D-modell.

FOR-1 er tømmerformann. Har 35 års erfaring fra bransjen. Hovedansvar for fremdrift tømmerarbeider på prosjektet, og koordineringen av øvrige fag mot tømmer. Delvis SHA- og KS-ansvar. Også ansvarlig for mengdeberegninger av byggematerialer, samt oppfølgingen av prosjektets egne ansatte innen tømmerfaget. Utarbeider i tillegg akkordsedler for arbeidslaget. Mener han mangler en del kompetanse innen data, men bruker i hovedsak bare epost og enklere funksjonalitet i Excel.

De mener bedriften begynner å modnes digitalt. Ansatt en god del yngre ansatte som naturligvis har bedre kunnskap enn «de gamle». Prosjektets digitale modenhetsgrad er god, men kunne vært bedre hvis man hadde benyttet 3D-modellen mer aktivt. Per nå oppdateres den sjeldent av konsulentene, fordi man ikke har brukt BIM som utgangspunkt for prosjekteringen. BIM-stasjonen på bygget har visstnok hjulpet håndverkerne med å hente ut tegninger på byggeplassen framfor å måtte gå til byggeplasskontoret for å printe ut. Syntes ARK kunne vært flinkere til å prosjektere mer detaljert, og å benytte BIM framfor PDF og DWG-tegninger. Per nå får man i følge ARK ikke bruke BIM til annet enn visualisering. 2D PDF-tegningene er rådende i alle saker, men det burde vært 3D-modellen som var gjeldende. Generelt virker fristen for endringer å være for tett opp mot produksjonsdeadline. Feks. skal maler begynne å male den 7/12, mens fristen for endringer er satt til 31/12. «Det sier seg selv at det vil medføre dobbeltarbeid om ting endres etter produksjonsoppstart.»

Utfordringene på dette prosjektet har vært at man hele tiden har «vært bak» produksjonen hva tegninger og prosjektering angår. Den korte byggetiden og et diffust forprosjekt må ha skylden. ARK og de øvrige konsulentene har vært usikre om de har fått alt med seg fra prosjektbeskrivelsene, noe som har gjort at det har tatt ekstra tid til prosjekteringen. Prosjekteringen skjer parallelt med byggingen, noe som har gjort at man har måtte tatt avgjørelser ad-hoc på byggeplass fordi man ikke har hatt noe valg. Med bedre tid kunne kostnadsbesparelser og kvalitetssikring ha vært prioritert, men man har følt prosjektet fram til nå kun har handlet om «brannslukking» av tidligere avgjørelser som har vært gjort i felten. Man har oppdaget bygge- og prosjekteringsfeil *etter* at man har bygd ferdig. Prosjektledergruppa har mange ganger sett seg nødt til å produsere egne tegninger, fordi man har vært presset på tid før andre fag skulle ta over området. Prosjektet har dog gått relativt smertefritt for seg så langt, men det skyldes løsningsorienterte UE og et godt samarbeidende klima blant håndverkerne og basene på byggeplassen. Også kommunikasjonen mellom totalentreprenørens RIB og betongelementfabrikkens RIB har vært noe utfordrende, hvor en del endringer kunne vært unngått hadde man klart å fange opp mangler i tidlig fase. Dette skyldes det diffuse forprosjektet.

ING-1 påpeker at kontraktene vi benytter i dagens prosjekter er for «åpne og tvetydige» og kanskje ikke passer med et heldigitalt prosjekt. Totalentrepriser – særlig etter NS 8407 – gir TE stor frihet, men gir også BH stor frihet til endringer. Prosjekteringen klarer ikke holde følge. En generalentreprise (NS8405), hvor alt arbeid og prosjektering foreligger ved kontraktsinngåelse, virker som en veldig «god fit» for bruken av BIM. Alt ligger klart, og få endringer tilkommer.

Ved spørsmål om framtidens byggeprosjekter deler **FOR-1** prosjektene i *to* ulike kategorier: «Tunge» og «lette» bygg. Han forklarer at tunge bygg innebærer såkalte «smarthus» og prosjekter som inkluderer

omfattende teknologiske innovasjoner og ekstrafunksjonaliteter med store krav til utforming, sikkerhet og kompatibilitet. Blir ofte mye å holde oversikt over. Samtidig kan arbeidsflyten bli lite hensiktsmessig fordi man har en komplisert koordinering. Lette bygg på den andre siden er typiske lagerbygninger uten særlig komplisert «innmat», da de som oftest kun fordrer en tett konstruksjon, med innlagt strøm, vann, ventilasjon, brann- og innbruddssikring. **ING-1** påpeker at en suksessrik fremtidig bruk av digitale hjelpemidler i stor grad beror på opplæring og kompetanse. Uten dette vil man i de neste 10 årene ikke se særlige forbedringer, fordi den eldste generasjonen i byggebransjen verken har interesse eller kapasitet til å delta i et digitalt skifte.

Fordeler med bruk av digitale hjelpemidler er at man vha. eks. BIM kan oppdage kollisjoner og mangler opp mot regelverk eller kravspesifikasjon og beskrivelse. (Kanskje skjer dette automatisk i framtiden vha. kunstig intelligens som kan tolke 3D-modell, tegning, kontrakt og kravspesifikasjon opp mot hverandre, og gi beskjed i god tid hvis noe er feil.) Hovedfordelen med bruk av BIM er dog i følge respondentene at man lettere kan *visualisere* prosjektet, se utfordringer som kanskje ikke er oppdaget ennå. Men det er viktig at man detaljerer modellene godt nok til å la seg bygge. «Detaljert nok» innebærer i så måte at man ikke behøver å modellere hver eneste spiker i veggen, men heller visualisere *hvor* spikerens plassering bør være.

B.1.2 RESPONDENT: BAS-1

01.12.2017

Viktigste punkter:

- Fortsatt en eldre garde som vil slite med digitalisering pga kompetansemangel
- Unge har bedre forutsetninger.
- KS blir lettere, som forbedrer kvaliteten. Tegnminger lettere å få tak i/lese.
- opplæring et must.
- Informasjonen gjøres raskere tilgjengelig for håndverkere
- bim-stasjon m/ printer hadde vræt optimalt p.t.
- VR-briller er framtiden for håndverkerke.
- materialsporing/utstyrssporing et godt bidrag mht lån og tyveri
- roboter som borrar i tak finnes allerede. Fortsatt trengs dog mennesker til veggmontering. Men kanskje 3D-printes alt om få år? Ønsker seg støvsugerobot.
- TID: Bruker pt mye tid på logistikk og flytting av materialer ettersom arbeidet trer fram.
- TID: tegningsgrunnlag ofte for dårlig. tid på å tolke/finne praktiske løsninger.
- Kostnader: Ad-hoc kostnader m/ etterbestilling av materialer. Tegnign/praksis stemmer ikke. bestiller 5 paller gips mens det egentlig går 6 paller.
- kvalitet: tegning/prosjektering mot utførelse har ofte mismatch.
- kompleksitet i framtiden: veggtrykkelse ikke iht det som skal inn i vegg.
- kompleksitet i framtiden:: samhandling. tar litt ekstra tid å montere men har ikke så mye å si for

utførelsen.

- tekniske fag får nok hyppigere endringer. For mange endringer kanskje? byggingen kommer for langt når tegning endres.
- kompleksitet i framtiden: kort byggetid øker stresset. det legges nesten opp til overtid, ubevisst.
- Tegninger bør være ferdig tidligere (1-2mnd) før bygging starter.

Det ble ikke skrevet egne referater fra de øvrige intervjuene.